



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**SISTEMA DE CONTROL DE HIGIENE ENZIMÁTICO, EN UNA
PLANTA DE DETERGENTE EN POLVO**

Marlene Eunice Monterroso Castillo

Asesorado por el Ing. Edwin Josué Ixpata Reyes

Guatemala, agosto de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE CONTROL DE HIGIENE ENZIMÁTICO, EN UNA
PLANTA DE DETERGENTE EN POLVO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

MARLENE EUNICE MONTERROSO CASTILLO
ASESORADO POR EL ING. EDWIN JOSUE IXPATA REYES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de Lòpez
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Lenny Virginia Gaitan
EXAMINADOR	Inga. Alba Maritza Guerrero de Lòpez
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

SISTEMA DE CONTROL DE HIGIENE ENZIMÁTICO, EN UNA PLANTA DE DETERGENTE EN POLVO,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 21 de mayo de 2008.



Marlene Eunice Monterroso Castillo

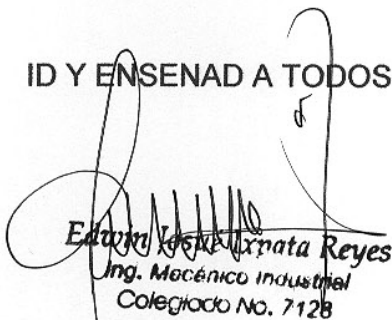
Universidad San Carlos de Guatemala.
Facultad de Ingeniería

Por este medio le informo que he revisado el trabajo de graduación titulado **SISTEMA DE CONTROL DE HIGIENE ENZIMÁTICO EN UNA PLANTA DE DETERGENTE EN POLVO**, elaborado por la estudiante Marlene Eunice Monterroso Castillo

El mencionado trabajo llena los requisitos para dar mi aprobación, e indicarle que la autora y mi persona somos responsables por el contenido y conclusiones de la misma. Sin otro particular y agradeciéndole la atención que se sirva dar a la presente, me suscribo de usted.

Atte.

EDUCACIÓN Y ENSEÑANZA A TODOS



Edwin Josue Ixpata Reyes
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 7128

Ing. Edwin Josue Ixpata Reyes
Catedrático Asesor de Trabajo de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, Agosto de 2009

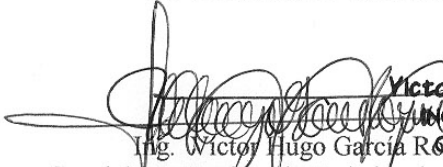
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **SISTEMA DE CONTROL DE HIGIENE ENZIMÁTICO EN UNA PLANTA DE DETERGENTE EN POLVO**, presentado por la estudiante universitaria **Marlene Eunice Monterroso Castillo**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Victor Hugo García Roque
INGENIERO INDUSTRIAL
Ing. Víctor Hugo García Roque Colegiado No. 5133
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2009.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **SISTEMA DE CONTROL DE HIGIENE ENZIMÁTICO, EN UNA PLANTA DE DETERGENTE EN POLVO**, presentado por la estudiante universitaria **Marlene Eunice Monterroso Castillo**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2009.



/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.315.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **SISTEMAS DE CONTROL DE HIGIENE ENZIMÁTICO, EN UNA PLANTA DE DETERGENTE EN POLVO**, presentado por la estudiante universitaria **Marlene Eunice Monterroso Castillo**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, agosto de 2009.

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por haberme permitido culminar este trabajo, dándome la fuerza y el entendimiento necesario.

MIS PADRES

Eunice Castillo,
+Rodolfo Monterroso, que este trabajo sea una mínima recompensa a sus sacrificios y el cumplimiento de un sueño.
+Josefina Torres de Castillo,
+Alfredo Castillo, por haberme dado tanto amor y con ello principios y valores.

MI ESPOSO

Henry Pineda, por su amor y apoyo.

MIS HERMANOS

Elisa, Rodolfo, Mónica, Andrea, Marco, Gaby y Paulita, por su cariño.

MI FAMILIA

Por el apoyo brindado en todo momento.

MIS AMIGOS

Por el cariño que me han brindado, en especial Claudia, Edwin, Eugenia, Francisco, Ricardo, Marianella, Esteban, Alejandro, David, Heydi y Luisa.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Identificación de la empresa.....	1
1.1.1 Historia de Industria La Popular, S.A.....	1
1.1.2 Localización de Industria La Popular, S.A.....	2
1.1.3 Misión de Industria La Popular, S. A.....	3
1.1.4 Visión de Industria La Popular, S. A.....	3
1.1.5 Política de calidad de Industria La Popular, S. A.....	3
1.1.6 Tipo de actividad productiva.....	4
1.2 Mercado que cubre.....	5
1.3 Estructura organizacional	6

2. DIAGNÓSTICO

2.1 Descripción del proceso actual de detergente en polvo.....	7
2.1.1 Diagrama actual de operaciones del proceso.....	9
2.2 Descripción de la maquinaria utilizada en el proceso de detergente en polvo.....	12
2.3 Características del recurso humano.....	12
2.4 Control actual del sistema de higiene enzimático.....	13

3. PROPUESTA DE LA REESTRUCTURACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE POLVO.

3.1 Control de sólidos suspendidos en el área de trabajo.	15
3.1.1 Cómo funciona un control de polvo.....	15
3.1.2 Seguridad durante la operación.....	16
3.1.3 Elementos fundamentales del control de polvo.....	16
3.1.4 Áreas de contención.....	16
3.1.5 Puntos de captura.....	17
3.1.6 Ductos.....	17
3.1.7 Equilibrio del sistema.....	18
3.1.8 Placas de orificio.....	18
3.1.9 Purgas de aire.....	19
3.1.10 Deterioro de ductos.....	20
3.1.11 Recolección.....	20
3.1.12 Filtros y ventiladores.....	20
3.1.13 Sistema de eliminación de sólidos suspendidos.....	21
3.2 Aplicación del control de polvo.....	24
3.2.1 Cómo funciona un control de polvo.....	24
3.2.2 Seguridad durante la operación.....	24
3.2.3 Elementos fundamentales del control de polvo.....	25
3.2.4 Áreas de contención.....	25
3.2.5 Puntos de captura.....	26
3.2.6 Ductos.....	26
3.2.7 Equilibrio del sistema.....	29
3.2.8 Placas de orificio.....	30
3.2.9 Purgas de aire.....	30
3.2.10 Deterioro de ductos.....	32
3.2.11 Recolección.....	35

3.2.12 Filtros y ventiladores.....	35
3.2.13 Sistema de eliminación de polvo.....	36
3.2.14 Tolvas de uso o depósitos de compensación.....	38
3.2.15 Monitoreo y mantenimiento.....	40
3.2.16 Gabinetes de rechazo (recibidor de producto terminado en mal estado).....	41
3.2.17 Criba (área destinada para romper producto terminado en mal estado para luego ser llevado a las máquinas de empaque).....	44

4. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE HIGIENE ENZIMÁTICO PARA UNA PLANTA DE DETERGENTE EN POLVO.

4.1 Determinación del dueño del Sistema de Higiene Enzimático.....	45
4.2 Monitoreo del sistema de control de polvo.....	45
4.2.1 Velocidad de superficie.....	46
4.2.2 Presión estática.....	49
4.2.3 Flujo de aire del ducto.....	54
4.2.4 Presión de velocidad.....	54
4.2.5 Medición del flujo del aire.....	56
4.3 Almacenamiento y adición de enzimas.....	56
4.4 Monitoreo de aire.....	62
4.4.1 Arranque y operación del sistema de depolvoración del área de empaque.....	79
4.4.2 Limpieza de derrames y vaciado de aspiradoras.....	80

5. MEDIO AMBIENTE

5.1 ¿Qué es medio ambiente?.....	85
5.2 Medios de protección, Artículo 17 OHSAS 18000.....	85
5.3 Medidas de emergencia, Artículo 20 OHSAS 1800.....	86

5.4 Gestión medioambiental.....	87
5.4.1 Emisiones atmosféricas.....	87
5.4.2 Recuperación de calor.....	88
5.4.3 Vertido de aguas residuales.....	88
5.5 Medidas de mitigación.....	89
5.5.1 Limpieza de sistema de depolvoración.....	89
5.5.2 Limpieza de filtros colectores.....	90
5.5.3 Purificación de aguas residuales.....	91
6. MEJORA CONTINUA Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.	
6.1 Diagrama de flujo, monitoreo de la exposición.....	93
6.2 Soluciones de problemas del Sistema de Higiene Enzimático...94	
6.3 Programa de capacitación al personal sobre higiene enzimático.....	95
6.3.1 Políticas de normativas de capacitación de entrenamiento.....	95
6.3.2 Definición de matriz de capacitación por puesto.....	96
6.3.3 Detección de necesidades de entrenamiento.	96
6.3.4 Coordinación y programación de entrenamiento.....	97
6.3.5 Certificación del capacitador.....	97
6.3.6 Control, registro y seguridad de la información.....	98
6.4 Programa de auditoria anual de higiene enzimático.....	98
6.5 Seguimiento de resultados.....	99
6.6 Retroalimentación.....	99
CONCLUSIONES.....	101
RECOMENDACIONES.....	103
BIBLIOGRAFÍA.....	105
ANEXOS.....	107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

1	Ubicación geográfica.....	3
2	Organigrama de Detergentes.....	6
3	Diagrama actual de operaciones del proceso.....	9
4	Placa u orificio de extremo recortado.....	19
5	Filtro de limpieza con sacudido de lonas.....	21
6	Isométrico del sistema de higiene enzimático.....	22
7	Filtro manga.....	23
8	Codos.....	27
9	Conexión Y.....	28
10	Conexión T.....	28
11	Purgas de aire.....	31
12	Válvulas con espacio de aire.....	37
13	Banda transportadora / válvula del alimentador.....	38
14	Tolvas de uso o depósitos de compensación.....	39
15	Gabinete de rechazo.....	43
16	Anemómetro de molinete.....	47
17	Uso del sensor del anemómetro.....	48
18	Medición de la velocidad de superficie.....	49
19	Manómetro de tubo en U.....	50
20	Comparación del manómetro.....	51
21	Manómetro de tubo flexible.....	52
22	Medición de la presión estática.....	53
23	Tubo de pitot estándar.....	55
24	Gráfica tabla IV.....	72
25	Diagrama de flujo, monitoreo de la exposición.....	93

TABLAS

I. Resultados medición del equilibrio del sistema.....	29
II. Resultados medición del equilibrio del sistema.....	34
III. Punto de muestreo.....	65
IV. Hoja de control de monitoreo de aire.....	71

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Π	Constante matemática que equivale a 3.14159
μ	Micra
r^2	Radio elevado al cuadrado
mg	Miligramos
m^2	Metros elevados al cuadrado
p^3	Pies elevados al cubo

GLOSARIO

AIRE: Gas liviano, transparente formado por nitrógeno, oxígeno, gases nobles, vapor de agua e impurezas; ocupa por completo el espacio atmosférico.

AMBIENTE: Es el conjunto de elementos naturales, artificiales o inducidos por el hombre, físicos, químicos o biológicos que propician la existencia, transformación y desarrollo de organismos vivos.

CAMPANA: Dispositivo diseñado para contener y/o capturar el aire polvoso y dirigirlo hacia la red de ductos.

DENSIDAD: La densidad es el peso del volumen unitario de una sustancia:

Aire = 0.075 libras por pie cubico

Agua = 62.3 libras por pie cubico

GRAVEDAD

ESPECÍFICA: Es la relación entre la masa del volumen unitario de una sustancia y la masa del mismo volumen de una sustancia estándar.

Aire = 1.0 a la presión a nivel del mar y 68 grados Fahrenheit.

Agua = 1.0 a 39.2 grados Fahrenheit

MANÓMETRO: Este instrumento mide la presión , esencialmente, es un Tubo en U parcialmente lleno de líquido, generalmente agua, mercurio o aceite ligero, construido de tal forma que la cantidad de desplazamiento del líquido indica la presión que esta siendo ejercida en el instrumento.

PRESIÓN

ABSOLUTA: Es la presión total medida en relación a un vacío perfecto. Es la suma de las presiones atmosféricas y manométricas.

PRESIÓN

ATMOSFÉRICA: Es la fuerza ejercida en un área unitaria a nivel del mar por el peso de la atmosfera que se encuentra arriba de esta. En diferentes unidades, es expresada como:
29.92 pulgadas de mercurio (in.Hg)
14.7 libras por pulgada cuadrada (psi)
407.2 pulgadas de agua (in.w.c)

PRESIÓN DE

VELOCIDAD: Es la presión cinética (resultante del movimiento) en dirección del flujo, necesaria para ocasionar que un flujo en reposo fluya una velocidad dada. Generalmente se expresa en pulgadas de agua manométrica.

PRESIÓN

ESTÁTICA: Es la presión potencial ejercida en todas direcciones por un flujo (aire, agua) en reposo. Dicho de otra forma, es la tendencia del fluido para hacer estallar o colapsar el ducto. Generalmente se expresa en pulgadas de agua manométricas.

PRESIÓN

MANOMÉTRICA: La presión manométrica es la presión relativa a la presión atmosférica. Puede representar un vacío, presión negativa (menor a la atmosférica), o una presión positiva (mayor a la atmosférica).

PRESIÓN

TOTAL: Es la suma algebraica de la presión de velocidad y la presión estática (haciendo debida referencia a los signos positivos y negativos).

PULGADA DE

AGUA: Esta unidad de presión es igual a la presión ejercida por una columna de agua de una pulgada de altura a temperatura ambiente. Generalmente se expresa como inH₂O(pulgada de agua).

VELOCIDAD DE

CAPTURA: Es la velocidad del aire requerida para capturar las partículas de polvo y moverlas hacia una corriente de aire.

VELOCIDAD DE

CONDUCCIÓN: Es la velocidad mínima del aire requerida para conducir las partículas de polvo en la corriente de aire. Generalmente expresa en pies por minuto.

VELOCIDAD DE

SUPERFICIE: Es la velocidad a la que el aire atraviesa el plano de una abertura de control de polvo. Generalmente se expresa en pies por minuto.

PLC: Controlador lógico programable.

ESPACIOS

CONFINADOS: Espacios cerrados con una pequeña abertura de entrada y salida.

OHSAS: Occupational Health & Safety specification. Sistemas de Gestión, Salud y Seguridad laboral.

EPA: Environmental Protection Agency. Agencia de Protección Ambiental.

NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health. Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional.

EPP: Equipo de protección personal.

RESUMEN

El sistema de control de higiene enzimático no es más que la extracción de polvo que se genera cuando éste es depositado por medio de bandas transportadoras a las tolvas de los silos de empaque, se realiza dicha extracción por medio de un ventilador y llevado por todo un ramal diseñado hacia su filtro manga, allí se produce el efecto de sacudido que no es mas que la separación de polvos finos y gruesos, el polvo fino es enviado al ambiente y el grueso recuperado para incorporarlo al proceso inicial del detergente.

Para que el sistema funcione correctamente se debe cumplir con ciertas condiciones, como lo es capacitar al usuario, en este caso a los trabajadores de la planta de Detergentes lo que son los lineamientos operacionales dependiendo el puesto de trabajo y a toda la planta en general darles a conocer las consecuencias de inhalar por períodos prolongados de trabajo el detergente en polvo y si este adicional contiene enzimas vegetales. Las enzimas son utilizadas en el detergente para agilizar el proceso de degradación de suciedad en las prendas de ropa. Es necesario exigir al operador que cumpla con seguir las prácticas seguras de trabajo en todo momento, al operar, dar mantenimiento y cuando limpie el sistema de higiene enzimático.

El sistema de control de higiene enzimático consta de áreas de contención, que son alojamiento que confina intencionalmente el polvo o derrames para una captura más efectiva; los puntos de captura son áreas en la que el aire y el polvo son extraídos hacia la red de ductos. Los ductos desempeñan la conducción del aire polvoso en el sistema.

El equilibrio del sistema se logra con un rango de 3,500 a 4,000 pies por minuto en todo el recorrido del mismo.

Para poder controlar el equilibrio del sistema, es necesario tomar lecturas en el recorrido de los ductos y en los puntos de captura que hacen un total de 14 puntos de muestreo, en ellos se debe medir la presión estática, velocidad de superficie y presión total.

Para dichas mediciones se utilizan los instrumentos de medición como el anemómetro de molinete, manómetro de tubo en U y tubo pitot estándar, las mediciones deben ser confiables.

El equipo de protección personal para los trabajadores debe ser un equipo garantizado por lo que debe estar avalado por entidades como NIOSH, OHSAS 18,001 y la EPA, tal es el caso de el equipo respiratorio para el cual se menciona que se usara mascarilla de media cara y filtros capaces de filtrar partículas menores a 0.3 μm , por lo que uno de los proveedores recomendados es 3M con la mascarilla 7502 y los filtros P100.

Los lineamientos operacionales para el manejo y adición de enzimas se dan para reducir el riesgo de inhalación o contacto directo con la piel, ya que las consecuencias pueden por la inhalación producir bronco espasmo y si no se trata a tiempo puede llegar a cerrarse las vías respiratorias. Con el contacto puede producir irritación en la piel o en los ojos. Los primeros auxilios son de importancia darlos a conocer.

Para derrames en el proceso se debe utilizar aspiradoras con filtros HEPA y la limpieza final con trapeadores húmedos y nunca utilizar escobas ni mangueras con agua a presión, ya que el polvo se convierte en polvo aerosol.

Cumpliendo con los estándares internacionales como lo dicta OHSAS 18001 de la cantidad de aire polvoso en el lugar de trabajo es de 10 miligramos por metro cúbico en Industria La Popular se pretende trabajar con mayor exigencia, colocando como parámetro máximo permisible de concentración de polvo de 1 miligramo por metro cúbico.

Se sabe si se cumple con un parámetro si se mide para esta medición se utiliza una bomba de alto volumen y se determinan que las áreas de mayor exposición de polvo son el cuarto de adición de enzimas, tambor rotatorio, granza, base del air lift, empaque, criba y el laboratorio de control de calidad, los resultados se evalúan tanto con los resultados del laboratorio de la empresa y el laboratorio en Estados Unidos que analiza la concentración de enzimas en el aire, es necesario tener un plan de auditorias para que exista mejora continua y el sistema opere bajo condiciones ideales. El equipo se calibra según recomendaciones del fabricante y es necesario dejar constancia.

OBJETIVOS

GENERAL:

Establecer un programa de monitoreo de aire para evaluar y controlar los sólidos en suspensión a los que están expuestos los trabajadores.

ESPECÍFICOS:

1. Determinar localidades donde se genere polvo o derrame visible o donde ocurre contacto regular con la piel, para tener un mejor control de las operaciones de las mismas.
2. Definir los elementos fundamentales, la aplicación y los monitoreos de un sistema de control de polvo, para determinar que los actuales cumplen con la función de extraer el polvo enzimático.
3. Describir los pasos para efectuar las operaciones de Almacenaje y Adición de Enzimas de tal forma que se reduzca el riesgo de inhalación o contacto directo con enzimas evitando en toda medida derrames en las áreas de trabajo.
4. Describir los pasos para efectuar las operaciones de limpieza derrames y vaciado de aspiradoras en cada una de las áreas de influencia de tal forma que se reduzca el riesgo de inhalación de sólidos en suspensión o contacto directo con enzimas.

5. Desarrollar un plan anual de auditorías de monitoreo de aire estableciendo los responsables de ejecución, de verificación de fallas, de revisión de cumplimientos y el cierre de la auditoría.
6. Describir las tareas necesarias para realizar la limpieza programada y no programada del Sistema de Depolvoración de la planta de Detergente en polvo.
7. Desarrollar un plan de entrenamiento al trabajador en los efectos que causa la inhalación o el contacto directo en el manejo del polvo enzimático brindándole las posibles herramientas de prevención.
8. Mejorar los estándares de los sistemas de control de polvo por medio de lineamientos operacionales basándonos en las normas Internacionales ISO 9,000 Y OHSAS 18,001 para obtener un sistema eficiente de higiene enzimático.

INTRODUCCIÓN

Se establece que un individuo está expuesto a un agente contaminante, cuando los límites externos de su organismo entran en contacto con el agente que se encuentra disperso en el medio. El hombre con su trabajo transforma la naturaleza, y al hacerlo, se transforma a sí mismo. Así, utiliza los recursos para obtener productos que no siempre son benéficos, y considera que la productividad con intereses de lucro es la guía máxima, y a su vez trata de inculcar que el logro de esa productividad sea el responsable de la contaminación del medio y de la depredación de la naturaleza.

En Industria La Popular se ha tratado de mantener estándares de la mas alta calidad, tanto en los procesos de manufactura como en las practicas de trabajo. La misma dedicación a la calidad ha conducido al desarrollo de la tecnología de detergentes sintéticos. Por lo que se requiere implementar un sistema que asegure la seguridad en el lugar de trabajo.

En Industria La Popular se establecen estándares de polvo en el lugar de trabajo para el polvo ambiental. Los estándares varían dependiendo de si, el polvo es simplemente un irritante, o si es de otro tipo, como las enzimas de los detergentes que puedan ocasionar sensibilización y, posiblemente, reacciones respiratorias en personas sensibilizadas.

Nos apoyamos en el sistema de higiene enzimático para confinar el polvo cargado de enzimas dentro de un sistema de extracción localizado para evitar la exposición de sus pulmones y vías respiratorias al polvo contenido en el ambiente.

El polvo también plantea asuntos ambientales. Todos los sistemas de control de polvo enzimático descargan el aire limpio hacia afuera, hacia el ambiente. Las fuentes de emisiones requieren de permisos y tienen límites estrictos. En Guatemala no existe ley de emisiones, por lo que se toman las establecidas por OHSAS, OMS.

La liberación de polvo en exceso de estos límites puede tener como resultado multas económicas por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y puede ocasionar el deterioro de las relaciones con los vecinos y la comunidad.

Si un sistema de higiene enzimático se daña, se debe usar el equipo de protección personal apropiado, y se debe detener la producción para enfocarse en solucionar el problema. Si las descargas de polvo hacia la atmósfera del sistema de control de higiene enzimático son visibles, también representa un problema en el sistema y será necesario tomar acciones correctivas de inmediato para detener las emisiones.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Identificación de la empresa.

Industria La Popular, S.A. localizada en Guatemala, América Central, es una de las más antiguas e importantes industrias del país. Forma parte del Grupo Kong Hermanos, el cual fue fundado en 1,920 por Federico Kong Ossaye, un hombre trabajador y visionario con un gran interés en la modernización industrial de Guatemala.

1.1.1 Historia de Industria La Popular, S.A.

Hermanos Kong iniciaron sus operaciones fabricando jabón, no se limitaron solo a esta categoría sino que también fabricaron productos de higiene de excelente calidad a muy buenos precios para ayudar a las amas de casa de todo el país.

En 1,955 fue designada como mejor opción cuando Colgate-Palmolive decidió iniciar operaciones en Guatemala, Industria La Popular, S.A., fabrico todos sus detergentes y jabones. Esto duro hasta que ellos pudieron montar sus operaciones y su planta procesadora para abastecer al mercado Guatemalteco. 1,976 marca el inicio la línea de cosméticos y productos de belleza, es en este año Industria La Popular, S.A. y Productos Finos son fundados como subsidiarios de Hermanos Kong.

Productos Finos se producen, bajo licencia para la región, marcas como REVLON, MAXFACTOR, y SALLY HANSEN, distribuidores exclusivos de las marcas ALMAY y COVER GIRL.

Actualmente hay 1,200 empleados en Industria La Popular, S.A. la planta en Escuintla produce una gran parte de los productos, básicamente todos los productos de lavandería y detergentes así como lavaplatos y cloro; jabones de baño y glicerina, detergentes en barra y los productos de la división industrial.

