

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



TESIS

**RECALCULO DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO
DEL VENTILADOR CENTRÍFUGO PARA MANTENER LA
TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO EN CONDICIONES
ÓPTIMAS DE LA TURBINA MS7001FA, DE LA EMPRESA
PUERTO BRAVO MOLLENDO – 2017.**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

HITLER WALDO

ARPITA SULLO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO MECÁNICO

AREQUIPA - PERÚ

2017

El presente trabajo está dedicado

Con todo mi corazón, dedico esta tesis, a mi querida y amada Familia, quien es la responsable de toda mi formación e inculcarme buenos valores, para ser la persona que soy ahora, con su ejemplo de lucha, tenacidad, paciencia y bondad.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitir lograr mis objetivos con su gracia y bendición.

A mi Padres, Gregorio Luciano Arpita Calcina, Consa Demetria Sullo Valencia, por ser los mejores amigos y consejeros para la concretización de la carrera, por ser el apoyo incondicional de toda mi vida.

A mis hermanas, por apoyarme y estar en las malas y buenas, por darme los mejores consejos para afrontar cada obstáculo que hubo en el camino. ¡Los amo, y gracias!

A mis amigos, con los cuales he pasado estos años de estudio, penas, alegrías y arduo trabajo.

A todos los profesores, que me formaron durante todos estos años e impartieron sus conocimientos, para llegar a la culminación de esta linda carrera.

A los Ingenieros quienes me iniciaron, con sus enseñanzas y orientación en el mundo laboral Y por último a mis nuevos amigos y compañeros, con los cuales he compartido y seguiré compartiendo en todos los ámbitos de mi vida profesional.

RESUMEN

Los sistemas de ventilación proveen y quitan aire de las áreas del compartimiento de turbina. Por ello, la eficiencia y calidad de estos sistemas es de mucha importancia protege al personal y los equipos sensible contra los contaminantes, fuga de gas peligrosa y que son potencialmente peligrosos, los fuegos, las explosiones y los niveles elevados de temperatura. Los sistemas de ventilación bien diseñados y con una facilidad de mantenimiento dan la confiabilidad de que la turbina MS7001FA estará en condiciones óptimas de funcionamiento y un ambiente seguro para todo el equipo de mantenimiento.

Los sistemas de ventilación del compartimiento de turbina incluyen dispositivos adicionales; silenciador del compartimiento, amortiguador para protección contra incendios, amortiguador trasero, cono de entrada, conjunto del compartimiento del ventilador, silenciador de descarga, desviador de sonido.

Las cantidades de aire de circulación de entrada y del extractor deben ser equilibradas para lo cual en el presente proyecto se realizan los cálculos según lo requerido por el compartimiento de turbina MS7001FA basándonos en las normas internacionales, nacionales, normativas y manuales de los fabricantes respecto a ventiladores.

ABSTRACT

Ventilation systems provide and remove air from the areas of the turbine compartment. Therefore, the efficiency and quality of these systems are of immense importance for personnel and equipment sensitive to pollutants, the leakage of dangerous gas and that which is potentially dangerous, fires, explosions and elevated temperature levels. The MS7001FA is in optimal operating conditions and a safe system for all maintenance equipment.

Ventilation systems of the turbine compartment include additional devices; compartment muffler, shock absorber for fire protection, rear shock absorber, inlet cone, fan compartment assembly, exhaust silencer, sound diverter.

The quantities of inlet and exhaust air must be balanced for which in the present project the calculations are carried out as required by the turbine compartment MS7001FA based on the international, national standards, regulations and manuals of the manufacturers regarding fans.

ÍNDICE CONCEPTUAL

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	4
ÍNDICE CONCEPTUAL	6
INDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE IMAGEN	12
ÍNDICE DE FOTOS	13

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Descripción Real del Problema.	14
1.2. Delimitación de la Investigación	15
1.3. Problema de la Investigación	15
1.4. Objetivo de la Investigación	16
1.5. Hipótesis de la Investigación	16
1.6. Tipo y Nivel de Investigación	17
1.7. Técnicas, Material, Fuentes, Análisis y Recolección.	18
1.8. Justificación de la Investigación	19
1.9. Limitaciones de la investigación	20

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO	21
2.1. Sistema de Ventilación	21
2.2. Antecedentes de la Investigación.	21
2.3. Ventiladores	22

2.4. Compuertas (Dampers)	43
2.5. Ruido	43
2.6. Análisis de Normas de Ventiladores	54
2.7. Vibraciones	57

CAPITULO III

CARACTERÍSTICAS DEL COMPARTIMIENTO DE TURBINA MS7001FA.	60
3.1. Módulos del Sistema Auxiliar de la Turbina de Gas	60
3.2. Componentes del Compartimiento de Turbina	62
3.3. Descripción Funcional	66
3.3.1 Compartimiento de la Turbina	66
3.4. Datos del Compartimiento Turbina	68
3.1. Área de entrada de aire	69
3.2. Área de salida de aire	70
3.3. Características del Ventilador Actual	70

CAPITULO IV

DESARROLLO DE INGENIERIA PARA RECALCULO DE LOS PARÁMETROS DE	
FUNCIONAMIENTO DEL VENTILADOR CENTRÍFUGO	71
4.1. Cálculo de Parámetros del Ventilador Centrifugo	71
4.2. Condiciones externas de temperatura en Mollendo	72
4.3. Presión Atmosférica en Mollendo	73
4.4. Densidad del Aire	73
4.5. Criterios Para Determinar Caudal de Aire del Ventilador	74
4.6. Flujo Másico	78
4.7. Calculo de Velocidad de Entrada.	78
4.8. Cálculo de Perdidas.	79
4.9. Presión Dinámica	81
4.10. Presión Total	82

4.11. Potencia Para Accionar el Eje del Ventilador	82
4.12. Selección de ventilador	82
4.13. Motor eléctrico	83

CAPITULO V

PUESTA EN MARCHA Y PLAN DE MANTENIMIENTO	84
5.1. PUESTA EN MARCHA	84
5.2. PLAN DE MANTENIMIENTO	86
b Evaluación de Criticidad de Motor de Ventilación Compartimiento de Turbina	90

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXOS	104
Anexo I	104
Anexo II	111
Anexo III	119
Anexo IV	145
GLOSARIO DE TÉRMINOS	148

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 OPERACIÓN Y ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS.	17
TABLA 2 SÍMBOLOS Y UNIDADES	41
TABLA 3 VALORES DE REDUCCIÓN DE RUIDO	53
TABLA 4 MÓDULOS DEL SISTEMA AUXILIAR	60
TABLA 5 SISTEMA AUXILIAR	61
TABLA 6 COMPONENTES DE LA TURBINA DE GAS MS7001FA	62
TABLA 7 CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR ACTUAL	70
TABLA 8 CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR A SELECCIONAR	82
TABLA 9 CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR	83
TABLA 10 TORQUE DE ESPARRAGO	85
TABLA 11 INTERVALO DE LUBRICACIÓN (AÑOS)	96
TABLA 12 COSTO DE EQUIPOS	97
TABLA 13 COSTO DE MANO DE OBRA	98
TABLA 14 <i>COSTO DE MATERIALES</i>	98
TABLA 15 RESUMEN DE COSTOS INDIRECTOS	99
TABLA 16 COSTO TOTAL DEL PROYECTO	99

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 EMBOCADURA VENTILADORES DE HÉLICE	23
FIGURA 2 VOLUTA VENTILADORES DE RODETE	23
FIGURA 3 VENTILADORES AXIALES-PRINCIPALES COMPONENTES	24
FIGURA 4 VENTILADORES CENTRÍFUGOS- PRINCIPALES COMPONENTES	25
FIGURA 5 VENTILADOR CENTRÍFUGOS	26
FIGURA 6 ÁLABES CURVADOS HACIA ADELANTE	27
FIGURA 7 CURVA CARACTERÍSTICA PARA ALABES CURVADOS HACIA ADELANTE O TIPO SIROCO	27
FIGURA 8 ÁLABES RADIALES	28
FIGURA 9 CURVA CARACTERÍSTICA PARA ALABES RECTOS RADIALES	28
FIGURA 10 ÁLABES INCLINADOS HACIA ATRÁS	29
FIGURA 11 CURVA CARACTERÍSTICA DE ALABES CURVADOS INCLINADOS HACIA ATRÁS	29
FIGURA 12 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO (ECUACIÓN DE EULER)	31
FIGURA 13 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO (ECUACIÓN DE EULER)	31
FIGURA 14 TRIÁNGULO DE VELOCIDADES A LA ENTRADA DEL IMPULSOR	32
FIGURA 15 TRIÁNGULO DE VELOCIDADES A LA SALIDA DEL IMPULSOR	32
FIGURA 16 TRIANGULO DE VELOCIDAD EN LOS DISTINTOS RODETES CENTRÍFUGOS	33
FIGURA 17 CURVAS CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL VENTILADOR CENTRÍFUGO	36
FIGURA 18 FORMAS CONO DE SUCCIÓN: A) CILÍNDRICA; B) CÓNICA; C) ABOCINADA; D) COMPUESTA; E) GUIADA CON ÁLABES DIRECTORES.	37
FIGURA 19 MONTAJE DEL DIFUSOR A LA SALIDA DEL VENTILADOR A) CORRECTA; B) INCORRECTA; C) DIFUSOR SIMÉTRICO.	38
FIGURA 20 FORMAS DE LENGUA DE LA VOLUTA 1 SIN LENGUA; 2 CON LENGUA POCO PRONUNCIADA; 3 CON LENGUA PRONUNCIADA	38
FIGURA 21 SECTORES DE RUIDO DEL VENTILADOR CENTRÍFUGO.	44
FIGURA 22 CURVAS CARACTERÍSTICAS DE VENTILADORES CENTRÍFUGOS A VELOCIDAD CONSTANTE	47
FIGURA 23 CURVA DE COMPORTAMIENTO DEL ESPECTRO DE BANDAS DE OCTAVA EN SU PRESIÓN ACÚSTICA PARA UN VENTILADOR CENTRÍFUGO Y AXIAL.	48

FIGURA 24 ESPECTRO ACÚSTICO EN EL CONTROL DE VARIOS TIPOS DE MECANISMOS Y MÁQUINAS	49
FIGURA 25 CURVA DE PRESIÓN EN RELACIÓN CON EL CAUDAL DE AIRE, MOSTRANDO UNA ZONA IDEAL DE SELECCIÓN DE UN VENTILADOR CON CAMBIOS DE VELOCIDAD	49
FIGURA 26 CORRECCIONES PARA EL AIRE NO ESTÁNDAR	56
FIGURA 27 COMPONENTES DE UNA TURBINA	63
FIGURA 28 DISPOSICIÓN DE LAS PRESIONES	81
FIGURA 29 FICHA DE INFORME TURBINA MS7001FA	88
FIGURA 30 FORMATO DE EVALUACIÓN	89
FIGURA 31 COMPARTIMIENTO DE LA TURBINA	90
FIGURA 32 ESQUEMA DE VENTILACIÓN, EXTRACCIÓN DE TURBINAS MS7001FA. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	

ÍNDICE DE IMAGEN

IMAGEN 1	PÁGINA WEB DE COE, EVENTOS RELEVANTES.....	20
IMAGEN 2	PÁGINA WEB DE COE, EVENTOS RELEVANTES.....	20
IMAGEN 3	VARIEDAD DE VENTILADORES.....	22
IMAGEN 4	VENTILADORES AXIALES.....	24
IMAGEN 5	VENTILADORES CENTRÍFUGOS.....	25
IMAGEN 6	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO (ECUACIÓN DE EULER).....	30
IMAGEN 7	EVALUACIÓN VIBRACIONAL DE VENTILADOR.....	57
IMAGEN 8	EVALUACIÓN VIBRACIONAL DE VENTILADOR.....	58
IMAGEN 9	EVALUACIÓN VIBRACIONAL DE VENTILADOR.....	58

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO 1	TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA TURBINA	64
FOTO 2	TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA TURBINA	65
FOTO 3	CUBIERTAS ACÚSTICAS	66

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción Real del Problema.

Las turbinas 7FA consta de las siguientes partes: Entrada de aire, Compresor, Sistema de combustión, Turbina, Escape, Sistemas de apoyo.

Las secciones líneas arriba mencionadas durante el funcionamiento alcanzan un presión y temperatura según su diseño, están contenidos en un compartimiento dentro de ello la temperatura es la suma de todas las secciones.

El compartimiento de turbina debe tener una temperatura optima predeterminada para el correcto funcionamiento de todas las secciones caso contrario emitirá una alarma de falla, sistema de protección de la turbina 7FA mandará a apagar.

El sistema de ventilación está diseñado para mantener la temperatura optima de funcionamiento los ventiladores están impulsado por motor eléctrico corriente alterna, está montado en el techo Turbina a Gas.

Los motores eléctricos que impulsan los ventiladores en un periodo de funcionamiento muy corto presentan fallas de funcionamiento de sobrecalentamiento de los diversos componentes.

La diversidad de fallas de un ventilador centrífugo que se genera durante el funcionamiento de una turbina puede indisponer a la misma, para lo cual propones el realizar recalcu de los parámetros del ventilador que logre la misma reducir tiempos improductivos de las máquinas junto con ello pérdidas económicas.

1.2. Delimitación de la Investigación

1.2.1 Delimitación Espacial

Para la presente investigación, se tuvo que observar y recolectar al interior de la central térmica PUERTO BRAVO. Que se ubica en el distrito de Mollendo, provincia de ISLAY, en el departamento de Arequipa, Perú.

1.2.2 Delimitación Temporal

La investigación se ubica en los meses de, junio, julio, agosto, setiembre, octubre, noviembre, diciembre del dos mil dieciséis y enero, febrero, marzo, abril, del año dos mil diecisiete, tiempo en el cual se llevó a cabo la investigación, durante la primera inspección de análisis vibracional de los motores de la turbina MS7001FA.

