

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO
UTILIZANDO UN CICLÓN Y UN SISTEMA FILTRO MANGAS EN LA
INDUSTRIA DE PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ALARCON BAÑOS, GERALD JOEL HUGO

Villa El Salvador

2018

DEDICATORIA

A mi Familia:

Rosa Anampa y Benjamín Baños, más que bisabuelos son mis padres, sus canas son sinónimo de sabiduría quienes me enseñaron cosas vitales en esta vida.

Hugo Alarcón Cáceres, a mostrarme con ejemplos a ser un jefe de Familia.

Clelia San Miguel Anampa, a perseverar en esta vida.

Isabel Baños San Miguel, a ser una persona independiente.

Mis Hermanos, por los consejos y apoyo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme puesto a las personas correctas en el camino y darme fuerza para salir adelante.

Al ingeniero Agerico Pantoja por el apoyo y consejo para el presente desarrollo de investigación.

CAPÍTULO III DESARROLLO DEL OBJETIVO DE TRABAJO DE SUFICIENCIA

3.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	42
3.2. DESCRIPCION DE PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	45
3.2.1. Consideraciones Previas.....	45
3.2.2. Preparación Del Tren De Muestre	46
3.2.3. Determinación de los Puntos Transversales	46
3.2.4. Instalación y verificación de Equipos.....	46
3.2.5. Cálculos Preliminares.....	47
3.2.6. Prueba de Fugas.....	48
3.2.7. Operación del Tren de Muestreo	48
3.2.8. Recuperado de la Muestra	48
3.3. MÉTODOS REFERENCIALES PARA LA MEDICIÓN DE PARÁMETROS....	49
3.4. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	50
3.4.1. Demostración Paso a Paso de Cálculo de Muestreo	50
3.4.2. Resultado de los tres últimos años.....	56
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXO N°1:NORMAS APLICABLE AL SECTOR PESQUERO	69
ANEXO N°2:IMAGEN DE LA FUENTE DE MONITOREO	72
ANEXO N°3: INFORME DE ENSAYO.....	75
ANEXO N°4: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.....	84
ANEXO N°5:HOJA DE CÁLCULO	89

LISTADO DE FIGURAS

- Figura N° 1: Principales Fuentes de contaminación en las ciudades.
- Figura N° 2: Porcentaje de emisiones de contaminantes procedentes de Fuentes Fijas.
- Figura N° 3: Utilizando un (01) Ciclón (Secador de Aire caliente N°2) en la etapa de Enfriamiento.
- Figura N° 4: Utilizando un (01) Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) en la etapa de Enfriamiento.
- Figura N° 5: Punto de muestreo en una fuente fija.
- Figura N° 6: Tubo Pitot Tipo S
- Figura N° 7: Ciclón.
- Figura N° 8: Vista Panorámica de un Ciclón (Secador de Aire Caliente N°2) en el Establecimiento Industrial Pesquero.
- Figura N° 9: Sistema filtro Mangas
- Figura N° 10: Vista Panorámica de un Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) en el Establecimiento Industrial Pesquero
- Figura N° 11: Bomba de vacío.
- Figura N° 12.1: Tubo Pitot tipo S.
- Figura N° 12.2: Boquilla para el tubo Pitot Tipo S.
- Figura N° 13: Componente del Sistema Tren de Muestreo
- Figura N° 14: Valores Reportado en el Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) y en el Ciclón – 2015.
- Figura N° 15: Valores Reportado en el Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) y en el Ciclón – 2016.

Figura N° 16: Valores Reportado en el Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) y en el Ciclón – 2016.

Figura N° 17: Resumen de los resultados Reportado en los tres últimos años 2015, 2016 y 2017.

LISTADO DE TABLAS

- Tabla N° 1: Sistema de proceso utilizando un (01) Ciclón (secador de Aire Caliente N°2) y un (01) Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) en la Etapa de Enfriado
- Tabla N° 2: D.S N°011-2009-MINAM
- Tabla N° 3: Protocolo de Monitoreo en las Fuentes de Proceso
- Tabla N° 4: Resultado de Pesos de Laboratorio – CICLON (Secador de Aire Caliente N°2)
- Tabla N° 5: Determinación del Volumen de DGM – CICLÓN (Secador de Aire Caliente N°2)
- Tabla N° 6: Resultado de Pesos de Laboratorio – SISTEMA FILTRO MANGA (Enfriador N°1)
- Tabla N° 7: Determinación del Volumen de DGM – SISTEMA FILTRO MANGAS (Enfriador N°1)
- Tabla N° 8.1: Valores Reportado en el Ciclón (Secador de Aire Caliente N°2) - 2015
- Tabla N° 8.2: Valores Reportado en el Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) - 2015
- Tabla N° 8.3: Valores Reportado en el Ciclón (Secador de Aire Caliente N°2) - 2016
- Tabla N° 8.4: Valores Reportado en el Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) - 2016
- Tabla N° 8.5: Valores Reportado en el Ciclón (Secador de Aire Caliente N°2) - 2017
- Tabla N° 8.6: Valores Reportado en el Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) - 2017

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del presente trabajo de investigación lleva por título “EVALUACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO UTILIZANDO UN CICLON Y UN SISTEMA FILTRO MANGAS EN LA INDUSTRIA DE PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO” para optar el título de Ingeniero Ambiental, presentado por el Bachiller Alarcón Baños, Gerald Joel Hugo.

En la última década la industria pesquera de consumo humano indirecto ha ido incrementando sus niveles de producción utilizando tecnología de punta, lo cual ha permitido obtener productos de mayor calidad y competitividad en el mercado internacional. A pesar del esfuerzo técnico económico que el sector industrial pesquero viene desarrollando; subsisten las implicaciones ambientales que el desarrollo de dicha actividad ejerce sobre la calidad del ambiente una de ellas son las emisiones atmosféricas que se desprende debido a la actividad de proceso de harina y aceite de pescado.

Entre los parámetros principales tenemos el material particulado (MP); de acuerdo con el D.S N° 011-2009-MINAM “Límites Máximos Permisibles (LMP) para las emisiones de la Industria de Harina y Aceite de Pescado y Harina de Residuos Hidrobiológicos”, cuyo LMP es de 150 mg/m^3

Para determinar la concentración del material particulado en la industria de producción de harina de pescado se evaluó dos sistemas de control: un (01) ciclón y un (01) sistema filtro mangas para la captura del material particulado en la etapa de enfriamiento de manera independiente cuya metodología para el análisis se empleó el USEPA 5 “Determinación de Emisiones de Partículas de

fuentes fijas”, lo cual consiste en extraer isocinéticamente el material particulado de la fuente y ser recolectada en un filtro de fibra para luego determinar la concentración por diferencia de peso.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

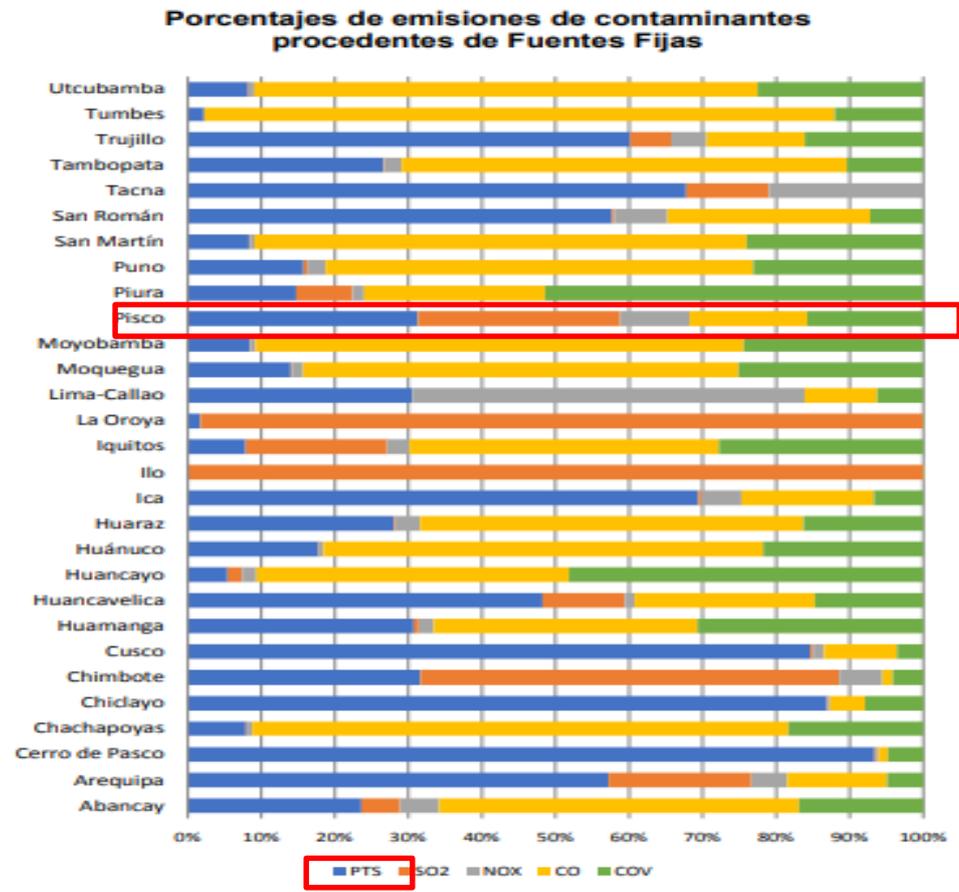
Las emisiones de las fuentes estacionarias proveniente de las operaciones y procesos industrial pesquero hacia la atmosfera está compuesto por gases y partículas, que contribuyen significativamente a la contaminación del ambiente y a la salud humana ver figura N°1 y 2.

Figura N°1: Principales Fuentes de contaminación en las ciudades

N.º	Zona de Atención Prioritaria	Principales fuentes de contaminación
1	Arequipa	Ladrilleras, cementeras, parque automotor (vehículos)
2	Cerro de Pasco	Extracción de minerales
3	Chiclayo	Parque automotor (vehículos), industrias (ladrilleras, azucarera, fundiciones) y fuente de área (panaderías, imprentas y carpinterías)
4	Chimbote	Industria pesquera
5	Cusco	Parque automotor (vehículos), ladrilleras
6	Huancayo	Parque automotor (vehículos)
7	Ilo	Fundición de cobre
8	Iquitos	Generación eléctrica, refinación de petróleo. Parque automotor (motocicletas)
9	La Oroya	Fundición de concentrados de minerales (Plomo, Cobre, Zinc), fuente natural y fuente de área (comercios y servicios)
10	Lima-Callao	Parque automotor (vehículos), industrias
11	Pisco	Industria pesquera
12	Piura	Parque automotor (vehículos)
13	Trujillo	Parque automotor (vehículos), industrias, briquetas de carbón, quema de caña de azúcar, ladrilleras

Fuente: Informe Nacional de la Calidad de Aire 2013 -2014

Figura N°2: Porcentaje de emisiones de contaminantes procedentes de Fuentes Fijas



Fuente: Informe Nacional de la Calidad de Aire 2013 -2014

Respecto al impacto hacia el ambiente puede generar problema tanto estético como en físico en los materiales de forma que las casas puede verse perjudiciales por la deposición seca o húmeda del material particulado; en la salud de las personas el sistema respiratorio sería afectado ya que es la principal vía de entrada al organismo para el material particulado presente en el aire, ya que a menor tamaño, la partícula podrá eludir más fácil los mecanismo de defensa.

El ministerio del Ambiente, como ente rector del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, tiene por función desarrollar, dirigir, supervisar y ejecutar la Política Nacional del Ambiente, la cual señala que es necesario integrar los mecanismos e

instrumentos para el control de la contaminación bajo criterios intersectoriales, de simplificación administrativa y mejora continua es por ello que establece en el DS N°011-2009-MINAM el límite máximo permisible para regular la emisión del material particulado hacia el ambiente.

Por tal motivo el presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la reducción del material particulado utilizando un (01) ciclón y un (01) sistema filtro mangas para verificar cuál de estos dos sistemas retiene la mayor cantidad de material particulado y así evitar cualquier tipo de impacto negativo en el ambiente como la salud de los colaboradores del Establecimiento Industrial Pesquero.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Al determinar la concentración del material particulado utilizando un (01) ciclón y un (01) sistema filtro mangas en la industria de producción de harina de pescado en la etapa de enfriado de manera independiente, se permitirá evaluar con fines de cumplir la norma Decreto Supremo N° 011-2009-MINAM “Límites Máximos Permisibles para las emisiones de la Industria de Harina y Aceite de Pescado y Harina de Residuos Hidrobiológicos” y proponer cuál de estos dos sistemas de control es recomendable para implementar en las plantas de producción de harina de pescado que se encuentran distribuidas en todo el litoral costero.

En el anexo N° 01 se presenta la norma aplicada para emisiones en la Industria Pesquera.

1.3. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

1.3.1. Teórica

Está determinada por la existencia de investigaciones o/y antecedentes similares a las que queremos ejecutar. Está delimitada a las teorías relacionadas al presente trabajo de investigación planteado.

1.3.2. Temporal

El desarrollo de este trabajo de investigación comprende un periodo de 6 meses a partir del mes de setiembre 2017 hasta febrero 2018

1.3.3. Espacial

El desarrollo de este trabajo se llevó a cabo en las áreas administrativas ubicada Calle Francisco Graña 155, Urb. Santa Catalina, Lima 13 Perú y en las instalaciones industriales pesquera ubicada en el distrito de Chancay y Chimbote.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1. Problema General

¿Cómo evaluar la reducción del material particulado en la Producción de Harina de pescado?

1.4.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera influye el uso de un (01) ciclón en la reducción del material particulado en la industria de producción de Harina de pescado?

- ¿De qué manera influye el uso de un (01) sistema filtro de mangas en la reducción del material particulado en la industria de producción de harina de Pescado?

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Evaluar la reducción del material particulado utilizando un (01) ciclón y un (01) sistema filtro de mangas en la industria de producción de harina de pescado.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar la concentración del material particulado utilizando un (01) ciclón en la industria de producción de Harina de Pescado.
- Determinar la concentración del material particulado utilizando un (01) sistema filtro de mangas en la industria de producción de Harina de pescado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se ha realizado análisis de estudios relacionado al tema, obteniendo experiencia ligada al objetivo de la investigación.

En Argentina, Buenos Aire, I. Elortegui y M. R. Barbosa (2013) realizaron una investigación “Diseño y Optimización de un Sistema Ciclón-Filtro para desempolvado de Ambientes Industriales”, consistió en presentar un algoritmo capaz de agilizar aspecto de diseño de sistema ciclón-filtro llegando a la siguiente conclusión:

- Los ciclones convencionales como único dispositivo de desempolvado no resulta suficientes para satisfacer las condiciones de emisión establecidas por la ley, debido a su baja eficiencia respecto a las partículas con diámetros menores a 5 μ m. Por su parte, el filtro mangas resulta adecuado para lograr reducir el contenido de partículas a los niveles requeridos. Sin embargo este equipo requiere altos costos, tanto de instalación como de operación. La combinación de ciclón y filtro, utilizando el ciclón como pretratamiento de la corriente alimentación al filtro. Permite optimizar técnicas y económicamente el proceso de separación de polvo a un gran número de situaciones.

En Ecuador, Riomba, L. R. Ortiz y L. B. Chimbo (2012), realizaron una investigación “Diseño de un Sistema de Extracción Localizada de Gases y Polvo del Proceso de Reconstrucción Mecánica de Turbinas Hidráulicas y su manejo para el control de Impacto Ambiental “ Llegaron a la siguiente conclusión:

- El diseño y la selección de los equipos de los sistemas de extracción están directamente relacionados con las características físicas y químicas del contaminante, por lo que cada sistema de extracción tanto humos de soldadura como de polvos metálicos de desbaste, fue diseñado analizado separadamente, debido a la diferencia existente en la naturaleza del contaminante. En este contexto para el sistema de extracción del módulo de desbaste se vio la necesidad de insertar en él un equipo pre-separador como lo es el ciclón, con la finalidad de retener el material particulado de mayor diámetro (mayor a PM_{10}), antes de que ingrese al filtro de mangas y causen daños en la tela filtrante.

En Chile, Valdivia, J. L. Bahamondes (2008) realizó una investigación: “Diseño y construcción de un separador Ciclónico para la industria naval”, llegando a la siguiente conclusión:

- Si se desea una eficiencia alta en la separación y control de material particulado microscópico, sería recomendable usar un ciclón como pre-filtro, dada sus características de diseño y bajo precio, para posteriormente ser utilizado un filtro tipo manga el cual presenta un costo mucho más elevado, y su función presenta mayor delicadeza y mantenimiento.

En Colombia, Medellín, C. A. Echeverri (2006) realizó una investigación “Diseño Óptimo de Ciclones”, llegando a la siguiente conclusión:

- Ventaja
 - Bajos costos de capital.
 - Falta de partes móviles, por lo tanto, pocos requerimientos de mantenimiento y bajos costos de operación.
 - Las limitaciones de temperatura y presión dependen únicamente de los materiales de construcción.

- Desventaja
 - Eficiencias de recolección de partículas suspendidas totales relativamente bajas, particularmente para partículas menores de 10 μm .
 - No pueden manejar materiales pegajosos o aglomerantes.

En Colombia, Medellín, C. A. Echeverri (2006), realizó una investigación “Diseño de Filtro de Talegas” llegando a la siguiente conclusión:

- Ventaja
 - Alta eficiencia de remoción de partículas en un intervalo amplio de tamaños de partículas.
 - Capacidad para manejar una diversidad de materiales sólidos.
 - Recuperación de partículas en estado seco, las cuales pueden ser reutilizadas.

- Desventaja
 - Costos de mantenimiento elevados.

- Limitaciones en el uso por altas temperaturas.

