

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



“DISEÑO DE UN SISTEMA DE DESPOLVORIZACIÓN DE FILTRO DE MANGAS PARA REDUCIR EL NIVEL DE CONCENTRACIÓN DE POLVO EN EL ÁREA DE CHANCADO DE UNA UNIDAD MINERA - 2019”.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

MORAN SILVA IRWING RENATO

A blue ink signature of Moran Silva Irwing Renato.

SALINAS HURTADO EDGARDO ALBERTO

A black ink signature of Salinas Hurtado Edgardo Alberto.

A black ink signature of Dr. Espejo Peña Dennis Alberto.

Callao, 2021

PERÚ

Dr. Espejo Peña Dennis Alberto
Asesor

ACTA N° 073 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

LIBRO N° 001, FOLIO N° 099, ACTA N° 073 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

A los 08 días del mes diciembre, del año 2021, siendo las 10:20 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/wdy-xddb-bej> el **JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS** para la obtención del **TÍTULO** profesional de **Ingeniero Mecánico** de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

- | | | |
|-----------------------------------|---|------------|
| ▪ Dr. Juan Manuel Palomino Correa | : | Presidente |
| ▪ Dr. Nelson Alberto Díaz Leiva | : | Secretario |
| ▪ Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez | : | Miembro |
| ▪ Dr. Espejo Peña Dennis Alberto | : | Asesor |

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del **Bachiller SALINAS HURTADO, EDGARDO ALBERTO**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico sustenta la tesis titulada **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE DESPOLVORIZACIÓN DE FILTRO DE MANGAS PARA REDUCIR EL NIVEL DE CONCENTRACIÓN DE POLVO EN EL ÁREA DE CHANCADO DE UNA UNIDAD MINERA - 2019"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **15 (quince)**, la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018- CU del 30 de octubre del 2018.

Se dio por cerrada la Sesión a las 10:35 horas del día 08 del mes y año en curso.


.....
Dr. Juan Manuel Palomino Correa
Presidente de Jurado


.....
Dr. Nelson Alberto Díaz Leiva
Secretario de Jurado


.....
Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez
Vocal de Jurado


.....
Dr. Espejo Peña Dennis Alberto
Asesor

DEDICATORIA

A nuestros padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo nos han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcarnos el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios estará siempre con nosotros.

Agradecimientos

En primer lugar, nuestro agradecimiento a Dios que hace posible lo imposible.

Asimismo, nuestro total agradecimiento a nuestros padres, que nos guiaron y nos forjaron con esfuerzo y sacrificio.

A nuestros amigos por los momentos compartidos y por el soporte.

A nuestros maestros quienes nos impartieron sus conocimientos y sabios consejos.

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE DESPOLVORIZACIÓN DE
FILTRO DE MANGAS PARA REDUCIR EL NIVEL DE
CONCENTRACIÓN DE POLVO EN EL ÁREA DE
CHANCADO DE UNA UNIDAD MINERA - 2019”**

Índice

INDICE DE FIGURA	3
INDICE DE TABLAS	4
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1. Descripción de la realidad problemática.	12
1.2. Formulación de Problema	13
1.3. Objetivos	13
1.4. Limitantes de la investigación	14
II. MARCO TEORICO	15
2.1. Antecedentes:	15
2.1.1. Internacionales	15
2.1.2. Nacionales	20
2.2. Bases Teóricas	25
2.2.1. Importancia de un sistema de despolvorización.	25
2.2.2. Aspectos Granulométricos	26
2.2.3. Factores críticos de la Exposición al Polvo	27
2.2.4. Sistemas de Extracción	29
2.2.5. Componentes de un sistema de despolvorización	30
2.2.6. Etapas preliminares:	47
2.2.7. Procedimiento de diseño	47
2.2.8. métodos de diseño	48
2.2.9. Método de la presión dinámica	49
III. HIPOTESIS Y VARIABLES	51
3.1. Hipótesis	51
3.2. Definición conceptual de variables	51

3.3. Operacionalización de las variables	52
IV. DISEÑO METODOLOGICO	54
4.1. Tipo y diseño de investigación.	54
4.2. Método de la investigación	54
4.3. Población y muestra	55
4.4. Lugar de Estudio y periodo de desarrollo	55
4.5. Técnica e instrumentos de recolección de datos	56
4.6. Análisis y procesamiento de datos.	56
4.6.1. Introducción	56
4.6.2. Identificación de puntos generadores de polvo	57
4.6.3. cálculo de caudal	57
4.6.4. Dimensionamiento de ductos y accesorios	60
4.6.5 Cálculo de la densidad de aire corregida.	66
4.6.6. Cálculo de perdidas por fricción en sistema colector de polvo	67
4.6.7. Selección de colector de Polvo	75
4.6.8. Selección de Ventilador centrifugo	82
4.7. Simulación del sistema de despolvorización	83
4.7.1. Selección del software.	83
4.7.2. Acerca del software	83
4.7.3. Consideraciones para la simulación	84
4.7.4. Procedimiento para simulación	84
V. RESULTADOS	90
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	92
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	96
ANEXOS	98
MATRIZ DE CONSISTENCIA	98

INDICE DE FIGURA

Figura 1. Elementos de captación o campana	31
Figura 2. Sistema de ductos	34
Figura 3. Principio de funcionamiento del ciclón	36
Figura 4. Precipitación electrostática	37
Figura 5. Colector de polvo	38
Figura 6. Tubos alámbricos	38
Figura 7. Colector de polvo	39
Figura 8. mangas montadas	40
Figura 9. Instalación correcta de mangas	42
Figura 10. Colocación de canastilla	42
Figura 11. Ventilador centrifugo	44
Figura 12. Ventilador centrifugo	45
Figura 13. Grafico de perdidas por fricción	50

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tamaño de elementos contaminantes	27
Tabla 2. Rango de partículas que atrapan los colectores en micras	35
Tabla 3. Eficiencia de los colectores de polvo	43
Tabla 4. Operacionalización de las variables	53
Tabla 6. Valores de ancho y longitud de campana	62
Tabla 7. Valores recomendados para la velocidad de diseño de conductos	63
Tabla 8. Velocidad corregida	64
Tabla 9. Cálculo de pérdidas estáticas	71
Tabla 10. Tramos secundarios y principales	74
Tabla 11. Factor del material	76
Tabla 12. Factor de aplicación	76
Tabla 13. Especificaciones de colectores de polvo	78
Tabla 14. Factores de resistencia de tela	80

SIMBOLOGÍA

°: Grados de ángulo

°C: Grados Celsius

°F: Grados Fahrenheit

bar(a): bar, presión absoluta

CFM: Pies cúbicos por minuto

ACFM: Pies cúbicos por minuto, condición actual

SCFM: Pies cúbicos por minuto, condición estándar

cm: Centímetro

cm²: Centímetro cuadrado

Ec: Ecuación

ft/min: Pies sobre minuto

ft³/min: pies cúbicos por minuto

ft²: Pies cuadrados

ft: Pies

gal/min: Galón sobre minuto

gr/ ft³: Gramos sobre pie cúbico

gr/ m³: Gramos sobre metro cúbico

H.P.: Caballos de potencia

K: Kelvin

kg: Kilogramo

Kg/m³: Kilogramo sobre metro cúbico

kg/s: Kilogramo sobre segundo

kW: Kilowatts

kPa: Kilopascal

inH₂O: Pulgadas de columna de agua

L: Litros

L/s: Litros sobre segundo

m: Metro

m/s: Metro sobre segundo

m/s²: Metro sobre segundo cuadrado

mH₂O: Metros de columna de agua

m.s.n.m: Metro sobre el nivel del mar

m²: Metro cuadrado

m³/s: Metro cubico sobre segundo

m³: Metro cubico

μg: Microgramos

μg/m³: Microgramos por metro cúbico

mg: Miligramos

mm: Milímetros

mmH₂O: Milímetros de columna de agua

N: Newton

MPa: Megapascal

Pa: Pascal

Pa. s: Pascal por segundo

psi: Libra sobre pulgada cuadrada

psia: Libra sobre pulgada cuadrada, presión absoluta

psid: Diferencia de libra sobre pulgada cuadrada

psig: Libra sobre pulgada cuadrada, presión manométrica

RPM: Revoluciones por minuto

s: Segundos

ton/hr: Tonelada por hora

π : Numero pi

%: Porcentaje

RESUMEN

Un sistema de despolvorización se utiliza para purificar el aire y mantenerlo libre de polvo e impurezas que perjudiquen la salud de los trabajadores de una empresa minera. Trabaja reteniendo los polvos y otros contaminantes, solo dejando pasar el aire para ser liberado al ambiente.

El propósito de la investigación fue diseñar un sistema de despolvorización de filtro de mangas para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.

En toda unidad minera se produce bastante polución debido a la conminución de las rocas, en los procesos de chancado y molienda. Esta polución puede afectar la salud de los colaboradores produciéndoles enfermedades como la neumoconiosis, entonces al atacar este problema habremos contribuido con el bienestar de los trabajadores de la empresa, cuidando su bienestar y salud.

Nuestro trabajo se enmarcó en la línea de investigación tecnológica, de nivel descriptivo, enfoque cuantitativo, y diseño no experimental transversal.

La Metodología empleada fue de tipo analítico – sintético; logrando diseñar un sistema de despolvorización de filtro de mangas. Para esto subdividimos el sistema en sus partes, que son: los elementos de captación o campanas, conductos o ductos, colector de polvo y ventilador.

De nuestro estudio se concluye que el sistema de despolvorización de filtro de manga cumple la función de reducir considerablemente el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.

Palabras clave: Sistema de despolvorización, Filtro de mangas, Concentración de polvo.

ABSTRACT

A dedusting system is used to purify the air and keep it free of dust and impurities that harm the health of workers in a mining company. It works by retaining dust and other pollutants, only allowing air to pass to be released into the environment.

The purpose of the research was to design a bag filter dusting system to reduce the level of dust concentration in the crushing area of a mining unit.

In every mining unit there is a lot of pollution due to the comminution of the rocks, in the crushing and grinding processes. This pollution can affect the health of employees, producing diseases such as pneumoconiosis, so by attacking this problem we will have contributed to the well-being of the company's workers, taking care of their well-being and health.

Our work was framed in the line of technological research, descriptive level, quantitative approach, and non-experimental cross-sectional design.

The Methodology used was analytical - synthetic; managing to design a bag filter dedusting system. For this we subdivide the system into its parts, which are: the collection elements or hoods, ducts or ducts, dust collector and fan.

From our study, it is concluded that the sleeve filter dusting system fulfills the function of considerably reducing the level of dust concentration in the crushing area of a mining unit.

Keywords: Dusting system, Bag filter, Dust concentration.

INTRODUCCIÓN

La minería en general es vista como algo que daña y atrofia el medio ambiente, pues produce afecciones a la salud en las comunidades. En la actualidad gracias al desarrollo tecnológico se hace uso de equipos para minimizar esta situación.

Generalmente esto viene de las exigencias de la población hacia las empresas mineras. Y las empresas reconocen que deben implementar tecnologías para cuidar la salud de los trabajadores y del ambiente.

Esta investigación se ha realizado para una unidad minera ubicada en Cerro de Pasco, donde se observó una concentración elevada de polución en el área de chancado de la unidad minera, y como este puede afectar a la salud de los trabajadores. Ante esta situación vimos la necesidad de realizar el diseño de un sistema de despolvorización de filtro de mangas para reducir el nivel de concentración de polvo, ya que mediante este diseño se trata de contribuir diseñando el sistema de colección de polvo más adecuado para esta área de chancado.

La Metodología empleada fue de tipo analítico – sintético. Se enmarcó en la línea de investigación tecnológica, de nivel descriptivo, enfoque cuantitativo, y diseño no experimental transversal.

La presente investigación consta de los siguientes capítulos:

En el capítulo I, Planteamiento del problema, abarca la problemática presentada en la unidad minera, situada en la provincia de Cerro de Pasco.

En el capítulo II, Marco teórico, se desarrolló toda la teoría con respecto a los sistemas de despolvorización en especial al filtro de mangas, también teorías de cálculo. Se buscó investigaciones precedentes para la ayuda en el desarrollo de nuestra investigación.

En el capítulo III, Hipótesis y variables

En el capítulo IV, diseño metodológico, se hace referencia a la metodología que se empleó en la presente investigación. Se detalla tipo y diseño de investigación, población, lugar de estudio y finalmente técnicas de recolección de datos.

En el capítulo V, Se describen los resultados.

En el capítulo VI, Se desarrolló la discusión de los resultados se hace el contraste de los resultados, las hipótesis planteadas y los antecedentes.

En el Capítulo VII, Se describen las conclusiones

En el Capítulo VIII, Recomendaciones

Finalmente se detalla las referencias bibliográficas y la lista de anexos,

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática.

La presente investigación busca resolver la problemática presentada en una unidad minera, situada en la provincia de Cerro de Pasco, departamento de Cerro de Pasco. La situación ambiental en la zona de chancado de la unidad minera, que puede estimarse como deficiente, debido a las grandes concentraciones de polvo existentes en todo el entorno y zonas aledañas de esta área. Todo esto se debe a que no existe ninguna medida de prevención que trate de eliminar el polvo mineral que hay en el entorno, producto del proceso productivo.

Esta contaminación por polución que contiene material particulado de minerales en concentración de 35 gr/m^3 y tamaño de partículas hasta $20 \mu\text{m}$ siendo las más dañinas las de medida $10 \mu\text{m}$, la cual puede afectar la salud de los trabajadores de la planta y a los pobladores de las comunidades cercanas, produciéndoles enfermedades de tipo pulmonares. Por esta razón es necesario la realización de un proyecto que tuviera como finalidad reducir dicha polución mineral, realizando para esto el diseño de un sistema de despolvorización mediante un equipo colector de polvo tipo pulse jet que contiene filtro de mangas, para esta área de chancado. De esta manera se va a mitigar la emisión de material particulado al ambiente, y así reducir el impacto negativo que pudiese provocar este polvo mineralizado, teniendo como deseo mejorar las condiciones laborales para los trabajadores de la planta y su entorno.

Actualmente la mayor parte de las empresas industriales reconocen que deben implementar tecnologías limpias y poner medios para cuidar la salud de los trabajadores y del ambiente, muchas veces por convicción propia y otras por presión de la opinión pública o legislación.

1.2. Formulación de Problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo diseñar un sistema de despolvorización de filtro de mangas para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera?

1.2.2. Problema Especifico

- ¿Como dimensionar los elementos de captación para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera?
- ¿Como dimensionar el sistema de conductos para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera?
- ¿Como seleccionar el colector de polvo adecuado para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera?
- ¿Como seleccionar el ventilador más adecuado para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de despolvorización de filtro de mangas para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Dimensionar los elementos de captación para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.
- Dimensionar el sistema de conductos para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.

- Seleccionar el colector de polvo adecuado para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.
- Seleccionar el ventilador más adecuado para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.

1.4. Limitantes de la investigación

Limitante temporal: Debido a que pertenecemos a una empresa que brinda el servicio por el diseño, tuvimos que definir la fecha con la empresa minera para la toma de datos. y así se realizó la toma de datos en la fecha que nos indicó la minera para la visita.

Limitante espacial: Debido a que la mina se encuentra ubicada en el Porvenir - Cerro de Pasco en una zona de altura y algo alejada de la ciudad, el acceso. Entonces se podría decir que el acceso es algo complicado.

Limitante teórico: Debido a que no pertenecemos a la minera, sino hemos participado como una empresa tercera hemos tenido una mayor limitación al acceso de la información, así también la mayor parte de la información sobre el tema se encuentra en inglés.

II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes:

2.1.1. Internacionales

(GUERRERO, 2014), En su tesis titulada “Evaluación del control de emisiones de polvo en el área de la dosificadora de clinker y reducción del impacto local negativo a la salud de los trabajadores de la planta de molienda Holcim Latacunga” de la Universidad Estatal de Milagro, Ecuador, analiza y estudia el impacto negativo de las “emisiones de polvo” de una planta cementera en Ecuador, específicamente en un equipo (Dosificador de Clinker), tanto al medio ambiente como a las personas involucradas al proceso productivo, asimismo como conclusión propone la instalación de un filtro de mangas en los puntos que identifica como críticos en el dosificador, además menciona que en muchas fábricas de cemento los procesos de filtrado de polvo en diversos equipos se vuelve ineficiente puesto que las capacidades y demanda del producto de cemento, se incrementan conforme pasa el tiempo.

(ZAPATA, 2013) en su tesis titulada “Cálculo, diseño y fabricación de colector de polvo” cuyo objetivo fue Diseñar e implementar un equipo de control ambiental para procesos productivos, de transporte neumático y desfogue de contenedores el cual permita disminuir significativamente la contaminación del medio ambiente por la emisión de material particulado, obedeciendo así con las políticas internacionales relacionadas con la emisión y contaminación.

En el presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

- En base a la metodología de cálculo para el diseño y posterior fabricación del colector de polvo fue la adecuada y la más ajustada a la experiencia de las personas que se involucraron, y las necesidades que se tenían al inicio del proyecto.
- Según los resultados de la fabricación pudieron afirmar que el equipo está en capacidad de operar en una planta cementera o de concreto,

despolvando un equipo donde la contaminación emitida sea relativa a la capacidad del colector.

- De los resultados obtenidos se pudo afirmar que para el cálculo de un colector de polvo se debe hacer un estudio exhaustivo del área donde se presenta el problema ambiental, del espacio para ubicación del equipo, acometida neumática, y facilidad para instalación de succiones.
- Es muy importante tener claro las características del material a despolver, la temperatura del proceso, el tamaño de las partículas, resistencia a la abrasión y la calidad del aire para obtener un filtro eficiente con buenas condiciones de trabajo

El antecedente nos ayudó para el proceso de diseño y cálculo del colector de polvo.

(ORRALA, 2010) En su tesis titulada “Diseño de un sistema de extracción de material particulado de una planta de arena (trituración y clasificación de polvo)” de la Universidad Nacional del Cuenca, Ecuador, estudia el diseño de un sistema de extracción de material particulado el cual permita disminuir la concentración de este material en el ambiente, que se da por la trituración de piedra caliza, y con su simulación prueba en cuanto se reduce la concentración de polvo en el ambiente.

Se llegó a las siguientes conclusiones:

1.- El filtro de mangas es el más utilizado para la separación sólido-gas, capaces de retener partículas entre 30 a 50 micras, y dejar pasar las inferiores a 30 micras las cuales viajan con el aire, el mecanismo de limpieza es de eficiencia constante, cada ciclo de limpieza es de 250 ms con una frecuencia de 30s que por un flujo forzado de gas afloja las partículas que permanecen en las mangas.

2.- El principal problema del sistema desempolvado es el desbalance. Aspectos relacionados al desbalance son las diferentes presiones en las uniones de los ductos, y con esto sus diferentes velocidades de transporte generadas por las dimensiones actuales de la ductería. Las entradas de aire falso también tienen que ver con el desbalance y las campanas de captura, su ubicación y geometría.

3.- Se tiene una eficiencia de recolección a la salida de la tolva de 60% que indica una buena recuperación de materia prima que puede ser redepositado al proceso. En síntesis, el sistema diseñado controla las emisiones de partículas en un 90.71% y recupera materia prima o producto terminado en un 60% con 154.04 mmH₂O de caída de presión de gasto que determinan un buen funcionamiento y un consumo de energía reflejado en los 25HP de potencia del ventilador.

4.- Con el sistema implementado se logra contrarrestar el problema de contaminación de aire en la planta donde se realiza la trituración de la piedra caliza, con la ayuda del software Ansys se obtiene una emisión de partículas de 104.08ug/m³ manteniéndose en el límite permisible de 65 a 150 ug/m³ como lo determina la norma de Calidad del Aire. La cantidad de flujo de gas del compresor es de aproximadamente 90% de la cantidad de flujo filtrado., lo que permite obtener una recuperación de material del 2.5Ton/h.

5.- El software que se utilizó para este tipo de Simulación es el Ansys, debido a que no se trata de un programa especializado para resolver un tipo de problemas, sino que nos permitirá satisfacer muchas necesidades complejas de diseño y análisis. Donde se puede optimizar la recolección y plantear las mejoras a futuro antes de la implementación.

6.- El costo de inversión es del proyecto es de \$281,125.00 y el estudio de la factibilidad genera un VAN de 251,004.46 siendo este valor positivo mayor que cero, con una tasa interna de retorno del 12.04% que está dentro del 11-13% del rango permisible para proyectos privados, y con un costo/beneficio de 2.04 mayor que 1. Una vez cumplido los 3 criterios para la factibilidad se puede afirmar que el proyecto desde el punto de vista financiero resulta factible.

Esta tesis fue muy importante para del diseño de nuestro sistema de despolverización.

(BOLIVAR, 2007) En su tesis titulada “Diseño del Sistema Colector de Polvo para el Control Ambiental en los Bunkers de Cabo y Baño en el Área de Envarillado de CVG VENALUM” cuyo objetivo fue Diseñar los colectores de polvo para el Control Ambiental en los Bunkers de Cabo y Baño de Envarillado en CVG VENALUM, con el fin de disminuir los niveles de contaminación por polvo presente en esta área. Así mismo se llegó a las siguientes conclusiones:

Mediante la instalación de un sistema colector de polvos eficiente en los Bunkers de envarillado, se puede disminuir el grado de contaminación al que esta sometido el personal en esta área y las adyacente a ellos, esto representa para la empresa un aumento de la productividad del personal y menores costos por concepto de atención médica y ausencia por reposo.

A demás, al mantener el área de trabajo limpia libre de acumulaciones de Polvillo de Baño y otros contaminantes se podrá hacer mejor el trabajo.

Al definir el caudal de aire a ser manejado se logra la captura eficiente de los contaminantes que aquí se encuentran por causa de las operaciones de trabajo en dicha área y en base al cálculo del caudal se seleccionó cada parte del sistema.

De ello resulto que la campana a utilizar es del tipo (Techo o Suspendida), el sistema de ductos este compuesto en su mayor parte por tuberías circulares de 400 mm = 15,75pulg. A 800 mm = 31,50 pulg. de diámetro, manteniendo una velocidad de transporte de 3500fpm, el equipo colector es de filtro de mangas con dimensiones de 117mm =4,61 pulg. De diámetro y 3125 mm. = 10,25 pie de longitud, el ventilador es del tipo centrifugo, para los bunkers 1 y 2 deberá manejar 76.896,82 cfm a 3pulg. de C.A. y para los bunkers 3 y 4 deberá manejar 68.171,47 cfm a 8 pulg. de C.A.

Se tuvo que medir la velocidad del viento en la entrada de los bunkers, para poder definir la velocidad de captura del contaminante, para calcular el flujo de aire se utilizó una campana elevada. Se dispuso la campana encima de donde se para el camión a cargar el material, porque se observó que normalmente el polvo se dispersa hacia la parte alta de este, además así se logra que las distancias de control

queden en dirección de la fuente del contaminante. No se pudo confinar el punto de emisión de polvo o contaminante, debido a que, la operación de descargue y cargado del material requiere espacio abierto para el manejo del camión como del payloader.

Por medio de la observación directa y el trabajo realizado, se lograron establecer las siguientes conclusiones:

Permitirá una operación de trabajo más eficaz y mejorará el desempeño, aportará enseñanzas y conocimientos técnicos generando así mayor seguridad al personal que labora en esta área y de la misma forma CVG VENALUM estará cumpliendo con las normas de seguridad vigentes, (Normas COVENIN).

Finalmente, este sistema reducirá los niveles de contaminación ambiental y a su vez evitará enfermedades respiratorias en los trabajadores logrando con esto disminuir el de riesgos a posibles accidentes y exposición de los trabajadores a los gases existentes en el área de trabajo.

Los ventiladores que fueron seleccionados de acuerdo con los valores obtenidos pueden manejar el volumen de aire y la presión necesaria por el sistema, lo cual indican un buen desempeño de los mismos.

El sistema colector de polvo se inicia con un ducto principal, del cual salen ramales secundarios, a través de los cuales, se transporta el polvo atrapado por las campanas, hasta la casa de mangas.

Una vez filtrado el aire, pasa por el ventilador que se encarga de desplazarlo hasta la chimenea de descarga.

La limpieza de los elementos filtrantes o mangas es por medio de la inyección instantánea de aire a presión (pulse jet) en sentido contrario al flujo de aire contaminado. Este al pasar por el Venturi produce un arrastre del aire que se encuentra en la cámara limpia, inflando la manga y desprendiendo el polvo adherido por la parte exterior.

El sistema contara con paneles de control local para la operación de la casa de mangas, que ajusta automáticamente y por variaciones en la presión diferencial, los tiempos de disparos de las válvulas de diafragma, que permiten el paso del aire de limpieza.

Todo el sistema, para el control de la contaminación, será instalado en los bunkers del área de envarillado de CVG VENALUM.

2.1.2. Nacionales

(YABAR, 2020) en su tesis titulada “Sistema de mitigación de polvo de mineral de hierro en el área de chancado del sector de San Nicolás-Marcona”. Cuyo objetivo de esta investigación fue demostrar la disminución en la polución ambiental y exposición ocupacional mediante la sistematización del proceso de mitigación de polvo de hierro en el área de chancado del sector de beneficio San Nicolás de la empresa minera Shougang Hierro Perú S. A. A. El estudio se desarrolló bajo la metodología de tipo aplicativo, llegándose a demostrar, mediante monitoreo ambiental de partículas suspendidas, la relación causal entre polución ambiental y exposición ocupacional.

Así mismo de acuerdo El estudio se desarrolló bajo la metodología de tipo aplicativo, llegándose a demostrar, mediante monitoreo ambiental de partículas suspendidas, la relación causal entre polución ambiental y exposición ocupacional. Se llego a las siguientes conclusiones de acuerdo con los productos adquiridos de la indagación, se infirió que el sistema de mitigación de polvo de hierro es eficiente en lograr la minimización de la polución ambiental y exposición ocupacional.

1. Se determino la eficacia del mencionado sistema.
2. Con el sistema implementado se redujo la exposición del personal en el interior del área de chancado al material particulado, sin exceder los límites del polvo respirable (3 mg/m^3) ni los límites del polvo inhalable (10 mg/m^3).
3. Se verifico la reducción del límite máximo permisible para la calidad de aire de $500 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ en las instalaciones de la planta chancadora.

4. Se demostró la posibilidad de reducción de registro de enfermedades ocupacionales en los trabajadores.

El antecedente nos ayudó a conocer acerca de los efectos patológicos del polvo en la minería, los valores admisibles de polvos que contaminan el aire y como un sistema de mitigación o colección de polvo es eficiente para minimizar la concentración de polvo.

(COYLA, 2020) en su tesis titulada “diseño de un sistema de aspiración localizada para mejorar el proceso de control y aspiración de material particulado en la empresa confecciones paz Perú – Arequipa” cuyo objetivo de esta investigación fue Diseñar un sistema de aspiración localizada que mejore el proceso de control y aspiración de material particulados en la empresa confecciones paz Perú Arequipa -2020. El estudio se desarrolló bajo la metodología de investigación cuantitativa que consistió en la recopilación de información del sector mediante fuentes primarias y secundarias, a partir de los cuales se tomaron los primeros datos para conocer los impactos en forma cuantitativa producidas dentro de la empresa, por lo que llego a las siguientes conclusiones:

PRIMERA: Se lograron las metas propuestas, los análisis técnicos y técnicos y los resultados en cada uno de los dispositivos arrojaron resultados en términos de aceptación, confiabilidad y eficiencia para el diseño.

SEGUNDA: El diseño del sistema de recolección de polvo centralizado mejorará en gran medida las condiciones de trabajo ya que las velocidades de transporte estarán más cerca de los límites establecidos en las regulaciones nacionales, reduciendo los problemas de obstrucciones y creando un mejor ambiente de trabajo.

TERCERA: La campana diseñada cumplirá con las expectativas esperadas, ya que su efectividad en la recolección de polvo es excelente y evita que las partículas se suspendan. Esto se debe al diseño y disposición de la campana colectora central, que facilita la extracción de polvo y evita que se expanda alrededor de la trituradora y a lo largo de la cinta que transporta la unidad de piso.

CUARTA: Los beneficios de implementar el sistema de extracción se verán reflejados en un aumento de la producción y en el cumplimiento de las leyes ambientales y las normas de seguridad. Los costos del diseño del sistema de aspiración localizada de material particulado en la empresa Confecciones Paz Perú Arequipa son de 2903.63.

(SARMIENTO, 2020) en su tesis titulada “Diseño de un sistema de colección de polvo para chancado secundario en una planta concentradora de cobre” cuyo objetivo de esta investigación fue reducir la cantidad de polvo en el ambiente desde $140,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mediante la instalación de un sistema de colección de polvo, de esta manera cumpliendo con lo impuesto en el decreto supremo D.S. 074-2001-PCM, reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire. En la cual se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Utilizando el sistema de colección mencionado se logró reducir la cantidad de polvo en el ambiente desde un valor de $140000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de aire hasta un valor de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de aire, garantizando que se cumplirá lo establecido en el decreto supremo D.S. 074-2001-PCM, reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire.
2. Se tendrán cinco puntos de colección de polvo por chancadora secundaria, dos puntos de colección en la faja transportadora, dos puntos de colección en la chancadora secundaria y un punto de colección en el chute de transferencia.
3. Cada punto de colección en la faja transportadora tiene un flujo de colección de $0.939 \text{ m}^3/\text{s}$, cada punto de colección en la chancadora secundaria tienen un flujo de colección de $0.87 \text{ m}^3/\text{s}$ y el punto de colección en el chute de transferencia tiene un flujo de colección de $2.16 \text{ m}^3/\text{s}$.
4. Se seleccionaron los perfiles estructurales de acuerdo a lo indicado en la tabla 11, siendo el perfil con un mayor ratio de esfuerzo el HSS4x4x1/4, utilizado en los soportes N°5 y N° 6 de la estructura soporte N °1.
5. El colector de polvo a usar en el sistema de colección de polvo es de la marca CAMFIL modelo GSX24, el ventilador del colector de polvo es de la marca “The New York Blower Company” siendo el modelo 308, el cual tiene una potencia

eléctrica de 45 HP.

6. La bomba centrífuga a usar en el sistema de alimentación de agua es de la marca GOULD PUMP, modelo 3196/HT3196 2x3-13, el motor eléctrico de la bomba tiene una potencia eléctrica de 25 HP.

7. La bomba sumidero sumergible a usar en el sistema de transporte de la mezcla polvo-agua es de la marca GOULD PUMP, modelo API 3171 2.5x3-8, el motor eléctrico de las bombas tiene una potencia eléctrica de 7.5 HP

8. El secador a utilizar en el sistema de aire comprimido es de la marca ATLAS COPCO, modelo CD 60 y el depósito de aire tiene una capacidad de 2 m³.

9. El presupuesto de la disciplina mecánica tuberías para el proyecto es de 875,900.00 dólares.

(CHIPANA, 2018) en su tesis titulada “Diseño del sistema de captación de polvo centralizada para control del impacto ambiental en la Sociedad Minera Corona”. Cuyo objetivo de esta investigación fue Diseñar un sistema de captación de polvo centralizada para el control del impacto ambiental en la Sociedad Minera Corona. El estudio se desarrolló bajo la metodología de investigación cuantitativa, por lo que llegó a las siguientes conclusiones:

1. Durante los diagnósticos de la situación del sistema de chancado existente relacionados con las áreas del proyecto, se llegó a la conclusión de que era necesario realizar propuestas de diseño de los colectores de polvo centralizado.

2. El diseño del sistema de captación de polvo centralizado, permitió mejorar considerablemente las condiciones de trabajo, ya que las velocidades de transporte fueron más cercanas a la de los límites establecidos en las normas nacionales, disminuyendo los problemas de taponamientos y creando un mejor ambiente de trabajo.

3. La campana diseñada cumplió con las expectativas esperadas, ya que su eficacia en la recogida del polvo fue sobresaliente, evitando que los 4,95 kg/minuto recogidos se pongan en suspensión. Esto fue debido a la construcción y disposición de la campana de captación centralizada que favorece la recogida fácil del polvo evitando que este se expanda por el entorno de la chancadora y a lo largo de la cinta que transporta el árido molido.

4. En el análisis de granulometría se determinó que el diámetro de la partícula se encuentra dentro de un rango de (14-15) μm y cuya densidad es de 42,575 lbm/pie^3 . Estando este valor muy cercano a los valores obtenidos en el laboratorio.

5. El ventilador seleccionado es el modelo con las siguientes características: $Q = 0,176 \text{ MMm}^3/\text{h}$; $\Delta P = 2,034 \text{ psig}$.

6. Mediante este diseño, resaltar la ventaja económica que supone recoger una cantidad diaria de polvo (2 400 $\text{kg}/\text{día}$), que antes se diluía en la atmósfera creando situaciones altamente salubres en el entorno de la chancadora.

7. Se ha utilizado el software de diseño SOLIWORKS para la esquematización en 2D de los planos de instalación de los sistemas de extracción de los polvos metálicos en suspensión de la sección de chancado.

El antecedente nos ayudó en los pasos para el diseño de un colector de polvo, fue de gran ayuda su memoria de cálculo y selección.

Determinar las necesidades de ventilación de la nave de despacho de concentrado.

Proponer las modificaciones e instalaciones necesarias para mejorar la captación de polvo y la ventilación, de tal manera de lograr estándares aceptables de exposición a contaminantes.

Esta tesis nos ayudó con información valiosa para el marco teórico.

(ARROYO C., 2001), en su trabajo sobre “Mejoramiento del sistema de captación de polvo y ventilación en una planta minera” presentado en el II Congreso Internacional de medio ambiente, cuyo objetivo fue:

- Determinar el grado de eficiencia de los sistemas de captación de polvo de la fase de chancado y la performance de los colectores de polvo correspondiente.
- Determinar las necesidades de ventilación de la nave de despacho de concentrado.
- Proponer las modificaciones e instalaciones necesarias para mejorar la captación de polvo y la ventilación, de tal manera de lograr estándares aceptables de exposición a contaminantes.

Llego a las siguientes conclusiones:

1. El sistema de ventilación de la Fase de Chancado no estaba trabajando adecuadamente, presentando las siguientes deficiencias:

- Baja velocidad de captura de polvo en muchas de las campanas.
- Baja velocidad de transporte de polvo en ductos.
- Colector de polvo N° 1 sobrecargado en exceso, presentando frecuentemente rotura de mangas.

Las causas de las deficiencias presentadas fueron:

- Incremento de la producción de la mina (en un 50%).
- Incremento del polvo fino en el material extraído (por la profundización de la mina).
- Baja de rendimiento mecánico de la maquinaria por los años de uso.
- Deficiencias en la operación del sistema (principalmente la apertura de compuertas).

2. El sistema de ventilación fue bien diseñado para las condiciones iniciales de la mina; pero ya no trabaja bien para las actuales condiciones y requiere ser rediseñado con modificaciones acordes a las actuales exigencias de control ambiental y salud ocupacional.

3. Las mejoras planteadas permitirán reducir paulatinamente las emisiones fugitivas de polvo hasta niveles aceptables desde el punto de vista de la salud ocupacional.

4. La nave de despacho de concentrado tiene una ventilación muy insuficiente, resultado de lo cual es la alta concentración de CO presente dentro de dicho ambiente, como consecuencia de las emisiones del Payloader. Esta nave requiere la instalación de un sistema de ventilación por inyección de aire a presión positiva, a fin de diluir los contaminantes en su interior.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Importancia de un sistema de despolvorización.

El sistema de despolvorización es el principal componente para lograr un aire más limpio, es un sistema que mejora la calidad del aire liberado por procesos industriales mediante la recolección de polvo y otras impurezas de un gas o aire.

(ORRALA, 2010) comenta acerca de la evolución del sistema de despolvorización con colector de polvo

La primera aplicación de un equipo para controlar la contaminación de aire fue a mediados del siglo pasado. El propósito no era controlar la contaminación ambiental, sino la necesidad de mantener limpio el lugar de trabajo, evitando que sea afectada la eficiencia de los trabajadores. El motivo de mantener el medio ambiente limpio era secundario. El primer colector de polvo era una simple estructura de ladrillo usando filtros de tela, y funcionaba similar a una aspiradora doméstica. La forma actual ha sido usada a lo largo de los últimos 50 años con los mejoramientos principales en las áreas de los mecanismos de limpieza y en la tecnología en los materiales de los filtros(pág.16)

2.2.2. Aspectos Granulométricos

Según (HUARACA, y otros, 2009)

Las partículas mineralizadas de tamaño inferior a 2.5μ presentan mayores tiempos de residencia, con diferencia respecto a las de mayor tamaño. Esto hace que a menudo se estudie la distribución de estas partículas, que pueden tener procedencias remotas. Otra cuestión, que afecta especialmente a la salud, es que las partículas de tamaño inferior a 10μ son capaces de alcanzar las zonas más profundas del sistema respiratorio (alveolos pulmonares). Las de tamaño mayor suelen quedar retenidas en el tracto respiratorio alto y tienden a depositarse con mayor facilidad (partículas sedimentables); el principal problema que plantean es de suciedad, que puede combinarse con otros fenómenos, como puede ser su alteración en contacto con el agua generando compuestos de mayor o menor toxicidad ambiental. Los tamaños de las partículas que contaminen el aire son su mejor descriptor y varios de los equipos de control se seleccionan por esta característica. A continuación, se presenta la tabla N° 1 en la que se establecen los tamaños de algunos elementos contaminantes del aire. (pág. 36)

Tabla 1. Tamaño de elementos contaminantes

CONTAMINANTE O MATERIAL	RANGO DEL TAMAÑO EN MICRAS
Lluvia	1000 a 10000
Rocío	100 a 1000
Niebla	0.001 a 10
Nubes	12 a 90
Vapores	0.001 a 1
Polvos minerales	0.05 a 100
Virus	0.006 a 0.09
Humo de cigarro	0.01 a 1
Humo de petróleo	0.05 a 1
Sílica coloidal	0.03 a 0.08
Polvo atmosférico	0.001 a 80
Bacterias	0.5 a 50

Fuente: Huaraca (2009).

2.2.3. Factores críticos de la Exposición al Polvo

Según (BOLIVAR, 2007), “Los problemas asociados con los distintos tipos de neumoconiosis están influenciados por cuatro factores críticos que se relacionan directamente con la exposición al polvo” (pág. 57).

Estos son los siguientes:

1. Tipos de Polvo
2. Duración y Efecto de la Expansión
3. Concentración de Polvo en el Aire
4. Tamaños de las Partículas

Tipos de Polvo

Los polvos industriales pueden ser clasificados en dos categorías muy amplias:

1. Orgánicos
2. Inorgánicos

Los polvos orgánicos se clasifican:

1. Metálicos y 2. No Metálicos

Los no metálicos se pueden subdividir según contengan o no sílice.

Finalmente, los polvos conteniendo sílice se clasifican en Cristalinos y Amorfos.

2.2.3.1. La Neumoconiosis.

El termino neumoconiosis, proviene de Neuma= Aire y Conios=Polvo. Es una enfermedad producida por la inhalación y depósito de polvo en los pulmones.

Según (HUARACA, y otros, 2009)

Se define como la “Acumulación de polvo en los pulmones y la reacción tisular patológica ante su presencia”. Las neumoconiosis se pueden clasificar en: Silicosis, Siderosis, Silicatosis (incluye la Asbestosis), neumoconiosis de los trabajadores del carbón. También se podría considerar el cáncer al pulmón por inhalación de la sílice.

En la actualidad es un problema importante de salud entre los trabajadores y en la comunidad minera. Es bien conocido que la relación entre la exposición a los polvos minerales y los efectos sobre la salud que produce dependen de la dosis acumulada, es decir, de la concentración del polvo en el aire y de la duración de la exposición y también del tiempo de permanencia de este polvo en los pulmones. Así mismo se sabe que existe un periodo de latencia entre el inicio de la exposición y el comienzo de las manifestaciones clínicas que puede ser más o menos largo dependiendo del tipo de neumoconiosis (pág. 38).

2.2.3.2. Efectos patológicos del polvo en la minería

Para Martínez, Quero, Isidro y Rego (2001),

estas nubes de partículas, en principio, debido a su composición, disminuyen la iluminación ambiental, ocasionando daños en la salud. Este efecto ocurre por el tamaño de las partículas y por la combinación de distintos elementos. Las partículas tienen diferentes tamaños, lo que les permite mantenerse en el aire, por efecto de la fuerza de sustentación, donde las de menor dimensión y densidad son arrastradas por mayores recorridos y tiempo. Una vez que el viento baja su velocidad, las partículas tienden a caer al suelo.

Para constituyentes de poca densidad y dimensiones inferiores a 2.3 mg/m, las partículas se mantienen por un tiempo relativamente mayor en el aire, lo que permite que sean inhaladas por los seres vivos, produciendo efectos sobre su salud. Cuando las partículas están por debajo de un valor de 10 mg/m, son absorbidas de manera más fácil y continua, con la posibilidad de producirse perturbaciones de alcance significativo.

El valor del límite máximo permisible para conservar la calidad del aire, dispuesto por la normativa nacional, es de 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para las partículas en suspensión. Para una concentración media aritmética diaria, mediante los monitoreos PM-10 realizados en nuestro caso, se determinó que la concentración supera ese límite, lo que evidencia la necesidad de medidas de control para la optimización del aire.

2.2.4. Sistemas de Extracción

Para Bolívar (2007, pág.44) “Los sistemas de extracción se utilizan para el control de las emisiones sólidas al ambiente. Están basados en el principio de capturar el contaminante en o muy cerca de su origen, siendo el método más utilizado por ser el de mayor eficiencia y de menor costo inicial”.

Los sistemas de extracción se clasifican en dos grupos genéricos:

1. Sistema de Extracción General.
2. Sistema de Extracción Localizada.

2.2.4.1. SISTEMA DE EXTRACCIÓN GENERAL:

(BOLIVAR, 2007) nos comenta acerca del sistema de extracción general a continuación:

Puede emplearse para el control del ambiente térmico y/o para eliminación de contaminantes generados en un área, mediante el barrido de un espacio dado grandes cantidades de aire. Cuando se emplean para el control de los contaminantes (Sistemas de Dilución) estos deben mezclarse con una cantidad de aire suficiente para que la contaminación se reduzca hasta niveles seguros, normalmente el aire contaminado se descarga a la atmósfera. (pág. 49)

2.2.4.2. SISTEMA DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA:

(BOLIVAR, 2007) nos comenta brevemente sobre el sistema de extracción localizada a continuación:

Se basan en al principio de captura del contaminante en o muy cerca de su origen. Es el método de presencia porque es el de mayor eficacia y al emplear caudales más pequeños reduce en menores costos de calefacción con respecto a los elevados requeridos por los sistemas de extracción. (pág. 49)

2.2.5. Componentes de un sistema de despolvorización

Los Sistemas de colección de polvo se componen de cuatro tipos de elementos básicos:

1. Las Campanas o Elementos de Captación
2. Sistema de Ductos
3. El Separador de Polvo o Depurador
4. El Ventilador

El objetivo del elemento de captación o campana es captar los contaminantes atrapándolos con una corriente de aire dirigida hacia dicho elemento, que en lo sucesivo se denomina campana.