1.2.3 Delimitación Cuantitativa.

El proyecto iniciará el 1 de junio del dos mil dieciséis (2016) y culminará el 28 de mayo del año dos mil diecisiete (2017).

1.3. Problema de la Investigación

1.3.1 Problema General

¿Cuáles los parámetros de funcionamiento del ventilador centrífugo que se deben recalcular para mantener la temperatura de funcionamiento en condiciones óptimas de la turbina MS7001FA?

1.3.2 Problemas Específicos

¿Cuál es la secuencia de cálculos para redefinir los parámetros de funcionamiento del ventilador centrífugo?

¿Cuál es el procedimiento apropiado que prolongue la vida útil del ventilador?

¿Qué ventilador se ajusta al recalcu de los parámetros de funcionamiento del ventilador?

1.4. Objetivo de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Realizar recalcu de los parámetros de funcionamiento del ventilador centrífugo para mantener la temperatura de funcionamiento en condiciones óptimas de la turbina MS7001FA.

1.4.2 Objetivos Específicos

Programar una secuencia de cálculos para redefinir los parámetros de funcionamiento del ventilador centrífugo para mantener la temperatura de funcionamiento en condiciones óptimas de la turbina MS7001FA.

Determinar el procedimiento apropiado que prolongue la vida útil del ventilador.

Seleccionar el ventilador apropiado que se ajuste al recalcu de los parámetros de funcionamiento del ventilador.

1.5. Hipótesis de la Investigación

1.5.1 Hipótesis General

Recalcu de los parámetros de funcionamiento del ventilador centrífugo para mantener la temperatura de funcionamiento en condiciones óptimas de la turbina MS7001FA

1.5.2 Variables e Indicadores

a Variable Independiente

Parámetros de funcionamiento de ventilador centrífugo.

b Variable Dependiente

Alcanzar temperaturas de funcionamiento óptimas de la turbina MS7001FA.

1.5.3 Operación y Análisis de la Hipótesis

Tabla 1

Operación y Análisis de la Hipótesis.

HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
Recalculo de los parámetros de funcionamiento de ventilador centrífugo.	Variable Independiente Recalculo de los parámetros de funcionamiento de ventilador centrífugo.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de la necesidad y disponibilidad del sistema. • Características del sistema. • Características de operatividad antes y durante. • Recalculo parámetros de funcionamiento. • Representación en P&D.
	Variable Dependiente Mantener la temperatura de funcionamiento en condiciones óptimas de la turbina MS7001FA.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de ventilación y extracción. • Características de espectros. • desempeño de la turbina MS7001FA.

Fuente: (Propia, 2017)

1.6. Tipo y Nivel de Investigación

1.6.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación es descriptiva.

1.6.2 Nivel de Investigación

El nivel de investigación es de tipo Descriptiva

1.6.3 Método de Investigación

El método de investigación aplicado es tipo Cualitativa

1.6.4 Orientación de la Investigación

La investigación está orientada a mejoras.

1.6.5 Tiempo de Ejecución

Según el tiempo de ejecución es de tipo síncrona.

1.6.6 Grado de Abstracción

Según el grado de abstracción es aplicada.

1.7. Técnicas, Material, Fuentes, Análisis y Recolección.

1.7.1 Técnicas.

- Observaciones en campo.
- Toma de datos en campo.
- Verificación de los requisitos funcionales.
- Registro Fotográfico.
- Hojas técnicas de Equipos.

1.7.2 Materiales Bibliográfico y Documental.

- Alcanzados por Proyecto.
- Representación en planos.
- Diseño y cálculo de ventiladores.
- Guías referentes a vibraciones de motores eléctricos.
- Manual de vibraciones y ruido.

1.7.3 Fuentes.

- Verificar requisitos funcionales.
- Alcanzados por Proyecto.
- Presentación en planos de la ingeniería básica.

1.7.4 Análisis y Recolección de Datos.

Se contemplará las variables adecuadas para el recalcu de los parámetros de funcionamiento del ventilador, selección apropiada del material, conclusiones y recomendaciones.

1.8. Justificación de la Investigación

1.8.1 Justificación Teórica

El compartimiento de turbina debe estar en condiciones óptimas (temperatura recomendadas por el fabricante) de funcionamiento de todas las secciones de este modo ningún sensor ponga fuera de servicio la turbina para lo cual los motores eléctricos y los ventiladores deben estar en niveles óptimos de funcionamiento.

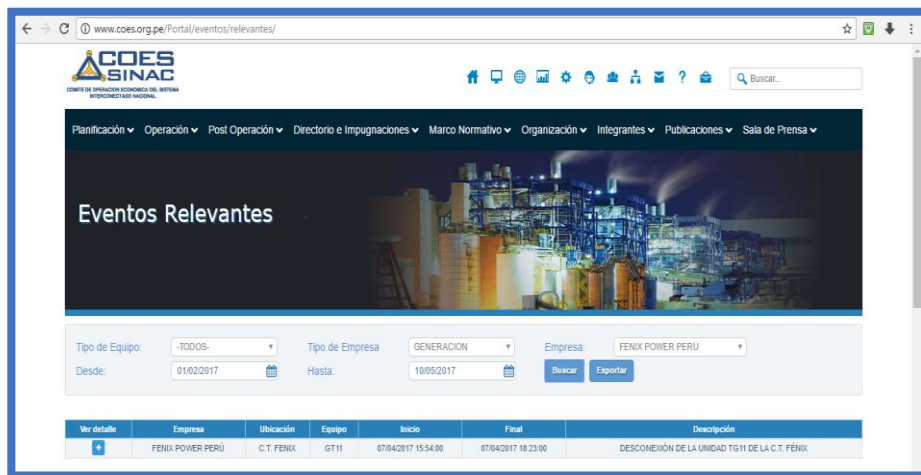
Motores eléctricos de ventilación, extracción de turbinas MS7001FA están expuestos a fallos más por trabajan a temperaturas elevadas.

Con la presente investigación es determinar los parámetros de funcionamiento del ventilador centrífugo y el procedimiento adecuados para alargar su vida útil de la misma.

1.8.2 Justificación Económica

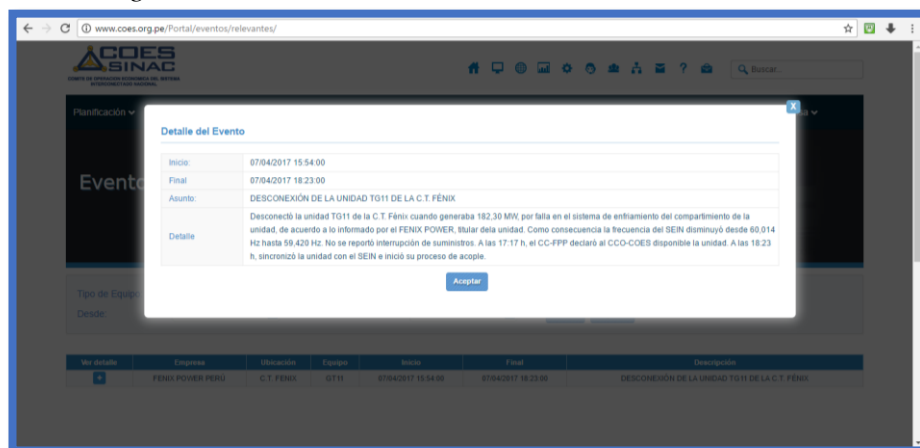
Con el recalcu de los parámetros de funcionamiento se mantendrá en condiciones óptimas el compartimiento para el funcionamiento de la turbina MS7001FA.04 al más alto nivel en función de tiempo y costo de penalidades que ascienden de acuerdo graduación establecidos en el numeral 13.3 del artículo 13° del Reglamento del Procedimiento Administrativo Sancionador de Osinergmin, aprobado por Resolución de Consejo Directivo N° 233-2009-OS/CD, como lo señalado en el numeral 3 del artículo 230° de la Ley N° 27444.

Imagen 1
 Página Web de COE, Eventos Relevantes.



Fuente: Justificación Económica (COES SINAC, 2017)

Imagen 2
 Página web de COE, eventos relevantes.



FUENTE: Justificación Económica (COES SINAC, 2017)

1.9. Limitaciones de la investigación

Existen limitaciones de acceso al software de funcionamiento de la turbina turbinas MS7001FA por ser confidenciales.

La investigación solo analiza sistema de ventilación del compartimiento de turbina faltando realizar los análisis de los de más compartimientos del sistema de extracción y ventilación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Sistema de Ventilación

El propósito del sistema de ventilación es disipar el calor generado por compartimiento de turbina y diluir cualquier pequeña fuga de gas peligrosa. Abastecimiento de aire del exterior y expulsión mecánica del aire que está contenida en un compartimiento al exterior. El compartimiento de turbina está fabricado con techos y paneles laterales aislados térmicamente. Las tomas de aire se dan por los campers.

2.2. Antecedentes de la Investigación.

Edgar Iván Meneses Mendoza “ANÁLISIS Y DISEÑO PARA LA PROPUESTA DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN ADECUADA PARA FOGEL DE CENTROAMÉRICA”. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería

Alicia Toro García “DISEÑO Y CALCULO DE SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE RO-RO DE 210 PLATAFORMAS” Universitaria de Ingeniería Técnica Naval Universidad de Cádiz

Blas Zamora Parra, Antonio Viedma Robles (editorial RAI -2016) “Máquinas Hidráulicas”

Soler & Palau (2016) “ (Soler&Palau, 2016)”

2.2.1 Alcances del Proyecto.

Recalculo de los parámetros de funcionamiento del ventilador centrífugo es para mejorar el desempeño de la turbina MS7001FA en la planta generadora de energía para poder evitar indisponibilidad, prolongar la disponibilidad y una oportuna adquisición de un nuevo ventilador.

Selección del material adecuado para trabajo a realizar bajo las condiciones de recalculo y la zona donde está ubicada la planta

Los recalcu y selección de ventilador se deben trabajar en base a los parámetros, la estructura y componentes del compartimiento de turbina llevando los cálculos a una eficiencia muy buena, el nuevo ventilador debe ser maniobrable para una intervención a futuro.

2.3. Ventiladores

Los ventiladores son turbomáquinas que recibe energía mecánica a través de su eje para producir el movimiento rotatorio de las hélices que a su vez es entregada a un gas lo cual incrementa la energía cinética del fluido.

Los principales componen de un ventilador son:

- Elemento rotativo
- Soporte
- Motor

Imagen 3
Variedad de Ventiladores



Fuente: http://img1.weiku.com/c/022/075/AC_external_rotor_motor_axial_fan_400mm_5765_4.jpg

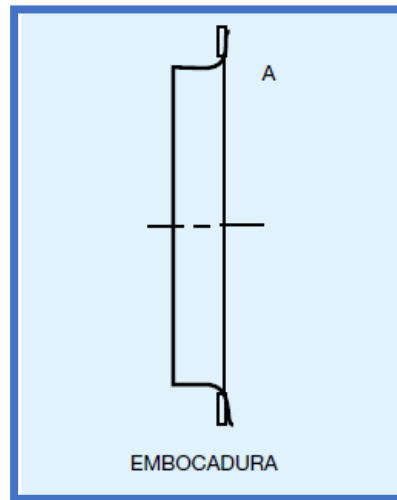
2.3.1 Clasificación de Ventiladores

El elemento rotativo es la pieza del ventilador que gira en torno al eje de este. Puede ser una Hélice o un Rodete.

Lo llamaremos hélice si la dirección de salida del aire impulsado es paralela al eje del ventilador (dirección axial), puede mover gran cantidad de aire comunicando al mismo una discreta presión (Sistemas de ventilación - Slideshare)

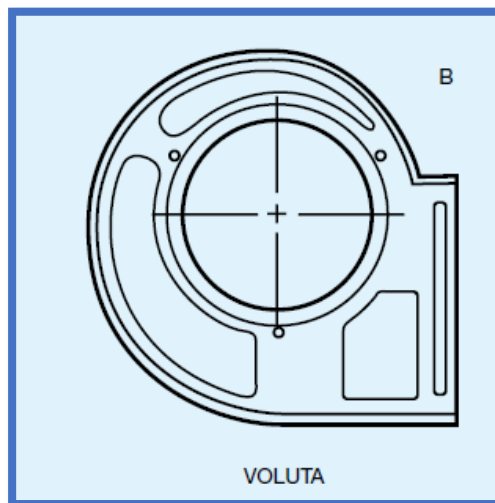
Lo llamaremos Rodete si la dirección de salida del aire impulsado es perpendicular al eje del ventilador, mueven un volumen de aire menor que las hélices, pero con una presión mucho mayor (Sistemas de ventilación - Slideshare).

Figura 1
Embocadura Ventiladores de Hélice



Fuente: <https://image.slidesharecdn.com/sistemasdeventilacin-130903012315-phpapp01/95/sistemas-de-ventilacin-11-638.jpg?cb=1378171560>

Figura 2
Voluta Ventiladores de Rodete



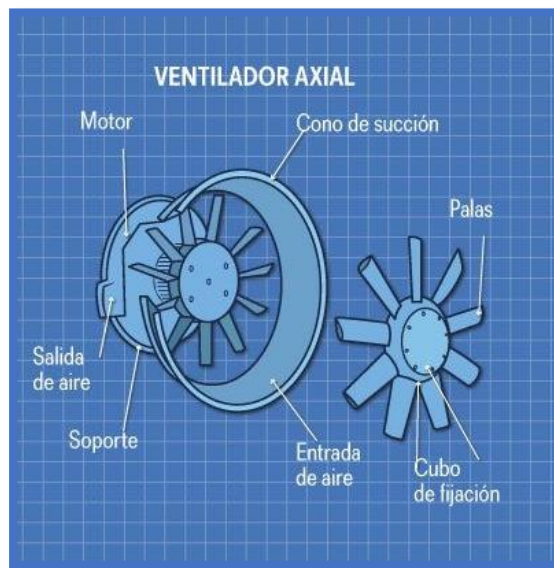
Fuente: <https://image.slidesharecdn.com/sistemasdeventilacin-130903012315-phpapp01/95/sistemas-de-ventilacin-14-638.jpg?cb=1378171560>

Se dividen en dos grandes grupos: los ventiladores axiales y los ventiladores centrífugos.