2.2. BASES TEORICAS

En el presente capítulo se plasmará las bases teóricas, acerca de las emisiones del material particulado de proceso que se genera debido a la producción de harina de pescado hacia el ambiente y los sistema de control para la captación del material particulado como: el sistema de filtro de mangas y ciclón, así como las normas peruana que rige en el control de las emisiones.

2.2.1. Producción de Harina en la Actividad Pesquera

La elaboración de harina de pescado se basa principalmente en separar sus tres fases constituyentes: sólidos, grasas y agua.

La descripción del proceso productivo se describe empezando por la etapa de recepción y descarga de materia prima hasta su despacho para el embarque, tal como se indica a continuación:

1. Abastecimiento de materia prima

La materia prima (Anchoveta) es proveída por embarcaciones propias y de propiedad de terceros que cuentan con la respectiva autorización sectorial de pesca y navegación.

La materia prima es transportada desde las bodegas de las embarcaciones hacia la planta mediante sistemas bombas absorbentes ecológicos al vacío. El bombeo de pescado se realiza con la ayuda de dos absorbentes a planta y es transportada mediante tuberías HDPE hacia los desagües.

2. Etapa de recepción

La etapa de recepción comprende desde los dos transportadores de malla cuya función es trasladar la materia prima hacia las tolvas de pesaje; después de haber pesado el pescado y según el grado de frescura es almacenado en pozas de recepción de materia prima.

3. Etapas de cocción, prensado, secado, enfriado, molienda, ensaque y tratamiento de licores de proceso

a) Cocción

Esta operación tiene como objetivo realizar la coagulación de la proteína que consiste en romper la pared celular del tejido y facilitar la extracción del agua y grasa, adicionalmente se suprime la actividad bacteriana y enzimática por aplicación de temperatura de 90 °C a 100 °C por 10 a 20 minutos.

b) Drenado y Prensado

El pescado cocido pasa a los pre-strainers, donde se elimina la mayor cantidad de líquidos luego para a la siguiente etapa corresponde a un proceso denominado “prensado” el cual exprime y separa los tejidos de los líquidos (licor de prensa), quedando una masa llamada queque de prensa, la misma que se detalla a continuación:

La masa de cocción es descargada a la prensa a través de los pre-strainer para permitir que el licor de cocción percole a través de una malla y lleguen a las prensas de doble tornillo los sólidos susceptibles, donde se extrae el líquido, el cual se une a los líquidos de los pre-strainers para ser bombeados a las separadoras de sólidos y continuar con el procesamiento de caldos; la torta de prensa es derivada hacia la etapa de secado.

c) Separación de aceite

El licor de la separadora (caldo de separadora) ingresa a la centrífuga vertical cuya función es separar por efectos de la centrifugación el aceite del licor de separadora; obteniendo un líquido con bajo porcentaje (%) de grasa y sólidos, se designa “agua de cola” que se envía a la planta evaporadora.

d) Recuperación de sólidos

El agua de cola que se produce en las centrífugas ingresa a las plantas evaporadoras de película descendente, donde se aprovecha la energía de los vahos de los secadores Rotadisk y Rotatubos para evaporar el agua de cola.

e) Homogenización (secado 1era Etapa secadores Rotadisk)

En esta etapa se mezclan el queque de prensa, queque de separadora, torta de decanter Hiller y concentrado de agua de cola al cual se le denomina torta mixta o integral, que será sometido a proceso de secado en dos etapas con la finalidad de evaporar gran parte del contenido de agua utilizando como fluido térmico vapor proveniente de los calderos.

La torta integral ingresa a los secadores indirectos rotadisk con una humedad de 56% a 60%, y sale la carga con un 44% a 49% como máximo de humedad, siendo el tiempo de residencia en estos equipos de 10 minutos.

En esta etapa se generan los denominados “vahos” producto del secado de la torta integral; estos vahos son reaprovechados como fuente de energía en las plantas evaporadoras de agua de cola (PAC).

f) Secado a vapor (secado 2da. Etapa secadores Rotatubos)

Esta segunda etapa de secado se hace a través de secadores indirectos tipo rotatubo, el cual consiste en reducir el contenido de humedad del scrap a niveles adecuados para evitar el crecimiento de microorganismos y además detener las

reacciones químicas que puedan degradar el producto. El tiempo de residencia en los rotatubos es de 35 minutos, manteniendo una temperatura mayor a 85°C.

Finalizada esta etapa el scrap sale con una humedad de 22 a 25 %; el objetivo de trabajar con doble secado es conseguir que a menor temperatura se conserve la calidad proteínica de la harina.

g) Secado 3ra etapa aire caliente

El scrap que sale de los secadores rotatubos es ingresado al secador HLT, con la finalidad de secarlo hasta salir con un % Humedad entre 8% – 9%. El aire caliente generado en este secador es recirculado. El tiempo de residencia del Scrap en el secador de aire caliente es de 10 minutos.

En la siguiente tabla N°1 se detalla la etapa de enfriamiento utilizando un (01) sistema filtro manga y (01) un ciclón para la captación del material particulado.

Tabla N° 1: Sistema de proceso utilizando un (01) Ciclón (secador de Aire Caliente N°2) y un (01) Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) en la Etapa de Enfriado para la captación del material particulado

Sistema Filtro Manga	Ciclón
<p><u>Enfriado y tamizado</u> El enfriamiento se realiza a través de enfriadores, operación a contra flujo con aire forzado, con sistema de filtro de Manga. El ingreso del enfriamiento recibe el scrap con una temperatura de alrededor de 80°C y debe enfriarla hasta aproximadamente 32°C. En esta etapa se tiene implementado imanes para evitar contaminación con material físico (metálico). El producto ingresa a un purificador de harina en cuyo interior gira un rotor provisto de mallas de 9, 10 y 11 mm de Ø. La harina en su paso por estas mallas y por acción de la gravedad y la fuerza centrífuga se filtra por los agujeros</p>	<p><u>Purificado</u> El producto seco pasa por un tamiz rotativo cilíndrico, con perforaciones de tamaño de un diámetro de 10 mm, 8 mm y 6 mm distribuidas equidistantemente, este diseño es apropiado para retener los materiales extraños y dejar pasar la harina de pescado libré de éstos. El producto obtenido es derivado a la siguiente etapa de molienda seca y las materias extrañas son colectadas para ser desechadas como residuos.</p> <p><u>Molienda</u> El producto libre de materia extraña, presenta partículas grandes, espinas y</p>

<p>quedando atrapados en ellos todas las materias extrañas tales como: plásticos, metales, redes, cabos entre otros.</p> <p>De esta forma el producto es tamizado quedando libre de contaminantes físicos: metales, plásticos, trapos y cabos.</p> <p><u>Molienda</u></p> <p>El scrap que sale del purificador es enviado hacia los Molinos, con la finalidad de reducir y homogenizar el tamaño de las partículas del scrap y que estas cumplan las especificaciones requeridas.</p>	<p>escamas, que requieren ser texturizadas hasta darle una consistencia y granulosidad de harina; con tal fin es alimentado y pasado a través de molinos de martillos que giran para uniformizar la granulometría de la harina.</p> <p><u>Enfriamiento</u></p> <p>Luego de su molienda la harina es enfriada nuevamente con el fin de reducir bruscamente la temperatura y estabilizar una serie de reacciones químicas que normalmente tienen lugar, para tal propósito se utilizan ventiladores rotativos que succionan aire frío del ambiente trasladándola por los ductos neumáticos hasta alcanzar temperaturas menores de 36°C.</p>
--	--

h) Envasado

Antes del envasado la harina de pescado se trata con antioxidante, con la finalidad de evitar la autoxidación. El harina de pescado, es transportado por medio de un transportador helicoidal hacia la balanza ensacadora que posee una tolva para pesaje y Shute de descarga en los sacos. Los sacos obtenidos son de 50+/-0.50 kg.

i) Almacenamiento de Harina

La harina envasada en sacos de 50 +/- 0.5 Kg. es transportada hasta los almacenes de productos terminados (área Externa de planta), donde se agrupan en rumas de 1000 sacos cada una (50 TM), permaneciendo hasta la fecha de embarque. Las rumas se estiban sobre mantas de polipropileno y traslapadas con una segunda manta de protección contra cualquier contaminación externa.

j) Despacho de Harina

Los vehículos ingresan al interior del almacén de productos terminados. El despacho consiste en la salida y envío de la harina desde los almacenes hacia los puertos de embarque

Figura N°3: utilizando un (01) Ciclón (Secador de Aire caliente N°2) para la captación del material particulado en la etapa de Enfriamiento

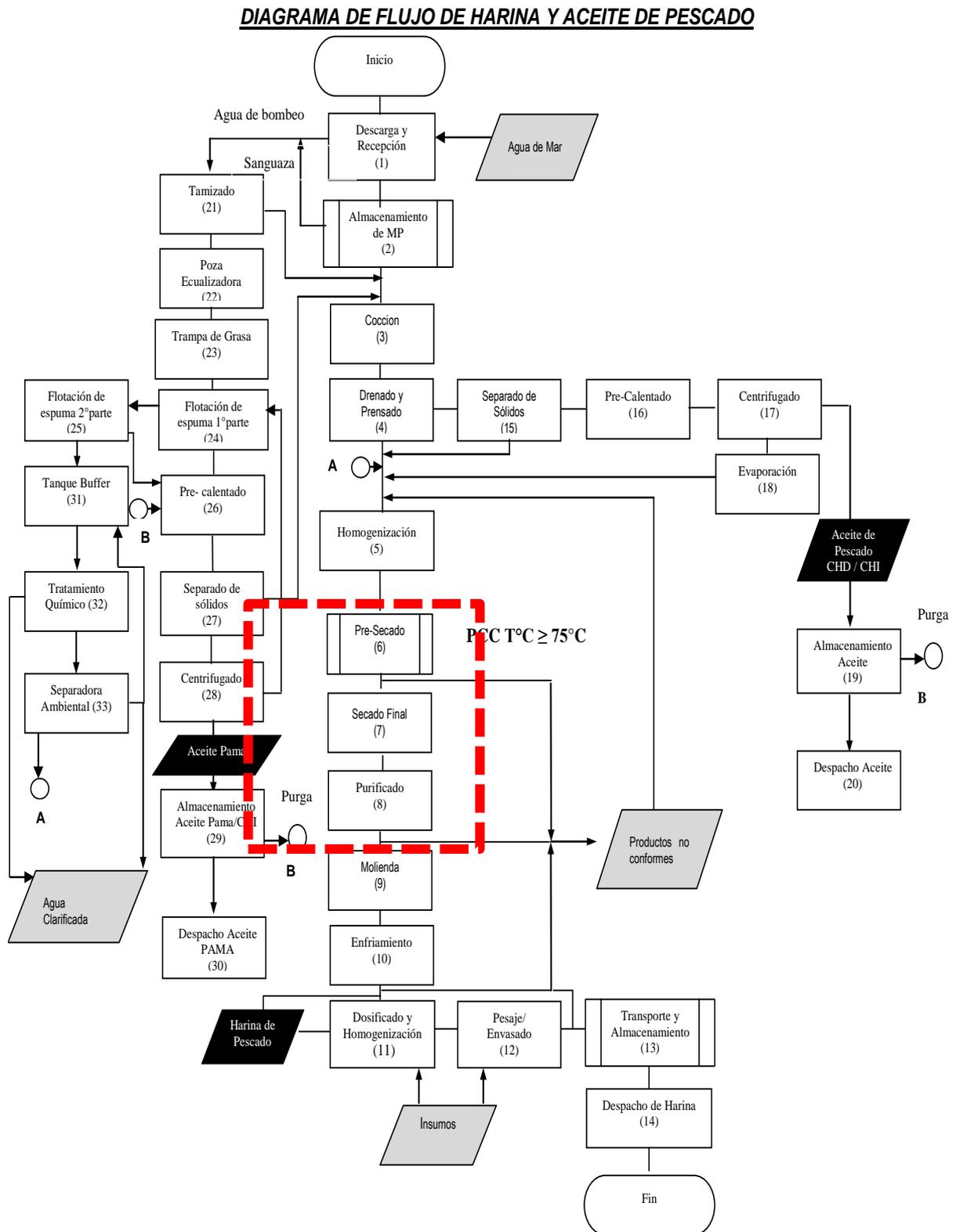
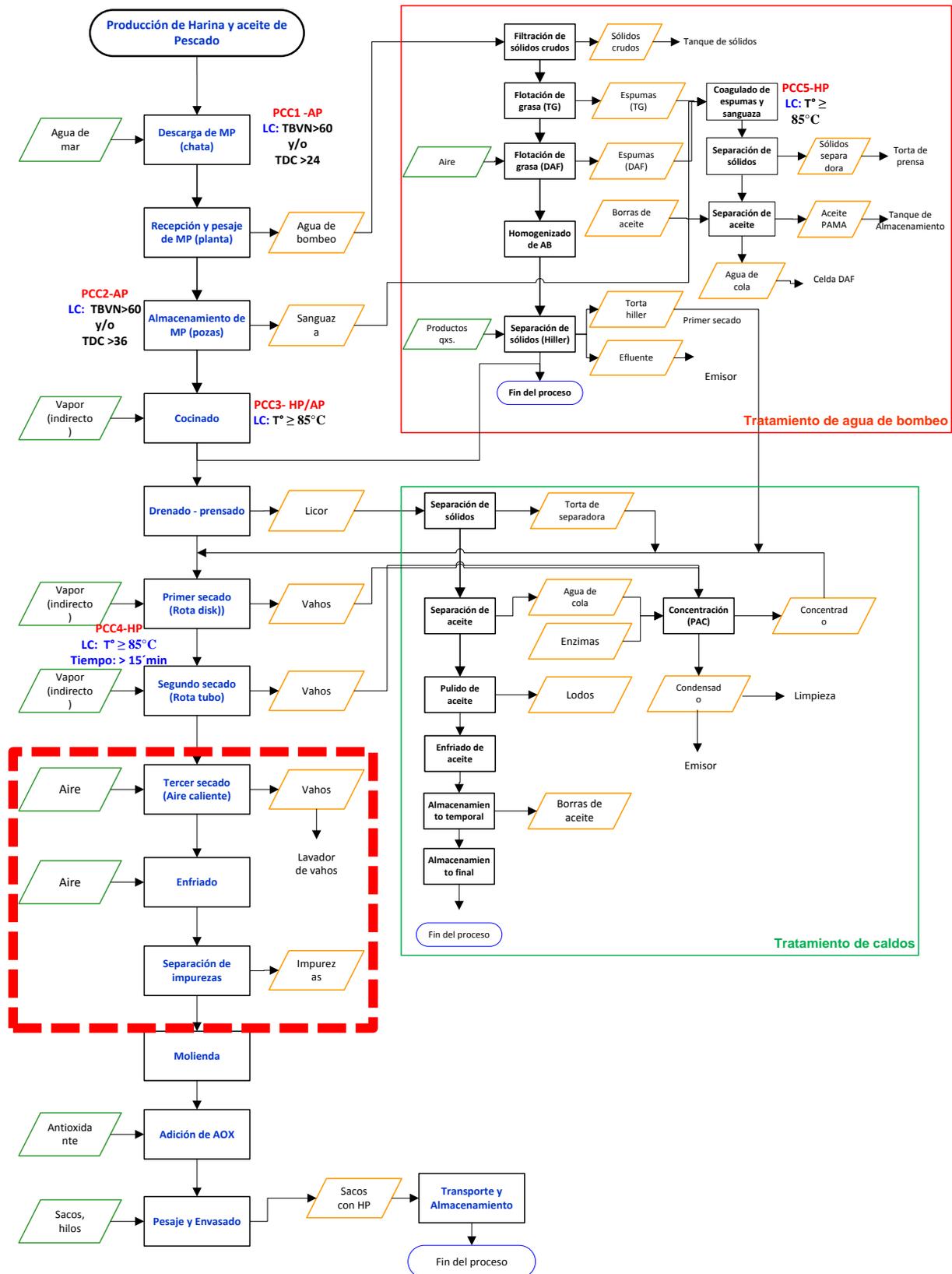


Figura N°4: Utilizando un (01) Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) en la etapa de Enfriamiento para la captación del material particulado

DIAGRAMA DE FLUJO – PRODUCCION DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO



2.2.2. Límites Máximo Permisible de Emisión del Material Particulado

El Límite Máximo Permisible (LMP) es la medida de la concentración o del grado de elemento, sustancia o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos **(artículo 32.1 de la LGA).**

El Ministerio del Ambiente en coordinación con el Ministerio de Producción, Sub Sector pesquería, elaboraron la propuesta de LMP para emisiones de la fuente puntual del proceso de secado de la “Industria de Harina y Aceite de pescado” y “Harina de Residuos Hidrobiológicos”, aprobando dicho Decreto Supremo N°011-2009-MINAM **(Revista El peruano, 2009)**

En la actualidad las empresas pesqueras que producen harina de pescado, vienen realizando sus monitores de gases y partículas mediante las siguientes normas:

- Límites Máximos permisibles para las emisiones de la Industria de Harina y Aceite de Pescado y Harina de Residuos Hidrobiológicos según el D.S 011-2009-MINAM, según se observa en la tabla N°2.

Tabla N° 2: D.S N°011-2009-MINAM

CONTAMINANTE	CONCENTRACIÓN (mg/m ³)
	Plantas existentes, las instalaciones nuevas, las que se reubiquen y del traslado físico
Sulfuro de hidrógeno, sulfuro	5
Material Particulado (MP)	150

Fuente: Ministerio del Ambiente

- Protocolo para el Monitoreo de Emisiones Atmosféricas y de Calidad de Aire de la Industria de Harina y Aceite de Pescado y de Harina de Residuos Hidrobiológicos, según se observa en la tabla N°3.