Para transportar el aire contaminado hasta el depurador, cuando existe, ó hasta el ventilador, es necesario disponer de un sistema de ductería. En el depurador el contaminante es separado del aire. El ventilador a de vencer todas las perdidas debido al rozamiento, la entrada de la campana y las uniones de ductos y al mismo tiempo producir el caudal de aire previsto (Bolivar, 2007).

A la salida del ventilador existe habitualmente un ducto de salida (Chimenea) dispuesto de tal forma que el aire descargado por él no sea reintroducido en el local ó sitio de trabajo por la impulsión del aire en el mismo.

2.2.5.1. Elementos de Captación o Campanas

Según (GOBERNA, y otros, 2019)

“La campana es el punto de entrada al sistema de extracción, y le daremos dicho nombre independientemente de cuál sea su configuración física. La función esencial de la campana es crear un flujo de aire que capture eficazmente el contaminante y lo transporte hacia la campana” (pág. 43)



Figura 1. Elementos de captación o campana

2.2.5.1.1. Parámetros de diseño de campanas o elementos de captación

La captación y control de los contaminantes se efectúa por el flujo de aire producido por la campana. El movimiento del aire hacia la abertura de esta ha de ser lo bastante intensa como para mantener controlado al contaminante hasta que alcanza la campana. Los movimientos del aire generados por otras causas pueden distorsionar el flujo inducido por la campana y requerir caudales de aire superiores a fin de superar dichas distorsiones. La eliminación de las posibles causas de esos movimientos de aire es un factor importante para lograr un control efectivo del contaminante sin tener que recurrir a caudales de aspiración excesivos e incurrir en los elevados costes asociados a ellos. (GOBERNA, y otros, 2019 pág. 47)

Entre los orígenes importantes de movimiento de aire se encuentran.

- Los procesos a alta temperatura o las operaciones que generan calor, que dan lugar a corrientes de aire de origen térmico.
- Movimiento de la maquinaria, como muelas de desbarbado, cintas transportadoras, etc.
- Movimiento de materiales, como en la descarga de volquetes o el llenado de recipientes.
- Movimiento del operario.
- Corrientes de aire en el local (que se consideran habitualmente en 0,25m/s, pero pueden ser mucho mayores).
- Movimiento rápido del aire producido por equipos de enfriamiento o calentamiento localizado.

La forma de la campana, su tamaño, localización y caudal de aire son las principales variables de diseño.

2.2.5.1.2. Velocidad de captura:

Se denomina velocidad de captura a la velocidad mínima del aire, producida por la campana, que es necesaria para capturar y dirigir hacia ella el contaminante. La velocidad de aire lograda es función del caudal del caudal de aire aspirado y de la forma de la campana (GOBERNA, y otros, 2019).

Las campanas que aspiran caudales de aire excepcionalmente elevados (por ejemplo, las grandes campanas laterales empleadas para el desmoldeo en las fundiciones) pueden requerir caudales de aire menores que los que se deducen de las velocidades de captura recomendadas para campanas pequeñas. Este fenómeno puede atribuirse a:

- La presencia de grandes masas de aire en movimiento en dirección a la campana.
- El hecho de que el contaminante permanezca bajo la influencia de la campana durante un tiempo mayor que en el caso de campanas pequeñas.
- El hecho de que un caudal elevado proporciona una dilución considerable, tal como se ha expuesto anteriormente (GOBERNA, y otros, 2019).

2.2.5.1.3. Determinación del caudal de aspiración:

El aire se mueve hacia la boca de aspiración de una campana desde todas las direcciones, salvo por las limitaciones fijadas por la existencia de pantallas deflectoras, paredes y otros impedimentos físicos. Para una cabina, la velocidad de captura en su abertura es el cociente de dividir el caudal de extracción por el área de la abertura. La velocidad de captura en cualquier punto exterior a la campana será la que corresponda a la

superficie de igual velocidad que pasa por ese punto para el caudal de aspiración empleado (GOBERNA, y otros, 2019).

2.2.5.2. Sistema de ductos

El sistema de ductos y la chimenea son los encargados de transportar el aire particulado o contaminado hasta el equipo colector. Generalmente, los conductos son de sección transversal circular, debido a que la distribución de las velocidades es más homogénea, evitando la deposición de material y debido a que una sección circular soporta mayor presión estática que una sección rectangular de igual magnitud. (BOLIVAR, 2007)

“Las velocidades recomendadas en los conductos dependen de la granulometría y peso del polvo a capturar y de la humedad. La velocidad óptima económicamente suele encontrarse entre 15 y 20 m/s” (BOLIVAR, 2007 pág. 54).



Figura 2. Sistema de ductos

2.2.5.3. El separador de polvo o depurador:

Conocido también como colector de polvo, el cual es el encargado de realizar la filtración, separando el polvo del aire.

2.2.5.3.1 Condiciones para seleccionar equipos colectores de polvo

(HUARACA, y otros, 2009) nos muestra cuales serían las condiciones para seleccionar equipos colectores de polvo.

Para seleccionar el mejor equipo colector para un contaminante como el polvo, se deben conocer muy bien las características de las emisiones, que ya se obtuvieron y están descritas en la tabla N° 3, por lo tanto, los equipos colectores de polvo se pueden relacionar fundamentalmente con el tamaño de partículas que pueden capturar. A continuación, se presenta una tabla con información aproximada de los tamaños de partículas que pueden ser atrapadas por diferentes equipos de control.

Tabla 2. Rango de partículas que atrapan los colectores en micras

Equipo	Rango de partículas que atrapa en micras
Precipitadores electrostáticos	0.01 a 90
Filtros de papel	0.01 a 100
Filtros de tela	0.005 a 8
Lavadores de gases	0.05 a 90
Separadores centrífugos	0.05 a 100
Cámaras de sedimentación	5 a 100

Fuente: Vega (2007).

A continuación, se hace una descripción de los equipos más usuales en control de polvos y gases.

2.2.5.3.2. Ciclones

La operación del ciclón es muy simple y los hay de baja ó alta energía. Estos equipos utilizan la fuerza centrífuga para hacer que las partículas se adhieran a una de sus paredes, en donde éstas caen a una tolva receptora. Pueden captar con 95 % de eficiencia partículas de 50 micras, cuando su diámetro es pequeño, porque la fuerza centrífuga es mayor que con diámetros grandes. A estos equipos se les puede inyectar agua y volverlos húmedos con lo que su eficiencia aumenta notablemente, pues llegan a captar polvo de 5 micras con 95 % de eficiencia.

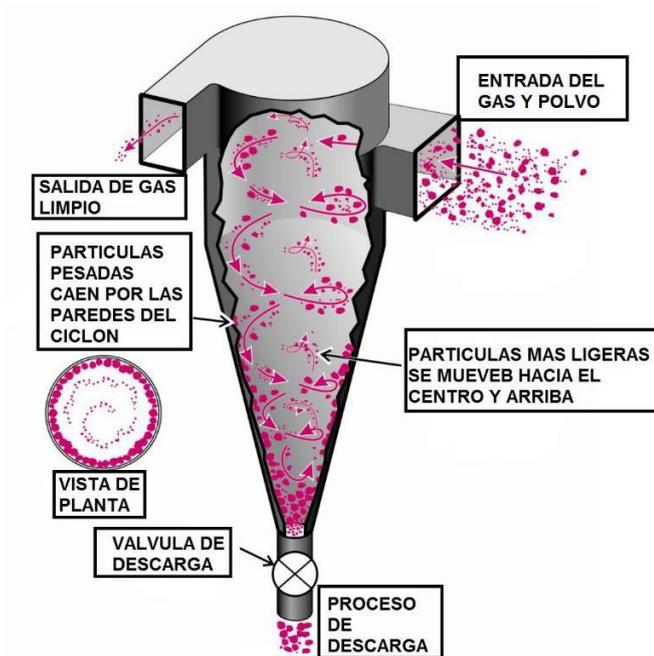


Figura 3. Principio de funcionamiento del ciclón
Fuente: (NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, 2012).

2.2.5.3.3. Precipitador electrostático

Es un equipo de muy alta eficiencia que funciona al ionizar las partículas contaminantes, posteriormente éstas pasan entre unas placas con carga contraria a la de la ionización por lo que se adhieren a éstas. Cuando las placas se encuentran impregnadas con los contaminantes son descargadas y sacudidas para que los contaminantes caigan a una tolva inferior. Los precipitadores electrostáticos son los equipos más eficientes para el control de partículas de menos de 0.2 micras con eficiencia superior a 99%, y pueden

manejar grandes volúmenes. Sus mayores desventajas son su costo y que no pueden manejar sustancias explosivas.

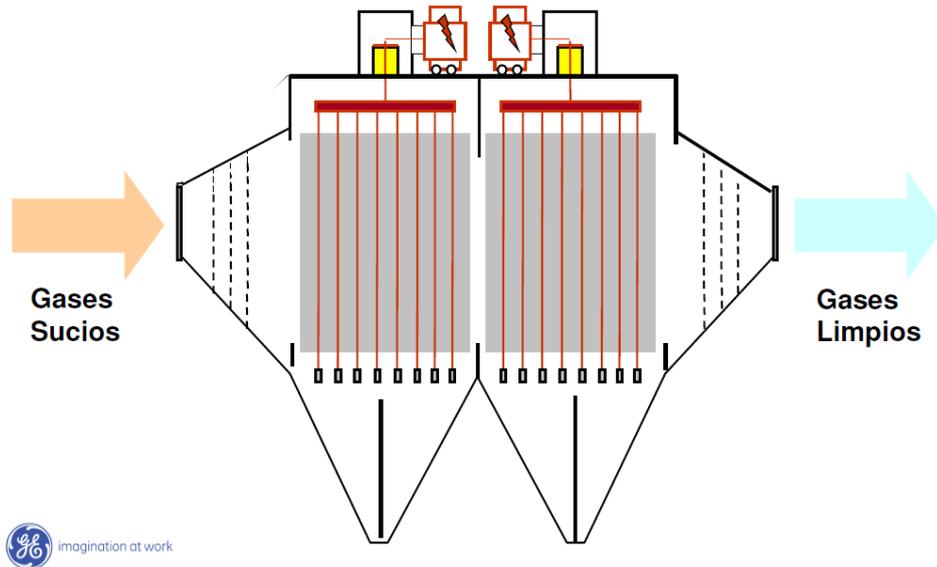


Figura 4. Precipitación electrostática
Fuente: GENERAL ELECTRIC (2009).

2.2.5.3.4. Selección del equipo colector de polvos para el circuito de chancado secundario

En sustento de los estudios técnicos, teóricos y la descripción de los colectores de polvo más importantes descritos anteriormente, se ha seleccionado a los "Filtros de tela" como principio fundamental para eliminar las emisiones de polvo en esta unidad minera en razón del material particulado y sus dimensiones.



Figura 5. Colector de polvo
Fuente: (FERNANDEZ, 2008)

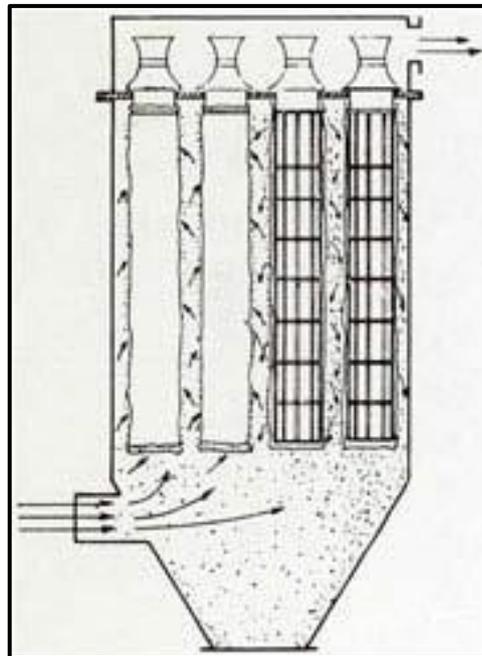


Figura 6. Tubos alámbricos
Fuente: (FERNANDEZ, 2008)

En el caso de ser un filtro de mangas, esta es una estructura cerrada que contiene filtros de tela

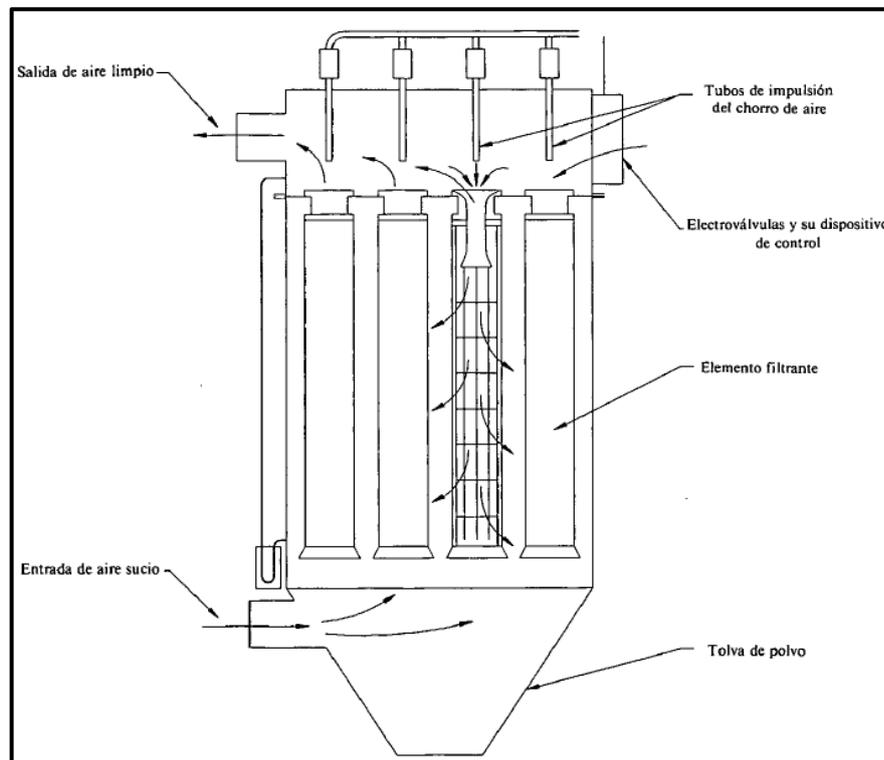


Figura 7. Colector de polvo

Fuente: (Fernández 2008)

2.2.5.3.5. Colectores de polvo de filtro de mangas tipo pulse – jet

El Colector de polvo que utiliza mangas o bolsas de tela, consiste en una estructura metálica fabricada con perfiles y planchas de acero al carbono, consiste de compartimentos aislados que contienen filas de bolsas de tela, en la forma de tubos alámbricos redondos generalmente suspendidos en forma vertical. El gas (aire en nuestro caso) cargado de partículas pasa a lo largo del área de las bolsas y luego radialmente a través de la tela. Las partículas son retenidas en la superficie de las bolsas corriente arriba y el aire limpio es ventilado hacia la atmosfera. El filtro es operado cíclicamente, alternando entre lapsos de filtrados relativamente largos y lapsos cortos de limpieza. Durante la limpieza, el polvo que se ha juntado sobre las bolsas de tela es retirado del área de la tela y almacenado en una tolva para su disposición posterior. El paso del aire por el filtro se logra mediante el "tiro inducido" de un ventilador.

En los filtros de mangas de chorro pulsante, las bolsas o mangas son montadas sobre jaulas o canastillas de alambre para prevenir su colapso, mientras el gas polvoriento fluye desde el exterior al interior de la bolsa durante la filtración. En vez de unir ambos extremos de la bolsa a la estructura del filtro, para el ensamble de bolsa y canastilla siempre va fijada sólo en la parte superior. La parte inferior del ensamble tiende a moverse en el flujo del gas turbulento durante la filtración y se pueden frotar con otras bolsas, lo cual acelera el desgaste (Fernández, 2008).

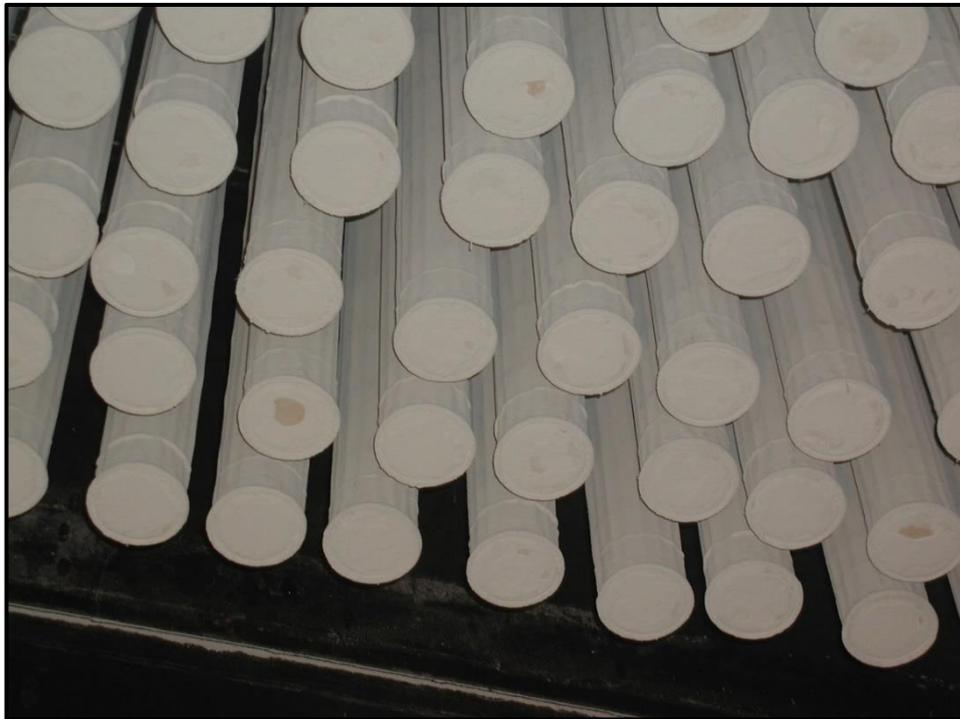


Figura 8. mangas montadas

2.2.5.3.6. Teoría de filtración por tela.

Para diseñar un filtro de mangas es necesario determinar la velocidad superficial que produce el equilibrio óptimo entre la caída de presión (el costo de operación aumenta a medida que la caída de presión aumenta) y el tamaño del filtro (el costo del equipo disminuye a medida que el tamaño del filtro se reduce). El tamaño del filtro se reduce a medida que

la velocidad superficial (o relación de aire-tela) aumenta. Sin embargo, las relaciones aire-tela más altas causan mayores caídas de presión. Los principales factores que afectan la relación aire-tela incluyen a las características de las partículas y de las telas, y a la temperatura del gas. Un filtro diseñado adecuadamente y operado correctamente, tendrá una eficiencia de recolección de MP extremadamente alta (de 99.9%), los filtros de mangas son particularmente efectivos para recolectar partículas pequeñas. Debido a que se supone una alta eficiencia, el proceso de diseño se enfoca sobre la caída de presión (FERNÁNDEZ, 2008)

La caída de presión ocurre desde el flujo a través de los conductos de entrada y salida, desde el flujo a través de las regiones de la tolva, y desde el flujo a través de las bolsas. La caída de presión a través de la estructura del filtro (excluyendo la caída de presión a través de las bolsas) depende de gran manera del diseño del filtro y varía entre 0.25 a 0.5 kPa (25 a 50 milímetros de columna de H₂O) en diseños convencionales y hasta alrededor de 0.75 kPa (76 milímetros de columna de H₂O) en diseños que tienen trayectorias complicadas de flujo de gas. Esta pérdida puede ser mantenida a un mínimo (0.25 kPa o 25 milímetros de columna de H₂O a menos) invirtiendo en un estudio del modelo de flujo del diseño propuesto y modificando el diseño de acuerdo con los resultados del estudio. Un estudio así, costaría aproximadamente \$70,000. La caída de presión a través de las bolsas (llamada también caída de presión de lámina - tubo) puede ser tan alta como de 2.5 kPa (250 milímetros de columna de H₂O) o más. La caída de presión de lámina - tubo es una función compleja de las propiedades físicas del polvo y de la tela y de la manera en que el filtro es diseñado y operado. Las pérdidas en el conducto y en la tolva para una configuración específica son constantes y pueden ser minimizadas efectivamente cambiando la configuración a través de un diseño apropiado basado en el conocimiento del flujo a través del filtro (FERNÁNDEZ, 2008).

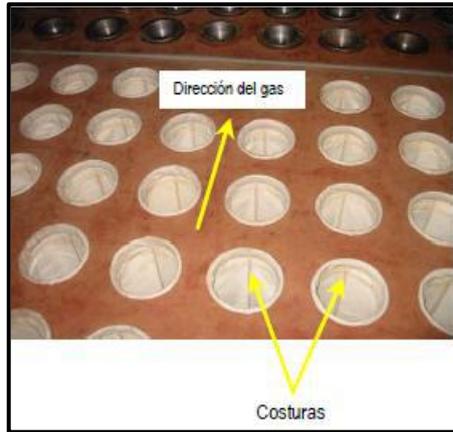


Figura 9. Instalación correcta de mangas
Fuente: (UNACEM 2015)



Figura 10. Colocación de canastilla
Fuente: (UNACEM 2015)

2.2.5.3.7 Medios de control de emisiones

Según (FERNÁNDEZ, 2008),

El objetivo de los dispositivos de despolvorización es coleccionar la mayor parte de emisiones de partículas; es decir, obtener la mejor eficiencia de recolección, para ello se necesita conocer la operación del dispositivo y aplicarle un adecuado mantenimiento para que trabaje a condiciones óptimas. La tabla muestra la eficiencia que puede obtenerse por los principales dispositivos de control de emisiones, en condiciones óptimas de operación.

Tabla 3. Eficiencia de los colectores de polvo

EQUIPO	DIAMETRO (μm)				
	0 - 5	0 - 10	10 - 20	22 - 40	44
Ciclón de baja presión	12	33	57	82	91
Ciclón de alta presión	40	54	74	95	98
Filtro de mangas	99	100	100	100	100
Torre lavadora de mediana energía	80	90	100	100	100
Torre Lavadora de alta energía (Venturi)	95	99.5	100	100	100
Precipitador Electrostático	97	99	100	100	100

Fuente: (FERNÁNDEZ, 2008)

2.2.5.4. El ventilador:

El ventilador centrífugo es el equipo que ayuda a impulsar el aire, este aire es impulsado por una turbina o rodete que lo aspira por el centro y lo expulsa a través de sus alabes. De esta manera el aire entra en el rodete de forma paralela a su eje y sale en dirección perpendicular al mismo, es decir en la dirección de un radio, de ahí que en muchos países se les llame también ventiladores radiales.



Figura 11. Ventilador centrifugo

Según (BOLIVAR, 2007), el ventilador

Es el equipo que se encarga de aportar la energía necesaria para vencer todas las pérdidas debidas al rozamiento, entradas en las campanas y uniones de conductos y generar el caudal de aire requerido por el sistema de extracción localizada. (pag 54).

Los ventiladores se pueden clasificar en tres grandes grupos: axiales, centrífugos y especiales. Como regla general, los ventiladores axiales se utilizan cuando se requieren grandes volúmenes de aire con poca pérdida de carga, y los centrífugos para caudales de aire menores con pérdidas de carga elevada. Los especiales son una combinación de los dos anteriores.

La selección de un ventilador implica no solo elegir un equipo que cumpla con los requisitos de caudal y presión exigidos por el sistema de extracción localizada, sino debe satisfacer todos los demás aspectos de la instalación, incluyendo la temperatura de operación, las corrientes de aire, disposición de la transmisión, limitaciones de montaje y el ruido a ser generado (pag 55).

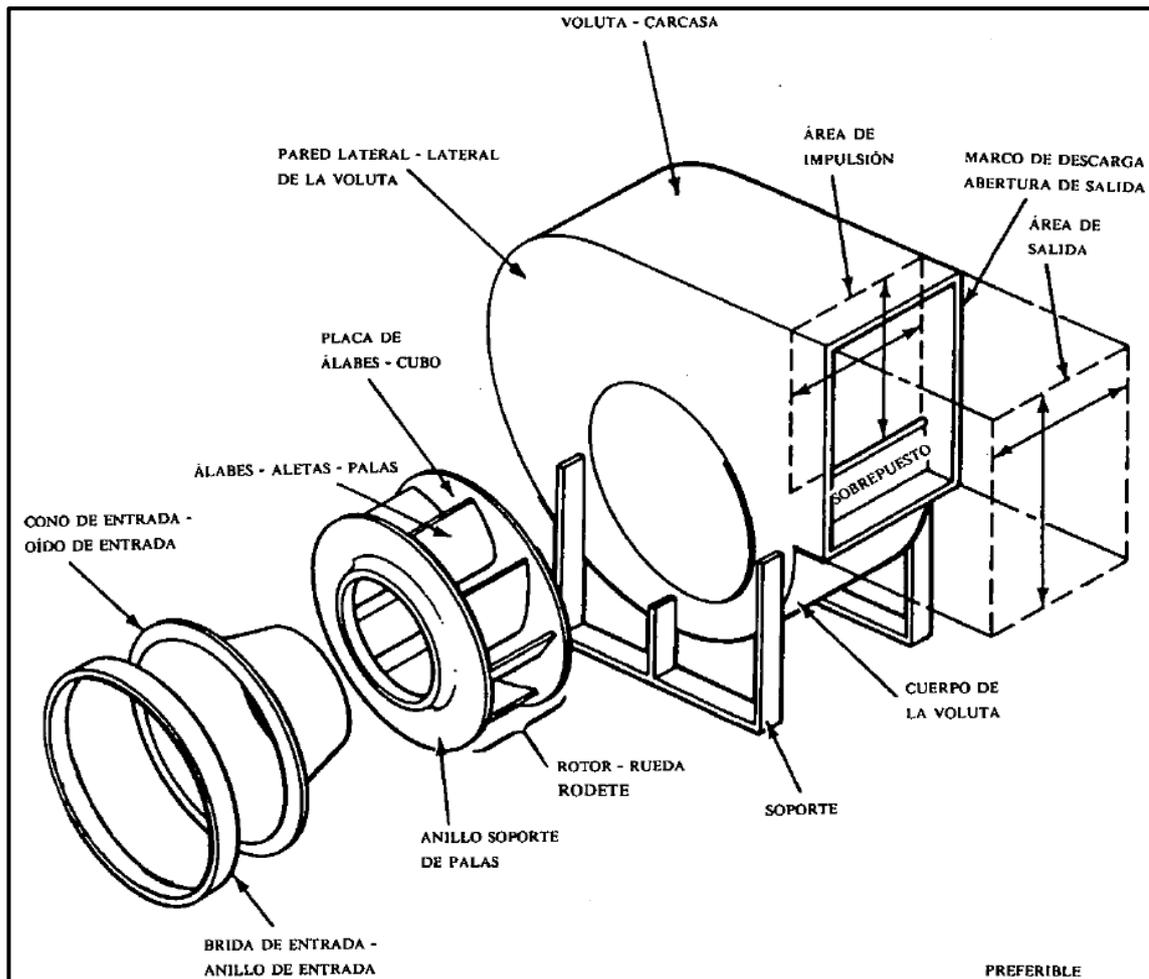


Figura 12. Ventilador centrífugo
Fuente: Manual de ventilación industrial (1989)

2.2.5.4.1. Selección del ventilador

La selección de un ventilador implica no sólo elegir un ventilador que cumpla con los requisitos de presión y caudal exigidos sino con todos los demás aspectos de la instalación incluyendo las propiedades de la corriente de aire, la temperatura de operación, la disposición de la transmisión y las limitaciones de montaje.

2.2.5.4.1.1 Consideraciones para la selección de un ventilador

Se consideran los 2 elementos siguientes para la selección de un ventilador:

CAUDAL (Q): “Vendrá dado por las necesidades del sistema, se debe expresar en m³/s en las condiciones de presión y temperatura a la entrada al ventilador” (GOBERNA, y otros, 2019).

PRESIÓN: Vendrá dada por las necesidades del sistema en términos de presión estática del ventilador (PEV) o Presión Total del ventilador (PTV) en ambos casos expresada en mmca para aire en condiciones standard (densidad=1,2kg/m³). Si la presión necesaria está indicada para aire a otras condiciones se debe corregir el dato con el factor de densidad (GOBERNA, y otros, 2019).

2.2.5.4.1.2 CORRIENTE DE AIRE

Material vehiculado a través del ventilador: Cuando el aire contiene pequeñas cantidades de polvo o humo se puede utilizar un ventilador axial o uno centrífugo de palas curvadas hacia atrás. Con polvo o humo en cantidad más importante, o humedad, la elección debe decantarse hacia un ventilador centrífugo de palas rectas o palas curvadas hacia atrás. Si la carga de materia particulada es alta o hay que transportar el material, la elección normal es un ventilador centrífugo de palas rectas (GOBERNA, y otros, 2019).

2.2.5.4.1.3 LIMITACIONES DE ESPACIO Y ACCESO

El tamaño del ventilador será del modelo de mejor rendimiento. Por otra parte, hay que tener en cuenta su ubicación y tamaño, así como su peso y accesos

para mantenimiento. Es posible que el ventilador de mejor rendimiento no quepa en el espacio disponible.

2.2.6. Etapas preliminares:

(GOBERNA, y otros, 2019) nos muestra las etapas iniciales para desarrollar el diseño de nuestro sistema de despolvorización.

El proyectista debe disponer de los datos siguientes:

- 1.- Distribución en planta de las operaciones, locales de trabajo, edificio (si es necesario), etc.
- 2.- Esquema unifilar del sistema de conductos, incluyendo las dimensiones en planta y alzado, la situación del ventilador, la del depurador, etc. Es conveniente identificar cada tramo de los conductos secundarios y del conducto principal con números, letras o cualquier otro método.
- 3.- Un diseño previo o esquema de la campana a instalar en cada operación con indicación de la altura y dirección de la brida de salida para la conexión al conducto.
- 4.- Información sobre los detalles de cada operación, toxicidad de los materiales, características físicas y químicas, y características de la operación, etc.

2.2.7. Procedimiento de diseño

Sobre el procedimiento de diseño (GOBERNA, y otros, 2019) explica lo siguiente:

Todos los sistemas de extracción localizada, desde el más simple al más complejo, tienen en común el uso de campanas de captación y un conjunto de conductos y accesorios hasta llegar al ventilador. De hecho, un sistema complejo de extracción localizada no es más que un conjunto de sistemas simples unidos a un conducto común. Al diseñar un sistema de extracción se debe comenzar por la campana que este más alejada del ventilador.

- 1.- Seleccionar, o diseñar, todas las campanas de captación ajustándose a la operación a controlar y calcular el caudal de diseño.
- 2.- Establecer la velocidad mínima en los conductos.
- 3.- Calcular la sección del conducto dividiendo el caudal de diseño por velocidad mínima. Para sistemas que transporten materia particulada se debe elegir el conducto comercial disponible con la sección inmediatamente inferior a la calculada con el fin de asegurar que la velocidad real sea superior a la mínima necesaria.
- 4.- Determinar, a partir del esquema del trazado de la red de conductos, la longitud de cada tramo, el número y tipo de uniones y codos necesarios. Un tramo de conducto se define como un conducto de diámetro uniforme que une dos puntos de interés, tales como campanas, puntos de unión, entrada al ventilador, etc. La longitud a considerar en el diseño es la longitud medida sobre el eje del conducto. (pág.101)

2.2.8. métodos de diseño

(GOBERNA, y otros, 2019) nos habla del siguiente método de diseño:

1. Calcular la pérdida de carga del sistema de extracción localizada. La pérdida de carga debida al rozamiento y a los accesorios puede ser calculada por el método de la presión dinámica o por el de la longitud equivalente. Es preferible el método de la presión dinámica por varias razones:
 - a. Generalmente es más rápido, y trata todas las pérdidas, incluyendo las entradas a la campana de forma similar; y
 - b. Tiene la ventaja de que los reajustes de los cálculos del tamaño de los conductos al usar el método de equilibrado por diseño son más rápido (ver la sección)
2. Comprobar el equilibrio en los puntos de unión de dos conductos y ajustar el caudal, diámetro del conducto o diseño de la campana para conseguir un equilibrio correcto.
3. Seleccionar el depurador y ventilador tomando como datos el caudal final y la pérdida de carga del sistema. (pág. 101)

2.2.9. Método de la presión dinámica

El método de la presión dinámica es el método que hemos seguido para el desarrollo de nuestro proyecto. Nos hemos apoyado de (GOBERNA, y otros, 2019) y en lo siguiente que dice:

Este método se basa en el hecho de que todas las pérdidas de carga, por rozamiento en conductos y resistencia de forma por desprendimientos en accesorios, son función de la presión dinámica, y pueden ser calculadas multiplicando la presión dinámica por un factor. Los factores para campanas, conductos rectos, codos, uniones, y otros accesorios. De esta manera solo es preciso establecer al inicio del proceso de diseño los valores de los factores de pérdidas de codos y uniones. Para mayor comodidad, los factores de pérdidas están incluidos en las hojas de cálculo.

En la Figura 2.11 se presenta un gráfico de pérdidas por fricción aplicable con este método. El gráfico indica el factor de pérdidas por metro de longitud de un conducto recto de chapa galvanizada. La ecuación de este gráfico está indicada en el mismo y también en las hojas de cálculo. Las etapas que se indican a continuación permiten el cálculo de la pérdida de carga total de un tramo de conducto que empieza en una campana:

1. Calcular la velocidad real dividiendo el caudal por la sección del conducto disponible comercialmente. Calcular la presión dinámica correspondiente.
2. Calcular la succión en la campana.
3. Multiplicar la longitud de diseño del conducto por el factor de pérdida por unidad de longitud de diseño del conducto por el factor de pérdida por unidad de longitud.
4. Determinar el número y tipo de accesorios en el tramo. Para cada tipo de accesorio hay que determinar el factor de pérdidas y multiplicarlo por el número de accesorios.
5. Sumar los resultados de las etapas 3 y 4, y multiplicarlo por la presión dinámica en el conducto. El resultado es la pérdida de carga del tramo en mmca.

- Sumar el resultado de la etapa 5 a la succión de la campana. También se debe sumar cualquier otra pérdida de carga que pueda darse en el tramo, como la provocada por un depurador, por ejemplo, expresada en mmcda. El resultado es el requerimiento total de energía, expresada en términos de presión estática, necesario para hacer circular el caudal de diseño a través del tramo. (pág. 101)

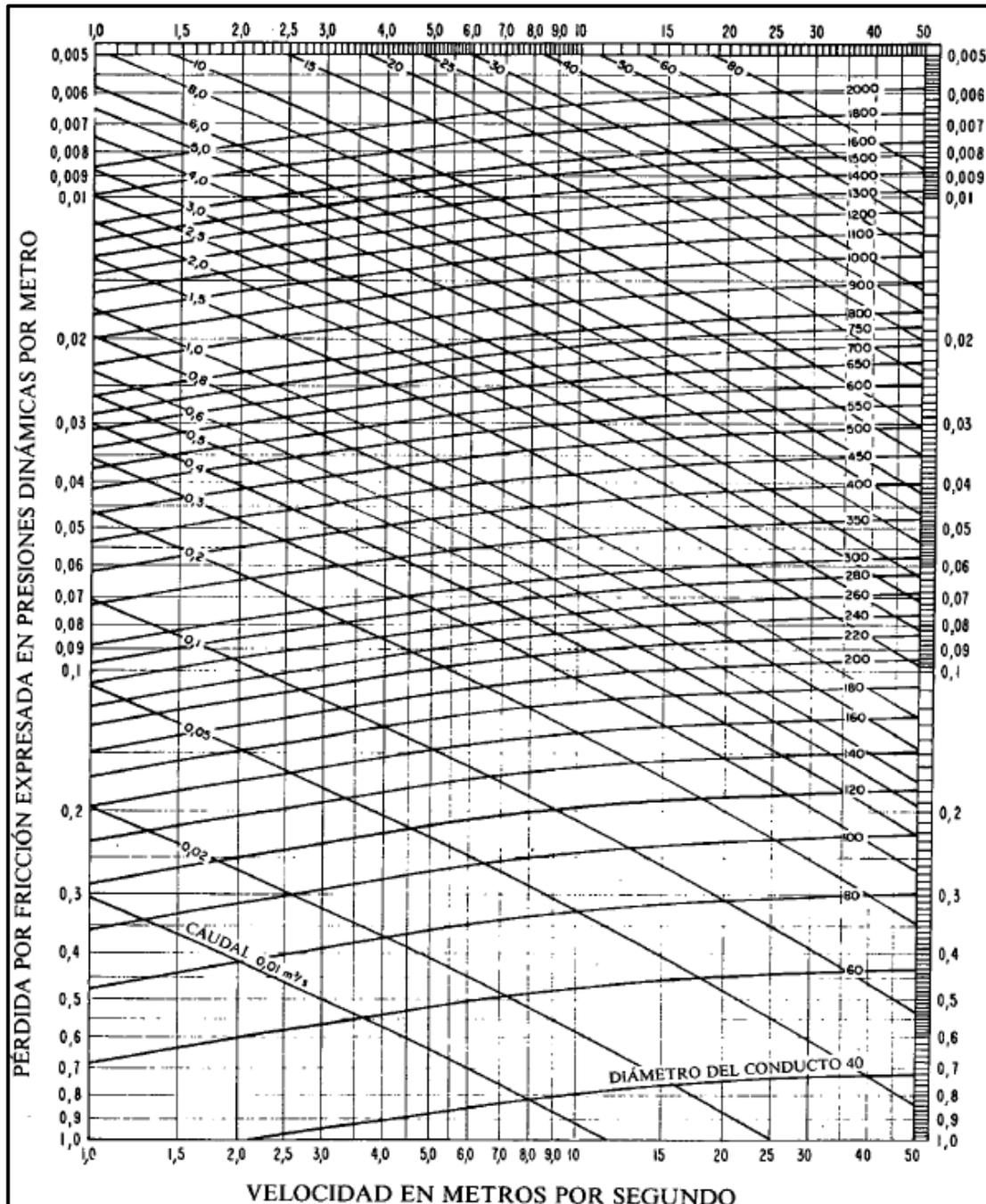


Figura 13. Gráfico de pérdidas por fricción
Fuente: (GOBERNA, y otros, 2019)

III. HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

Si se realiza el diseño de un sistema de despolvorización de filtro de mangas se mitiga la concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.

3.1.2. Hipótesis Especifica

- Si se dimensiona los elementos de captación se reduce el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.
- Si se dimensiona el sistema de conductos se reduce el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.
- Si se selecciona el colector de polvo adecuado se reduce el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.
- Si se selecciona el ventilador más adecuado se reduce el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.

3.2. Definición conceptual de variables

3.2.1.- Variable II:

Nivel de concentración de polvo.

Definición Conceptual

Según (GASTAÑAGA, y otros, 1963) “La concentración de polvo es la cantidad de partículas de polvo suspendida en un volumen dado de aire: también puede expresarse en peso por volumen de aire, tal como miligramos de polvo por metro cúbico de aire” (pág.13).

3.2.2.- Variable I:

Sistema de despolvorización de filtro de mangas.

Definición Conceptual

Según (GOBERNA, y otros, 2019)

Los colectores de polvo de aire son equipos que eliminan los contaminantes de una corriente de aire o gas. Existe una amplia gama de diseños, capaces de cumplir los más variados requisitos de depuración del aire. (pág. 65)

Los cuatro tipos principales de captadores de polvo son: precipitadores electrostáticos, filtros de tela, depuradores húmedos y separadores centrífugos por vía seca. (pág. 66)

Los sistemas de extracción localizada se componen de hasta 4 tipos de elementos básicos:

El elemento de captación (campanas); el sistema de conductos; el depurador (colector de polvo) y el ventilador.

Los filtros de tela o mangas eliminan las partículas mediante obstrucción, impacto, intercepción; difusión y atracción electrostática. (pág.72)

3.3. Operacionalización de las variables

3.3.1 Variable I

Definición Operacional.

El sistema de despolvorización de filtro de mangas se evalúa en consideración a los elementos de captación, el sistema de conductos, el colector de polvo y el ventilador. En el análisis de la:

Velocidad de captura, velocidad de transporte, aire de filtrado y caída de presión, Mediante instrumentos como Operaciones especiales, cálculo de sección de ductos; relación aire tela y método equivalente

3.3.2. Variable II

Definición Operacional.

El nivel de concentración de polvo se mide por el medidor de partículas de polvo.

Tabla 4. Operacionalización de las variables

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable I: Sistema de despolvorización de filtro de mangas	Los elementos de captación	Velocidad de captura (m/s)
	El sistema de conductos	Velocidad de transporte (m/s)
	El colector de polvo	Área filtrante (m ²)
	El Ventilador	Caída de presión (Pa)
Variable II: Nivel de concentración de polvo.	Concentración de polvo	Concentración de polvo(mg/m ³)

IV. DISEÑO METODOLOGICO

4.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo de Investigación: Investigación Tecnológica.

Según (ESPINOZA, 2021), “La investigación tecnológica tiene como propósito aplicar el conocimiento científico para solucionar los diferentes problemas que benefician a la sociedad” (pág. 90).

Nuestro diseño de investigación es tecnológico porque aplica conocimientos científicos para proponer una solución mediante el proyecto de un sistema de colección de polvo al problema de contaminación por polvo, que hay en la unidad minera, específicamente en el área de chancado.

Diseño de Investigación: No experimental - Transversal.

Es no experimental debido a que no se va a implementar, y transversal porque se estudia en único momento.

Según (RODRIGUEZ, y otros, 2017),

En el estudio transversal, se utiliza una muestra de diferentes sujetos que se encuentran en distintos niveles o estadios de desarrollo para acortar el tiempo de obtención de los resultados, pero tiene como desventaja que no se puede seguir la evolución de la célula básica; por ejemplo: velocidad de cálculo matemático oral en diferentes edades, desde los cinco hasta los quince años. Si se hace un estudio longitudinal la muestra que se selecciona se sigue periódicamente desde los cinco hasta los quince años. Si se realiza un estudio transversal, la muestra se toma estratificada por edades para tener una idea rápida de cómo evoluciona la célula básica.