2.3.2 Ventiladores Axiales

En los ventiladores axiales, el movimiento del flujo a través de la hélice, con álabes o palas de diferentes formas, se realiza conservando la orientación del eje.

Figura 3
Ventiladores Axiales-Principales Componentes



Fuente: <http://i64.tinypic.com/35krd6a.jpg>

Imagen 4
Ventiladores Axiales

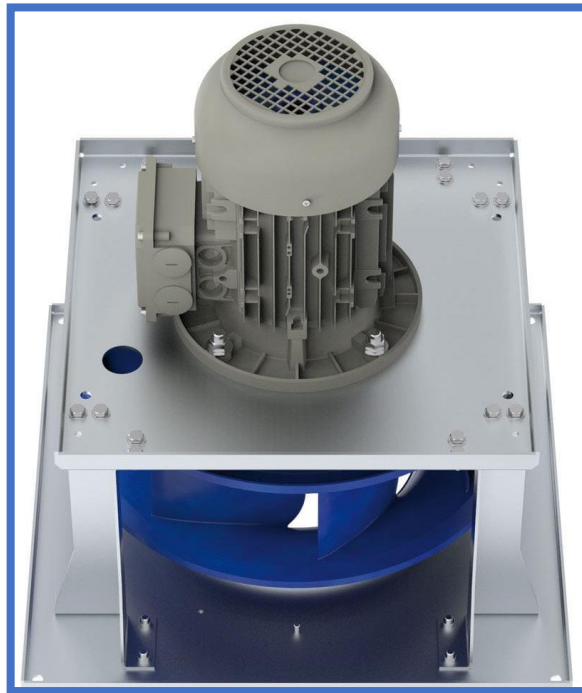


Fuente: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQsPxJrjHx68AfVN4PYzUaJaq2goM1ZqftnHP2IkAAz7uDwx6B4uA>

2.3.3 Ventiladores Centrífugos

En los ventiladores centrífugos el aire ingresa en dirección paralela al eje del rodete, por la boca de aspiración, y la descarga se realiza tangencialmente al rodete, es decir que el aire cambia de dirección noventa grados (90 °)

Imagen 5
Ventiladores Centrífugos



Fuente: http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/19324-9778536.jpg

Figura 4
Ventiladores Centrífugos- Principales componentes



Fuente: <http://i64.tinypic.com/35krd6a.jpg>

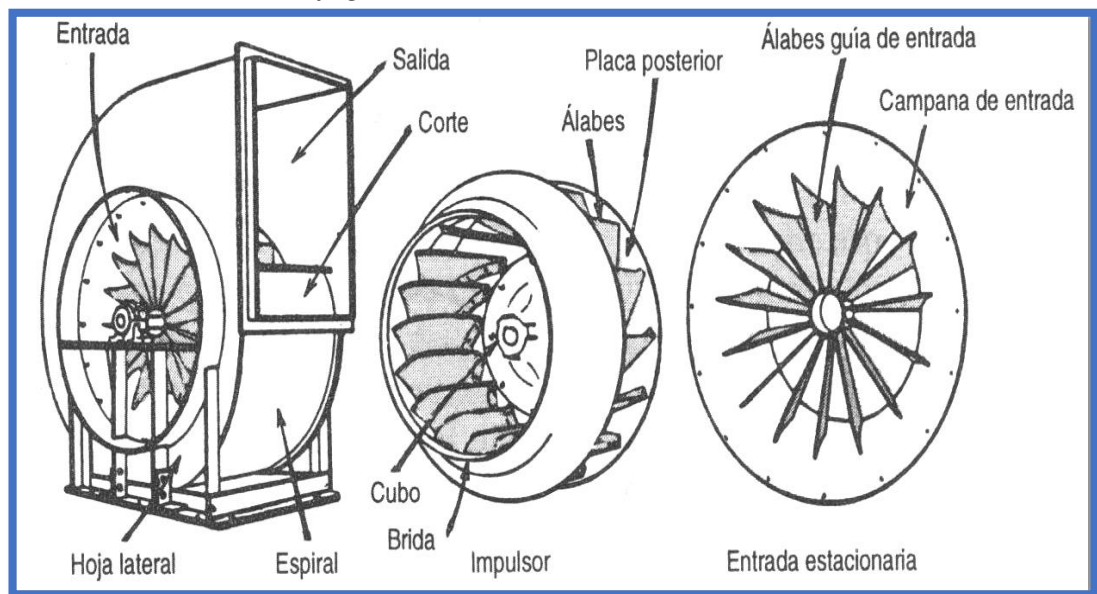
2.3.4 Fundamentos de los Ventiladores Centrífugos

El ventilador centrífugo se desarrolló a partir de los diseños simples de la rueda de paletas, en los cuales la rueda era un disco que llevaba segmentos radiales de placa plana, esta forma sigue empleándose en ventiladores sin obstrucción.

2.3.5 Clasificación y Componentes de un Ventilador Centrífugo.

El ventilador centrífugo consta en un impulsor (rotor) encapsulada en una envoltura (voluta); el aire entra a través del eje del rotor paralelo al eje del ventilador, es succionado por el impulsor y enviado contra la envolvente la cual descarga en la salida de la envoltura en un ángulo recto al eje.

Figura 5
Ventilador Centrífugos



Fuente: pfernandezdiez.es

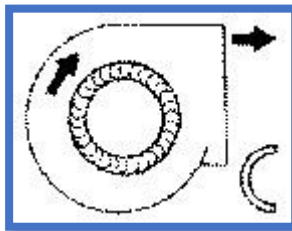
Los ventiladores centrífugos se clasifican según el tipo de impulsor (alabes) en:

- Álabes de curvatura hacia adelante.
- Álabes radiales.
- Álabes inclinados hacia atrás.

a **Álabes Curvados Hacia Adelante, $\beta_2 > 90^\circ$**

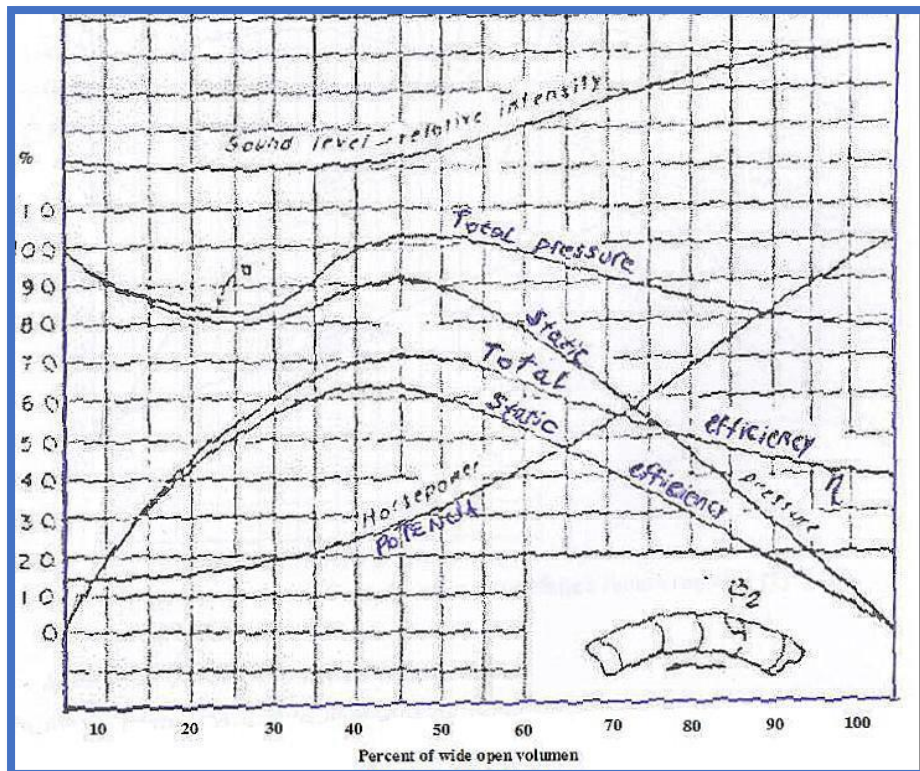
Este tipo de ventilador necesita reducido espacio, una baja velocidad periférica y presenta bajo nivel de ruido. Se utiliza en circunstancias donde la presión estática necesaria es de baja a media. No se recomienda utilizar aire con polvo, ya que el polvo se adhiere fácilmente a los pequeños álabes, por lo que se puede provocar un desequilibrio del impulsor. Su rendimiento es bajo, el máximo está en un orden de 65% al 75%.

Figura 6
Álabes Curvados Hacia Adelante



Fuente: <http://www.chiblosa.com.ar/images/centri1.jpg>

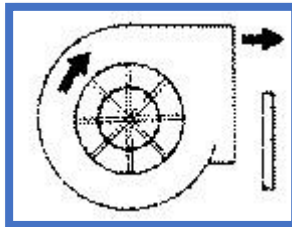
Figura 7
Curva Característica Para Alabes Curvados Hacia Adelante o Tipo Siroco



b Álabes Radiales, $\beta_2 = 90^\circ$.

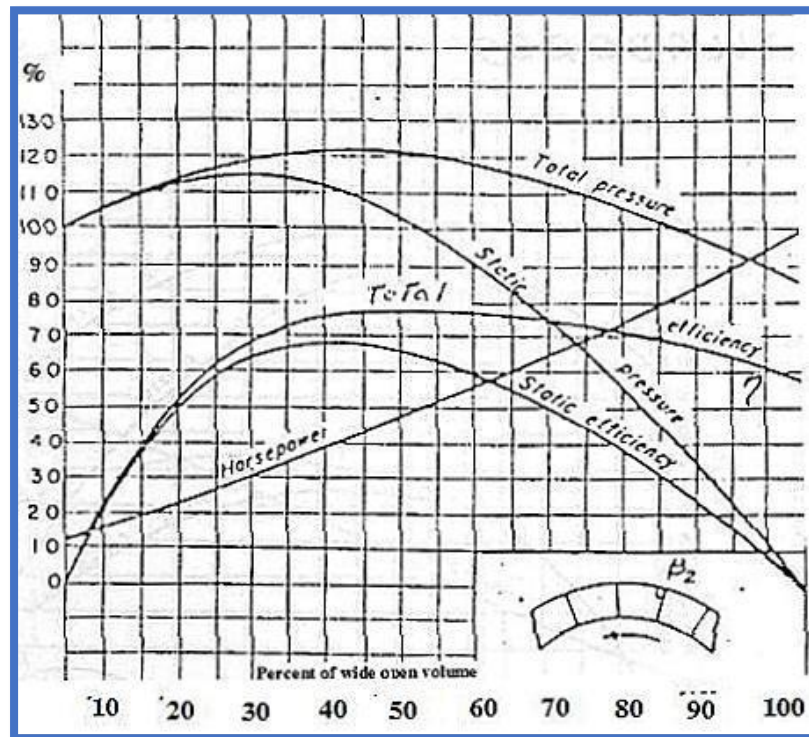
Tienen por lo general entre 6 y 12 álabes; se emplean para impulsar aire sucio (contaminado); la disposición radial de los álabes evita la acumulación de material sobre los mismos. Su principal característica es la flexibilidad en la construcción de anchura proporcional, que permite lograr presión estática alta con una capacidad más o menos baja. La velocidad periférica es media, alto nivel de ruido y se utilizan en sistemas de extracción de aire sucio o limpio.

Figura 8
Álabes Radiales



Fuente: <http://www.chiblosa.com.ar/images/centri1.jpg>

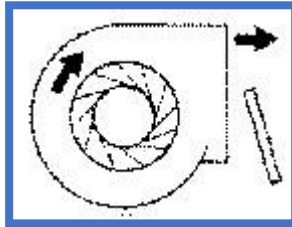
Figura 9
Curva Característica Para Alabes Rectos Radiales



c Álabes Inclinados Hacia Atrás, $\beta_2 < 90^\circ$.

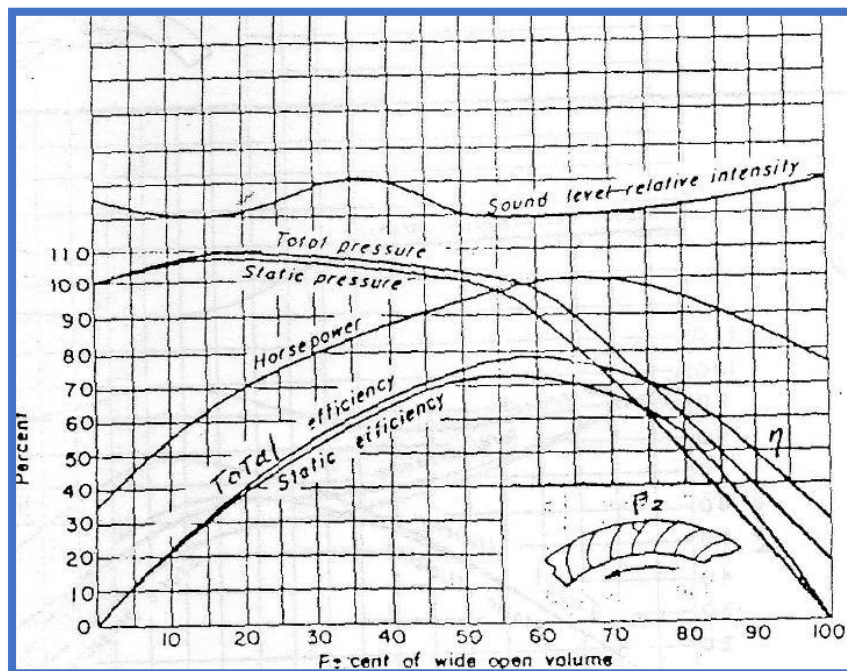
Tienen el ángulo óptimo para convertir gran parte de la energía directamente a presión; por ello, son muy eficientes con un nivel de ruido relativamente bajo y de bajo consumo de energía. Estos ventiladores funcionan a velocidad media, tienen amplia capacidad de presión y volumen y producen menos carga de velocidad que los del mismo tamaño con curvatura al frente. Otra ventaja es que las pequeñas variaciones en el volumen del sistema suelen ocasionar pequeñas variaciones en la presión del aire, lo cual facilita su control. Estos poseen normalmente de 8 a 16 álabes.