Tabla N° 3: Protocolo de Monitoreo en las Fuentes de Proceso

Parámetro	Ciclones de Secadores de fuego directo y aire caliente	Plantas evaporadoras de agua de cola	Ciclones de molino y sala de ensaque	Torre lavadoras de gases
Sulfuro de Hidrogeno	x	x		x
Material Particulado	x	x	x	x

Fuente: Ministerio de Producción

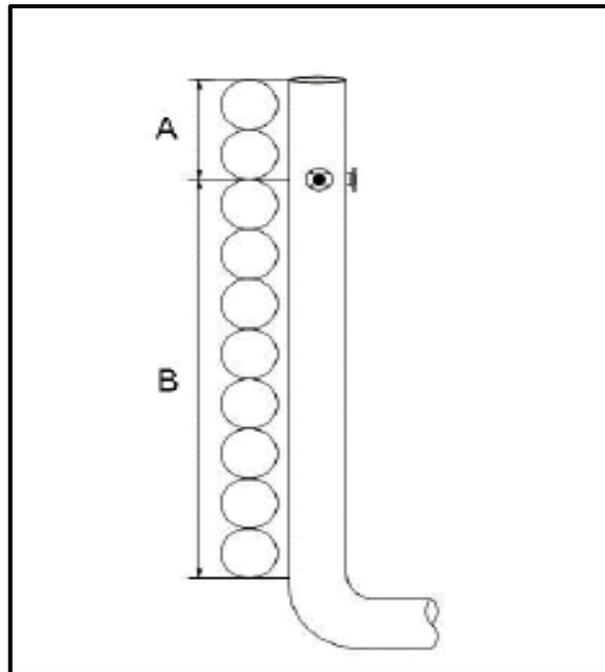
2.2.3. Métodos, Descripción y Ecuaciones

- **Método 1 – Determinación de Puntos de Muestreo**

Los sitios de muestreo se miden en términos del número de diámetros de chimenea o conducto lejos del flujo turbulento. Las perturbaciones pueden ser producidas por codos, transiciones, expansiones, contracciones, la salida hacia la atmosfera, las llamas o la presencia de instalaciones internas.

Se considera que la franja del conducto que cumple la condición de encontrarse 8 diámetros después de una perturbación y 2 diámetros antes de la siguiente es la adecuada para realizar el muestreo, ya que en esta franja se encuentra un flujo laminar.

Figura N° 5: Punto de muestreo en una fuente fija



Para chimeneas con diámetros mayores a 0,60m (24 pulgadas), el número mínimo de puntos de muestreo requeridos es doce (12). Con A mayor o igual a dos (2) veces el diámetro y B mayor o igual a ocho (8) veces el diámetro.

Para chimeneas con diámetros entre 0,30m y 0,60m (12 y 24 pulgadas), el número mínimo de puntos requerido es ocho (8). Con A mayor o igual a dos (2) veces el diámetro y B mayor o igual a ocho (8) veces el diámetro.

- **Método 2 – Determinación de Velocidad del Gas y Flujo Volumétrico**

Previo al método 5, sirve para elegir el correcto diámetro de pico. Durante el método 5, sirve para asegurarse de que la muestra está siendo extraída bajo condiciones isocinéticas.

$$V_c = K \cdot C_p \cdot (\sqrt{\Delta P}) \cdot \sqrt{\frac{T_s}{P_s M_s}}$$

VC= Velocidad promedio de los gases de ascensión (m/seg)

K= 34,97 (para el sistema métrico)

CP= 0,84 (Coeficiente del tubo Pitot)

ΔP = Presión diferencial, indicada en el manómetro (mm H₂O)

TS= Temperatura de los gases de ascensión. ($K=C_o+273,15$)

PS= Presión de los gases de chimenea ($\text{mm Hg}=P_{\text{bar}}+P_g/13,6$)

Pbar= Presión barométrica en el sitio de medición (mm Hg)

PS= Presión estática de la chimenea (mm H₂O)

MS= Peso molecular del gas húmedo (g/g-mol)

MD= Peso molecular del gas seco (g/g-mol)

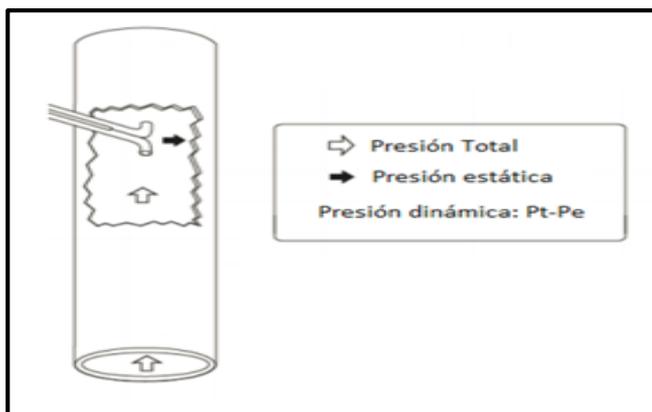
Para obtener todos los valores, el peso molecular y el contenido de humedad deben ser calculados con anterioridad.

Las mediciones de velocidad pueden ser realizadas utilizando el tubo Pitot tipo S conectado al manómetro.

Un tubo pitot tiene dos tubos dispuestos para detectar ambas presiones simultáneamente. Mediante la conexión de estos dos tubos a un manómetro de presión diferencial, la presión dinámica es indicada directamente y la velocidad del aire correspondiente puede ser calculada después de aplicar el factor de corrección apropiado.

Considerando que el tubo Pitot es simétrico, no tiene sentido distinguir entre las dos patas. Sin embargo, es importante conectar el equipo de la siguiente forma:

Figura N° 6: Tubo Pitot Tipo S



- **Método 3 - Determinación del Peso Molecular Seco**

Es utilizado para medir las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂), oxígeno (O₂), y monóxido de carbono (CO); con estos datos, se determina el peso molecular seco, dicho valor es incorporado a la ecuación para el cálculo de la velocidad del gas.

- **Método 4 – Determinación del Contenido de Humedad**

Puede ser calculada de diversas formas:

Mediante el método de referencia, utilizando un bulbo seco/húmedo, (en corrientes de gas inferiores a 100 °C), mediante cálculos estequiométricos (para fuentes de gases de combustión), mediante técnicas de condensación, tubos de secado, o experiencia previa en testeo de chimeneas.

El método de referencia es el siguiente:

- a) 8 puntos de muestreo para chimeneas circulares de un diámetro inferior a 0,6m.
- b) 9 puntos de muestreo para chimeneas rectangulares de un diámetro equivalente inferior a 0,6m.
- c) 12 puntos de muestreo para cualquier otra situación.

Preparación del Tren de Muestreo

- Burbujeadores 1 y 2: 100 ml de agua en cada uno. (Pesar cada burbujeador).

- Burbujeador 3: vacío.
- Burbujeador 4: entre 200g y 300g de Silica Gel. (Pesar el burbujeador).

Colocar hielo en la caja fría y comenzar el muestreo, regulando el caudal de modo que sea isocinetico, midiendo en cada punto seleccionado durante el mismo periodo de tiempo.

Una vez finalizado el muestreo, apagar el equipo, retirar los burbujeadores y volver a pesarlos.

- **Método 5. Determinación de Material Particulado**

PROCEDIMIENTO

1. Calcular el diámetro ideal del pico.
2. Seleccionar el pico disponible que mejor se adapte al diámetro ideal
3. Determinar la relación entre y para las condiciones de muestreo.
4. Continuamente ajustar en concordancia con los valores usando la relación establecida.

La siguiente información preliminar es requerida para seleccionar el correcto diámetro del pico para el método isocinetico:

- Velocidad promedio de ascensión de gases en la chimenea. Es medido antes del muestreo.
- Presión de los gases de chimenea. Es medido antes del muestreo, o si la presión estática de la chimenea es muy baja se usa la presión barométrica
- Peso molecular de los gases de chimenea. Determinado en una prueba preliminar, o estimativo. (Ver E.P.A. Método 3)
- Contenido de humedad de los gases de chimenea. Determinado en una prueba preliminar o calculado mediante el E.P.A. Método 4.

- Temperatura ambiente
- Presión barométrica

FORMULA PARA EL CÁLCULO DEL DIAMETRO DEL BOQUILLA:

$$D_p = \sqrt{\frac{K_1 Q_m P_m}{T_m C_p (1 - B_{ws})}} \sqrt{\frac{T_s M_s}{P_s \Delta p_{avg}}}$$

$$K_1 = 0,6071m$$

➤ Caudal de muestreo: $Q_m = 21,24lpm$

➤ Presión barométrica [mm Hg]: P_{Bar}

➤ Presión medidor de gas [mm Hg]: $P_m = P_{Bar} + \frac{\Delta H_{@}}{13.6}$

Temperatura medidor de gas [K]: T_m temperatura ambiente + 287,15 K

La temperatura del medidor se eleva aproximadamente 14 °C (287,15 K) sobre la temperatura ambiente, debido al calentamiento proveniente de la bomba de vacío.

➤ Coeficiente del tubo Pitot: $C_p = 0.84$

➤ Humedad de los gases de chimenea [%H₂O/100]: B_{ws} = Proporción de vapor de agua, por volumen, en la corriente de gas.

➤ Temperatura de los gases de chimenea [K]: T_s

➤ Peso molecular del gas seco [g/g-mol]: M_D

➤ Peso molecular del gas húmedo [g/g-mol]: M_S

$$M_s = M_d(1 - B_{ws}) + 18(B_{ws})$$

➤ Presión estática de la chimenea [mm H₂O]: P_G

➤ Presión de gas de chimenea [mm Hg]: P_S

$$P_S = P_{bar} + \frac{1g}{13.6}$$

2.2.4. Material Particulado (MP)

El material particulado en suspensión (MP) comprende diversas sustancias, líquidas y/ o sólidas, que contribuye a la contaminación del aire. El material particulado es clasificado según su tamaño, siendo especialmente importante las partículas menores a 10 um, que resultan dañinas para la salud humana debido a que ingresan por las vías respiratorias hasta los pulmones se depositan en las paredes alveolares; se diferencia entre las partículas finas y gruesas, con tamaños menores y mayores a 2.5 um respectivamente. Entre las partículas finas se encuentran sulfatos, nitratos, carbonatos orgánicos, amonio plomo, mientras que las partículas gruesas están conformadas por óxidos de silicio, hollín, hierro, aluminio, entre otros.

La agencia para la protección ambiental (Environment Protection Agency – EPA) de los Estados Unidos, define:

- MP₁₀: Material Particulado cuyo diámetro aerodinámico nominal es de 10 um o menos.
- MP_{2.5}: Material Particulado que su diámetro aerodinámico es igual o menor a 2.5 um.

2.2.5. Sistema de Control para la Captación del Material Particulado

2.2.5.1. CICLÓN

- **Descripción**

Los ciclones son equipos que permite separar el material particulado de la corriente gaseosa, por medio de la fuerza de gravedad el efecto de la rotación producida en estos. **(G. I. MARTTINEZ, 2014)**

El aire entra al ciclón de manera tangencial y desciende de manera espiral hasta el ápice de la sección cónica obligando a las partículas de polvo a girar en forma circular, aquí el material particulado viaja por la pared del ciclón y el aire continúa girando, separando el material particulado que se encuentra contenido en el interior del aire o gas y deslizándose hacia abajo para finalmente caer. El funcionamiento de este tipo de aparatos podemos verlo en la figura N°7.

- **Beneficios y Desventaja**

Beneficios:

- Inversión de instalación baja.
- El mantenimiento no es exhaustivo
- La temperatura del proceso es irrelevante para su sistema de trabajo.

Desventaja:

- Puede llegar hasta un 99% de eficiencia de captación pero para partículas de 5um su eficiencia es baja.
- Propenso a erosión o ensuciamiento, los sólidos procesados son abrasivos.

Figura N°7: Ciclón

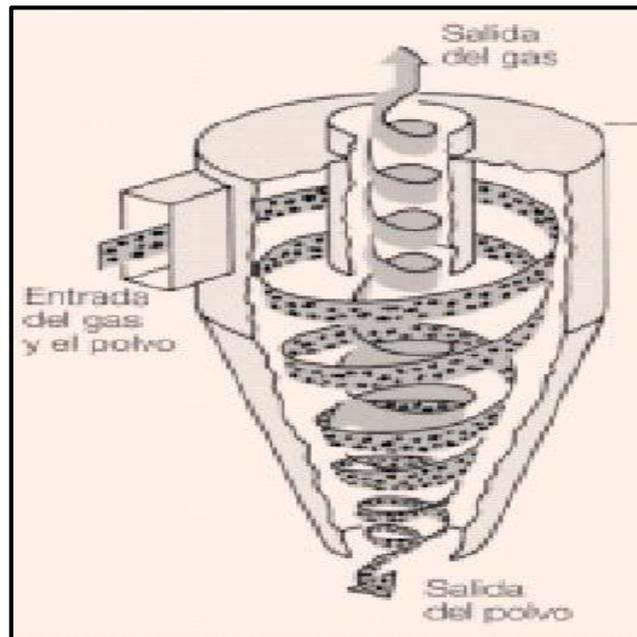
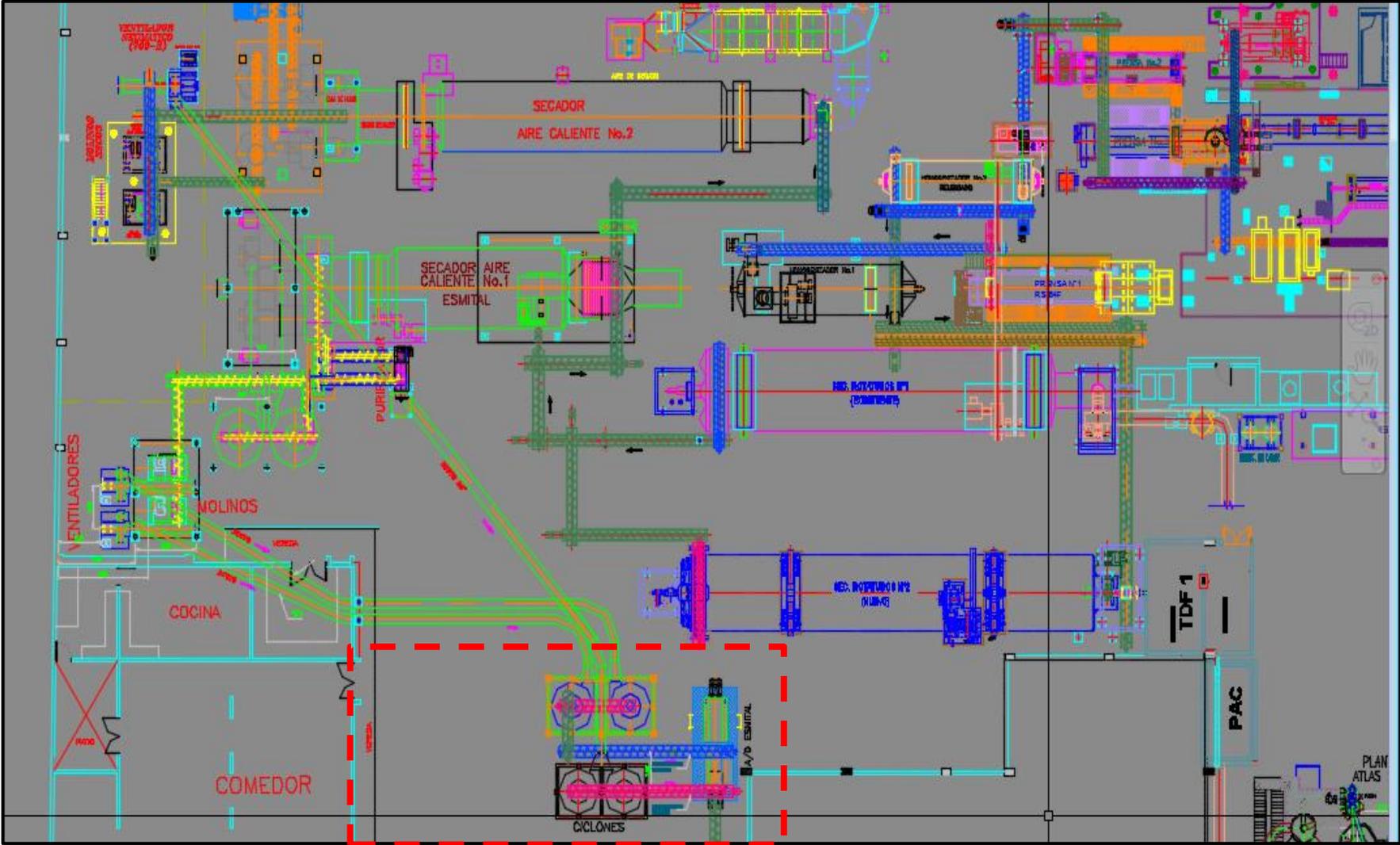


Figura N°8: Vista Panorámica de un Ciclón (Secador de Aire Caliente N°2) en el Establecimiento Industrial Pesquero



2.2.5.2. FILTRO DE MANGAS

- **Descripción**

Los filtros mangas contienen una serie de hileras de tela en la forma de tubos redondos, normalmente de fibra sintética o natural, colocadas en unos soportes para darles consistencia y cerrados en un compartimiento. La separación del sólido actúa haciendo pasar el aire con partículas en suspensión mediante un ventilador. De esa manera, las partículas quedan retenidas entre los intersticios de la tela formando una torta filtrante. La torta se va engrosando y con esto se aumenta la eficiencia de remoción de partículas y la caída del sistema, por lo cual se procede a efectuar una limpieza periódica y evitar así una disminución en el caudal.

- **Beneficios y Desventaja**

Beneficios:

- Alta eficiencia de remoción de partículas en un intervalo amplio de tamaños de partículas.
- Recuperación de partículas en estado seco, las cuales pueden ser reutilizadas.