4.2. Método de la investigación

Método Analítico Sintético:

Según (RODRIGUEZ, y otros, 2017 pág. 182):

“Este método se refiere a dos procesos intelectuales inversos que operan en unidad: el análisis y la síntesis. El análisis es un procedimiento lógico que posibilita descomponer mentalmente un todo en sus partes y cualidades, en sus múltiples relaciones, propiedades y componentes. Permite estudiar el comportamiento de cada parte. La síntesis es la operación inversa, que establece mentalmente la unión o combinación de las partes previamente analizadas y posibilita descubrir relaciones y características generales entre los elementos de la realidad” (pág. 186).

En nuestro caso debido a que la variable independiente la hemos descompuesto en cada una de sus partes y cada una de sus partes lo hemos estudiado y cuantificado para finalmente unificarla en uno sola de forma holística, por esta razón viene a ser método analítico sintético nuestra investigación.

4.3. Población y muestra

Población: La población, “es un conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados” (VALDERRAMA, 2017, p. 182).

Unidad minera el Porvenir – Cerro de Pasco.

Muestra:

Según (HERNANDEZ, y otros, 2014 pág. 173) la muestra es un “subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de esta”

En nuestro caso la muestra es el “**Área de Chancado**”.

4.4. Lugar de Estudio y periodo de desarrollo

El lugar de estudio es la Unidad minera el Porvenir – Cerro de Pasco.

El periodo de desarrollo fue en el 2019.

4.5. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos: La recolección de datos se refiere al enfoque sistemático de reunir y medir información de diversas fuentes a fin de obtener un panorama completo y preciso de una zona de interés.

Según (ESPINOZA, 2021 pág. 108): “La observación es una técnica de recolección de datos que permite acumular y sistematizar información sobre el objeto de investigación que tiene relación con el problema de investigación”.

Técnica de recolección de datos: Observación directa y cálculos

TÉCNICAS:

Análisis documental: La empresa proporciono planos e informe de estudio para la realización del diseño.

Observación directa: Se realizó durante la visita a las instalaciones de la unidad minera el Porvenir.

4.6. Análisis y procesamiento de datos.

4.6.1. Introducción

El dimensionamiento de los sistemas de colección de polvo, sistema de alimentación de agua y sistema de aire comprimido son dependientes del caudal de mezcla polvo aire a coleccionar. El dimensionamiento del caudal requiere como información de entrada la ubicación de las zonas donde el polvo se genera, con ello distintos expertos determinan el caudal de polvo, con el cual se podrá realizar una colección de polvo efectiva. El dimensionamiento del caudal lleva a determinar el tamaño del ducto en función de velocidades recomendadas con un valor suficiente para no entrar en una abrasión prematura en el ducto o en una sedimentación del polvo coleccionado.

Determinado el tamaño del ducto se realiza el trazo de los ductos hacia donde se han planteado los colectores de polvo, para finalmente determinar los soportes estructurales de los ductos.

4.6.2. Identificación de puntos generadores de polvo

Se debe identificar los procesos donde se genera la polución, generalmente en el área de chancado encontramos los siguientes procesos generadores de polvo.

- ✓ Chancado de material
- ✓ Clasificación de material
- ✓ Tránsito de material

Una vez identificados nos debemos enfocar en los equipos involucrados a estos procesos.

4.6.3. cálculo de caudal

4.6.3.1 Caudal en faja transportadora

El caudal que se ha considerado para la recolección de polvo en las transferencias de fajas transportadoras según American Conference of Governmental Industrial Hygienist(1988), Industrial Ventilation. 20th Edition of Recommended Practice Edición en 30 en español, depende de los parámetros del ancho de faja, velocidad de esta y la altura de caída de material hacia la siguiente faja o equipo.

Los datos considerados son: Ancho de faja 24 pulgadas, velocidad de faja 2m/s, altura de caída de material y material seco.

En el capítulo 10 del diseño denominado “VS-306” del American Conference of Governmental Industrial Hygienist (1988), Industrial Ventilation. 20th Edition of Recommended Practice Edición en 30 en español, se tiene la siguiente ecuación:

$$Q = 0.77 \frac{m^3}{s} \times A \dots (Ec. 1)$$

En donde

$$Q = \text{Caudal de extraccion} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

$$A = \text{Ancho de faja} (m)$$

Reemplazando el ancho de la faja en la ecuación 1, se obtiene:

$$Q = 0.77 \frac{m^3}{\frac{s}{m}} \times 0.61m = 0.4697 \frac{m^3}{s}$$

Por ser al material seco se aumentará un 50% el caudal y se sumará el caudal recomendado por caída de material

$$Q = 0.4697 \frac{m^3}{s} \times 1.3 + 0.33 \frac{m^3}{s} = 0.94 \frac{m^3}{s}$$

En el primer punto se tiene el caudal de $1.035 \text{ m}^3/s$

4.6.3.2 Caudal en zaranda vibratoria

El caudal que se ha considerado para la recolección de polvo en las zarandas Vibratorias según American American Conference of Governmental Industrial Hygienist(1988), Industrial Ventilation. 20th Edition of Recommended Practice Edición en 30 en español, depende de los parámetros del área de zaranda.

Los datos considerados son: área de zaranda 11.32 m^2

En el capítulo 10 del diseño denominado "VS-307" del American Conference of Governmental Industrial Hygienist (1988), Industrial Ventilation. 20th Edition of Recommended Practice Edición 30 en español, se tiene la siguiente ecuación:

$$Q = 0.25 \frac{m^3}{\frac{s}{m^2}} \times A_z \dots (Ec. 2)$$

En donde

$$Q = \text{Caudal de extraccion} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

$$A_z = \text{Area de zaranda} (m^2)$$

$$Q = 0.25 \frac{\frac{m^3}{s}}{m^2} \times 11.32 m^2 = 2.83 \frac{m^3}{s}$$

4.6.3.3 Caudal en chancadora cónica

El caudal que se ha considerado para la recolección de polvo en las zarandas Vibratorias según American American Conference of Governmental Industrial Hygienist(1988), Industrial Ventilation. 20th Edition of Recommended Practice Edición 30 en español, depende de los parámetros del área de zaranda y distancia a foco de contaminación.

Los datos considerados son: área de zaranda $11.32 m^2$

En el capítulo 3 de la figura 3-8 del American Conference of Governmental Industrial Hygienist (1988), Industrial Ventilation. 20th Edition of Recommended Practice Edición en 30 en español, se tiene la siguiente ecuación:

$$Q = V_c \times (10X^2 + A_c) \dots (Ec. 3)$$

$$Q = \text{Caudal de extraccion} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

$$A_c = \text{Area de campana} (m^2)$$

$$V_c = \text{Velocidad de captura} \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$X = \text{Distancia a foco de contaminacion} (m)$$

$$Q = 1.75 \frac{m}{s} \times (10 \times 0.122^2 m^2 + 0.6 m^2) = 1.3125 \frac{m^3}{s}$$

4.6.3.4 Recorrido de ductos y ubicación de equipos

Para el dimensionamiento de ductos y accesorios se consideró la disposición de equipos existentes en la plancha chancadora procurando las no interferencias de ramales principales y secundarios tanto en los trabajos de producción como de mantenimiento. Esto se logró gracias al plano layout del área de chancado.

En la ubicación del colector de polvo y ventilador centrífugo se consideró una zona cercana al área de chancado. En tanto el sistema de aire comprimido se ubicó a pie del colector de polvo para no generar pérdidas de carga en tuberías.

En el siguiente layout podemos observar la ubicación de equipos.

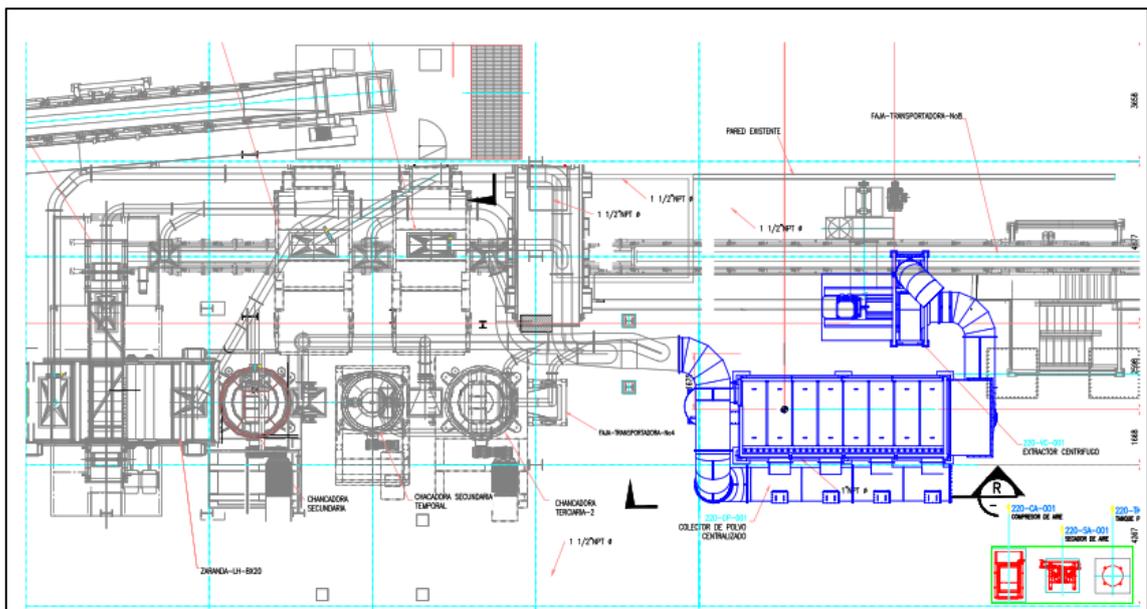


Figura 14. Ubicación de equipos

4.6.4. Dimensionamiento de ductos y accesorios

Las campanas serán dimensionadas de acuerdo a lo especificado por American Conference of Governmental Industrial Hygienist (1988), Industrial Ventilation. 20th Edition of Recommended Practice Edición en español, en el cual se

especifican las velocidades de captura recomendadas dependiendo del tipo de polvo que se maneje. Debido a que al proceso de chancado de mineral se consideró como generación activa en una zona de rápido movimiento de aire.

Tabla 5. Valores recomendados para la velocidad de captura

Condiciones de dispersión del contaminante	Ejemplo	Velocidad de captura, m/s
Liberado prácticamente sin velocidad en aire tranquilo.	Evaporación desde depositos; desengrase, etc.	0,25 - 0,5
Liberado a baja velocidad en aire moderadamente tranquilo.	Cabinas de pintura; llenado intermitente de recipientes; transferencia entre cintas transportadoras a baja velocidad; soldadura; recubrimientos superficiales; pasivado.	0,5 - 1
Generación activa en una zona de rápido movimiento de aire.	Cabinas de pintura poco profundas; llenado de barriles; carga de cintas transportadoras; machacadoras.	1-2,5
Liberado con alta velocidad inicial en una zona de movimiento muy rápido del aire.	Desbarbado; chorreado abrasivo; desmoldeo en fundiciones.	2,5-10

En cada una de las condiciones citadas se indica un margen para los valores de la velocidad de captura. La selección del valor adecuado depende de los siguientes factores:

Limite inferior

1. Corrientes de aire en el local mínimas o favorables a la captura del contaminante.
2. Contaminantes de baja toxicidad o unicamente molestos.
3. Producción de contaminantes baja o intermitente.
4. Campana de gran tamaño o con una gran masa de aire en movimiento

Limite superior

1. Corrientes de aire distorsionantes en el local
2. Contaminantes de alta toxicidad
3. Gran producción, uso continuo.
4. Campana pequeña, unicamente control local.

Fuente: Manual de ventilación industrial

Tomando en cuenta lo expuesto en la tabla la velocidad de captura elegida fue 1.5 m/s en las transferencias de fajas y descargas de equipos, 2 m/s en zarandas y chancadoras. Tomando en cuenta lo anterior se demostrará mediante el cálculo la forma en la que se dimensiona la campana en el punto de transferencia de fajas. Este punto tiene como datos el ancho de faja 0,61m y caudal 1.04 m³/s los cuales serán plasmados por la siguiente ecuación.

$$Q = V_c \times W_c \times L_c \dots (Ec. 4)$$

$$Q = \text{Caudal de extraccion} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

$$L_c = \text{Longitud de campana} (m)$$

$$W_c = \text{Longitud de campana} (m)$$

$$V_c = \text{Velocidad de captura} \left(\frac{m}{s} \right)$$

Transponiendo terminos en la ecuacion 4 para obtener la longitud de la campana

$$L_c = \frac{Q}{W_c \times V_c}$$

Reemplazando los valores en la ecuación

$$L_c = \frac{1.04 \frac{m^3}{s}}{0.58 m \times 1.5 \frac{m}{s}} = 1.194 m$$

Utilizando la información anterior se completará la tabla especificando el ancho y longitud.

Tabla 6. Valores de ancho y longitud de campana

Ítem	Puntos de Extracción	Caudal(m3/s)	Velocidad de Captura(m/s)	Dimensiones de Campana	
				L(mm)	A(mm)
1	Zaranda secundaria 8x20	2.83	2	900	1574
2	Descarga de zaranda secundaria a faja N°7	1.04	1.5	580	1194
3	Descarga de faja N°7 a faja N°8	1.04	1.5	580	1194
4	Descarga de zaranda secundaria a faja N°4	1.04	1.5	580	1194
5	Zaranda terciaria N°1 6X16	2.27	2	800	1416
6	Descarga de zaranda terciaria N°1 a faja N°8	1.04	1.5	580	1194
7	Zaranda terciaria N°2 6X16	2.27	2	800	1416
8	Descarga de zaranda terciaria N°2 a faja N° 8	1.04	1.5	580	1194
9	Chancadora secundaria N°1	1.50	2	575	1305
10	Descarga de chancadora secundaria N°1 a faja N°4	1.04	1.5	580	1194
11	Chancadora secundaria N°2	1.50	2	575	1305
12	Descarga de chancadora secundaria N°2 a faja N°4	1.04	1.5	580	1194
13	Chancadora terciaria	1.50	2	575	1305
14	Descarga de chancadora terciaria a faja 4	1.04	1.5	580	1194
15	Zaranda terciaria N°3 6X16	1.04	1.5	580	1194
16	Descarga de zaranda terciaria N°3 a faja N°6	1.04	1.5	580	1194
17	Descarga de zaranda terciaria N°3 a faja N° 8	1.04	1.5	580	1194

Los ductos serán dimensionados de acuerdo con el American Conference of Governmental Industrial Hygienist (1988), Industrial Ventilation. 20th Edition of Recommended Practice Edición en español, en el cual se especifica los rangos recomendados de la velocidad de transporte según el tipo de polvo. En este caso se está trabajando con material originado en el proceso de chancado por el cual se consideró polvo pesado.

Tabla 7. Valores recomendados para la velocidad de diseño de conductos

Naturela del contaminante	Ejemplos	Velocidad de diseño (m/s)
Vapores, gases, humos de combustión	Tdos los vapores, gases y humos	Indiferente (la velocidad optima economicamente suele encontrarse entre 5 y 10 m/s)
Humos de soldadura	Soldadura	10-12,5
Polvo muy fino y ligero	Hilos de algodón, harina de madera, polvo de talco	12,5-15
Polvos secos	Polvo fino de caucho, baquelita en polvo para moldeo, hilos de yute, polvo de algodón, virutas (ligeras). Polvo de detergente, raspaduras de cuero.	15-20
Polvo ordinario	Polvo de desbarbado, hilos de muela de pulir (secos), polvo de lana de yute (residuos de sacudir), polvo de granos de café, polvo de cuero, polvo de granito, harina de sílice, manejo de materiales pulvulentos en general, corte-de-ladrillos, polvo de arcilla, funciones(en general), polvo de caliza, polvo de caliza, polvo en el embalado y pesado de amianto en industrias textiles.	17,5-20
Polvos pesados	Polvo de aserrado(pesado y húmedo), viruta metálica, polvo de desmoldeo en fundiciones, polvo en el chorreado con arena, pedazos de madera, polvo de barrer, virutas de latón, polvo en el taladrado de fundición, polvo de plomo.	20-22,5
Polvo pesado húmedo	Polvo de plomo con pequeños pedazos, polvo de cemento húmedo. Polvo del corte de tubos de amiantoo-cemento, hilos de muela de pulir (pegajosos)	> 22,5

Fuente: Manual de ventilación industrial

Tomando en cuenta lo expuesto en la tabla la velocidad de transporte elegida fue 20 m/s. Se demostrará mediante el cálculo la forma en la que se dimensiona el ducto en el punto de transferencia de fajas. Este punto tiene como datos el caudal $1.04 \text{ m}^3/\text{s}$ considerando la premisa de la ecuación de continuidad en la cual el caudal de entrada se conserva hacia el ingreso del ducto. Los datos obtenidos se plasmaron en la siguiente ecuación.

$$Q = V_t \times A_d \dots (\text{Ec. 5})$$

$$Q = \text{Caudal de extraccion} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)$$

$$A_t = \text{Seccion de ducto} (\text{m}^2)$$

$$V_t = \text{Velocidad de transporte} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

Modificando la ecuacion con respecto al diametro de ducto se tiene lo siguiente

$$D = \sqrt{\frac{Q \times 4}{V_t \times \pi}}$$

Reemplazando los valores

$$D = \sqrt{\frac{1.04 \frac{m^3}{s} \times 4}{20 \frac{m}{s} \times \pi}} = 0.257 \text{ m}$$

Se procedió a la corrección de diámetro a 0.26 m para dar facilidades en la manufactura de este. Debido a esta modificación se obtendrá una nueva sección de ducto con la cual se recalculará la velocidad.

Mediante la ecuación 5 se despejará la velocidad.

$$V_t = \frac{Q \times 4}{D^2 \times \pi}$$

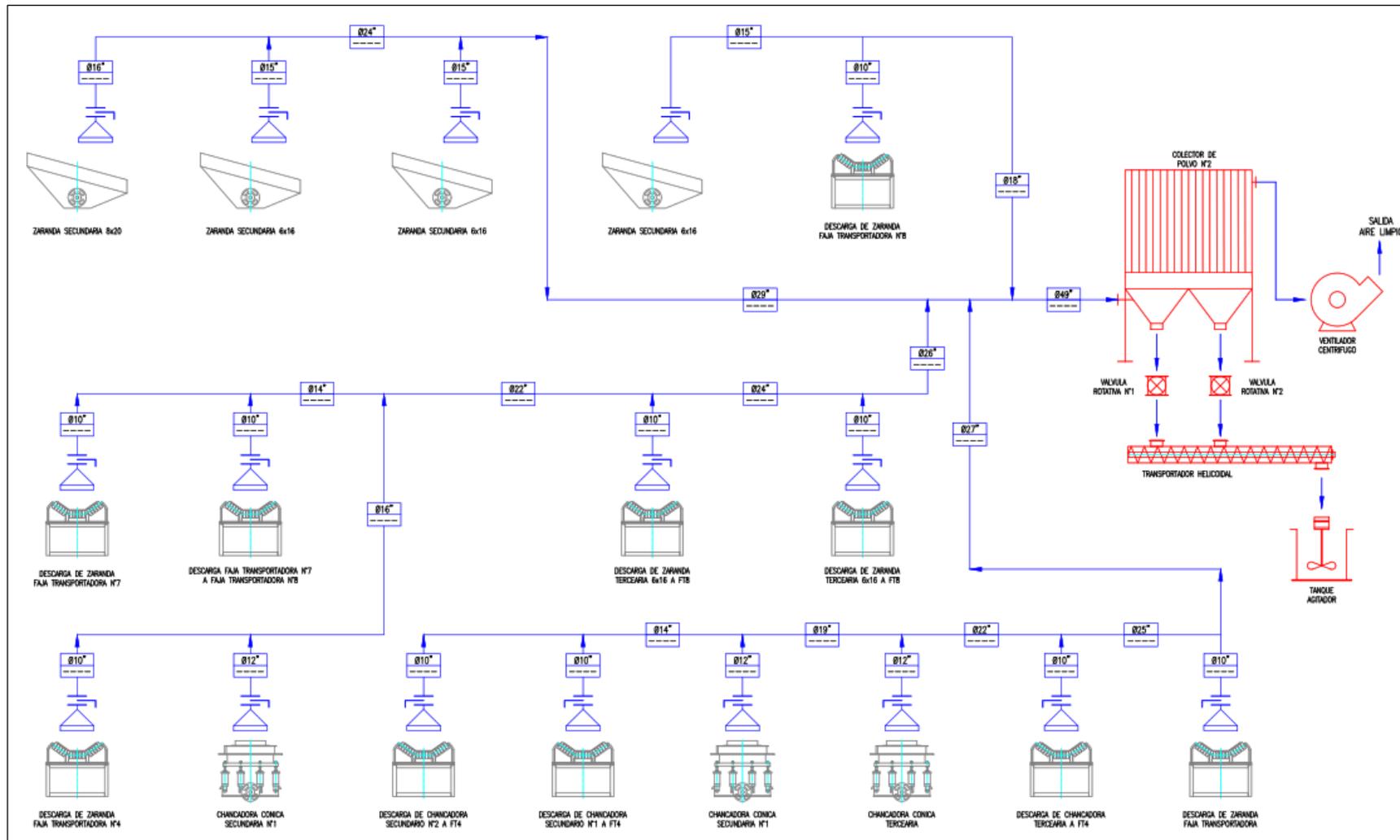
$$V_t = \frac{1.04 \frac{m^3}{s} \times 4}{(0.36m)^2 \times \pi} = 19.57 \frac{m}{s}$$

El resultado obtenido se encuentra en el rango recomendado, se procederá a repetir el siguiente proceso en todos los puntos de extracción obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 8. Velocidad corregida

Ítem	Puntos de Extracción	Caudal	Velocidad	Diametro (mm)	Diámetro Diseño (mm)	Velocidad Corregida (m/s)
1	Zaranda secundaria 8x20	2.83	20	424.66	425	19.97
2	Descarga de zaranda secundaria a faja N°7	1.04	20	257.14	260	19.57
3	Descarga de faja N°7 a faja N°8	1.04	20	257.14	260	19.57
4	Descarga de zaranda secundaria a faja N°4	1.04	20	257.14	260	19.57
5	Zaranda terciaria N°1 6X16	2.27	20	379.83	380	19.98
6	Descarga de zaranda terciaria N°1 a faja N°8	1.04	20	257.14	260	19.57
7	Zaranda terciaria N°2 6X16	2.27	20	379.83	380	19.98
8	Descarga de zaranda terciaria N°2 a faja N° 8	1.04	20	257.14	260	19.57
9	Chancadora secundaria N°1	1.50	20	309.16	310	19.89
10	Descarga de chancadora secundaria N°1 a faja N°4	1.04	20	257.14	260	19.57
11	Chancadora secundaria N°2	1.50	20	309.16	310	19.89
12	Descarga de chancadora secundaria N°2 a faja N°4	1.04	20	257.14	260	19.57
13	Chancadora terciaria	1.50	20	309.16	310	19.89
14	Descarga de chancadora terciaria a faja 4	1.04	20	257.14	260	19.57
15	Zaranda terciaria N°3 6X16	1.04	20	257.14	260	19.57
16	Descarga de zaranda terciaria N°3 a faja N°6	1.04	20	257.14	260	19.57
17	Descarga de zaranda terciaria N°3 a faja N° 8	1.04	20	257.14	260	19.57

Figura 16. Distribución de las campanas



4.6.5 Cálculo de la densidad de aire corregida.

Corrección por altura

Debido al proyecto este situado en una unidad minera a 4100 m.s.n.m a una temperatura ambiente 20 °C, se realizó la corrección al valor ideal de densidad de aire.

$$df_e = \{1 - ((6.73)(10^{-6})(z))\}^{5.258} \dots (Ec. 6)$$

En donde:

$df_e =$ Factor de corrección de altura

$z =$ Altitud(ft)

Reemplazando los valores

$$df_e = \{1 - ((6.73)(10^{-6})(6689))\}^{5.258} = 0.785$$

Corrección por temperatura

$$df_t = \frac{T_{std}}{T_{act}} \dots (Ec. 7)$$

En donde:

$df_t =$ Factor de corrección de temperatura

$T_{std} =$ Temperatura estandar (R)

$T_{act} =$ Temperatura actual (R)

Reemplazando datos

$$df_t = \frac{536 R}{509 R} = 1.05$$

Los factores de corrección se utilizarán en la siguiente ecuación

$$\rho_c = df_e \times df_t \times \rho_s \dots (Ec.8)$$

$$\rho_c = \text{Densidad de aire corregida} \left(\frac{kg}{m^3} \right)$$

$$df_t = \text{Factor de corrección de temperatura (adimensional)}$$

$$df_e = \text{Factor de corrección de altura (adimensional)}$$

$$\rho_s = \text{Densidad de aire estandar} \left(\frac{kg}{m^3} \right)$$

Considerando 1.225 kg/m^3 el valor de la densidad estándar, reemplazamos los datos en la siguiente ecuación:

$$\rho_c = 0.78 \times 1.05 \times 1.225 \frac{kg}{m^3} = 1 \frac{kg}{m^3}$$

Con este valor procederemos a hallar las pérdidas de carga en ductos.

4.6.6. Cálculo de pérdidas por fricción en sistema colector de polvo

Con los datos anteriormente calculados y mencionados el American Conference of Governmental Industrial Hygienist (1988), Industrial Ventilation. 20th Edition of Recommended Practice Edición en español, nos recomienda utilizar las siguientes ecuaciones para calcular las pérdidas hidráulicas en el sistema. Primero empezaremos por la siguiente ecuación para conseguir el número de Reynolds.

$$Re = \frac{\rho_c \times D \times V}{\mu} \dots (Ec. 9)$$

En donde:

$Re = \text{Número de Reynolds(adimensional)}$

$\rho_c = \text{Densidad de aire corregida } \left(\frac{kg}{m^3}\right)$

$D = \text{Diametro de ducto(m)}$

$V_t = \text{Velocidad de transporte}\left(\frac{m}{s}\right)$

$\mu = \text{Viscosidad dinamica del aire (Pa.s)}$

Reemplazando datos:

$$Re = \frac{1 \frac{kg}{m^3} \times 0.26 \times 19.57 \frac{m}{s}}{1.778 \times 10^{-5}} = 286175$$

Proseguiremos con la ecuación de Churchill, para determinar el factor de fricción:

$$f = \left[\left(\frac{8}{Re} \right)^{12} + \left[\left(-2.457 \times \ln \left[\frac{7^{0.9}}{Re} + \frac{k}{3.7D} \right] \right) + \frac{37530^{16}}{Re} \right]^{-1.5} \right]^{\frac{1}{12}} \dots (Ec. 10)$$

En donde:

$f = \text{Coeficiente de fricción(adimensional)}$

$Re = \text{Número de Reynolds(adimensional)}$

$D = \text{Diametro de ducto(mm)}$

$k = \text{Rugosidad absoluta del material (mm)}$

Remplazando los valores:

$$f = \left[\left(\frac{8}{237625} \right)^{12} + \left[\left(-2.457 \times \ln \left[\frac{7^{0.9}}{237625} + \frac{0.0005}{3.7 \times 260} \right] \right) + \frac{37530^{16}}{237625} \right]^{-1.5} \right]^{\frac{1}{12}}$$
$$= 0.0165$$

La ecuación para determinar la presión dinámica:

$$PD = \rho_c \times \left(\frac{V_t}{4.43} \right)^2 \dots (Ec. 11)$$

En donde:

$PD =$ Presion dinamica(mmH₂O)

$\rho_c =$ Densidad de aire corregida ($\frac{kg}{m^3}$)

$V_t =$ Velocidad de transporte($\frac{m}{s}$)

Reemplazando datos:

$$PD = 1 \frac{kg}{m^3} \times \left(\frac{19.57 \frac{m}{s}}{4.43} \right)^2 = 20.27 \text{ mmH}_2\text{O}$$

Con la siguiente ecuación hallaremos las perdidas hidráulicas primarias y secundarias

$$hf = \left(f \frac{L}{D} + k_c + k_a + k_{co} + k_u \right) \times PD \dots (Ec. 11)$$

$hf =$ Coeficiente de fricción(mmH₂O)

$f =$ Coeficiente de fricción(adimensional)

$L =$ Longitud de ducto(mm)

$D =$ Diametro de ducto(mm)

$k_c =$ Factor de perdida por campana(adimensional)

$k_a = \text{Factor de perdida por aceleración(adimensional)}$

$k_{co} = \text{Factor de perdida por codos(adimensional)}$

$k_u = \text{Factor de perdida por uniones(adimensional)}$

$PD = \text{Presion dinamica(mmH}_2\text{O)}$

Reemplazando datos:

$$hf = \left(0.0165 \times \frac{1000}{260} + 0.08 + 0 + 0.27 + 0 \right) \times 20.27 \text{mmH}_2\text{O} = 18.44 \text{mmH}_2\text{O}$$

Perdida hidráulica total de tramo es 18.44 mmH₂O

Repetimos el procedimiento para todos los tramos los cuales se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 9. Cálculo de pérdidas estáticas

Item	Tramo	Caudal (m3/s)	Velocidad (m/s)	Diámetro (mm)	Diámetro Diseño (mm)	Velocidad corregida (m/s)	Densidad Corregida kg/m3	PD (mmH2O)	Longitud (mm)	Campana	Aceleracion	codos	uniones	PE (mmH2O)	PE acumulada (mmH2O)
										kc	ka	ko	ku		
1	Tramo 1-2	2.83	20	424.66	425	19.97	1.000	20.32	13595	0.25		0.54		25.65	25.65
2	Tramo 3-4	0.94	20	244.63	245	19.94	1.000	20.27	3002	0.25		0.54		20.12	
3	Tramo 3A-4	0.94	20	244.63	245	19.94	1.000	20.27	2642	0.25		0.45	0.18	21.47	
4	Tramo 4-7	1.88	20	345.96	350	19.54	1.000	19.46	2700			0.00		2.33	23.80
5	Tramo 5-6	0.94	20	244.63	245	19.94	1.000	20.27	4483	0.25		0.27		16.67	
6	Tramo 6 -7	2.25	20	378.48	400	17.91	1.000	16.34	2600			0.18	0.18	7.55	24.22
7	Tramo 1A-8	2.27	20	379.83	380	19.98	1.000	20.35	2338	0.25		0.27	0.18	16.14	
8	Tramo 1B-8	0.94	20	244.63	245	19.94	1.000	20.27	300	0.25		0.45	0.18	18.26	
9	Tramo 8 - 2	3.21	20	451.79	460	19.29	1.000	18.97	1000				0.18	4.03	22.29
10	Tramo 7-11	4.13	20	512.77	530	18.72	1.000	17.86	4100			0.27		6.85	31.07
11	Tramo 10-9	2.27	20	379.83	380	19.98	1.000	20.35	2939	0.25		0.45		16.64	
12	Tramo 2-20	6.04	20	620.04	630	19.37	1.000	19.13	4780			0.27		7.19	32.84
13	Tramo 9A-9	0.94	20	244.63	245	19.94	1.000	20.27	990	0.25		0.27	0.18	15.54	
14	Tramo 9-11	3.21	20	451.79	460	19.29	1.000	18.97	300			0.00	0.18	3.60	20.24
15	Tramo 11-21	7.34	20	683.41	710	18.53	1.000	17.50	500			0.27	0.00	4.90	35.97
16	Tramo 20-21	9.24	20	767.18	780	19.35	1.000	19.08	1800			0.27	0.18	9.17	42.01
17	Tramo 5A-6	1.31	20	288.79	290	19.84	1.000	20.05	860	0.25		0.27	0.18	14.99	
18	Tramo 12-13	0.94	20	244.63	245	19.94	1.000	20.27	5780	0.25		0.27		18.44	
19	Tramo 12A-13	1.31	20	288.79	290	19.84	1.000	20.05	100	0.25		0.27	0.18	14.15	
20	Tramo 13-16	2.25	20	378.48	400	17.91	1.000	16.34	3000	0.00		0.00		1.96	20.40
21	Tramo 14-15	1.31	20	288.79	290	19.84	1.000	20.05	300	0.25		0.27		10.76	
22	Tramo 15-16	2.25	20	378.48	400	17.91	1.000	16.34	300	0.00			0.18	3.14	21.65
23	Tramo 14A-15	0.94	20	244.63	245	19.94	1.000	20.27	4500	0.25		0.18	0.18	18.52	
24	Tramo 16-22	4.50	20	535.25	570	17.64	1.000	15.85	1660			0.18	0.18	6.40	26.80
25	Tramo 18-19	2.27	20	379.83	380	19.98	1.000	20.35	1000	0.25		0.45	0.18	18.74	
26	Tramo 17-19	0.94	20	244.63	245	19.94	1.000	20.27	3300	0.25		0.63		22.27	
27	Tramo 19-20	3.21	20	451.79	460	19.29	1.000	18.97	300			0.18	0.18	7.03	29.30
28	Tramo 25 26	21.08	36	863.49	900	33.14	1.000	55.97	7000	0.25	0.13	0.54		57.02	280.60
29	Tramo 22-23	21.08	20	1158.49	1200	18.64	1.000	17.71	1852			1.65		29.57	71.58
30	24													152.00	223.58
31	Tramo 27-28	21.08	36	863.49	900	33.14	1.000	55.97	1500	0.25		0.27		30.29	250.31

Una vez obtenido el procedimiento de cálculo de pérdidas estáticas en los tramos de ductos, se procederá a balancear el sistema por diseño. En esta etapa procederemos por lo mencionado por American Conference of Governmental Industrial Hygienist (1988), Industrial Ventilation. 20th Edition of Recommended Practice Edición en español, cuando la relación entre presiones estáticas de los 2 tramos que convergen en una unión están comprendidas sean menor de 0.8 se rediseña el conducto, caso contrario se aplicara por la siguiente ecuación para la corrección de caudal.

$$Q_c = Q \times \sqrt{\frac{PE_u}{PE_t}} \dots (Ec. 12)$$

$$Q_c = \text{Caudal corregido} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

$$Q = \text{Caudal de extraccion} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

$$PE_u = \text{Presion estatica en union} (mmH_2O)$$

$$PE_t = \text{Presion estatica en tramo} (mmH_2O)$$

Calculamos la relación entre tramo 1A-8 y 1B-8.

$$R = \frac{hf_1}{hf_2} = \frac{16.14}{18.26} = 0.88 > 0.8$$

Reemplazamos datos en la ecuación:

$$Q_c = 2.27 \frac{m^3}{s} \times \sqrt{\frac{18.26 \text{ mmH}_2\text{O}}{16.14 \text{ mmH}_2\text{O}}} = 2.41 \frac{m^3}{s}$$

Calculamos la relación entre tramo 3A-4 y 3-4.

$$R = \frac{hf_1}{hf_2} = \frac{20.12}{21.47} = 0.94 > 0.8$$

Remplazamos datos en la ecuación:

$$Q_c = 0.94 \frac{m^3}{s} \times \sqrt{\frac{21.47 \text{ mmH}_2\text{O}}{20.12 \text{ mmH}_2\text{O}}} = 0.97 \frac{m^3}{s}$$

Calculamos la relación entre tramo 12A-13 y 12-13.

$$R = \frac{hf_1}{hf_2} = \frac{14.15}{18.44} = 0.76 > 0.8$$

Procedemos a rediseñar el tramo 12A-13

Se aumenta la velocidad de transporte a 22.5 m/s

$$PD = 1 \frac{kg}{m^3} \times \left(\frac{22.5 \frac{m}{s}}{4.43} \right)^2 = 25.8 \text{ mmH}_2\text{O}$$

$$hf = \left(0.0165 \times \frac{100}{290} + 0.25 + 0 + 0.27 + 0.18 \right) \times 25.8 \text{ mmH}_2\text{O} = 18.20 \text{ mmH}_2\text{O}$$

Repetimos el procedimiento para todos los tramos secundarios y principales los cuales se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 10. Tramos secundarios y principales

Item	Tramo	Caudal (m3/s)	Velocidad (m/s)	Diámetro (mm)	Diámetro Diseño (mm)	Velocidad corregida (m/s)	Densidad Corregida kg/m3	PD (mmH2O)	Longitud (mm)	Campana	Aceleracion	codos	uniones	PE (mmH2O)	PE acumulada (mmH2O)
										kc	ka	ko	ku		
1	Tramo 1-2	2.83	20	424.66	435	19.06	1.000	18.52	13595	0.25		0.54		23.38	23.38
2	tramo 3-4	0.97	20	248.50	245	20.58	1.000	21.58	3002	0.25		0.54		21.34	
3	Tramo 3A-4	0.94	20	244.63	245	19.94	1.000	20.27	2642	0.25		0.45	0.18	21.47	
4	Tramo 4-7	1.91	20	348.71	350	19.85	1.000	20.09	2700					2.39	23.85
5	Tramo 5-6	0.94	20	244.63	245	19.94	1.000	20.27	4483	0.25		0.27		16.67	
6	Tramo 6-7	2.32	20	384.32	400	18.46	1.000	17.37	2600			0.18	0.18	7.99	24.66
7	Tramo 1A-8	2.41	20	391.70	390	20.18	1.000	20.75	2338	0.25		0.27	0.18	16.38	
8	Tramo 1B-8	0.94	20	244.63	245	19.94	1.000	20.27	300	0.25		0.45	0.18	18.26	
9	Tramo 8 - 2	3.35	20	461.82	430	23.07	1.000	27.13	1000				0.18	5.73	24.00
10	Tramo 7-11	4.23	20	518.94	530	19.18	1.000	18.74	4100			0.27		7.16	31.82
11	Tramo 10-9	2.27	20	379.83	360	22.27	1.000	25.27	2939	0.25		0.45		20.65	
12	Tramo 2-20	6.18	20	627.38	630	19.84	1.000	20.05	4780			0.27		7.50	30.88
13	Tramo 9A-9	0.97	20	248.50	235	22.37	1.000	25.49	990	0.25		0.27	0.18	19.52	
14	Tramo 9-11	3.24	20	453.90	425	22.81	1.000	26.53	300				0.18	5.03	25.68
15	Tramo 11-21	7.47	20	689.43	670	21.18	1.000	22.86	500			0.27	0.00	6.39	38.22
16	Tramo 20-21	9.59	20	781.48	780	20.08	1.000	20.54	1800			0.27	0.18	9.86	40.74
17	Tramo5a-6	1.38	20	296.41	300	19.53	1.000	19.43	860	0.25		0.27	0.18	14.49	
18	Tramo 12-13	0.94	20	244.63	245	19.94	1.000	20.27	5780	0.25		0.27		18.44	
19	Tramo 12A-13	1.31	20	288.79	290	22.50	1.000	25.80	0	0.25		0.27	0.18	18.06	
20	Tramo 13-16	2.25	20	378.48	400	17.91	1.000	16.34	3000					1.96	20.40
21	Tramo 14-15	1.42	20	300.67	290	21.50	1.000	23.56	300	0.35		0.27		14.98	
22	Tramo 15-16	2.36	20	387.62	380	20.81	1.000	22.07	300			0.00	0.18	4.23	22.75
23	Tramo 14A-15	0.94	20	244.63	245	19.94	1.000	20.27	4500	0.25		0.18	0.18	18.52	
24	Tramo 16-22	4.61	20	541.75	530	20.90	1.000	22.26	1660			0.37	0.44	18.95	39.35
25	Tramo 18-19	2.47	20	396.55	400	19.66	1.000	19.69	1000	0.25		0.45	0.18	18.09	
26	Tramo 17-19	0.94	20	244.63	245	19.94	1.000	20.27	3300	0.25		0.63		22.27	
27	Tramo 19-20	3.41	20	465.93	460	20.52	1.000	21.46	300			0.18	0.18	7.95	30.22
28	Tramo 25 26	21.67	36	875.44	900	34.07	1.000	59.14	7000	0.25	0.13	0.54		60.15	284.13
29	Tramo 22-23	21.67	20	1174.53	1200	19.16	1.000	18.71	1852			1.65		31.23	71.98
30	24	21.67												152.00	223.98
31	Tramo 27-28	21.67	36	875.44	900	34.07	1.000	59.14	1500	0.25		0.27		31.98	252.15

4.6.7. Selección de colector de Polvo

4.6.7.1. Cálculo de la relación aire-tela

Para la selección del colector de polvo debemos conocer la relación aire tela requerida y con eso determinar el área necesaria para tener una óptima filtración con la siguiente ecuación planteada en L. Bergmann, Beating the baghouse blues, Chem. Eng. 108 (1) (2001) 65–67.

$$V_f = 2.878 \times A \times B \times T^{-0.2335} \times L^{-0.06021} \times (0.7471 + 0.0853 \ln D_p) \dots (Ec. 13)$$

En donde:

$$V_f = \text{Relación aire tela} \left(\frac{ft}{\text{min}} \right)$$

$A = \text{Factor de material(adimensional)}$

$B = \text{Factor de aplicacion(adimensional)}$

$T = \text{Temperatura}(^{\circ}F)$

$L = \text{Carga de polvo de entrada}(gr/ft^3)$

$D_p = \text{Diametro promedio en masa de la particula}(\mu m)$

Tabla 11. Factor del material

A. FACTOR DEL MATERIAL				
1.5 ^b	1.2	1.0	9.0	6.0 ^c
Mezcla de plasta	Asbesto	Alúmina, Aspirina	Fertilizante de fosfato de amonio	Carbón activado
Polvo de cartón	Polvo para Pulido	Carbón negro (terminado)	Plasta de polvo	Carbón negro (molecular)
Cacao	Material fibroso y celulósico	Cemento	Diatomáceas	Detergentes
Alimentos	Residuo del agitado en fundiciones	Pigmentos de cerámica	Petroquímicos secos	Humos y otros productos dispersados directamente de las reacciones
Harina	Yeso	Polvos de arcilla y de ladrillo	Tintas	Leche en polvo
Grano	Cal (hidratada)	Carbón	Ceniza flotante	Jabón
Polvo de cuero	Perlita	Fluorita (Fluorspar)	Polvo metálico	
Aserrín	Químicos del hule	Goma natural	Oxidos metálicos	
Tabaco	Arena	Caolina	Pigmentos metálicos y sintéticos	
	Polvo del soplado de arena	Piedra caliza	Plásticos	
	Carbonato de sodio	Percloratos	Resinas	
	Sal	Polvo de roca, y de minerales	Silicatos	
	Talco	Sílice	Almidón, Estearatos	
		Azúcar	Acido Tánico	
		Acido Sórico		

Fuente: Manual de ventilación industrial

Tabla 12. Factor de aplicación

B.FACTOR DE APLICACIÓN	
Ventilación de Emisiones Molestas (insidiosas) Alivio de los puntos de transferencia, transportadores, estaciones de embalaje, etc.	1.0
Recolección de Producto Ventilación, Transporte neumático, molinos, secadoras relámpago, clasificadores, etc.	0.9
Filtración del Gas de Proceso Secadores por aspersión, hornos, reactores.	0.8

Fuente: Manual de ventilación industrial

Remplazando datos:

$$V_f = 2.878 \times 1 \times 0.9 \times 68^{-0.2335} \times 1^{-0.06021} \times (0.7471 + 0.0853 \ln 10) = 6.4 \frac{ft}{min}$$

Con la velocidad de filtrado obtenida, proseguimos a hallar el área de filtrado con la siguiente fórmula.

$$A_f = \frac{Q_t}{V_f} \dots (\text{Ec. 14})$$

En donde:

$$A_f = \text{Área de filtrado}(ft^2)$$

$$Q_t = \text{Caudal total}(cfm)$$

$$V_f = \text{Velocidad de filtrado}\left(\frac{ft}{min}\right)$$

Reemplazando los valores en la ecuación 15:

$$A_f = \frac{45900 \text{ cfm}}{6.4 \frac{ft}{min}} = 7171 \text{ ft}^2$$

El área filtrante necesaria para el sistema es 7171 ft², obtenido este valor proseguiremos a seleccionar el colector de polvo para esto utilizaremos el catálogo FabriPulse® Fusion,AFF.