Figura 10
Álabes Inclinados Hacia Atrás



Fuente: <http://www.chiblosa.com.ar/images/centri1.jpg>

Figura 11
Curva Característica de Alabes Curvados Inclinados Hacia Atrás

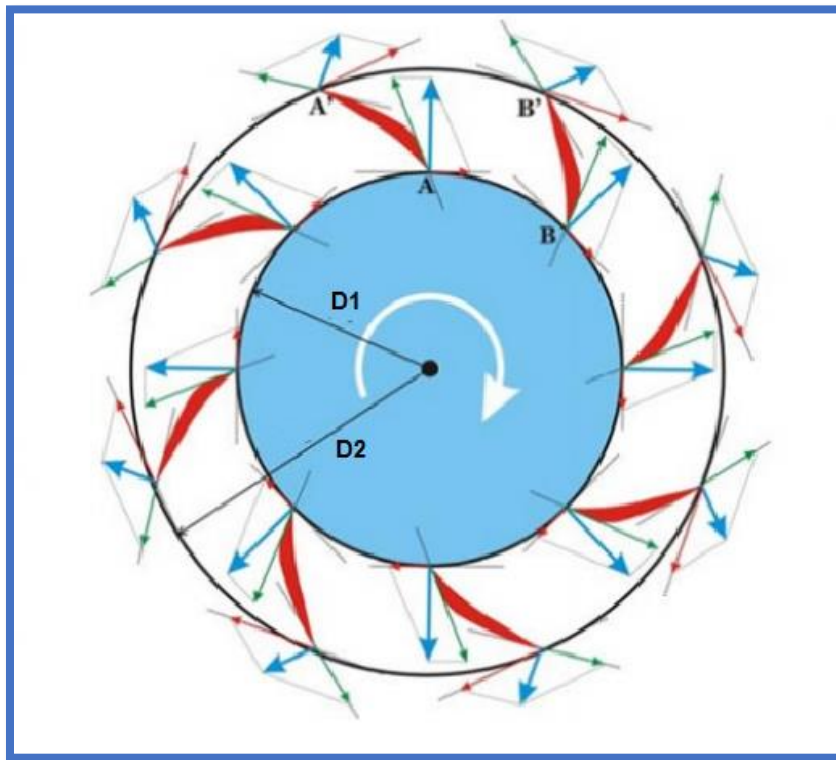


2.3.6 Principio de Funcionamiento (Ecuación de Euler)

El comportamiento del fluido en el ventilador centrífugo se hace por medio de la figura, que muestra los triángulos de velocidad en la salida y la entrada del impulsor respectivamente, en donde los tres vectores del triángulo lo componen la velocidad periférica del impulsor (u), la velocidad relativa del fluido (w) y la velocidad absoluta del fluido (c).

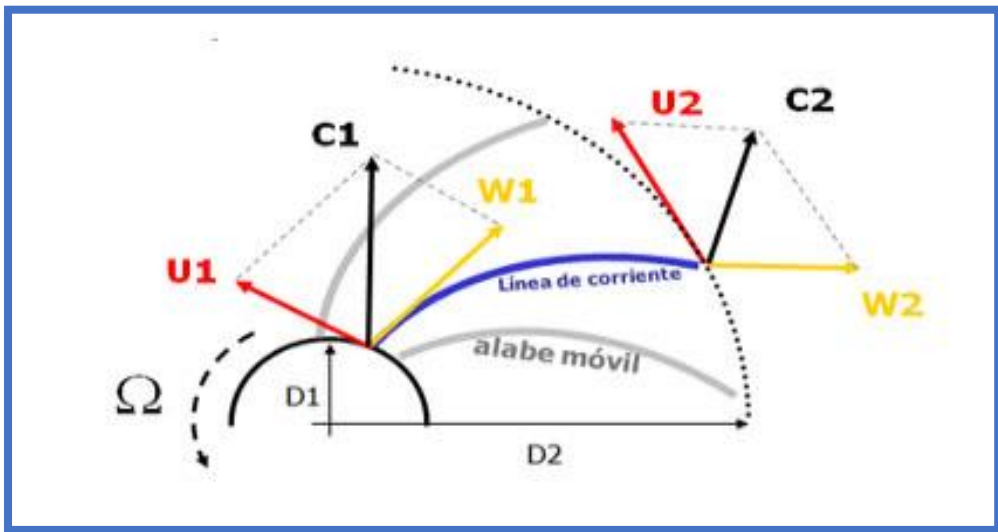
Imagen 6

Principio de Funcionamiento (Ecuación de Euler)



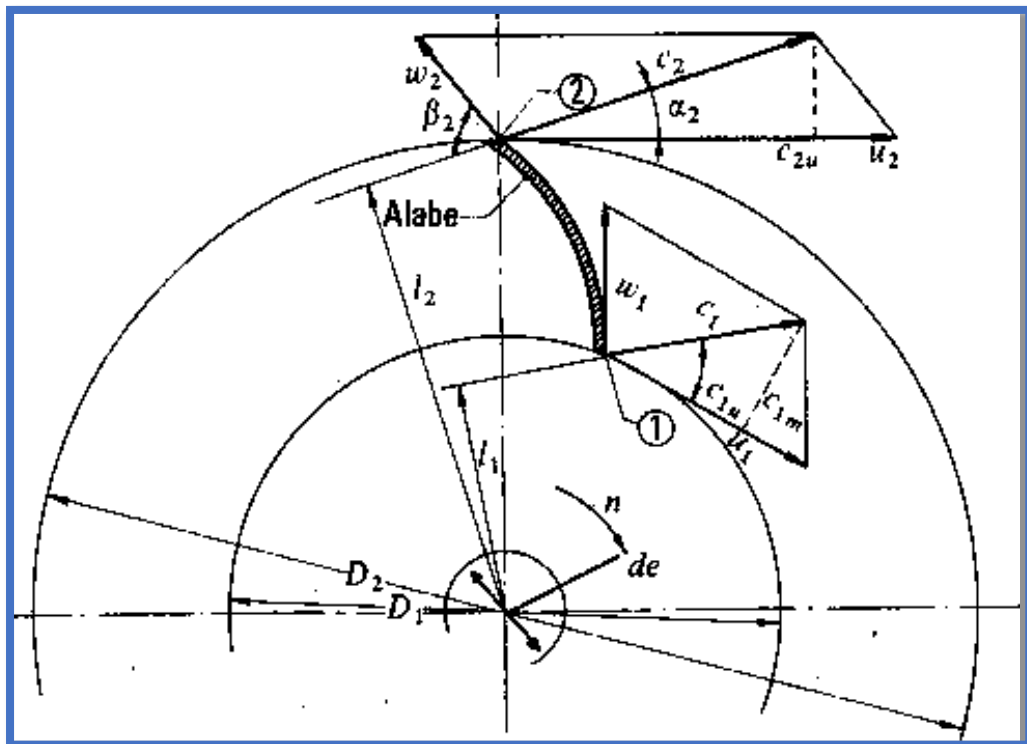
Fuente: http://oilproduction.net/media/k2/items/cache/9df43eaf2ccf22c628758e233881ef55_L.jpg

Figura 12
Principio de Funcionamiento (Ecuación de Euler)



Fuente: <https://ingelibreblog.files.wordpress.com/2014/09/triangulo3.jpg>

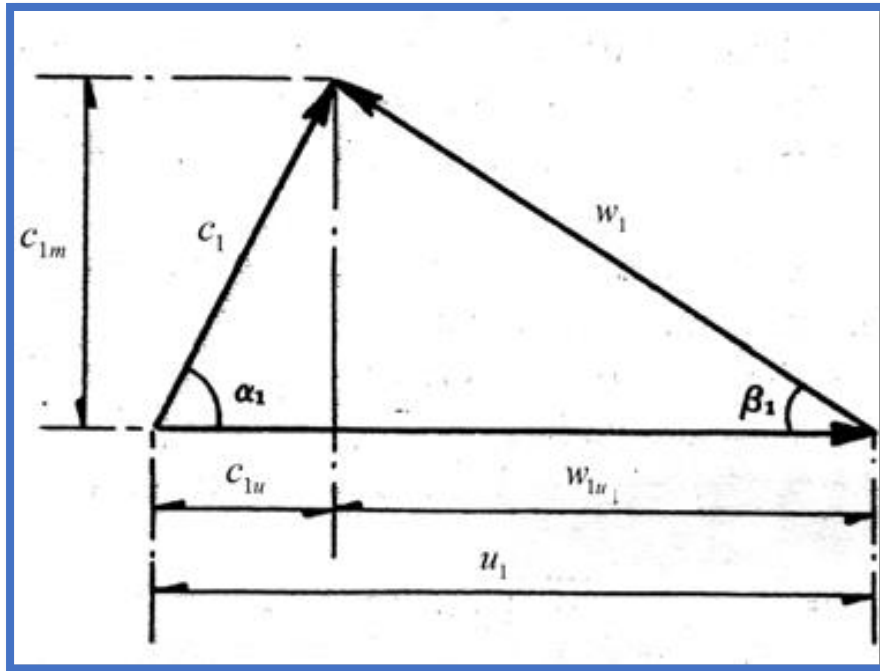
Figura 13
Principio de Funcionamiento (Ecuación de Euler)



Fuente: Pfernandezdiez.es

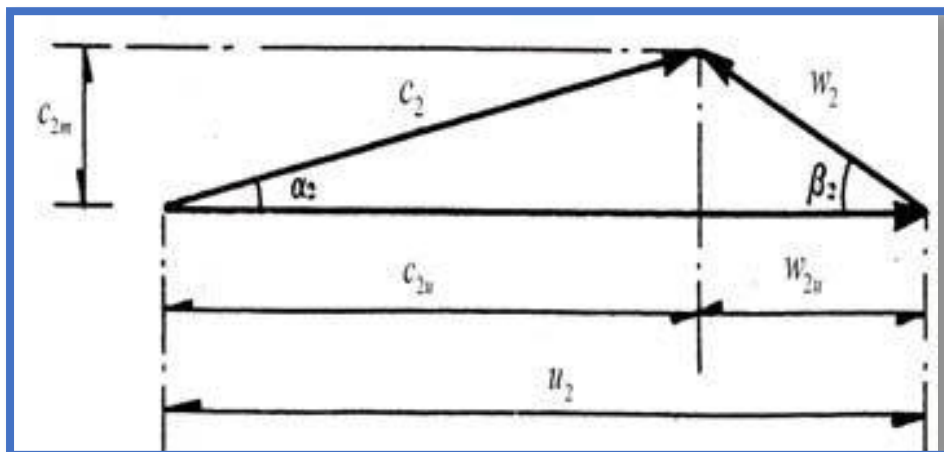
Corte transversal de un impulsor con los triángulos de velocidad a la entrada y salida de un fluido dado.

Figura 14
Triángulo de Velocidades a la Entrada del Impulsor



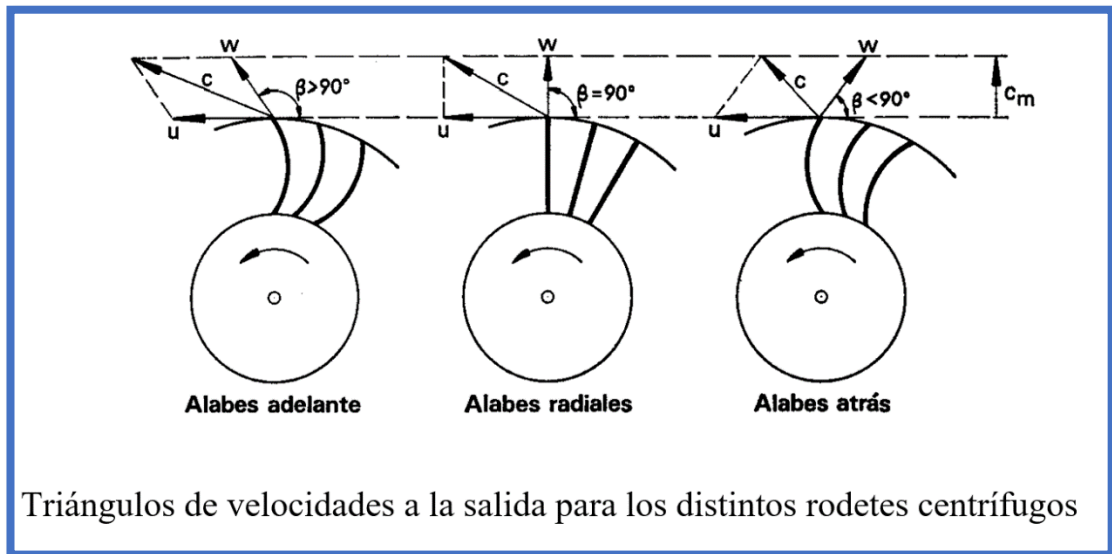
Fuente: Pfernandezdiez.es

Figura 15
Triángulo de Velocidades a la Salida del Impulsor



Fuente: Pfernandezdiez.es

Figura 16
Triángulo de Velocidad en los Distintos Rodetes Centrífugos



Fuente: <https://3.bp.blogspot.com/-lAMFqxb0jo/V8m2kxQUf9I/AAAAAAAAAW0/LbavhiEWT9QJDCIPJ4GI35kjTMaho6PnwCLcB/s1600/VENTILADORES%2BCENTRIFUGOS%2BRADIALES.png>