Desventajas:

- Costo de mantenimiento elevado.
- Limitaciones en el uso por altas temperaturas

Figura N°9: Sistema filtro Mangas

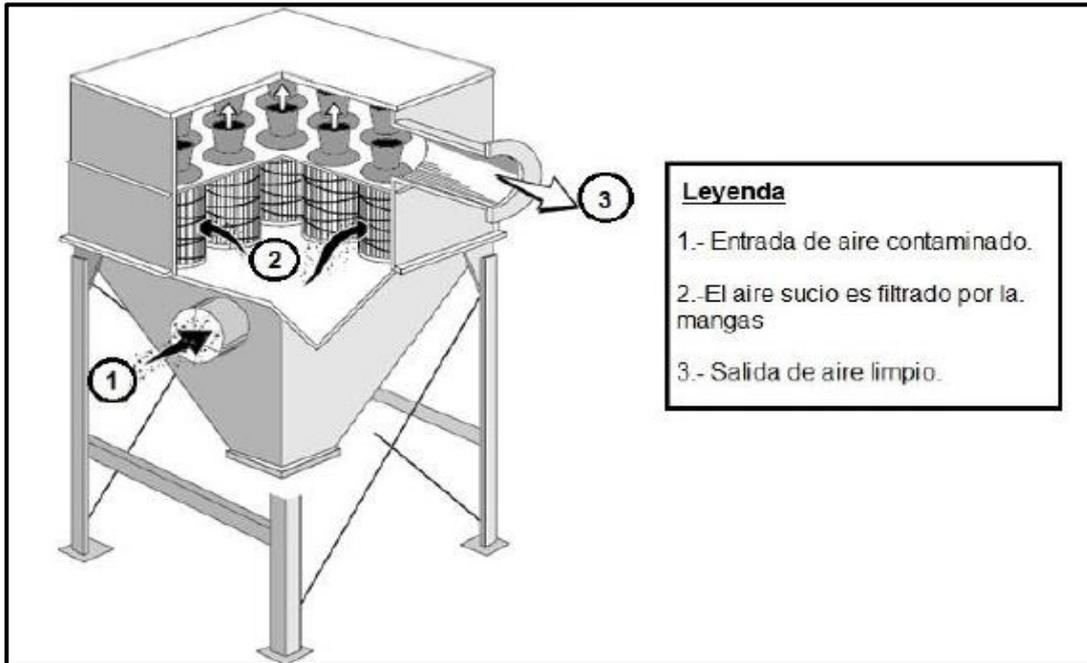
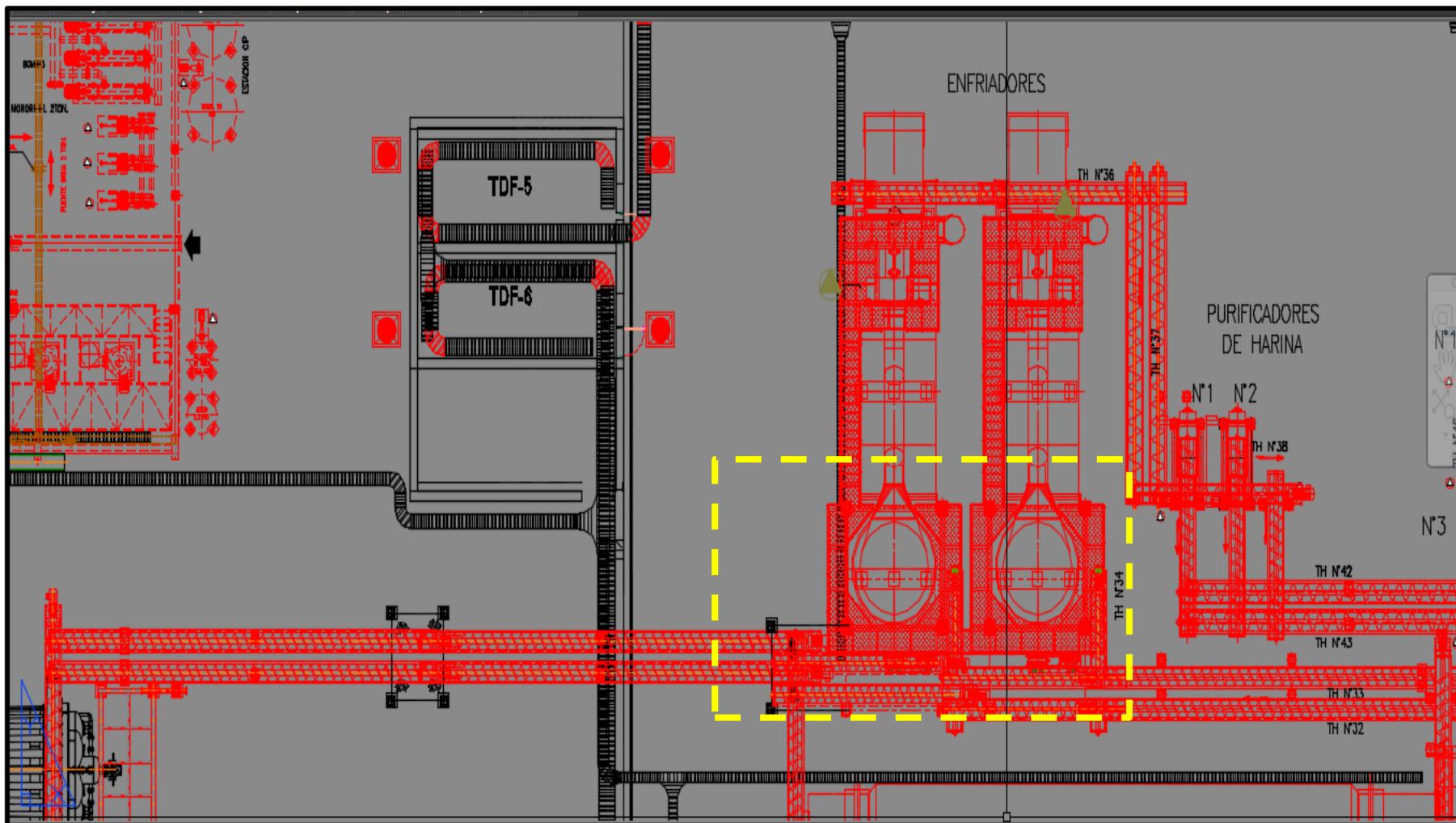


Figura N°10: Vista Panorámica de un Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) en el Establecimiento Industrial Pesquero



2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Los conceptos que se han empleado han sido recogidos por los siguientes protocolos:

- **PROTOCOLO DE MONITOREO DE EMISIONES ATMOSFERICA Y DE CALIDAD DE AIRE: R.M. 194-2010-PRODUCE**
- **PROTOCOLO NACIONAL DE SISTEMAS DE MONITOREO CONTINUO DE EMISIONES –CEMS: R.M N° 355-2014-MINAM.**

Fuente Puntual: Es la fuente de emisión de contaminantes cuya ubicación puede ser definida de manera precisa mediante las coordenadas UTM de un único punto en el espacio. La fuente puntual puede ser estacionaria, si sus coordenadas no cambian en el tiempo, o móvil en caso contrario. Las fuentes puntuales pueden ser monitoreadas en términos de flujo y concentración o valor del parámetro.

Límite Máximo Permisible (LMP): Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el sistema de Gestión Ambiental.

Cuerpo Receptor: Es la atmósfera, el agua y el suelo, cuyas calidades se comparan con los estándares de Calidad Ambiental respectivos.

Calibración: Conjunto de operaciones que establece en condiciones especificadas la relación entre los valores por un sistema completo de medida y, el valor obtenido por un método de referencia patrón, para demostrar que los

equipos y el sistema en conjunto, cumplen con los requerimientos de precisión necesarios.

Concentración del contaminante: Es relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia sólida (partículas), líquida o gaseosa y la unidad de volumen del aire en la cual está contenida.

Condiciones normales: son las condiciones de los datos referidos a los valores de temperatura a 25°C (298.15 k) y presión 1 atm (101.3kPa).

Contaminante del aire: Sustancia o elemento que en determinados niveles de concentración puede representar un riesgo para salud y bienestar de las personas, animales y medio ambiente.

Fuente de Emisión: Elemento o dispositivo a través del cual tiene lugar una descarga a la atmosfera de sustancia o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, en forma continua o discontinua.

Estándar de Calidad Ambiental (ECA): Medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire como cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

CAPITULO III

DESARROLLO DEL OBJETIVO DE TRABAJO DE SUFICIENCIA

3.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Está conformado por 4 importantes componentes, interconectados entre sí.

A. Consola de control

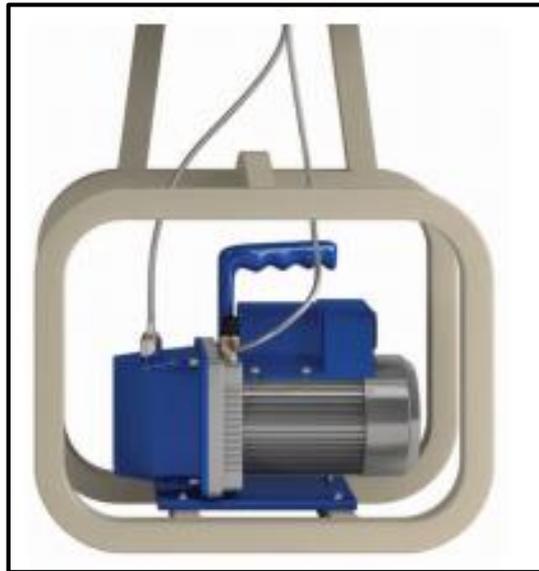


- A) Medidor de presión diferencial - tubo pitot
- B) Medidor de presión diferencial - placa orificio
- C) Controlador de temperatura - gases de ascensión a la chimenea
- D) Controlador de temperatura - portafiltro
- E) Ajuste fi no
- F) Ajuste grueso
- G) Accionamiento bomba de vacío
- H) Accionamiento de válvulas solenoides
- I) Accionamiento controlador de temperatura
- J) Accionamiento controlador de temperatura
- K) Conexiones termocuplas
- L) Conexión rápida bomba de vacío
- M) Conexión rápida a tubo pitot
- N) Alimentación eléctrica de resistencia toma-muestra
- Ñ) Medidor volumétrico
- O) Fusible 2A - Controlador de temperatura
- P) Fusible 2A - Controlador de temperatura
- Q) Vacuómetro - Presión de la bomba de vacío

B. La Bomba de vacío

Ubicada bajo la consola, se conecta a la misma mediante mangueras flexibles con rosca ½" BSP. La bomba trabaja con aceite, no debe perder la verticalidad ya que el aceite contaminaría el circuito.

Figura N° 11: Bomba de vacío



C. Toma-Muestra

Tubo pitot tipo S con conectores rápidos, tubo de vidrio borosilicatado calefaccionado mediante resistencia eléctrica, y termocupla blindada, montados en soporte de protección construido en acero inoxidable. Su función es tomar la muestra y transportarlos hasta el portafiltro donde se encuentra el filtro de muestreo. En la punta se deben roscar los picos intercambiables, que permiten ajustar la velocidad del fluido en su recorrido. La resistencia calefacciona la muestra de gases para así evitar su condensación. La termocupla permite medir la temperatura de los humos, mientras que el tubo Pitot sirve para calcular la velocidad de ascensión de los gases.

Figura N° 12.1: Tubo Pitot tipo S



Figura N° 12.2: Boquilla para el tubo Pitot Tipo S



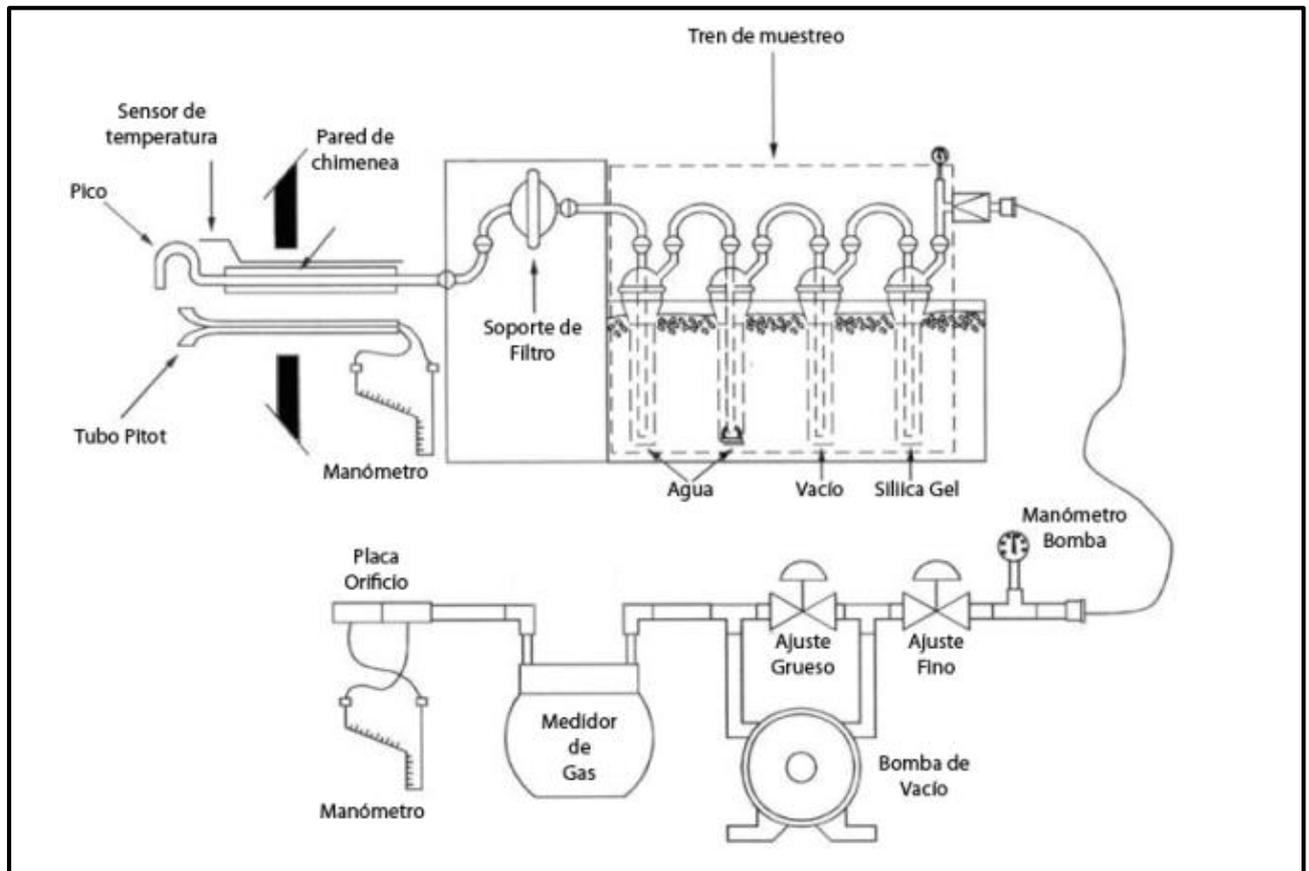
D. Gabinete de Muestreo

Caja caliente: Contiene la porta-filtro y su termocupla (para controlar la temperatura del filtro), presenta un soporte para apoyar y fijar la toma-muestra

Caja fría: La parte más frágil de todo el equipo (en algunos modelos se puede separar de la caja caliente, otorgando mayor flexibilidad al método, y facilitando el transporte

del equipo). Contiene a los burbujeadores de 500ml de vidrio borosilicatado, conectados mediante codos con uniones esféricas, también de vidrio.

Figura N°13: Componente del Sistema Tren de Muestreo



3.2. DESCRIPCION DE PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

3.2.1. Consideraciones Previas

- Verificar en la orden de inspección las fuentes a medir y los equipos necesarios para realizar el muestreo.
- Verificar el funcionamiento de los equipos, la limpieza del set de vidriería y la sonda.
- Preparar los equipos e insumos para su envío y/o traslado.

- Una vez en la planta coordinar con el supervisor el cronograma de trabajo así como el desarrollo del mismo. Realizar una visita previa de las fuentes a medir.

3.2.2. Preparación Del Tren De Muestra

- Utilizando pinzas o guantes quirúrgicos colocar el filtro en un porta filtro limpio asegurándose que este bien centrado y libre de fugas. Sellarlo con parafilm y luego codificarlo.
- Colocar el portafiltro en su cooler de almacenamiento, hasta su instalación en la unidad modular – caja caliente.

3.2.3. Determinación de los Puntos Transversales

- Para chimeneas circulares medir y/o calcular el diámetro de la chimenea, el espesor de las paredes de la chimenea, el largo del puerto de muestreo (copla), la distancia A, la distancia B.

3.2.4. Instalación y verificación de Equipos

- Definir la ubicación del operador de sonda.
- Subir a la plataforma el monorriel, el soporte, la cadena y la caja de herramientas.
- Ajustar el soporte al puerto de muestreo, colocar la cadena al extremo del monorriel, hacer pasar la cadena por el gancho, alinear el monorriel en el soporte ajustar los pernos y anclar la cadena verificando la rigidez del mismo y su nivelación.

- Subir los demás equipos instalándolo y/o asegurándolos preferiblemente siguiendo la siguiente secuencia: caja caliente, cordón umbilical, sonda, caja fría con impingers, cooler pequeño con el porta filtro, analizador de gases, cooler pequeño con hielo.
- Jalar una línea de energía eléctrica hacia el meter y realizar las conexiones correspondientes a la bomba de succión, meter, cordón umbilical, etc.
- Verificar que las lecturas de todas las temperaturas en el indicador sean las adecuadas.
- Verificar que la temperatura en la sonda y caja caliente lleguen a los 120°C.
- Verificar que la temperatura en la caja fría sea menor a 20 °C

3.2.5. Cálculos Preliminares

- Introducir la sonda en la chimenea verificando la conexión del tubo Pitot al manómetro inclinado
- Realizar la toma de datos en campo.
- Con los datos obtenidos realizar los cálculos correspondientes para hallar el diámetro de la boquilla teórico cumpliendo con lo descrito en el método 5 EPA .
- Anotar el código del filtro y la hora de inicio.