En la planta de Guatemala se fabrica y empaca todo lo que concierne a productos de belleza shampoo hasta cremas, para cuidado del hogar se fabrica jabones líquidos, acondicionador para ropa y desinfectante de piso.

Actualmente Industria la Popular, S.A. esta dedicada a desarrollar nuevos e innovadores productos. Los recientes avances en tecnología han ayudado a mantenerse a la cabeza de la competencia en aspectos como calidad y volúmenes de producción.

1.1.2 Localización de Industria La Popular, S.A.

Las oficinas centrales de Industria La Popular S. A. se ubica en vía 3 5-42 zona 4, del Municipio de Guatemala en el departamento de Guatemala, C. A. Teléfonos: (502) 24200202 Fax (502) 2331038, la Planta de producción de jabón detergente se encuentra en antigua carretera al Pacifico kilómetro 54.5 Teléfono 78201111, ambas se encuentran en una zona netamente industrial, cumpliendo con lo establecido por el reglamento de localización industrial de la Municipalidad de Guatemala y cumpliendo con los requisitos de la municipalidad del departamento de Escuintla.

Figura 1. Ubicación geográfica.



1.1.3 Misión de Industria La Popular, S. A.

Proveer marcas e insumos rentables, con colaboradores comprometidos y orgullosos de pertenecer a la empresa, siendo innovadores y competitivos para satisfacer a nuestros clientes internos y externos.

1.1.4 Visión de Industria La Popular, S. A.

De manera innovadora construimos un mundo limpio y bello para bienestar de nuestras familias.

1.1.5 Política de Calidad de Industria La Popular, S. A

Producimos y comercializamos productos industriales, de cuidado personal y del hogar logrando la satisfacción de nuestros clientes a través de la mejora continua con el compromiso de nuestros colaboradores.

1.1.6 Tipo de actividad Productiva

Industria La Popular se dedica a la fabricación de una gran variedad de productos, tales como:

La división Industrial fabrica materias primas para la industria como:

Ácido Sulfónico, (lineal y Ramificado), Glicerina grado USP Laurikon N-70 Moles, Laurikon LSA-28 y Viruta de jabón 80-20. Así como la línea de Detergentes Industriales y Cloro industrial

Cuidado del hogar:

Jabón en polvo para lavar ropa: Ambex, Espumil, Tex

Jabón de bola para lavar ropa: Ambar, Bex, Corona.

Jabón líquido y suavizante para lavar ropa: Ambar, Terso

Jabón para lavar platos: Zagas (presentación: barra, líquido, lavaplatos), Tex (presentación: Barra).

Cloro:

Acticlor

Cuidado personal:

Colonia tipo splash: Agua de colonia Aquarius, Hipnotique, Sandalo.

Colonia: Heno de Pravia, Tamy

Crema de manos y cuerpo: Aquarius, Hypnotique, Neutroskin

Cuidado del cabello: gel Calipso, tratamiento intensivo Alan Klift, crema moderadora Alan Klift, gotas anti friz Alan Klift

Gel para el cuerpo: Hypnotique, Aquarius, Heno de Pravia, DK-12

Jabón líquido para manos: DK-12, Jabonito

Shampoo y acondicionador: Calipso, Alan Klift

Tratamientos de Aquarius

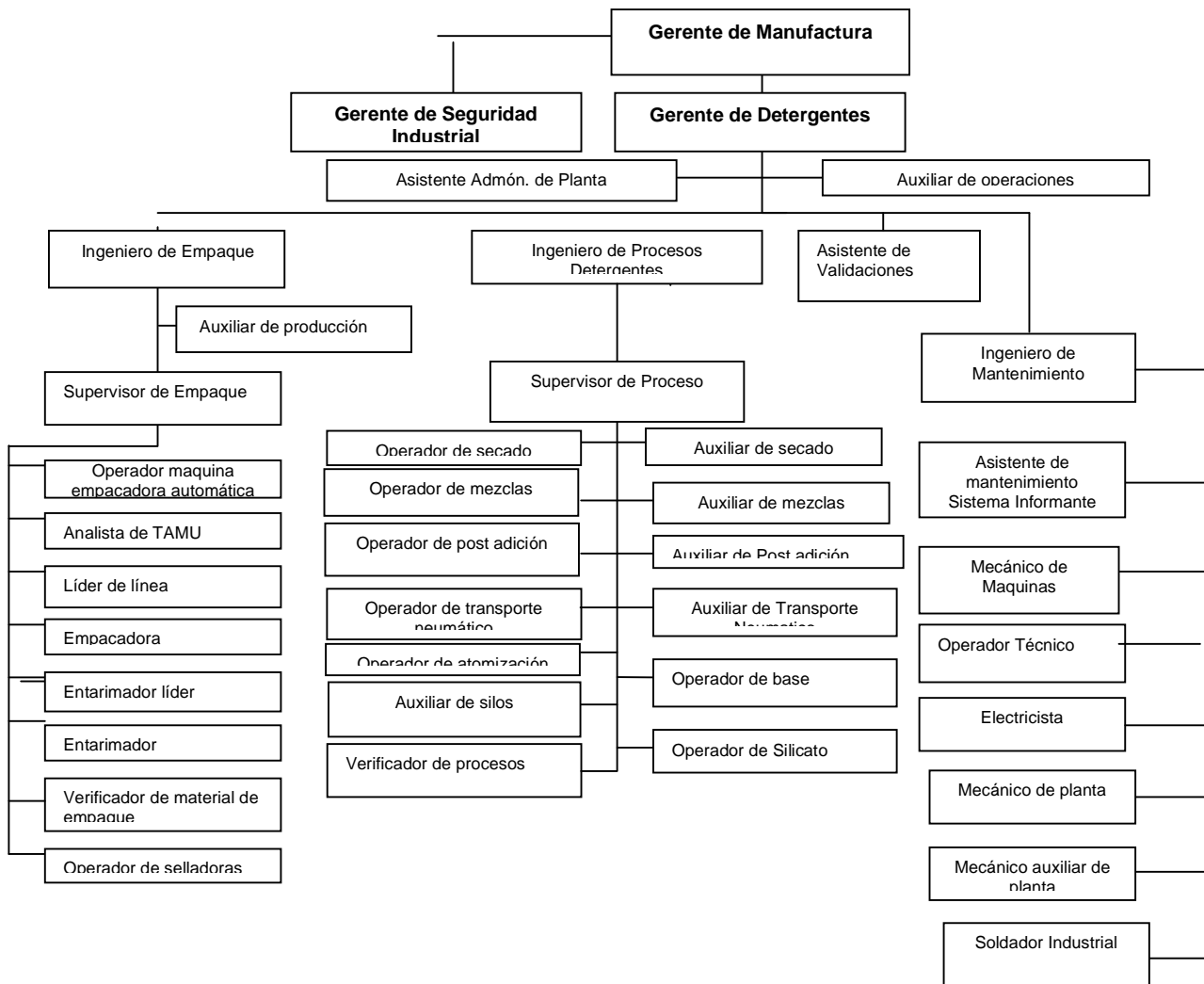
Jabón de tocador: DK-12, Cisne, Heno de Pravia, Jabonito, Maya Hotel, Neutroskin, rosas del campo, Calipso.

1.2 Mercado que cubre

Industria La Popular, S.A. está constantemente tratando de expandir sus operaciones y cuenta con clientes muy importantes en América Central, El Caribe, Venezuela, Sur de México y Estados Unidos de América.

1.3 Estructura organizacional

Figura 2. Organigrama de Detergentes.



2. DIAGNÓSTICO

2.1 Descripción del proceso actual de detergente en polvo

El proceso inicia desde un programa de producción hasta la entrega del producto terminado en la bodega.

Consta de 4 fases: preparación de base, preparación de slurry, secado y post adition.

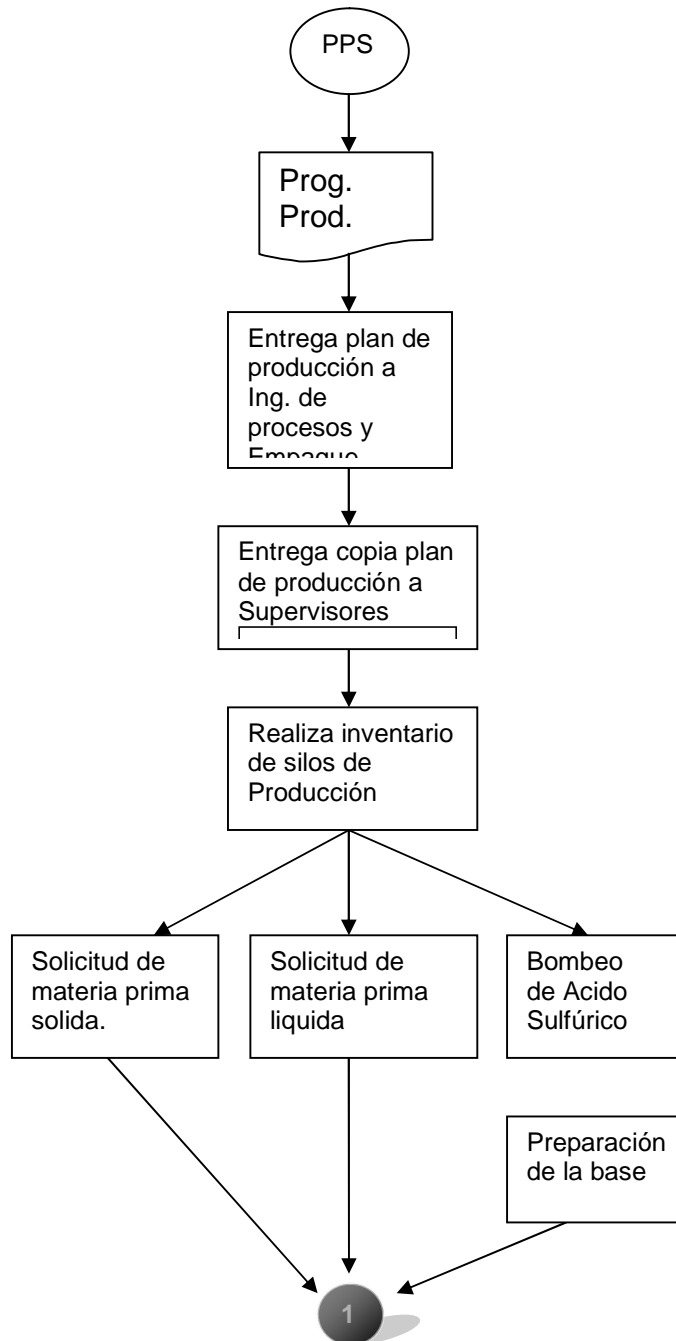
- a) Base: Esta operación consiste en neutralizar el Ácido Sulfónico con solución de Carbonato de sodio, formando sal.
- b) Slurry: etapa de preparación de la mezcla de detergente, inicialmente se agregan los ingredientes líquidos base, silicato y mezcla de reproceso, luego se agregan los ingredientes sólidos como el Sulfato de Sodio, Carbonato de Sodio, STPP.
- c) Secado: Operación de secar la mezcla de acuerdo a condiciones del tipo de detergente que se produzca, eliminando por evaporación el agua contenida y dejando la humedad que sea necesaria.
- d) Post Adition: Etapa de proceso donde se dosifican los ingredientes finales como el perfume, enzimas, ingredientes especiales.

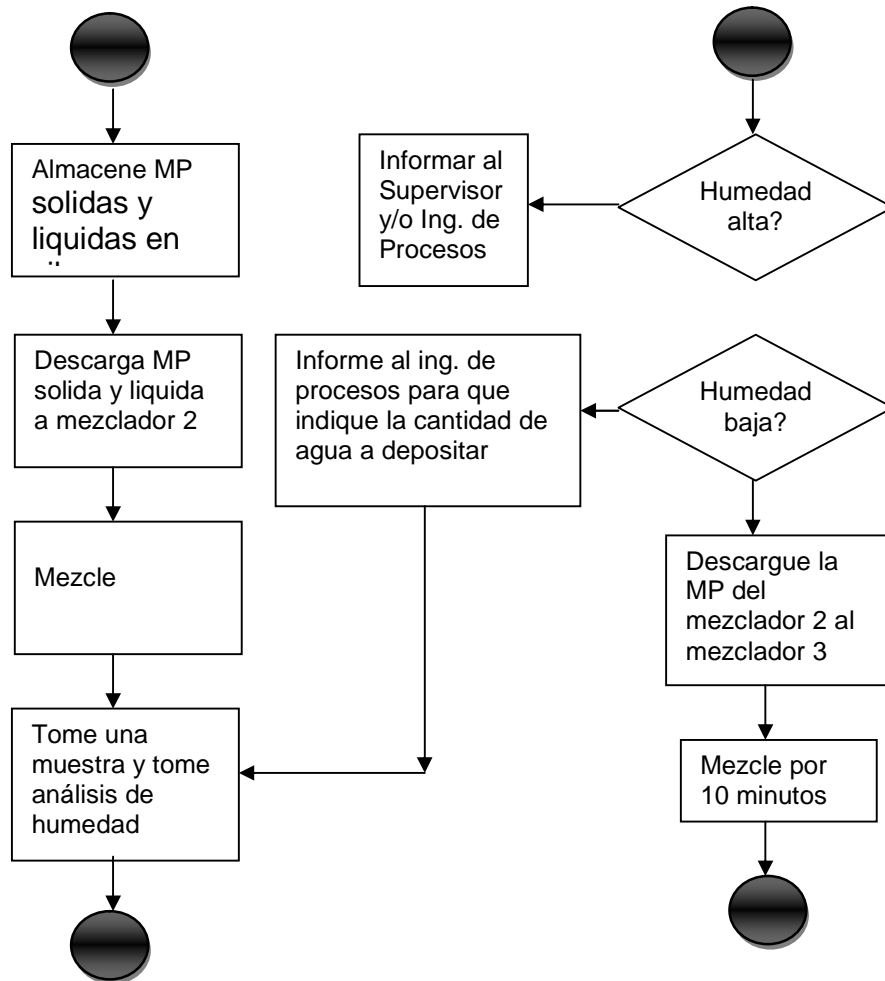
El detergente ya terminado se almacena en silos de empaque, los cuales se distribuyen por medio de caídas directas de tubería o bandas transportadoras y se depositan en tolvas para pasar hacia las maquinas del empaque primario del detergente.

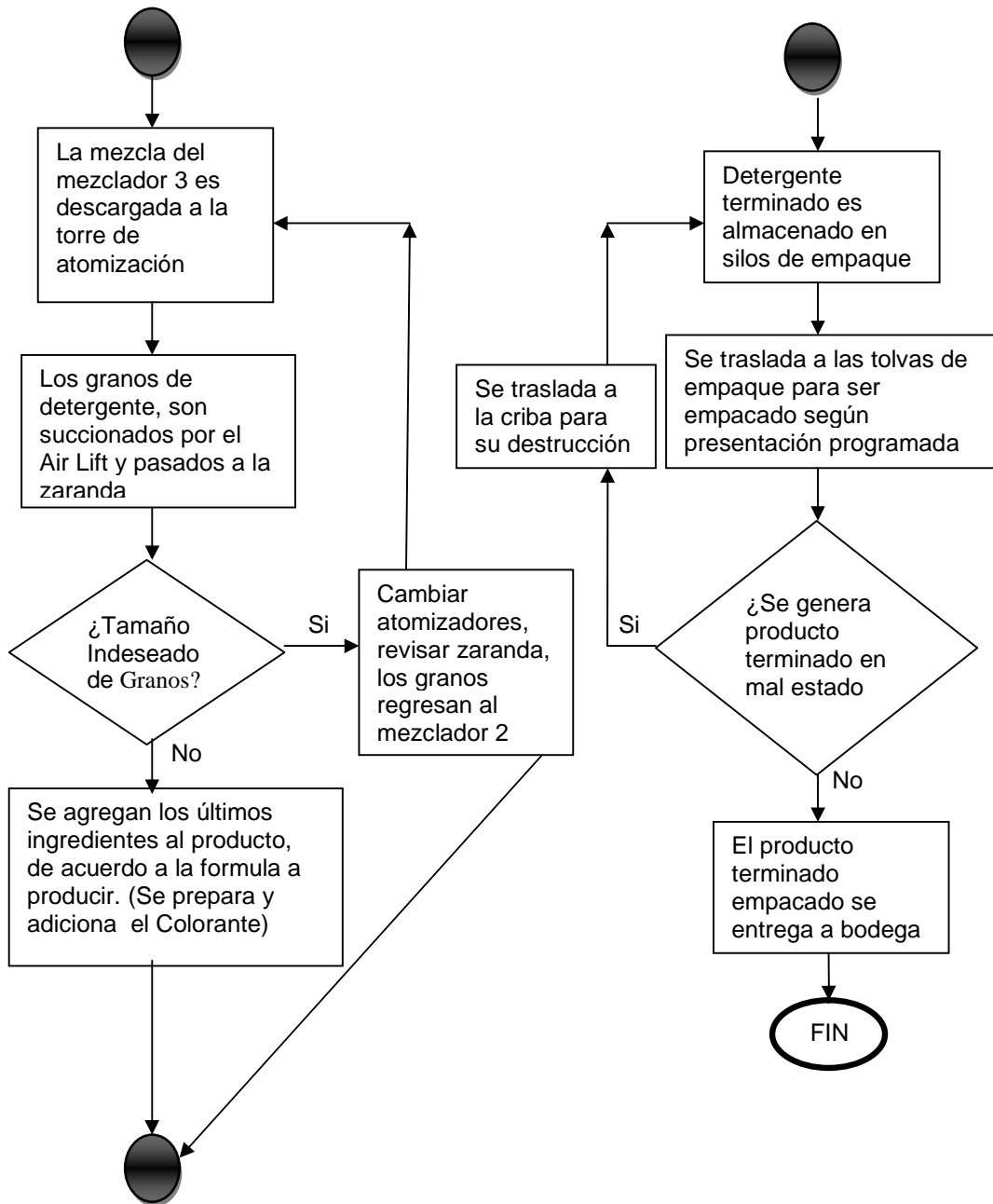
En el proceso de empaque se presenta producto terminado fuera de atributos de calidad, por lo que se procede a destruirlo en un cuarto especial y se retorna el producto terminado al proceso y es depositado nuevamente en los silos de empaque para ser de nuevo empacado.

2.1.1. Diagrama actual de operaciones del proceso.

Figura 3. Diagrama actual de operaciones del proceso.







2.2. Descripción de la maquinaria utilizada en el proceso de detergente en polvo.

Toda la maquinaria bandas transportadoras, cintas pesadoras, silos, hornos, bombas, atomizadores y zaranda utilizadas en el proceso de detergente en polvo es de origen italiano y esta se trabaja bajo un sistema automatizado, dado es el caso que si este programa tiene alguna falla el 80% del proceso se interrumpe ya que no se puede trabajar de forma manual, si se encuentra una falla dentro del proceso es el operador de cada área quien debe verificar físicamente la causa del problema, las maquinas llenadoras de empaque son brasileñas de la línea Masipack y cada una de las máquinas operan dependiendo la información que el operador le haya ingresado a su PLC, es necesario un operador por cada 2 máquinas.

2.3. Características del recurso humano.

Dado que es una planta en su mayoría automatizado, para la contratación del recurso humano se cuenta con un perfil, cuya escolaridad de preferencia es graduados a nivel medio, para el área de procesos y con mínimo de tercero básico para auxiliares, todo personal es masculino en el área de proceso y para el área de empaque el perfil del personal es con estudios como mínimo de segundo básico, en el área de empaque no se tiene ningún inconveniente con el sexo; de preferencia todo el personal se contrata si reside en Escuintla o lo mas retirado se toma Palín y/o Santa Lucia Cotzumalguapa; debido a que la planta trabaja tres jornadas laborales de lunes a sábado.

El personal de supervisión su perfil es estudiantes universitarios como mínimo tercer año de la carrera de ingeniería industrial y para los ingenieros de procesos requieren como mínimo que cuenten con pensum cerrado de la carrera de ingeniería industrial y/o química.

2.4. Control actual del sistema de higiene enzimático.

El departamento de seguridad industrial es el encargado de monitorear cada áreas de la planta de Detergente en polvo, garantizando que se cumplen con los parámetros de un sistema de higiene enzimático, basados en que no debe haber polvo visible, la evaluación visual se realiza cada tres a cuatro meses, actualmente hay una tubería que extrae el polvo de los silos de empaque hacia el exterior y es conducido por una tubería que llega al filtro manga separando el polvo fino del grueso, el fino es enviado al ambiente y el grueso recuperado para incorporarlo al proceso inicial del detergente pero este no se sabe si cumple su función y actualmente no se lleva registro de mediciones de flujo ni presiones.

3. PROPUESTA DE LA RESTRUCTURACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE HIGIENE ENZIMÁTICO.

3.1. Control de sólidos suspendidos en el área de trabajo.

El proceso de producir detergente en polvo, lleva varias etapas y para llegar al empaque primario este viaja a través de bandas transportadoras para almacenarse en los silos de empaque antes de llegar a las tolvas de cada máquina de empacado, en el transcurso de este proceso se genera en el lugar de trabajo lo que conocemos como sólidos suspendidos o aire polvoso, el control de polvo actualmente se encuentra sin operación, por lo que se quiere dar a conocer al usuario como se puede lograr estándares de polvo en el lugar de trabajo, además se pretende definir el rol de cada involucrado con el proceso.

3.1.1. Cómo funciona un control de polvo

El sistema de control de higiene enzimático es diseñado para contener y capturar el polvo en su origen en el proceso. Y para conducir el aire polvoso a un punto central para su recolección y reciclado hacia el proceso o para su desecho.

3.1.2. Seguridad durante la operación.

Cuando se está operando, dando mantenimiento, solucionando problemas y/o limpiando un sistema de control de higiene enzimático, se debe cumplir con seguir practicas seguras de trabajo.

3.1.3. Elementos fundamentales del control de polvo.

Es necesario conocer los principios generales y las funciones básicas de un sistema de control de higiene enzimático que elimine posibilidades de inhalar detergente en polvo y que este contenga enzimas durante la jornada de trabajo.

3.1.4. Áreas de contención.

Un área de contención es un alojamiento que confina intencionalmente el polvo y/o derrames para una captura más efectiva en un sistema de control de higiene enzimático, puede ser tan pequeña como una llenadora, o tan grande coma una tolva. El aire es extraído hacia el alojamiento por el sistema de control de higiene enzimático, ya sea continuamente a través de aberturas diseñadas, o intermitentes cuando se abren las puertas de acceso. Las puertas deben estar cerradas para evitar que se escape el polvo, estas deben conservar los sellos y se debe reportar cualquier fuga que se encuentre a la persona responsable del mantenimiento del sistema.

Cualquier material derramado fuera de las áreas de contención puede convertirse en polvo ambiental, existen varias formas en que puede ocurrir. Ejemplo:

Las corrientes de la ventilación o las creadas por la acción mecánica del equipo pueden hacer que las partículas pasen al ambiente, al pasar las personas pisan y trituran el material en partículas pequeñas y dejan huellas alrededor del área de operación, ocasionando que el polvo sea arrastrado por las corrientes de aire del cuarto.

El polvo creado por material derramado puede ser responsable de una parte significativa de la exposición al polvo.

3.1.5. Puntos de captura.

Un punto de captura es un área en la que el aire y el polvo son extraídos hacia la red de ductos. Los puntos de captura deben encontrarse dentro de las áreas de contención.

3.1.6. Ductos.

La red de ductos desempeña la conducción del sistema de control de higiene enzimático. En el interior de los ductos el aire se mueve dentro de un rango de velocidades diseñadas para conducir el polvo efectivamente, si se cambia el tamaño del ducto o el flujo de aire a través de cualquier ducto, cambiara la velocidad de la conducción y el flujo de aire en todo el sistema. Si se altera a una parte del sistema se disminuye el efecto de todo el sistema. Los cambios en la red de ductos deben efectuarse a través del responsable del control de polvo de la planta; en este caso el departamento de seguridad industrial.