Tabla 13. Especificaciones de colectores de polvo
Bag Length: 14 foot

Size	Filtering Area (ft ²)	Qty of Hoppers to No of Inlets			Arrangement Net Weight (lbs)			Arrangement Total Weight (lbs)		
		Number of Valves	Hoppers	Inlets	Arr. A	Arr. B	Arr. C	Arr. A	Arr. B	Arr. C
14-96	1808	8	1	1	1261	5008	7131	2319	6278	8401
14-144	2713	12	1	1	1730	6119	8430	3317	8023	10335
14-192	3617	16	1	1	2204	7316	9897	4321	9855	12437
14-240	4521	20	2	2	2698	8443	11932	5344	11618	15106
14-288	5425	24	2	2	3170	9556	13234	6345	13366	17044
14-336	6329	28	2	2	3645	10753	14617	7348	15198	19061
14-384	7233	32	2	2	4119	11950	16038	8352	17030	21117
14-432	8138	36	3	3	4610	12993	18037	9372	18708	23751
14-480	9042	40	3	3	5085	14190	19419	10376	20539	25768
14-528	9946	44	3	3	5565	15393	20846	11386	22377	27830
14-576	10850	48	3	3	6035	16584	22223	12384	24203	29842
14-624	11754	52	4	4	6525	17627	24221	13404	25881	32476
14-672	12658	56	4	4	7000	18824	25604	14408	27713	34493
14-720	13563	60	4	4	7475	20021	27025	15412	29545	36549
14-768	14467	64	4	4	7950	21218	28408	16415	31377	38567

Notes:

Net Weight: weight without bags, cages or dust.

Total Weight: weight with bags and cages, but no dust

Fuente: Catalogo fabripulse AFF

Seleccionamos el colector que se ajusta a nuestros valores size 14-384 con un área filtrante 7233 ft² > 7171 ft².

4.6.7.1. Estimación de la caída de presión en colector

La caída de presión total en el colector de polvo viene dado por la sumatoria de la caída de presión a través de la tela, de la capa de polvo y de la estructura.

Lo indicado se puede expresar en la siguiente ecuación.

$$\Delta P = \Delta P_f + \Delta P_p + \Delta P_s \dots (Ec. 15)$$

ΔP = Caída de presión total(mmH₂O)

ΔP_f = Caída de presión a traves de tela(mmH₂O)

$\Delta P_p =$ Caída de presión a través capa de polvo(mmH_2O)

$\Delta P_s =$ Caída de presión a través de la estructura(mmH_2O)

Una vez en funcionamiento la caída de presión a través de la estructura es usualmente baja por la cual puede ser ignorada. Proseguimos hallar la caída a través de la tela con la siguiente ecuación:

$$\Delta P_f = K_1 \times V_f \dots (Ec. 16)$$

En Donde

$\Delta P_f =$ Caída de presión a través de tela(mmH_2O)

$K_1 =$ Factor de resistencia del tejido($mmH_2O \frac{s}{m}$)

$V_f =$ Velocidad de filtrado($\frac{m}{s}$)

En la siguiente tabla podemos los valores que puede tomar K_1 , en este caso el material elegido es Dacrón 30 x 19

Tabla 14. Factores de resistencia de tela

TELA	TEJIDO (HILOS/CM)	K_1 (mm H ₂ O . s/m)
Algodón	18 × 22	125.0
	41 × 27	138.9
Lana	16 × 20	29.8
	14 × 13	13.5
	11 × 12	22.7
	12 × 10	45.5
Nylon	15 × 15	156.3
Orlón	29 × 15	67.6
Fibra de vidrio	13 × 11	147.1
Dacrón	24 × 16	75.8
	30 × 19	263.2
Teflón	30 × 28	125.0

Fuente: Perry, R. and Chilton, C., 1986.

Fuente: Perry, R. and Chilton, C., 1986

Remplazamos datos en la ecuación 16:

$$\Delta P_f = 263.2 \text{ mmH}_2\text{O} \frac{\text{s}}{\text{m}} \times 0.0325 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 8.554 \text{ mmH}_2\text{O}$$

La caída de presión que representa la acumulación del material particulado en la manga se calcula con la siguiente ecuación.

$$\Delta P_p = K_2 \times L \times V^2 \times \theta \dots (\text{Ec. 17})$$

Donde:

ΔP_p = Caída de presión a través capa de polvo (mmH₂O)

K_2 = Factor de resistencia debido a la capa de partículas (mmH₂O $\frac{\text{s}}{\text{m}}$)

L = Carga de polvo de entrada (gr/m³)

V_f = Velocidad de filtrado ($\frac{\text{m}}{\text{s}}$)

$\theta = \text{Tiempo de acumulacion de particulas}(s)$

Para poder realizar la ecuación anterior se desarrolló una ecuación empírica para la predicción del factor K_2

$$K_2 = \frac{0.00304}{(D_p)^{1.1}} \dots (\text{Ec. 18})$$

Donde:

$$K_2 = \text{Factor de resistencia debido a la capa de particulas} \left(\text{cmH}_2\text{O} \frac{s}{m - \frac{Kg}{m^2}} \right)$$

$$D_p = \text{Diametro promedio en masa de la particula}(\text{cm})$$

Reemplazamos los datos en la ecuación 18:

$$K_2 = \frac{0.00304}{(0.0015)^{1.1}} = 6.49 \text{ mmH}_2\text{O} \frac{s}{m - \frac{g}{m^2}}$$

Reemplazamos los datos en la ecuación 17:

$$\Delta P_p = 6.49 \text{ mmH}_2\text{O} \frac{m \times s}{Kg} \times 35 \frac{gr}{m^3} \times (0.0325 \frac{m}{s})^2 \times 600s = 143 \text{ mmH}_2\text{O}$$

Cuando el colector se encuentra en funcionamiento la caída de presión en la superficie de las paredes pasa a ser despreciable por lo que consideraremos 0, Luego procedemos a reemplazar los datos obtenidos en la ecuación 15.

$$\Delta P = 8.554 \text{ mmH}_2\text{O} + 143 \text{ mmH}_2\text{O} = 152 \text{ mmH}_2\text{O}$$

La caída de presión total en el filtro será: 152 mmH₂O

4.6.8. Selección de Ventilador centrífugo

Una vez balanceado las líneas de ductos, se procederá a hallar la presión estática del ventilador necesaria para vencer las perdidas existentes por medio de la siguiente ecuación.

$$PEV = PE_s - PE_e - PD_e \dots (Ec. 19)$$

Donde:

$PEV =$ Presion estatica de ventilador(mmH_2O)

$PE_s =$ Presion estatica de salida(mmH_2O)

$PE_e =$ Presion estatica de entrada(mmH_2O)

$PD_e =$ Presion dinamica de entrada(mmH_2O)

Reemplazamos los datos:

$$PEV = [10.12 - (-71.98 - 152 - 19.04) - 18.17] mm|H_2O = 234.97 mmH_2O$$

Procederemos a hallar la presión estática del ventilador corregida con la siguiente ecuación:

$$PEV_c = \frac{PEV}{df} \dots (Ec. 14)$$

$$PEV_c = \frac{234.97}{0.8} mmH_2O = 294 mmH_2O$$

El sistema necesitara un ventilador centrífugo con los siguientes parámetros:

Caudal: 21.67 m³/s

Presión estática: 294 mmH₂O

4.7. Simulación del sistema de despolvorización

4.7.1. Selección del software.

Se seleccionó el software en función a la necesidad que teníamos por obtener resultados. El software que usamos fue el ansys fluent.

Según (ORRALA, 2010), Los programas de AEF (Análisis por Elementos Finitos), permiten obtener soluciones aproximadas de problemas que sean susceptibles de ser representados por un sistema de ecuaciones diferenciales.

En Ingeniería, la mayoría de los procesos actuales están definidos de dicha forma, por lo que dichos programas nos permitirán obtener productos de calidad superior a un menor coste, o para mejorar procesos existentes, o para estudiar el fallo de un componente estructural o un equipo.

Si se utiliza un programa de AEF se puede ayudar a reducir el tiempo total de desarrollo de un producto, reduciendo el número de ciclos prototipo-pruebas-ensayos-evaluación. Incluso en algunos casos, no es deseable o práctico el realizar un prototipo.

Existen en la actualidad numerosos programas de análisis por elementos finitos, tales como ABAQUS, COSMOS, PATRAN, NASTRAN, STRUDL, CAEPIPE, etc.; de entre todos he elegido ANSYS por tratarse de una herramienta versátil de análisis por elementos finitos, y cumple con la necesidad de simular el filtrado de flujos con partículas (Pág. 103)

4.7.2. Acerca del software

Ansys es el Software líder de simulación CAE multifísico para análisis y simulación por elementos finitos (FEA). Este producto de dinámica computacional (CFD) de Ansys son para ingenieros que necesitan tomar decisiones mejores y más rápidas. Sus productos de simulación CFD han sido validados y son muy apreciados por su potencia informática superior y resultados precisos.

La geometría de nuestro filtro de mangas, para facilidad de creación del diseño la hemos importado como un paquete de CAD, el paquete utilizado en nuestro fue el SOLIDWORK.

4.7.3. Consideraciones para la simulación

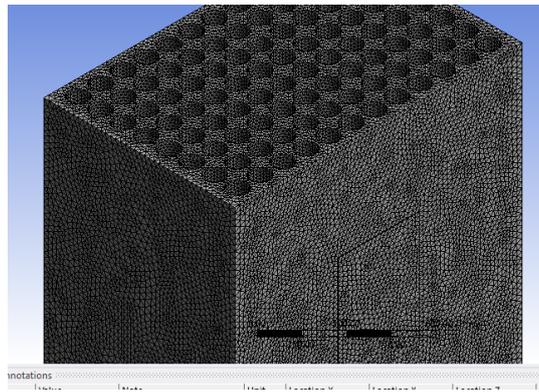
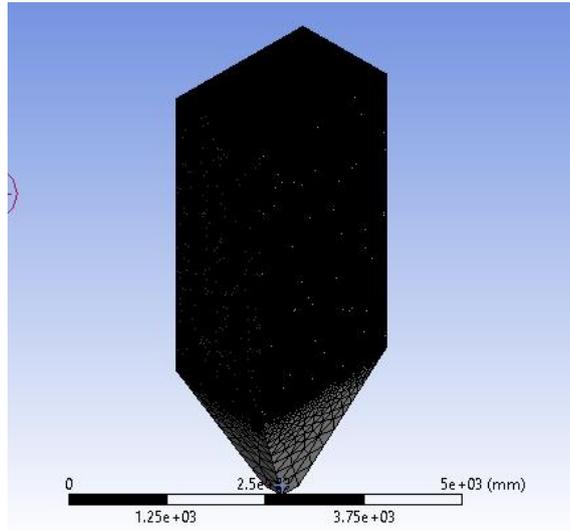
Por la complejidad de malla a simular se tomó solo la cuarta parte del colector de polvo, y caudal de ingres. Se mantuvo la concentración y tamaño de partícula. El análisis que se realizó y obtuvo será por fracción de partícula de polvo(eficiencia)

Datos ingresados

Concentración de Polvo (gr/m ³)	35
Densidad de polvo (lb/ft ³)	107
Tamaño de partícula (um)	10
Numero de Mangas (und)	96
Densidad de aire (kg/m ²)	1
Caudal de ingreso (m ³ /s)	5.47

4.7.4. Procedimiento para simulación

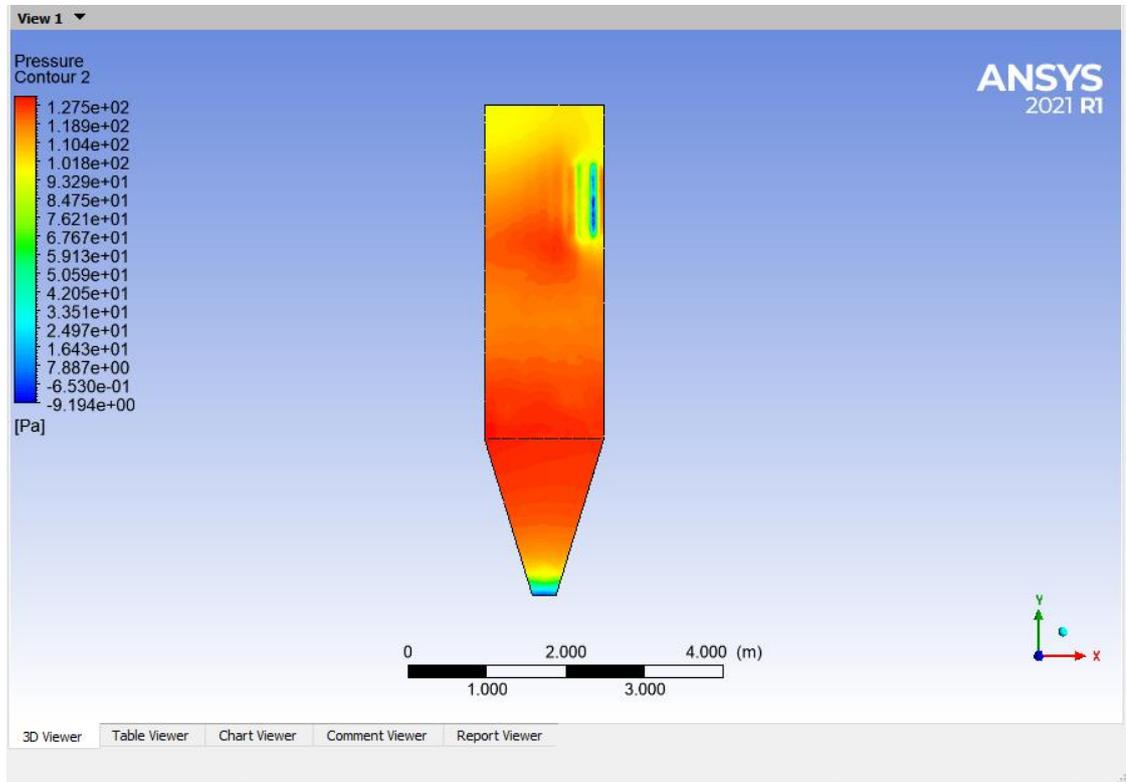
- ✓ Importado de geometría.
- ✓ Mallado: Se está utilizando una malla tetraédrica (ideal para elementos irregulares). 938mil nodos y 4 millones 371mil elementos.
- ✓ Además, se utilizó mayor densidad en la zona de interés (mangas). Y malla no tan densa en la parte inferior, donde no hay muchas interfaces.

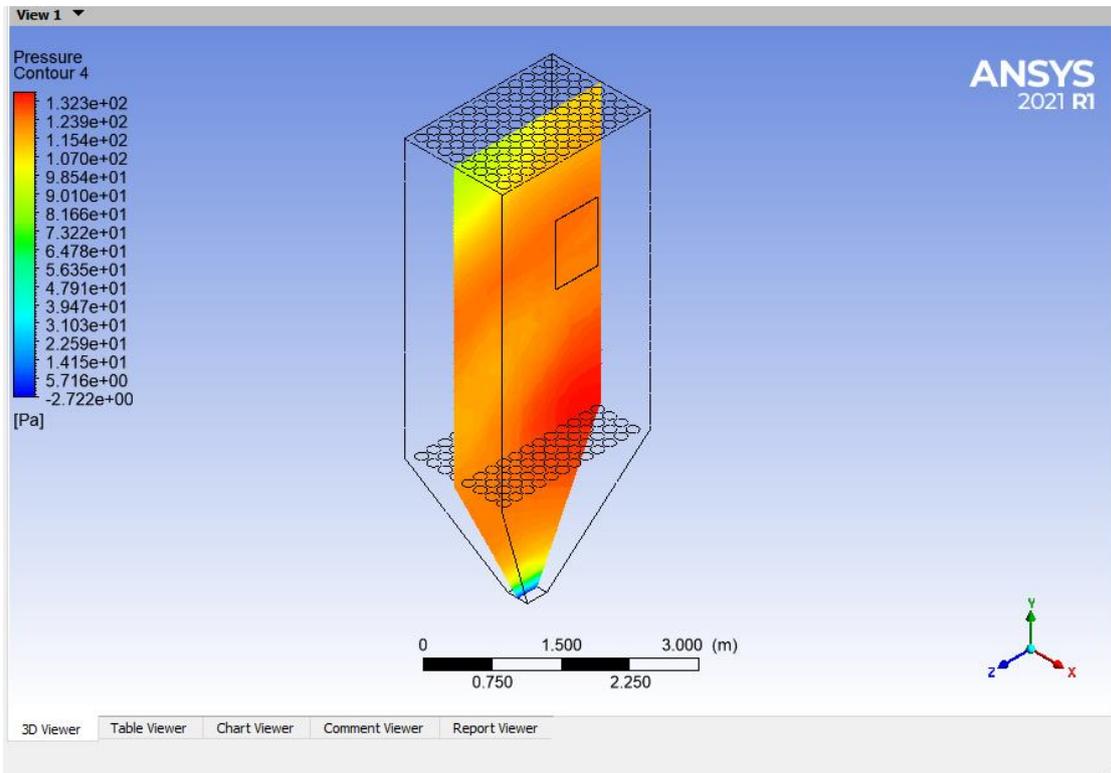
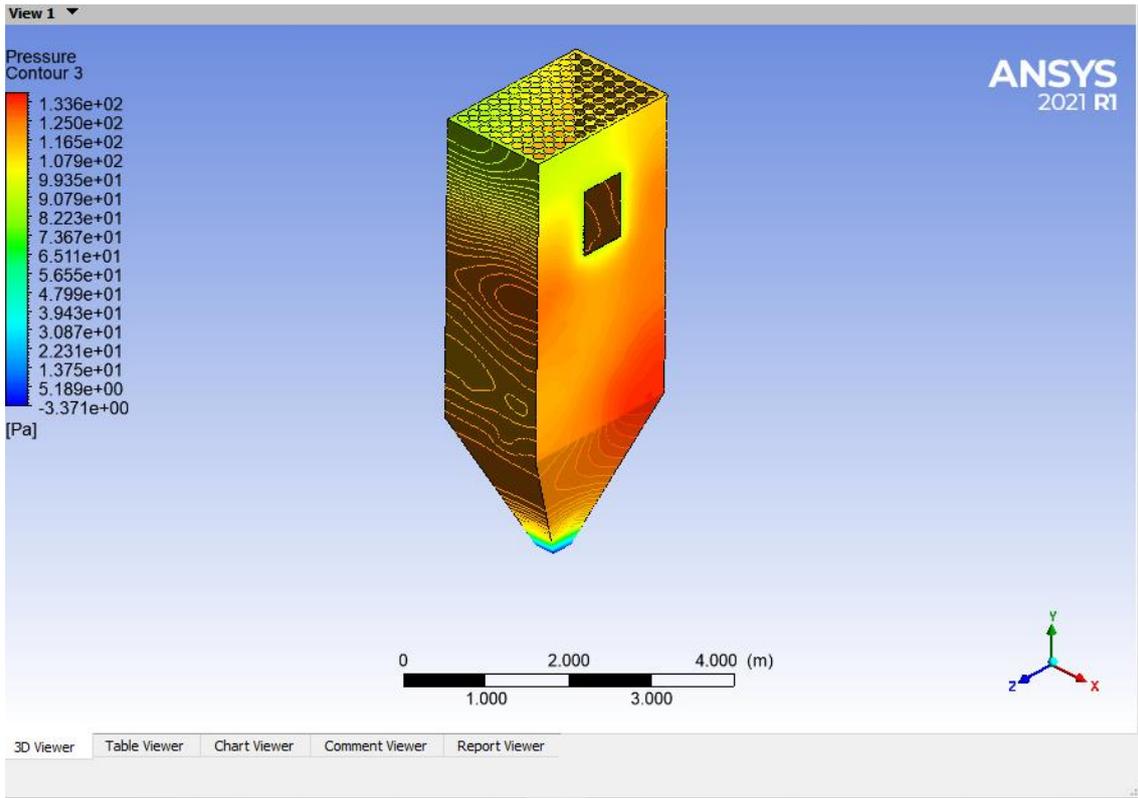


Statistics	
<input type="checkbox"/> Nodes	937620
<input type="checkbox"/> Elements	4371461

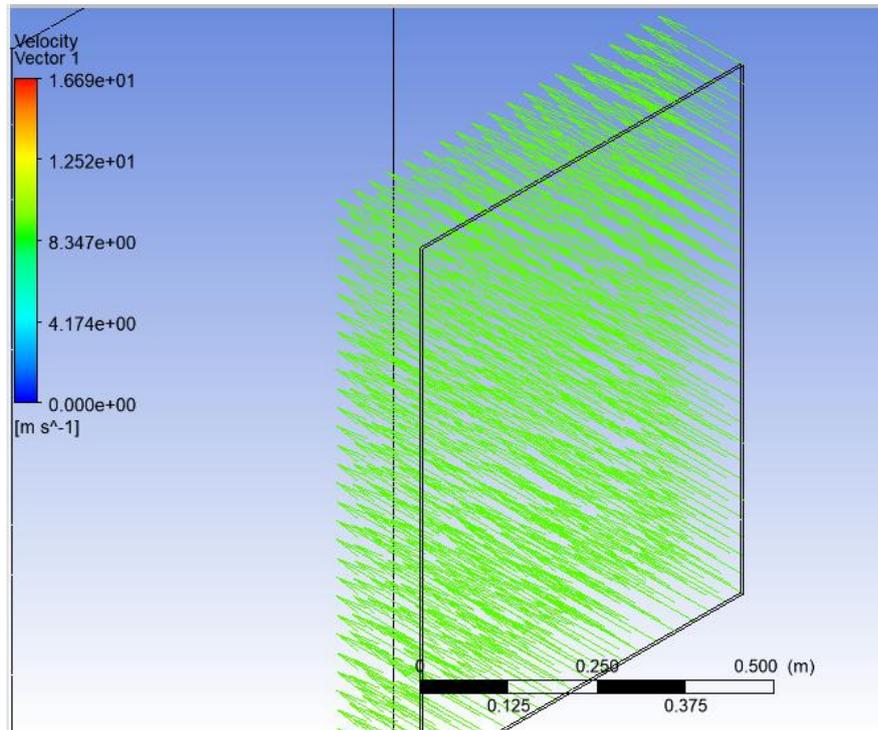
Una vez concluido la simulación se tiene los siguientes datos:

1. Distribución de presiones dentro del colector

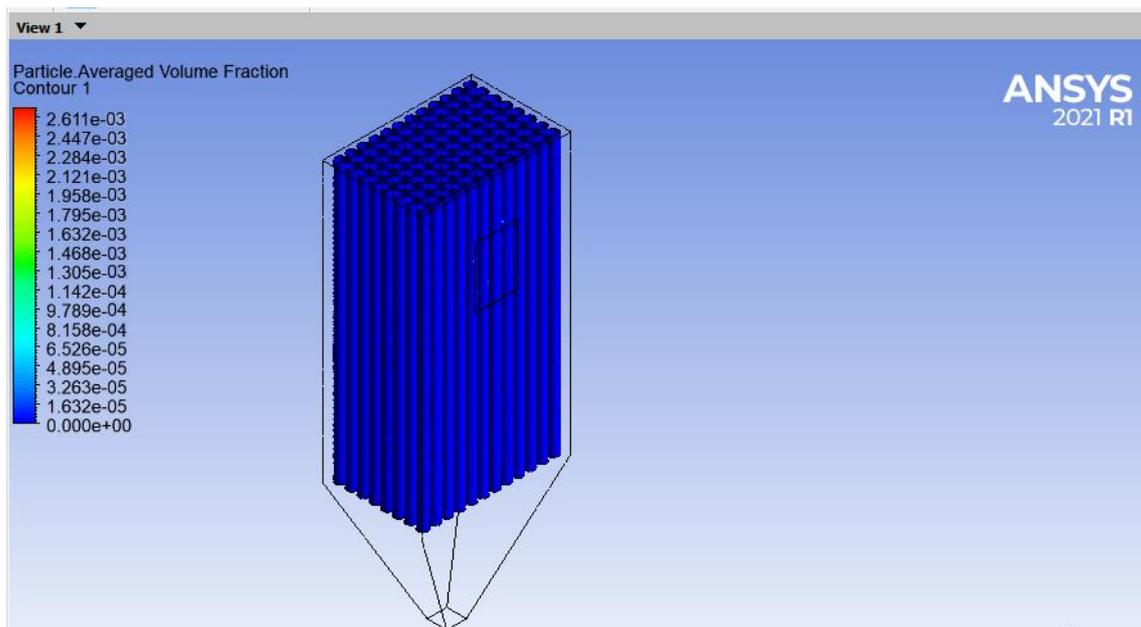




2. Distribución de direcciones iniciales del fluido



3. La fracción de polvo que sale por las mangas es $2.61e-3$ como máximo. Dadas estas condiciones, con un tiempo suficiente para haber llegado al filtro, se puede observar que el filtro tiene una eficiencia de $(1-0.26\%) = 99.7\%$



Una vez obtenida la eficiencia del colector de polvo, procederemos a calcular la emisión de concentración de polvo a la salida de ventilador.

$$L_s = F_c \% \times L_e$$

Donde:

$L_s =$ Concentración de polvo en la salida ($\frac{gr}{m^3}$)

$F_c =$ Fracción de concentración de polvo (adimensional)

$L_e =$ Concentración de polvo en la entrada ($\frac{gr}{m^3}$)

Reemplazamos datos

$$L_s = 0.26\% \times 35 \frac{gr}{m^3} = 0.091 \frac{gr}{m^3}$$

V. RESULTADOS

1.- Se diseño un sistema de despolvorización de filtro de mangas el cual reducirá el nivel de concentración de polvo de 35 gr/m^3 a $0,091\text{gr/m}^3$ en el área de chancado de una unidad minera.

2.- Se logró dimensionar los elementos de captación para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.

Ítem	Puntos de Extracción	Caudal(m ³ /s)	Velocidad de Captura(m/s)	Dimensiones de Campana	
				L(mm)	A(mm)
1	Zaranda secundaria 8x20	2.83	2	900	1574
2	Descarga de zaranda secundaria a faja N°7	1.04	1.5	580	1194
3	Descarga de faja N°7 a faja N°8	1.04	1.5	580	1194
4	Descarga de zaranda secundaria a faja N°4	1.04	1.5	580	1194
5	Zaranda terciaria N°1 6X16	2.27	2	800	1416
6	Descarga de zaranda terciaria N°1 a faja N°8	1.04	1.5	580	1194
7	Zaranda terciaria N°2 6X16	2.27	2	800	1416
8	Descarga de zaranda terciaria N°2 a faja N° 8	1.04	1.5	580	1194
9	Chancadora secundaria N°1	1.31	1.75	575	1305
10	Descarga de chancadora secundaria N°1 a faja N°4	1.04	1.5	580	1194
11	Chancadora secundaria N°2	1.31	1.75	575	1305
12	Chancadora terciaria	1.31	1.75	575	1305
13	Descarga de chancadora terciaria a faja 4	1.04	1.5	580	1194
14	Zaranda terciaria N°3 6X16	2.27	1.5	580	1194
15	Descarga de zaranda terciaria N°3 a faja N° 8	1.04	1.5	580	1194

3.- Se dimensionó el sistema de conductos para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado. Para esto aplicamos el método presión dinámica. Distribución de los conductos

Ítem	Puntos de Extracción	Caudal	Velocidad	Diámetro (mm)	Diámetro Diseño (mm)	Velocidad Corregida (m/s)
1	Zaranda secundaria 8x20	2.83	20	424.66	425	19.97
2	Descarga de zaranda secundaria a faja N°7	1.04	20	257.14	260	19.57
3	Descarga de faja N°7 a faja N°8	1.04	20	257.14	260	19.57
4	Descarga de zaranda secundaria a faja N°4	1.04	20	257.14	260	19.57
5	Zaranda terciaria N°1 6X16	2.27	20	379.83	380	19.98
6	Descarga de zaranda terciaria N°1 a faja N°8	1.04	20	257.14	260	19.57
7	Zaranda terciaria N°2 6X16	2.27	20	379.83	380	19.98
8	Descarga de zaranda terciaria N°2 a faja N° 8	1.04	20	257.14	260	19.57
9	Chancadora secundaria N°1	1.50	20	309.16	310	19.89
10	Descarga de chancadora secundaria N°1 a faja N°4	1.04	20	257.14	260	19.57
11	Chancadora secundaria N°2	1.50	20	309.16	310	19.89
12	Chancadora terciaria	1.50	20	309.16	310	19.89
13	Descarga de chancadora terciaria a faja 4	1.04	20	257.14	260	19.57
14	Zaranda terciaria N°3 6X16	1.04	20	257.14	260	19.57
15	Descarga de zaranda terciaria N°3 a faja N° 8	1.04	20	257.14	260	19.57

4.- Se selecciono el colector de polvo mediante cálculo de la relación aire tela.

COLECTOR DE POLVOS FABRI-PULSE

MOD. FUSION, ARR. "C" DIS. ECO, TAM. 14-384-7233

MARCA. AMERICAN AIR FILTER

Ver anexo 4.

5.- Se logró seleccionar el ventilador modelo 5-10-12D Marca: Simo blower

Además, se elaboraron los planos de vista de planta y laterales de todo el sistema de ductos. Ver anexo 5.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1.- La presente investigación tuvo como objetivo diseñar un sistema de despolvorización de filtro de mangas para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera, esto motivó el presente trabajo, del cual se demostró que con el diseño un sistema de despolvorización de filtro de mangas se reducirá el nivel de concentración de polvo de $35 \frac{gr}{m^3}$ a $0,091 \frac{gr}{m^3}$.

Estos hallazgos guardan relación con lo hallado por (Sarmiento, 2020) quien al realizar su investigación sobre el Diseño de un sistema de colección de polvo para chancado secundario en una planta concentradora, concluye en que se logra reducir la cantidad de polvo en el ambiente desde $14000 \text{ ug}/m^3$ a $50 \text{ ug}/m^3$.

2.-Por otro lado, el estudio también apuntó a dimensionar el sistema de elementos de captación para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera. Cuyos resultados demostraron que se logró dimensionar los elementos de captación o campanas por medio de cálculos, para captar el material particulado suspendido.

Estos hallazgos guardan relación con la investigación de (COYLA, 2020) debido que, al realizar el dimensionamiento de sus campanas, el autor cumplió con las expectativas esperadas, ya que su eficacia en la recolección de polvo fue sobresaliente. Esto se debe al diseño y disposición de su campana colectora central la cual fue realizado de la misma forma que nosotros.

3.- Así mismo, en la investigación se buscó dimensionar el sistema de conductos para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado. Cuyos resultados demostraron que se lograron dimensionar estos conductos, para el correcto transporte de material particulado o polvo por medio de cálculos desarrollados en la sección de análisis y procesamiento de datos.

Este desarrollo guarda relación con lo desarrollado por (Orrala, 2010) ya que al realizar el dimensionamiento de sus ductos lo realizo de la misma forma que

nosotros, obteniendo primero el caudal del proceso y luego considerando la relación $Q=VA$, obtuvo la sección transversal.

4.- De igual manera, el estudio también apuntó a seleccionar el colector de polvo para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera. Cuyos resultados demostraron que se logró seleccionar el colector de polvo más adecuado, por medio de la relación aire tela que desarrollamos en la pág.77.

Estos hallazgos guardan relación con lo hallado por (Bolívar, 2007) ya que para seleccionar el colector de polvo lo hace a partir de la relación aire tela al igual que nosotros.

5.- Por otra parte, en la investigación se buscó seleccionar el ventilador más adecuado para movilizar. Cuyos resultados demostraron que se logró seleccionar el ventilador más adecuado para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera, por medio de la suma de la caída de presión a lo largo de todo el sistema de extracción que será, la suma de la caída de presión de la red de tuberías y la caída de presión del colector de polvo.

Estos hallazgos guardan cierta relación con lo hallado por (Chipana, 2010). El autor se ha ayudado de un software llamado PIPEPHASE 9.0 para obtener la diferencia de presión. En nuestro caso hemos realizado la suma de caídas de presión a lo largo del sistema y luego las hemos sumado y para esto nos hemos ayuda de Excel.

CONCLUSIONES

- 1.- Se concluye que el diseño del sistema de despolvorización de filtro de manga cumple la función de reducir el nivel de concentración de polvo en una unidad minera, dado a que cuenta con una eficiencia del 99.7 %.
- 2.- Se concluye que el dimensionamiento de los 15 elementos de captación(campanas) permiten reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.
- 3.- Se concluye que el dimensionamiento de los conductos permite reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.
- 4.- Se concluye que, en base a las 384 mangas de 14pies de altura que se requieren, el colector deberá tener 7233 pies² de área de tela para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.
- 5.- Se concluye en base a los cálculos de la fricción en el sistema de ductos, que se requiere un ventilador de 46900cfm x 12 *inH₂O*

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la gerencia implementar el diseño del sistema de despolvorización diseñado para el área de chancado, ya que de esta forma protegerá la salud de los trabajadores de la empresa y el ambiente.
2. Se recomienda al jefe de mantenimiento realizar un plan de mantenimiento y revisión periódica a los elementos fundamentales del Sistema de despolvorización como son: el Ventilador y el Colector, para mantener el equipo en óptimas condiciones.
3. Se recomienda a Jefatura de planta considerar mediciones de caudales en los ductos para verificar su estado y mantener al sistema balanceado.
4. Se recomienda al área SSOMA cumplir con los estándares y normas ambientales, para evitar sanciones, por lo que es importante cada año un análisis de gases a la salida del ventilador para controlar las emisiones de las partículas.
5. Se recomienda al área de seguridad proteger a los colaboradores que trabajen en el área de chancado, entregándole las epps más idóneas, de esta manera estaremos protegiéndolos de la exposición a estos polvos que podría generarles problemas de salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BOLIVAR, A. 2007. *Diseño del Sistema Colector de Polvo para el Control Ambiental en los Bunkers de Cabo y Baño en el Área de Envarillado de CVG VENALUM.* Guayana : s.n., 2007.

CHIPANA, A. 2018. *Diseño del sistema de captación de polvo centralizada para control del impacto ambiental en la Sociedad Minera Corona.* Huancayo : s.n., 2018.

COYLA, J. 2020. *Diseño de un sistema de aspiración localizada para mejorar el proceso de control y aspiración de material particulado en la empresa confecciones Paz Peru - Arequipa.* Arequipa : s.n., 2020.

ESPINOZA, C. 2021. *Metodología de investigación tecnológica.* Lima : Soluciones Gráficas S.A.C., 2021. 978-612-00-1667-1.

FERNÁNDEZ, E. 2008. *Mejoras en la eficiencia de los colectores de polvo tipo jet pulse y precipitador electrostático.* 2008.

GASTAÑAGA, A. y AMADO , Y. 1963. *Control del contaminante polvo en minas y plantas concentradoras.* Lima : Instituto de salud ocupacional, 1963.

GOBERNA, R., Hughes, R. y RIVEIRA, V. 2019. *Industrial Ventilation, A Manual of Recommended Practice for design.* Ohio : Artes Gráficas Soler, S.A, 2019. 84-7890-818-8.

GUERRERO, R. 2014. *Evaluación del control de emisiones de polvo en el área de la dosificadora de Clinker y reducción del impacto local negativo a la salud de los trabajadores de la planta de molienda Holcim Latacunga.* Ecuador : s.n., 2014.

HERNANDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M. 2014. *Metodología de la investigación.* Mexico D.F. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. 978-1-4562-2396-0.

HUARACA, C. y JURADO, E. 2009. *Reducción de la Polución ambiental y recuperación de finos mediante el montaje de un sistema colector de polvos en la sección de chancado secundario y terciario de la planta concentradora Paragsha de Volcan Compañía Minera S.A.A.* Huancayo : s.n., 2009.

Mejoramiento del sistema de captación de polvo y ventilación en una planta minera. **ARROYO, V. 2001.** Lima : s.n., 2001.

ORRALA, A. 2010. *Diseño de un Sistema de extracción de material particulado de una planta de arena (Trituración y Clasificación de polvo).* Cuenca : s.n., 2010.

RODRIGUEZ, A. y PÉREZ, A. 2017. *Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento.* Artemisa : Revista EAN, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>.

SARMIENTO, F. 2020. *Diseño de un sistema de colección de polvo para chancado secundario en una planta concentradora de cobre.* Arequipa : s.n., 2020.

Sistema de mitigación de polvo de mineral de hierro en el área de chancado del sector de San Nicolás-Marcona. **YABAR, C., ARAMBURÚ, V. y TINOCO, F. 2020.** 1, Lima : Industrial Data, 2020, Vol. 23. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v23i1.16548>.

ZAPATA, S. 2013. *Cálculo, diseño y fabricación de colector de polvo.* Medellín : s.n., 2013.

MARTÍNEZ, C., et al. Enfermedades pulmonares profesionales por inhalación de polvos inorgánicos. *Med Hum*, 2001, vol. 61, p. 34-39.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE DESPULVORIZACIÓN DE FILTRO DE MANGAS PARA REDUCIR EL NIVEL DE CONCENTRACIÓN DE POLVO EN EL ÁREA DE CHANCADO DE UNA UNIDAD MINERA - 2019

Problema General	Objetivo General	Hipotesis General	METODOLOGIA
¿Cómo diseñar un sistema de despolvORIZACIÓN de filtro de mangas para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera ?	Diseñar un sistema de despolvORIZACIÓN de filtro de mangas para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.	Si se realiza diseño de un sistema de despolvORIZACIÓN de filtro de mangas reduce el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.	<p>Tipo: aplicada (tecnológico)</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Nivel: Descriptivo</p> <p>Diseño: No experimental - Transversal.</p>
Problema Específico	Objetivo Específico	Hipotesis Específicas	
P.E.1.¿Como dimensionar los elementos de captación para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.?	O.E.1: Dimensionar los elementos de captación para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.	H.E.1: Si se dimensiona los elementos de captación se reduce el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.	<p>Metodo: Analitico - sintetico</p> <p>Población: Unidad Minera.</p> <p>Muestra: Área de chancado</p>
P.E.2.¿Como dimensionar el sistema de conductos para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera?	O.E.2: Dimensionar el sistema de conductos para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.	H.E.2: Si se dimensiona el sistema de conductos se reduce el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.	
P.E.3.¿Como seleccionar el colector de polvo para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.?	O.E.3: Seleccionar el colector de polvo mas adecuado para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.?	H.E.3:Si se selecciona el colector de polvo mas adecuado se reduce el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.	
P.E.4.¿Como seleccionar el ventilador ideal para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.?	P.E.4.Seleccionar el ventilador mas adecuado para reducir el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.	H.E.4. Si se selecciona el ventilador mas adecuado se reduce el nivel de concentración de polvo en el área de chancado de una unidad minera.	