La velocidad periférica del impulsor (u) está dada por

$$u = \frac{D\omega}{2} \quad 2.3.6-a$$

La fuerza que recibe el impulso por un fluido

$$F = \rho * Q\Delta\vec{v} \quad 2.3.6-b$$

La variación de la fuerza del fluido dentro del rodete estará expresada en la siguiente ecuación:

$$F = \rho * Q(\bar{c}_2 - \bar{c}_1) \quad 2.3.6-c$$

Momentos con relación al eje de la máquina se tiene:

$$M = \rho * Q(r_2 c_2 \cos \beta_2 + r_1 c_1 \cos \beta_1) \quad 2.3.6-d$$

La potencia en cualquier máquina rotodinámica

$$PT_{maq} = M\omega \quad 2.3.6-e$$

La potencia entregada por el impulsor al fluido es

$$PT_{transf} = M\omega = \rho Q(r_2 c_2 \cos \alpha_2 + r_1 c_1 \cos \alpha_1)\omega \quad 2.3.6-f$$

La potencia en el fluido se expresa de la siguiente manera:

$$PT_{fluido} = \gamma Q H_u \quad 2.3.6-g$$

Por lo tanto, la ecuación 2.3.6-f y 2.3.6-g son equivalentes y se sabe que el peso específico

$$\gamma = \rho g \quad 2.3.6-h$$

Se sustituye este en la igualdad de la potencia en el fluido obteniendo lo siguiente:

$$QH_u g = Q(r_2 c_2 \cos \alpha_2 + r_1 c_1 \cos \alpha_1)\omega \quad 2.3.6-i$$

Conociendo las componentes de las velocidades periféricas en la entrada.

$$r_1 \omega = u_1 \quad 2.3.6-j$$

Y salida

$$r_2 \omega = u_2 \quad 2.3.6-k$$

Entonces la ecuación 2.4 se puede simplificar de la siguiente manera:

$$QH_u g = Q(u_2 c_2 \cos \alpha_2 + u_1 c_1 \cos \alpha_1) \quad 2.3.6-l$$

Si se observa los dos triángulos de velocidad en la figura 2.7 se tiene que

$$c_1 \cos \alpha_1 = c_{1u} \text{ y } c_2 \cos \alpha_2 = c_{2u} \quad 2.3.6-m$$

Respectivamente, al sustituir los valores anteriores en la ecuación y simplificando, se obtiene la ecuación de Euler; la cual describe el principio de funcionamiento de cualquier turbomáquina.

$$H_u = \frac{c_{2u}u_2 - c_{1u}u_1}{g} \quad 2.3.6-n$$

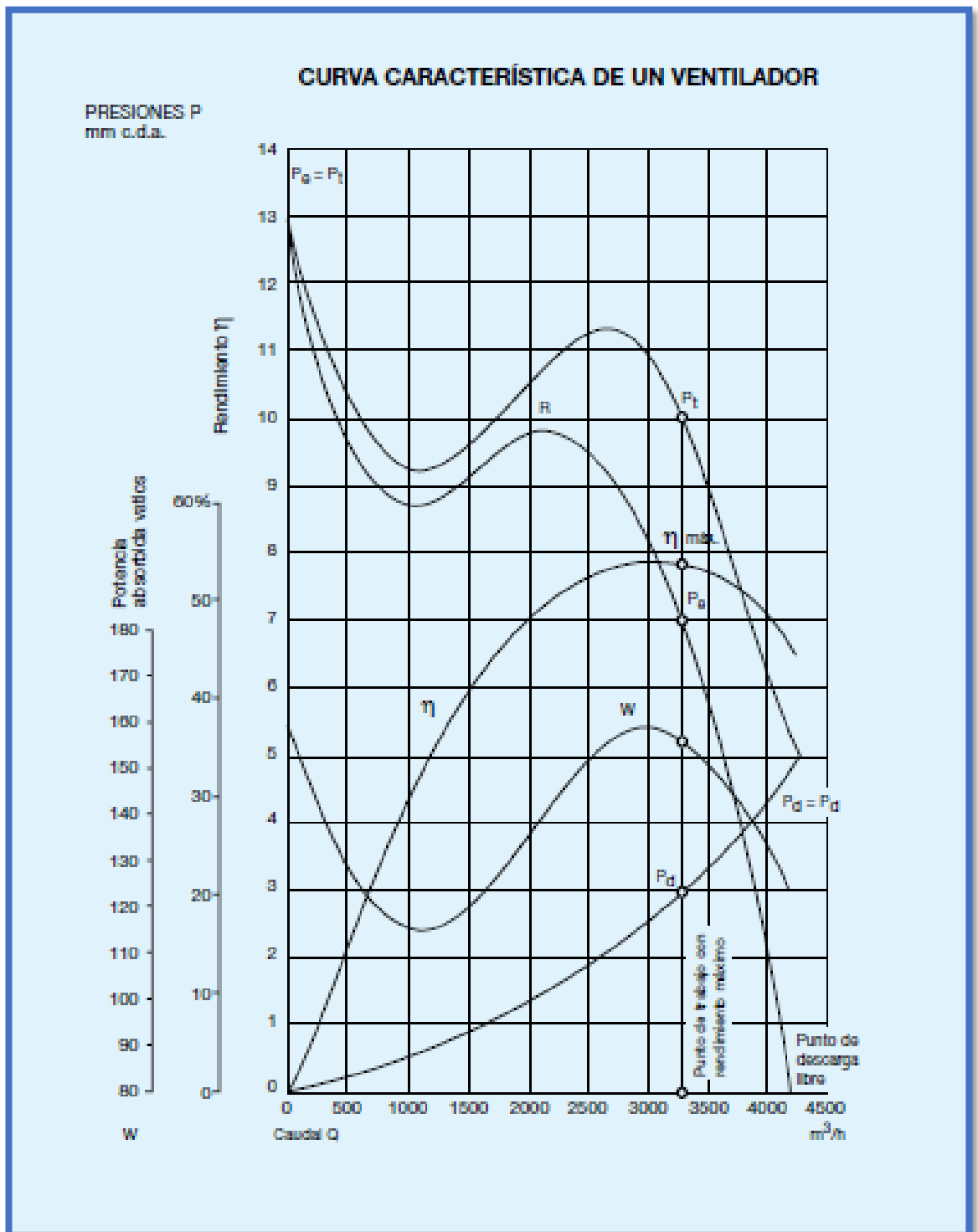
Dónde:

H_u	Altura de Euler dada en (m).
g	Aceleración de la gravedad (m/s^2).
u_1	Velocidad periférica a la entrada del impulsor (m/s).
c_{1u}	Proyección de c_1 sobre u_1 .
u_2	Velocidad periférica a la salida del impulsor (m/s).
c_{2u}	Proyección de c_2 sobre u_2 .

2.3.7 Curvas características de funcionamiento del ventilador centrífugo.

Para realizar el estudio en los ventiladores centrífugos se tienen que conocer sus curvas características de funcionamiento de esta máquina. Estas describen el funcionamiento del ventilador desde su descarga libre hasta el estrangulamiento completo del flujo de descarga; todos los parámetros que se toman en cuenta se grafican contra el caudal en cada uno de los puntos de funcionamiento de la máquina determinados por el porcentaje de estrangulamiento en la descarga.

Figura 17
 Curvas características de funcionamiento del ventilador centrífugo



Fuente: (Escoda, 2017)

Los valores medidos principalmente para obtener las curvas del funcionamiento del ventilador son el caudal Q y la presión total ΔP_t . En una prueba bien hecha siempre hay que especificar las condiciones en que se

realizaron; es decir, indicar a que presión barométrica y temperatura ambiente se realizó la prueba, para con ello determinar la densidad del aire.

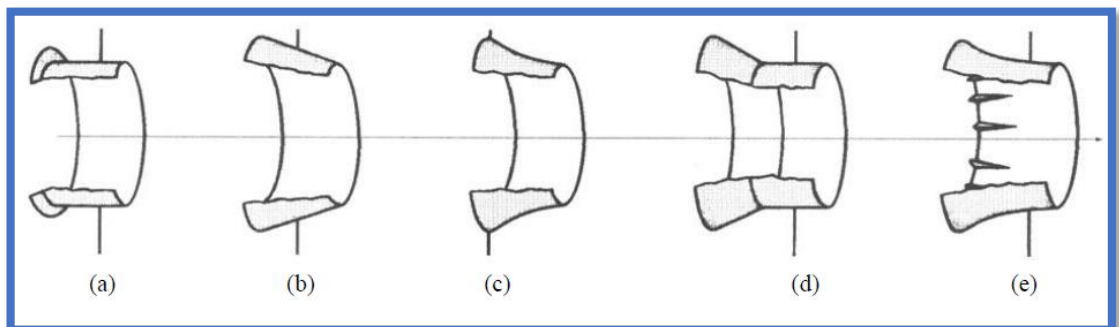
De la tabla tenemos que poner mayor énfasis en la obtención de la presión estática del ventilador ya que a futuro nos va a facilitar la selección del ventilador según sea su aplicación.

2.3.8 Cono de Succión

Dentro de las partes importantes del ventilador se encuentra el cono de succión (entrada), también conocido como ojo de succión. En algunas ocasiones se colocan álabes guía en el cono de succión para mejorar el flujo. En la figura 18 se muestran algunas formas del cono de entrada. La construcción que se tiene en (a) es la de peor rendimiento y en la construcción (c) es una forma más aerodinámica que permite una entrada de la corriente de aire en el impulsor más uniforme.

Figura 18

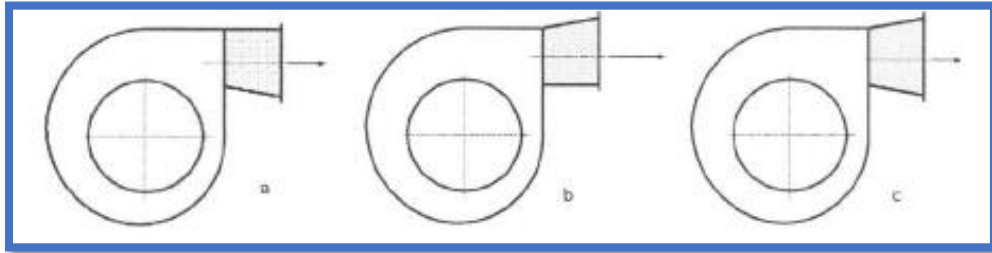
Formas Cono de Succión: a) cilíndrica; b) cónica; c) abocinada; d) compuesta; e) guiada con álabes directores.



Fuente: pfernandezdiez.es

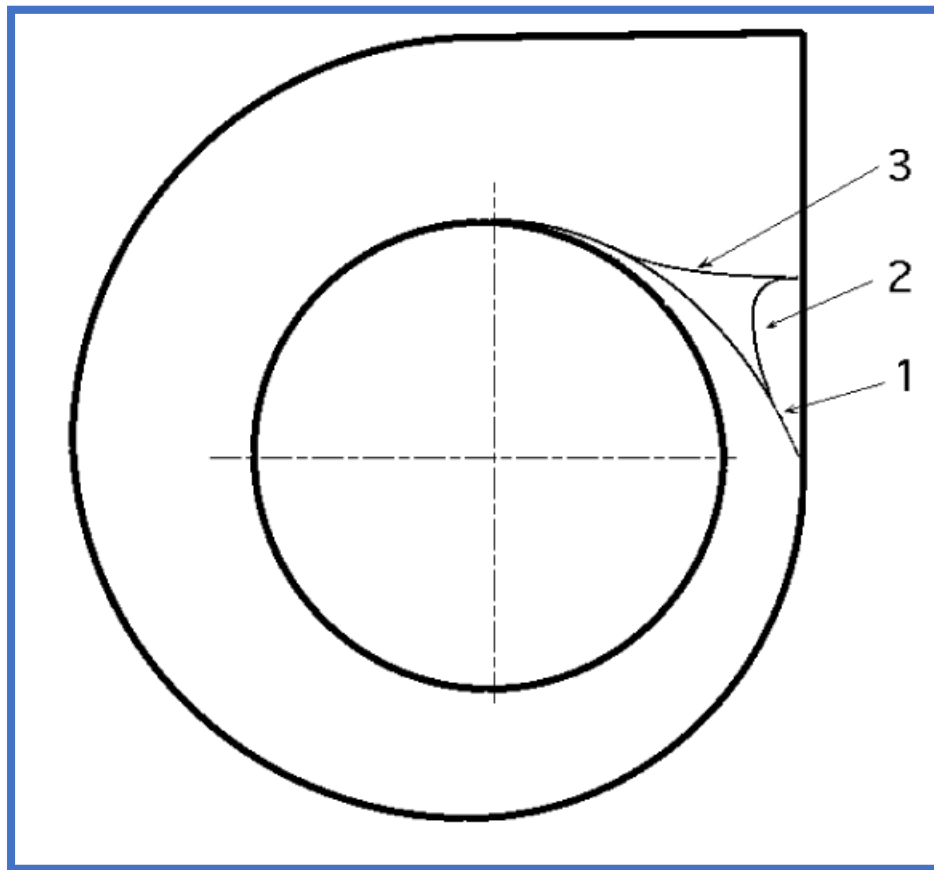
La lengua de la voluta puede ser larga, corta o no existir, como se indica en la figura; una lengua excesivamente corta es causa del aumento de ruido en los ventiladores, mientras que una lengua excesivamente larga provoca una disminución del rendimiento. En la figura se muestra el difusor a la salida del ventilador.

Figura 19
Montaje del Difusor a la Salida del Ventilador
a) *Correcta*; b) *Incorrecta*; c) *Difusor simétrico*.



Fuente: pfernandezdiez.es

Figura 20
Formas de Lengua de la Voluta 1 sin lengua; 2 con lengua poco pronunciada; 3 con lengua pronunciada



Fuente: pfernandezdiez.es

El caudal volumétrico de aspiración se calcula aplicando la ecuación de continuidad:

$$Q = v * A \text{ (} m^3/s \text{)} \quad \mathbf{2.3.8-a}$$

Dónde:

V (m / s): velocidad del aire.

A (m²): área de la sección de pasaje del aire a la velocidad **v**.