3.1.7. Equilibrio del sistema.

Cualquier persona que haya puesto el dedo en el extremo de una manguera de jardín sabe que al reducir el tamaño de la abertura a través de la que fluye el agua, aumenta su velocidad, el mismo principio aplica al flujo de aire en la red de ductos. Dentro de la red se distribuyen diferentes tamaños de ductos para mantener el flujo de aire. El fabricante de estos sistemas requiere que en cada lugar de control de polvo se mantenga una velocidad de conducción entre 3500-4500 pies por minuto a todo lo largo del sistema. Mientras más aire se requiere, mayor debe ser el diámetro del ducto para mantener la velocidad dentro del rango de diseño.

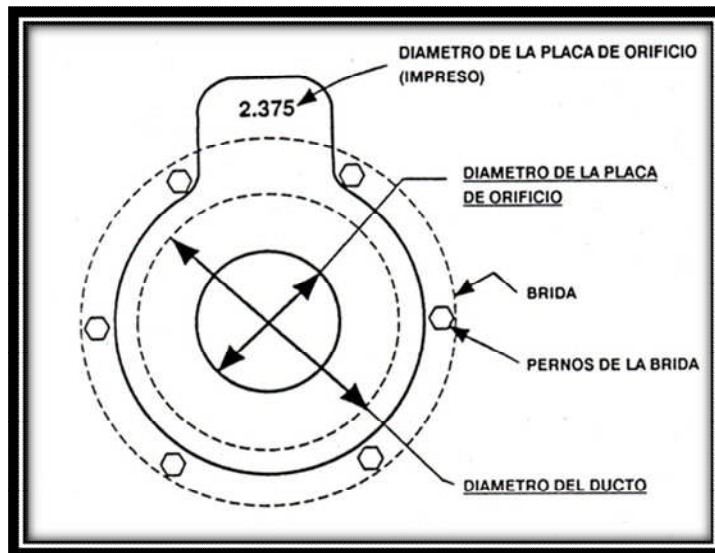
El equilibrio del sistema se refiere a lograr el flujo de aire previsto en el diseño en cada ramal del sistema, si este no se mantiene el sistema de control de higiene enzimático no es efectivo. El número de puntos de captura y el volumen de aire extraídos en cada punto de captura determinan el diseño y equilibrio de la red de ductos, un cambio en el número o tamaño de puntos de captura puede destruir el equilibrio de todo el sistema.

3.1.8. Placas de orificio.

Las placas de orificio se usan para regular los flujos de aire en una red de ductos. Añaden una cantidad calculada de resistencia a un ramal para extraer el volumen de diseño de aire a través del ramal.

Los cambios en el sistema de control de higiene enzimático probablemente requerirían cambios en las placas de orificio. Consulte la figura que muestra una placa u orificio de extremo recortado.

Figura 4. Placa u orificio de extremo recortado.



Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

3.1.9. Purgas de aire.

Un sistema equilibrado requiere de aire velocidades de conducción correctas en cada ramal de la red de ductos. Se debe prestar consideración especial a los alojamientos a través de los cuales el flujo de aire no es constante. Los alojamientos con puertas de acceso, por ejemplo, generalmente tienen un flujo de aire restringido cuando las puertas se cierran, pero tienen un flujo de aire muy libre cuando se abren.

3.1.10. **Deterioro de ductos.**

Los resultados de ductos con obstrucciones son polvo visible desde el equipo conectado al sistema de control de higiene enzimático en estaciones de trabajo.

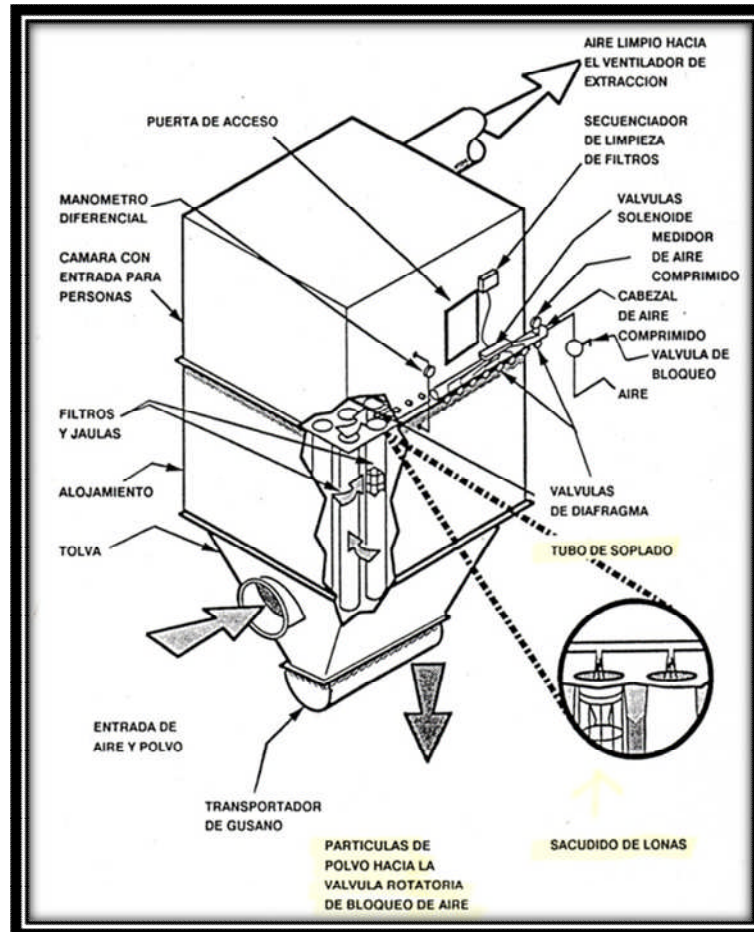
3.1.11. **Recolección.**

Un punto de recolección separa al polvo del aire del sistema de control de higiene enzimático antes de que el aire sea descargado a la atmósfera, para cumplir con los reglamentos de emisiones a la atmósfera. También permite que el producto sea reciclado nuevamente hacia los procesos de manufactura.

3.1.12. **Filtros y ventiladores.**

Los filtros (filtros de lona), con su ventilador de extracción, es el equipo de recolección más frecuentemente usando en el sistema de control de higiene enzimático, la mayoría de las plantas usan el filtro con sistema de sacudido de lonas que se ilustra en la figura cinco. Existen numerosos fabricantes de filtros con sistema de sacudido en la figura, el aire cargado del polvo entra al filtro para ser filtrado por lonas de tela.

Figura 5. Filtro de limpieza con sacudido de lonas.



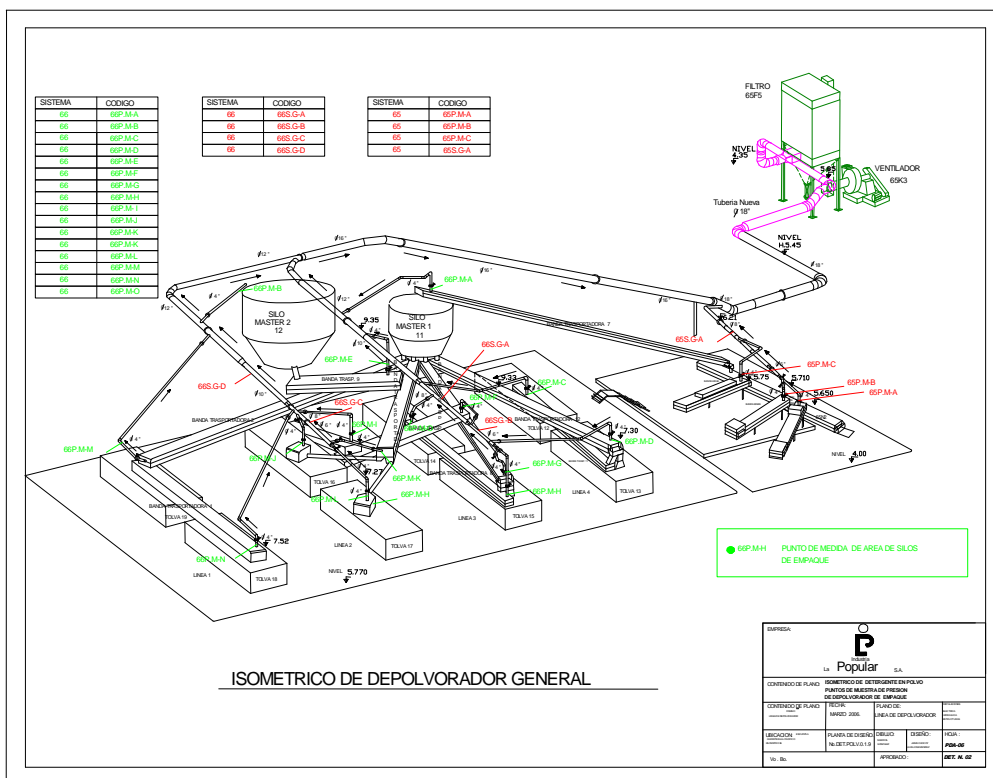
Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

3.1.13. Sistema de eliminación de sólidos suspendidos.

Los sistemas para control de higiene enzimático ver figura seis y siete, no eliminarán derrames por condiciones de diseño, donde se genere derrames de polvo recurrente ya que estos sistemas únicamente extraen el aire polvoso que se genera dentro de las tolvas de los silos.

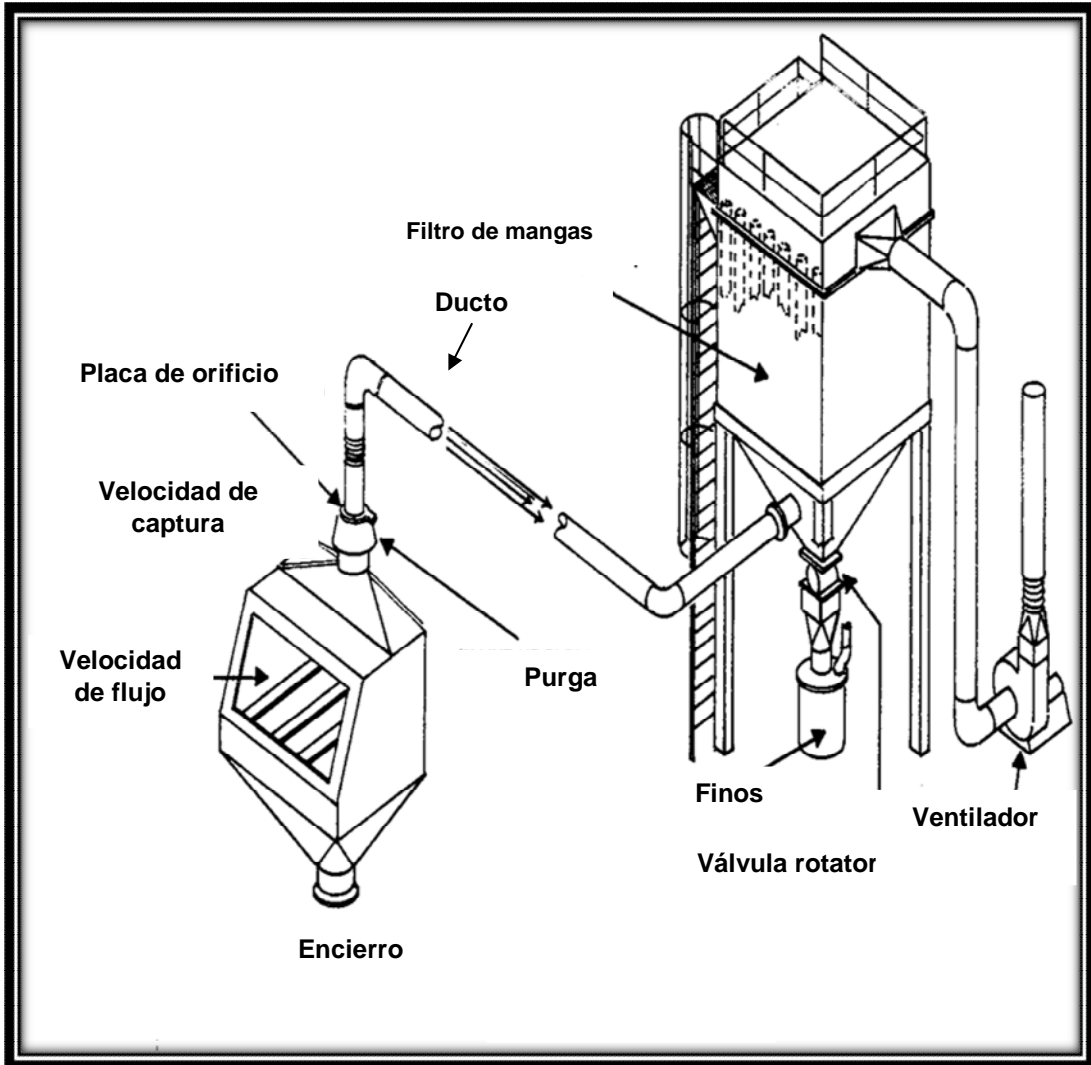
Debido a ello si existen derrames y no se elimina la fuente del problema de inmediato estos deben ser eliminados por medio de aspiración y trapeadores húmedos y no por medios comunes como lo son el barrer con escobas o lavar con mangueras a presión.

Figura 6. Isométrico del sistema de higiene enzimático.



Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

Figura 7. Filtro manga.



Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

3.2. Aplicación del control de polvo.

Este sistema es aplicado para depósitos de compensación tales como: Bandas transportadoras, descarga de big bag de scrap, Tambor rotatorio, Contenedores de enzimas, Estación de llenado de tolvas, Tolvas grandes, Máquinas llenadoras, Cabeza de la llenadora, Gabinete de rechazo y Criba.

3.2.1. Cómo funciona un control de polvo.

Solucionando los problemas de generación de polvo, transportando las partículas tanto finas como gruesas que se generan por las caídas del detergente hacia su origen las finas son expulsadas a la atmosfera y las gruesas regresadas al proceso.

3.2.2. Seguridad durante la operación.

Los peligros de seguridad alrededor de los sistemas de control de polvo se podrían dar por:

- a. exposición a polvo cargado de enzimas.
- b. Aire extraído hacia el equipo por vacío que puede jalar objetos de sus manos ó hacer que las puertas de acceso cierren sobre sus dedos.
- c. Descargas de aire comprimido desde los sistemas de limpieza de lonas de filtro.
- d. Peligros por máquinas en movimiento; las piezas móviles del ventilador, válvulas rotatorias de interrupción de aire.
- e. Áreas de trabajo elevadas.

Para prevenir los peligros alrededor del sistema de control de higiene enzimático se debe utilizar el equipo de protección personal adecuado según OHSAS (mascarilla de media cara 7502 marca 3M, filtros de polvo P100 marca 3M, cumplir con los requisitos para obtener el permiso para entradas a espacios confinados si fuese necesario entrar al filtro manga, conocer el procedimiento de Candadeo, practicas seguras de limpieza, permiso para soldadura en caso sea necesario trabajos de mantenimiento. Conocer el proceso y solicitud de permiso para la utilización de arneses para trabajos en altura.

3.2.3. Elementos fundamentales del control de polvo.

Para que el sistema de control de higiene enzimático funcione se debe verificar que el ventilador, puntos de captura, ductos, etc., estén conectados y funcionando en perfectas condiciones para que se cumpla con el programa de higiene enzimático.

3.2.4. Áreas de contención.

Es importante mantener el material dentro del equipo a través de buenos procedimientos de operación y mantenimiento. El sistema de control de higiene enzimático es diseñado para confinar el polvo y para recolectarlo en su origen, no para corregir las fallas o los derrames del área en el manejo de materiales, no para sustituir la necesidad de una buena limpieza y mantenimiento.

3.2.5. Puntos de captura.

Dentro del sistema para control de higiene enzimático, la planta de Detergente consta con su red de ductos, en el cual operan 16 puntos de captura y a futuro es necesario habilitar 2 puntos de captura adicionales, para comprobar el funcionamiento se tomaron muestras de aire en 14 puntos dentro de la red de ductos; encontrando que 6 puntos de muestreo están por debajo del límite y por consiguiente no cumple con las especificaciones del fabricante.

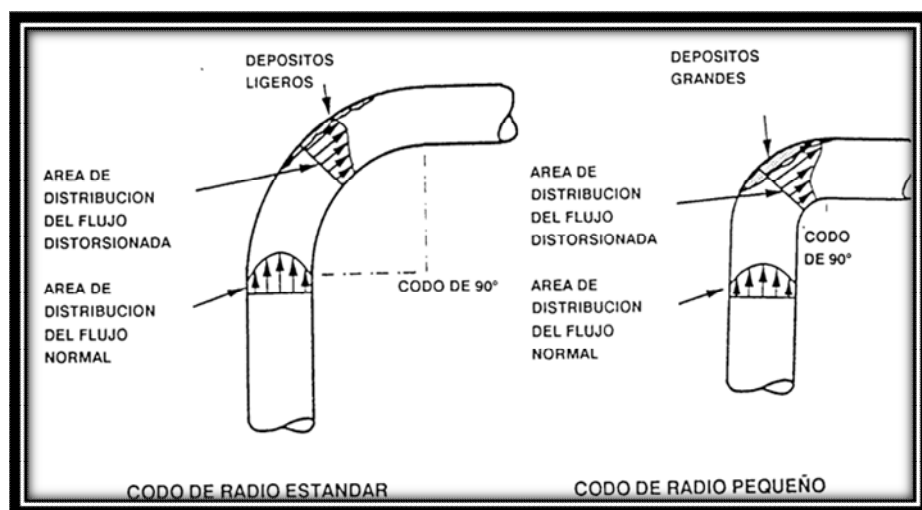
3.2.6. Ductos.

El aire cargado de polvo que se encuentre en el interior de un ducto debe viajar a una velocidad entre 3500 y 4500 pies por minuto, este rango se conoce como la velocidad de conducción, si la velocidad del aire disminuye a menos de 3500 pies por minuto, el polvo se precipita y forma depósitos dentro del ducto, si la velocidad del aire se excede de 4500 pies por minuto las partículas de polvo se adhieren a las paredes del ducto para formar acumulaciones, estas acumulaciones tienen como resultado obstrucciones en los ductos y la interrupción del flujo a través de la red de ductos. Al fluir el aire y el polvo junto a las superficies del interior del ducto, algo de polvo puede adherirse en las paredes del ducto y cuando esto ocurre, las superficies antes suaves de las paredes del ducto se hacen más ásperas, al hacerse más ásperas aumenta la fricción y se adhieren depósitos adicionales de polvo a las acumulaciones anteriores, hasta que el ducto se obstruye, por ello se debe limpiar el ducto para mantener el sistema de control de higiene enzimático dentro del rango de las velocidades de conducción.

Dentro de la red de ductos se debe contemplar que las vueltas agudas crean obstrucciones en el ducto por dos razones; primero el aire en movimiento y el polvo resisten naturalmente cualquier cambio de dirección, el mismo efecto de la fuerza centrífuga que se experimenta cuando un automóvil da vuelta en una curva aguda, también el aire y el polvo tienden a direccionarse hacia fuera del codo, mientras más aguda se la vuelta mayor será la fuerza. El polvo con mayor peso que el aire da la vuelta menos fácilmente que el aire y choca contra la pares del ducto, el polvo se adhiere a la pares del ducto formando un punto áspero que acelera su acumulación.

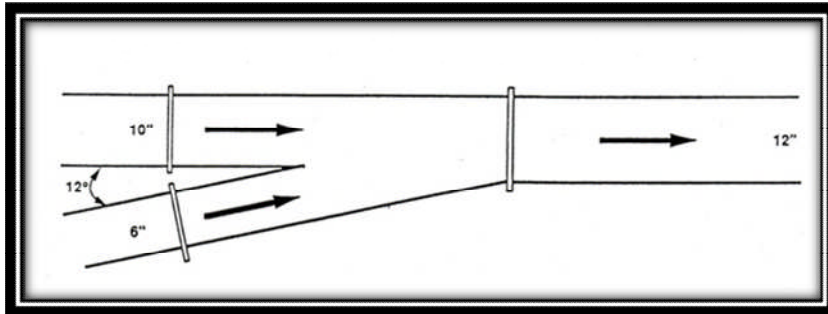
La conexiones en los ramales de ductos son diseñadas para permitir una fusión lo más suave posible de los flujos de aire, la fusión gradual de los flujos de aire reduce la acumulación de polvo por el impacto en la pared del ducto en la conexión de fusión tipo Y. El ángulo que debe existir es de 12 grados para que sea gradualmente dos flujos de aire, es necesario para minimizar la acumulación de polvo en los ductos. Nunca se pueden utilizar conexiones tipo T por los choques de aire directos sobre la pared del ducto esto acumularía polvo y obstruiría el flujo de aire.

Figura 8. Codos



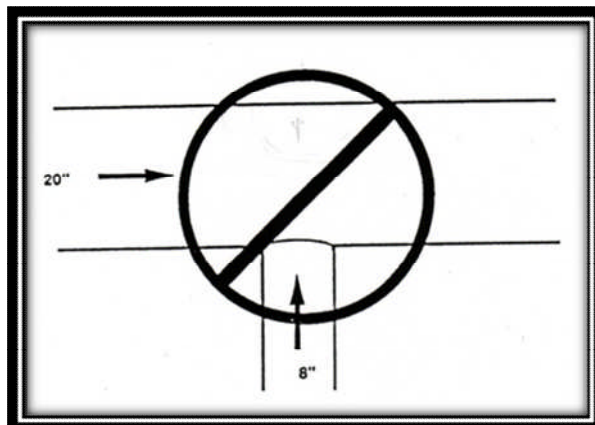
Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

Figura 9. Conexión tipo Y



Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

Figura 10. Conexión tipo T.



Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

3.2.7. Equilibrio del sistema.

Tabla I. Resultados medición del equilibrio del sistema.