3.2.6. Prueba de Fugas

- Después que el tren ha sido ensamblado encender el sistema de calefacción de la sonda y la caja caliente a la temperatura de operación deseada. Dejar un tiempo para que se estabilicen las temperaturas.
- Tapar el ingreso de la sonda (la boquilla) si se quiere verificar todo el sistema ù otras secciones según sea necesario (filtro, impingers, etc.).
- Cuando finalice la verificación de fugas retire lentamente el tapón de la entrada de la sonda, filtro, ciclón e inmediatamente apagar la bomba..

3.2.7. Operación del Tren de Muestreo

- Verificar que la temperatura en la caja fría sea menor a 20 °C.
- Verificar que las válvulas estén completamente cerradas.
- Encender la bomba de succión y anotar los valores correspondientes.
- Al finalizar completamente el muestreo apagar la bomba de succión.

3.2.8. Recuperado de la Muestra

Recuperado de Filtro:

- Al término del muestreo apagar el controlador de temperatura del filtro.
- Retirar y sellar el porta filtro de la unidad modular – caja caliente.
- De ser el caso colocarlo en el cooler de transporte hasta que se enfríe.
- Colocarse los guantes quirúrgicos.
- Con la ayuda de unas pinzas sacar el filtro del porta filtro y colocarlo dentro de la placa Petri. Si hubiese partículas en el porta filtro colocarlas utilizando un embudo en el envase de recuperado de sonda.

Recuperado de Sonda:

- Al término del muestreo apagar el controlador de temperatura de la sonda.
- Sellar la sonda y trasladarla a un lugar seguro.
- Colocarse guantes quirúrgicos.
- Limpiar con agua la parte externa de la sonda, estando aún debidamente sellada.
- Retirar la boquilla de la sonda, enjuagar la parte interna con una piceta con agua.
- Enjuagar con una piceta con agua la línea de la sonda inclinándola y girándola para que las partículas vayan desde la parte superior hasta la inferior y con la ayuda de un embudo se traspasará el contenido a el envase de recuperado de sonda. Luego introducir la escobilla para forzar a que las partículas fluyan hacia el envase de recuperado de sonda. Enjuagar luego con más agua hasta que no hayan partículas en su interior y verter el contenido en el envase de recuperado de sonda.

3.3. MÉTODOS REFERENCIALES PARA LA MEDICIÓN DE PARÁMETROS

3.3.1. METODO 5 USEPA: Determinación de Emisiones de Partículas de

Fuentes Fijas:

Procedimiento descrito en el “CODE OF FEDERAL REGULATIONS”, Parte 40, Título 60 de la USEPA, y basado en el principio de muestreo isocinético, que consiste en captar los gases de aspiración a igual velocidad de los mismos en el interior de la chimenea, de manera que la extracción de material particulado de la

fuente de emisión se deposite en un filtro de fibra de vidrio mantenido a una temperatura del rango de 120 +/- 14 °C (248 +/- 25 °F).

La masa particulada, que incluye todo material que se condense a temperatura de filtración, o superior, se determina gravimétricamente después de extraer el agua sin mezclar.

3.4. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

3.4.1. Demostración Paso a Paso de Cálculo de Muestreo

A. Fuentes de Proceso

CALCULOS PARA DETERMINAR CONCENTRACIONES DE PARTICULAS (METODO EPA 5) - 2017

A continuación, se presenta la secuencia de cálculos para determinar la concentración de partículas en el Ciclón.

Cuadro N°4: Resultado de Pesos de Laboratorio – CICLON (Secador de Aire Caliente N°2)

1.- PESO DE FILTROS (g)			
FILTRO			
FUENTE	PESO INICIAL DEL FILTRO (g)	PESO FINAL DEL FILTRO (g)	DIFERENCIA DE PESOS A (g)
CICLÓN (SECADOR DE AIRE CALIENTE N°2)	0.4489	0.4542	5.3×10^{-3}
RECUPERADO			
FUENTE	PESO (B) (g)		
CICLÓN (SECADOR DE AIRE CALIENTE N°2)	0.401×10^{-3}		
3. MASA DE PARTÍCULAS			
(A)+(B)	=	CONVERSIÓN A mg	MASA TOTAL DE PARTÍCULAS (mg)
$5.3 \times 10^{-3} + 0.401 \times 10^{-3}$	5.701×10^{-3}	1000	5.701

Cuadro N°5: Determinación del Volumen de DGM – CICLÓN (Secador de Aire Caliente N°2)

1.- VOLUMEN EN EL DGM. V_m (m³)

VOLUMEN MUESTREADO (m³)
1.024

2.- CALCULO DE VOLUMEN DE GAS SECO A CONDICIONES NOMALES –

$V_{m(normal)}$

$$V_{m(normal)} = V_m Y \frac{T_n(P_{bar} + \frac{H}{13.6})}{P_n * T_m}$$

DONDE:

V_m (normal): Volumen de Muestra de gas seco corregido a condiciones normales.

V_m : Volumen de la muestra de gas, medida por el medidor de gas seco (DGM).

Y: Factor de calibración de medidor de gas seco.

T_n : Temperatura a condiciones normales, 273.15° K.

P_{bar} : Presión barométrica en el sitio de muestreo, mmHg.

H: Promedio Diferencial de presión a través de la placa de orificio.

P_n : Presión a condiciones normales, 760 mmHg

T_m : Temperatura Absoluta media del DGM

Valores Conocidos:

V_m : 1.024 m³

T_n : 273.15° K

P_n : 760 mmHg

Valores de campos:

Y : 0.995

P_{bar} : 747.8 mmHg

H : 34 mmHg

T_m : 293.6 °K

Valor calculado:

V_m (normal): 0.9358 m³

CÁLCULO DE LA CONCENTRACIÓN DE PARTICULAS (mg/m³) A CONDICIONES NORMALES

$$\text{CONCENTRACIÓN DE PARTICULAS (mg/m}^3\text{)} = \text{MASA TOTAL DE PARTICULAS} / V_m \text{ (NORMAL)}$$

MASA TOTAL DE PARTICULAS	V_m (NORMAL)	CONCENTRACIÓN DE PARTICULAS (mg/m ³) – Cond. N
5.701 mg	0.9358 m ³	6.1

**Cuadro N°6: Resultado de Pesos de Laboratorio – SISTEMA FILTRO MANGA
(Enfriador N°1)**

1.- PESO DE FILTROS (g)			
FILTRO			
FUENTE	PESO INICIAL DEL FILTRO (g)	PESO FINAL DEL FILTRO (g)	DIFERENCIA DE PESOS A (g)
SISTEMA FILTRO MANGAS (ENFRIADOR N°1)	0.4613	0.4614	0.0001
RECUPERADO			
FUENTE	PESO (B) (g)		
SISTEMA FILTRO MANGAS (ENFRIADOR N°1)	0.0023		
2.- MASA DE PARTÍCULAS			
(A)+(B)	=	CONVERSIÓN A mg	MASA TOTAL DE PARTÍCULAS (mg)
0.0001 + 0.0023	0.0024	1000	2.4

**Cuadro N°7: Determinación del Volumen de DGM – SISTEMA FILTRO MANGAS
(Enfriador N°1)**

1.- VOLUMEN EN EL DGM. V_m (m³)

VOLUMEN MUESTREADO (m³)
1.030

2.- CALCULO DE VOLUMEN DE GAS SECO A CONDICIONES NOMALES –

$V_{m(normal)}$

$$V_{m(normal)} = V_m Y \frac{T_n(P_{bar} + \frac{H}{13.6})}{P_n * T_m}$$

DONDE:

V_m (normal): Volumen de Muestra de gas seco corregido a condiciones normales.

V_m : Volumen de la muestra de gas, medida por el medidor de gas seco (DGM).

Y: Factor de calibración de medidor de gas seco.

T_n : Temperatura a condiciones normales, 273.15° K.

P_{bar} : Presión barométrica en el sitio de muestreo, mmHg.

H: Promedio Diferencial de presión a través de la placa de orificio.

P_n : Presión a condiciones normales, 760 mmHg

T_m : Temperatura Absoluta media del DGM

Valores Conocidos:

V_m: 1.030 m³

T_n: 273.15° K

P_n: 760 mmHg

Valores de campos:

Y: 1.001

P_{bar}: 757.6 mmHg

H: 11.2 mmHg

T_m: 294.8° K

Valor calculado:

V_m (normal): 0.953 m³

**CALCULO DE LA CONCENTRACIÓN DE PARTICULAS (mg/m³) A
CONDICIONES NORMALES**

$$\text{CONCENTRACIÓN DE PARTICULAS (mg/m}^3\text{)} = \text{MASA TOTAL DE PARTICULAS} / \text{V}_m \text{ (NORMAL)}$$

MASA TOTAL DE PARTICULAS	V_m (NORMAL)	CONCENTRACIÓN DE PARTICULAS (mg/m³) – Cond. N
2.4 mg	0.953 m ³	2.6

3.4.2. Resultado de los tres últimos años

- 2015

Fuente: Ciclón (Secador de Aire Caliente N°2)

Combustible: Energía

Eléctrica

Tabla N°8.1: Valores Reportado en el Ciclón (Secador de Aire Caliente N°2)

- 2015

Parámetro	Hora de muestreo		Resultado
	11:00	12:00	
Concentración de Partículas – EPA5 mg/m ³	25.8		25.8

Fuente: Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1)

Combustible: Energía

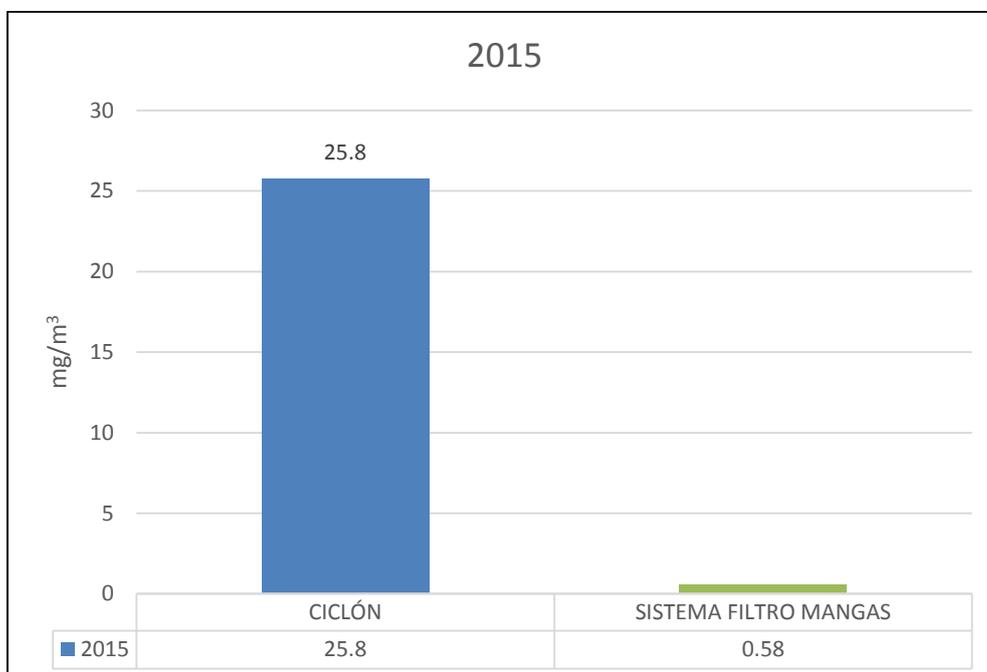
Eléctrica

Tabla N°8.2: Valores Reportado en el Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1)

- 2015

Parámetro	Hora de muestreo		Resultado
	21:30	22:30	
Concentración de Partículas – EPA5 mg/m ³	0.58		0.58

Figura N°14: Valores Reportado en el Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) y en el Ciclón (Secador de Aire Caliente N°2) - 2015



Para el 2015 los valores reportados de Material Particulado fueron: 25.8 mg/m³ en la fuente ciclón (Secador de Aire Caliente N°2) y de 0.58 mg/m³ en la fuente Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1).

- **2016**

Fuente: Ciclón (Secador de Aire Caliente N°2)

Combustible: Energía

Eléctrica

**Tabla N°8.3: Valores Reportado en el Ciclón (Secador de Aire Caliente N°2) -
2016**

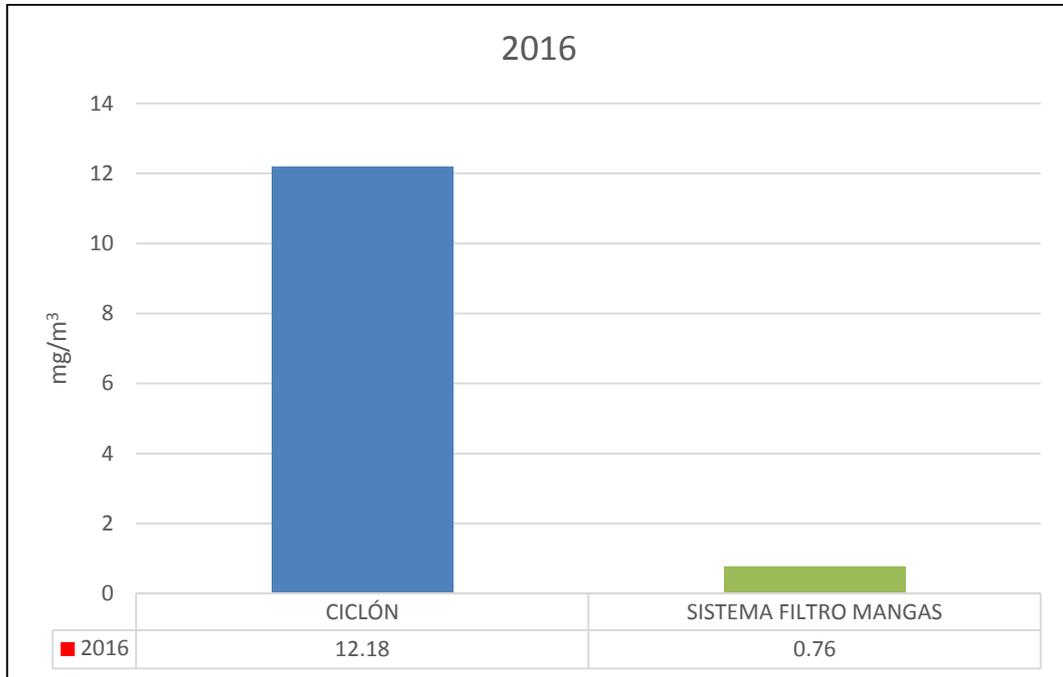
Parámetro	Hora de muestreo		Resultado
	00:30	01:30	
Concentración de PÁrticulas – EPA5 mg/m ³	12.18		12.18

Fuente: Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) **Combustible:** Energía Eléctrica

**Tabla N°8.4: Valores Reportado en el Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1)
- 2016**

Parámetro	Hora de muestreo		Resultado
	23:30	00:30	
Concentración de PÁrticulas – EPA5 mg/m ³	0.76		0.76

Figura N°15: Valores Reportado en el Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) y en el Ciclón - 2016



Para el 2016 los valores reportados de Material Particulado fueron: 12.18 mg/m³ en la fuente ciclón (Secador de Aire Caliente N°2) y de 0.76 mg/m³ en la fuente Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1).