ANEXO 1: Plano del colector-ventilador

DETALLE "B"
Ecc. 1 : 2

DETALLE "C"
Ecc. 1 : 30

DETALLE "D"
Ecc. 1 : 35

DETALLE "A"
Ecc. 1 : 35

Base de concreto 500 x 500 x 1200

Base de concreto 3000 x 2000 x 300

Abrazaderas PL 1 1/4"x3/16"

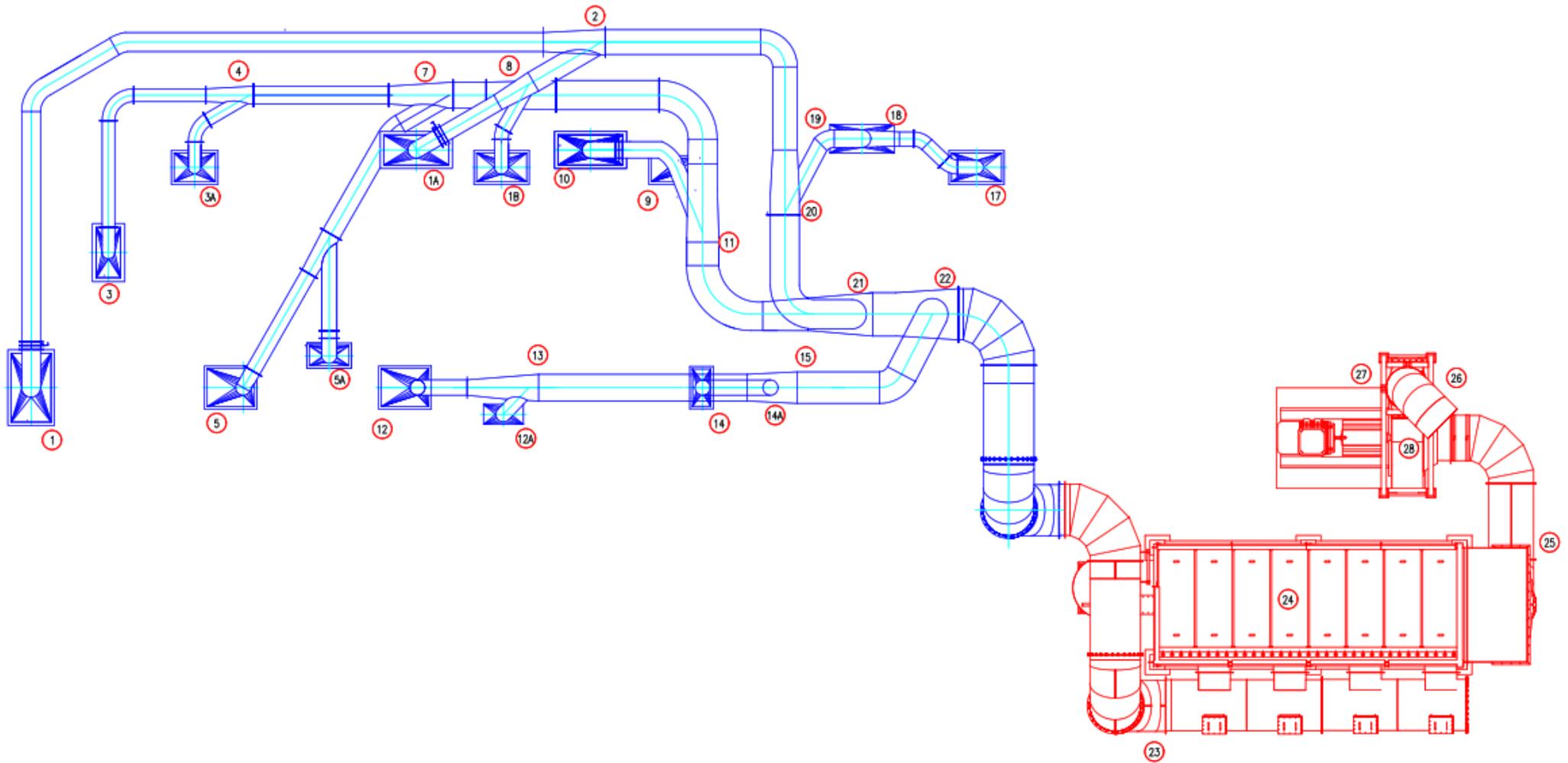
Junta Ventilador-Codo

NOTA:
-TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS, SALVO SE INDIQUE LO CONTRARIO
-MATERIALES
-PLANCHAS ASTM A36 DE 3mm, SALVO SE INDIQUE LO CONTRARIO

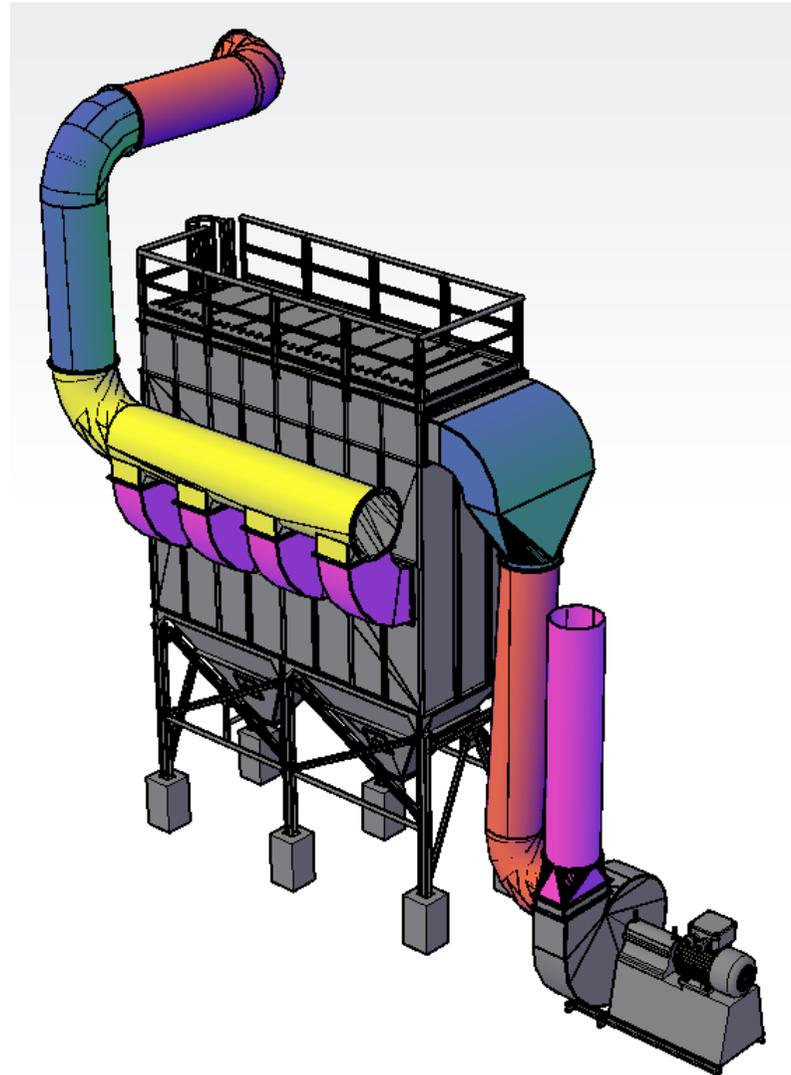
Rev.	Descripcion	Fecha	Aprobado	Proyectista	Revisado	
2	Cambio de posicion del ventilador / Cobios de la base del colector de vigas a concreto	06/04/2018	Cliente	D.Guaylupo	J.Samanes	
17	PB17119-M-L-17 SOPORTE-02	1720 x 767	1	ASTM A36	52,20 kg	52,20 kg
18	PB17119-M-L-16 TORNILLO-01	6430 x 435	1	ASTM A36	351,13 kg	351,13 kg
15	PB17119-M-L-15 SOPORTE-01	3450 x 2280	1	ASTM A36	506,73 kg	506,73 kg
14	PB17119-M-L-14 DUCTO-07	Ø841 x 2330	1	ASTM A36	193,43 kg	193,43 kg
13	PB17119-M-L-13 REDUCCION-02	Ø841 x 560	1	ASTM A36	54,21 kg	54,21 kg
12	PB17119-M-L-12 CURVA-05	Ø900 x 900	1	ASTM A36	109,03 kg	109,03 kg
11	PB17119-M-L-11 DUCTO-06	Ø900 x 1515	1	ASTM A36	185,24 kg	185,24 kg
10	PB17119-M-L-10 CURVA-04	Ø900 x 5420	1	ASTM A36	109,80 kg	109,80 kg
9	PB17119-M-L-9 DUCTO-05	Ø900 x 4599	1	ASTM A36	319,66 kg	319,66 kg
8	PB17119-M-L-8 REDUCCION-01	Ø900 x 2200 x 660	1	ASTM A36	140,50 kg	140,50 kg
7	PB17119-M-L-7 CURVA-03	900 x 2024 x 1156	1	ASTM A36	216,63 kg	216,63 kg
6	PB17119-M-L-6 DUCTO-04	Ø1019 x 2420	1	ASTM A36	353,65 kg	353,65 kg
5	PB17119-M-L-5 DUCTO-03	Ø1019 x 3163	1	ASTM A36	322,23 kg	322,23 kg
4	PB17119-M-L-4 CURVA-02	900 x Ø1019	1	ASTM A36	137,92 kg	137,92 kg
3	PB17119-M-L-3 DUCTO-02	Ø1019 x 3030	1	ASTM A36	244,05 kg	244,05 kg
2	PB17119-M-L-2 DUCTO-01	Ø1019 x 1065	1	ASTM A36	156,55 kg	156,55 kg
1	PB17119-M-L-1 CURVA-01	900 x Ø1019	2	ASTM A36	137,92 kg	275,84 kg

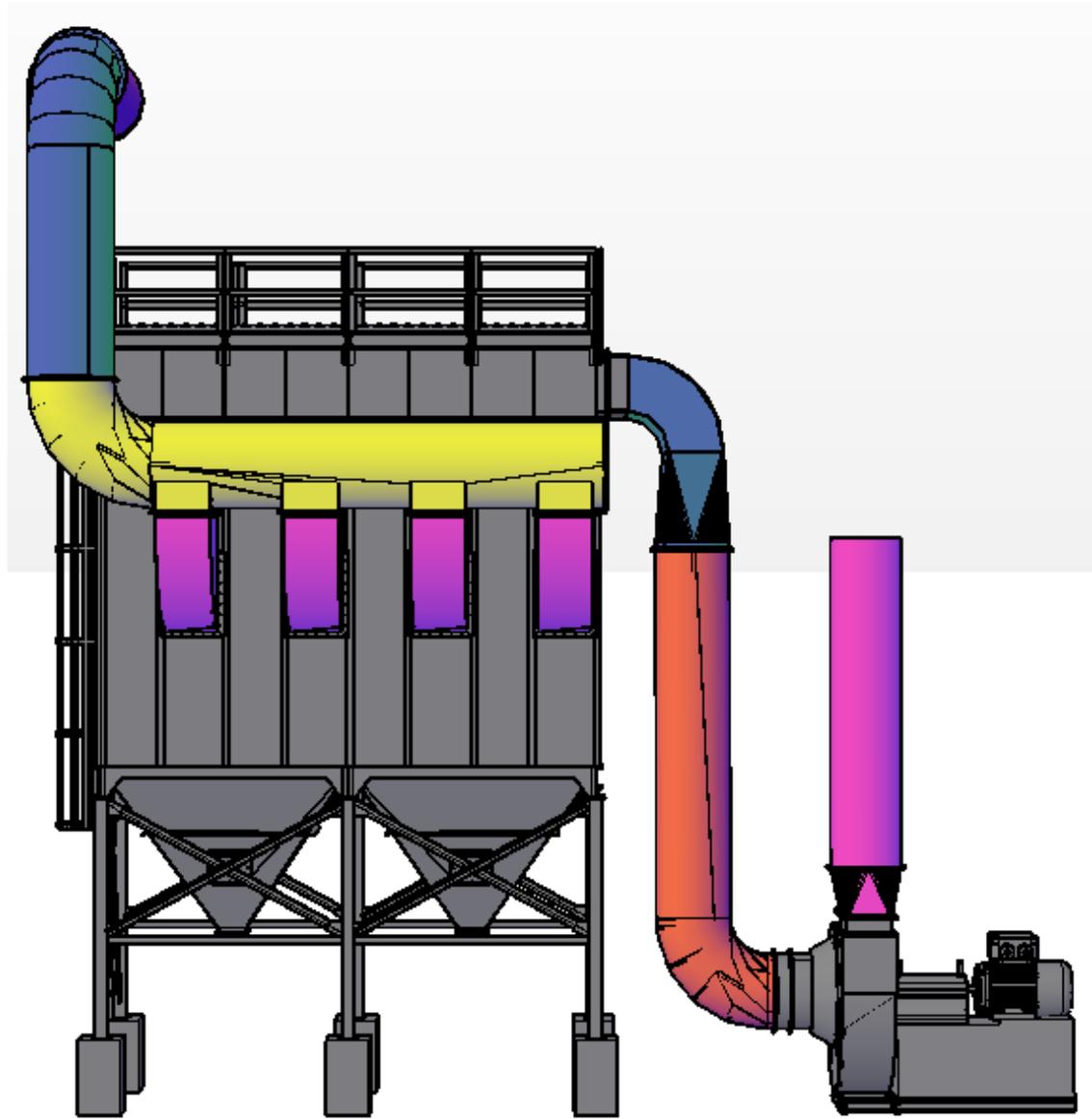
Item	Código	Denominación	Norma / Dimension	Cent.	Material	Peso Unit.	Peso Total	Comentarios
LISTA DE MATERIALES								
Fecha	Nombre	Firma	Centro de Costos					
06/04/2018	M.BARRIENTOS		0					
Revisado	06/04/2018	A.VASQUEZ						
Aprobado	06/04/2018	L.BAZAN						
Escala	Título	Cod. Proy.				Revisión		
S/E	F.I. Sist. de aspiracion de polvo-Área de chancado	PB-PTE-17119				2		
Formato	Sub Título	Nº de Plano				Hoja		
A3	AG-MILPO-PORVENIR	PB17119-M-1				1 / 3		

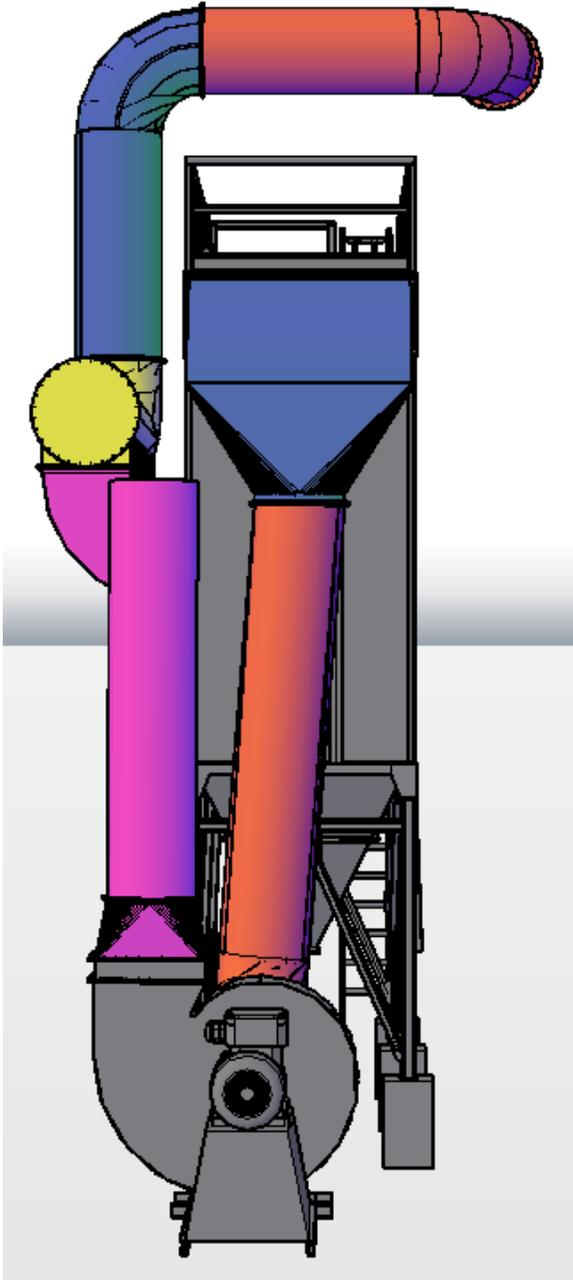
ANEXO 2: Arreglo general del Sistema

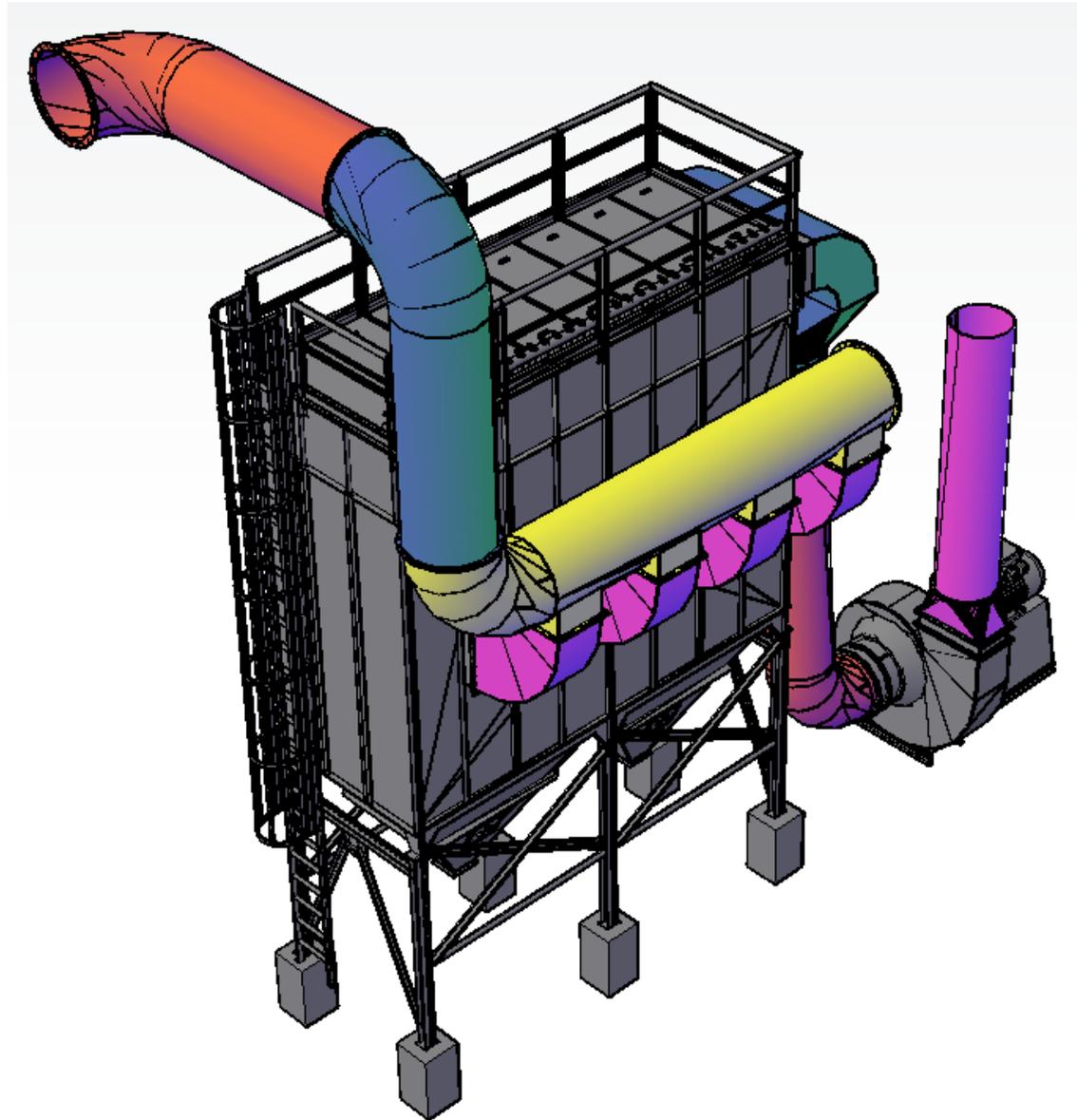


ANEXO 3: VISTAS ISOMÉTRICAS DEL COLECTOR

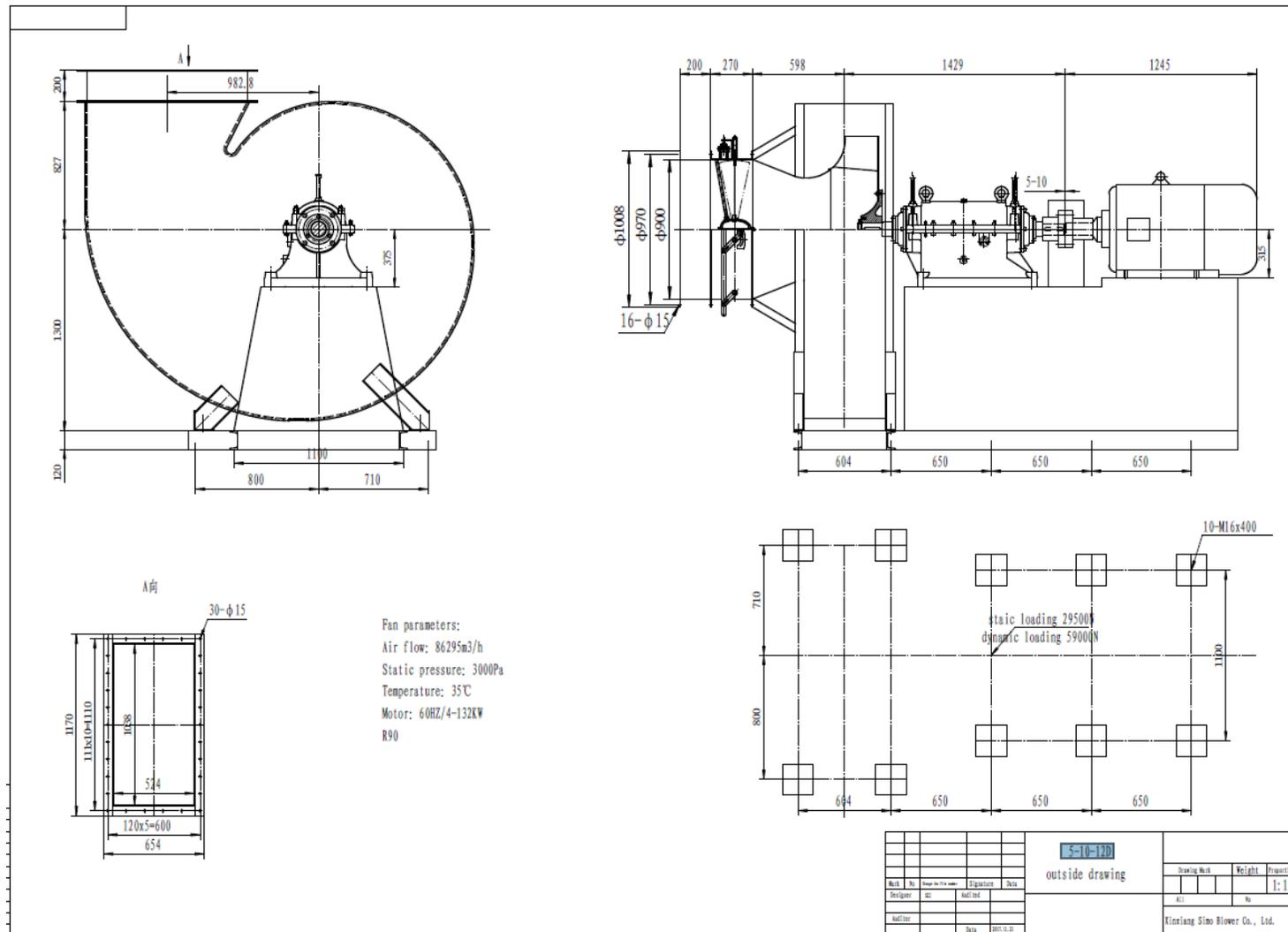






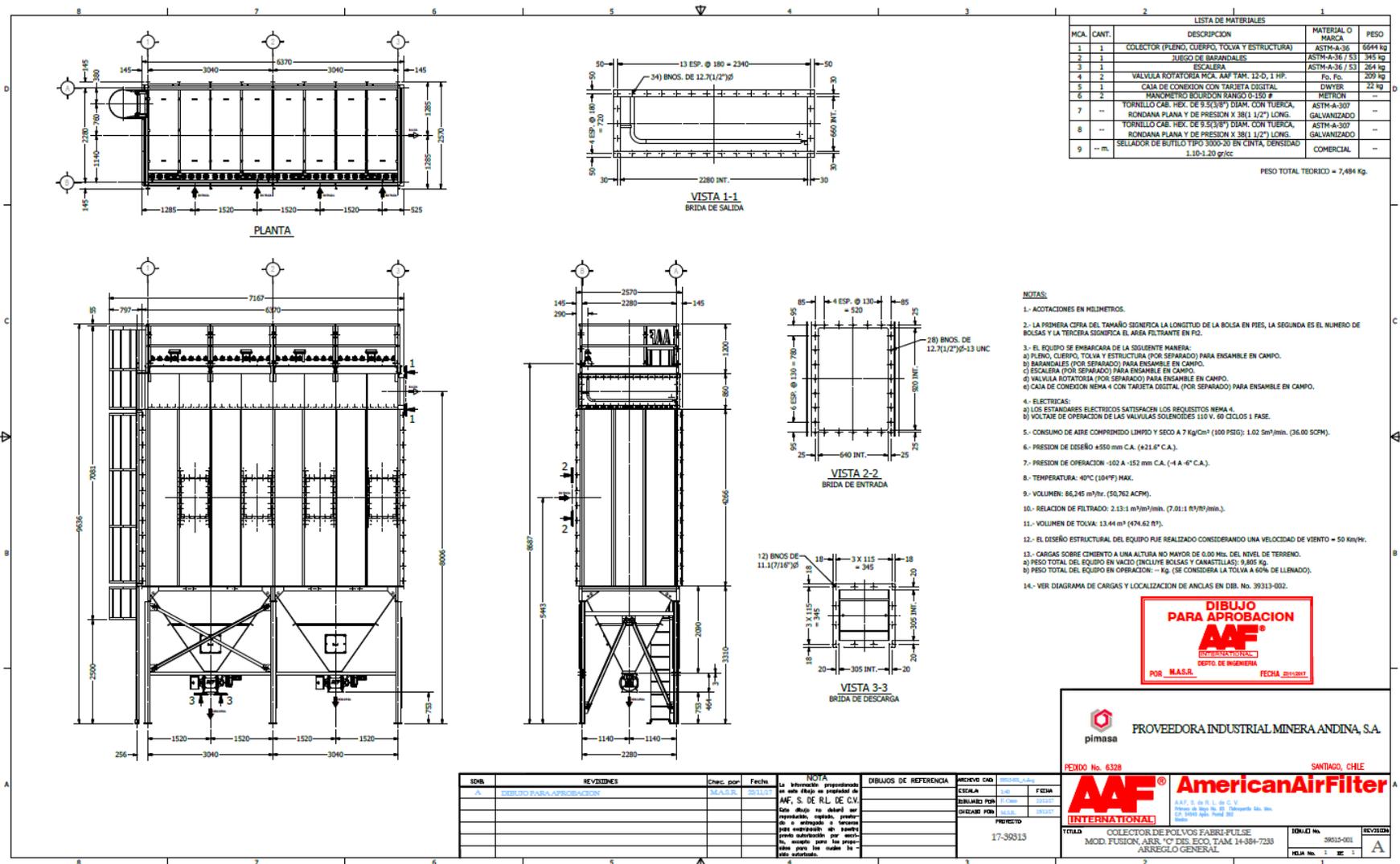


ANEXO 4: Plano del Colector de polvo seleccionado



				5-10-12D			
				outside drawing			
Drawn	Checked	Designed	Reviewed	Weight	Proportion		
				1:1.5			
				Kunyang Simo Blower Co., Ltd.			

ANEXO 5: Plano del ventilador seleccionado



PROVEEDORA INDUSTRIAL MINERA ANDINA, S.A.

FECHADO No. 6328 SANTIAGO, CHILE

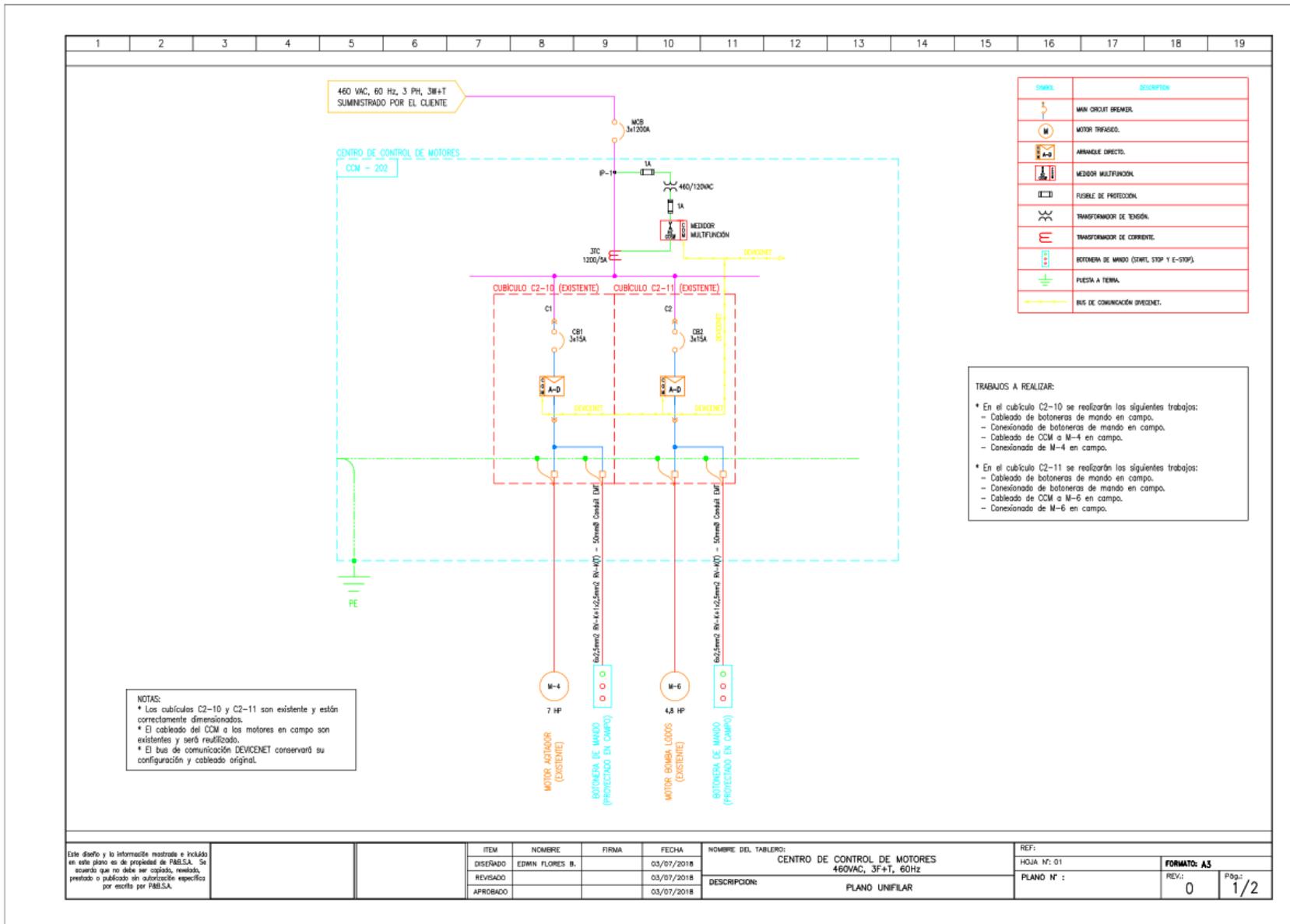
AAF AmericanAirFilter INTERNATIONAL

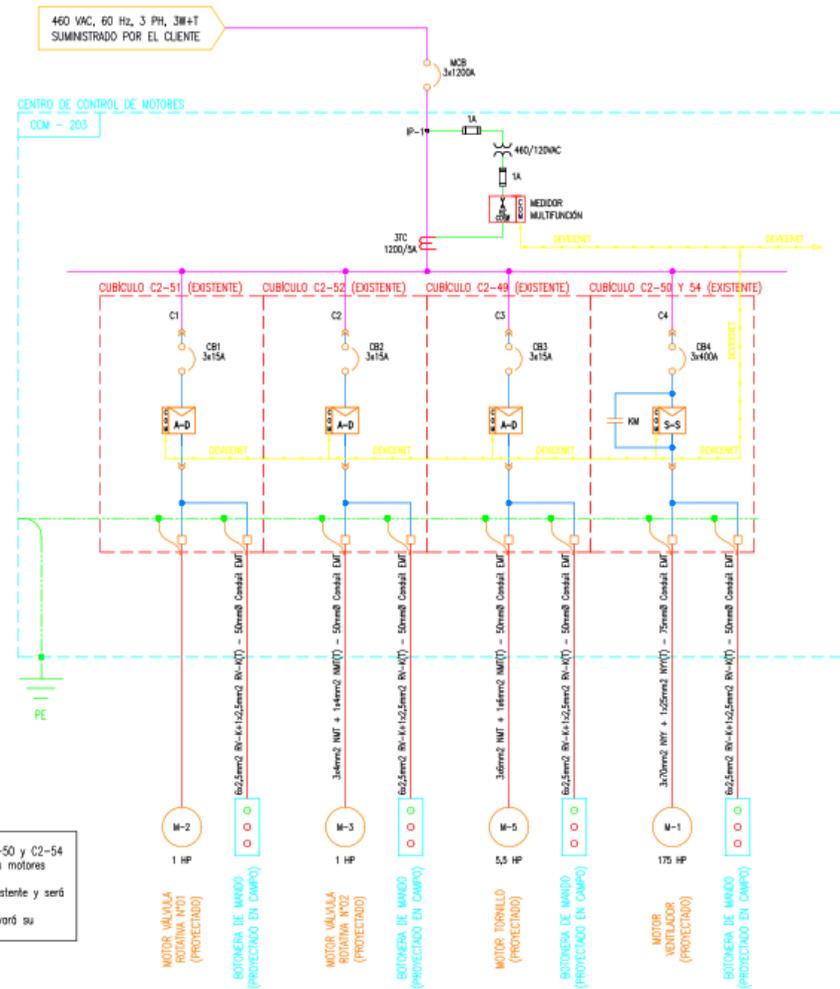
COLECTOR DE POLVOS FABRI-FULSIE
MOD. FUSION, ABS. 1" DIAM. ECO, TAM. 14-384-7233
ARREGLO GENERAL

IDENTIFICACION: 39013-001
REVISION: A

SEÑAL	REVISIONES	Chec. por	Fecha	NOTA	DIBUJOS DE REFERENCIA	PROYECTO
1	DIBUJO PARA APROBACION	M.A.S.S.	2018/01	La informacion proporcionada en este dibujo es propiedad de AAF, S. DE RL. DE C.V. Este dibujo no deberá ser reproducido, copiado, prestado o entregado a terceros para su uso sin el consentimiento por escrito de AAF, acorde a los procedimientos para los modelos de este software.		17-39313

Anexo 7: Diagrama Unifilar





NOTAS:
 * Los cubículos C2-51, C2-52, C2-49, C2-50 y C2-54 son existentes y serán acondicionados para los motores proyectados.
 * El cableado del CCM al motor M-2 es existente y será reutilizado.
 * El bus de comunicación DEVICENET conservará su configuración y cableado original.

Símbolo	DESCRIPCIÓN
[Contactor]	CONTACTOR.
[CBI]	MAIN CIRCUIT BREAKER.
[M]	MOTOR TRIFÁSICO.
[A-D]	ARRANQUE DIRECTO.
[A-S]	ARRANQUE SOFT START.
[TRM]	MEDIDOR MULTIFUNCIÓN.
[F]	FUSIBLE DE PROTECCIÓN.
[T]	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN.
[CT]	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.
[M-2]	BOTONERA DE MANDO (START, STOP Y E-STOP).
[PE]	PUESTA A TIERRA.
[DEVICENET]	BUS DE COMUNICACIÓN DEVICENET.

- TRABAJO A REALIZAR:**
- En el cubículo C2-51 se realizarán los siguientes trabajos:
 - Cambiar ITM 3x15A.
 - Reponer 2 fusibles de 1.0 A.
 - Reponer 1 fusible de 1.25 A.
 - Cableado de control en CCM.
 - Cableado de botoneras de mando en campo.
 - Conexión de botoneras de mando en campo.
 - Cableado de CCM a M-2 en campo.
 - Conexión de M-2 en campo.
 - En el cubículo C2-52 se realizarán los siguientes trabajos:
 - Reponer 2 fusibles de 1.0 A.
 - Reponer 1 fusible de 1.25 A.
 - Cableado de control.
 - Cableado de botoneras de mando en campo.
 - Conexión de botoneras de mando en campo.
 - En el cubículo C2-49 se realizarán los siguientes trabajos:
 - Cambiar contactor de A-D 3x12A.
 - Reponer 2 fusibles de 1.0 A.
 - Reponer 1 fusible de 1.25 A.
 - Cableado de control.
 - Cableado de botoneras de mando en campo.
 - Conexión de botoneras de mando en campo.
 - Cableado de CCM a M-5 en campo.
 - Conexión de M-5 en campo.
 - En el cubículo C2-50 y C2-54 se realizarán los siguientes trabajos:
 - Acondicionamiento de cubículos para arranque de 175HP.
 - Montaje de ITM 2x10A para tablero secuenciador TC.
 - Montaje de TT 440/120 18VA para tablero secuenciador TC.
 - Montaje de KM 3x300A para bypass soft-start y A-D.
 - Configuración de soft-start eston.
 - Cableado de control y fuerza.
 - Cableado de botoneras de mando en campo.
 - Conexión de botoneras de mando en campo.
 - Cableado de CCM a M-1 en campo.
 - Conexión de M-1 en campo.

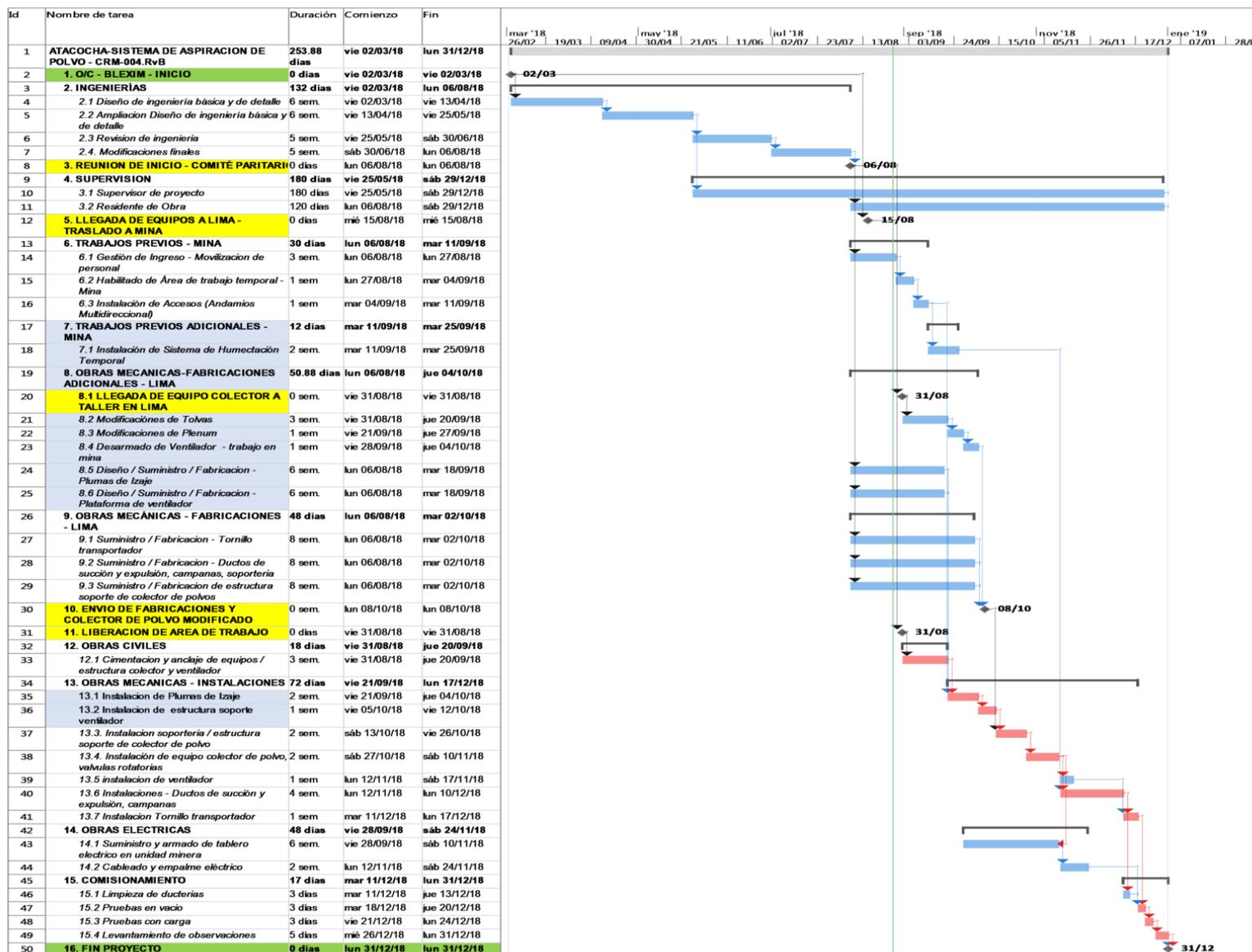
Este diseño y la información mostrada e incluido en este plano es de propiedad de PAB.S.A. Se escusará que no debe ser copiado, revendido, prestado o publicado sin autorización específica por escrito por PAB.S.A.

ÍTEM	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DISEÑADO	EDWIN FLORES B.	[Firma]	03/07/2018
REVISADO		[Firma]	03/07/2018
APROBADO		[Firma]	03/07/2018

NOMBRE DEL TABLERO: CENTRO DE CONTROL DE MOTORES "CCM-203"	REF: HOJA N°: 01
DESCRIPCIÓN: PLANO UNIFILAR	PLANO N°: 0

FORMATO: A3	PÁG.: 2/2
-------------	-----------

Anexo 8: Cronograma de Proyecto



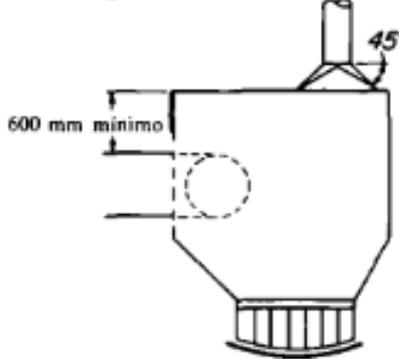
Anexo 9: Presupuesto del Proyecto

Costo de Equipos

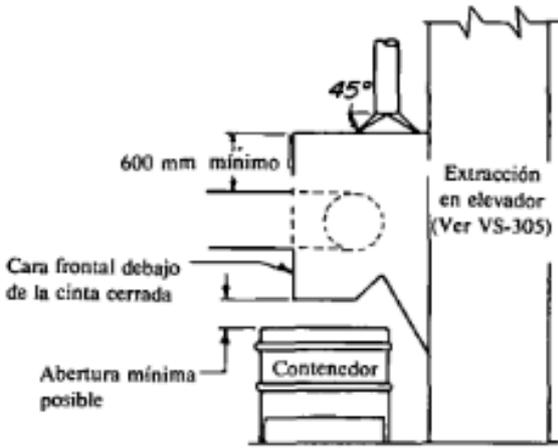
ITEM	DESCRIPCION	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
1	SISTEMA COLECTOR DE POLVO BAGHOUSE 14-384	1	\$99,920.11	\$99,920.11
2	VENTILADOR CENTRIFUGO DE 50 000 CFM-12" wg	1	\$48,502.07	\$48,502.07
3	VALVULA ROTARIA	2	\$7,910.33	\$15,820.00
Costo DDP Lima - Peru				\$164,242.18

Costo del Proyecto

SISTEMA DE DESPULVORIZACION-CHANCADO SECUNDARIO					
ID	ITEM	UND	CNT	CU (US\$)	MONTO (US\$)
1.00	INGENIERIA				\$4,490.91
1.01	Diseño de ingeniería básica y detalle	Glob	1	\$4,490.91	\$4,490.91
2.00	FABRICACIONES MECANICAS				\$35,261.81
2.01	Suministro y fabricaciones de ductos	Glob	1	\$35,261.81	\$35,261.81
3.00	FABRICACIONES ELECTRICAS				\$19,176.36
3.01	Sum y fab de tablero electrico de fuerza y control-Soft Start	Und	1	\$19,176.36	\$19,176.36
4.00	OBRAS MECANICAS				\$39,064.21
4.01	Montaje de Sistema Colector	Glob	1	\$13,418.18	\$13,418.18
4.02	Montaje de ductos	Glob	1	\$8,145.45	\$8,145.45
2.02	Desmontaje de Colector y limpieza ductos existentes	Glob	1	\$17,500.57	\$17,500.57
5.00	OBRAS CIVILES				\$16,545.45
5.01	Suministro de dados de concreto y anclaje de equipos	Glob	1	\$16,545.45	\$16,545.45
6.00	OBRAS ELÉCTRICAS				\$21,567.27
6.01	Instalacion de tablero electrico de fuerza y control, cableado y empalme electrico 100m	Glob	1	\$21,567.27	\$21,567.27
7.00	SUPERVISION - COMISIONAMIENTO				\$4,303.03
7.01	Supervision y puesta en marcha de los equipos	Glob	1	\$4,303.03	\$4,303.03
COSTO TOTAL					\$122,409.05
GASTOS GENERALES					\$16,793.51
COSTO DE EQUIPOS					\$164,242.18
PROPUESTA ECONOMICA FINAL (no incluye IGV)					\$322,485.64



1. Transferencia entre cintas con menos de 1 m de caída. Para caídas mayores instalar una extracción adicional en la cinta inferior. Ver n.º 3 abajo.