Ducto	Pres de H ₂ O	Pres. Estática de " H ₂ O"	Pres. De Vel. " de Oil Red"	Pres. De Vel. de "H ₂ O"	Diámetro del ducto (pulg)	Diámetro del ducto (pies)	Area del ducto (pies 2)	Vel. Aire (pies/min)	Flujo (pies ³ /min)
66PMA	1.20	1.00	1.00	1.00	4.00	0.33	0.087	4003	349
66PMB	1.00	0.80		1.00	12.00	1.000	0.785	4003	3144
66PMC	0.50	0.30	0.50	0.50	4.00	0.333	0.087	2830	247
66PMD	0.50	0.40	0.30	0.40	4.00	0.333	0.087	2532	221
66PME	1.00	0.80	0.50	1.00	4.00	0.333	0.087	4003	349
66PMF	0.50	0.40	0.50	0.50	4.00	0.333	0.087	2830	247
66PMG	0.50	0.30	0.60	0.50	4.00	0.333	0.087	2830	247
66PMH	0.50	0.40	0.50	0.50	4.00	0.333	0.087	2830	247
66PMI	1.20	1.00	0.30	1.20	4.00	0.33	0.087	4385	383
66PMJ	1.00	0.80	0.60	1.00	4.00	0.333	0.087	4003	349
66PMK	1.00	0.80	0.50	1.00	4.00	0.333	0.087	4003	349
66PML	0.80	0.50	0.50	0.30	4.00	0.333	0.087	2192	191
66PMM	1.20	1.00	0.30	1.00	4.00	0.33	0.087	4003	349
66PMN	1.00	0.80	0.30	1.20	4.00	0.33	0.087	4385	383

Para poder encontrar los valores de la tabla se aplico la siguiente fórmula

Donde:

$$\text{Área de ducto} = \pi * r^2$$

$$\text{Velocidad de aire} = 1096.2 \sqrt{[\text{Presión de aire (pulg}^2)] / [\text{Densidad del aire (Lb/pies}^3)]}$$

$$\text{Densidad del aire} = 0.075 \text{ Lb/pies}^3$$

$$\text{Flujo} = \text{Área del ducto (pie}^2) * \text{Velocidad del aire (pies/seg.)}$$

3.2.8. Placas de orificio

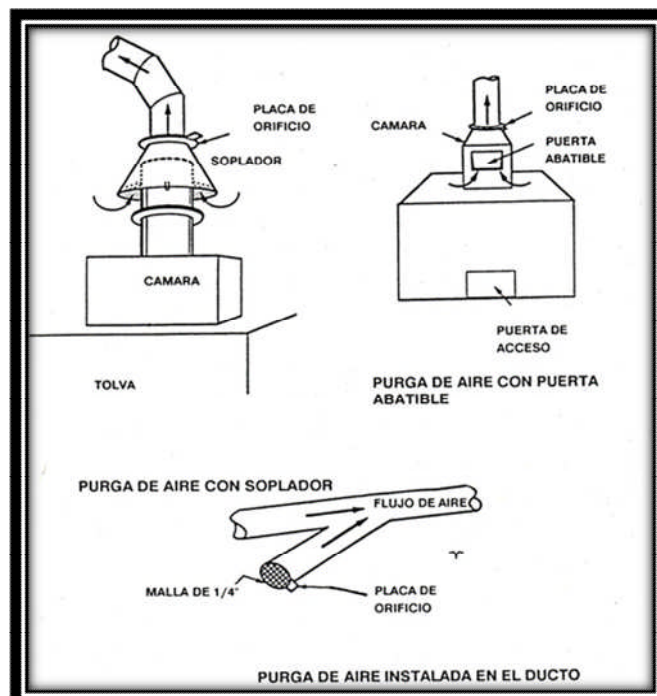
Las placas de orificio son instaladas en el extremo de un ramal del ducto, entre las bridas del ducto conectadas al punto de contención o de captura, como se ilustra en la figura tres. Las placas de orificio siempre deben estar en su lugar. Si se retiran para limpieza, deben ser colocadas de nuevo cuando el ducto es re ensamblado.

3.2.9. Purgas de aire

El sistema de control de higiene enzimático debe ser capaz de evitar que el polvo se escape a través de una puerta de acceso abierta y flujo de aire a través del alojamiento. El dejar una puerta de acceso abierta puede parecer una solución simple. Sin embargo, al hacerlo se invalidaría el propósito de contención del alojamiento, y en el caso de varias puertas, se reducirían la velocidad de la superficie la velocidad del aire a través de la abertura debajo de la necesaria para un control efectivo en el alojamiento. Frecuentemente, las purgas de aire son la solución para mantener un flujo de aire constante en un sistema de otra forma cerrado. La purga de aire es diseñada para proteger el equilibrio del sistema de control de higiene enzimático. Todos los alojamientos de contención cerrados con puertas de acceso (como los alojamientos de transportadores, tolvas de uso o almacenamiento, tambores de rotatorios, etc.) deben tener purgas de aire. Se usan purgas de aire instaladas en el ducto cuando el equipo controlado es limpiado en el lugar. Y el aire usado por ese equipo es necesario para el equilibrio del sistema de control de higiene enzimático. En la figura 11 se ilustra tres tipos de purgas de aire: un “soplador”, una “puerta abatible” y una “purga de aire instalada en el ducto”. El soplador extrae un flujo constante de aire a través de su extremo en embudo.

Este flujo de aire es suficiente para capturar las ráfagas periódicas de aire polvoso que suben del alojamiento. Aunque el flujo de aire polvoso dentro del alojamiento no es constante, el flujo de aire una puerta en el alojamiento, se extraer más aire a través de la puerta y hacia la cámara que alimenta al soplador que es extraído a través del embudo; esto mantiene al polvo dentro del alojamiento. La puerta abatible también permite un flujo de aire variado. Cuando se cierran las puertas de acceso, el vacío jala la puerta abatible para abrirla y permitir la entrada de aire en el sistema. Debe mantenerse limpia, funcional y sin obstrucciones en todo momento. La malla en la puerta de aire instalada en el ducto evita que objetos sueltos entren a la red de ductos. La malla debe mantenerse limpia. La acumulación de polvo en la malla puede bloquearla lo suficiente para restringir el flujo de aire, lo que afecta el equilibrio del sistema.

Figura 11. Purgas de aire.



Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

3.2.10. Deterioro de ductos

A continuación se presentan algunas de las razones por las que los ductos no proporcionan un flujo de aire suficiente:

- a. Están abiertas demasiadas puertas de acceso.
- b. La mayoría de los alojamientos son diseñados para que se abra únicamente una puerta de acceso a la vez.
- c. Juntas o empaques dañados.
- d. Agua en el ducto. Aún una pequeña cantidad de humedad ocasionará que el polvo se adhiera a la pared del ducto y forme acumulaciones rápidamente. Por esta razón, siempre deberá evitar la introducción de agua en los ductos, como resultado de procedimientos de limpieza o fugas en las juntas. Si se usa agua para limpiar los ductos, la red de ductos debe ser secada perfectamente antes de ser puesta nuevamente en servicio. El agua de lluvia se acumulará en los ductos de exteriores en las juntas con fugas.
- e. Superficies del ducto con golpes o dañadas de alguna otra forma. Estas irregularidades en el ducto ocasionan acumulaciones. Repare el tramo dañado y pida al operador del sistema en este caso el auxiliar de silos en este caso el auxiliar de silos de control de higiene enzimático que revise el sistema.
- f. Purgas de aire bloqueadas. Las purgas de aire bloqueadas reducen el flujo del aire en los ductos corriente abajo, conduciendo a la caída y acumulación de producto/ polvo. Las purgas de aire deben mantenerse sin obstrucciones, limpias y en buen estado.

- g. Si existen problemas en cualquier punto del sistema de control de higiene enzimático, usted o el operador del sistema en este caso el auxiliar de silos en este caso el auxiliar de silos de control de higiene enzimático deberán investigar y solucionar los problemas de la red. Cualquier cambio en el sistema de control de higiene enzimático debe ser aprobado por el revisor de cambios.
- h. Si existe succión insuficiente debido a obstrucciones en los ductos u otros problemas en el sistema fuera de su área, póngase en contacto con el operador del sistema en este caso el auxiliar de silos en este caso el auxiliar de silos de control de higiene enzimático.

Se revisó el sistema de control de higiene enzimático, a diferencia de los puntos de captura que no se encuentran confinados sino están abiertos por lo que genera cambios en el equilibrio del sistema, por consiguiente se procedió a cerrar dichos puntos de captura encontrando los siguientes resultados:

Tabla II. Resultado de medición del equilibrio del sistema.

Ducto	Pres de H2O	Pres. Estática de " H2O"	Pres. De Vel. " de Oil Red"	Pres. De Vel. de "H2O"	Diámetro del ducto (pulg)	Diámetro del ducto (pies)	Area del ducto (pies 2)	Vel. Aire (pies/min)	Flujo (pies3/min)
66PMA	1.20	1.00	1.00	1.00	4.00	0.33	0.087	4003	349
66PMB	1.00	0.80	0.80	1.00	12.00	1.000	0.785	4003	3144
66PMC	0.80	0.10	0.80	1.00	4.00	0.333	0.087	4003	349
66PMD	0.80	0.80	1.00	1.00	4.00	0.333	0.087	4003	349
66PME	1.00	0.80	0.50	1.00	4.00	0.333	0.087	4003	349
66PMF	0.50	0.40	0.50	0.80	4.00	0.333	0.087	3580	312
66PMG	0.50	0.30	0.60	0.80	4.00	0.333	0.087	3580	312
66PMH	0.50	0.40	0.80	0.80	4.00	0.333	0.087	3580	312
66PMI	1.20	1.00	0.30	1.20	4.00	0.33	0.087	4385	383
66PMJ	1.00	0.80	0.60	1.00	4.00	0.333	0.087	4003	349
66PMK	1.00	0.80	0.50	1.00	4.00	0.333	0.087	4003	349
66PML	0.80	0.80	0.30	1.00	4.00	0.333	0.087	4003	349
66PMM	1.20	1.00	0.30	1.00	4.00	0.33	0.087	4003	349
66PMN	1.00	0.80	0.30	1.20	4.00	0.33	0.087	4385	383

El equilibrio se logró pero en la media y límite inferior, por lo que se estima que al conectar 2 puntos de captura adicionales se perderá el equilibrio nuevamente, por lo que es necesario cambiar el filtro por uno de mayor capacidad incluyendo el ventilador, para lograr el equilibrio del sistema y lograr que se cumpla con el sistema de higiene enzimático para la planta de Detergente.

3.2.11. **Recolección.**

El depósito donde se recolecta el polvo grueso que ha pasado por el sistema debe ser reincorporado al proceso, este proceso lo debe realizar el auxiliar de post addition, para realizar este proceso debe contar con su equipo de protección necesaria, su mascarilla 7502 y sus filtros P100, para evitar que respire aire polvoso cargado de enzimas. Debe tener el cuidado de rotular el recipiente si es una cubeta debe contar con su debida tapadera si se utiliza bolsa debe cerrarse correctamente e igual manera identificarla.

3.2.12. **Filtros y ventiladores.**

Los filtros de lona únicamente permiten que pase aire limpio fuera del filtro y a través del ventilador. Las partículas de polvo son recolectadas en la superficie de la lona del filtro hasta que son retiradas por el sistema de limpieza de lonas. Sin limpieza, el polvo se acumularía rápidamente en las lonas y haría que fuera imposible el paso de aire a través de ella. En los filtros con sistema de sacudido de lonas, debe soplar un chorro de aire a través de cada lona cada 10 minutos. Al forzarse aire a través del interior de las lonas, el polvo que se encuentra en la superficie externa de la lona del filtro es sacudido hacia la tolva del filtro. El filtro debe operar a la presión diferencial para la que fue diseñado a través de las lonas, que normalmente es de 4 a 6 pulgadas de columna de agua. Un flujo de aire mayor a la velocidad del diseño puede ocasionar obstrucciones en las lonas o daños físicos que producirían fugas de polvo hacia la atmósfera. Las presiones diferenciales mayores a las diseñadas, ocasionarán flujos de aire bajo en el sistema y una reducción en el desempeño del sistema de control de aire.

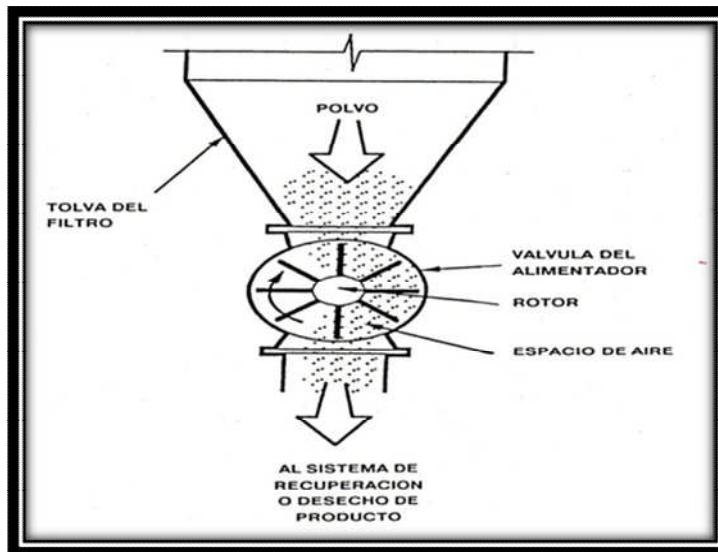
3.2.13. Sistema de eliminación de polvo.

Un sistema de eliminación de polvo, generalmente es un espacio de aire rotatorio (válvula del alimentador) o transportador de gusano y válvula del alimentador, retiran el polvo de la tolva del filtro. Cada espacio de aire de la válvula retira un volumen de polvo y lo deja caer en el sistema de reciclaje o desecho de producto. El polvo puede entonces ser reciclado, la válvula del alimentador también actúa como sello entre el vacío del filtro y la presión ambiental. Como se ilustra en la figura 9 el polvo cae en el rotor de la válvula rotatoria. El espacio estrecho entre el rotor y el alojamiento de la válvula evita que el flujo de aire pase a la tolva del filtro. Debe mantenerse la distancia entre el rotor y el alojamiento de la válvula del alimentador para conservar el estado de hermeticidad de la válvula del alimentador. En la figura 13 se ilustra la banda transportadora. La acción giratoria del gusano empuja el polvo hacia abajo a lo largo del transportador, fuera de la tolva, hacia una válvula rotatoria con sello de aire, y hacia un doctor o buggy para su manejo. Ambas, la banda transportadora y la válvula del alimentador se usan como parte del sistema de conducción de producto. Estos componentes deben ser inspeccionados con regularidad para asegurar que estén limpios, lubricados y girando. En la mayoría de los casos, la banda transportadora y la válvula del alimentador están interconectadas con el resto del sistema. Si fallan estos componentes, los enclavamientos harán que se pare parte o todo el sistema de control del polvo o activarán una alarma. Si se permite que pase aire a través de los dispositivos de eliminación de polvo hasta el filtro, es probable que ocurra lo siguiente:

El aire pasa a través de estos dispositivos no está disponible para el sistema de control de higiene enzimático; estos disminuyen la velocidad del aire en la red de datos. El polvo no será eliminado del filtro, y la tolva se llenará. Este polvo volverá a entrar a las lonas, acortando su vida o recubriéndolas tanto que el sacudido de la lona no pueda limpiarlas adecuadamente.

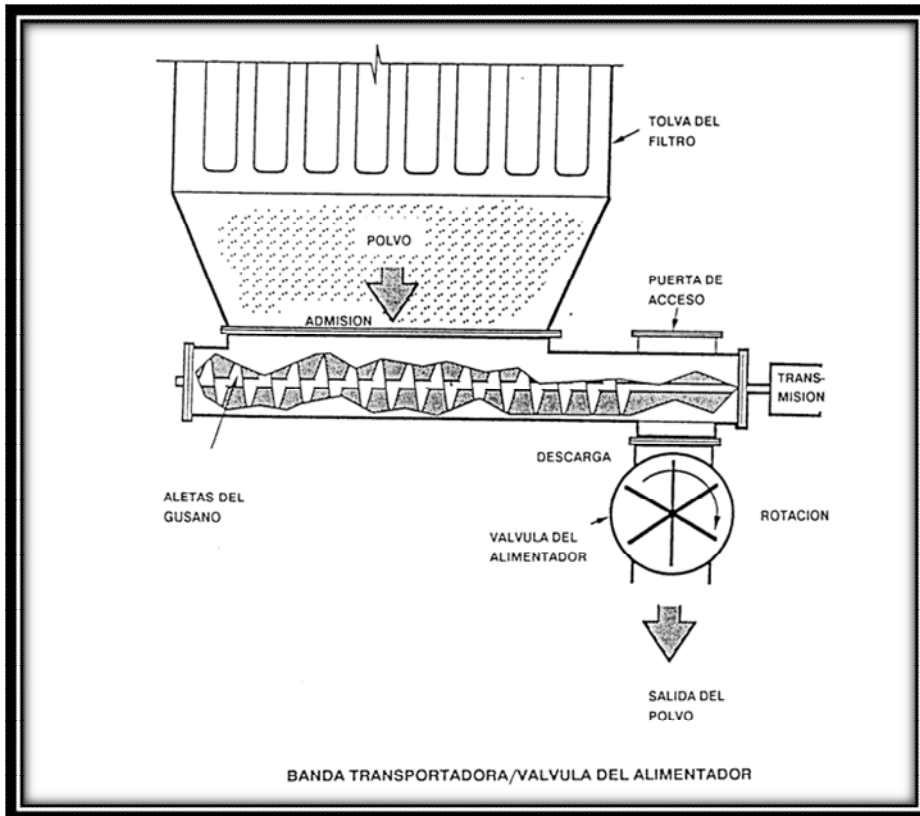
Esto, a su vez, aumentará la caída de presión a lo largo de las lonas, y disminuirá más aún el flujo de aire en la red de ductos, lo suficiente para ocasionar caída de polvo y acumulación en los ductos.

Figura 12. Válvula con espacio de aire (Alimentador).



Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

Figura 13. Banda transportadora / válvula del alimentador.



Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

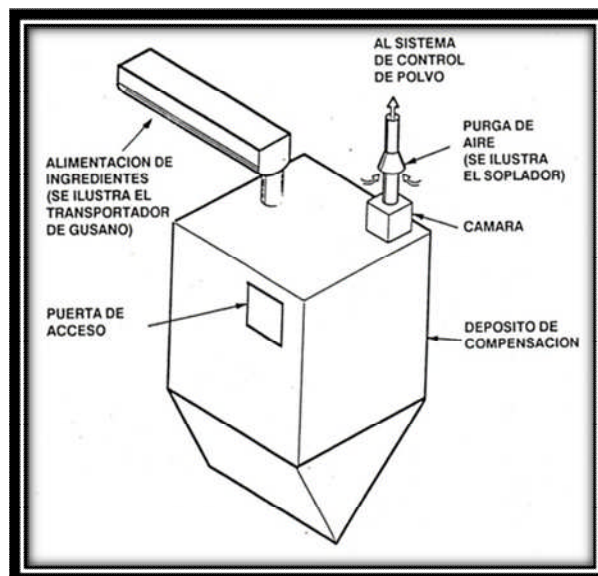
3.2.14. Tolvas de uso o depósitos de compensación.

El control de polvo para las tolvas de uso o depósitos de compensación está diseñado para eliminar todo el aire polvoso desplazado por los ductos conducidos en las tolvas. Algunos de los tipos de equipo de conducción usados son:

- Bandas transportadoras
- Transportadores de gusano
- Big bag

El volumen de aire polvoso varía ampliamente entre los diferentes tipos de equipo. Muchos sistemas neumáticos tienen filtros y ventiladores para cada tolva alimentada. Los otros métodos de conducción mecánicos requieren de volúmenes de aire suficientemente bajos, de forma que un sistema de control de higiene enzimático de un área pueda dar servicio a varias tolvas a la vez. Los sistemas de control de polvo son diseñados para extraer suficiente aire, de forma que se pueda abrir la puerta de acceso de la tolva para su inspección. La abertura de la puerta de acceso deberá tener una velocidad de superficie de 150 a 200 pies por minuto cuando se abre la puerta. Las purgas de aire se usan en la mayoría de las tolvas de uso o depósitos de compensación para mantener una velocidad de conducción adecuada en la red de ductos. La cámara abajo de la purga de aire en la figura 14, disminuye la velocidad del aire para reducir el producto capturado por el sistema de control de higiene enzimático. El polvo visible en el soplador o en una puerta abatible que no se abre es señal de que es necesario revisar el sistema de control de higiene enzimático para detectar acumulaciones.

Figura 14. Tolva de uso o depósito de Compensación



Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

3.2.15. **Monitoreo y mantenimiento.**

En las tolvas de uso o depósitos de compensación es necesario que el operador del sistema en este caso el auxiliar de silos revise una vez por turno la presencia de polvo visible en la conexión entre la purga de aire y el depósito de compensación. Al encontrar polvo visible debe solucionar cualquier problema. Las puertas abatibles deberán abrirse ligeramente. De no ser así, revisar para detectar lo siguiente:

- a. Peso extra en la puerta debido a acumulación.
- b. Está atorada la bisagra de la puerta.
- c. Hay acumulación en el ducto.
- d. El área abajo de la abertura de aire en forma de embudo del soplador deberá estar limpia.
- e. Inspeccione rutinariamente las juntas de la puerta de acceso y repárelas.
- f. Revise los flujos de aire y las presiones estáticas de la red de ductos de acuerdo a un programa rutinario.

El operador del sistema en este caso el auxiliar de silos de control de higiene enzimático deberá revisar los flujos de aire y las presiones estáticas de la red de ductos en base a un programa rutinario. Una velocidad de superficie menor de 150-200 pies por minuto en la abertura de la puerta de acceso del gabinete de rechazo es indicación de problemas en el sistema de control de higiene enzimático.

3.2.16. **Gabinetes de rechazo (recibidor de producto terminado en mal estado).**

El gabinete de rechazo figura 15 está conectado al gabinete de la llenadora a través de un túnel corto. Tiene dos funciones:

- a) La contención del polvo generado cuando las bolsas son rechazadas.
- b) La conducción neumática del producto derramado hacia el filtro del control de polvo para dirigirlo nuevamente hacia el flujo de producto para su recuperación. Los gabinetes están diseñados para usar el mismo aire para ejecutar ambas funciones. La succión del control de polvo del lado del gabinete de rechazo, en combinación con el aire inducido a través de la salida del gabinete de la llenadora, evita que el polvo salga del gabinete de rechazo. Proporciona el flujo de aire de contención cuando se abre la puerta de acceso. Las velocidades de superficie en la abertura del gabinete deben ser de 200 pies por minuto o mayores. En el fondo de la tolva, el producto rechazado es descargado a través de una malla y del orificio de alimentación de material (aproximadamente de una pulgada cuadrada) sobre una placa divisora que se localiza en el ducto del piso. La malla de la tolva evita que bolsas y grumos grandes de producto bloqueen el orificio de dosificación. El orificio controla la velocidad a la que el producto es alimentado en la placa divisora. Sin el orificio ocurrirían acumulaciones en el ducto del piso y se degradaría el desempeño en el resto del sistema de control de higiene enzimático. La placa divisora actúa como plataforma en el ducto del piso para detener la caída de producto en el punto de mayor velocidad de aire, en donde el flujo de producto proveniente del orificio de dosificación puede ser fácilmente conducido por la corriente de aire que pasa desde el gabinete de rechazo.

El producto que no es conducido inicialmente al golpear la placa divisora, tiene una segunda oportunidad de ser arrastrado por la corriente de aire al caer de la placa divisora en el aire que se mueve a través de la mitad inferior del ducto del piso.

En los Gabinetes de rechazo o tolva de interrupción es el operador de las Maquinas Masipack quien debe ser el responsable de mantener ajustadas las compuertas de los conos de alimentación; mantener las compuertas y embudos limpios para evitar escurrimiento, mantener operando los sensores de ausencia de bolsa/llenado.

La acumulación de producto en los bloques de la banda y bolsas, es necesario mantener el detector de interrupción limpio y ajustado.

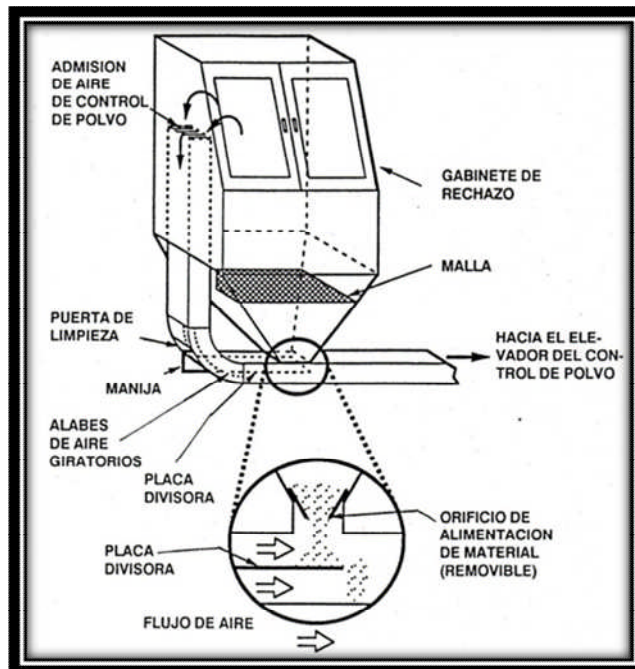
Una vez por turno, debe registrar la presión estática de la máquina. Tratar de solucionar el problema si la lectura se desvía más de $\pm 20\%$ del valor indicado en el diagrama de control de flujo y trasmisión del ventilador.