- **2017**

Fuente: Ciclón (Secador de Aire Caliente N°2)

Combustible: Energía

Eléctrica

**Tabla N°8.5: Valores Reportado en el Ciclón (Secador de Aire Caliente N°2) -
2017**

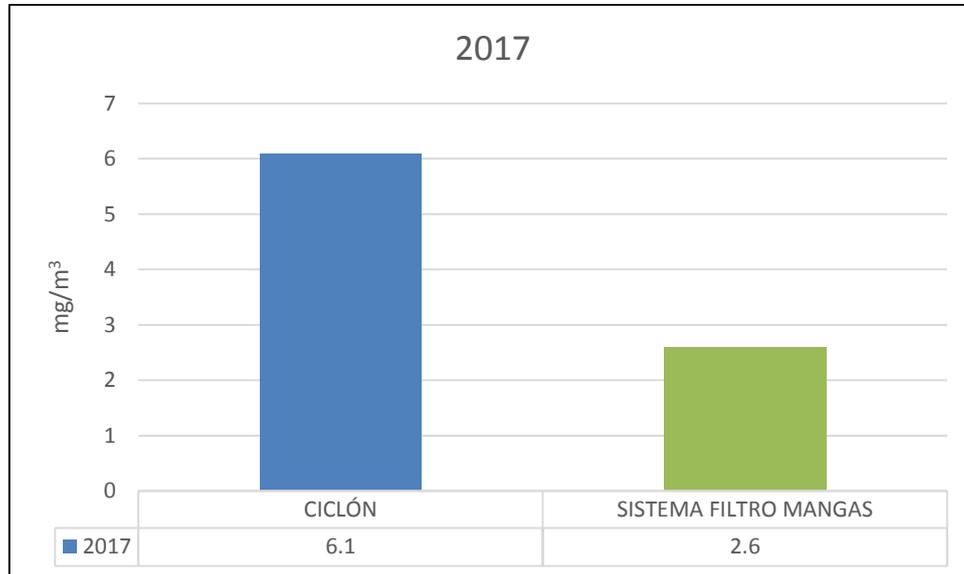
Parámetro	Hora de muestreo		Resultado
	02:02	02:32	
Concentración de PÁrticulas – EPA5 mg/m ³	6.1		6.1

Fuente: Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) **Combustible:** Energía Eléctrica

**Tabla N°8.6: Valores Reportado en el Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1)
- 2017**

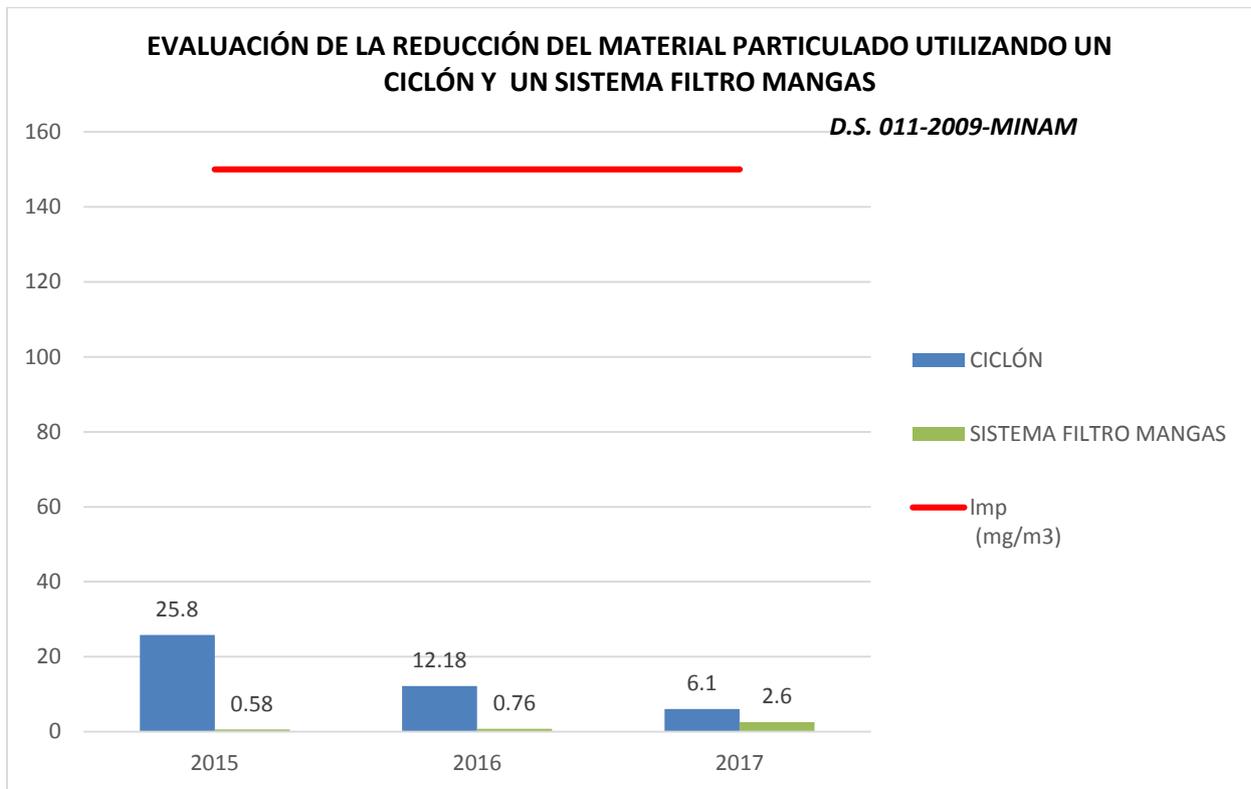
Parámetro	Hora de muestreo		Resultado
	18:14	19:08	
Concentración de PÁrticulas – EPA5 mg/m ³	2.6		2.6

Figura N°16: Valores Reportado en el Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1) y en el Ciclón - 2016



Para el 2017 los valores reportados de Material Particulado fueron: 6.1 mg/m³ en la fuente ciclón (Secador de Aire Caliente N°2) y de 2.16 mg/m³ en la fuente Sistema Filtro Mangas (Enfriador N°1).

**Figura N°17: Resumen de los resultados Reportado en los tres últimos años
2015, 2016 y 2017**



- **Discusión de resultados**

Las concentraciones de Materiales particulados tanto para el Sistema filtro mangas y ciclón monitoreados en los tres (03) últimos años (2015, 2016 y 2017) arrojan valores que son inferiores a lo indicado en la normativa vigente (D.S. N°011-2009-MINAM).

CONCLUSIONES

La evaluación y comparación de la reducción del material particulado en base a los resultados obtenidos utilizando un sistema filtro mangas y un ciclón, se presenta las siguientes conclusiones:

- Las concentraciones de Materiales particulados utilizando un ciclón (Secador de Aire Caliente N°2) cuyo valor promedio de los tres (03) últimos años fue de 14.69 mg/m³.
- Las concentraciones de Materiales particulados utilizando un sistema filtro mangas (Enfriador N°1) cuyo valor promedio de los tres (03) últimos años (2015, 2016, 2017) fue de 1.31 mg/m³.

Por lo tanto la retención del material particulado en un sistema filtro manga en la producción de Harina de Pescado es mayor a la de un ciclón, debido a que posee una tela capas de retener partículas de diferentes diámetros y así evitar problemas respiratorios a los colaboradores que se encuentra operando en el establecimiento Industrial Pesquero y la suspensión del material particulado en el ambiente.

RECOMENDACIONES

- Realizar un programa de mantenimiento respecto al ciclón y sistema filtro mangas para mejorar los funcionamientos de estas.
- Para recuperar mayor cantidad de material particulado se recomienda instalar un sistema filtro magas ya que retiene material particulado de distintos diámetros.
- Realizar monitoreos de material particulado a los trabajadores que se encuentran expuestos estos sistemas de control como indicador para verificar

si el sistema filtro mangas o ciclón cumple o no con las expectativas ideales de la corporación, respecto a la salud.

Debido a la actividad que se desarrolla en la Industria pesquera en la producción de harina y aceite de pescado se genera efluentes industriales lo cual si no cuenta con un sistema de tratamiento puede generar daños potenciales y reales a la salud humana, fauna y flora, por eso se recomienda implementar los siguientes sistemas de tratamiento para cada efluente.

a) TRATAMIENTO DE AGUA DE BOMBEO

PRIMER TRATAMIENTO

En una primera etapa el agua de bombeo pasa por los filtros rotativos de distinto diámetro de malla, donde se recuperara solidos crudos (escamas)

SEGUNDO TRATAMIENTO

Tanque ecualizador

El agua tratada de la etapa anterior se almacena en el tanque donde se efectúa la función de ecualizador del agua de bombeo que ingrese al sistema y garantizará un flujo constante y homogéneo en las etapas posteriores.

Trampa de grasa

Nos permite mantener el tiempo de residencia del agua en este equipo por tiempo aproximado de 1 hora. Esta etapa está diseñada para recuperar la grasa que flota en el agua de bombeo, en forma de espumas.

1 DAF

Después del tratamiento de la trampa de grasa el efluente ingresa a la Celda DAF, en la cual con la ayuda de inyección de microburbujas de aire se recupera la grasa, en forma de espumas, que aún queda en el agua de bombeo.

TERCER TRATAMIENTO – QUÍMICO

El agua de bombeo tratada procedente del segundo tratamiento es enviado a un Tanque Ecuilizador, para posteriormente ser enviado a decantadoras ambientales, los químicos utilizados en esta etapa, se dosifican en línea en el trayecto a las decantadoras, con el objetivo de separar los sólidos suspendidos presentes aun en el agua y cumplir así con los LMP establecidos para este efluente; los sólidos (torta) son retornados al proceso de harina, mientras que el efluente es enviado a través del emisor submarino siempre y cuando cumpla con los LMP, si el efluente no cumple con los LMP son recirculados (sistema de retorno) al sistema de tratamiento (tanque ecualizador).

DISPOSICIÓN FINAL

El agua de bombeo tratada es vertida al cuerpo marino receptor cumpliendo los LMP (D.S. N° 010-2008-PRODUCE) a través del emisor submarino

b) TRATAMIENTO DE ESPUMAS Y SANGUAZA

La sanguaza provenientes de las pozas y las espumas provenientes de las Trampas de Grasa y Celda DAF, son ingresadas a tanques pre coaguladores, luego a un tanque coagulador y posteriormente a intercambiadores de placas, donde se da un proceso de calentamiento y coagulación, luego la espuma y sanguaza coaguladas se deriva a una Tricanter.

c) TRATAMIENTO DE AGUAS DE LIMPIEZA DE PLANTA

Filtración

Esta recuperación se efectúa mediante la operación de un sistema mecánico, filtro rotativo. La filtración permitirá remover los sólidos suspendidos y sedimentables.

El agua de limpieza generada y colectada en los tanques de colectores son enviados a través de bombas hacia un filtro rotativo, los sólidos recuperados serán recolectados en cilindros previstos para este fin, almacenados en la zona de acopio hasta su disposición final con la Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO-RS) y el líquido filtrado es enviado a la siguiente etapa.

Neutralización

La neutralización de ser necesaria será efectuada en un tanque neutralizador, para la preparación de químicos se cuenta con: un tanque para almacenamiento de soda y tanque para almacenamiento de ácido.

Ecuilización

El agua filtrada es enviada a un tanque ecualizador, el cual cuenta con un sistema de eductores que permite mantener homogenizado el agua.

Concentración de sólidos y grasas

El efluente ingresa a tanques concentradores de sólidos y grasa. Las espumas flotantes serán colectadas a un tanque de espumas y el agua pre clarificada es enviada a un tanque de paso.

Coagulación y Floculación

El efluente ingresará a tanques de coagulación y floculación, en los cuales se le inyectará coagulantes y floculantes para la recuperación de sólidos. Los

sólidos recuperados (lodos) motivo de la coagulación y floculación son colectados a un tanque colector de lodos.

Tratamiento de lodos

Los lodos o sólidos provenientes de la coagulación/floculación del agua de limpieza son tratados en el tornillo prensa; para reducir su contenido de agua, los lodos obtenidos de esta etapa son almacenados en cilindros hasta su disposición final a través de una EO-RS.

DISPOSICIÓN FINAL

Los lodos recuperados tanto en el tanque de sólidos (etapa de concentración) y el filtro prensa serán recolectados y dispuestos a través de una EO-RS, autorizada por la autoridad competente.

El agua de limpieza tratada es vertida al cuerpo marino receptor cumpliendo los LMP (D.S. N° 010-2008-PRODUCE) a través del emisor submarino, caso de no cumplir los LMP, retorna al sistema.

BIBLIOGRAFÍA

1. Elortegui y M. R. Barbosa (2013). Diseño y Optimización de un Sistema Ciclón-Filtro para desempolvado de Ambientes Industriales. Buenos Aires, Argentina.
2. L. R. Ortiz y L. B. Chimbo (2012), Diseño de un Sistema de Extracción Localizada de Gases y Polvo del Proceso de Reconstrucción Mecánica de Turbinas Hidráulicas y su manejo para el control de Impacto Ambiental. Riomba, Ecuador.
3. J. L. Bahamondes (2008). Diseño y construcción de un separador Ciclónico para la industria naval. Valdivia, Chile.
4. A. Echeverri (2006). Diseño Óptimo de Ciclones. Medellín, Colombia.
5. A. Echeverri (2006).Diseño de Filtro Talegas. Medellín, Colombia.
6. Fernández (2008). Mejora en la eficiencia de los colectores de polvo tipo jet pulse y Precipitador Electrostático. Piura. Perú.
7. W. Gómez.(2016). Conversión de un Precipitador Electrostático a filtro mangas (pulse –jet) en la planta de molienda de carbón en la cementara UNACEM-ATOCONGO. Lima, Peru.

ANEXO N°1
NORMAS APLICABLE AL SECTOR PESQUERO

ANEXO
DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA
LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LAS
EMISIONES DE LA INDUSTRIA DE HARINA
Y ACEITE DE PESCADO Y HARINA
DE RESIDUOS HIDROBIOLÓGICOS

CONTAMINANTE	CONCENTRACIÓN (mg/m ³)
	Plantas existentes, las instalaciones nuevas, las que se reubiquen y del traslado físico
Sulfuro de hidrógeno, sulfuros	5
Material Particulado (MP)	150

PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE EMISIONES ATMOSFERICA Y DE CALIDAD DE AIRE DE LA INDUSTRIA DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO Y DE HARINA DE RESIDUOS HIDROBIOLÓGICOS

Tabla N° 2. Parámetros a ser monitoreados en la fuente puntual de emisiones de la industria pesquera de harina y aceite de pescado y de harina de residuos hidrobiológicos.

Parámetro	Ciclones de secadores de fuego directo y aire caliente	Plantas evaporadoras de agua de cola	Ciclones de molino y sala de ensaque	Torres lavadoras de gases
Sulfuro de Hidrógeno	X	X		X
Material particulado	X	X	X	X

METODOLOGIA PARA DETERMINAR EL MATERIAL PARTICULADO

Tabla N° 5. Metodologías para el análisis las emisiones de la industria de harina y aceite de pescado y de harina de residuos hidrobiológicos.

Parámetros	Norma Técnica Peruana (NTP)	Descripción	Especificaciones y exigencias suplementarias	Principio del método
Material Particulado*	NTP 900.005 – 2001, USEPA, Método 5	Determinación de emisión de partículas de fuentes estacionarias.	Duración mínima: 60 minutos Volumen mínimo para análisis de la muestra: 1 m ³	Se extrae isocinéticamente el material particulado de la fuente y se recolecta en un filtro de fibra de vidrio mantenido a una T° en el rango de 120° C ± 14° C. Se determina gravimétricamente el material particulado

ANEXO N°2
IMAGEN DE LA FUENTE DE MONITOREO

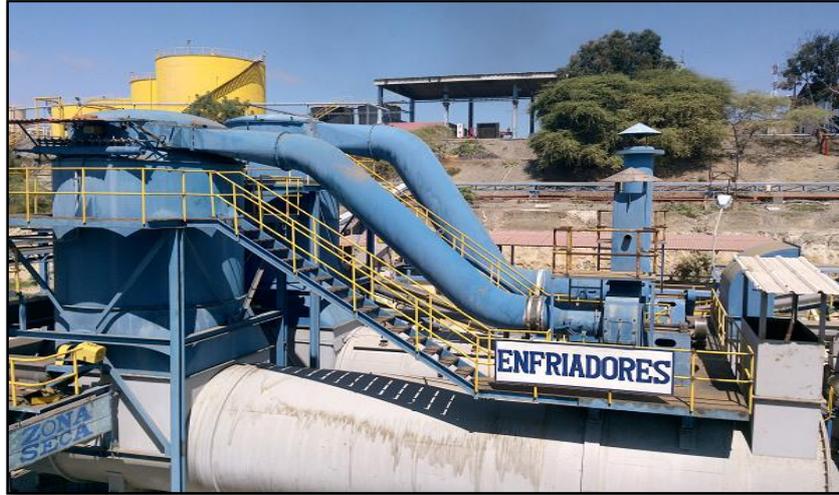
Ciclón para retener material particulado del secador de aire caliente N°2



Sistema de enfriamiento neumático - ciclón del secador de aire caliente N°2



Sistema Filtro Mangas para retener material particulado del enfriador N°1



Sistema de enfriamiento - sistema filtro mangas del enfriador N°1



ANEXO N°3
INFORME DE ENSAYO



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1706868**

CFG INVESTMENT S.A.C.

CALLE AMADOR MERINO REYNA 307 PISO 9 ALTURA CDRA. 5 JAVIER PRADO ESTE SAN ISIDRO

ENV / MO-344016-003

PROCEDENCIA : PLANTA CHIMBOTE SUR

Fecha de Recepción SGS : 30-04-2017 21:01

Muestreo Realizado Por : Personal de Operaciones de SGS

Estación de Muestreo
Ciclon Secador Aire Caliente 1 (CSAC1)
Ciclon Secador Aire Caliente 2 (CSAC2)
Ciclon de Ensaque Linea 1 (CEL 1)
Ciclon de Ensaque Linea 2 (CEL 2)
Ducto de Salida de la Torre Lavadora de Gases de la PAC (TLG-PAC)

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 08/05/2017

Rocío J. Manrique Torres

CIP 136634

Coordinador de Laboratorio

Página 1 de 4
0071

SEGUNDO ORIGINAL

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Ciclón Secador de Aire caliente N°2



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1706868

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA				Ciclón Secador Aire Caliente 1 (CSAC1) 8991690 N / 768005 E 29/04/2017 04:00 EMISIONES	Ciclón Secador Aire Caliente 2 (CSAC2) 8991682 N / 768008 E 29/04/2017 02:30 EMISIONES	Ciclón de Ensaque Línea 1 (CEL 1) 8991702 N / 767979 E 29/04/2017 08:15 EMISIONES	Ciclón de Ensaque Línea 2 (CEL 2) 8991703 N / 767981 E 29/04/2017 10:30 EMISIONES
FECHA DE MUESTREO							
HORA DE MUESTREO							
MATRIZ							
PRODUCTO DESCRITO COMO							
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Analisis Generales							
Azufre Total Reducido Estándar	EASE EPA16A	mg/m ³	3.4	<3.4 *	<3.4 *		
Azufre Total Reducido Normal	EASE EPA16A	mg/m ³	3.4	<3.4 *	<3.4 *		
Azufre Total Reducido Operacional	EASE EPA16A	mg/m ³	3.4	<3.4 *	<3.4 *		
Material Particulado Estándar	EASE EPA5	mg/m ³	1.5	2.7	5.6	4.3	<1.5
Material Particulado Normal	EASE EPA5	mg/m ³	1.5	3.0	6.1	4.7	1.6
Material Particulado Operacional	EASE EPA5	mg/m ³	1.5	2.4	4.8	4.1	<1.5

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA				Ducto de Salida de la Torre Lavadora de Gases de la PAC (TLG-PAC) 8991699 N / 767942 E 29/04/2017 00:30 EMISIONES
FECHA DE MUESTREO				
HORA DE MUESTREO				
MATRIZ				
PRODUCTO DESCRITO COMO				
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	Resultado
Analisis Generales				
Azufre Total Reducido Estándar	EASE EPA16A	mg/m ³	3.4	<3.4 *
Azufre Total Reducido Normal	EASE EPA16A	mg/m ³	3.4	<3.4 *
Azufre Total Reducido Operacional	EASE EPA16A	mg/m ³	3.4	<3.4 *
Material Particulado Estándar	EASE EPA5	mg/m ³	1.5	1.5
Material Particulado Normal	EASE EPA5	mg/m ³	1.5	1.7
Material Particulado Operacional	EASE EPA5	mg/m ³	1.5	<1.5

070

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1706868**

CONTROL DE CALIDAD

LD: Límite de detección
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LD	Fecha de Análisis	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery
Azufre Total Reducido Estándar	mg/m ³	3.4	30/04/2017	<3.4	0%	98%
Azufre Total Reducido Normal	mg/m ³	3.4	30/04/2017	<3.4	0%	98%
Azufre Total Reducido Operacional	mg/m ³	3.4	30/04/2017	<3.4	0%	98%
Material Particulado Estándar	mg/m ³	1.5	30/04/2017	<1.5	4%	100%
Material Particulado Normal	mg/m ³	1.5	30/04/2017	<1.5	4%	100%
Material Particulado Operacional	mg/m ³	1.5	30/04/2017	<1.5	4%	100%



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1706868**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EASE_EPA16A	Callao	Azufre Total Reducido	CFR 40 Appendix A-6 to Part 60 - Method 16A Determination of total reduced sulfur emissions from stationary sources (impinger technique).
EASE_EPAS	Callao	Material Particulado	EPA CFR 40, Part 60, Appendix A, Method 5 : 1999. Determination of Particulate Matter Emissions from Stationary Sources.