2. Transferencia de cinta a elevador con separador magnético.

DATOS PARA DISEÑO

Puntos de transferencia:

Cerramientos para lograr una velocidad de aire entre 0,76 y 1 m/s en todas las aberturas

Caudal mínimo = 0,54 m³/s/m de anchura de la cinta para velocidades de cinta inferiores a 1 m/s
 = 0,77 m³/s/m de anchura de la cinta para velocidades de cinta superiores a 1 m/s y para separadores magnéticos

Velocidad en conducto = 18 m/s mínimo

Pérdida en la entrada = 0,25 PD

Cintas transportadoras:

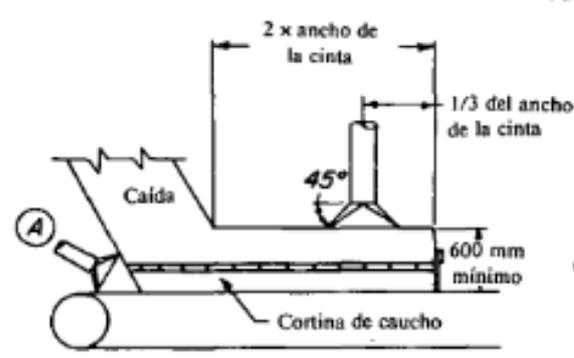
Cubrir la cinta entre los puntos de transferencia

Extracción en los puntos de transferencia

Extracción adicional de 0,54 m³/s/m de anchura de cinta con separación de 9 metros. Utilizar piezas de unión de 45°

Pérdida en la entrada = 0,25 PD

Nota: Los materiales secos o muy pulverulentos pueden precisar caudales de extracción entre 1,5 y 2 veces los indicados.



3. Transferencia entre transportadores de más de 1 m de caída.

Extracción adicional en A para materiales pulverulentos con los caudales:

Ancho de la cinta de

300 a 900 mm, Q = 0,33 m³/s

más de 900 mm, Q = 0,47 m³/s

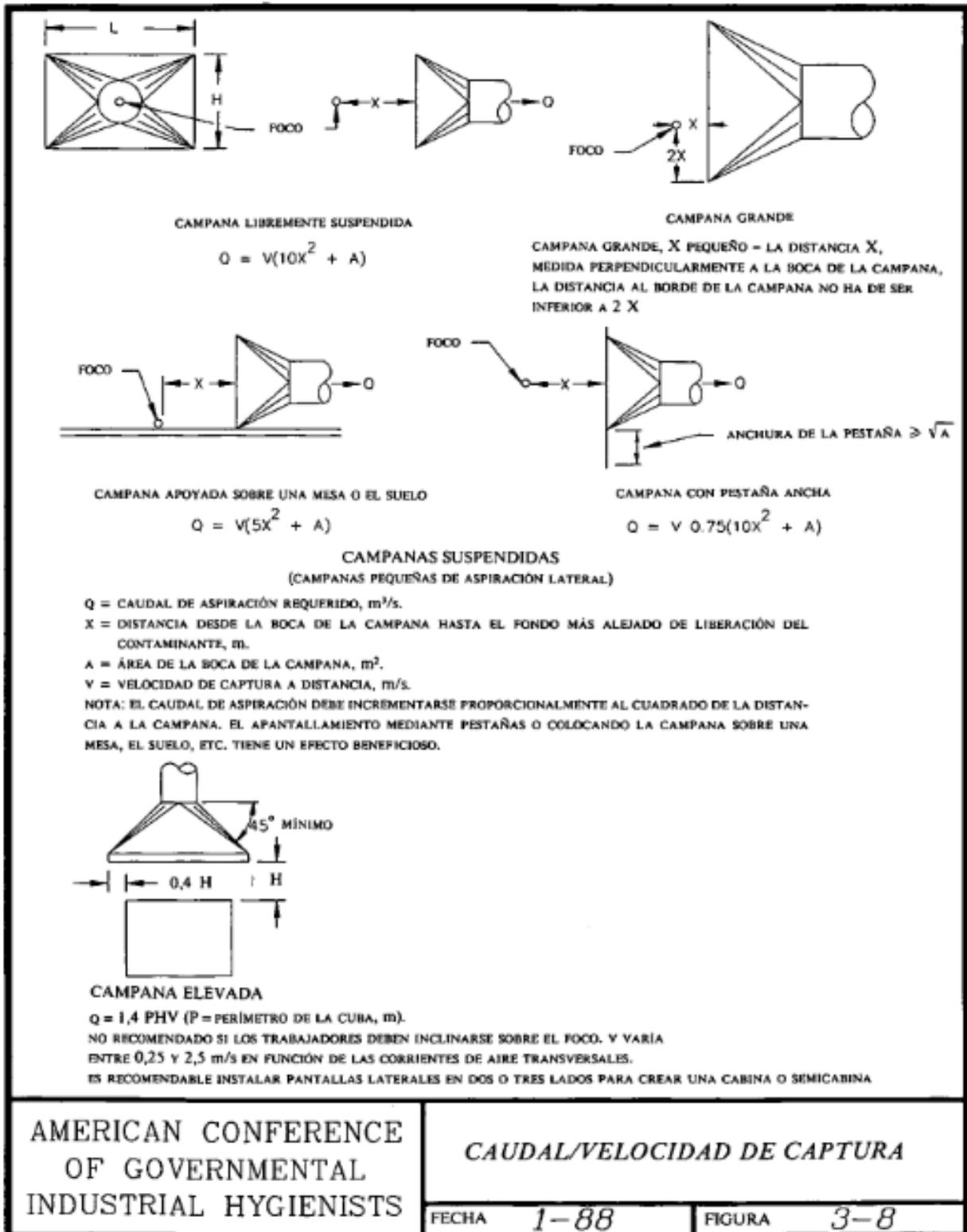


50 mm de separación de la carga de la cinta

Detalle de la abertura de la cinta

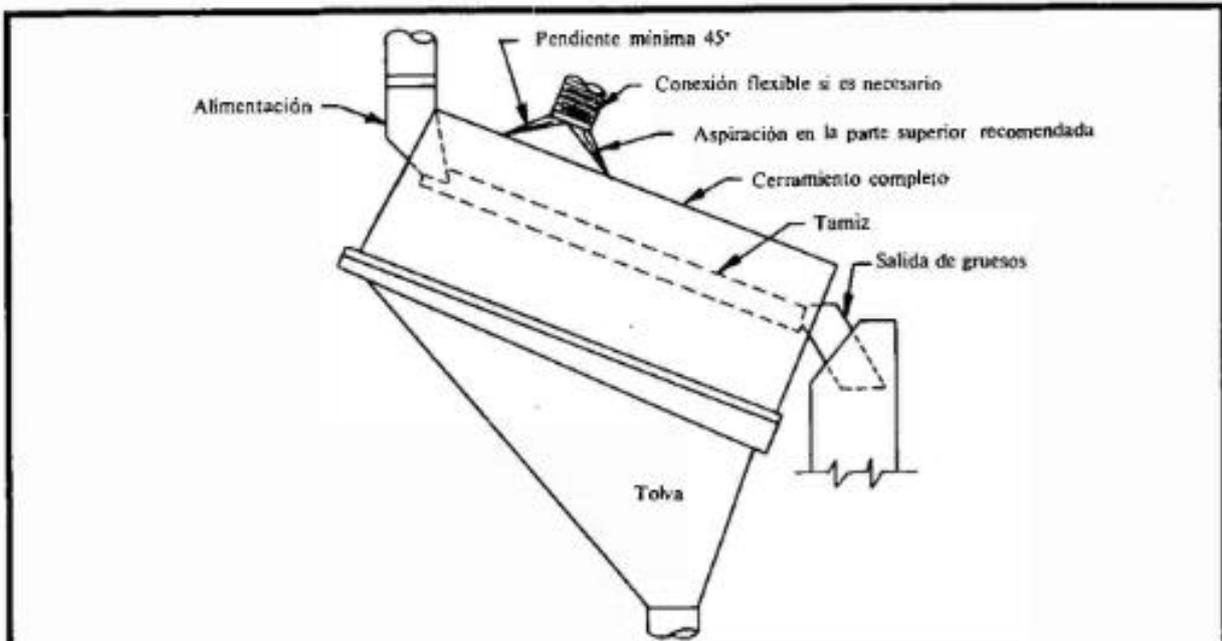
MANUTENCIÓN DE MATERIALES

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS	
<i>EXTRACCIÓN EN CINTA TRANSPORTADORA</i>	
FECHA	1-72 VS-306



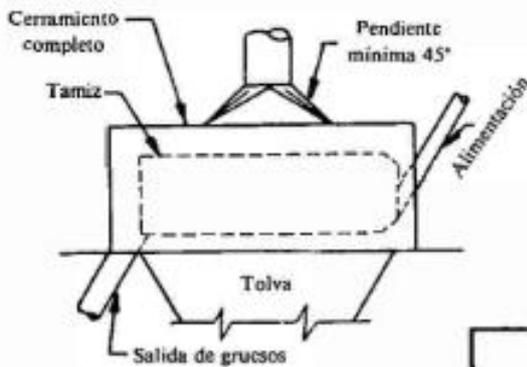
Anexo 12: Tamices

10-40 Ventilación industrial



TAMIZ DE MALLA PLANA

$Q = 1 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ de aberturas, pero no menos de $0,25 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ de superficie del tamiz. No es preciso incrementar para tamices múltiples
 Velocidad en conducto = 18 m/s
 Pérdida en la entrada = 0,50 PD



TAMIZ CILÍNDRICO

$Q = 0,51 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ de sección circular del tamiz, por lo menos $2 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ de aberturas en el cerramiento
 Velocidad en conducto = 18 m/s
 Pérdida en la entrada = 0,50 PD

MANUTENCIÓN DE MATERIALES

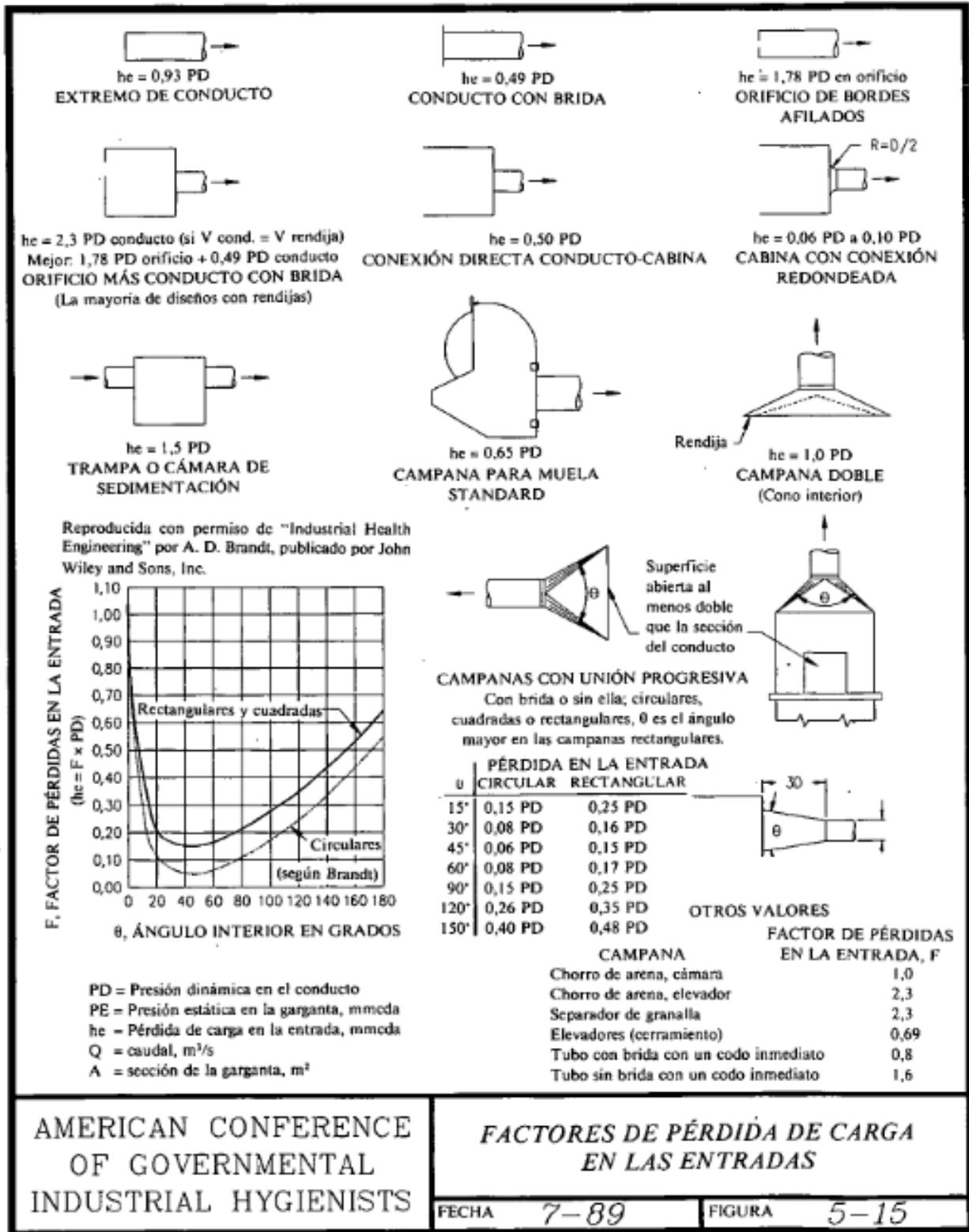
AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS

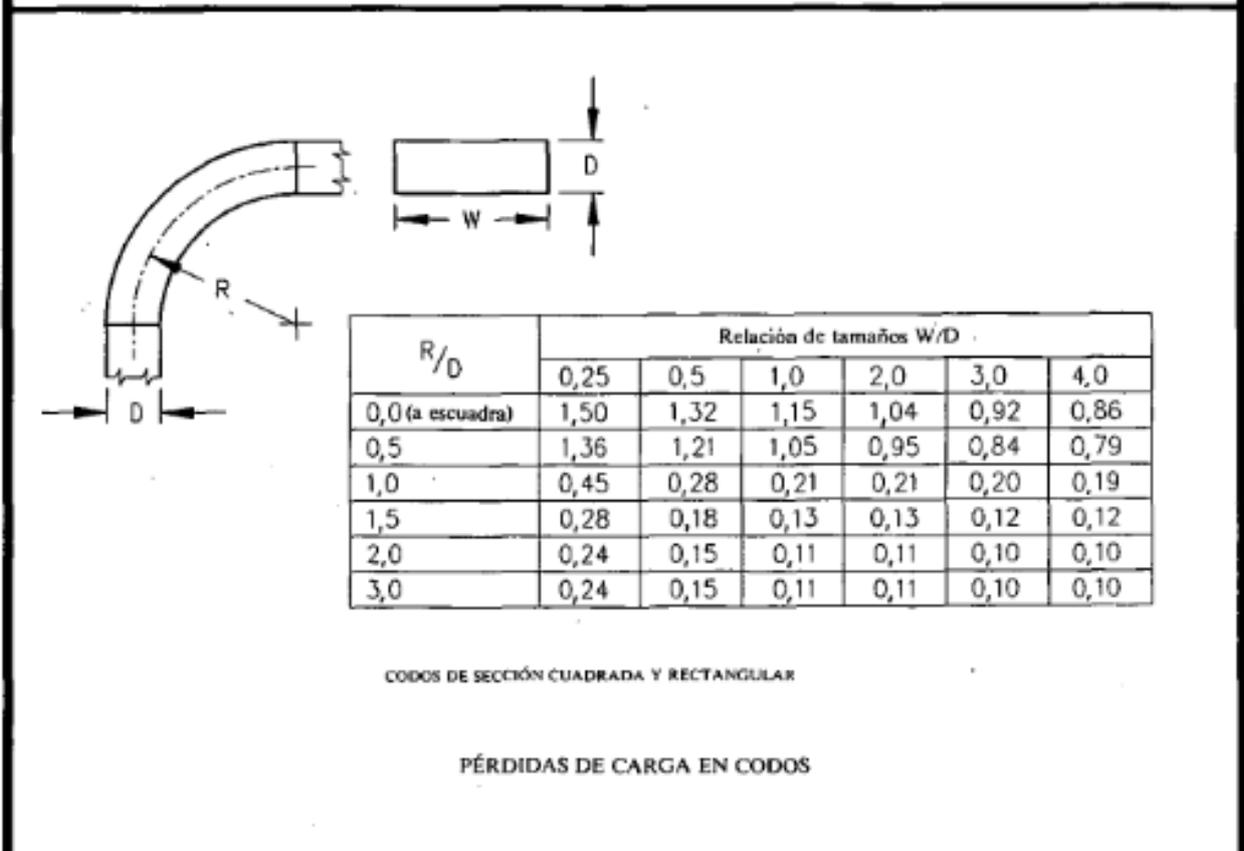
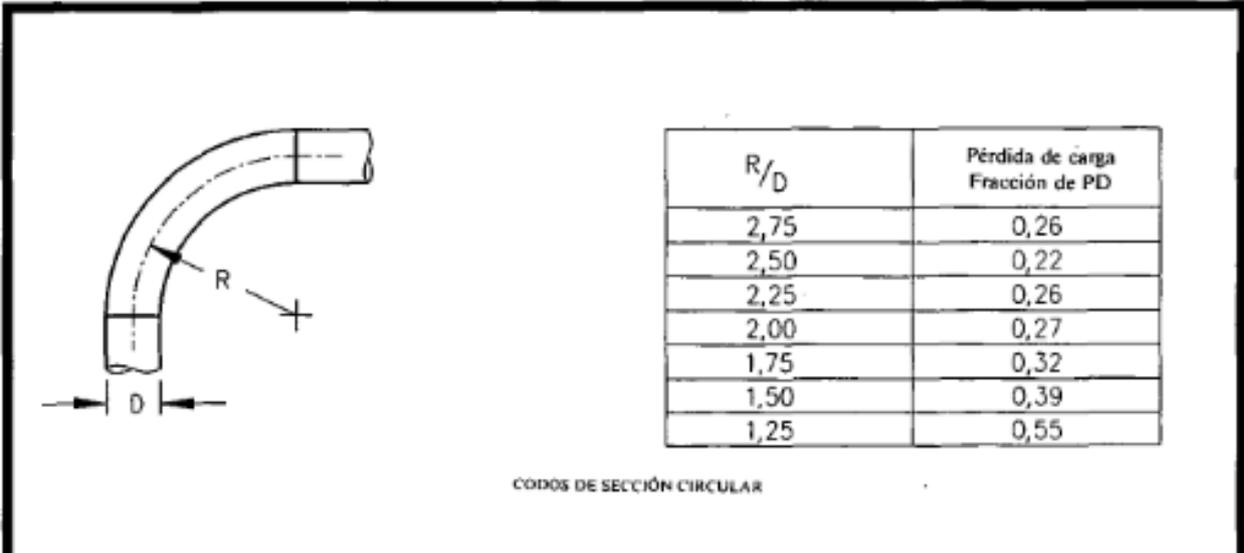
TAMICES

FECHA 1-64 V.S-307

Anexo 13: Factores de pérdida de carga en las entradas

5-30 Ventilación industrial

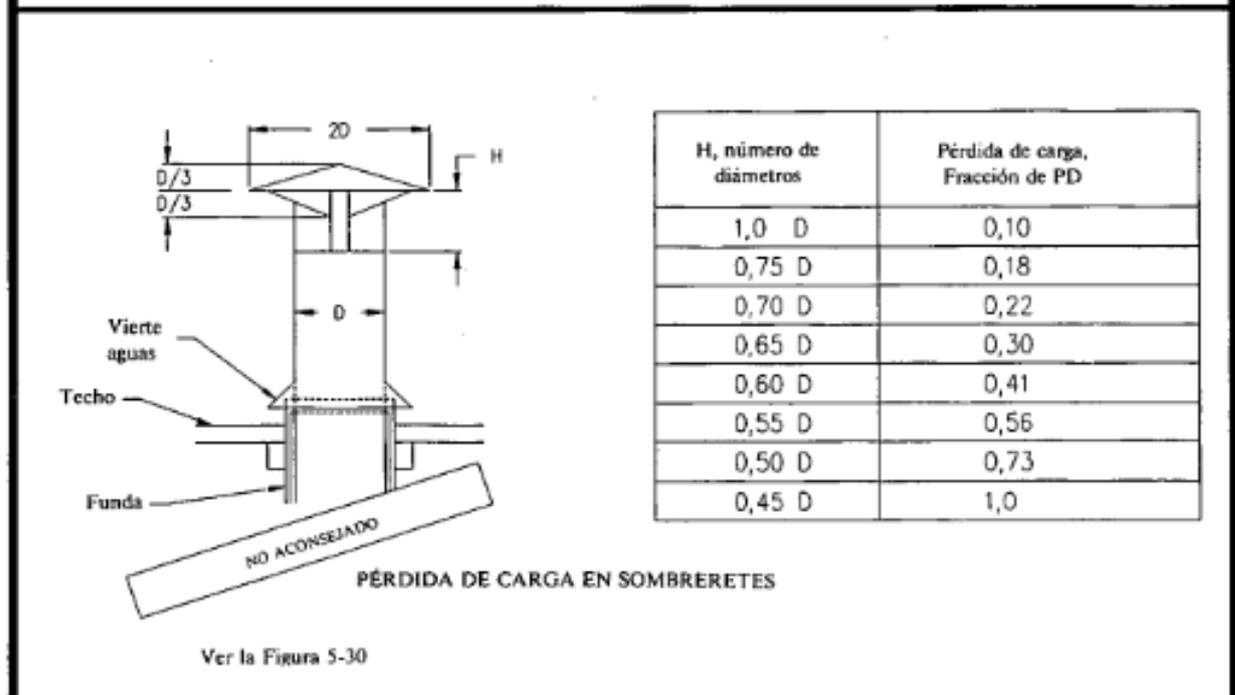
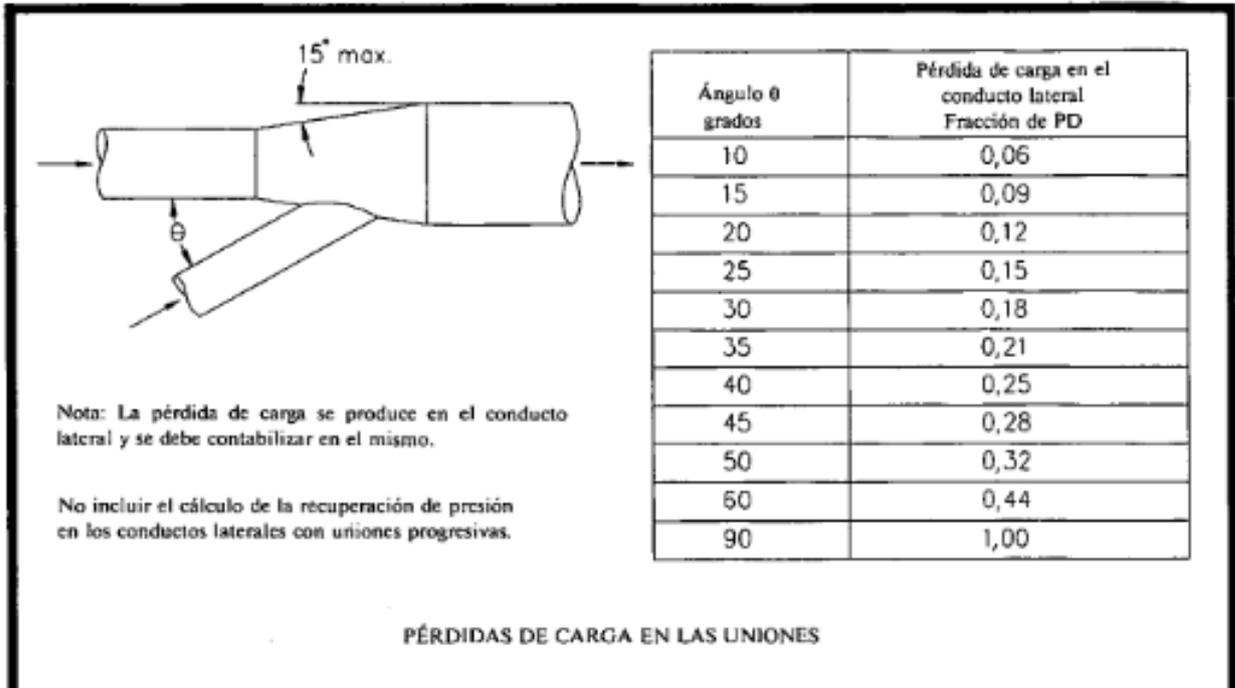




AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS	<i>DATOS PARA DISEÑO DE CONDUCTOS</i>	
	FECHA 1-88	FIGURA 5-16

Anexo 15: Datos para diseño de conductos

5-32 Ventilación industrial



AMERICAN CONFERENCE
OF GOVERNMENTAL
INDUSTRIAL HYGIENISTS

DATOS PARA DISEÑO
DE CONDUCTOS

FECHA 1-88

FIGURA 5-17

Anexo 16: Datos para diseño de conductos

5-34 Ventilación industrial

GANANCIA DE PRESIÓN ESTÁTICA EN ENSANCHAMIENTOS

intercalado en conducto

en el extremo del conducto

Ángulo de la pieza, grados	Relación de diámetros D ₂ /D ₁				
	1,25:1	1,5:1	1,75:1	2:1	2,5:1
3 1/2	0,92	0,88	0,84	0,81	0,75
5	0,88	0,84	0,80	0,76	0,68
10	0,85	0,76	0,70	0,63	0,53
15	0,83	0,70	0,62	0,55	0,43
20	0,81	0,67	0,57	0,48	0,43
25	0,80	0,65	0,53	0,44	0,28
30	0,79	0,63	0,51	0,41	0,25
Brusco 90	0,77	0,62	0,50	0,40	0,25

Factor de forma L/D ₁	Relación de diámetros D ₂ /D ₁					
	1,2:1	1,3:1	1,4:1	1,5:1	1,6:1	1,7:1
1,0:1	0,37	0,39	0,38	0,35	0,31	0,27
1,5:1	0,39	0,46	0,47	0,46	0,44	0,41
2,0:1	0,42	0,49	0,52	0,52	0,51	0,49
3,0:1	0,44	0,52	0,57	0,59	0,60	0,59
4,0:1	0,45	0,55	0,60	0,63	0,63	0,64
5,0:1	0,47	0,56	0,62	0,65	0,66	0,68
7,5:1	0,48	0,58	0,64	0,68	0,70	0,72

PE₂ = PE₁ + R (PD₁ - PD₂) * Cuando PE₂ = 0 (atmósfera) PE₁ será (-).

La ganancia será sólo del 70 % de la indicada cuando la pieza de expansión se encuentre a una distancia inferior a 5 diámetros

PÉRDIDA DE PRESIÓN ESTÁTICA EN ESTRECHAMIENTOS

Estrechamiento gradual
PE₂ = PE₁ - (PD₂ - PD₁) - L (PD₂ - PD₁)

Ángulo de la pieza	L(Pérdida)
5	0,05
10	0,06
15	0,08
20	0,10
25	0,11
30	0,13
45	0,20
60	0,30
superior a 60°	Estrecham. brusco

Estrechamiento brusco
PE₂ = PE₁ - (PD₂ - PD₁) - K (PD₂)

Relación A ₂ /A ₁	K
0,1	0,48
0,2	0,46
0,3	0,42
0,4	0,37
0,4	0,32
0,6	0,26
0,7	0,20

A = Sección del conducto m²

Nota: Al calcular la PE en ensanchamientos o estrechamientos hay que utilizar valores algebraicos; PD es (+), y seguramente PE es (+) en el conducto de impulsión del ventilador y (-) en el conducto de aspiración del ventilador.

AMERICAN CONFERENCE
OF GOVERNMENTAL
INDUSTRIAL HYGIENISTS.

DATOS PARA DISEÑO DE CONDUCTOS

FECHA *1-88*

FIGURA *5-19*

118

Anexo 17 : Manual de operacion y Mantenimiento

AAF® INTERNATIONAL

INSTALLATION, OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL

FabriPulse® Fusion



BETTER AIR IS OUR BUSINESS®



RED Filtration™

Reliable Efficient Durable™

TO ORDER SPARE & REPLACEMENT PARTS

Parts Sales
Power & Industrial
AAF International
9920 Corporate Campus Drive
Suite 2200
Louisville, KY 40223-5000
USA

<http://www.AAFParts.com>

1-800-477-1214
APCSales@AAFINTL.com



To protect your warranty use only genuine AAF OEM parts

© 2015 American Air Filter Company, Inc. Any use of the text or images this document contains, without permission of American Air Filter Company, Inc., is prohibited. AAF, FabriPulse, Kinpactor, REDFiltration, Reliable Efficient Durable are registered trademarks of American Air Filter Company, Inc. d/b/a AAF International.

AAF[®]
INTERNATIONAL
BETTER AIR IS OUR BUSINESS[®]

RF
REDFiltration[™]
Reliable Efficient Durable[™]

Table of Contents

1 INTRODUCTION	5
2 NOMENCLATURE AND TERMINOLOGY	6
3 SAFETY	7
3.1 Safety statement	7
3.2 Safe working practices and staff training	7
3.3 Dust explosion hazard	8
3.4 Electrical hazard	10
3.5 Rotating equipment	11
3.6 Access panels	11
4 GENERAL PRODUCT INFORMATION	12
4.1 Description	12
4.2 Purpose and intended use	12
4.2.1 Collection of explosive dusts.....	12
4.3 Normal Operation	12
4.4 Sizes and Physical Characteristics	15
4.5 Filter elements	15
4.6 Weights	17
5 PRODUCT SHIPMENT	20
5.1 How the product ships	20
5.2 Items that ship separately	20
6 PRODUCT RECEIPT AT THE DESIGNATED DELIVERY POINT	20
6.1 Responsibilities of the customer or customer’s agent	21
6.2 Receiving	21
6.3 Inspection on arrival	21
6.4 Damaged goods	21
6.5 Missing goods	21
7 UNLOADING AND HANDLING	22
7.1 Unloading	22
7.2 Handling	22
7.3 Rigging and hoisting instructions	23
8 STORAGE AND PROTECTION	23
9 SITE PREPARATION	23
9.1 Locating equipment	23
9.2 Foundations	24

© 2015 American Air Filter Company, Inc. Any use of the text or images this document contains, without permission of American Air Filter Company, Inc., is prohibited. AAF, FabriPulse, Kinpactor, REDFiltration, Reliable Efficient Durable are registered trademarks of American Air Filter Company, Inc. d/b/a AAF International.



BETTER AIR IS OUR BUSINESS®



REDFiltration™

Reliable Efficient Durable™

9.3 Anchoring..... 24

10 ASSEMBLY AND INSTALLATION 26

10.1 Introduction 26

10.2 Tools..... 26

10.3 Assembling and installing the structure 26

 10.3.1 Flanged joints.....26

 10.3.2 Products shipped as a single assembly30

 10.3.3 Products shipped in multiple modular assemblies32

 10.3.4 Products shipped in multiple disassembled modular assemblies34

 10.3.5 Installing the access components37

 10.3.6 Installation of control panel.....37

 10.3.7 Installation of the filter elements.....38

 10.3.8 Installation of accessories.....41

 10.3.9 Electrical connections.....41

 10.3.10 Compressed air connections.....43

 10.3.11 Ductwork Installation44

11 EXPLOSION VENTS 44

11.1 Installation of the explosion vent..... 45

11.2 Assembly 45

11.3 Explosion Vent Burst Sensor 46

11.4 Servicing..... 47

11.5 Safety distance 47

12 START-UP & OPERATION 47

12.1 Start-up checklist..... 47

12.2 Normal operation 48

13 MAINTENANCE 49

13.1 Initial Weekly Maintenance 49

13.2 Six months 50

13.3 Annual Maintenance 51

13.4 Filter removal and installation 51

13.5 Accessories 52

14 TROUBLESHOOTING..... 53

14.1 High Differential Pressure Reading..... 53

14.2 Visible Discharge..... 54

14.3 Insufficient Hood Control..... 54

14.4 Fabric Bag Problems..... 55

15 REPLACEMENT PARTS LIST 56

© 2015 American Air Filter Company, Inc. Any use of the text or images this document contains, without permission of American Air Filter Company, Inc., is prohibited. AAF, FabriPulse, Kinpactor, REDFiltration, Reliable Efficient Durable are registered trademarks of American Air Filter Company, Inc. d/b/a AAF International.



BETTER AIR IS OUR BUSINESS®



REDFiltration™

Reliable Efficient Durable™

INTRODUCTION

This document contains the information necessary to properly receive, assemble, install, operate, and maintain the AAF FabriPulse® Fusion industrial air cleaning system. The purchaser, installer, and operator of the filter system **MUST** read and comply with this document in its entirety prior to installation of the equipment and its operation. Failure to comply with the requirements of this manual may void the product warranty.

CAUTION

These instructions are specific to the AAF FabriPulse® Fusion. All ancillary tasks including, but not limited to, electrical and mechanical work, equipment handling, and safety procedures must be performed in accordance with industry accepted practice and all relevant local, state, and federal government codes, laws, and policies.

1 NOMENCLATURE AND TERMINOLOGY



Figure 1. FabriPulse Fusion

© 2015 American Air Filter Company, Inc. Any use of the text or images this document contains, without permission of American Air Filter Company, Inc., is prohibited. AAF, FabriPulse, Kinpactor, REDFiltration, Reliable Efficient Durable are registered trademarks of American Air Filter Company, Inc. d/b/a AAF International.



2 SAFETY

2.1 Safety statement

The air cleaning equipment supplied by AAF International ranges from very large multiple-component assemblies which require significant and complex, rigging, handling and assembly on-site, to small compact assemblies that are easily handled and maneuvered. In addition to size, many of the dust collectors will require electrical connections, compressed air connections, and will feature high speed rotating equipment.

At all times, when dealing with industrial equipment such as dust collection equipment personnel safety must be the highest priority of all involved, from riggers, installers, operators, users, and maintenance personnel. Those responsible on-site shall review the details of the equipment beforehand and develop a plan for dealing with all stages of the installation from receipt of the equipment on-site to start-up, commissioning, and hand-over. All applicable health, safety, and environmental ("HSE") rules, regulations and legislation shall be fully complied with at all times.

2.2 Safe working practices and staff training

AAF International is fully committed to the safety of its employees and those of its customers. In this spirit the following guidelines are offered for the consideration of those responsible:

AAF strongly urges the owner to develop written safety policies, procedures, and training manuals and that all personnel be made familiar with these documents and receive safety training specific to the site, the task, and the conditions under which the work will be conducted. This shall include instruction on the hazards associated with working with potentially explosive dusts. See paragraph 2.3 for further guidance.

All personnel shall be equipped with appropriate personal protective equipment (PPE) such as clothing, footwear, hard-hats, gloves, ear protection, eye protection, and safety harness.

All personnel involved in any stage of the process shall have been trained for the tasks in which they will be involved and at all times shall be under the direct supervision of experienced supervisors and managers.

All personnel shall be equipped with appropriate tools and equipment to safely and efficiently complete their task.

Adequate lighting shall be supplied at all times while work is being conducted.

During installation, start-up and maintenance a work perimeter shall be set up to define the limits of the area within which the work will be conducted and outside which there will be no threat to the safety of personnel or plant. The perimeter shall be taped-off and marked appropriately to prevent accidental ingress of uninvolved personnel or equipment. When the work area impedes into existing access ways or traffic routes for which no practical alternative is available, barriers, wardens and flaggers shall be employed to safely control crossing traffic and personnel.

At any time only those personnel directly involved in completing the task at hand shall be allowed within the work perimeter.

2.3 Dust explosion hazard

Dust explosions constitute a serious industrial hazard and may result in death, serious injury, and/or devastating property damage. It is the responsibility of the user to identify the nature of the dust and whether or not it poses an explosive hazard and to properly mitigate this hazard. Except as otherwise expressly provided in writing, AAF makes no representation or warranty in connection with explosion hazard equipment, including, but not limited to, the necessity or effectiveness of explosion hazard equipment or to the design, installation, operation, and performance of such equipment. The basic standard for dealing with explosive dust applications is from the National Fire Protection Agency ("NFPA"), NFPA 69: Standard on Explosion Prevention Systems. This standard applies to the design, installation, operation, maintenance, and testing of systems for the prevention of explosions by means of various methods. The user shall be fully conversant with the provisions of NFPA 69 and shall comply in full with all of its requirements.

By its very nature, AAF equipment is intended to be used to capture airborne particulate matter, otherwise known as dust. There are various methods for dealing with a dust explosion in a dust collector. These can include, but are not limited to, the use of properly designed explosion vents, explosion suppression systems, or flameless vents. The user shall understand which method is being used and who is responsible for the design and supply of the equipment required.

© 2015 American Air Filter Company, Inc. Any use of the text or images this document contains, without permission of American Air Filter Company, Inc., is prohibited. AAF, FabriPulse, Kinpactor, REDFiltration, Reliable Efficient Durable are registered trademarks of American Air Filter Company, Inc. d/b/a AAF International.



When an explosive dust has been properly identified to AAF, the dust collector may be structurally designed to withstand the internal pressure generated during the explosive event and fitted with an explosion vent, or with multiple vents, designed to safely discharge the pressure and the resulting fireball. The user shall review the purchase order and the documents referenced within it to determine if explosion protection equipment has been supplied by AAF International. Where this is the case, review the appropriate sections of this manual that deal with the installation, operation and maintenance of the equipment ordered.

When explosion protection systems are supplied by multiple vendors, it is the responsibility of the user to coordinate between suppliers to ensure that the equipment supplied by each vendor will work together to achieve the required protection. For instance, if an explosion suppression system is being supplied by parties other than AAF, it is incumbent on the user to ensure that the dust collection equipment has been ordered to resist the internal pressure defined by the suppression equipment supplier.

Dust collectors fitted with explosion vents must not be located indoors, unless properly designed in accordance to NFPA regulations. The equipment shall be oriented so that the vent will discharge to an unoccupied zone. Such a zone will be prohibited to personnel and shall not include critical equipment or services such as fuel storage tanks, flammable materials, fire hydrants, power distribution or electrical control equipment, or similar. If the vent (or vents) are located on the side(s) of the equipment the vent discharge area shall be isolated with barriers erected to prevent the parking of vehicles, pedestrian use, or use of the area for temporary storage. Warning signs shall be posted. Include diagrams showing the distribution of a typical dust explosion discharge.

2.4 Electrical hazard

Before doing any work on the equipment, make sure that all potential electrical hazards have been identified and that all electric current connected to the equipment, and to any connected or associated equipment, has been properly disconnected and securely locked-out to prevent accidental reconnection prior to completion of the work.



The basic FabriPulse Fusion is supplied with a control panel to regulate the pulse-cleaning of the filter bags. This control ships loose for installation at the jobsite. A 120 Volt electrical power supply is connected to the control panel, and from there to the solenoid valves located on the dust collector. All power to the solenoid valves **MUST** be connected through the control panel. Under no circumstances shall the control panel ever be by-passed. The control panel door shall not be opened until all electrical power has been disconnected from the dust collector and locked out. The only exception to this is when diagnostics are being performed by a licensed electrician.

Before performing any electrical work the wiring diagram shall be reviewed.

All electrical work shall be done in full accordance with the current edition of **NFPA 70, the National Electrical Code**, and all appropriate governing local codes. All electrical work shall be performed by a licensed/qualified electrician. Only original AAF parts shall be used as replacements for ongoing maintenance and repair.



Be aware that the FabriPulse Fusion may be connected to other ancillary equipment, supplied by AAF International or by others, which may have single phase or 3-phase power, or control wiring connected. Examples are:

- Rotary airlock drives
- Screw conveyor drive motor
- Fan motor
- Damper actuators
- Hopper level indicators
- Hopper heaters
- Airflow measurement instrumentation
- Various sensors and transmitters

Note that this list is provided for guidance and is not intended to be all-inclusive. It is the responsibility of the user to identify all such equipment. Review the electrical drawings provided with the system before proceeding, along with the installation, operation and maintenance manuals for each of the specific items identified. Power to all such items must be disconnected and locked out before performing any electrical work.

2.5 Rotating equipment

The air cleaning and ventilation system, of which the FabriPulse Fusion is a part, will include a fan for moving the air through the system. The fan wheel rotates at high speed and has the potential to cause severe injury or even death. The fan wheel may be directly coupled to the drive motor or may be driven indirectly by a belt drive. Such drives must be isolated by safety guards to prevent contact with the moving components of the drive. All due care should be exercised to avoid any contact with the operating fan and drive components. The fan must be disconnected and locked out prior to the performance of any maintenance work, see paragraph 2.4.

2.6 Access panels

All access panels shall remain closed and latched or bolted in place while the fan is operating. Prior to the removal of any access panel, the electrical power to the collector shall be disconnected and locked out, see paragraphs 2.4 and 2.5. After electrical power is disconnected, the fan wheel will continue to rotate for a period of time before coasting to a stop. Do not access the fan until the fan wheel has come to a complete stop.

3 GENERAL PRODUCT INFORMATION

3.1 Description

The FabriPulse Fusion is a complete pulse-jet bag collector system capable of providing continuous on-line cleaning. This bag collector utilizes high efficiency bag filter elements arranged for optimized pulse cleaning. Dust laden air enters through a high, front inlet(s) and moves in a “cross-flow” direction between the bag filters. The dirty airstream turns at a ninety degree angle after it hits the inlet baffle plate and enters into the dirty air plenum, allowing heavier particles to drop out of the airstream and into the hopper. The clean air passes through the bag media as the dust is collected on the outside of the bag. The collected dust forms a dust cake, which increases efficiency and dust removal. The clean air then moves through the tube sheet section and into a clean air plenum at the top of the module. The bags are periodically cleaned by bursts (pulses) of compressed air and the agglomerated dust falls as a sheet off the bags and into the hopper. This cleaning can occur while the dust collector is running, or while the unit is shut down.

3.2 Purpose and intended use

The FabriPulse Fusion is intended to be used for relatively dry nuisance dusts. Typical applications a FabriPulse Fusion is used for include mining, furnaces, cement, boilers, woodworking and chemical industries. The standard bag media that is used in the FabriPulse Fusion should be suitable for the intended application.