El sistema de control de higiene enzimático debe estar completamente seco antes de ser expuesto al polvo. Mantener el orificio de alimentación de material del gabinete de rechazo en su lugar. Debe asegurarse de que esté instalado el anillo de polvo correcto para el tamaño de bolsa que se esté corriendo. Mantener limpia la placa divisora y mantener herméticos los sellos de la puerta de acceso para limpieza. Mantener cerradas las puertas de acceso del gabinete de la llenadora y la cubierta de polvo trasera en su lugar. Mantener limpia la cubierta de polvo trasera. Mantener limpios los bloqueos de la banda.

Mantener sin acumulación de producto la charola de polvo del gabinete de la llenadora y la tolva de rechazo.

Limpiar todas las charolas de derrames de la banda transportadora. Para la limpieza de máquinas, tolvas y ductos se descarta el uso de agua. Cuando la acumulación de producto en los siguientes puntos exceda de 1/8 de pulgadas, se limpian hasta dejar el metal desnudo.

Figura 15. Gabinete de rechazo.



Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

3.2.17. Criba (área destinada para romper producto terminado en mal estado para luego ser llevado a las máquinas de empaque).

El cuarto de la criba es un área de contención de polvo, a donde se transporta el reproceso generado de las líneas de empaque y en de los gabinetes de rechazo, el manejo y vaciado de bolsas en el cuarto de la criba puede poner al usuario en exposiciones altas de polvo en su mayoría polvo enzimático si estas operaciones se llevan a cabo incorrectamente.

El cuarto de la Criba debe ser responsabilidad del ingeniero y supervisor de empaque quienes definen a su vez al personal que se encargara de dichas actividades.

El operador designado debe cerrar con cintas las bolsas dañadas o fuera de calidad para detener las fugas. Esto debe hacerse en la fuente. Algunas de las fuentes son: Producto rechazado en la línea de empaque, producto dañado en bodega o producto regresado de clientes.

Mover las bolsas encintadas en un carro de tres lados o cerrada hacia el área de estibado de la criba. Mover los carros hacia el cuarto de la criba. Usar el equipo de protección personal por prácticas seguras. El cuarto de la criba deberá ser limpiado con frecuencia (algunas veces varias veces por turno) para evitar la dispersión del producto derramado fuera del cuarto. Descargue las bolsas dañadas en el transportador de alimentación de la criba. Una charola de derrames que se encuentra abajo del transportador facilita la limpieza. Limpiar los big bag de la criba en base a un programa regular.

4. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE HIGIENE ENZIMÁTICO PARA UNA PLANTA DE DETERGENTE EN POLVO.

4.1. Determinación del dueño del Sistema de Higiene Enzimático.

El dueño del programa de higiene enzimático debe ser el Gerente de Seguridad Industrial, por ser el responsable de velar por la salud ocupacional del trabajador; debe estar constantemente actualizado con normas internacionales de la salud, para garantizar confiabilidad y eficiencia del sistema, el Gerente de planta debe responder de una forma inmediata a las acciones correctivas que se encuentren dentro de la operación; el operador debe cumplir con todas las normativas para que el sistema funcione.

4.2. Monitoreo del sistema de control de higiene enzimático.

Cada sistema de control de higiene enzimático tiene lugares que requieren de una limpieza más frecuente que otros. Al monitorear cuidadosamente el sistema de control de higiene enzimático, podrá detectar y predecir las acumulaciones en sus etapas iniciales, antes de que el sistema se degrade. Las buenas prácticas de monitoreo intensificarán la confiabilidad del sistema de control de higiene enzimático y con ello capturar las enzimas que se encuentren dentro del detergente en polvo, y finalmente ahorrarán tanto tiempo como esfuerzo, lo que se traduce en un mejor ambiente de trabajo y ahorros monetarios.

4.2.1. Velocidad de superficie.

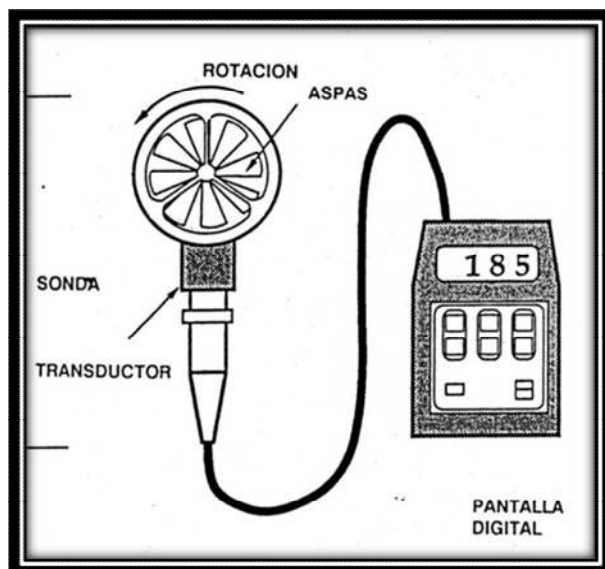
Los dispositivos que miden la velocidad de superficie se conoce como anemómetro. Se recomienda los anemómetros de molinete (aspas giratorias). A continuación se describen los principios de operación de cada tipo, y se incluyen los datos de los fabricantes. El anemómetro de molinete figura 13, mide la velocidad del aire contando las revoluciones de las aspas del anemómetro cuando el aire pasa a través del instrumento. Las revoluciones son contadas electrónicamente al pasar las puntas del aspa por un transductor localizado en la sonda, muy parecido al tacómetro de un automóvil. El conteo electrónico es convertido a una lectura de velocidad en pies por minuto (fpm) y es indicado en una pantalla digital. El anemómetro de molinete es un instrumento delicado y únicamente deberá ser usado en aire limpio, nunca en el interior de un ducto de control de polvo. Las aspas giran en cojinetes de zafiro. El polvo en los cojinetes hará que disminuya la velocidad de las aspas, afectándose la precisión y confiabilidad del instrumento, lo que tendría como resultado lecturas falsas.

FABRICANTES DEL EQUIPO:

-omega engineering P.O. BOX 4047 Stanford, CT 06907-0047800-826-6342.

-Pacer industries 1450 first avenue Hippiewa Falls, WI 54729715-723-1141.

Figura 16. Anemómetro de molinete.

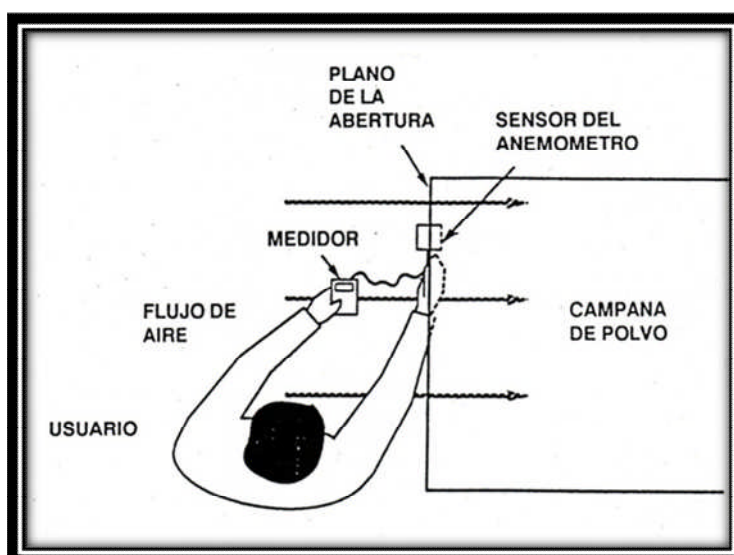


Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

La velocidad del aire que entra a una campana o a una puerta de acceso se usa para mantener al polvo en el interior del alojamiento. Las velocidades de superficie del diseño se encuentran en un rango de 150 a 200 pies minuto. El sistema de control de higiene enzimático fue diseñado con un tamaño que permita jalar el volumen de aire necesario para lograr la velocidad de superficie en la abertura. Las mediciones de la velocidad de superficie deben efectuarse uniformemente, para evitar errores grandes en los resultados. Este procedimiento es una prueba simple que puede usarse para iniciar la solución de problemas. La abertura en el sensor del anemómetro debe mantenerse nivelada con el plano de la abertura que está siendo medida. Debido a que las velocidades del aire cambian rápidamente al entrar el aire a la abertura, cualquier medición que se efectúe fuera del plano de la abertura no proporcionara resultados precisos. Figura 17, uso del sensor del anemómetro.

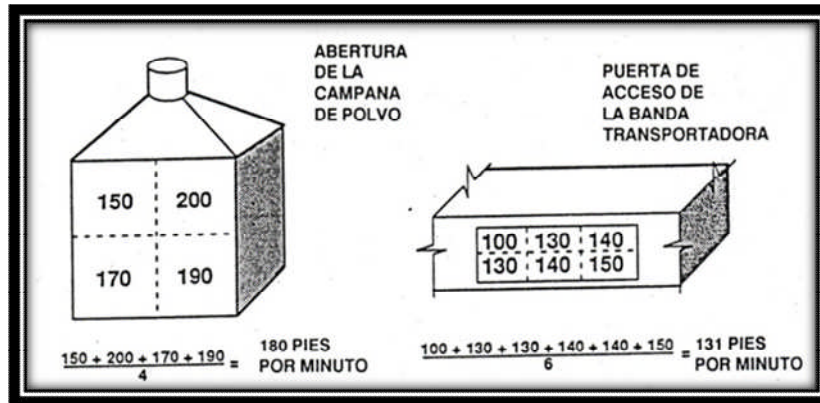
Es raro que las velocidades sean iguales en todos los puntos de la abertura, debido a los patrones del flujo de aire alrededor de obstrucciones. Para compensar, elija puntos representativos y promedie las lecturas para describir la velocidad de superficie en una abertura. Como mínimo, cualquier abertura deberá ser dividida en cuatro áreas iguales. Las mediciones de la velocidad deberán tomarse en el centro de estas áreas y deberán ser promediadas. Si el área es mayor de 4 pies cuadrados, digamos 2 pies por 3 pies, divida el área en seis áreas de un pie cuadrado, tome las lecturas en el centro de cada área y promédíelas. Vea los ejemplos de la figura 18. Ningún punto en el cuadro de velocidades de superficie deberá ser menor de 150 pies por minuto (fpm). En el ejemplo anterior, la banda transportadora está fuera de límites, y se requiere atacar los problemas en el sistema de control de higiene enzimático para corregir el problema y lograr que las velocidades se encuentren nuevamente dentro de límites.

Figura 17. Uso del sensor del anemometro.



Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

Figura 18. Medición de la velocidad de superficie.

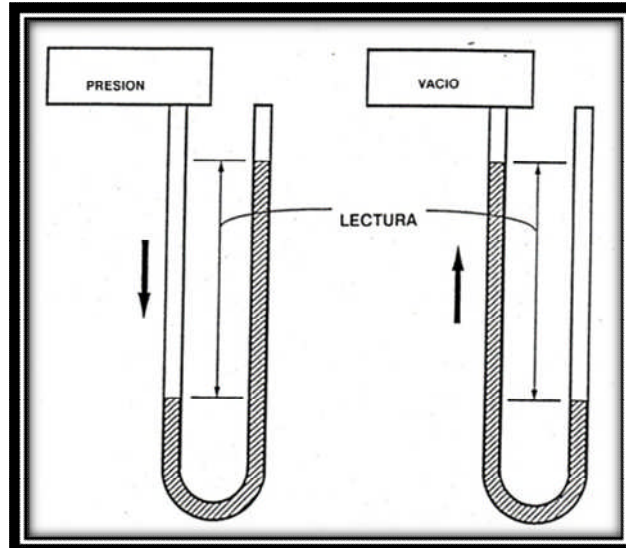


Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

4.2.2. Presión Estática.

Los manómetros de líquido y los medidores magnehélicos son instrumentos comunes usados para medir la presión estática en los sistemas de control de polvo. Se prefieren los manómetros de líquido debido a su simplicidad (es decir, no se descalibran). Sin embargo, a continuación se describen los dos tipos de instrumentos. Manómetro de Líquido. Una medida de la cantidad de presión de vacío presenta en el interior de un ducto es su capacidad para soportar una columna de líquido. Como se ilustra a continuación, la presión empuja el líquido hacia arriba dentro del tubo, mientras que el vacío levanta el líquido. Los tubos de líquido usados para medir presión o vacío, como se ilustra en la figura 19 se conocen como manómetros de tubo en U.

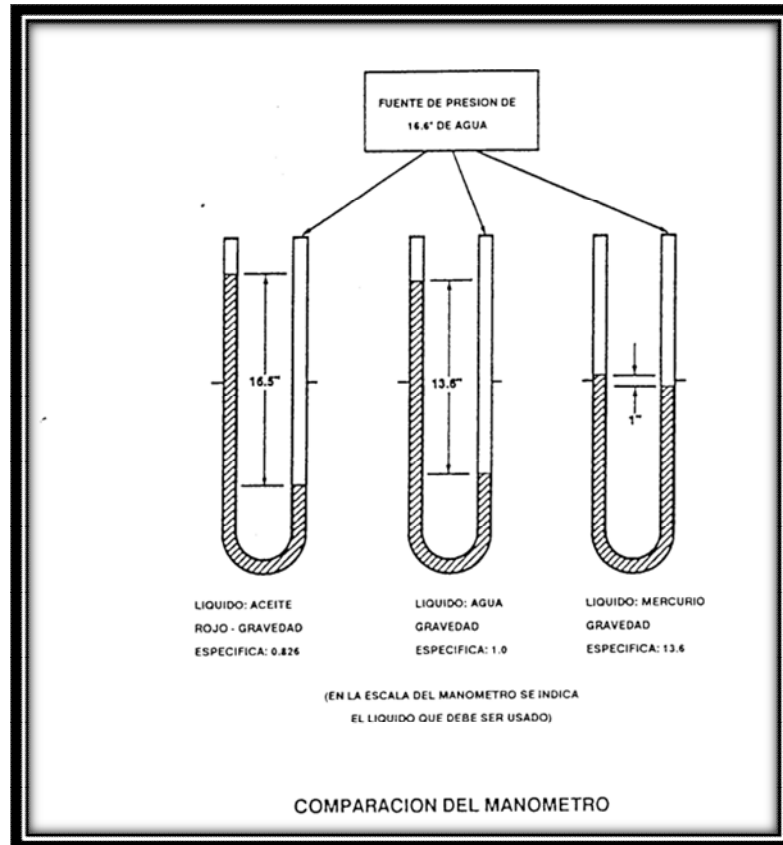
Figura 19. Manómetro de tubo en U.



Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

La diferencia en la altura de las dos columnas de líquido es reportada como la lectura de la presión o vacío. El fluido del manómetro debe ser adecuado para la escala de ese instrumento en particular. Se puede usar líquidos de diferentes densidades en manómetro del mismo tamaño para medir diferentes rangos de presión. Si se coloca un fluido inadecuado en un instrumento graduado en pulgadas de columna de agua, la altura de la columna de líquidos diferirá en la forma indicada en la figura 20.

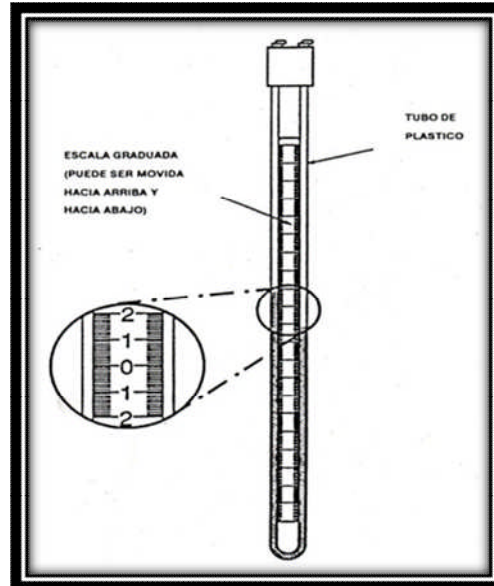
Figura 20. Comparación del manómetro.



Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

Si el manómetro es llenado con agua, la altura de la columna sería de 13.6 pulgadas. Una columna de aceite rojo expuesta a la misma presión, tendría una altura de 16.5 pulgadas. Si se usa mercurio, la altura de la columna sería de únicamente una pulgada. Un manómetro de uso común es el manómetro de tubo flexible de Dwyer. Ver figura 21.

Figura 21. Manómetro de tubo flexible Dwyer.

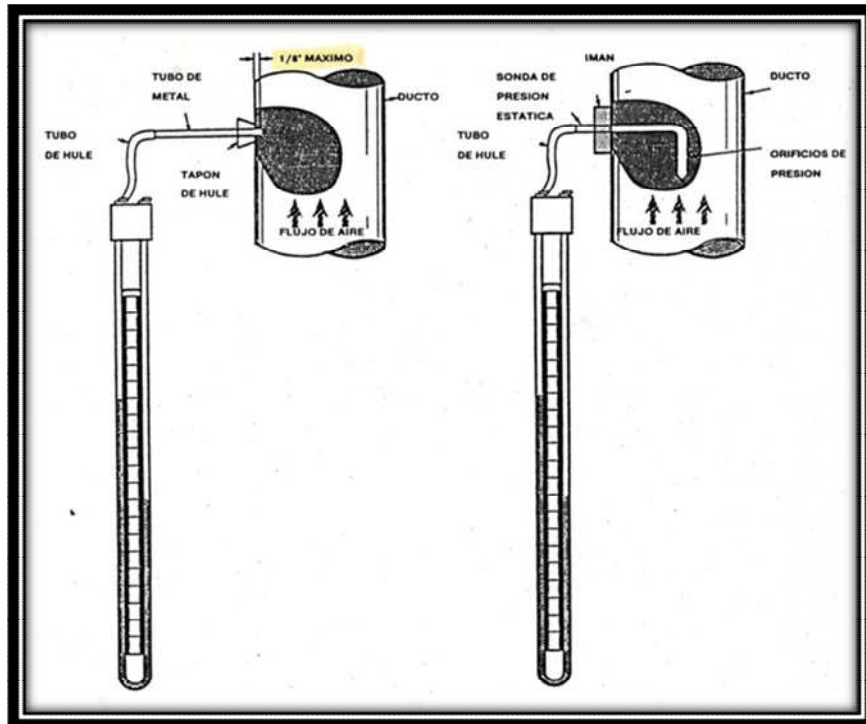


Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

Esta hecho de un tubo de plástico transparente colocado en una escala graduada en pulgadas y décimas de pulgadas. El fluido usado en este manómetro, para nuestros propósitos, normalmente es agua coloreada con un tinte para aumentar la visibilidad. Al usarse agua, la lectura de la presión es indicada en pulgadas de agua. Estos instrumentos están disponibles en varios rangos y escalas. Para ordenar estos componentes, póngase en contacto con un representante de ventas de Dwyer en Michigan City, In. El número telefónico es (219)819-8000. Los números de modelos son: -Manómetro de tubo en u – Manómetro de tubo flexible; serie 1211 –Disponible en varios longitudes – Manómetro magnehélico –Manómetro de presión diferencial magnehélicos serie 2000 –Disponibles en varios rangos. Los proveedores locales de instrumentos científicos también venden instrumentos de Dwyer.

Para hacer mediciones de la presión estática conecte el manómetro de tubo en U con un tubo de hule a una de los sensores de presión estática que se ilustra a continuación:

Figura 22. Medición de la presión estática.



Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

La punta del sensor de presión estática del tubo de metal debe estar cerca de la pared del ducto para evitar fluctuaciones de presión ocasionadas por corrientes de aire alrededor del tubo en sí. El tapón es necesario para bloquear el flujo del aire hacia el orificio del ducto, ya que de otra forma interferiría con la lectura de la presión en la pared del ducto. Cuando use el sensor de presión estática de Dwyer, la alineación de los orificios de presión estática con la dirección del flujo de aire, en la forma ilustrada, permite lecturas precisas. Tenga cuidado al sujetar el tubo de hule, de forma que no se enrosque por su propio peso. Si se enrosca, se tendrá una lectura de presión falsa.

El operador del sistema en este caso el auxiliar de silos de control de higiene enzimático deberá tener los valores de diseño del diagrama de control de flujo y transmisión del ventilador. Si su medición de la presión estática dentro de un ducto cae fuera del rango aceptable (más del 20 por ciento del diseño), existe un problema en el sistema de control de higiene enzimático. Para la toma de decisiones, el operador del sistema en este caso el auxiliar de silos de control de higiene enzimático para investigar y corregir el problema debe realizar un recorrido al sistema y verificar si es fácil de resolver, de lo contrario deberá solicitar ayuda a su supervisor y si el problema es mayor de ser necesario de solicitar la ayuda al dueño del sistema en este caso al Gerente de seguridad industrial. Es necesario que todas estas anomalías sean anotadas en un formulario para que se registre un historial.

4.2.3. Flujo de aire en el ducto.

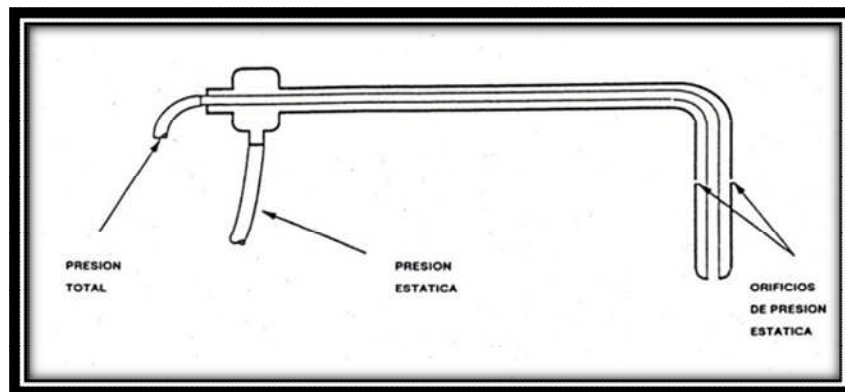
El ducto debe ser de un material que no sea generador de calor ni humedad, ya que este lo que transporta es aire polvoso que es detergente en polvo, debe mantener una velocidad constante y no se debe mantenerse varias puertas de acceso para garantizar el flujo que debe ser constante en su trayecto, la línea 3 y 4 de los silos de empaque presenta un problema de variación debido a que los puntos de captura no están confinados.

4.2.4. Presión de velocidad.

El tubo de pitot es el instrumento principal para tomar las mediciones de flujo de aire. En la figura 23 se ilustra un tubo de pitot estándar. El tubo de pitot consiste en realidad de dos tubos, uno dentro del otro. El tubo interno está abierto en los extremos, y mide la presión total.

El tubo externo mide la presión estática a través de orificio pequeños en las paredes. El tubo de pitot generalmente se usa conjuntamente con un manómetro inclinado, u ocasionalmente con un manómetro de tubo en U.

Figura 23. Tubo de pitot estandar.



Fuente: Datos técnicos Folleto, interno.

El tubo de pitot mide la presión de la velocidad, que es convertida a velocidad y después al flujo del aire, mediante un procedimiento de cálculo. Las mangueras de la presión total y de la presión estática están conectadas en lados opuestos de un manómetro inclinado. La presión de la velocidad, que es la diferencia entre la presión total y la presión estática, se lee directamente en el manómetro.

El manómetro inclinado también se conoce como micro manómetro, contiene un tubo inclinado de forma que una diferencia pequeña en la presión ocasione un movimiento grande del fluido que se encuentra dentro del tubo. La escala está marcada en incrementos de 0.01 a 0.02 pulgadas. Este manómetro mide con precisión los valores relativamente pequeños de la presión de la velocidad, que normalmente es de 0 a 2 pulgadas de agua.

Debido a que la mayoría de las presiones estáticas del sistema de ductos son mayores de dos pulgadas de agua, no se deberá usar el micro manómetro para medir la presión estática.