2.3.9 Leyes de los Ventiladores.

Según la “norma UNE 100-230-95”, que trata de este tema, encontramos lo siguiente:

«Si un ventilador debe funcionar en condiciones diferentes de las ensayadas, no es práctico ni económico efectuar nuevos ensayos para determinar sus prestaciones.

Mediante el uso de un conjunto de ecuaciones designado con el nombre de “LEYES DE LOS VENTILADORES” es posible determinar, con buena precisión, las nuevas prestaciones a partir de los ensayos efectuados en condiciones normalizadas.

Al mismo tiempo, estas leyes permiten determinar las prestaciones de una serie de ventiladores geoméricamente semejantes a partir de las características del ventilador ensayado.

Las leyes de los ventiladores están indicadas, bajo forma de relación de magnitudes, en ecuaciones que se basan en la teoría de la mecánica de fluidos y su exactitud es suficiente para la mayoría de las aplicaciones, siempre que el diferencial de presión sea inferior a 3 kPa, «por encima del cual se debe tener en cuenta la compresibilidad del gas».

Estas leyes se basan en el hecho que dos ventiladores de una misma serie tienen similitud sus curvas características y para puntos de trabajo semejantes

tienen el mismo rendimiento, manteniéndose entonces interrelacionadas todas las razones de las demás variables.

- Las variables que comprenden a un ventilador son:
- La velocidad de rotación.
- El diámetro del impulsor.
- La presión total, estática y dinámica.
- El caudal.
- La densidad del fluido a manejar.
- La potencia absorbida.
- El rendimiento.
- El nivel sonoro.

Además, debe tenerse previamente en cuenta al aplicar las leyes de los ventiladores, que los valores conocidos sean de un aparato de la misma familia trabajando en las mismas condiciones, bajo las cuales se quiere determinar los nuevos valores y las condiciones del ventilador; considerando sean todas proporcionales a las correspondientes del tomado como punto de partida y cuyos valores reales de estudio se conozcan.

También es necesario que la velocidad del fluido dentro del ventilador sea proporcional de uno a otro y para lo cual debe comprobarse que la razón entre la velocidad periférica de dos puntos de un impulsor sea la misma que la de entre dos puntos semejantes del otro impulsor.

Los principales parámetros siguientes símbolos y unidades

Tabla 2
Símbolos y Unidades

Símbolo	Concepto	unidad
D_r	Diámetro hélice/rodete	m
L_{Wt}	Nivel Potencia total sonora	dB
n	Velocidad rotacional	RPM $-S^{-1}$
PT	Potencia mecánica suministrada al ventilador	W
P_f	Presión del ventilador	Pa
Q_v	Caudal de entrada	$m^3 S^{-1}$
ρ	Densidad	$kg m^{-3}$

Fuente: (Propia, 2017)

Para el cálculo la variación de los diferentes parámetros tenemos las siguientes ecuaciones.

a Variación del Diámetro.

Caudal

$$\frac{Q_v}{Q_{v0}} = \left(\frac{D_r}{D_{r0}}\right)^3 \quad 2.3.9-a$$

Presión

$$\frac{P_f}{P_{f0}} = \left(\frac{D_r}{D_{r0}}\right)^2 \quad 2.3.9-b$$

Potencia

$$\frac{Pot}{Pot_0} = \left(\frac{D_r}{D_{r0}}\right)^5 \quad 2.3.9-c$$

Nivel Potencia

$$L_{Wt} - L_{Wt0} = 70 \log_{10} \frac{D_r}{D_{r0}} \quad 2.3.9-d$$

b Variación de la Velocidad.

Caudal

$$\frac{Q}{Q_0} = \left(\frac{n}{n_0}\right) \quad 2.3.9-e$$

Presión

$$\frac{P_f}{P_{f0}} = \left(\frac{n}{n_0}\right)^2 \quad 2.3.9-f$$

Potencia

$$\frac{Pot}{Pot_0} = \left(\frac{n}{n_0}\right)^3 \quad 2.3.9-g$$

Nivel Potencia

$$L_{Wt} - L_{Wt0} = 50 \log_{10} \frac{n}{n_0} \quad 2.3.9-h$$

c Variación de la Densidad.

Caudal

$$\frac{Q}{Q_0} = 1 \quad 2.3.9-i$$

Presión

$$\frac{P_f}{P_{f0}} = \frac{\rho}{\rho_0} \quad 2.3.9-j$$

Potencia

$$\frac{Pot}{Pot_0} = \frac{\rho}{\rho_0} \quad 2.3.9-k$$

Nivel Potencia

$$L_{Wt} - L_{Wt0} = 20 \log_{10} \frac{\rho}{\rho_0} \quad 2.3.9-l$$

2.4. Compuertas (Dampers)

Compuertas para control de flujo de aire; controladas a través de paneles de control de zona para aplicaciones de aire acondicionado y calefacción. Pueden ser usados para controlar el flujo de inyección en cada zona o bien para el desfogue del flujo de aire excedente hacia el exterior.

2.5. Ruido

Es uno de los agentes contaminantes inofensivos, que no tiene armonía ni ritmo y confuso la unidad de medida decibelio (dB)

Decibelio

Es una unidad que se utiliza para expresar la relación entre dos potencias acústicas o eléctricas (no es una unidad de medida), en esta oportunidad nos servirá para expresar el nivel del ruido generado por el ventilador (fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Decibelio>).

2.5.1 Ruido en Ventiladores

Cualquier máquina que este en movimiento, al igual que ventilador inevitablemente genera algún ruido según la ubicación de este de mayor o menor intensidad, pero estos deben estar dentro de los parámetros admisibles.

$$NPS = 20 \text{Log} \frac{P}{20} [dB] \quad 2.5.1-a$$

NSP Nivel de presión sonora (dB)

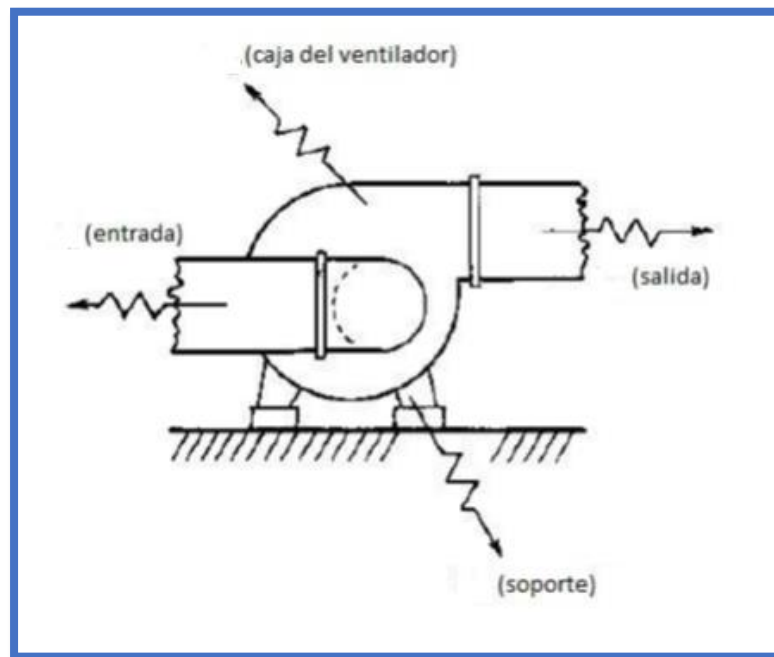
P Presión (Pa)

$$NWS = 10 \text{Log} \frac{W}{10^{-12}} [dB] \quad 2.5.1-b$$

L_{wt} Nivel de potencia sonora

W Potencia (w)

Figura 21
Sectores de Ruido del Ventilador Centrífugo.



Fuente: pfernandezdiez.es

2.5.2 Ruido en Ventiladores Centrífugos y Axiales

Dado que el ruido existe siempre a nuestro alrededor, quizás lo más importante sea determinar, no el ruido de un aparato en sí, sino el aumento de molestia que se produce sobre el ruido ya existente al poner en marcha un ventilador.

La característica del sonido tiene tres condiciones: la intensidad, el tono y el timbre.

La intensidad se refiere a la potencia sonora; hablamos así de un sonido más o menos intenso.

El tono es la cualidad que nos permite distinguir entre sonidos agudos y graves.

El timbre se refiere a la composición del sonido; es la cualidad que nos permite distinguir la voz de las personas.

Cada ventilador conlleva asociado un cierto ruido, nivel de presión sonora NPS, que se mide en decibelios (dB).

El decibelio es un número en una escala logarítmica en la que está relacionada la presión sonora a medir con otra de referencia.

La curva de eficiencia de los ventiladores centrífugos. En general es mejor utilizar ventiladores centrífugos, aunque se tienen un contraste considerable en el rendimiento entre los centrífugos y los axiales en el extremo inferior del intervalo de caudal y presión. En general, los ventiladores centrífugos son más fáciles de controlar, se tiene una mayor presión de trabajo y menos ruidosos que los de flujo axial.

Esto último es debido a que el ventilador axial cuenta con un menor número de álabes, debido a lo cual existe un aumento en la formación de torbellinos y se aumenta con ello el esfuerzo del tono en el elemento rotatorio (impulsor y álabes). Este trabajo se realizó en los ventiladores centrífugos debido a que se emplean más en la industria y se tiene más variaciones en el impulsor (ángulo de colocación del álabe) para el estudio, también con ello se obtendrá un estudio amplio de acústica, como base para un estudio posterior del ventilador axial (fuente: <https://extractordeaire.blogspot.pe/2016/03/ventilador.html>).

2.5.3 Fuentes de Ruidos en Ventiladores Centrífugos

Los ventiladores comúnmente son fuente de ruido que afecta el confort del medio ambiente, por lo que su comportamiento acústico constituye muchas veces un factor decisivo en la selección de este. De acuerdo con esto se han realizado estudios sobre las fuentes de ruido en los ventiladores, con lo cual se ha determinado que existen dos tipos de fuentes de acuerdo con su origen; las cuales se dividen en fuentes de ruido mecánicas y aerodinámicas.

a Fuentes Mecánicas

Estas son producidas por el desequilibrio del impulsor (rozamiento), motor eléctrico (acoplamiento), vibraciones de los ductos y carcasa.

El fenómeno más importante, asociado al ruido mecánico del motor, es la vibración producto del desbalance del mismo motor o del ventilador, lo

que también produce fallas anticipadas en los rodamientos. Estos eventos tienen un efecto acústico directo, ya que interactúan directamente.

b Fuentes Aerodinámicas

producido el ruido por las turbulencias del aire que se generan por la velocidad de giro del ventilador; debido a la velocidad de corriente del aire en el ojo de la succión (entrada), a la formación de torbellinos en los bordes de los álabes y también a las fluctuaciones de presión en la superficie del álabes.

Los álabes de un ventilador sin importar su forma crean a su alrededor un campo de presión que varía de un punto a otro del espacio, originándose con esto ondas acústicas que interaccionan entre sí, las cuales se propagan por el aire, paredes, suelo, ductos, etc. Por lo cual la principal fuente de ruido en los ventiladores es el impulso que recibe el aire en un determinado punto cada vez que el álabes lo atraviesa. A la repetición de este impulso se le denomina frecuencia del álabes y su valor se puede determinar por:

$$f_{alabe} = \frac{N_{alabe} * RPM}{60} \quad 2.5.3-a$$

Dónde:

f_{alabe} Frecuencia de la parte giratoria (impulsor).

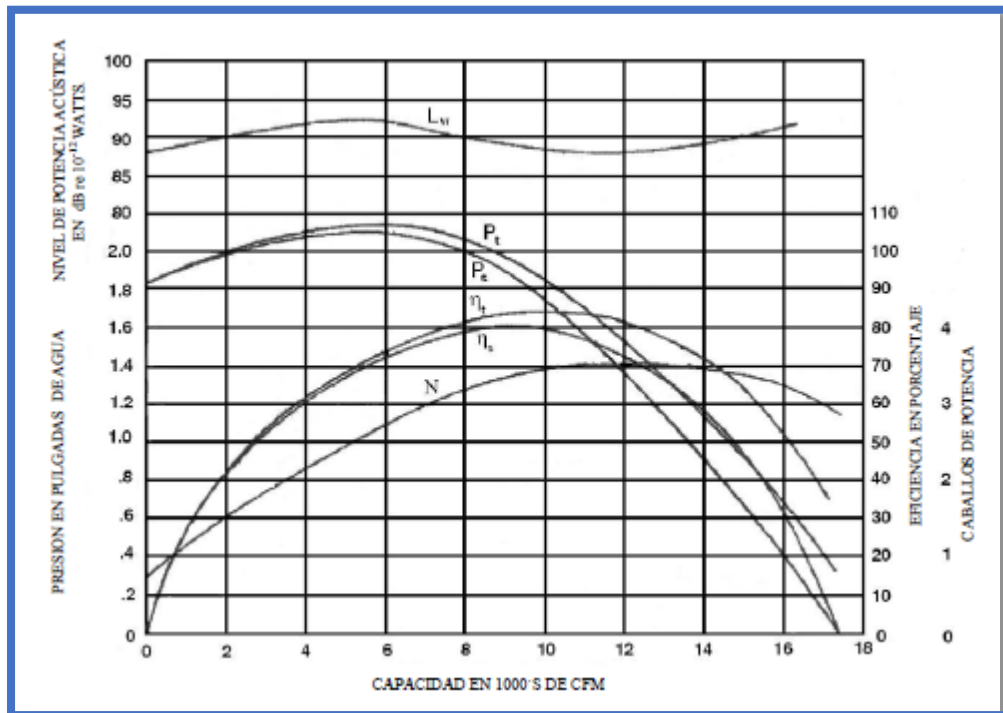
N_{alabe} Número de álabes.

RPM Revoluciones por minuto.