The standard REDClean bag media is suitable for most applications where the FabriPulse Fusion is used. Contact AAF International for assistance on a bag design for your application. It is recommended that you use only AAF International bags on AAF International equipment.

3.2.1 Collection of explosive dusts

The FabriPulse™ Fusion is primarily intended for the collection of dust generated by industrial applications. Such dusts have the potential to be highly explosive if not dealt with correctly. See paragraph 2.3 for further details.

3.3 Normal Operation

The FabriPulse Fusion is a complete pulse-jet bag collector system capable of providing continuous on-line cleaning. This bag collector utilizes high efficiency bag filter elements arranged for optimized pulse cleaning. Dust laden air enters through a high, front inlet(s) and moves in a “cross-flow” direction between the

bag filters. The dirty airstream turns at a ninety degree angle after it hits the inlet baffle plate and enters into the dirty air plenum, allowing heavier particles to drop out of the airstream and into the hopper. The clean air passes through the bag media as the dust is collected on the outside of the bag. The collected dust forms a dust cake, which increases efficiency and dust removal. The clean air then moves through the tube sheet section and into a clean air plenum at the top of the module. The bags are periodically cleaned by bursts (pulses) of compressed air and the agglomerated dust falls as a sheet off the bags and into the hopper. This cleaning can occur while the dust collector is running, or while the unit is shut down.

During filter element cleaning, a pulse controller automatically selects the element or elements to be cleaned, activating solenoid valves which open air diaphragm valves. High pressure air pulses directly into the center of the selected element or of elements, for 100 milliseconds, blowing collected dust off the filter element(s). The dust is swept downward into the hopper by the prevailing airflow and gravity. See Figure 2 for further information.

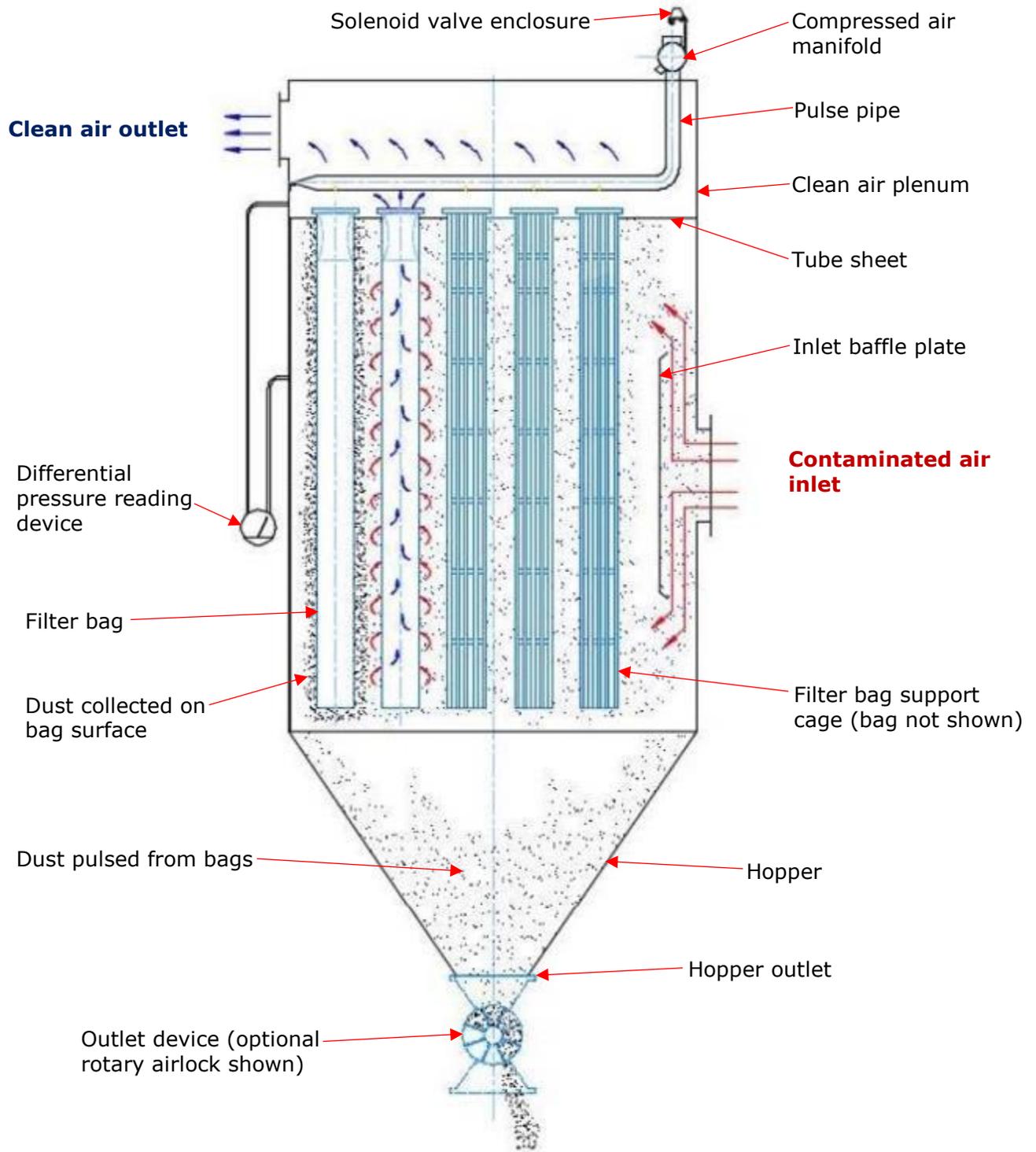


Figure 2. FabriPulse Fusion Operation Schematic

© 2015 American Air Filter Company, Inc. Any use of the text or images this document contains, without permission of American Air Filter Company, Inc., is prohibited. AAF, FabriPulse, Kinpactor, REDFiltration, Reliable Efficient Durable are registered trademarks of American Air Filter Company, Inc. d/b/a AAF International.



3.4 Sizes and Physical Characteristics

The FabriPulse Fusion pulse-jet bag collector is available in two heights: 12 foot and 14 foot bag series. There are three main modules: 96, 144, and 192. Each size larger is assembled from these three basic modules. The size is based on the number of bags in that module. For example, the 144 module has 144 bags in the module, and a 576 unit has 576 total bags, made from 3 modules.

The following page details all the available sizes of the FabriPulse Fusion.

3.5 Filter elements

The basic filter element used in the FabriPulse Fusion dust collector is the polyester bag filter which contains at least 16 square feet of media per 12 foot bag, and at least 18 square feet of media per 14 foot bag. The FabriPulse Fusion can also be equipped with pleated bags. Contact AAF International for assistance on a bag design for your application.

The FabriPulse Fusion bag is a top loading bag, which means that the bags are loaded into the collector from the top of the unit. The cage is placed on top of the installed bag to seal it against the tubesheet and to keep the bags from collapsing during operation.



Figure 3. Typical bag installation.



© 2015 American Air Filter Company, Inc. Any use of the text or images this document contains, without permission of American Air Filter Company, Inc., is prohibited. AAF, FabriPulse, Kinpactor, REDFiltration, Reliable Efficient Durable are registered trademarks of American Air Filter Company, Inc. d/b/a AAF International.



3.6 Weights

Bag Length: 12 foot

Size	Filtering Area (ft ²)	Qty of Hoppers to No of Inlets			Arrangement Net Weight (lbs)			Arrangement Total Weight (lbs)		
		# of Valves	Hoppers	Inlets	Arr. A	Arr. B	Arr. C	Arr. A	Arr. B	Arr. C
12-96	1550	8	1	1	1261	4463	6595	2319	5521	7654
12-144	2325	12	1	1	1730	5486	7807	3317	7073	9394
12-192	3100	16	1	1	2204	6595	9186	4321	8711	11302
12-240	3875	20	2	2	2698	7635	11132	5344	10280	13778
12-288	4650	24	2	2	3170	8660	12348	6345	11835	15522
12-336	5425	28	2	2	3645	9769	13642	7348	13473	17346
12-384	6200	32	2	2	4119	10879	14975	8352	15111	19208
12-432	6975	36	3	3	4610	11834	16887	9372	16596	21649
12-480	7750	40	3	3	5085	12943	18181	10376	18234	23472
12-528	8525	44	3	3	5565	14058	19521	11386	19878	25341
12-576	9300	48	3	3	6035	15161	20809	12384	21511	27159
12-624	10075	52	4	4	6525	16117	22720	13404	22995	29599
12-672	10850	56	4	4	7000	17226	24015	14408	24633	31422
12-720	11625	60	4	4	7475	18335	25349	15412	26272	33285
12-768	12400	64	4	4	7950	19444	26643	16415	27910	35109

Notes:

Net Weight: weight without bags, cages or dust.

Total Weight: weight with bags and cages, but no dust.

Bag Length: 14 foot

Size	Filtering Area (ft ²)	Qty of Hoppers to No of Inlets			Arrangement Net Weight (lbs)			Arrangement Total Weight (lbs)		
		Number of Valves	Hoppers	Inlets	Arr. A	Arr. B	Arr. C	Arr. A	Arr. B	Arr. C
14-96	1808	8	1	1	1261	5008	7131	2319	6278	8401
14-144	2713	12	1	1	1730	6119	8430	3317	8023	10335
14-192	3617	16	1	1	2204	7316	9897	4321	9855	12437
14-240	4521	20	2	2	2698	8443	11932	5344	11618	15106
14-288	5425	24	2	2	3170	9556	13234	6345	13366	17044
14-336	6329	28	2	2	3645	10753	14617	7348	15198	19061
14-384	7233	32	2	2	4119	11950	16038	8352	17030	21117
14-432	8138	36	3	3	4610	12993	18037	9372	18708	23751
14-480	9042	40	3	3	5085	14190	19419	10376	20539	25768
14-528	9946	44	3	3	5565	15393	20846	11386	22377	27830
14-576	10850	48	3	3	6035	16584	22223	12384	24203	29842
14-624	11754	52	4	4	6525	17627	24221	13404	25881	32476
14-672	12658	56	4	4	7000	18824	25604	14408	27713	34493
14-720	13563	60	4	4	7475	20021	27025	15412	29545	36549
14-768	14467	64	4	4	7950	21218	28408	16415	31377	38567

Notes:

Net Weight: weight without bags, cages or dust.

Total Weight: weight with bags and cages, but no dust

Explosion Protection Design

Size	Filtering Area (ft ²)	Qty of Hoppers to No of Inlets			Arrangement Net Weight (lbs)	Arrangement Total Weight (lbs)
		Number of Valves	Hoppers	Inlets	Arr. C	Arr. C
12-96	1550	8	1	1	10417	11475
12-144	2325	12	1	1	12437	14024
12-192	3100	16	1	1	14677	16794
12-240	3875	20	2	2	17687	20333
12-288	4650	24	2	2	19710	22885
12-336	5425	28	2	2	21866	25570
12-384	6200	32	2	2	24060	28293
12-432	6975	36	3	3	26982	31744
12-480	7750	40	3	3	29138	34429
12-528	8525	44	3	3	31333	37154
12-576	9300	48	3	3	33488	39837
12-624	10075	52	4	4	36408	43286
12-672	10850	56	4	4	38566	45973
12-720	11625	60	4	4	40759	48696
12-768	12400	64	4	4	42915	51381

Notes:

Net Weight: weight without bags, cages or dust.

Total Weight: weight with bags and cages, but no dust

4 PRODUCT SHIPMENT

Unless otherwise agreed in writing, all products will be delivered EXW (Ex Works) Company's designated delivery point, in accordance with Incoterms 2000. The responsibility of the Company for all shipments ceases upon delivery of Products in good order to designated delivery point. The method of shipment will be as specified in the customer's purchase order to AAF.

4.1 How the product ships

For ease of shipping and handling, the FabriPulse Fusion ships as a knocked down assembly. The unit will be shipped as follows:

- Fully assembled clean air plenum
- Fully assembled hopper
- Each side panel fully assembled
- Legs and bracing
- Legs and platform

Once assembled on site, the collector will require the connection of:

- Installation of the filter elements
- Mounting and wiring of the control box
- Connection of hopper discharge devices(s)
- Connection of ductwork and/or the fan
- Connection of compressed air supply

4.2 Items that ship separately

To save the customer money, AAF International may ship items separately. The customer will be notified which equipment ships separately when the order is placed. Items that ship separately should be set aside in an area that is clean, dry, and in a place where damage to the equipment will not occur.

5 PRODUCT RECEIPT AT THE DESIGNATED DELIVERY POINT

The people of AAF International take pride in the quality of the products that we supply and it is our intention that our customer's experience with our products and services be positive and satisfying. This process begins at delivery. It is important to ensure that the product delivered is what was ordered and that it arrives at its destination in perfect condition. Adequate preparation on the part of the buyer together with a structured approach to receipt and inspection will ensure

that if problems exist they are communicated swiftly and efficiently through the proper channels allowing them to be resolved in the shortest possible time.

5.1 Responsibilities of the customer or customer's agent

Ensure all loading/unloading equipment and safety equipment is on site at the time of delivery. Safe and efficient operation of the collector depends on proper installation. Know proper laws, codes and regulations before installation starts.

5.2 Receiving

Remove crates, tarps, shipping straps, etc. along with any loose items or equipment before unloading the FabriPulse fusion.

5.3 Inspection on arrival

The FabriPulse Fusion is normally shipped by truck and should be checked for damage that may have occurred in route. Compare the collector(s) received to the description and/or drawing of the collector(s) ordered. Immediately report any differences or missing items from the order to AAF International. Remove loose items or components before lifting the collector from the truck.

A qualified installation and service company should complete installation of the collector and accessories.

5.4 Damaged goods

If there is any visible damage to the packaging or the equipment notify the carrier and AAF before proceeding further and, if appropriate, file an immediate claim with the carrier against such damage. Be aware that damage to packaging may indicate hidden damage to the product that is not immediately discernable.

Digital color photographs must be taken of any damage to the packaging and the equipment immediately on discovery. The nature of any damage must also be documented in writing. Adequate documentation will be critical to support any claims.

Contact AAF International for claim filing procedure.

5.5 Missing goods

Any missing goods should be noted on the delivery receipt, and the carrier and AAF notified immediately. Contact AAF International for claim filing procedure.

FOR ASSISTANCE: Contact AAF International at 1-800-477-1214. Have the AAF control number available. The control number can be found on the shipping papers.

6 UNLOADING AND HANDLING

6.1 Unloading

Failure to lift the collector correctly can result in severe personal injury, property damage, or even death.

Never stand or work beneath a suspended load.

Connect lifting sling to at least four cabinet lifting lugs, distributing the load evenly. Connect lifting sling to double-thickness cabinet lifting lugs provided on collectors 3 modules wide. Always use spreader bars on collectors field assembled wider than 4 modules.

Use clevises, not hooks, on lifting sling with a load capacity of at least 30% above the weight that is going to be handled.

Use of spreader bars is recommended on all lifting slings.

Check the drawings of the specific FabriPulse Fusion ordered for dimensions and weights to ensure proper lifting and installation equipment.

All lifting operations must be made in compliance with the relevant HSE legislation.

CAUTION: All handling operations must comply with all relevant local, state, and federal government standards, codes, laws, and policies.

6.2 Handling

Only personnel experienced in handling equipment shall be employed for this task.

Be aware of the size, weight, and center of gravity of the shipped components, see section 3.6 for weights.

Some of the lifting elements provided with the equipment must be removed to perform the correct assembly of the filter.

6.3 Rigging and hoisting instructions

Only personnel experienced in rigging and hoisting equipment shall be employed for this task.

The FabriPulse Fusion has been designed to reduce the use of lifting equipment and lifting platforms, although their use is necessary at certain points during assembly.

7 STORAGE AND PROTECTION

If not installed immediately the equipment shall be retained and stored in a protective environment until immediately prior to installation. This environment shall be clean, dry, and temperature and humidity-controlled as much as possible.

At all times the equipment shall be protected from exposure to weather and from standing water.

All equipment shall be stored elevated above grade.

The equipment shall be clearly labelled and be stored in a location that is easily and readily accessible.

If prolonged storage is anticipated the equipment shall be covered with plastic to prevent the accumulation of surface dust. In the case of prolonged storage, a maintenance schedule shall be set up to periodically inspect the system.

8 SITE PREPARATION

8.1 Locating equipment

The equipment shall be located in an area with sufficient space to allow ready access. It is recommended that at least 4 feet of clear space be available at each side of the equipment and 3 feet to the rear for access and maintenance. The customer shall determine if it is necessary to erect permanent guards or railings for the protection of the worker.

Ensure that the installation location of the FabriPulse Fusion is suitable for the noise levels generated during operation and use, with special attention to the noise generated by the air mover and the noise generated by the pulsing of the collector.

8.2 Foundations

The support foundation must be designed to be adequate to support the FabriPulse Fusion operating weight, and any seismic, live or other loads (if any), with a sufficient factor of safety as determined to comply with the requirements of all applicable governing codes, standards, and laws.

Ensure that the foundation or support surface is flat, level, and smooth before proceeding.

The FabriPulse Fusion is designed for indoor and outdoor operation.

The reinforced concrete base pad, by others, shall provide adequate embedment for the anchor bolts.

8.3 Anchoring

Each FabriPulse Fusion includes a base flange on each leg support, See Figure 4.

Anchoring bolts fitted with leveling plates are required to assemble the structure. See Figure 5.

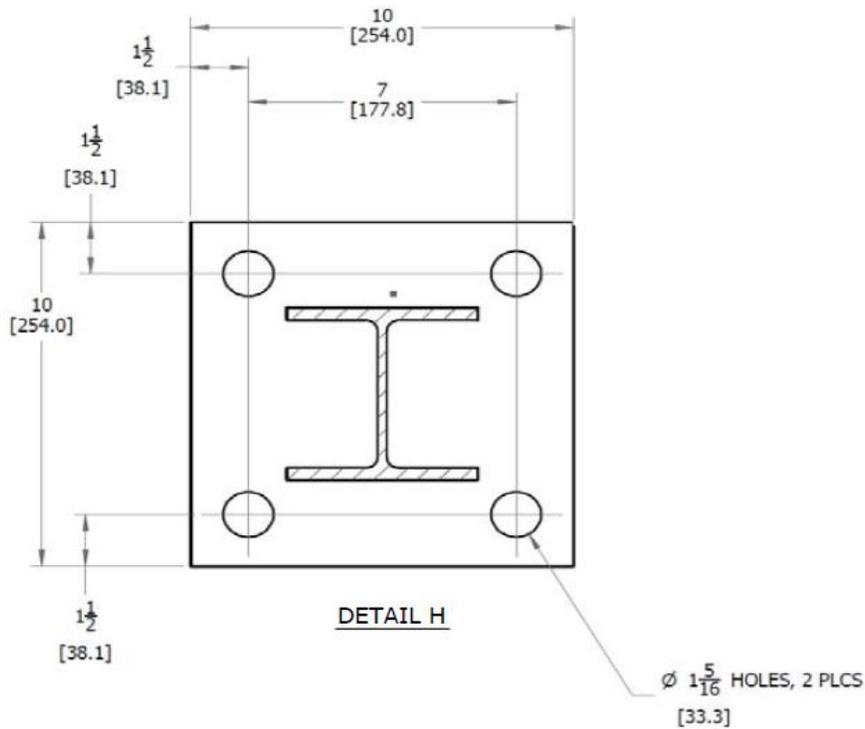


Figure 4. Base Mounting Detail

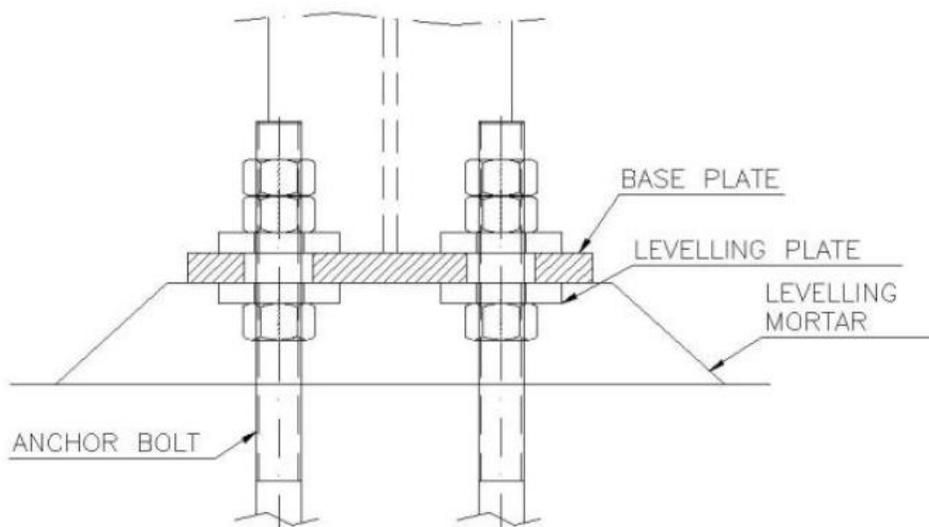


Figure 5. Anchoring bolt and leveling plate detail.

9 ASSEMBLY AND INSTALLATION

9.1 Introduction

Safe and efficient operation of the FabriPulse Fusion depends on proper installation.

AAF recommends that the ductwork going into the collector be as straight as possible, with at least 5 diameters of straight run recommended.

Authorities with jurisdiction should be consulted before installing the FabriPulse Fusion to insure local installation laws, codes, regulations and procedures are followed.

A qualified installation and service agent must complete installation and service of the dust collector and equipment.

Ensure all covers from shipping and loose materials are removed from the collector before installation. Failure to do so can result in failure of the dust collector.

Ensure the hardware on the dust collector assemblies are properly installed and tight before installation.

9.2 Tools

No special tools are required to install the product. However, due to the number of flanged joints, the use of a hydraulic or pneumatic screwdriver is recommended.

9.3 Assembling and installing the structure

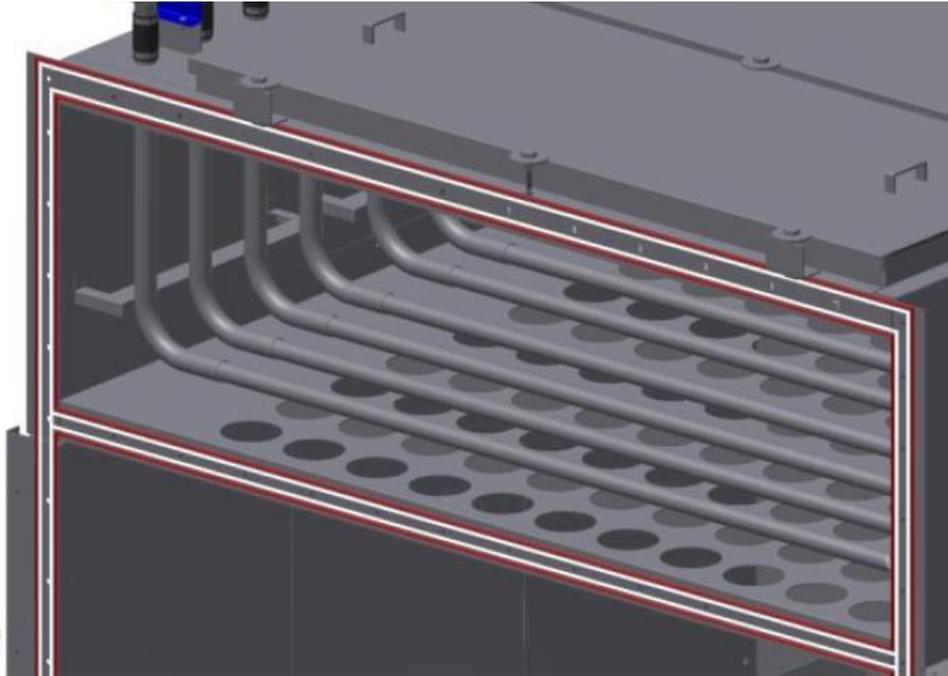
9.3.1 Flanged joints

Flanged joints exist where housing modules must be bolted together and where accessories are bolted to the outer faces of the housing. In all cases, AAF will provide sufficient tubes of sealant which must be applied to one of the opposing faces just prior to the faces being brought together. When applying sealant be careful to circle each bolt hole with the sealant.

When assembly is required between these joints, follow this procedure:

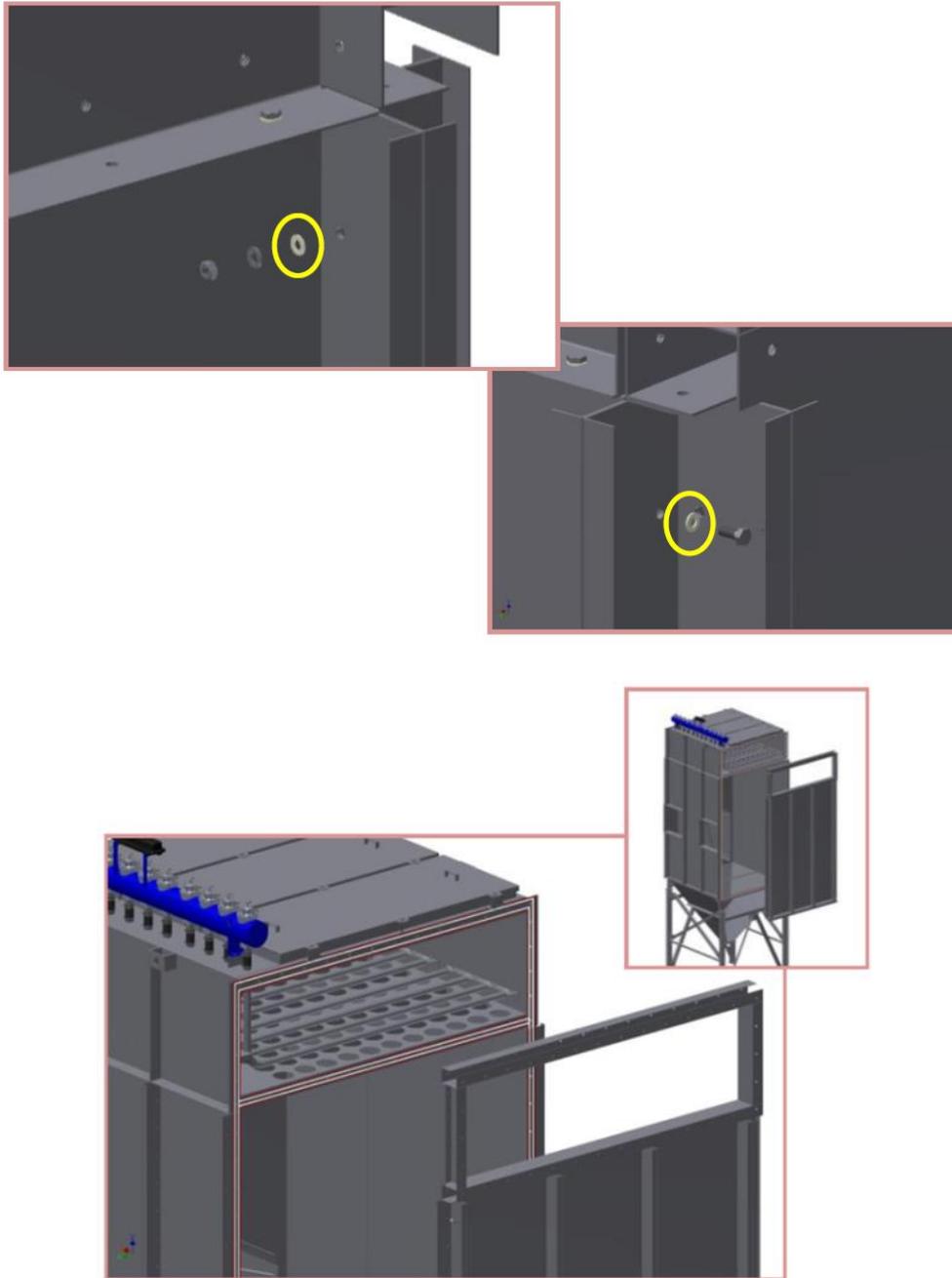
1. Check that neither of the two flanges to join has ceramic cord placed around the perimeter.

2. Using a small brush, apply a thin layer of contact adhesive on one of the two surfaces to be flanged.
3. Fit two lines of ceramic cord, one inside and one outside with respect to the holes around the perimeter of the flange and wait until the ceramic cord is well bonded.
4. Just prior to making the joint, apply two lines of acrylic sealant parallel to the ceramic seals and on the outside of these. In the photograph, the white lines represent the two ceramic cord perimeter seals and the red lines the two acrylic sealer seals.

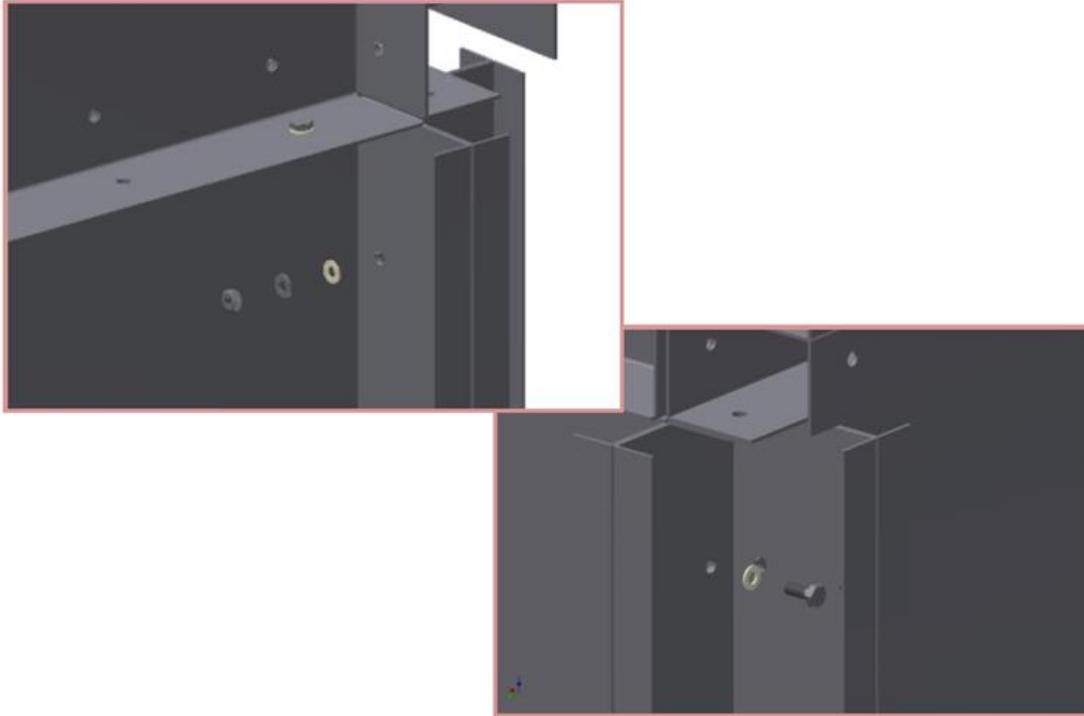


5. Fit all of the bolts, nuts and washers that form the flanged joint.

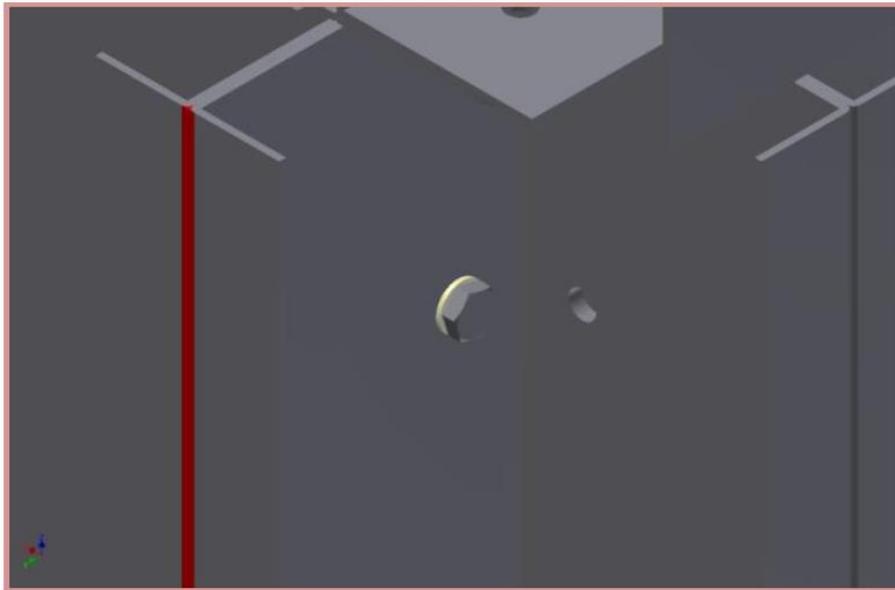
NOTE: Remember that the joints on the outside of the filter are fitted with a nylon washer both on the bolt head as well as the nut.



6. Once all of the nuts and bolts are fitted, proceed to tighten them.



7. Fill the outer area of the joint with acrylic sealer.



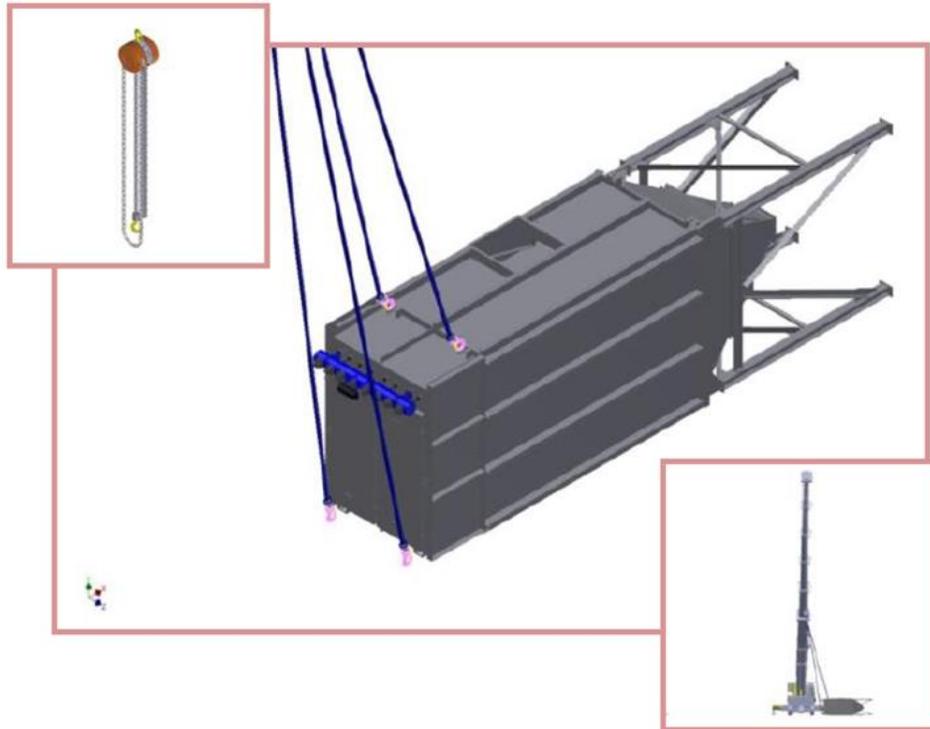
© 2015 American Air Filter Company, Inc. Any use of the text or images this document contains, without permission of American Air Filter Company, Inc., is prohibited. AAF, FabriPulse, Kinpactor, REDFiltration, Reliable Efficient Durable are registered trademarks of American Air Filter Company, Inc. d/b/a AAF International.



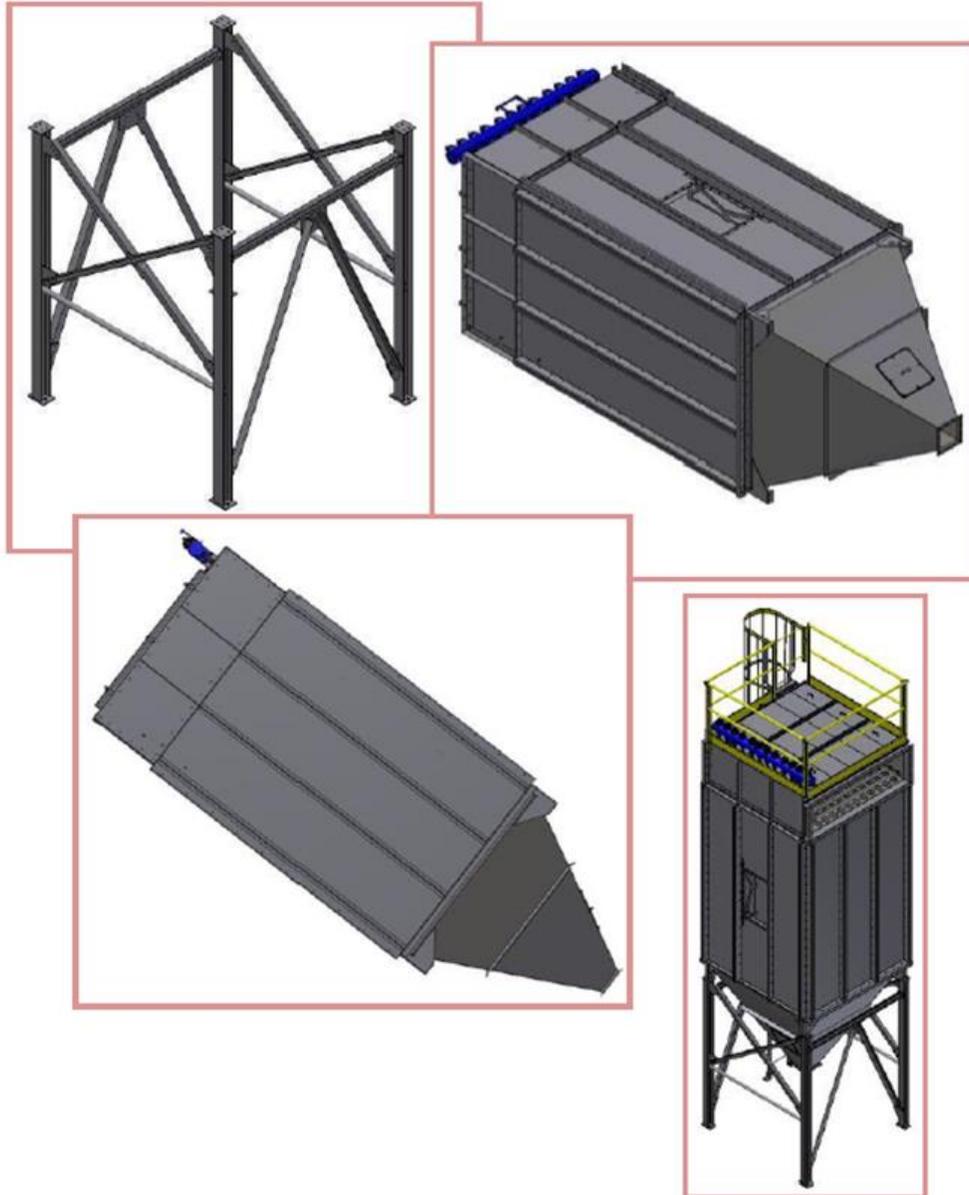
9.3.2 Products shipped as a single assembly

When the dust collector arrives at the plant as a single piece, i.e. structure, hopper and body fully assembled, use the lifting points to unload the equipment onto the ground.

Once on the ground, lift one side of the collector as shown.



When the filter arrives at the plant with the legs and bracing disassembled, erect the structure over the supports (installing them per section 9.3.4.1), use the lifting points to unload the equipment and mount it on the structure.



© 2015 American Air Filter Company, Inc. Any use of the text or images this document contains, without permission of American Air Filter Company, Inc., is prohibited. AAF, FabriPulse, Kinpactor, REDFiltration, Reliable Efficient Durable are registered trademarks of American Air Filter Company, Inc. d/b/a AAF International.



9.3.3 Products shipped in multiple modular assemblies

Where product is shipped with the main housings in multiple modular assemblies, with the legs separate, proceed as follows:

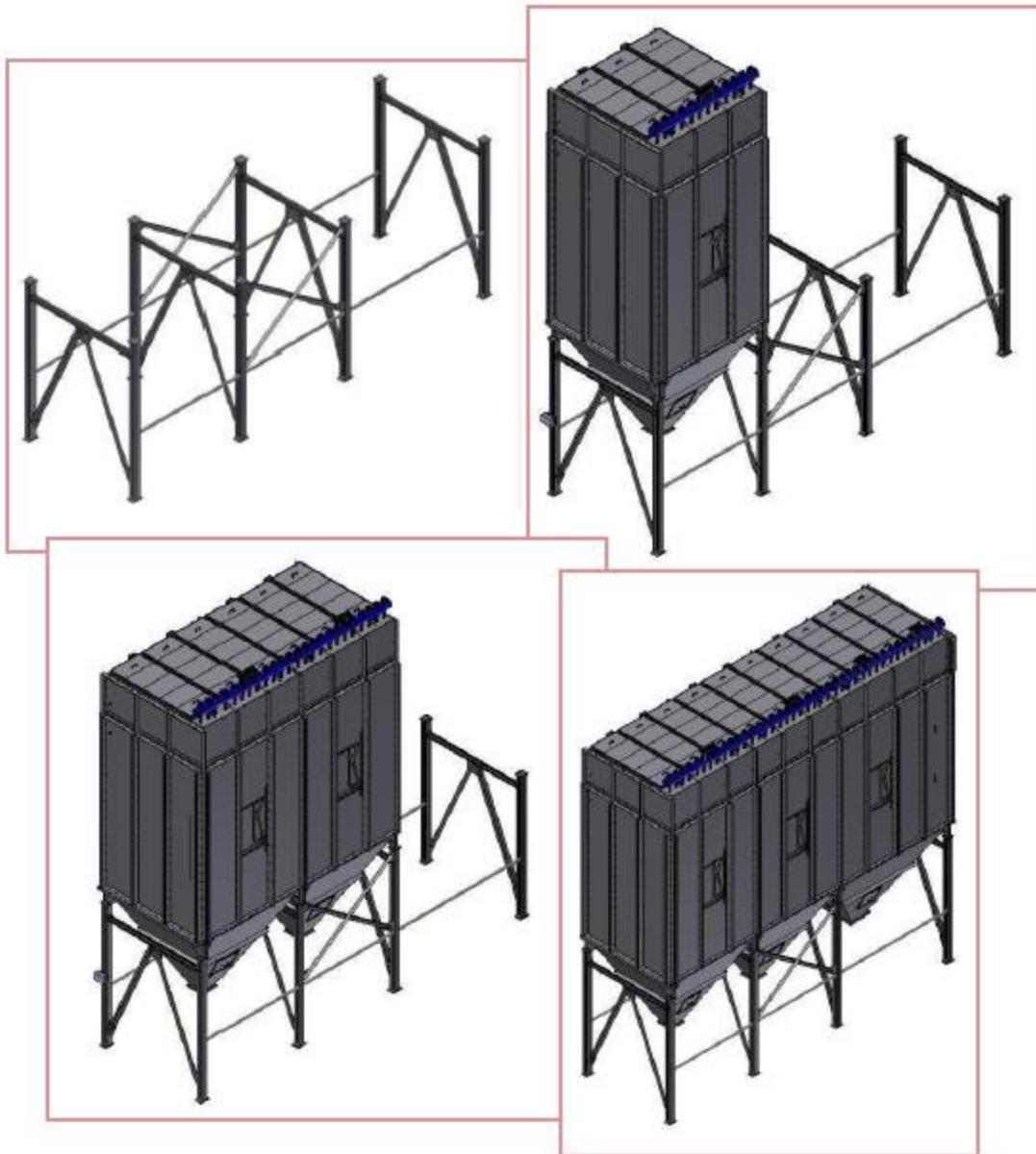
Pre-apply the sealant to the flanges as 9.3.1 and then bolt the housings together.