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.
Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.
SGS del Perú SAC Laboratorios está acreditado por INACAL - DA conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se encuentra en www.inacal.gob.pe.
Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx> Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio.

Página 4 de 4

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1707287**

CORPORACION PESQUERA INCA S.A.C

CAL.FRANCISCO GRAÑA NRO. 155 URB. SANTA CATALINA (ALTURA CUADRA 8 AV. NICOLAS
ARRIOLA)

ENV / MO-344029-004

PROCEDENCIA : **PLANTA CHANCAY**

Fecha de Recepción SGS : 07-05-2017 16:18

Muestreo Realizado Por : Personal de Operaciones de SGS

Estación de Muestreo
Enfriador N° 1
Enfriador N° 2
Molino N° 1
Molino N° 2
Molino N° 3
Torre lavadora de PAC N° 2

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 16/05/2017


Rocio J. Manrique Torres

CIP 136634

Coordinador de Laboratorio

SEGUNDO ORIGINAL

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao: t (511) 517 1900
Arequipa: t (054) 213 506
Cajamarca: t (076) 366 092

www.sgs.pe
Pe.servicios@sgs.com

Página 1 de 4

072

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Sistema Filtro Mangas – Enfriador N°1



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1707287

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA				Enfriador N° 1	Enfriador N° 2	Molino N° 1	Molino N° 2
FECHA DE MUESTREO				8719094 N / 252678 E	8719094 N / 252669 E	8719086 N / 252697 E	8719086 N / 252692 E
HORA DE MUESTREO				04/05/2017	04/05/2017	05/05/2017	05/05/2017
MATRIZ				18:10	20:30	04:30	06:20
PRODUCTO DESCRITO COMO				EMISIONES	EMISIONES	EMISIONES	EMISIONES
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales							
Azufre Total Reducido Estándar	EASE EPA16A	mg/m ³	3.4	<3.4 *	<3.4 *		
Azufre Total Reducido Normal	EASE EPA16A	mg/m ³	3.4	<3.4 *	<3.4 *		
Azufre Total Reducido Operacional	EASE EPA16A	mg/m ³	3.4	<3.4 *	<3.4 *		
Material Particulado Estándar	EASE EPA5	mg/m ³	1.5	2.3	2.8	2.2	3.3
Material Particulado Normal	EASE EPA5	mg/m ³	1.5	2.6	3.1	2.4	3.6
Material Particulado Operacional	EASE EPA5	mg/m ³	1.5	2.4	2.9	2.2	3.4

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA				Molino N° 3	Torre lavadora de PAC N° 2
FECHA DE MUESTREO				8719092 N / 252689 E	8719064N / 252575E
HORA DE MUESTREO				05/05/2017	05/05/2017
MATRIZ				16:40	19:40
PRODUCTO DESCRITO COMO				EMISIONES	EMISIONES
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	Resultado	Resultado
Análisis Generales					
Azufre Total Reducido Estándar	EASE EPA16A	mg/m ³	3.4		<3.4 *
Azufre Total Reducido Normal	EASE EPA16A	mg/m ³	3.4		<3.4 *
Azufre Total Reducido Operacional	EASE EPA16A	mg/m ³	3.4		<3.4 *
Material Particulado Estándar	EASE EPA5	mg/m ³	1.5	1.9	2.2
Material Particulado Normal	EASE EPA5	mg/m ³	1.5	2.0	2.4
Material Particulado Operacional	EASE EPA5	mg/m ³	1.5	1.9	2.3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1707287**

CONTROL DE CALIDAD

LD: Límite de detección
MB: Blanco del proceso
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LD	Fecha de Análisis	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery
Azufre Total Reducido Estándar	mg/m ³	3.4	07/05/2017	<3.4	0%	101%
Azufre Total Reducido Normal	mg/m ³	3.4	07/05/2017	<3.4	0%	101%
Azufre Total Reducido Operacional	mg/m ³	3.4	07/05/2017	<3.4	0%	101%
Material Particulado Estándar	mg/m ³	1.5	07/05/2017	<1.5	0%	100%
Material Particulado Normal	mg/m ³	1.5	07/05/2017	<1.5	0%	100%
Material Particulado Operacional	mg/m ³	1.5	07/05/2017	<1.5	0%	100%



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1707287**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EASE_EPA16A	Callao	Azúfre Total Reducido	CFR 40 Appendix A-6 to Part 60 - Method 16A Determination of total reduced sulfur emissions from stationary sources (impinger technique).
EASE_EPA5	Callao	Material Particulado	EPA CFR 40, Part 60, Appendix A. Method 5 : 1999. Determination of Particulate Matter Emissions from Stationary Sources.

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(* El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.
Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.
SGS del Perú SAC Laboratorios está acreditado por INACAL - DA conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se encuentra en www.inacal.gob.pe
Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx> Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio.

Página 4 de 4

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
Pe.servicios@sgs.com



Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

ANEXO N°4
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Ciclón – Secador de Aire Caliente N°1



Certificado de Calibración

LF - 0322017

Pág. 1 de 2

- 1 Cliente : SGS DEL PERU S.A.C.
 2 Dirección : Av. Elmer Faucett 3348 Prov. Const. del Callao - Callao
 3 Datos del Instrumento
 Instrumento de medición : Muestreador Isocinético
 Marca : Environmental Supply Company
 Modelo : C-5000
 Serie consola : 2213
 Código Interno : 10796
 4 Lugar de Calibración: : Laboratorio de flujo de aire - Green Group PE S.A.C.
 5 Fecha de Calibración: : 2017-02-09
 6 Condiciones Ambientales :

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%hr)	Presión atmosférica (mbar)
Inicial	23,8	52,6	989,0
Final	24,2	47,5	987,6

7 Trazabilidad

Patrón	Código Interno	N°Lote/Certificado	F. Vencimiento
Calibrador Termocuplas	GGP-11	LE-723-2015	2017-11-04
Set de Orificos Criticos	GGP-17	1747	2017-09-21
Barometro	GGP-02	CP-0160-2015	2017-06-23
Termometro	GGP-02	T-1613-2015	2017-06-22

- 8 Método de Calibración.
 Calibración fue realizada de acuerdo a lo establecido en el método EPA 5.

9 Resultado de Medición.

Registros de Temperatura en Consola

Patrón	Posiciones y Lecturas					
	Stack	Probe	Filter	Dryer	Aux 5	Aux 6
20° C	19	19	19	19	19	19
60° C	59	59	59	59	59	59
100° C	100	100	100	100	100	100
200° C	201	201	201	201	201	201
300° C	302	301	301	301	301	301
400° C	402	402	402	402	402	402
500° C	502	502	502	502	502	502
600° C	602	602	602	602	602	602

10 Observaciones:

- 1) La variación del factor de calibración "Y" no debe exceder del $\pm 2\%$.
- 2) El rango de aceptación para el ΔH es $46,7 \pm 6,4 \text{ mmH}_2\text{O}$.
- 3) De las pruebas se obtiene que el factor de calibración "Y" es de 0,995 y el $\Delta H@$ es $47,8 \text{ mmH}_2\text{O}$.
- 4) Número de serie del DGM: 16086091.

.Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor adecuado, en el momento de la calibración.
 .El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.

Fecha de Emisión

Jefe de Laboratorio
 Calibración

2017-02-10

Eric Barrena

0063

CALIBRACIÓN DE MEDIDOR DE GAS SECO (DGM) USANDO ORIFICIOS CRITICOS

FECHA: 2017-02-09		SERIE: 2213		SERIE DE ORIFICIOS CRITICOS: 1747		PRESION BAROMÉTRICA (mm Hg):		AVG (P _{avg}):							
MODELO: C-5000		2213		1747		741.3		741.3							
		INITIAL: 741.8		FINAL: 740.7											
		SI LA VARIACION DE 'Y' EXCEDE EL 2.00%, EL ORIFICIO DEBE SER RECALIBRADO													
ORIFICE #	RUN #	R. Coef. (metric-liters or (metric-cu) ft)	TESTED VACUUM (in. Hg)	DGM READINGS (inches or m ³)		TEMPERATURES °C		ELAPSED TIME (MIN)	DGM ΔH (mm H ₂ O)	V _g (STD)	V _g (STD)	V _g (STD)	V _g (STD)	ΔH _g	
				INITIAL	FINAL	AMBIENT	DGM INLET								DGM OUTLET
29	1	0.009E-04	18.0	3.052	3.244	23.8	23	23	23	0.90	92	0.1274	0.1278	0.823	48.1
	2	0.009E-04	18.0	3.284	3.448	23.8	23	23	23	6.00	92	0.1274	0.1278	0.823	48.1
	3	0.009E-04	18.0	3.448	3.858	23.8	23	23	23	6.00	92	0.1274	0.1278	0.823	48.1
25	1	5.748E-04	18.0	3.628	3.807	23.8	23	23	23	7.00	88	0.1201	0.1201	0.823	48.2
	2	5.748E-04	18.0	3.807	3.979	23.8	23	23	23	7.00	88	0.1201	0.1201	0.823	48.2
	3	5.748E-04	18.0	3.979	4.155	23.8	23	23	23	7.00	88	0.1201	0.1201	0.823	48.2
19	1	4.448E-04	18.0	4.155	4.315	24.5	24	24	24	8.00	40	0.1382	0.1382	1.001	47.2
	2	4.448E-04	18.0	4.315	4.472	24.5	24	24	24	8.00	40	0.1382	0.1382	1.001	47.2
	3	4.448E-04	18.0	4.472	4.632	24.5	24	24	24	8.00	40	0.1382	0.1382	1.001	47.2
17	1	3.879E-04	18.0	4.630	4.802	24.7	25	25	25	10.00	30	0.1684	0.1685	1.002	47.0
	2	3.879E-04	18.0	4.802	4.977	24.7	25	25	25	10.00	30	0.1684	0.1685	1.002	47.0
	3	3.879E-04	18.0	4.977	5.151	24.7	25	25	25	10.00	30	0.1684	0.1685	1.002	47.0
12	1	2.704E-04	18.0	5.151	5.297	24.2	24	24	24	12.00	14.5	0.1497	0.1497	0.991	48.2
	2	2.704E-04	18.0	5.297	5.443	24.2	24	24	24	12.00	14.5	0.1497	0.1497	0.991	48.2
	3	2.704E-04	18.0	5.443	5.590	24.2	24	24	24	12.00	14.5	0.1497	0.1497	0.991	48.2

USING THE CRITICAL ORIFICES AS CALIBRATION STANDARDS:
 The flow rate is used to calculate the standard volume of air passed through the DGM, V_g (std), and the critical orifice, V_g (crit), and the DGM calibration factor, Y. These equations are automatically calculated in the spreadsheet above

(1) $V_{g, std} = K_1 + I_{Tm} + \frac{P_{bar} + P_0}{T_m}$

(2) $I_{Cr, cr} = K_2 \frac{P_{bar} + P_0}{\sqrt{T_{amb}}}$

(3) $Y = \frac{I_{Cr, cr}}{T_{m, cr}}$

$V_{g, net} = K_1 + I_{Tm} + \frac{P_{bar} + P_0}{T_m}$
 = Net volume of gas sample passed through DGM, corrected to standard conditions
 K₁ = 17.64 "in³/hr (English) 0.3859 "in³/min (Metric)
 T_m = Absolute DGM avg temperature (°F - English, °C - Metric)

$V_{g, vol} = K_2 \frac{P_{bar} + P_0}{\sqrt{T_{amb}}}$
 = Volume of gas sample passed through the critical orifice, corrected to standard conditions
 T_{amb} = Absolute ambient temperature (°F - English, °C - Metric)

$Y = \frac{I_{Cr, cr}}{T_{m, cr}}$
 = Average K factor from Critical Orifice Calibration (SCRT)(°F)(in³/hr)(min)

$Y = \frac{I_{Cr, cr}}{T_{m, cr}}$
 = DGM calibration factor

AVERAGE DRY GAS METER CALIBRATION FACTOR, Y = [] (mm H₂O)
 AVERAGE ΔH_g = [] (mm H₂O)
 $\Delta H_g = \left(\frac{0.353}{V_{g, net}} \right)^2 \Delta H \left(\frac{V_{g, net}}{V_{g, crit}} \right)$

0062

Sistema filtro Mangas – Enfriador N°1



Certificado de Calibración

LF - 2832016

Pág. 1 de 2

- 1 Cliente : SGS DEL PERU S.A.C.
 2 Dirección : Avenida Elmer Faucett 3348 Urb. Industrial Bocanegra - Provincia Constitucional del Callao.
 3 Datos del Instrumento
 Instrumento de medición : Muestreador Isocinético
 Marca : Environmental Supply Company
 Modelo : C-5000
 Serie consola : 2202
 Código Interno : No indica
 4 Lugar de Calibración: : Laboratorio de flujo de aire - Green Group PE S.A.C.
 5 Fecha de Calibración: : 2016-11-03
 6 Condiciones Ambientales :

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%H.R.)	Presión atmosférica (mbar)
Inicial	22,1	71,2	992,7
Final	23,5	68,5	991,6

7 Trazabilidad

Patrón	Código Interno	N°Lote/Certificado	F. Vencimiento
Calibrador Termocuplas	GGP-11	LE-723-2015	2017-11-04
Set de Orificos Criticos	GGP-17	1747	2017-09-21
Barometro	GGP-02	CP-0160-2015	2017-06-23
Termometro	GGP-02	T-1613-2015	2017-06-22

8 Método de Calibración.

Calibración fue realizada de acuerdo a lo establecido en el método EPA 5.

9 Resultado de Medición.

Registros de Temperatura en Consola

Patrón	Posiciones y Lecturas					
	Stack	Probe	Filter	Dryer	Aux 5	Aux 6
20° C	20	20	20	20	21	21
60° C	60	60	60	60	60	61
100° C	101	101	101	101	101	101
200° C	201	201	201	201	201	201
300° C	302	302	302	302	302	302
400° C	403	403	403	402	403	403
500° C	504	504	504	503	503	503
600° C	604	604	604	604	604	604

10 Observaciones:

- 1) La variación del factor de calibración "Y" no debe exceder del $\pm 2\%$.
- 2) El rango de aceptación para el ΔH es $46,7 \pm 6,4 \text{ mmH}_2\text{O}$.
- 3) De las pruebas se obtiene que el factor de calibración "Y" es de 1,001 y el $\Delta H@$ es $47,7 \text{ mmH}_2\text{O}$.
- 4) Número de serie del DGM: 16025508

Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor adecuado, en el momento de la calibración.

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.