2.5.4 Curvas de Eficiencia-Ruido en Ventiladores Centrífugos.

Los valores de potencia acústica se basan en el funcionamiento del ventilador de acuerdo con la curva de eficiencia. Por tanto, la elección del tipo, tamaño y velocidad del ventilador deben realizarse con el fin de que éste alcance el punto de mayor eficiencia, punto importante no solamente desde el punto de vista del control de ruido, sino del ahorro energético

Figura 22
 Curvas Características de Ventiladores Centrífugos a Velocidad Constante



Fuente: Robert Jorgensen "Fan Engineering" 7th Edition, Buffalo Forge Company 1970

El funcionamiento de un ventilador viene determinado por medio de los procedimientos que se explican en la norma AMCA 210. Sus resultados se pueden mostrar en forma similar a las curvas de rendimiento mostradas en la Figura 22. Estas curvas muestran valores de presión total, presión estática, rendimiento total, rendimiento estático y potencia trazados en función del caudal, mientras que las curvas de nivel de ruido se obtienen por la norma AMCA 300 de ruido en ventiladores.

Examinando las curvas del ventilador que ofrece la Figura 22 se puede observar que existen ciertas secciones de la curva de eficiencia aerodinámica de la máquina que corresponden al mínimo nivel de potencia acústica de la frecuencia de paso del álabe. Se debería seleccionar un ventilador que funcione en esta franja de eficiencia alta ya que de acuerdo a estudios realizados en estas turbomáquinas se tiene el menor nivel de ruido.

El espectro de bandas de octava del nivel de ruido que se presenta en un ventilador es de acuerdo con la frecuencia de paso del álabe, éste se comporta

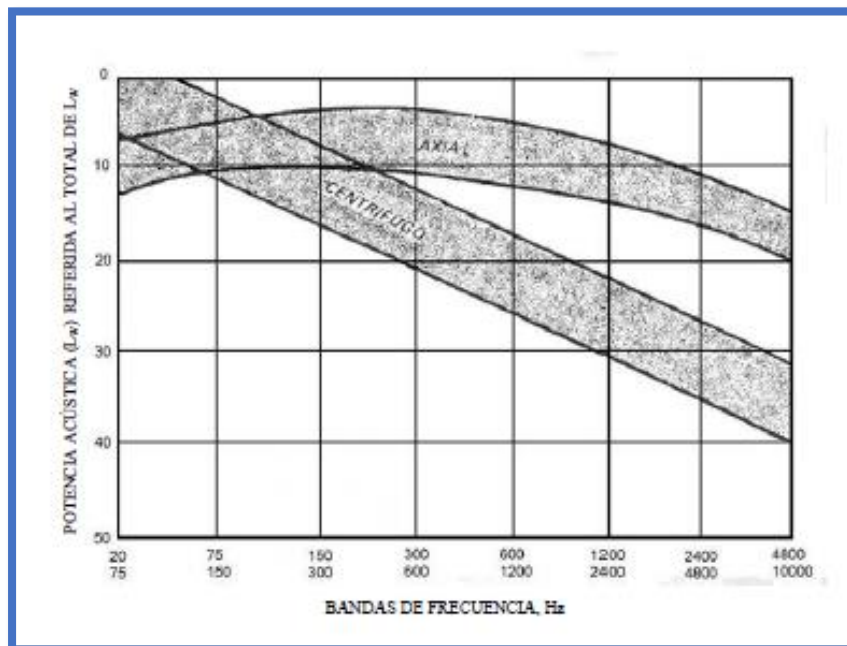
con una tendencia lineal, incrementando está su nivel de potencia acústica con forme aumenta la frecuencia de bandas de octava para un ventilador centrífugo, mientras que para un ventilador axial el espectro de frecuencia de bandas de octava de la potencia acústica se presenta en una parábola, esto se observa claramente en la figura 23. La figura 24 presenta las frecuencias de estudio de un ventilador centrífugo las cuales se encuentran entre 45Hz a 700 Hz, como se observa en la figura la frecuencia del paso del álabe de un ventilador y bomba se encuentra en las frecuencias bajas del espectro de bandas de octava.

La curva de comportamiento de un ventilador se determina mediante la curva teórica de este tipo de ventilador, tomando esta última como referencia se puede calcular el rendimiento del ventilador para otros tamaños o velocidades empleando las leyes de los ventiladores. (En la práctica se estudian diferentes tamaños para conseguir los datos suficientes para toda la gama de tamaños y velocidades disponibles frecuentemente en un catálogo de ventiladores).

Curva de comportamiento del espectro de bandas de octava en su presión acústica para un ventilador centrífugo y axial.

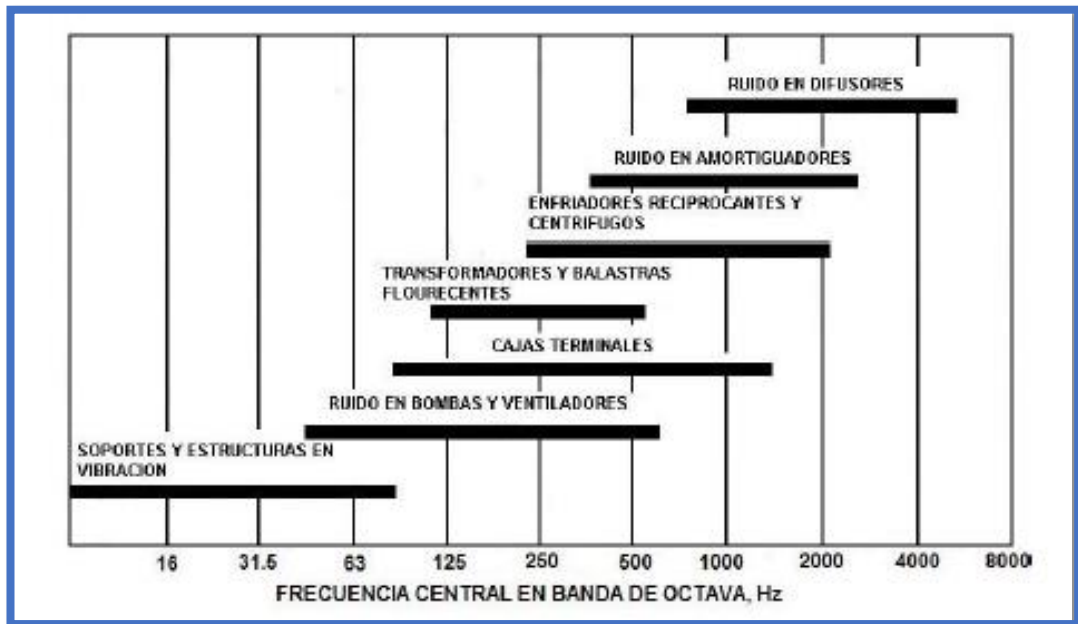
Figura 23

Curva de Comportamiento del Espectro de Bandas de Octava en su Presión Acústica para un ventilador centrífugo y axial.



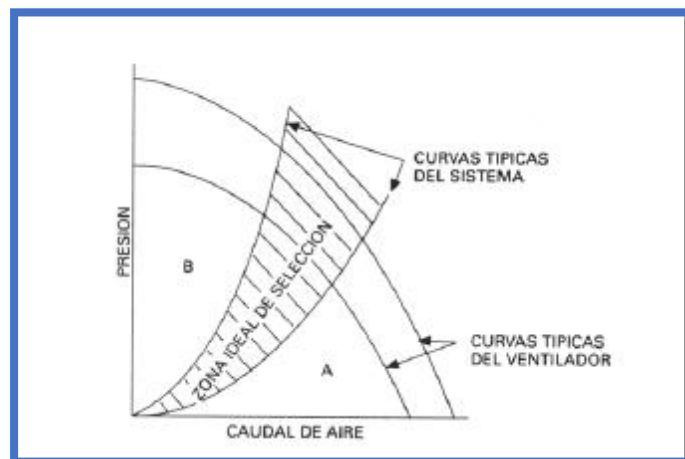
Fuente: "Fundamentals" 4th Edition ASHRAE Handbook 1981

Figura 24
Espectro Acústico en el Control de Varios tipos de mecanismos y máquinas



Fuente: "Fundamentals" 4th Edition ASHRAE Handbook 1981

Figura 25
Curva de Presión en Relación con el Caudal de Aire, Mostrando una Zona Ideal de Selección de un Ventilador con cambios de velocidad



Fuente: Harris M. C. "Manual de medidas acústicas y control de ruido" 3er. Edición McGraw-Hill 1995.

La Figura 25 muestra la relación entre la presión y el caudal de aire en la curva base, representado por la curva inferior del ventilador. La parte de máxima eficiencia en la curva se produce entre las dos curvas típicas del

sistema. De acuerdo con las leyes de los ventiladores se han empleado estos datos para calcular la curva superior típica del ventilador, que representa un funcionamiento a mayor velocidad (rpm). La sección de mejor eficiencia equivalente de la nueva curva se produce también entre las dos curvas típicas del sistema. Calculando y trazando una serie de curvas del ventilador a distintas rpms, la sección de cada una de ellas es limitada por las curvas típicas del sistema, que establecen la zona de máxima eficiencia de cada curva. De acuerdo con la figura 25 la característica de funcionamiento de un ventilador de grandes dimensiones muestra que su zona de selección óptima se da en la zona A, mientras que el estudio de las características de uno de menores dimensiones se encuentra en la zona B. Por tanto, existe solamente un tamaño de ventilador que cumple las condiciones concretas de caudal de aire y presión en el área de mayor eficiencia.

Al seleccionar un ventilador cuyo punto de funcionamiento se encuentre en la zona de inestabilidad, podría tener como consecuencia un nivel de ruido entre 8 a 10 dB por encima del nivel de operación resultante en la zona de selección óptima. Existe además la posibilidad de que se den oscilaciones que provoquen un nivel de ruido variable muy molesto. También se pueden producir oscilaciones cuando los ventiladores están conectados en paralelo y funcionan inestablemente, transfiriendo la carga entre cada uno de ellos y provocando un nivel variable de ruido.

Además de seleccionar un ventilador cuyo funcionamiento se produzca dentro de la zona óptima, es importante que para un mayor rendimiento se dispongan buenas condiciones de entrada y salida. Las condiciones de entrada al ventilador son bastante problemáticas, y su mala disposición podría producir una reducción de su eficiencia y un aumento del nivel de acústico de hasta 10 dB [(C., 1995).].

2.5.5 Rodete Ducto y motor eléctrico.

a Rodete

El ruido del ventilador consiste en una serie de tonos discretos sobrepuestos en una componente de banda ancha, lo cual se traslada a la parte giratoria de la máquina (impulsor) llevando al proceso de transferencia de energía que también lleva al desarrollo de calor debido a la fricción que existe entre el aire y el cuerpo sólido. Esto último se le llama componente de vórtices que lleva a la formación de remolinos.

En el funcionamiento del ventilador tiene gran importancia el paso del álabe, ya que en un punto de la rotación se genera un impulso al aire. Este impulso puede llevar a una serie de grandes y pequeñas oscilaciones de la onda de sonido. El tono predominante de esta onda de sonido o ruido rotatorio del ventilador normalmente se determina en la frecuencia de paso del álabe. En el diseño de álabes muy angostos, los armónicos más altos pueden ser de igual intensidad, mientras que los álabes anchos progresivamente debilita los armónicos altos.

Son varios factores que determinan el número óptimo de álabes en cada tipo de ventilador centrífugo. Esto incluye el número de álabes, fricción del fluido, fuerza estructural y costo, así como en el ruido producido. El resultado final en la selección del número de álabes no es influenciado por el nivel ruido, debido a que la principal variable para el diseño del ventilador es el rendimiento entregado por este.

Los vórtices pueden crearse principalmente en los bordes de ataque o bordes salida de los álabes, a lo largo del tamaño de la longitud de los álabes y en localidades cercanas de los álabes. En general, el tamaño, proporción del incremento y deterioro; así como origen y movimiento de los vórtices será de manera natural y el ruido resultante se tendrá en un espectro de la banda ancha.

La línea de corriente que sigue el borde de ataque del álabe minimiza la formación de vórtices, que producen nivel de ruido en la interacción del flujo dentro de la máquina; la calidad del diseño, álabes delgados o de gran

superficie, con bordes redondeados son mejores para reducir la formación de vórtices. La superficie que tienen los álabes puede tener alguna ventaja, particularmente cuando el ángulo del borde de ataque del álabe no sea igual al ángulo de entrada del fluido.

Los remolinos se pueden formar en el paso del álabe debido a la separación de flujo entre los álabes. El mejor beneficio se obtiene con el uso adecuado de la superficie del álabe, al reducir la separación de los álabes. Desde el punto de vista del ruido generado en álabes delgados, el ruido se compensa con la disminución del número óptimo de álabes. Von Karmán en sus investigaciones menciona que los vórtices generados en el paso de los álabes se pueden disminuir en los bordes de salida debido al espesor finito. También menciona que el espesor del álabe tiene un efecto muy pequeño en los ventiladores centrífugos con respecto a la reducción del ruido [(Jorgensen, 1970)].

La frecuencia en importancia con respecto al ruido generado por el aire en los álabes a causa del giro que impulsa el aire en un punto dado del giro del álabe, se le llama la frecuencia de paso del álabe que determina el tono fundamental del ruido generado. Existen métodos para la reducción del ruido generado por los álabes y son los siguientes:

1. Para un ventilador, incrementar el ancho del álabe reducirá la intensidad del principal armónico en el paso del álabe. El espesor del álabe tiene sólo un pequeño efecto en el ruido rotacional.

2. El aumento del número de álabes tiende a reducir el valor del armónico (tabla 3); por ello se logra una disminución en el ruido provocado por el giro del impulsor. Al agregar otro álabe, todos los armónicos impares del álabe del ventilador serán cancelados; aunque la intensidad de los armónicos semejantes se duplicará. Sin embargo, la capacidad del ventilador también aumentará. Al duplicar el número de álabes disminuirá el ruido total del giro del impulsor por más de 3 dB.

Tabla 3
Valores de reducción de ruido

Número de álabes en el impulsor	1	2	4	8	16
Disminución del nivel acústico (dB)	0	3	6	9	12

Fuente: (Jorgensen, 1970)

3. Un ventilador de hélice con un armónico más alto puede tener un diseño apropiado de la carcasa (voluta) para reducir considerablemente el ruido. Pero si el flujo se bloquea en la parte de la voluta, el ruido puede ser mayor en el caso de no tener recubrimiento la carcasa (superficie lisa).