4.2.5. Medición del flujo del aire.

Cuando se toma mediciones con el tubo de pitot y un manómetro inclinado, asegúrese siempre de que esté conectado el tubo adecuado en la conexión correcta del manómetro. La punta del tubo de pitot se dirige al flujo de aire. Para determinar la velocidad de aire promedio en el ducto, se toman mediciones de la presión de la velocidad en varios puntos en el interior del ducto.

4.3. Almacenamiento y adición de Enzimas.

Pasos para efectuar las operaciones de Almacenaje y Adición de enzimas, de tal forma que se reduzca el riesgo de inhalación o contacto directo con enzimas evitando en toda medida derrames en las áreas de trabajo.

Las enzimas son sustancias que contienen proteínas, los organismos vivos las producen en forma natural y su función es romper moléculas grandes en otras más pequeñas. Las enzimas que se utilizan en el detergente son de origen vegetal.

Para brindar al trabajador confianza de que se cumplen con los aspectos, es necesario que se le realicen pruebas de sensibilización que consiste en una prueba médica que da a conocer si una persona ha desarrollado anticuerpos a enzimas después de una exposición.

Aplicable a las áreas o departamentos de:

- a. Detergentes
- b. Materia prima
- c. Mantenimiento
- d. Control de calidad
- e. Personal administrativo

El Gerente de cada área o Supervisor de turno deberá ser responsable de velar que se cumpla con los lineamientos de tal forma que se eliminen o reduzcan las condiciones que conduzcan a las personas a la etapa de sensibilización.

Todo el personal de planta debe saber orientar las actividades que se requieran para atender una emergencia por la exposición de una persona o grupo de personas a enzimas, estos presentaran un caso clínico respiratorio parecido al broncoespasmo con síntomas de dificultad para respirar, tos persistente, opresión en el pecho, sensación de asfixia y respiración silbante, para lo cual debe atender las siguientes recomendaciones:

- a. Retirar a la persona inmediatamente del área de exposición permitiéndole que respire aire puro.
- b. Aflojar toda la ropa o prenda que le impida respirar.
- c. Trasladar a la persona al lavajos más cercano si el caso lo requiere.
- d. Trasladar a la persona a la clínica para que se le atienda e informe al médico que la persona estuvo expuesta a enzimas. (Los tratamientos recomendados son inhalación del broncodilatador VENTOLIN y la administración de oxígeno de 3 a 4 litros por minuto, solo puede ser indicado por el médico).
- e. Avisar al jefe de inmediato.

Para almacenar las enzimas es necesario utilizar el equipo de protección personal (respirador 3M Serie 7502 con filtros P100 2091 se usan para partículas sólidas, es resistente a aceite y tiene una eficiencia de filtración de 99.97% para partículas de 0.3 μm de diámetro; no tienen tiempo de vida recomendado, sino que deben ser reemplazados cuando haya resistencia para respirar y cuando por alguna razón sean dañados, perforados y/o humedecidos, lentes, guantes y zapatos) para manipular y limpiar recipientes, paquetes, etc. El equipo de protección respiratoria media cara está certificado por NIOSH (National Institute for Occupational Safety & Health), bajo la certificación CFR parte 84. Para más información sobre proveedores certificados, referirse a la página web de NIOSH:

<http://www2.cdc.gov/drds/cel/cel form.asp> (julio 2008)

En la bodega de materia prima es necesario que se asigne un área a los recipientes con enzimas para separarla del resto de materias primas, producto terminado, reproceso o muestras para laboratorio. Esta área debe estar debidamente identificada.

No deben almacenarse enzimas que no estén debidamente identificadas; separar y reportar las enzimas que no estén identificadas.

Al transportar las enzimas al área de producción debe hacerse cuidadosamente.

Todos los recipientes vacíos deben manipularse como si estuvieran llenos.

Al tomar muestras para el laboratorio, los recipientes no deben ser perforados ni deben dejarse abiertos. Cualquier derrame debe ser limpiado inmediatamente.

Se debe asegurarse de no tirar partes del empaque de las enzimas en el suelo.

Todo recipiente que se utilice para almacenar enzimas en buen estado del proceso debe estar debidamente identificado y tapado.

La higiene personal es muy importante. Es recomendable lávese las manos frecuentemente, especialmente antes de comer, beber o ir al baño.

Para adicionar enzimas es necesario utilizar el EPP (respirador 3M Serie 7502 con filtros P100 2091, lentes, guantes y zapatos) para manipular y limpiar recipientes, paquetes, etc. La puerta debe permanecer cerrada con iluminación y con ventilación.

En el área de la torre existe un cuarto exclusivo para adición de enzimas al proceso. El Operador del Cuarto de Adición de Enzimas debe velar por tener tambores llenos de enzimas en el sexto nivel de la torre para evitar paros en el proceso por falta de materia prima.

El operador de montacargas de la bodega de materia prima debe trasladar las enzimas hacia el elevador de la torre de secado donde el operador sube el elevador con los recipientes.

En caso se le terminen los tambores llenos de enzimas, debe avisar al operador de montacargas para que se los proporcione. Al momento de recibir los tambores llenos de enzimas el operador debe colocarlos sobre una tarima dentro del cuarto de adición de enzimas.

El área de adición de enzimas debe constar de:

- a. Gabinete de enzimas (dosificador de enzimas) con conexión al sistema de control de higiene enzimático.
- b. Ventilador de pared (el cual se activa cuando se abre la puerta de ingreso).
- c. Guantes de neopreno con los cuales manipula los recipientes en el gabinete de enzimas.
- d. Cuchilla / tijera para abrir los recipientes.
- e. Luz estroboscópica que indica cuando la puerta esta abierta (se apaga cuando se cierra la puerta de acceso al área) debe estar ubicada en la parte exterior del cuarto.

El tambor con enzimas a ser utilizado debe colocarse sobre una tarima dentro del área de adición.

Se debe ingresar la carreta con el tambor de enzimas al área. Al abrir la puerta automáticamente se debe encender la luz estroboscópica.

Debe contarse con tijeras disponibles en el área, se debe cortar el seguro de plástico que trae el tambor de enzimas preparándolo para colocarlo en el dosificador.

Se debe verificar la operación del sistema de control de higiene enzimático. En el lado posterior del cuarto de enzimas se encuentra la válvula del sistema que regula la velocidad superficial en el gabinete (200 pies / minuto). Asegúrese de que este siempre en el rango de color verde.

Una forma de probar el funcionamiento del sistema de control de higiene enzimático es que cuando está en su capacidad es capaz de levantar los guantes que se encuentran fijados a la escotilla.

Se debe abrir la escotilla del gabinete (dosificador) asegurándola, luego se debe trasladar el tambor desde la tarima hacia el gabinete dosificador. Al terminar de trasladarlo, se debe cerrar la escotilla para asegurar el tambor y evitar que se mueva.

El Operador del cuarto de Enzimas debe introducir las manos dentro de los guantes que se encuentran sujetos al gabinete ó dosificador de enzimas.

El Operador del cuarto de Enzimas debe destapar el tambor de enzimas y cortar el sello plástico que trae la bolsa. Debe abrir la bolsa y colocar sus orillas alrededor del tambor. Debe colocar nuevamente el seguro metálico del tambor sobre las orillas de la bolsa plástica para evitar que la misma caiga dentro del ducto al momento de voltearlo.

Al vaciarse, el tambor debe golpearse para que caigan las partículas de enzimas que se hayan quedado pegadas a la bolsa.

El recipiente vacío debe colocarse dentro de una bolsa y dentro del gabinete sellarla de tal forma que no se contamine el ambiente. Se debe etiquetar el tambor darle la disposición de recipiente con material contaminante.

El tambor debe permanecer tapado dentro del área. El operador debe bajar el tambor vacío al primer nivel el cual será llevado al depósito de basura. Todos los recipientes vacíos deben manipularse como si estuvieran llenos, estos recipientes no deben salir como basura común y corriente.

Si el operador no logró vaciar el tambor, debe cerrarlo e identificarlo de tal forma que al requerir enzimas en el proceso se use el tambor ya abierto y separado.

Cada vez que haya un derrame de enzimas, se debe utilizar la aspiradora con filtro Epa para recogerlo. No se debe barrer el derrame de enzimas, ya que esto ocasionará que se dispersen partículas en el ambiente.

4.4. **Monitoreo de aire**

- a. CpK: Capacidad de la localidad de muestreo.
- b. Lineamientos de Exposición (OEG): son los límites permitidos de polvo total y polvo enzimático en las áreas de influencia.
- c. Rotámetro: instrumento utilizado para medir la cantidad de aire constante en centímetros cúbicos / minuto que pasa por el filtro de fibra de vidrio.
- d. CFM: pies cúbicos por minuto.

Consiste en pasar el aire a través de un filtro por medio de una bomba de vacío durante 15 minutos, para determinar las concentraciones de polvo total y posteriormente, por medio de análisis de laboratorio, determinar las concentraciones de polvo enzimático.

Los datos del monitoreo de aire confirman si la planta está cumpliendo con los lineamientos de exposición, los cuales a nivel mundial para OHSAS es:

Polvo total = 10 mg/m³

Enzimas = 30 ng/m³

Para la planta de detergentes de Industria La Popular, S.A. serán:

Polvo Total = 1 mg/m³

Polvo enzimático (Sabinaza) = 15 ng/m³

A. Ubicación de la bomba de muestreo.

En términos de altura, la bomba de muestreo debe ser colocada a la altura de las zonas de respiración de los empleados. Para fines internos el rango de altura está entre 1.50 metros y 1.60 metros.

B. Puntos de muestra.

Las áreas o fuentes de contaminación a evaluar en la planta de Detergentes son:

- a. Cuarto de Adición
- b. Dosificación de Enzima
- c. Tambor Rotatorio
- d. Granza
- e. Base del Air Lift
- f. Empaque
- g. Silos de empaque
- h. Criba
- i. Laboratorio

C. Identificación de puntos de muestra.

Los puntos de muestreo deben estar marcados con un círculo en color amarillo, rotulados en color negro (codificar las áreas) y a una distancia de un metro de la fuente de contaminación. La codificación asignada ya con los puntos de muestra recomendados son:

Tabla III. Puntos de muestreo.

Punto de Muestra Código

# de muestra	Pto de Muestra	PUNTOS DE MUESTRA
1	AEPML1-1	Frente a MasiPack 4
2	AEPML1-2	Frente a MasiPack 1
3	AEPML1-3	Inicio de Faja de Transporte línea 1 Empaque
4	AEPML1-4	Final de Faja de Transporte línea 1 Empaque
5	AEPML2-1	Frente a MasiPack 8
6	AEPML2-2	Frente a MasiPack 5
7	AEPML2-3	Inicio de Faja de Transporte línea 2 Empaque
8	AEPML2-4	Final de Faja de Transporte línea 2 Empaque
9	AEPML3-1	Frente a PostPack
10	AEPML3-2	Frente a MasiPack 9
11	AEPML3-3	Inicio de Faja de Transporte línea 3 Empaque
12	AEPML3-4	Final de Faja de Transporte línea 3 Empaque
13	AFPM-1	Área de Fajas Segundo Nivel de Torre, Frente a Caída de Det.
14	AFPM-2	Área de Fajas Segundo Nivel de Torre, Final de la Faja
15	64V2PM-1	Air Lift Primer Nivel
16	SEPM-1	Silos de Empaque Línea 1
17	SEPM-2	Silos de Empaque Línea 2
18	SEPM-3	Silos de Empaque Línea 3
19	65MX1PM-1	Tambor Rotatorio
20	65MX1PM-2	Tambor Rotatorio
21	AGPM-1	Área de Granza
22	65N3PM-1	Áreas de Fajas Post Adition
23	65N3PM-2	Áreas de Fajas Post Adition
24	65V1PM-1	Frente a Silo Gris
25	CEPM-1	Frente a Cuarto de Enzimas
26	CEPM-2	Dentro de Cuarto de Enzimas
27	BBPM-1	Criba
28	LABPM-1	Laboratorio de Detergentes Segundo Nivel

Fuente: Planta Detergente, Industria La Popular, S.A.

D. Estrategia de monitoreo.

Analizar el polvo total en el laboratorio para 2 muestras por semana por localidad, durante 3 semanas, lo cual es equivalente a obtener 168 muestras en 3 semanas.

Analizar las proteínas en el laboratorio cada 6 meses. La primera será seis semanas después de haber iniciado con el proceso de monitoreo de aire.

Para dejar constancia se debe llenar un registro de cada monitoreo cumplido que llamaremos Hoja de Control de Monitoreo de aire.

E. Equipo a utilizar autorizado por la EPA

- a. Equipo de muestreo de aire, bomba de alto volumen marca Tisch modelo TE-2000P
- b. Kit de calibración TE-5026.
- c. Filtros de fibra de vidrio de 10 – 11 cms.
- d. Manómetro en U (medida = “de agua”).
- e. Balanza de electrónica con una precisión de 4 dígitos (cerrada)
- f. Bolsas de polietileno.
- g. Etiquetas adhesivas para colocar los datos de la muestra

F. Directrices para monitorear aire

- a. Tener limpias y secas las manos, colocarse un guante desechable (únicamente para manipular el filtro) esto con el fin de no alterar la muestra.

- b. Colocar el filtro de fibra de vidrio sobre la balanza la cual se debe cerrar para que las corrientes de aire no alteren el peso y se pueda estabilizar la escala. La balanza a utilizar se encuentra ubicada en el Laboratorio de Control de Calidad identificada como: BA-LG-002 la cual es calibrada cada 6 meses.
- c. Pesar el filtro al cuarto decimal (0.0001 g).
- d. Registrar el peso inicial del filtro en la Etiqueta de Monitoreo de aire correspondiente. Asegurarse de que el peso inicial quede registrado hasta el cuarto decimal (0.0001 g).
- e. Retirar el filtro de la balanza analítica y colocarlo dentro de una bolsa de polietileno.
- f. Limpiar el porta filtros de la bomba de alto volumen, revisar que esté completo y que las mallas estén en buenas condiciones.
- g. Colocar el filtro en el porta filtro con el guante puesto y asegurarse que el empaque de retención esté sobre la malla, y que el otro empaque esté contra el alojamiento del ensamblaje del filtro.
- h. Unir y asegurar el alojamiento del ensamblaje del filtro usando las tres varillas de unión. Apretar únicamente las mariposas teniendo el cuidado de no dañar el filtro.
- i. Colocar la bomba a una altura de 1.5 metros por arriba del nivel del suelo y a no más de 1 metro de la fuente potencial para que quede lo más cerca posible de la zona de respiración. Nota: colocar la bomba de tal manera que no interfiera en la operación de producción.
- j. Encender la bomba, y una vez que se haya calentado, colocar el tubo en el medidor de flujos y registrar la velocidad de flujo inicial.
- k. Retirar el tubo del medido de flujo y registrar, usando la hora militar, el tiempo de inicio, el área de muestreo, la marca del producto que se está corriendo y el número del equipo.
- l. Asegurarse de correr la muestra durante 15 minutos.

- m. Dos minutos antes de que haya terminado el muestreo (15 minutos), colocar el tubo medidor de flujos y registrar la velocidad del flujo final.
- n. Al final, retirar el tubo del medidor de flujo, apagar la bomba y registrar la hora final.
- o. Retirar el filtro (usando el guante desechable), doblarlo hacia adentro y en cuatro partes antes de regresarlo a la bolsa para transportarlo.
- p. Verificar que la báscula analítica se encuentre a cero, retirar el filtro de la bolsa, colocarlo en la báscula y registrar el peso final del filtro al cuarto decimal (0.0001 g) en la Etiqueta de Monitoreo de aire correspondiente.
- q. Leer los pies cúbicos por minuto (CFM) correspondientes en la gráfica de calibración siguiendo los puntos que a continuación se exponen.
- r. Ubicar el valor promedio de velocidad de los flujos en el eje correspondiente a la lectura del medidor de flujo, en la tabla de calibración de la bomba.
- s. Utilizando las cuadrículas, subir hasta interceptar la curva de calibración.
- t. Doblar a la izquierda, y el valor que se encuentre en el eje vertical es el valor correspondiente a la Velocidad del Flujo Real en CFM.
- u. Calcular los metros cúbicos de aire de la velocidad del flujo de la bomba utilizando la fórmula:

$$\text{Volumen de aire} = \text{CFM} * \text{tiempo} * \text{constante}$$

$$\text{Volumen de aire} = \text{pies}^3 / \text{minutos} * 0.02831 * \text{minutos} = \text{metros}^3$$
- v. Calcular la concentración de polvo total y registrar el valor en la etiqueta de monitoreo de aire del filtro.
- w. La fórmula para la concentración de polvo es la siguiente:

$$\text{Polvo total} = (\text{Peso final en Mg} - \text{peso inicial en Mg}) / \text{volumen de aire} = \text{mg/m}^3.$$
- x. Enviar la muestra al laboratorio para determinar los resultados del contenido de proteínas (el polvo enzimático = 15 ng/m³).

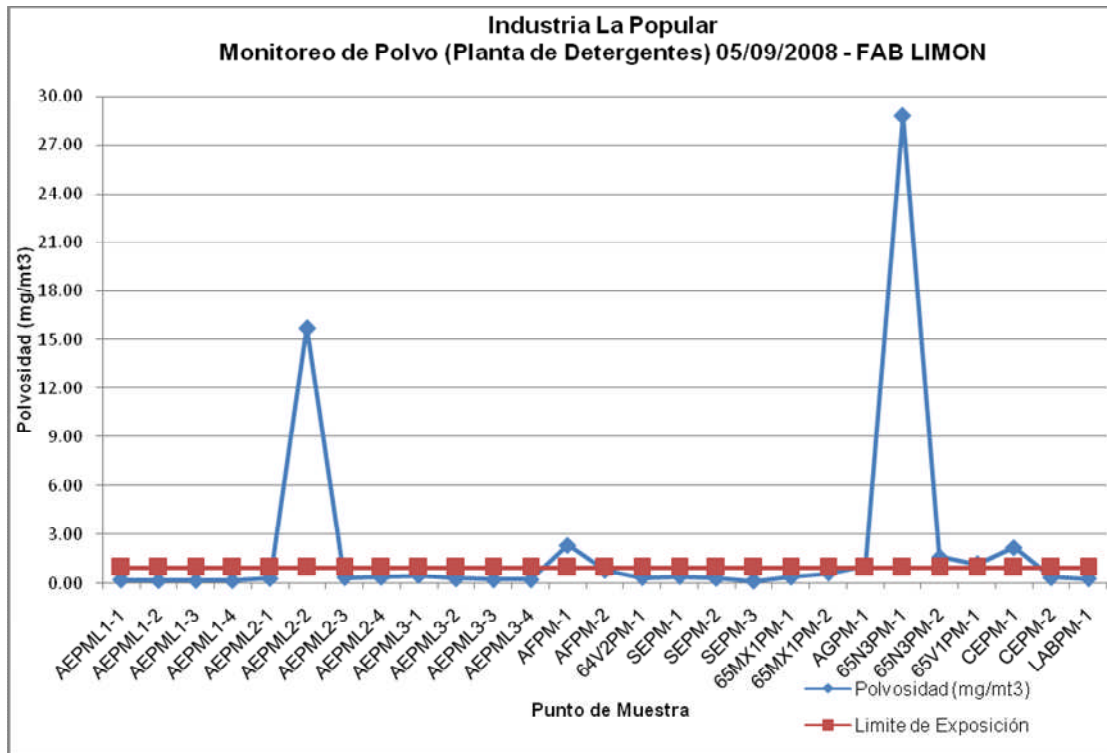
- y. Comparar el valor del volumen final con el límite de exposición para determinar si la muestra se encuentra dentro del rango. El peso total = 1 mg/m³.
- G. Envío de muestra a laboratorio (las siguientes actividades deben ser realizadas por el Gerente de Seguridad Industrial de La Popular S.A.) el laboratorio debe estar aprobado por NIOSH
- a. Contactar al Laboratorio para solicitar la cotización o pro forma del costo por muestra y entregarla al departamento de compras para la emisión de la orden de compra.
 - b. Emitir la requisición en el sistema de compras y solicitar aprobación al jefe inmediato.
 - c. Solicitar la emisión de la orden de compra al departamento de compras así como la preparación del pago por medio de una transferencia bancaria.
 - d. Los filtros deben enviarse cada uno en la bolsa de polietileno asignada con su etiqueta con la identificación de la muestra, así como las enzimas que deben ser analizadas. Lo anterior debe enviarse a las oficinas centrales de Industria La Popular, S.A. en la vía 3 5-42 zona 4 al departamento de compras donde será enviadas por DHL.
 - e. El costo del envío debe ser cubierto por La Popular, S.A.
 - f. En el laboratorio analizan la muestra y 48 horas después deben enviar los resultados al correo electrónico del Gerente de Seguridad Industrial o fax de de Industrial La Popular S.A.
 - g. El análisis que usa el laboratorio es según la técnica ELISA
 - h. El costo es de US\$ 7.20 por muestra.

i. Los datos del laboratorio son:

- Intertek Testing Services
- 4760 River Road
- Cincinnati, Ohio 45233 USA
- Phone: (513) 941-8888
- FAX: (513) 941-8012
- Contacto: Magdalena Overberg / Branch Manager