Remove the crane and proceed to raise and install the next module on the structure, lining up the holes of the flanges with the ones of the previously installed.

Begin to insert the bolts into the matching holes in both flanges with the help of a conical drill bit.

Fit the washers and hand tighten the nuts. Do not attempt to tighten the bolts until all the modules are in position. Do not forget to fit the bolts of the tube sheet.

Make sure that the modules sit correctly and that the junction of the module on the structure provides stability prior to removing the crane connections.



© 2015 American Air Filter Company, Inc. Any use of the text or images this document contains, without permission of American Air Filter Company, Inc., is prohibited. AAF, FabriPulse, Kinpactor, REDFiltration, Reliable Efficient Durable are registered trademarks of American Air Filter Company, Inc. d/b/a AAF International.



9.3.4 Products shipped in multiple disassembled modular assemblies

9.3.4.1 Leg structure

Assemble the leg structure onto the prepared foundations or steelwork using the supplied GA drawing which shows the position of all the legs and cross braces. Ensure all the nuts and bolts are tightened and the structure is mechanically sound and secure, and level before proceeding to the next stage.

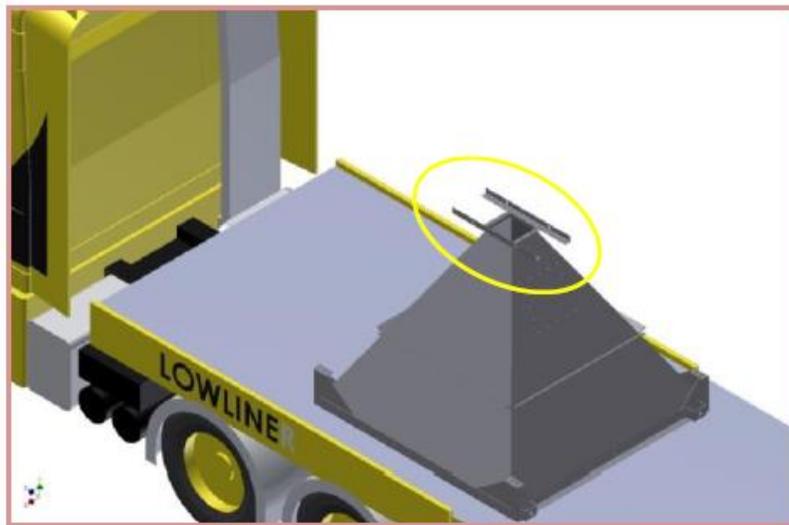
Anchors must comply with local code requirements and must be capable of supporting dead, live, wind, seismic, and other applicable loads for the area the dust collector is going to be installed.

Consult with a qualified engineer for foundation and anchoring design.

9.3.4.2 Hoppers

In most cases, the hopper will be shipped vertically “upside down”.

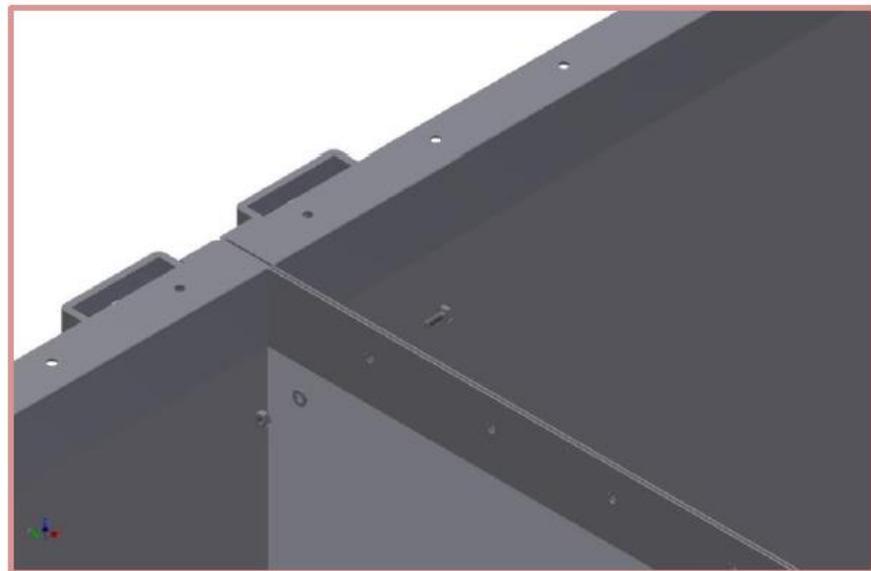
Use a crane to unload the hopper, attaching to the lifting lugs on the hoppers.



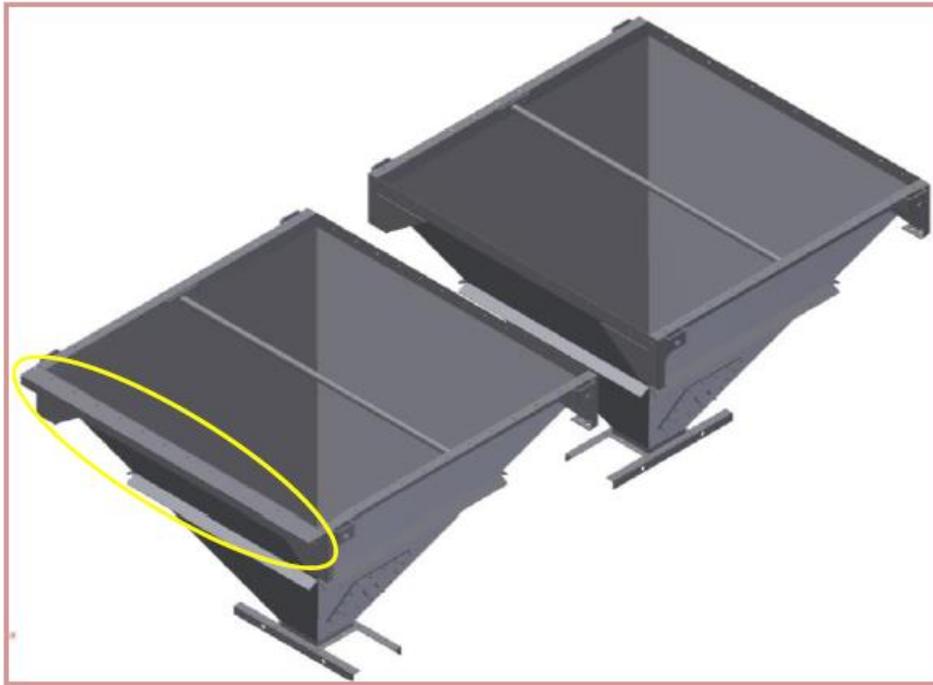
The collector hopper can be placed on the ground, if rests are included on the hopper outlet.

Placed on the ground and in the mounting position, the hoppers must be bolted in pairs to be placed on the structure. Follow the instructions for flanged

joints in section 9.3.1. Notice the hoppers re installed in the longitudinal and transverse direction to give stability to the assembly.



Note that the hoppers located at the ends of the structure have a “U” profile on the side.



Once the hopper are joined together, they can then be mounted on the legs and bracing.

NOTE: If there is a single hopper, it can be installed on the legs and bracing before assembling to multiple modules. For example, if there are three hoppers, two can be joined together and then third hopper can be added once these are installed on the legs and bracing.

9.3.4.3 Assembling the Collector Housing

To lift the collector, use accessories such as hooks, cables, slings, etc. with a load capacity of at least 30% above the weight that is going to be handled. See section 3.6 for weights.

CAUTION: Never stand or work beneath a suspended load.

Assemble the unit in the horizontal position at ground level. Assemble the unit following section 9.3.1, 9.3.4.1, and 9.3.4.2. Temporary bracing (by others) between the units made be necessary during installation.

When installing the modules and hoppers, position the modules on top of the hopper frame, lining up the holes on both sections. Begin to insert the bolts into the matching holes in both flanges with the help of a drill bill.

Fit the washers and hand tighten the nuts. Do not attempt to tighten the bolts until all the sets are in position.

NOTE: Do not forget to fit the bolts of the tube sheet.

9.3.5 Installing the access components

The perimeter railing and access ladder are elements that are bolted onto their respective brackets.

All installation operations must be made in compliance with the relevant HSE legislation.



9.3.6 Installation of control panel

Refer to the electrical drawings issued with the general arrangement drawing.

When the AAF Control Center or Pressure Demand controller is to be used, select a location for fixing the enclosure within 15ft of the static taps located on the FabriPulse fusion side panels. Usually the Pressure Demand controller is fixed to the leg structure but it can be remotely located if desired.

© 2015 American Air Filter Company, Inc. Any use of the text or images this document contains, without permission of American Air Filter Company, Inc., is prohibited. AAF, FabriPulse, Kinpactor, REDFiltration, Reliable Efficient Durable are registered trademarks of American Air Filter Company, Inc. d/b/a AAF International.

AAF[®]
INTERNATIONAL
BETTER AIR IS OUR BUSINESS[™]

RF
REDFiltration[™]
Reliable Efficient Durable[™]

AAF provides plastic tubing for the pulse controller to be located 15ft from the static taps. A more remote position is acceptable if additional tubing is obtained. A practical limit of 30ft applies.

Once the pulse controller is fixed in position, connect two parallel lines of plastic tubing to the 2 connection taps on the pulse controller and the other ends to the static taps located on the side wall of the FabriPulse Fusion. These plastic pipes allow the pulse controller to measure and display the differential pressure that exists between the clean air plenum and dirty side plenum. In some modes of operation, this differential pressure is used to control the pulsing.

Connect the high pressure port to the dirty side of the collector and connect the low pressure port to the clean air side (top of the unit). Both ports are located on the side of the collector.

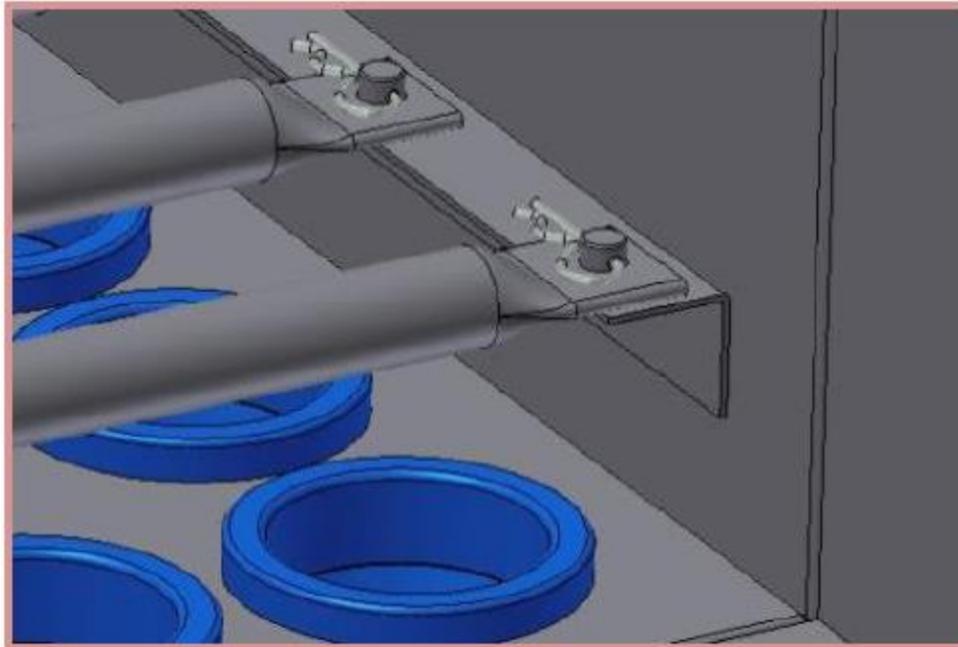
See the separate pulse controller manual for a full explanation of its features and modes of operation.

9.3.7 Installation of the filter elements

The FabriPulse Fusion bag filter elements are shipped separately in cartons for field installation AFTER all ductwork connections are made.

Access the inside of the filter head by removing the covers on the top of the collector.

Remove the blown-down pipes which have been fitted in their final working position. To do this, remove the split pin located at the end of the pipe.



Begin installing the bags to the support plate in the sequence shown below, concluding with the cage assembly inside of it:



Once all of the filtering elements and their support cages have been installed, proceed to install the blow-down pipes in the same way as they were shipped. Pay attention to the position of the holes that are in blow-down pipes which must be facing down towards the inside of the bags.

Replace the covers, lock washers and tighten the screws until they make contact with washers.

To power up the DCT controller, connect power line to L1 and L2. Control Wiring must be field installed between the solenoid valves and the pulse output terminals as shown on the electrical connection diagram that is supplied with the specific FabriPulse Fusion collector ordered.

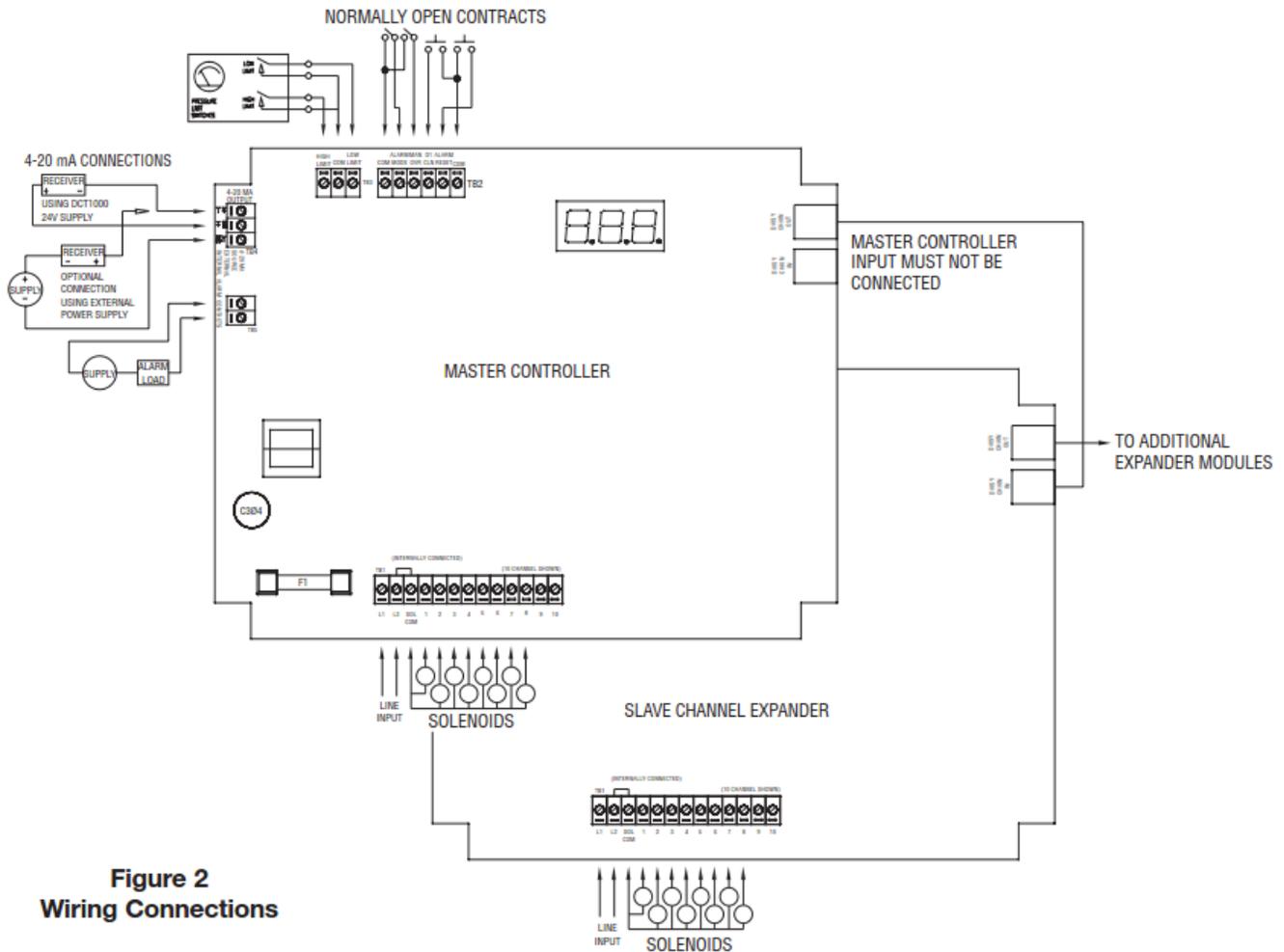


Figure 2
Wiring Connections

The power requirements are 85-270V/50-60Hz/1Ph. The operating temperature range is -40F to 140F.

Continuous cleaning operations do not require external inputs and can be used for time based cleaning by placing a jumper wire across the manual override and common, or across the high limit input and common.

For on-demand applications, program the DCT controller by going through each selection available, setting up each step. For further information, see the IOM of the DCT controller.

When setting up the DCT, the “high limit” is normally set at 5” w.g. and the “low limit” is normally set up at 2” w.g. Different applications require different settings. Please contact AAF International for assistance.

For troubleshooting and for further information, see the Dwyer DCT controller IOM.

9.3.10 Compressed air connections

The FabriPulse Fusion dust collector requires dry compressed air (-40°F dew point, 80-100 psig) for cleaning. See product literature for the compressed air requirement for the nominal compressed air requirements. When the dust collector is set on a timer, the timer is factory set at a 30 second pulse interval.

For equipment with multiple modules, the supply can be attached by:

- In series: Via a receiver located at the end of the filter and joining the rest of the receivers by means of a flexible line,
- In parallel: Attaching individual supplies with shut-off valves for each one of the receivers.

Parallel connection allows a leaking receiver to be isolated, while the rest of the system works normally.

The FabriPulse Fusion will require the compressed air as shown below:

Size	Compressed Air Usage @ 100 psig	Size	Compressed Air Usage @ 100 psig
96	8	432	13
144	10	480	15
192	13	528	16
240	16	576	18
288	19	624	19
336	22	672	20
384	12	720	22

Compressed Air Usage is with continuous pulsing every 60 seconds

When sizing a compressor, add a minimum of 20% capacity for duty cycle plus any bleed air required by a regenerative air dryer.

Do not use over 120 psig of compressed air. Solenoid valves will not operate and can cause damage to collector components.

9.3.11 Ductwork Installation

Install the inlet ductwork to the front inlet above the access doors. Connect the clean air duct (or manifold) to outlet(s) located on the bottom and rear side of the clean air plenum.

Ductwork should be of sufficient gauge to withstand the system design pressure and should be independently supported.

The FabriPulse Fusion is not designed to support ductwork.

10 EXPLOSION VENTS

The following only applies to AAF-supplied explosion vents. Additional and/or different steps, equipment, etc. may be needed for vents and other equipment not supplied by AAF. Further, the following is a non-exhaustive list of recommendations, and users must carefully read, among other things, the manufacturer’s explosion vent guide for further instructions.

10.1 Installation of the explosion vent

If an explosion vent is ordered with the FabriPulse Fusion, the explosion vent is shipped separately from the collector. Ensure no damage has been done to the explosion vent during shipping or handling.

The FabriPulse Fusion will have a frame constructed as part of the unit where the explosion vent is mounted. The number of explosion vents and location of the explosion vent will be detailed on the collector drawing.

10.2 Assembly

Ensure no damage has been done to the explosion vent during shipping or handling. The FabriPulse Fusion will have a frame constructed as part of the unit where the explosion vent is mounted. The number of explosion vents and location of the explosion vent will be detailed on the collector drawing.

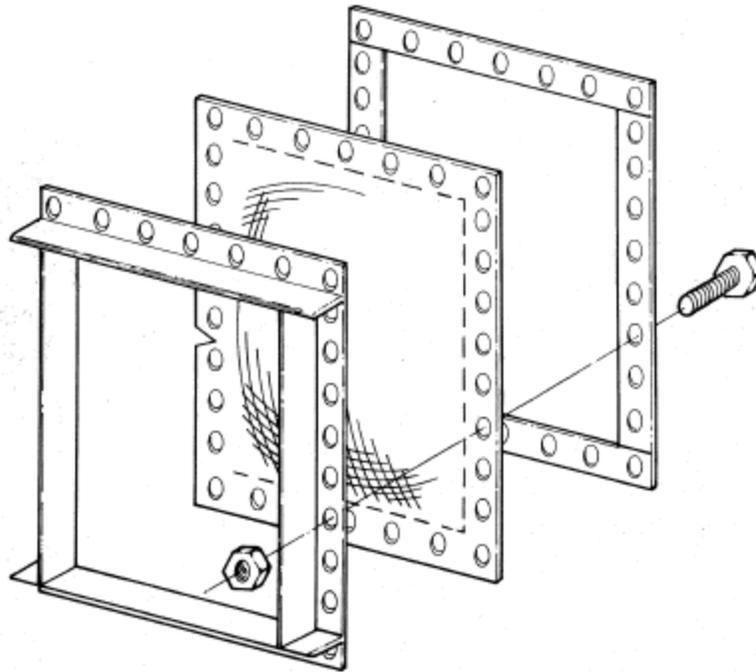
Gripping the opposite sides, carefully remove the explosion vent from the crate that it was shipped. Avoid excessive flexure of the explosion vent while handling.

CAUTION: The edges of the explosion vent can be sharp.

CAUTION: Incorrect installation of the explosion vent can cause the panel to not open at the rated burst pressure.

Place the explosion vent over the protruding bolt holes of the frame. Make certain the dome is protruding outwards. Install the outlet frame.

Install bolts and nuts and tighten hand tight. Tighten nuts to 27–34 Newton meters torque.



Typical Explosion Vent Installation.

To ensure proper installation of your explosion vent, carefully read the separate manufacturer's explosion vent installation guide.

WARNING: personal injury, death, and/or property damage can result from material discharge during venting.

10.3 Explosion Vent Burst Sensor

All standard explosion vents come with a burst sensor. This can be connected to an AAF Control Center or to the customer's controls to shut down the unit when an event occurs.

The magnetic sensor is suitable for use in Class I and II, Division I, Groups A to G.

Under normal operation, when the disk is closed, the switch is closed. When the disk opens, the switch opens (no electrical flow).

The connection cable is two wire, 3 feet long and has a voltage of 30VDC and current of 10 mA. This cable will be wired on site.

To ensure proper installation of your explosion vent, carefully read the separate manufacturer's explosion vent installation guide.

WARNING: personal injury, death, and/or property damage can result from material discharge during venting.

10.4 Servicing

Explosion vents should be inspected regularly to confirm physical and operational condition. Replace any damaged or worn parts immediately.

10.5 Safety distance

The material discharged during a vented explosion must be directed outdoors.

Locating equipment with explosion vents outdoors is always recommended.

Measures should be taken to reduce the risk to personnel and equipment from the effects of fireball temperature and pressure. In the event of a vented explosion, use the guidance detailed in NFPA 68 to determine the maximum width and height of the flame.

11 START-UP & OPERATION

11.1 Start-up checklist

Check the compressed air lines to be sure they are connected to the 1" NPT connection on the top of the compressed air manifold(s). Pressure available should be 80-100 psig.

Check that the bags are properly installed and sealed.

Check the fan to ensure it is rotating in the proper direction. Check the fan for any foreign objects.

Ensure the hopper discharge device(s) (if any) is operating properly. Follow the manufacturer's instructions as needed.

Energize the pulse controller and ensure the correct mode and parameters are set (reference to the controller manual or section 9.3.9).

Listen for firing of the pilot solenoids and diaphragm valves to determine that they are all operational. Note that as each solenoid is activated, a “click” can be heard and a small vibration can be felt on the cover of the solenoid valve enclosure. When the diaphragm valve is activated, a small jet of air vents from the hole at the solenoid valve base and there will be a sharp noise as the compressed air is allowed to escape from the compressed air manifold.

Before introducing any dust to the collector, turn the power off to the controller and reset the high and low set points to 5” w.g. and 2” w.g., respectively.

Start the fan with the fan damper or duct blast gates partially open. At the same time, observe the controller’s differential pressure gauge. This gauge indicates the differential pressure across the filter elements and dust cake. Rising pressure on the gauge shows that dust is being collected. When the gauge shows 2-5 inches w.g., the fan damper or blast gates may be adjusted to their normal position. At this time the power to the timer/controller should be turned on.

Check the controller again. It should read between 2 and 5” w.g. with slight fluctuations each time a pulse occurs. This indicates that the factory setting of the differential pressure, or timer, is correct. Excessive pulsing can cause premature bag wear. On demand pulse units do not change on time pulsing interval, but instead change the pressure settings.

Due to the design of the FabriPulse Fusion, changes in differential pressure may take days rather than hours to change appreciably.

11.2 Normal operation

An understanding of the design and operating principle of the FabriPulse Fusion is essential for effective operation and maintenance. Knowledge of the collector nomenclature is necessary so that parts may be easily identified and located.

The FabriPulse Fusion is a modular, continuous, automatic, self-cleaning, pulse-jet dust collector. The dirty air enters the collector through one or more rectangular inlets. A baffle is located at the inlet to deflect the dust into the hopper, providing uniform air stream distribution, and to protect the bags from

© 2015 American Air Filter Company, Inc. Any use of the text or images this document contains, without permission of American Air Filter Company, Inc., is prohibited. AAF, FabriPulse, Kinpactor, REDFiltration, Reliable Efficient Durable are registered trademarks of American Air Filter Company, Inc. d/b/a AAF International.



direct impingement. After the dust laden air leaves the baffle area, it passes through the filter media, depositing the dust on the outside surface of the individual filter bags. The cleaned air leaves the filter bags and discharges into the plenum at the top of the collector, where it is then exhausted through the outlet.

The filter bags are periodically cleaned by bursts of compressed air that are directed down the inside of the bags. A venturi located in the top of the bag cage induces additional air to the inside of the bags being cleaned. This reverses the flow of air through the bags and dislodges the dust cake from the surface of the bag, allowing it to settle into the hopper. Since only a small percentage of the bags are cleaned at one time, the unit remains in continuous operation.

NOTE: Hoppers are designed to receive the dust and are not for storage. The recommended practice is to continuously empty the hopper by means of a rotary lock and/or screw conveyor, or by some other discharge device.

12 MAINTENANCE

It is suggested that a record is kept of operational data and that all servicing maintenance is recorded. A maintenance log is included in this IOM.

Operational data to be recorded could include measurements taken of the air flow rate and the pressure differential across the FabriPulse Fusion bags. This should be recorded weekly or monthly. This record can assist with maintenance schedules and show collector variances due to operations.

Maintenance data to be recorded should include details of inspections and any parts replaced.

See final page of IOM for Maintenance Interval Checklist.

12.1 Initial Weekly Maintenance

This should be done during the first month of initial collector operation:

Record the differential pressure across the FabriPulse Fusion at start-up. Record the collector differential pressure regularly for at least the first 30 days of operation.

Adverse operating conditions can be detected by a change in differential pressure. The differential pressure can be read on the display of the pulse

controller. After start-up, the dust collector's differential pressure should settle to approximately 2-5 inches w.g.

The filter cleaning cycle is automatically controlled from the pulse controller with either the differential pressure set points or the timed interval used to maintain a steady pressure differential across the filter.

Do not be alarmed if cleaning pulses cause momentary spikes in the differential pressure readings.

NOTE: The time interval between pulses is factory pre-set at 30 seconds. It may be changed and is dependent on the application. Effective cleaning is reliant upon pulse frequency, duration and pulse compressed air pressure. The pulse duration is pre-set at 100 milliseconds. DO NOT change the factory setting without contacting an AAF International representative.

Inspect the dust disposal equipment on a regular basis during the first month of operation to determine that the collected dust is being disposed at a rate consistent with the operation. Failure to ensure that the collected dust is taken away at the appropriate rate will result in material building up into the hopper and could cause malfunction. This is especially important if the dust is being collected into drums or other such container. Once the dust collection rate is understood, a maintenance schedule for emptying the containers should be set.

12.2 Six months

Examine the FabriPulse Fusion bags for any wear, damage, or excessive deposition of dust. Consult the records for differential pressure and flow to identify signs of rising differential pressure across the bags. If the bags can no longer maintain a consistent differential pressure, the FabriPulse Fusion bags need to be replaced. Replacement of the bags should occur as soon as possible.

Examine the inlet ducting for material drop-out. If there is significant drop out, airflow may need to be increased.

Inspect all joints for evidence of air or dust leakage.

Check for evidence of moisture or dust build up within the collector. Moisture in the collector can cause plugging and premature bag failure.

Check all electrical apparatus for proper operation.

© 2015 American Air Filter Company, Inc. Any use of the text or images this document contains, without permission of American Air Filter Company, Inc., is prohibited. AAF, FabriPulse, Kinpactor, REDFiltration, Reliable Efficient Durable are registered trademarks of American Air Filter Company, Inc. d/b/a AAF International.



Check for correct operation of the solenoid valves and the diaphragm valves.

Check discharge air condition for signs of dust. See Troubleshooting if bypass occurs.

Check the dust disposal equipment for correct operation and comply with any lubrication or maintenance instructions in the relevant manufactures' instructions. If an AAF barrel top adapter mechanism is installed, check the condition of the flexible, or hard pipe, sleeve and replace if showing signs of wear or if torn.

Check all safety & warning labels are intact and legible and secure.

12.3 Annual Maintenance

Remove the diaphragms and the valves for wear. Replace them with new items if required.

NOTE: a replacement diaphragm and its return valve are supplied in the diaphragm replacement kit.

Remove the used solenoids from within the solenoid box enclosure and replace them with new items if required.

NOTE: AAF recommends having a spare set of diaphragm and solenoid kits available at all times.

Inspect all gaskets and panels for possible leak points. Replace gaskets and re-caulk panels as necessary.

12.4 Filter removal and installation

Disconnect power and lock out any electrical power sources before servicing.

CAUTION: Dirty bags may be heavy, use caution when removing the bags from the dust collector.

Do not operate the dust collector with missing or damaged bags.

The working area requires good ventilation. Some applications involve hazardous gasses and dusts. Check with an authorized person before work

© 2015 American Air Filter Company, Inc. Any use of the text or images this document contains, without permission of American Air Filter Company, Inc., is prohibited. AAF, FabriPulse, Kinpactor, REDFiltration, Reliable Efficient Durable are registered trademarks of American Air Filter Company, Inc. d/b/a AAF International.



commences to avoid exposure to hazardous substances. Appropriate PPE should be considered and worn.

In order to minimize escape of dust particles which have been deposited in the FabriPulse Fusion bags, it is recommended the used bags are placed into polythene sacks as they are withdrawn from the unit for ultimate safe disposal.

NOTE: When replacing the FabriPulse Fusion bags, drop the used bags into the hopper of the collector. This ensures the clean air plenum is not contaminated with the dirty bags. All FabriPulse Fusion collectors come with hopper access doors to access the used bags after filter change out.

Follow section 9.3.7 for full bag installation instructions.

12.5 Accessories

AAF accessories should be inspected for wear or damage on the same interval as the bags.

Any accessory equipment should follow the maintenance schedule that is included in the manufacturer's IOM.

See final page of IOM for Maintenance Interval Checklist.

13 TROUBLESHOOTING

13.1 High Differential Pressure Reading

Improper Timer Operation

Check the wiring, fuses, and setting of pulse duration and interval.

CAUTION: Do not adjust the pulse duration without consulting an AAF representative.

Insufficient Compressed Air

Check the air supply to ensure the compressor is providing 80 to 100 psig. Check for a plugged filter in the compressed air line.

Solenoid Pilot Valve Malfunction

Listen to verify the solenoid valves are firing. Check for momentary air venting each time they fire. Clean or replace, if necessary.

Pulse Valve Malfunction

Pulse pipe jets should be checked to verify operation of the pulse valves. Pulse valves can be easily disassembled and rebuilt in place.

Leaking Dust Discharge Device

A leaking rotary lock, screw conveyor, slide gate, etc. can overload the Fusion by preventing dust discharge after pulsing. This can cause high differential pressure, excessive bag wear, and reduced air volume. Seal any such leaks or replace.

Condensation

High humidity may cause blinding of bags, which results in excessive differential pressure. Run the cleaning mechanism with the fan off and the program timer on, or with the pressure switch set to zero, to release the dust cake. If condensation is a recurring problem, pre-processing warm-up and post-processing purge periods of 15 to 30 minutes each may help. Exterior insulation may also be necessary. Sources of moisture may come from leaking process ductwork, moisture in the process gas stream, or moisture in the compressed air system.

Static Electricity

Static buildup can cause a high differential pressure. If possible, increase the humidity using discretion to avoid creating condensation. Grounded bags may also be required in situations where a spark may result in ignition of an explosive dust.

Collector Overloads

Too much air or dust will create high differential pressure across the collector. Check the fan speed, system design, pre-cleaners, and the damper position. Also ensure the dust load and air volume is within the system design parameters.

13.2 Visible Discharge

Improperly Installed or Damaged Bags

Check for holes or tears in bags. Replace damaged bags. Reseal bags as necessary.

Insufficient Dust Cake

The unit could be pulsing too often, resulting in over cleaning. Verify the differential pressure is at least 2" w.g. Increase the pulse interval until the unit is operating stably at 2" differential pressure minimum.

CAUTION: Do not adjust the pulse duration without consulting an AAF representative.

13.3 Insufficient Hood Control

Incorrect Fan Rotation

Incorrect rotation of the fan will result in a failure to provide the required system static pressure or air volume.

Fan V-Belt Slippage

Tighten the V-belts if necessary. Replace broken or stretched belts.

Leaks

Leaking ductwork, access doors, explosion vents, dust discharge devices, or housing will cause insufficient suction at the pickup point. Seal any leaks.

Closed Air Passages

Clogged ducts, closed dampers, or closed gates will shut off the airflow.

© 2015 American Air Filter Company, Inc. Any use of the text or images this document contains, without permission of American Air Filter Company, Inc., is prohibited. AAF, FabriPulse, Kinpactor, REDFiltration, Reliable Efficient Durable are registered trademarks of American Air Filter Company, Inc. d/b/a AAF International.



Undersized Ducts

Undersized ducts will create excessive pressure losses for which the fan may not have been sized. Duct size should be reviewed considering the design specifications and fan selection.

13.4 Fabric Bag Problems

Excessive Temperatures

Operating temperature should not exceed the specified maximum.

Humidity

Humidity can blind bags. The moisture results in a denser dust cake accumulation, or cements dust to the bag. Drawing dry air through the collector may dry the dust enough to allow the collector to clean with the fan off. If this method does not work, the bags must be dry cleaned or new bags installed.

Dust Characteristics

Each bag material is selected for specific physical and chemical characteristics which are compatible with the gas stream composition and temperature.

Dust Buildup In Hoppers

Dust buildup in the hopper may generate a problem in the bag area and cause excessive abrasion of the bags. The buildup may be caused by a malfunctioning discharge device, or by condensation in the hopper. It may be necessary to add a vibrator to the hopper, or add hopper heaters and insulation.

Bag Wear On The Inside

Dirt on the clean side of the bags will cause the bags to wear from the inside. This could be the result of a broken bag, incorrect bag installation, or an improper tube sheet seal. Vacuum the clean air side of the plenum, replace the bag, correct and reseal the bag in the tube sheet. Do not blow dirt inside the bags. Any dirt contained in the bags should be vacuumed out.

14 REPLACEMENT PARTS LIST

It is recommended that the following spare parts be stored at the installation site for routine maintenance purposes. Consult with your AAF representative to determine actual quantities required.

Spare Parts	
Description	Recommended Spares
Diaphragm Valve Repair Kit, Low Temperature (180°F) Or Diaphragm Valve Repair Kit, High Temperature (400°F)	10% Number Required 10% Number Required
Solenoid Valve Repair Kit (NEMA 4)	10% Number Required
10 Point Printed Circuit Board 22 Point Printed Circuit Board DCP 100 Pressure Module Fuse	1 Timer 1
Pulse Pipe Connector Seal, Low Temperature (to 180°F) Or Pulse Pipe Connector Seal, High Temperature (to 400°F)	Set (one for each pulse valve) (one for each pulse valve)
Pulse Pipe Hairpin (SST)	10% Number Required

To obtain replacement parts:
Call: 1-800-477-1214
Or email: APCSales@AAFINTL.com.

When ordering parts provide the FabriPulse Fusion, the size, control number and serial number (see the product nameplate) should be on hand.

Maintenance Log- FabriPulse Fusion							
Serial Number	Model Number						
Daily (first week)							
Date							
Differential Pressure							
Record compressed air pressure							
Are solenoids operating?							
Are diaphragm valves operating?							
Dust disposal level recorded?							
Weekly							
Date							
Differential Pressure							
Record compressed air pressure							
Check hopper is empty							
Dust disposal level maintained?							
Monthly							
Date							
Examine bags for damage or holes							
Examine inelt and out duct for dropout or bypass							
Is moisture present in collector?							
Six Month Check							
Date							
Examine bags							
Examine collector joints for leakage							
Check correct electrical operation							
Examine dust disposal equipment							
Examine auxiliary equipment maintenance							
Annually							
Date							
Replace diaphragm valves as needed							
Replace solenoid valves as needed							
Examine inlet ductwork for dust accumulation							
Examine outlet ductwork for dust accumulation							
Examine and replace all air lines and DP tubing for cracks or clogging							

© 2015 American Air Filter Company, Inc. Any use of the text or images this document contains, without permission of American Air Filter Company, Inc., is prohibited. AAF, FabriPulse, Kinpactor, REDFiltration, Reliable Efficient Durable are registered trademarks of American Air Filter Company, Inc. d/b/a AAF International.



Reliable, Efficient, Durable

Sales Offices:

Europe, Middle East & Africa

AAF Ltd

Bassington Lane, Cramlington
Northumberland, NE23 8AF UK
Tel: +44 1670 713 477
Email: redfiltration@aafintl.com

AAF, S.A.

C/ Urartea, 11
Polígono Ali-Gobeo
01010 Vitoria, Spain
Tel: +34 945 214851
Email: redfiltration@aafintl.com

AAF France

Rue William Dian
B.P.3
27620 Gasny, France
Tel: +33 2 32 53 60 60
Email: redfiltration@aafintl.com

AAF Sri

Via Lario, 1
22070 – Fenegrò (CO), Italy
Tel: +39 031 35 25 311
Email: redfiltration@aafintl.com

AAF Luftreinigungssysteme

Gesmbi-i

Campus 21
Europaring F12 401
2345 Brunn am Gebirge, Austria
Tel: +43 (0) 2236 677 628 0
Email: redfiltration@aafintl.com

AAF – Lufttechnik GmbH

Centroalle 263 b
D 46047
Oberhausen, Germany
Tel: +49 208 828423 0
Email: redfiltration@aafintl.com

AAF – Environmental Control Epe

1, Ifaistou & Kikladon
15354- Glika Nera, Greece
Tel: +30 2106632015
Email: redfiltration@aafintl.com

AAF Hava Filtreleri ve Ticaret AS

Hürriyet Mahallesi
Yakacık D-100 Kuzey Yan Yol No: 49/1-2
34876 Kartal, Istanbul, Turkey
Tel: +90 216 4495164/65
Email: redfiltration@aafintl.com

AAF International – Middle East

FZS1BC01-BC04, Jebel Ali Dubai, UAE
Tel: 009714 8894886
Email: redfiltration@aafintl.com

AAF Saudi Arabia Ltd.

P.O. Box 59336 Riyadh 11525,
Kingdom of Saudi Arabia
Tel: +966 1 265 0883
Email: redfiltration@aafintl.com

Asia

America Air Filter Manufacturing Sdn Bhd

(Asia Regional Office)

Lot 6, Jalan Pengapit 15/19
Seksyen 15 40000 Shah Alam
Selangor Darul Ehsan, Malaysia
Tel: (60) 3 5039 7777 +603 5039 7732
Email: redfiltration@aafintl.com

AAF (Wuhan) Co. Ltd., (China HQ)

268 CheCheng Road
Wuhan Economic & Technological
Development Zone
Wuhan, Hubei Province PR,
China 430056
Tel: +86 27 8447 3671 +86 27 8447 3672
Email: redfiltration@aafintl.com

AAF International (Thailand) Co., Ltd.

100 Moo 4 Soi Namdang – Bangplee 44
Bangkaew Bangplee, Samutprakarn
10540, Thailand
Tel: +66 2738 7788
Email: redfiltration@aafintl.com

Daikin Australia Pty Ltd

(AAF Australia & New Zealand Sales Office)

15 Nyadale Road Scoresby Victoria 3179,
Australia
Tel: +61 (0)3 9237 5562
Email: redfiltration@aafintl.com

North & South America

AAF International

9920 Corporate Campus Drive, Suite 2200
Louisville, KY 40223-5000, USA
Tel: 1 502 637 0011
Toll Free: 1 800 477 1214
Email: redfiltration@aafintl.com

AAF, S de RL de CV

Av. Primero de Mayo No. 85,
Col. San Andrés Atenco,
C.P. 54040 Tlalnequillo Edo.
De Mexico, México
Tel: +52 55 5565 5200
Email: redfiltration@aafintl.com

American Air Filter Brasil Ltda.

Rua Doutor Bacelar, 173-CJ. 121
Vila Clementino – São Paulo – Brazil
CEP 04026-000
Tel: +55 11 5567 3000
Email: redfiltration@aafintl.com

The information in this document is the property of American Air Filter Company, Inc. (AAFCI) and may not be copied or distributed to any third party, or used for any purpose other than that for which it is supplied, without the express written consent of AAFCI.

While the information herein is provided in good faith based on information available when the document was created, it should not be relied upon as being complete or accurate, and the products advertised within this document, and their components and accessories, are subject to change without notice. AAFCI provides this information on an AS IS basis and makes no warranties, expressed or implied, or representations regarding same. This document does not establish, and should not be taken as establishing, any contractual or other commitment binding upon AAFCI or any of its subsidiaries or associated companies.