Fecha de Emisión

2016-11-04

Jefe de Laboratorio
Calibración

Enzo Barrera



067

EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACION CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY

CALIBRACIÓN DE MEDIDOR DE GAS SECO (DGM) USANDO ORIFICIOS CRITICOS

ORIFICE #	RIN#	K Coef. (metric/bars) or (metric/cm ²)	TESTED VACUUM (in. Hg)	DGM READINGS (bars or cm ²)		SERIE DE ORIFICIOS CRITICOS		SERIE	2282	INITIAL	FINAL	AVG (P _{amb}) (mm H ₂ O)	DGM IN	DGM OUT	DGM AVG	ELAPSED TIME (min)	TEMPERATURES °C	DGM INLET		DGM OUTLET		V _{in} (STD)	V _{out} (STD)	Y	Y	WINDDOWN	ΔH _g
				INITIAL	FINAL	INITIAL	FINAL											INITIAL	FINAL	(1)	(2)						
29	1	6.698E-04	18.0	3.136	3.312	178	744.5	743.7	744.1	22.2	21	21	21	21	21	6.00	22.2	21	21	21	21	21	0.1233	0.1246	1.004	48.8	48.7
	2	6.698E-04	18.0	3.312	3.688	179	744.5	743.7	744.1	22.8	21	21	21	21	21	6.00	22.8	21	21	21	21	21	0.1233	0.1238	1.003	48.7	48.7
	3	6.698E-04	18.0	3.688	3.854	178	744.5	743.7	744.1	22.8	21	21	21	21	21	6.00	22.8	21	21	21	21	21	0.1233	0.1238	1.003	48.7	48.7
25	1	5.748E-04	18.0	3.885	3.883	178	744.5	743.7	744.1	22.5	21	21	21	21	21	7.00	22.5	21	21	21	21	21	0.1256	0.1261	0.898	48.7	48.2
	2	5.748E-04	18.0	3.883	4.040	177	744.5	743.7	744.1	22.7	21	21	21	21	21	7.00	22.7	21	21	21	21	21	0.1256	0.1261	0.898	48.2	48.2
	3	5.748E-04	18.0	4.040	4.218	178	744.5	743.7	744.1	22.7	21	21	21	21	21	7.00	22.7	21	21	21	21	21	0.1256	0.1261	0.898	48.2	48.2
19	1	4.448E-04	18.0	4.218	4.374	156	744.5	743.7	744.1	22.8	22	22	22	22	22	8.00	22.8	22	22	22	22	22	0.1323	0.1328	1.005	47.8	47.8
	2	4.448E-04	18.0	4.374	4.531	157	744.5	743.7	744.1	22.8	22	22	22	22	22	8.00	22.8	22	22	22	22	22	0.1323	0.1328	1.005	47.8	47.8
	3	4.448E-04	18.0	4.531	4.688	157	744.5	743.7	744.1	22.8	22	22	22	22	22	8.00	22.8	22	22	22	22	22	0.1323	0.1328	1.005	47.8	47.8
17	1	3.878E-04	18.0	4.688	4.845	172	744.5	743.7	744.1	23	22	22	22	22	22	10.00	23	22	22	22	22	22	0.1328	0.1333	1.008	47.8	47.8
	2	3.878E-04	18.0	4.845	5.032	172	744.5	743.7	744.1	22.8	22	22	22	22	22	10.00	22.8	22	22	22	22	22	0.1328	0.1333	1.008	47.8	47.8
	3	3.878E-04	18.0	5.032	5.205	173	744.5	743.7	744.1	22.8	22	22	22	22	22	10.00	22.8	22	22	22	22	22	0.1328	0.1333	1.008	47.8	47.8
12	1	2.704E-04	18.0	5.205	5.350	145	744.5	743.7	744.1	23.3	23	23	23	23	23	12.00	23.3	23	23	23	23	23	0.1408	0.1402	0.898	46.5	46.5
	2	2.704E-04	18.0	5.350	5.688	144	744.5	743.7	744.1	23.4	22	22	22	22	22	12.00	23.4	22	22	22	22	22	0.1408	0.1402	0.898	46.5	46.5
	3	2.704E-04	18.0	5.688	5.858	144	744.5	743.7	744.1	23.3	22	22	22	22	22	12.00	23.3	22	22	22	22	22	0.1408	0.1402	0.898	46.5	46.5

USING THE CRITICAL ORIFICES AS CALIBRATION STANDARDS:
 The following equations are used to calculate the standard volumes of air passed through the DGM V_{in} (std) and the critical orifice V_{out} (std) and the DGM calibration factor Y. These equations are automatically calculated in the spreadsheet above.

$$(1) \quad V_{N_{in}} = K_1 \cdot P_{amb} \cdot \sqrt{\frac{P_{amb} \cdot t}{T_{amb}}} \cdot \frac{1}{Y}$$

$$(2) \quad V_{N_{out}} = K_2 \cdot \sqrt{\frac{P_{amb} \cdot t}{T_{amb}}}$$

$$(3) \quad Y = \frac{V_{N_{out}}}{V_{N_{in}}}$$

= Net volume of gas sample passed through DGM, corrected to standard conditions
 $K_1 = 17.64 \cdot \sqrt{\text{in. Hg (English)}} \cdot 0.2859 \cdot \sqrt{\text{in. Hg (Metric)}}$
 T_{amb} = Absolute DGM avg temperature (°F - English, °K - Metric)
 = Volume of gas sample passed through the critical orifice, corrected to standard conditions
 T_{amb} = Absolute ambient temperature (°F - English, °K - Metric)
 K_2 = Average K factor from Critical Orifice Calibration (DORT: K_{crit}/in²/in²/min)
 = DGM calibration factor

AVERAGE DRY GAS METER CALIBRATION FACTOR, Y = **1.001**

AVERAGE ΔH_g = **47.7** (mm H₂O)

$$\Delta H_g = \left(\frac{5.293 \cdot Y}{V_{in}(std)} \right) \cdot \Delta H \left(\frac{V_{out}(std)}{V_{in}(std)} \right)$$

ANEXO N°5
HOJA DE CÁLCULO

Ciclón – Secador de Aire Caliente N°2

CICLON SECADOR DE AIRE CALIENTE 2 (CSAC2)		
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO		
N° PUNTO	Distancia Interna DI (cm)	Distancia Interna con Copla C (cm) DI +
1.1	4.8	23.8
1.2	16.1	35.1
1.3	32.5	51.5
1.4	77.5	96.5
1.5	93.9	112.9
1.6	105.2	124.2

055

CICLON SECADOR DE AIRE CALIENTE 2 (CSAC2)

HOJA DATOS DE TERRENO

Método	MÉTODO EPA 5	N° de puntos	12	Composición de gases				
Empresa	CFG INVESTMENT SAC	t por punto (min)	5.0	% O2	% CO2	% CO		
Fuente	CICLON SECADOR DE AIRE CALIENTE 2 (CSAC2)	Dn elegido (plg)	0.188					
Fecha	29.04.2017	K	1.18					
Hora inic.	02:30	Pb (mBar)	997					
Hora final	03:30	Filtro	E8Q-17548	20.78	.00	.0001		
				20.80	.00	.0001		
				20.81	.00	.0001		
				20.80	.00	.0001		
Parámetros del muestreo				Datos de laboratorio				
Cp	0.84	Wf (g)	203.0	Datos de calibración				
Bwm	0.0	Wi (g)	200.0					
% Hum	1.0	Vf (g)	202.0					
Vm (dL)	102.400	Vi (g)	200.0					
DGM Inicial	5420.0							
				Fecha:	09/02/2017			
				DH@:	47.8	mm H2O		
				Y:	0.9950			
Punto N°	Pg mm H2O	Delta H mm H2O	Delta P mm H2O	Meter L	Ts °C	Tmi l	Tmo °C	Raiz Dp
1.1	-12.00	28.0	22.0	-	66	20	20	4.69
1.2	-11.00	28.3	24.0	-	68	20	20	4.90
1.3	-11.00	29.5	25.0	-	69	20	20	5.00
1.4	-11.00	35.4	30.0	-	70	20	20	5.48
1.5	-11.50	37.8	32.0	-	70	20	20	5.66
1.6	-12.00	35.4	30.0	-	69	21	21	5.48
2.1	-12.00	29.5	25.0	-	68	21	21	5.00
2.2	-11.50	33.0	28.0	-	69	21	21	5.29
2.3	-11.00	35.4	30.0	-	70	21	21	5.48
2.4	-12.00	37.8	32.0	-	70	21	21	5.66
2.5	-12.00	42.5	36.0	-	69	21	21	6.00
2.6	-11.00	37.8	32.0	-	68	21	21	5.66
PROMEDIOS	-11.5	34.0	28.8	6444.0	68.8	20.6		5.4

CICLON SECADOR DE AIRE CALIENTE 2 (CSAC2)

HOJA DE CALCULOS

Nº de Corrida	C1	Nº de Corrida	C1
Oxígeno (% en volumen)	20.8	Volumen registrado en el DGM. Vm (m3)	1.024
Dióxido de Carbono (% en volumen)	0.0	Presión barométrica del lugar de muestreo. Pbar (mmHg)	747.8
Monóxido de Carbono (% en volumen)	0.0001	Volumen registrado en el DGM, A condiciones estándar Vm (m3S) @25°C	1.021
Presión inicial en el DGM. Pm (mm Hg)	747.8	Volumen final de agua condensada. Vf (g)	202.0
Temperatura en el DGM. Tm (°K)	293.6	Volumen de agua condensada. Vi (g)	200.0
Coefficiente del Pitot (adimensional)	0.84	Volumen de agua condensada corregida, A condiciones estándar. Vvc (m3S)	0.0027
Humedad en el DGM. Bwm (% en peso)	0.00	Peso final silica gel. Wf (g)	203.0
Humedad estimada de gases. Bws (% en volumen)	1.00	Peso inicial silica gel. Wi (g)	200.0
Temperatura gases de chimenea. Ts (°K)	341.8	Volumen de vapor de agua en silica gel, A condiciones estándar. Vwsg (m3S)	0.0041
Peso molecular húmedo. Ms (g/gmol)	28.760	Fracción de humedad en volumen. Bws (% en volumen)	0.7
Presión de chimenea. Ps (mm Hg)	747.0	Velocidad del flujo. Vs (m/s)	19.85
Presión de velocidad promedio de gases. DP (mm H2O)	28.8	Area transversal de la chimenea. As (m²)	0.9503
Diámetro de boquilla. Dn (plg)	0.1875	Caudal de gases en condiciones estándar. Qs (m ³ S/h) @ 25°C	57802.2
DH@ del equipo. DH@ (mm H2O)	47.800	Caudal de los gases a condiciones normales (m ³ N/h) @0°C	52953.0
Peso molecular seco. Md (g/gmol)	28.832	Caudal de los gases a condiciones operacionales(m ³ /h)	67909.1
Diferencia de presión promedio	34.0	Peso inicial del filtro (g)	0.4489
Caudal en el DGM. Qm (m3/min)	0.01707	Peso final del filtro (g)	0.4542
Tiempo total de muestreo. t (min)	60	Peso de agua en impinger y silica gel. M (g)	5.0
Coefficiente de calibración DGM. Y (adimensional)	0.9950	Concentración de material particulado. (mg/m ³ N)	6.1
Area de boquilla. An (m²)	0.00002	Isocinetismo. I (%)	94.2

CICLON SECADOR DE AIRE CALIENTE 2 (CSAC2)

HOJA DATOS DE TERRENO

Método	MÉTODOS EPA 16A	Parametros de campo	Datos de calibración
Empresa	CFG INVEST, MENT SAC	Cp	Fecha: 20/01/2017
Fuente	CICLON SECADOR DE AIRE CALIENTE 2 (CSAC2)	Bwm	DH@: 2.040
Fecha	29.04.2017	% Hum	Y: 1.019
Hora inicial	02:30	Datos de laboratorio	
Hora final	03:30	Vf (g)	0.0
		Pbar (mBar)	0.0
		Vi (g)	0.0
		Vm (dL)	12.0400

Tiempo min.	Meter inicial	Meter final	Ts °C	Tmi °C	Tmo °C	Timpinger °C
0	0.0	-	68	20	20	18
5	-	-	69	20	20	18
10	-	-	70	20	20	18
15	-	-	70	20	20	17
60	-	120.40	69	21	21	17
PROM	0.0	120.4	69.2	20.2	20.2	17.6

CICLON SECADOR DE AIRE CALIENTE 2 (CSAC2)

HOJA DE CALCULOS

N° de Corrida	C1	Volumen registrado en el DGM. Vm (m3)	0.1204
Presión inicial en el DGM. Pm (mm Hg)	759.8	Peso de SO2 por muestra. (mg/muestra)	0.0
Temperatura en el DGM. Tm (°K)	293.2	Volumen registrado en el DGM	0.1247
Coefficiente del Pitot (adimensional)	0.84	Volumen final de solución captadora. Vf (g)	0.0
Humedad en el DGM. Bwm (% en peso)	0.00	Volumen inicial de solución captadora. Vi (g)	0.0
Humedad estimada de gases. Bvs (% en volumen)	1.00	Volumen de solución captadora	0.0000
Temperatura gases de chimenea. Ts (°K)	342.2	Fracción de humedad en volumen.	0.0
Tiempo total de muestreo. t (min)	60	Area transversal de la chimenea. As (m²)	0.9503
Coefficiente de calibración DGM. Y (adimensional)	1.0190	CONCENTRACION - C. NORMALES (mg/m3N)	<3.4

Sistema Filtro Mangas - Enfriador N°1

ENFRIADOR N°1		
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO		
N° PUNTO	Distancia Interna DI (cm)	Distancia Interna con Copla + C (cm)
1.1	2.5	12.5
1.2	12.3	22.3
1.3	20.5	30.5
1.4	28.7	38.7
1.5	36.9	46.9
1.6	45.1	55.1
1.7	53.3	63.3
1.8	61.5	71.5
1.9	69.7	79.7
1.10	77.9	87.9

ENFRIADOR N°1								
HOJA DATOS DE TERRENO								
Método	MÉTODO EPA 5		N° de puntos	20		Composición de gases		
Empresa	COPEINCA S.A.C.		t por punto (min)	5.0		% O2	% CO2	% CO
Fuente	ENFRIADOR N°1		Dn elegido (plg)	0.125				
Fecha	04/05/2017		K	0.25				
Hora inic.	18:10		Pb (mBar)	1010				
Hora final	19:50		Filtro	E8Q-17241		20.98	.00	.0023
Parámetros del muestreo			Datos de laboratorio			20.97	.00	.0019
Cp	0.84		Wf (g)	207.5		20.97	.00	.0020
Bwm	0.0		Wi (g)	200.0		Datos de calibración		
% Hum	1.5		Vf (g)	204.0		Fecha:	03/11/2016	
Vm (dL)	1030.000		Vi (g)	200.0		DH@:	47.7000	mm H2O
DGM Inicial	75750.0					Y:	1.0010	
Punto N°	Pg mm H2O	Delta H mm H2O	Delta P mm H2O	Meter L	Ts °C	Tml I	Tmo °C	Raíz Dp
1.1	-15.00	7.6	30.0	-	38	21	21	5.48
1.2	-15.00	8.6	34.0	-	38	21	21	5.83
1.3	-15.00	9.1	36.0	-	38	21	21	6.00
1.4	-15.00	10.1	40.0	-	38	21	21	6.32
1.5	-15.00	12.2	48.0	-	38	21	21	6.93
1.6	-15.00	11.6	46.0	-	38	21	21	6.78
1.7	-15.00	12.2	48.0	-	38	21	21	6.93
1.8	-15.00	12.7	50.0	-	38	21	21	7.07
1.9	-15.00	13.7	54.0	-	38	21	21	7.35
1.10	-15.00	14.2	56.0	-	38	22	22	7.48
2.1	-15.00	7.6	30.0	-	38	22	22	5.48
2.2	-15.00	8.6	34.0	-	38	22	22	5.83
2.3	-15.00	9.1	36.0	-	38	22	22	6.00
2.4	-15.00	10.1	40.0	-	38	22	22	6.32
2.5	-15.00	12.2	48.0	-	38	22	22	6.93
2.6	-15.00	11.6	46.0	-	38	22	22	6.78
2.7	-15.00	12.2	48.0	-	38	23	23	6.93
2.8	-15.00	12.7	50.0	-	38	23	23	7.07
2.9	-15.00	13.7	54.0	-	38	23	23	7.35
2.10	-15.00	14.2	56.0	-	38	23	23	7.48
PROM	-15.0	11.2	44.2	76780.0	38.0	21.8		6.6

ENFRIADOR N°1

HOJA DE CALCULOS

N° de Corrida	C-1	N° de Corrida	C-1
Oxígeno (% en volumen)	21.0	Volumen registrado en el DGM. Vm (m3)	1.030
Dióxido de Carbono (% en volumen)	0.0	Presión barométrica del lugar de muestreo. Pbar (mmHg)	757.6
Monóxido de Carbono (% en volumen)	0.0000	Volumen registrado en el DGM, A condiciones estándar Vm (m3S) @25°C	1.041
Presión inicial en el DGM. Pm (mm Hg)	757.6	Volumen final de agua condensada. Vf (g)	204.0
Temperatura en el DGM. Tm (°K)	294.8	Volumen de agua condensada. Vi (g)	200.0
Coefficiente del Pitot (adimensional)	0.84	Volumen de agua condensada corregida, A condiciones estándar. Vwc (m3S)	0.0054
Humedad en el DGM. Bwm (% en peso)	0.00	Peso final silica gel. Wf (g)	207.5
Humedad estimada de gases. Bws (% en volumen)	1.50	Peso inicial silica gel. Wi (g)	200.0
Temperatura gases de chimenea. Ts (°K)	311.0	Volumen de vapor de agua en silica gel, A condiciones estándar. Vwsg (m3S)	0.0102
Peso molecular húmedo. Ms (g/gmol)	28.679	Fracción de humedad en volumen. Bws (% en volumen)	1.5
Presión de chimenea. Ps (mm Hg)	756.5	Velocidad del flujo. Vs (m/s)	23.27
Presión de velocidad promedio de gases. DP (mm H2O)	44.2	Area transversal de la chimenea. As (m²)	0.5740
Diámetro de boquilla. Dn (plg)	0.1250	Caudal de gases en condiciones estándar. Qs (m³S/h) @ 25°C	45214.4
DH@ del equipo. DH@ (mm H2O)	47.700	Caudal de los gases a condiciones normales (m³N/h) @0°C	41423.2
Peso molecular seco. Md (g/gmol)	28.839	Caudal de los gases a condiciones operacionales(m³/h)	47384.1
Diferencia de presión promedio	11.2	Peso inicial del filtro (g)	0.4613
Caudal en el DGM. Qm (m3/min)	0.10300	Peso final del filtro (g)	0.4614
Tiempo total de muestreo. t (min)	100	Peso de agua en impinger y silica gel. M (g)	16.2
Coefficiente de calibración DGM. Y (adimensional)	1.0010	Concentración de material particulado. (mg/m³ N)	2.6
Area de boquilla. An (m²)	0.00001	Isocinetismo. I (%)	100.2