Tabla IV. Hoja de control de monitoreo de aire																		
# de muestr	Pto de Muestra	Fecha	Hora Inicial	Hora Final	Tiempo real (min)	Peso Inicial (grs)	Peso final (grs)	Dif de pesos (grs)	Peso total (mgs)	Flujo Inicial (cfm)	Flujo final (cfm)	Flujo Prom (cfm)	Vol Aire (mts3)	Polvosidad (mg/m3)	CFM (pies3/min)	Constante	* Rango de Comparación (1 mg/m3)	Muestra según limite
1	AEPML1-1	5-4-09	07:10	07:25	00:15	0.5121	0.5133	0.0012	1.20	3.50	3.00	3.25	5.52	0.22	13	0.02831	-0.78	dentro del limite
2	AEPML1-2	5-4-09	07:30	07:45	00:15	0.5049	0.5059	0.0010	1.00	3.50	3.00	3.25	5.52	0.18	13	0.02831	-0.82	dentro del limite
3	AEPML1-3	5-4-09	07:50	08:05	00:15	0.5064	0.5075	0.0011	1.10	3.50	3.00	3.25	5.52	0.20	13	0.02831	-0.80	dentro del limite
4	AEPML1-4	5-4-09	08:10	08:25	00:15	0.5048	0.5058	0.0010	1.00	3.50	3.00	3.25	5.52	0.18	13	0.02831	-0.82	dentro del limite
5	AEPML2-1	5-4-09	08:30	08:45	00:15	0.518	0.5198	0.0018	1.80	3.50	3.00	3.25	5.52	0.33	13	0.02831	-0.67	dentro del limite
6	AEPML2-2	5-4-09	08:50	09:05	00:15	0.5071	0.594	0.0869	86.90	3.50	3.00	3.25	5.52	15.74	13	0.02831	14.74	fuera del limite
7	AEPML2-3	5-4-09	09:10	09:25	00:15	0.5131	0.5151	0.0020	2.00	3.50	3.00	3.25	5.52	0.36	13	0.02831	-0.64	dentro del limite
8	AEPML2-4	5-4-09	09:30	09:45	00:15	0.5079	0.5101	0.0022	2.20	3.50	3.00	3.25	5.52	0.40	13	0.02831	-0.60	dentro del limite
9	AEPML3-1	5-4-09	09:50	10:05	00:15	0.5152	0.518	0.0028	2.80	3.50	3.00	3.25	5.52	0.51	13	0.02831	-0.49	dentro del limite
10	AEPML3-2	5-4-09	10:10	10:25	00:15	0.5043	0.506	0.0017	1.70	3.50	3.00	3.25	5.52	0.31	13	0.02831	-0.69	dentro del limite
11	AEPML3-3	5-4-09	10:30	10:45	00:15	0.5039	0.5052	0.0013	1.30	3.50	3.00	3.25	5.52	0.24	13	0.02831	-0.76	dentro del limite
12	AEPML3-4	5-4-09	10:50	11:05	00:15	0.5109	0.5122	0.0013	1.30	3.50	3.00	3.25	5.52	0.24	13	0.02831	-0.76	dentro del limite
13	AFPM-1	5-4-09	11:10	11:25	00:15	0.5048	0.5178	0.013	13.00	2.50	2.00	2.25	5.52	2.35	13	0.02831	1.35	fuera del limite
14	AFPM-2	5-4-09	11:30	11:45	00:15	0.5124	0.5169	0.0045	4.50	2.50	2.00	2.25	5.52	0.82	13	0.02831	-0.18	dentro del limite
15	6A1ZPM-1	5-4-09	11:50	12:05	00:15	0.506	0.508	0.002	2.00	3.50	3.00	3.25	5.52	0.36	13	0.02831	-0.64	dentro del limite
16	SEPM-1	5-4-09	12:30	12:45	00:15	0.5091	0.5114	0.0023	2.30	2.50	2.00	2.25	5.52	0.42	13	0.02831	-0.58	dentro del limite
17	SEPM-2	5-4-09	14:05	14:20	00:15	0.5127	0.5145	0.0018	1.80	2.50	2.00	2.25	5.52	0.33	13	0.02831	-0.67	dentro del limite
18	SEPM-3	5-4-09	14:25	14:40	00:15	0.5055	0.5063	0.0008	0.80	2.50	2.00	2.25	5.52	0.14	13	0.02831	-0.86	dentro del limite
19	65MX1PM-1	5-4-09	14:50	15:05	00:15	0.5064	0.5086	0.0022	2.20	2.50	2.00	2.25	5.52	0.40	13	0.02831	-0.60	dentro del limite
20	65MX1PM-2	5-4-09	15:10	15:25	00:15	0.5152	0.5188	0.0036	3.60	2.00	1.50	1.75	5.52	0.65	13	0.02831	-0.35	dentro del limite
21	AGPM-1	5-4-09	15:30	15:45	00:15	0.5035	0.5096	0.0061	6.10	2.00	1.50	1.75	5.52	1.10	13	0.02831	0.10	fuera del limite
22	65N3PM-1	5-4-09	15:50	16:05	00:15	0.5094	0.6683	0.1589	168.90	2.50	2.00	2.25	5.52	28.78	13	0.02831	27.78	fuera del limite
23	65N3PM-2	5-4-09	16:10	16:25	00:15	0.5078	0.5169	0.0091	9.10	2.50	2.00	2.25	5.52	1.65	13	0.02831	0.65	fuera del limite
24	65V1PM-1	5-4-09	16:30	16:45	00:15	0.5115	0.5181	0.0066	6.60	2.50	2.00	2.25	5.52	1.20	13	0.02831	0.20	fuera del limite
25	CEPM-1	5-4-09	16:50	17:05	00:15	0.5068	0.519	0.0122	12.20	2.00	1.50	1.75	5.52	2.21	13	0.02831	1.21	fuera del limite
26	CEPM-2	5-4-09	17:10	17:25	00:15	0.5129	0.515	0.0021	2.10	2.00	1.50	1.75	5.52	0.38	13	0.02831	-0.62	dentro del limite
27	CEPM-1	5-4-09	17:30	17:45	00:15	0.5152	0.5188	0.0036	3.60	2.00	1.50	1.75	5.52	0.65	13	0.02831	-0.35	dentro del limite
28	LAPMI-1	5-4-09	17:50	18:05	00:15	0.5104	0.512	0.0016	1.60	4.50	4.00	4.25	5.52	0.29	13	0.02831	-0.71	dentro del limite

Figura 24. Gráfica tabla IV.



H. Evaluación de resultados

Los resultados de polvo total y de enzimas por fuera de los límites no son aceptables y deben ser investigados siguiendo las siguientes recomendaciones:

- a. Una nueva muestra debe ser tomada, inicialmente para asegurarse de que el muestreo se ha hecho correctamente.
- b. Otras acciones adicionales deben tomarse. Si el problema es muy obvio debe corregirse inmediatamente.
- c. Debe solicitarse a todas las personas del área el uso del equipo de protección personal.
- d. Si los resultados se confirman, debe investigarse la causa.

Los datos del monitoreo de aire se grafican para evaluar si las áreas se encuentran bajo control. Adicionalmente deben publicarse en las áreas de influencia.

I. Estadísticas

- a. Calcular la media aritmética de las muestras, lo cual es equivalente al promedio de las muestras:

$$\bar{X} = \frac{\text{Sumatoria de } n}{n}$$

Donde:

n = número de las muestras tomadas

- b. Calcular la desviación estándar (SD) para determinar que tan lejos de la media está la muestra.

$$SD = \text{Raíz Cuadrada } ((\text{sumatoria de } x^2) - (\text{sumatoria de } x)^2 / (n-1))$$

Donde...

x = valor de las muestras

n = Número de muestras tomadas

- c. Calcular el límite de alerta

$$LA = \bar{X} + 1.5 (SD)$$

- d. Criterio: 3 muestras seguidas por encima del límite de alerta para una localización específica, se interpreta como fuera de control y deben ser investigadas.
- e. Calcular el límite superior de control o de emergencia el cual es el máximo valor esperado basado en una serie de valores individuales.

$$UCL = \bar{X} + 3(SD)$$

- f. Criterio: en este punto el 99.7 % de todas las muestras deben estar por debajo. Cualquier valor que esté por encima del UCL para cualquier localización se considera fuera de control y debe ser investigada.

- g. Para todos los casos el límite superior de control o de emergencia debe ser menor o igual al límite de exposición para cada enzima en particular o de 1mg/m³ de polvo total.
- h. El Cpk es una medida de que tan lejos del límite de exposición están las muestras para una localización específica. Representa también la capacidad de control de las mediciones para cada localización y se calcula de la siguiente forma:

$$Cpk = (\text{Límite de Exposición} - \bar{X}) / 3 (SD)$$

- i. La clasificación de las muestras y la frecuencia de muestreo dependen del valor de Cpk.
- j. Debe establecerse un calendario que asegure la frecuencia del monitoreo de aire.
- k. Preparar y entregar un reporte trimestral al gerente de manufactura de la empresa con los resultados obtenidos.

J. Procedimiento para calibración de bomba de alto volumen

El equipo necesario para realizar la calibración de la bomba de alto volumen es:

- a. Bomba de alto volumen TE2000P
- b. Regulador de voltaje con salida de 110 voltios
- c. Cilindro de calibración modelo TE-5026
- d. Tres placas de calibración # 3, 2, 1.5
- e. Dos juntas de hule
- f. Un manómetro de tubo " U "
- g. Manguera tygon

h. Filtro GM/C de 11 centímetros de diámetro

Pasos:

- a. Encender la unidad y permitir que bomba de alto volumen se caliente durante cinco minutos.
- b. Retirar el porta filtro de la entrada de la bomba de alto volumen.
- c. Instalar el plato # 3 en el kit de calibración y enroscar éste en el lugar del porta filtros.
- d. Hacer girar las conexiones del manómetro del tubo en "U " media vuelta en el sentido de las manecillas del reloj. Esto abrirá el manómetro.
- e. Colocar un extremo de la manguera Tygon en el kit de calibración y el otro extremo en el manómetro de tubo en "U".
- f. Conectar la bomba de alto volumen a una fuente de voltaje de 110 voltios.
- g. Con la placa # 3 en su lugar y la bomba de alto volumen encendida, ajustar el flotador en el Rotámetro en 8 cms³/min., una vez ajustado, asegurar el tornillo de ajuste.
- h. Observar las pulgadas de agua en el manómetro de tubo en "U " .
- i. Registre la lectura del flotador y la lectura del tubo en "U "en el Formulario Grafica de control para flujo de aire.
- j. Repetir los últimos 3 pasos, usando las placas de orificio # 2 y 1.5
- k. Retirar la manguera de Tygon del cilindro de calibración y el manómetro en "U ", cerrar ambos puertos en el manómetro.
- l. Retirar el kit de calibración y volver instalar el portafiltros del filtro de 11 cms.
- m. Las bombas del alto volumen deben ser calibradas cada 100 horas ó cada tres meses tomando en cuenta el día en el que se calibran.

- n. Por cualquier inconveniente la bomba de alto volumen puede calibrarse dentro de los primeros cinco días desde la fecha de calibración, sin embargo, se recomienda hacerlo a lo sumo durante los dos primeros días a partir de la fecha de calibración. Debe quedar evidencia de dicha calibración por medio de un registro.

K. Construcción de la curva de calibración de la bomba de alto volumen

- a. Usando los datos registrados en la parte inferior del formato de gráfica de calibración de medidor de flujo y usando la curva del calibrador de muestreo de aire que se encuentra en la Gráfica de control para flujo de aire, se debe preparar una curva de calibración para el muestreo de aire.
- b. Para cada número de la columna de “pulgadas de agua” se debe avanzar verticalmente (eje “y”), el número requerido de espacios (cada espacio equivale a 0.1 en la Gráfica de control para flujo de aire).
- c. Bajar verticalmente hasta el eje “x” para encontrar la “velocidad de flujo real” en la Gráfica de control para flujo de aire. Registrar esta cifra en la columna de la “velocidad de flujo real” en el Formato de gráfica de calibración de medidor de flujo.

Repetir este procedimiento para la lectura de cada placa.

- L. Trazo de la curva de calibración de la bomba de alto volumen
- a. Usando la “lectura del medidor de flujo” y las lecturas del “flujo real”, se debe trazar la curva de calibración de la bomba de alto volumen de aire en el formato de gráfica de calibración de medidor de flujo usando la tabla de calibración de medidor de flujo.
 - b. Usando los valores de la columna “lectura del medidor de flujo” se debe avanzar horizontalmente el número necesario de espacios a lo largo del eje “ X “ (cada espacio equivale a 0.2)
 - c. Después de avanzar el número necesario de espacios, se debe avanzar verticalmente, es decir, en el eje “y”, a lo largo de esta línea hasta el valor que se encuentra en una columna de “flujo real”. Marcar este punto en la gráfica del Formato de gráfica de calibración de medidor de flujo.
 - d. Repetir este procedimiento para cada lectura de cada placa.

M. Determinación de la velocidad del aire de muestreo

- a. Colocar correctamente el filtro limpio Whatman GFC / C de 11 cm en el porta filtros de la bomba de alto volumen. El porta filtros debe estar apretado.
- b. Encender la bomba de alto volumen de aire y leer el indicador del medidor del flujo (Rotámetro). Usando la lectura del indicador del medidor de flujo, avanzar horizontalmente a lo largo del eje “x” hasta el valor de la gráfica que corresponda a la lectura del medidor en el Formato de gráfica de calibración de medidor de flujo.
- c. Avanzar verticalmente por el eje “y” hasta que la línea intercepte la curva.

- d. Avanzar horizontalmente hacia la izquierda hasta el eje “Y” para obtener la lectura en CFM (pies cúbicos / minuto) de la bomba de alto volumen. ***Esta cifra debe ser usada para la siguiente fecha de calibración.***
- e. Registrar este valor en la tabla de curva de calibración del medidor de flujo que aparece en el Formato de gráfica de calibración de medidor de flujo.

Deben guardarse durante un año los siguientes registros:

- a. Formato de gráfica de calibración de medidor de flujo
- b. Gráfica de control para flujo de aire
- c. Hoja de Control de Monitoreo de aire
- d. Etiqueta de Monitoreo de aire
- e. Hoja de Calibración de la bomba de alto volumen.

4.4.1. Arranque y operación del sistema de depolvoración del área de empaque.

El depolvorador para que sea sostenible un sistema de higiene enzimático debe operar desde el inicio hasta el final de la producción para garantizar que se contendrá todo aire polvoso enzimático que viaja por las tuberías hacia las tolvas de los silos de empaque evitando presencia de personas sensibilizadas por exposición, esto se logra si las condiciones de contención de derrames está controlada ya que este sistema no es diseñado para corregir fallas en el manejo de materiales ni para sustituir la necesidad de una buena limpieza y mantenimiento.

4.4.2. Limpieza de derrames y vaciado de aspiradoras.

- a. Asegúrese de tapar él o los recipientes de donde provengan los derrames.
- b. Notifique a su jefe inmediato la presencia del derrame y de ser posible la ubicación de la fuente que lo provocó (transportadores, silos, ductos, etc.)
- c. Asegúrese de utilizar su Equipo de protección personal (respirador 3M Serie 7502 con filtros P100 2091, lentes y guantes).
- d. Todo derrame debe recogerse inmediatamente para evitar que sean triturados por el tráfico de montacargas y / o personas convirtiéndose en polvo respirable. Aislar el área si es necesario con cinta con mensajes de prohibición de paso.
- e. La ropa en contacto con material enzimático debe ser cambiada tan pronto como sea posible.
- f. Utilice como herramientas de limpieza únicamente las aspiradoras de polvos equipados con filtros HEPA. Puede auxiliarse con un trapeador húmedo para limpiar después el área aspirada.
- g. Las escobas, barredoras mecánicas o chorros de agua no son aceptables para recoger derrames pues general polvo / aerosol respirable.
- h. Todo recipiente que utilice para contener los derrames de enzimas debe ser tapados, identificados y separados para ser reprocesarlos o ser enviados a la basura. Según la disposición de cada área.
- i. No mezcle los desechos con material para reproceso para no contaminar la producción.
- j. Los recipientes que contengan derrames deben estar identificados y tapados.

- k. Como técnica de limpieza, empiece a limpiar el derrame de afuera hacia adentro.

Las aspiradoras deben estar disponibles en los gabinetes o muebles para utensilios de limpieza identificados en cada área de la planta los cuales deben estar y ser y conocidos por todo el personal involucrado. Es necesario recordar que la higiene personal es muy importante. Es necesario lavarse las manos frecuentemente, especialmente antes de comer, beber o ir al baño es especial si se trabajo en la limpieza con las aspiradoras en la planta. Como norma se deben asegurar de usar su Equipo de protección personal (respirador 3M Serie 7502 con filtros P100 2091, lentes y guantes), todo recipiente que utilice para contener los derrames de enzimas debe ser tapados, identificados y separados. Si se detecta un mal funcionamiento de las aspiradoras repórtelo de inmediato para que sea corregido dentro del proceso de limpieza se debe asegurarse de no botar residuos de derrames al momento de vacías o limpiar las aspiradoras, luego depositar correctamente en la basura todo material que utilice para la limpieza de las aspiradoras, descargue la aspiradora de acuerdo a las siguientes instrucciones:

- a. Desconecte la aspiradora de la toma de corriente 110 voltios
- b. Suelte los seguros de la tapadera para retirarla.
- c. Saque la bolsa de anillos metálicos. Saque la bolsa de papel desechable (cuando sea aplicable)
- d. Vacíe la bolsa o deposito en la bolsa de papel desechable correspondiente para su disposición final (basura)
- e. Inspeccione el nivel de polvo levantando la tapa. El polvo no debe sobrepasar el límite máximo permitido ni tener contacto con el filtro.

- f. Debe programarse periódicamente el mantenimiento a las aspiradoras (limpieza, cambio de filtro, etc.) atendiendo el programa de mantenimiento emitido por el departamento de Seguridad Industrial y reportándolo en el Formato de Mantenimiento Preventivo para aspiradoras
- g. Al cambiar la bolsa llena de scrap asegúrese de amarrarla.
- h. Colocar una bolsa nueva vacía
- i. Colocar la bolsa con residuos sobre el carrito, asegúrela para evitar que se caiga durante su traslado al cuarto de cribado.
- j. Trasladar la bolsa hacia el cuarto de Cribado, llevando el carrito por la zona de tránsito, teniendo cuidado de no chocar con algún objeto.
- k. Es necesario que una misma persona realice todo el proceso de limpieza de inicio a fin con eso se garantiza que la misma persona es responsable de todo el proceso.

A. Uso de Aspiradora.

- a. Mantenga siempre el aspirador en el gabinete de accesorios de limpieza identificado en cada área un lugar seco.
- b. Conecte la aspiradora únicamente a tomacorrientes 110 voltios.
- c. Si se encuentra con un defecto reportéelo al inspector de turno para que haga la solicitud de reparación.
- d. La persona que esté usando la aspiradora debe estar atento a la luz indicadora de limpieza o cambio de filtro, de tal forma que si se activa debe comunicarlo al supervisor de turno.
- e. Después de utilizar la aspiradora vacíe las enzimas en el gabinete de cribado o a la basura según la disposición.
- f. Limpie la aspiradora por adentro y afuera.

- g. Guarda nuevamente la aspiradora en el gabinete donde se guardan los utensilios para limpieza.
- h. No deben utilizarse solventes para limpiar la aspiradora y sus parte.

B. Mantenimiento:

- a. El mantenimiento de las aspiradoras se realizará el tercer y cuarto día hábil de cada mes programando 1 por turno de la planta de detergentes.
- b. El supervisor de cada turno solicitará al electricista de turno por medio de una solicitud de trabajo el mantenimiento preventivo de las aspiradoras.
- c. El electricista deberá entregar la aspiradora al supervisor de turno o al que corresponda si se presenta un atraso.
- d. El mantenimiento preventivo inicialmente se programará mensualmente, sin embargo, de ser necesario se harán pruebas para determinar si se reduce la frecuencia.
- e. No deben utilizarse solventes para limpiar la aspiradora y sus partes.
- f. El modelo y número de serie de su aspirador se deben estar disponibles en la placa de identificación del mismo. Esta información es necesaria cuando se piden piezas de repuesto para la máquina.
- g. Solución de problemas de las aspiradoras:
- h. El motor no arranca
- i. Puede que se haya fundido un fusible y necesite sustitución.
- j. El cable o la toma mural pueden estar defectuosos y necesitar revisión.

- k. La potencia de succión se ha reducido.
- l. Puede que la bolsa de polvo esté llena y necesite sustitución.
- m. Puede que el depósito esté lleno y necesite un vaciado.
- n. Puede que el filtro esté lleno y necesite ser sacudido.
- o. Puede que la manguera, el tubo o la boquilla estén obstruidos y necesiten una limpieza.

5. MEDIO AMBIENTE

5.1. ¿Qué es medio ambiente?

Entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interacciones.

El entorno en este contexto se extiende desde el interior de la organización al sistema global, tomando en cuenta los estándares internacionales que regulan la cantidad de partículas por millón que son permisibles emanar al ambiente.

5.2. Medios de protección, artículo 17 OHSAS 18000.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios.

Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Industria La Popular, S.A. no solo trata de cumplir con el apartado si no también cumplir con la búsqueda de proveedores de equipo de protección personal que garanticen la confiabilidad del mismo y que sean amigables con el medio ambiente; así también con los sistemas de protección colectiva.

5.3. Medidas de emergencia, artículo 20 OHSAS 18000.

Cita que el empresario en este caso Industria La Popular, S. A., debe tener en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento. El citado personal deberá poseer la formación necesaria, ser suficiente en número y disponer del material adecuado, en función de las circunstancias antes señaladas. Basados en el apartado Industria La Popular, S.A. debe contar con el personal capacitado para atender los primeros auxilios en caso se presente un caso de inhalación de enzimas por no mantener un sistema de higiene enzimático dentro de sus parámetros permisibles siendo este también un problema ambiental para la comunidad aledaña por la calidad del aire emitida al ambiente sin ningún control.

5.4. Gestión medioambiental

La gestión medioambiental es un grupo de elementos interrelacionados usados para establecer la política y los objetivos y para cumplir con estos objetivos, se incluye la estructura de la organización, la planificación de actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos.

Basados en estos principios se propone implementar el sistema de Higiene Enzimático para cumplir tanto con lineamientos operacionales donde el trabajador desarrolle su trabajo en un ambiente seguro sin ningún riesgo de incurrir en una enfermedad ocupacional (OHSAS 18000) y cumpliendo con este también puede ser el comienzo de definir objetivos y una política ambiental de Industria La Popular donde garantice que es una planta que contribuye en no perjudicar al medio ambiente.

5.4.1. Emisiones atmosféricas.

En Guatemala, no existe ninguna normativa ni reglamento que rija parámetros máximos permisibles para generadores fijos de emisiones atmosféricas, por lo que se toma como referencia la norma de metodologías internacionales EPA- Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency), 40 CFR-Título 40- Protección del Ambiente (Title 40 Environment) del Código de Regulación Federal (Code of Federal Regulation), Pt. 50. Parte 50- Estándares nacionales primarios y secundarios de calidad de aire ambiente. (National primary and secondary air quality standards). App. B Apéndice B (Appendix B). Método de referencia para la determinación de material particulado en suspensión en la atmósfera.

Método de gran volumen. (Reference method for the determination of suspended particulate matter in the atmosphere. High volume method).

5.4.2. Recuperación de calor.

Los filtros manga que son utilizados para llevar a cabo las reducciones de contaminación de aire polvoso en el ambiente de trabajo trabajan a base de energía, y este incrementa su consumo cuando las puertas de acceso al monitoreo se encuentran abiertas por consiguiente, es recomendable que estas permanezcan cerradas y sean abiertas únicamente para análisis, otra medida de optimizar el consumo de energía es respetar los lineamientos del fabricante con respecto al ventilador, en estos sistemas no se contempla un método alternativo de recuperador de calor ya que este conseguiría un ahorro del 0.03% considerado por consiguiente que no tiene impacto en las emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero.

5.4.3. Vertido de aguas residuales.

El sistema de Higiene Enzimático vierte sus partículas finas a la atmósfera, pero dentro del proceso de mantenimiento y limpieza del sistema de control de higiene enzimático se pueden presentar derrames, algunos derrames recuperables y una parte queda en la superficie del suelo y se elimina con agua, se debe contemplar que se cuente dentro del perímetro donde se ubica el sistema de control de higiene enzimático con un drenaje de aguas de proceso el cual pueda conducir esta agua a la planta de tratamiento y esta ser tratada y eliminar los químicos antes de descargar el agua hacia el río que colinda con la empresa.

Tratando las aguas residuales no incurren en incumplimientos legales con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, ya que por incumplimiento al reglamento de aguas residuales 236-2006 se podría incurrir en una multa ó cierre de operaciones a Industria La Popular.

5.5. Medidas de mitigación.

Se debe contar con inventario mínimo de bodega de las mangas que se utilizan en el sistema de control de higiene enzimático, para que estén disponibles en caso se deba reemplazar una del sistema que se dañe por el uso. Así también debe contar con información del tiempo en que lleva el proceso de compra interna mas el tiempo de importación ya que son importadas de Italia.

Se debe contar con una lista de proveedores aprobados de equipos de protección respiratoria. Debe existir una lista de proveedores aprobados a nivel local para la compra de ventiladores.

5.5.1. Limpieza de sistema de depolvoración.

El Ingeniero de mantenimiento debe realizar una inspección programada semestralmente de la tubería que conduce las partículas de polvo hacia el separador y filtro manga 64F5, determina la fecha de limpieza cuando se requiera. Debe ser ingresado a una rutina de mantenimiento en este caso al sistema proveniente del INFOMANTE que es un programa utilizado para programar los mantenimientos de la planta.

Ya ingresado, el ingeniero de mantenimiento es quien debe imprimir el programa de limpieza proveniente del INFOMANTE mensualmente y requerir el personal necesario para la limpieza, el personal asignado revisa en cada registro de la tubería que las paredes de la misma no tengan acumulaciones de detergente, dejando por escrito la revisión en una hoja de Chequeo semestral del sistema de depolvoración. En los puntos de captura físicamente se puede verificar si existe obstrucción por acumulación de producto.

Dentro de la limpieza también es necesario verificar que las válvulas estén en posición de encendido para hacer las pruebas de succión desde los puntos de captura. Si no existe succión, la tubería se encuentra obstruida con partículas de detergente. Si es necesario, debe desmontarse cualquier tramo de la tubería y / ó válvulas para su limpieza y posteriormente volver a montarlas revisando que no existan fugas en el sistema. En caso exista anomalía el ingeniero de procesos, coordina la limpieza de la tubería que se encuentre con acumulaciones de detergente que impidan un flujo constante de succión. En la hoja de revisión debe quedar registrado el resultado de la revisión y de la limpieza programada la cual no debe ser mayor a 5 días.

5.5.2. Limpieza de filtros colectores.

El ingeniero de mantenimiento debe generar la orden de limpieza para el filtro manga 65F5 con su respectivo Separador, Ventilador 65K5 y la válvula rotativa. La limpieza de las mangas implica sacudir las mangas afuera del filtro 65F5 y cambiar aquellas que se encuentren en malas condiciones (rotas o desgastadas). Para garantizar un sellado (evitar fugas de detergente) y vacío del sistema de recuperación de polvos, deben ser revisadas las paletas de la válvula rotativa y cambiar las que se encuentren en malas condiciones (gastadas o dobladas).

Para garantizar un buen soplado de las mangas, deben ser revisadas y limpiadas las válvulas y diafragmas y cambiar las que sean necesarias. Como medida de Seguridad Industrial, para la limpieza de todo el sistema es necesario utilizar protección respiratoria (respirador 7502 3M con filtros para partículas orgánicas - 2091) y protección ocular. Al terminar la limpieza el operador asignado entrega al ingeniero de procesos el registro debidamente firmado de dicho trabajo.

Posteriormente el ingeniero de procesos revisa la tarea asignada y entrega al ingeniero de mantenimiento el mismo registro debidamente firmado quien a su vez firma y archiva la documentación.

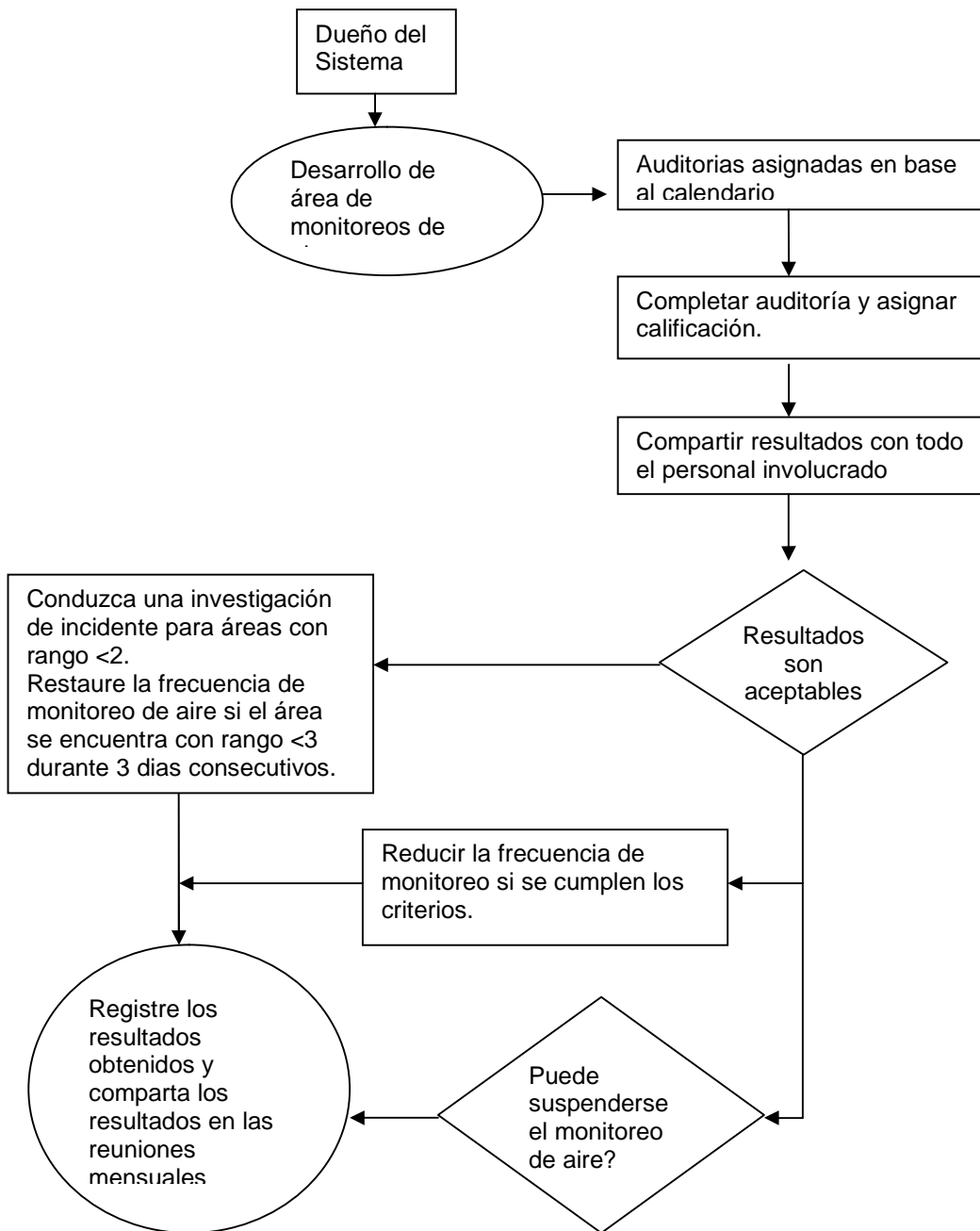
5.5.3. Purificación de aguas residuales.

El proceso de producir Detergente en Polvo conlleva químicos y colorantes los cuales al ser vaciados al drenaje son llamados comúnmente aguas de proceso estas contaminan el agua que en su mayoría si no cuentan con una planta de tratamiento para limpiar o purificar el agua contaminan los ríos de Escuintla, en Industria La Popular S.A. se ha trabajado para contribuir a ser una empresa con la política de producción mas limpia logrando de esta manera disminuir las cargas de aguas residuales durante el proceso buscando la reducción de purificación del agua al final del tubo comúnmente llamada a la planta de tratamiento.

6. MEJORA CONTINUA Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.

6.1. Diagrama de flujo, monitoreo de la exposición.

Figura 25. Diagrama de flujo, monitoreo de la exposición.



Se debe documentar los datos de desempeño, para reunir los datos de cumplimiento por medio de registros.

El monitoreo de aire puede ser suspendido en áreas con nivel de cumplimiento de lineamientos operacionales mayor a 3 por más de 12 semanas consecutivas, resultados de monitoreo de aire en capacidad superior por el mismo periodo de tiempo y <1% de empleados sensibilizados en los últimos 12 meses. Las restricciones son áreas que se consideran de alto riesgo esto es donde la mayoría de las sensibilizaciones ocurren o donde el producto cambia de bandas transportadoras a tolvas.

6.2. Soluciones de problemas del Sistema de Higiene Enzimático.

Cuando sopla polvo fuera del equipo puede ser que se encuentren demasiadas puertas de acceso abiertas y para ello la solución sería cerrar las puertas en exceso; si hay acumulación en el ducto será necesario limpiar el ducto y referir el problema al operador del sistema en este caso el operador de silos.

Si se encuentran derrames de polvo visible cerca del equipo será necesario revisar las juntas, soldaduras y puertas de acceso y dado el caso habrá que reparar o cambiar.

Todos los recipientes con fugas provenientes de devoluciones y de la bodega deben ser sellados con cinta antes de ser transportados al cuarto de la Criba.

Todos los corrugados, bolsas con fugas dañados deben ser movidos en un dispositivo de transporte cerrado.

Después de ser recibidos en el cuarto de la Criba, se deben tener precauciones especiales, incluyendo el uso de Equipo de protección personal y los procedimientos de limpieza.

6.3. Programa de capacitación al personal sobre higiene enzimático.

El departamento de seguridad industrial define cual será la metodología para el entrenamiento, este debe ser revisado una vez al año, debe contar con material de apoyo como boletines para ser entregados a cada trabajador para que pueda tener acceso a información cuando lo requiera en su área de trabajo.

6.3.1. Políticas de normativas de capacitación de entrenamiento.

Todo trabajador de primer ingreso debe recibir capacitación sin importar la escala jerárquica, sobre el Sistema de Control de Higiene Enzimático.

Todo trabajador que se capacite se le deberá realizar una prueba escrita para comprobar el grado de aprendizaje.

El enfoque del contenido dependerá del puesto de trabajo.

6.3.2. Definición de matriz de capacitación por puesto.

Partiendo de la estructura organizacional, se requiere realizar una matriz de capacitación por puesto de trabajo ya que se encontrará que algunos temas se requerirán como conocimientos básicos para toda persona que tenga contacto directo con el proceso productivo.

Habrán otros temas muy importantes que el operador o auxiliar del área específica deberá conocer y manejar dichos temas puesto que serán su herramienta de trabajo diario y que será posible les salven la vida evitando la inhalación o contacto directo del detergente que contenga enzimas o la manipulación de las enzimas puras.

Será muy importante la investigación constante de nuevas materias primas que sustituyan las enzimas, incluyendo los daños adversos que conlleven dichos cambios en el proceso así también mantener en cuenta que en ese momento deben cambiar todo tipo de documento que exista, incluyendo la matriz de capacitación que se genere.

6.3.3. Detección de necesidades de entrenamiento.

El departamento de seguridad industrial, como el ingeniero y supervisores pueden requerir se coordine el entrenamiento cuando encuentren que el personal que ya fue capacitado está cometiendo errores en el uso de equipo de protección personal, manipulación de enzimas o bien en el manejo del reproceso o cualquier causa que afecte que el Sistema de Higiene Enzimático y de esta forma atente contra el bienestar físico del mismo o de sus compañeros.

6.3.4. Coordinación y programación de entrenamiento.

La programación de los entrenamientos se debe realizar en coordinación del departamento de seguridad industrial y la persona encargada de control de capacitación de la planta de Detergente en Polvo; se debe coordinar la fecha y la hora para los entrenamientos estos se deben publicar en la planta para que el personal asista a los entrenamientos.

Los entrenamientos no deben exceder de una hora para que sean interesantes para el trabajador, la instalación donde se imparte el entrenamiento debe ser confortable para que no se encuentren distracciones para el trabajador y no se logre el objetivo.

6.3.5. Certificación del capacitador.

El capacitar debe contener aptitudes para poder transmitir los conocimientos del tema que imparte, de tal forma que el receptor o el trabajador comprenda y aplique el contenido del tema en sus labores cotidianas, para ello es necesario que el capacitar cuente con una constancia donde indique que el está autorizado para poder capacitar y este debe ser avalado por el INTECAP o bien por la Universidad de San Carlos de Guatemala de la unidad de Pedagogía. La copia del certificado se debe adjuntar al expediente del capacitador.

6.3.6. Control, registro y seguridad de la información.

Es necesario que quede constancia que se imparte todo el conocimiento del sistema de Higiene Enzimático a las personas involucradas en el proceso, debido a que al momento de una auditoria por parte del ministerio de salud pública, instituto guatemalteco de seguridad social ó bien un ente certificador pueda ser demostrable que todo el personal conoce su entorno de trabajo y los lineamientos operacionales del mismo, todo registro de asistencia debe ser controlado y archivado del personal que en sus evaluaciones medicas han salido negativas de alguna sensibilización por un año.

Cuando las personas en su evaluación médica han salido positivas siendo sensible a la enzima Savinase estos registros deberán ser archivados por 5 años por tratarse de temas de salud y es el tiempo aproximado que una persona expuesta a alguna sustancia empieza a padecer de síntomas, está estipulado en las normas OHSAS 18,001 y la Organización Mundial de la Salud.

6.4. Programa de auditoria anual de higiene enzimático.

Las auditorias tienen que ser realizadas después de las actividades de mantenimiento, pero antes del arranque para asegurarse que no hay derrames de enzimas que prevalezcan después de los procesos de mantenimiento.

6.5. Seguimiento de resultados.

Los monitoreos de aire en los ductos deben ser presentados en cada turno al jefe inmediato para revisar resultados y si se encontrara un punto fuera de parámetro deberá revisar si alguna válvula fue cerrada por equivocación o si se presenta algún problema mecánico o eléctrico en el ventilador del sistema. El supervisor del área debe consolidar los datos obtenidos durante la semana y si cuenta con más de un punto fuera debe programar la limpieza del sistema, en caso persiste el problema deberá solicitar la ayuda del departamento de seguridad industrial para corregir el problema, si este no puede ser corregido debe interrumpirse el proceso de producción hasta que el sistema este operando bajo las condiciones de diseño.

6.6. Retroalimentación.

Todo el personal de la planta debe ser comunicado de los resultados que se obtengan durante los monitoreos a los sistemas de control de polvo y los resultados obtenidos por el laboratorio de la exposición de enzimas en el aire polvoso.

CONCLUSIONES

1. La capacidad del sistema actual de higiene enzimático no cumple con los estándares que establece el fabricante.
2. Dentro de las instalaciones de la planta de Detergente se encontró que los puntos de mayor riesgo, donde existe actualmente contacto regular con detergente en polvo y la gran mayoría detergente con enzimas siendo las áreas de procesos de post adition, área de granza, el mesanini donde se encuentra localizado los silos de empaque y em el área de empaque al final de la línea y área de reproceso.
3. No se encontró evidencia de control sobre el sistema de higiene enzimático en la planta, no se cuenta con parámetros de medición, por lo que se deja para consulta este trabajo de graduación con definiciones de cómo utilizar eficientemente dicho sistema.
4. Las áreas que son utilizadas para almacenaje y adición de enzimas deben contar con lineamientos estrictos para su manipulación, ya que un error puede producir problemas respiratorios lamentables, tal es el caso que los recipientes deben tratarse aún vacíos como si estuvieran llenos aún y tener un sistema de recolección especial.

5. Las áreas donde se produzcan derrames de detergente en polvo deben ser limpiados de inmediato, para que no se vuelva un problema mayor y se debe revisar la causa del derrame e investigar si este es recurrente y nunca se podrá utilizar escobas ni mangueras a presión, únicamente aspiradoras y trapeadores húmedos.
6. Se establecerán informes periódicos con los resultados obtenidos de las auditorias, contando con evidencia documentado de las auditorias que se realicen y serán dados a conocer al gerente de manufactura.
7. Es necesario que los trabajadores cumplan con las tareas que se les asigne para la limpieza programa y no programa del sistema de depolvoración para no exponerlos a un accidente ocupacional.
8. Cada trabajador debe conocer tanto el manejo de su maquina como el realizar cualquier otra tarea asignada dentro de su plan de trabajo, esto se logra en base a capacitación y entrenamiento que debe existir por puesto de trabajo y este dar un indicador de como esta preparado cada trabajador.
9. No existe ninguna evidencia documentada de si el sistema opero en buenas condiciones, se dejan para consulta lineamientos operacionales basados en las normas ISSO 9000 y OHSAS 18001.

RECOMENDACIONES

1. Cambiar el ventilador um filtro manga de mayor capacidad de manga, para lograr la velocidad de superficie requerida por el fabricante.
2. Dar a conocer a través de la gráfica las estadísticas el funcionamiento del sistema de higiene enzimático a todo el personal de la planta de Detergente.
3. Al operador encargado de realizar los monitoreos se le debiera brindar una copia de el documento que contenga la información de teoria de los elementos fundamentales, de la aplicación y de como se realizan los monitoreos y calibraciones de los equipos.
4. Capacitar al trabajador de cómo efectuar las operaciones de almacenaje y adición de enzimas, por lo menos cada seis meses.
5. Capacitar al trabajador de como realizar las operaciones de limpieza de derrames y vaciado de aspiradora por lo menos cada 6 meses.
6. Las auditorías debiera liderarlas el gerente de Seguridad Industrial y ser entregados los resultados por lo menos 24 horas después de finalizada cada auditoría.
7. El sistema de higiene enzimático debiera por lo menos limpiarse cada seis meses completo.

8. El personal operativo que no cumpla con los lineamientos operacionales establecidos después de ser capacitado, debería ser sancionado por incumplimiento a su integridad física y a la de sus compañeros.

9. Desarrollar los registros necesarios para que quede evidencia de los monitoreos y limpieza del programa del sistema de higiene enzimático y que éstos estén alineados sus parámetros con base a las normas internacionales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Castella, Jose Luis. Guía de introducción a los sistemas nacionales de seguridad y salud en el trabajo. Safe Work. OIT. 2002.
2. Castro, Roberto y Monge, Marjorie. Antología curso básico de SSO (sistema de seguridad ocupacional) para inspectores de trabajo. Cersso - Costa Rica, Agosto 2001.
3. Coreyo, German. Vigilancia Epidemiológica Ambiental. México, Organización Mundial de la Salud, Serie Vigilancia 1, 1988 p.17-27.
4. Hube, Martin. Tecnología de las enzimas, Editorial Acribas. Segunda edición, Zaragoza Espana, 1,990. p 3.
5. ISSO 9000-3:1997, Normas para la gestión de la calidad y aseguramiento de la calidad, parte 3, directrices para la aplicación de la Norma ISSO 9001:1994, al desarrollo, suministro, instalación y mantenimiento de soporte lógico.
6. Kirk, Raymond. Enciclopédia de Tecnología Química. Tomo VI. Editorial Uteha. España 1962.
7. Losada, Roberto. Monitoreo Ambiental de proteínas aeroalergenos. Lancet, 1969, Vol. 77, p. 635.
8. Oceano, Enciclopédia de la ciencia y la tecnologia. Tomo V. Ediciones Oceano, Barcelona, 1980.
9. OHSAS 18001:1999. Especificaciones de Sistemas de Administración de Seguridad y la Salud Ocupacional.

10. Perry. Manual del Ingeniero Químico, sexta edición. Tomo VI, Editorial McGraw-Hill, 1992. Pág. 20-27.

11. Vega, Silvia. Toxicología I. Cinética y efectos de los contaminantes tóxicos del ambiente. México, Organización Mundial de la Salud, 1985. p. 35-53.

Referencias electrónicas

ISSO 9000:1994 www.iso.ch (enero 2009)

Filtros de Manga. www.emision.com/1183.htm (enero 2009)

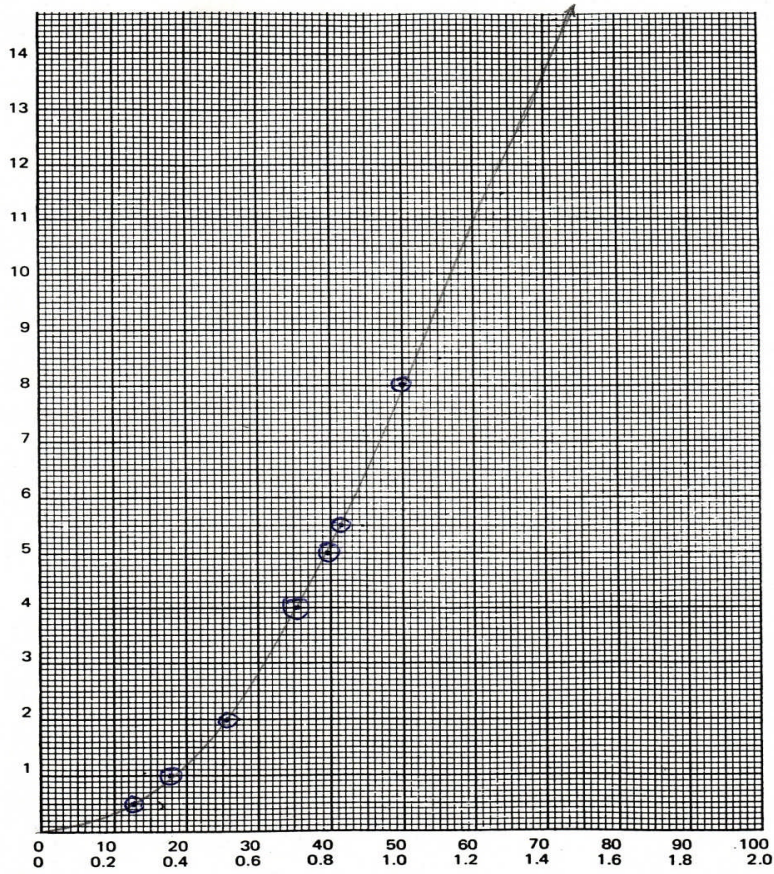
ANEXOS



TISCH ENVIRONMENTAL, INC.
 145 SOUTH MIAMI AVE.
 VILLAGE OF CLEVELAND, OH 45002
 513.467.9000
 877.263.7610 TOLL FREE
 513.467.9009 FAX

AIR POLLUTION MONITORING EQUIPMENT

CALIBRATOR ORIFICE STATIC PRESSURE
 ΔH - in. of H_2O (6)



Q_{STD} - cfm (7) or Q_{STD} - M³/min. (8)
 FLOW RATE

#0825

THIS PLOT IS IN (check one)
 cfm
 M³/min.
 They are NOT EQUIVALENT



TISCH ENVIRONMENTAL, INC.
 145 SOUTH MIAMI AVE.
 VILLAGE OF CLEVELAND, OH 45002
 513.467.9000
 877.263.7610 TOLL FREE
 513.467.9009 FAX
 WWW.TISCH-ENV.COM

AIR POLLUTION MONITORING EQUIPMENT

ORIFICE TRANSFER STANDARD CERTIFICATION WORKSHEET TE-5026A

Date - Aug 23, 2004 Rootmeter S/N 9833620 Ta (K) - 297
 Operator Jim Tisch Orifice I.D. - 0825 Pa (mm) - 750.57

PLATE OR VDC #	VOLUME START (m3)	VOLUME STOP (m3)	DIFF VOLUME (m3)	DIFF TIME (min)	METER DIFF Hg (mm)	ORFICE DIFF H2O (in.)
1	NA	NA	1.00	2.7070	0.7	0.50
2	NA	NA	1.00	1.9460	1.6	1.00
3	NA	NA	1.00	1.3730	3.1	2.00
4	NA	NA	1.00	0.9770	6.3	4.00
5	NA	NA	1.00	0.8730	7.8	5.00
6	NA	NA	1.00	0.8350	8.6	5.50
7	NA	NA	1.00	0.6880	12.5	8.00

DATA TABULATION

Vstd	(x axis) Qstd	(y axis)		Va	(x axis) Qa	(y axis)
0.9899	0.3656	0.7039	-----	0.9990	0.3690	0.4448
0.9888	0.5081	0.9954		0.9978	0.5127	0.6290
0.9868	0.7187	1.4078		0.9958	0.7253	0.8896
0.9826	1.0057	1.9909		0.9916	1.0150	1.2581
0.9806	1.1233	2.2259		0.9896	1.1336	1.4066
0.9795	1.1731	2.3345		0.9885	1.1838	1.4752
0.9743	1.4162	2.8156	-----	0.9833	1.4292	1.7792
Qstd slope (m) =		2.01104		Qa slope (m) =		1.25928
intercept (b) =		-0.03114		intercept (b) =		-0.01968
coefficient (r) =		0.99997		coefficient (r) =		0.99997

y axis = SQRT [H2O(Pa/760) (298/Ta)] y axis = SQRT [H2O(Ta/Pa)]

CALCULATIONS

Vstd = Diff. Vol [(Pa-Diff. Hg)/760] (298/Ta)
 Qstd = Vstd/Time

Va = Diff Vol [(Pa-Diff Hg)/Pa]
 Qa = Va/Time

For subsequent flow rate calculations:

Qstd = 1/m{ [SQRT (H2O(Pa/760) (298/Ta))] - b}
 Qa = 1/m{ [SQRT H2O(Ta/Pa)] - b}