La fuente de mayor ruido por vórtices, son los álabes del ventilador. Un gradiente de presión se desarrolla transversalmente por el álabe en dirección a su espesor cuando el álabe se mueve a través del aire. Si a un lado del álabe el flujo de aire es uniforme o laminar, este gradiente de presión es constante y los resultados de ruido son mínimos. Para los ventiladores centrífugos, el ruido de vórtice sucede sólo si el aire ocupa el espacio total de paso de los álabes. Este efecto puede minimizarse usando el filo de la curva de los álabes si es el caso de estos, para que la mayoría de los vórtices se difundan en la punta del álabe.

El ángulo de entrada del álabe en el diseño apropiado de los ventiladores centrífugos es importante para minimizar los vórtices.

La carcasa de un ventilador centrífugo puede tomar la forma de un espiral donde el espacio libre axial aumenta directamente en proporción al ángulo transversal de la entrada del aire; alrededor de esta se requiere una velocidad media constante de caudal, para una distribución uniforme del aire suministrado por el área de descarga del álabe. El mejor diseño de la carcasa del ventilador es deseable para el mínimo de ruido. Una reducción en la velocidad de salida y un aumento en la presión ocurrirán cuando el espacio libre entre impulsor y carcasa se aumente. El aumento de presión causará un cambio de presión abrupta al corte que sirve para aumentar el ruido en la frecuencia de paso del álabe. El corte en el espacio libre también es crítico, un menor espacio libre producirá el mayor ruido generado en el corte. También se considera que un 5% del diámetro del impulsor con

respecto al diámetro de la carcasa es el mínimo generalmente y debe aumentarse un poco para aplicaciones de bajo ruido.

b Ductos

La resonancia del cuarto en que se encuentra el ventilador, así como sus ductos puede ser otra fuente de ruido, ya que desde cualquiera sistema resonante o mecánicamente excitará una frecuencia natural de vibración. Por ello un método económico de reducción del ruido en la instalación o sistema es el uso de silenciadores.

Un sistema de ductos ideal es diseñado con una simetría perfectamente redonda para prevenir la propagación de ruido en el eje del ducto. Desgraciadamente, en algunos sistemas de ducto es imposible tal simetría y el sonido del aire transportado en el ducto se cuida para no ser propagado. Debido a su naturaleza no hay cancelación para el ruido de vórtices en los ductos. Por consiguiente, este tipo de ruido siempre se propaga.

c Motor Eléctrico

Si el impulsor está directamente montado en el eje del motor, el ruido de origen magnético puede transmitirse por el ventilador. Debe aislarse con precaución la base del motor para algunos ventiladores de baja velocidad. Pero en ventiladores de gran velocidad y alta presión; el montaje es impráctico y menos importante en la intensidad acústica emitida, ya que es más baja en el ruido del ventilador.

2.6. Análisis de Normas de Ventiladores

ISO International Standard Organization.

AMCA - Asociación Internacional del Movimiento y Control de Aire.

ANSI - American National Standards Institute – Métodos de pruebas de ventiladores en laboratorios.

NFPA - National Fire Protection Association.

CPAI - Centro de Investigación en Arquitectura de la Información.

2.6.1 Norma BS-842 parte 2

a Determinación de la Superficie Medida

Se realiza una superficie de medición hemisférica, respectivamente el centro en la proyección de la entrada del ventilador o salida en la superficie reflectante para la instalación B. Los radios de la superficie de medición serán lo suficientemente grandes para asegurar que la medición de presión acústica cumpla dentro del campo acústico cercano al ventilador. La magnitud o la cercanía al campo acústico, se aproxima definiendo una dimensión característica D_0 , que relacionará el tamaño del ventilador y su localización.

El diámetro de entrada o salida del ventilador o el diámetro equivalente es D_e , el ventilador se montará para que la distancia, H , del plano reflectante a la línea del centro de la entrada o descarga del ventilador no sea menor que D_e .

La dimensión característica, D_v es cuando la apertura a la entrada o salida del ventilador es redonda

$$D_v = H + (D/2) \quad (3.1) \quad 2.6.1-a$$

Cuando es rectangular:

$$D_v = H + (b_1/2) \quad \text{o} \quad D_0 = H + (b_2/2) \quad 2.6.1-b$$

Dónde:

b_1 Dimensión mayor de entrada rectangular del ventilador (m).

b_2 Dimensión mayor de descarga rectangular del ventilador (m).

De acuerdo con esto la superficie de medición será un hemisferio o esfera de radio, r , centrado a $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$. Donde r es dado por el valor mayor de: $2 \times D_v \leq r$ o $4H \leq r$

r no es menor de 1 metro.

2.6.2 HANDBOOK Buffalo Forge Company

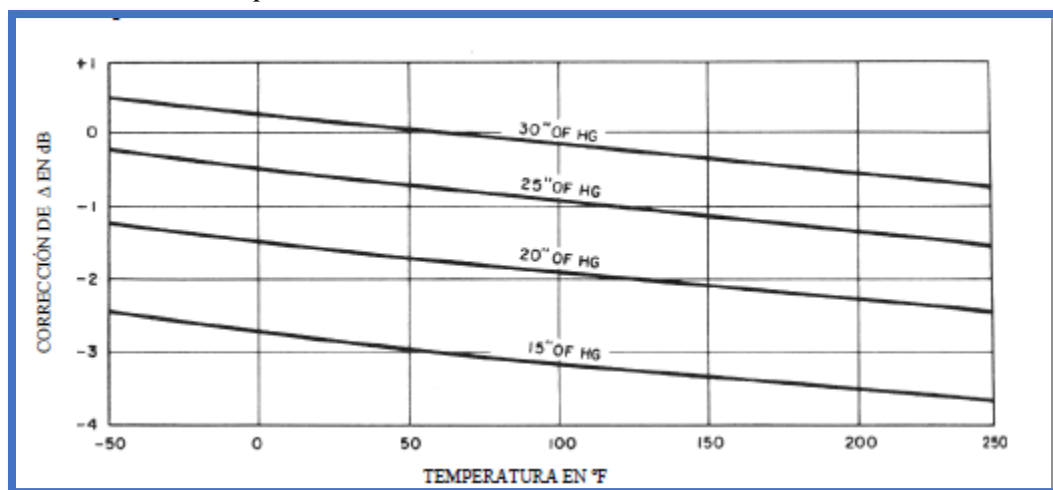
Esta referencia menciona que, en condiciones ideales, ya antes mencionadas para la medición del nivel acústico es posible determinar la potencia acústica de una fuente con solo la medición del nivel de presión acústica. Tales condiciones ideales pueden existir en un campo libre o campo reverberante. En cualquier caso, la fuente de ruido debe ser unidireccional en todas las frecuencias. Para las pruebas de campo libre, deben hacerse las mediciones a una distancia suficiente para asegurar un frente de onda esférico. La distancia de varios puntos es la dimensión más grande de la fuente suficiente para este propósito.

Para un campo libre esférico con la distancia (x) en pies.

$$L_w = L_p + 20L_{10}x + 0.5 - \Delta \text{ 2.6.2-a}$$

La corrección Δ para la temperatura y presión ambiental si difiere de la normalizada puede obtenerse de la figura 26. Un mínimo de 3 dB de corrección también debe aplicarse al anterior para casos de radiación hemisférica.

Figura 26
Correcciones para el aire no estándar



Fuente: (Jorgensen, 1970)

Si las propagaciones entre las lecturas son menores de 5 dB, el error usando este promedio aritmético es menor de 1 dB.

2.7. Vibraciones

En forma más sencilla, una vibración se puede considerar como la oscilación o el movimiento repetitivo de un objeto respecto al estado de equilibrio. Al estado de equilibrio llegará cuando la fuerza que actúa sobre él sea nula.

Evidentemente no en todos los puntos tienen la misma velocidad, elongación o aceleración, Según las normas ISO 10816-1 máquinas en general e ISO 14694 para ventiladores

2.7.1 Evaluación Vibracional de Ventilador

Si conociéramos el espectro de frecuencia y la fase de vibración en cada uno de sus puntos sabríamos como vibra en cada punto.

En la práctica no se presenta el escenario mencionado, solo se tendrá datos de los puntos de referencia.

Las clases I a IV quedan definidas por el tipo de máquina y su potencia. Las zonas A, B, C y D dependen de la aplicación, siendo la A la más exigente y la D una indicación de que la máquina no puede aceptarse en cuanto a vibración.

Imagen 7

Evaluación Vibracional de Ventilador

Límites de vibración para máquinas en general (ISO 10816-1)				
R.m.s. velocidad de la vibración	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV
0,28	A	A	A	A
0,45				
0,71				
1,12	B	B	B	B
1,8				
2,8	C	C	C	C
4,5				
7,1	D	D	D	D
11,2				
18				
28				
45				

Fuente: (PRÜFTECHNIK Condition Monitoring, 2010)

La velocidad eficaz máxima que puede encontrarse en sus órganos fijos

Imagen 8
Evaluación Vibracional de Ventilador

Limites de vibración para ventiladores (ISO CD 14694)				
Aplicación y Categoría	Montaje rígido mm/s		Montaje flexible mm/s	
	máximo	r.m.s.	máximo	r.m.s.
BV-1	12,7	9,0	15,2	11,2
BV-2	5,1	3,5	7,6	5,6
BV-3	3,8	2,8	5,1	3,5
BV-4	2,5	1,8	3,8	2,8
BV-5	2,0	1,4	2,5	1,8

Fuente: (PRÜFTECHNIK Condition Monitoring, 2010)

Las categorías BV1 a BV5

Imagen 9
Evaluación Vibracional de Ventilador

Categoría de ventiladores según su aplicación (ISO CD 14694)			
Aplicación	Ejemplos	Potencia motor Kw	Categoría de la aplicación
RESIDENCIAL	Ventiladores de techo tejado y acond. de ventana	≤ 0,15 > 0,15	BV-1 BV-2
ACONDICIONAMIENTO DE AIRE Y AGRÍCOLA	Ventilación de edificios, aire acond. y sistemas comerciales	≤ 3,7 > 3,7	BV-2 BV-3
PROCESOS INDUSTRIALES GENERACIÓN DE ENERGÍA	Ventiladores de filtros húmedos, ensacadoras, transporte neumático, de minas, quemadores, control de la polución, túneles aerodinámicos	≤ 300 > 300	BV-3 BV-4
TRANSPORTE Y MARINA	Locomotoras, camiones y automóviles	≤ 15 > 15	BV-3 BV-4
TRÁFICO EN TÚNELES	Ventilación de energía en metros, ventiladores de túnel, de garages y ventiladores circuladores de túnel	≤ 75 > 75 ANY	BV-3 BV-4 BV-4
PROCESOS PETROQUÍMICOS	Gases tóxicos y ventilación de procesos	≤ 37 > 37	BV-3 BV-4
FABRICACIÓN DE CHIPS PARA ORDENADORES	Habitaciones limpias	CUALQUERA	BV-5

Fuente: (PRÜFTECHNIK Condition Monitoring, 2010)

2.7.2 Evaluación Vibracional de Motores

Cada motor de un equipo tiene su propia señal vibración lo cual es registrado por un equipo de recolección de datos.

El resultado obtenido de la toma de datos es muy importante dentro ello encontraremos solo los datos medibles de los equipos para su interpretación y evaluación de cada uno de los espectros.

La toma de datos del motor de ventilación debe ser realizarse donde se ubican los elementos rodantes, si es factible en los tres ejes para así mismo tener más información del equipo para el análisis.

Los datos que recolectar deben tomar en lugares sólidos y no en puntos con guarda o móviles.

CAPITULO III

CARACTERÍSTICAS DEL COMPARTIMIENTO DE TURBINA MS7001FA.

El propósito de los compartimientos de ventilación es disipar el calor generado dentro del compartimiento y diluir cualquier pequeña fuga de gas peligrosa. El compartimiento está fabricado con techos y paneles laterales aislados térmicamente.

3.1. Módulos del Sistema Auxiliar de la Turbina de Gas

Los módulos del sistema auxiliar requerido para dar soporte a los sistemas de funcionamiento de la turbina de gas incluyendo, cada uno con su sistema de ventilación y extracción que son accionados por motores eléctricos.

Tabla 4
Módulos del Sistema Auxiliar

N.º	Módulos del Sistema Auxiliar
1	Módulo de gas combustible.
2	Módulo de accesorio.
3	Módulo Aire Atomizado y combustible líquido.
4	Módulo compartimiento de turbina.

Fuente. Propia

3.1.1 Sistemas Auxiliares de la Turbina de Gas

Esta sección contiene la descripción del sistema, componentes requeridas para dar soporte a los sistemas de operación de la turbina de gas incluyendo:

Tabla 5
Sistema Auxiliar

N.º-	Sistema Auxiliar.
1	Sistemas de combustible gaseoso.
2	Sistema de combustible líquido.
3	Aire de atomización.
4	Sección del sistema.
5	Sistemas de inyección diluyen.
6	Sistema de aire purgado.
7	Sistema del agua de enfriamiento.
8	Sistema de aire de enfriado y de sellado.
9	Sistema de ventilación de la turbina gas.
10	Sistema de lubricación.
11	Sistema de aceite hidráulico.
12	Sistema de aceite de elevación.
13	Sistema de aceite de disparo.
14	Sistema de medios de arranque.
15	Sistemas de protección contra incendios.
16	Sistema detección de gases peligrosos.
17	Sistema de monitoreo de desempeño.
18	Sistema de entrada de aire.
19	Calefacción de aire de entrada.
20	Sistema de aleta guía de entrada.
21	Sistema de lavado con agua.
22	Supresión de temperatura de entrada.

Fue Fuente: Manual de G&E

3.2. Componentes del Compartimiento de Turbina

3.2.1 Componentes de la Turbina de Gas MS7001FA

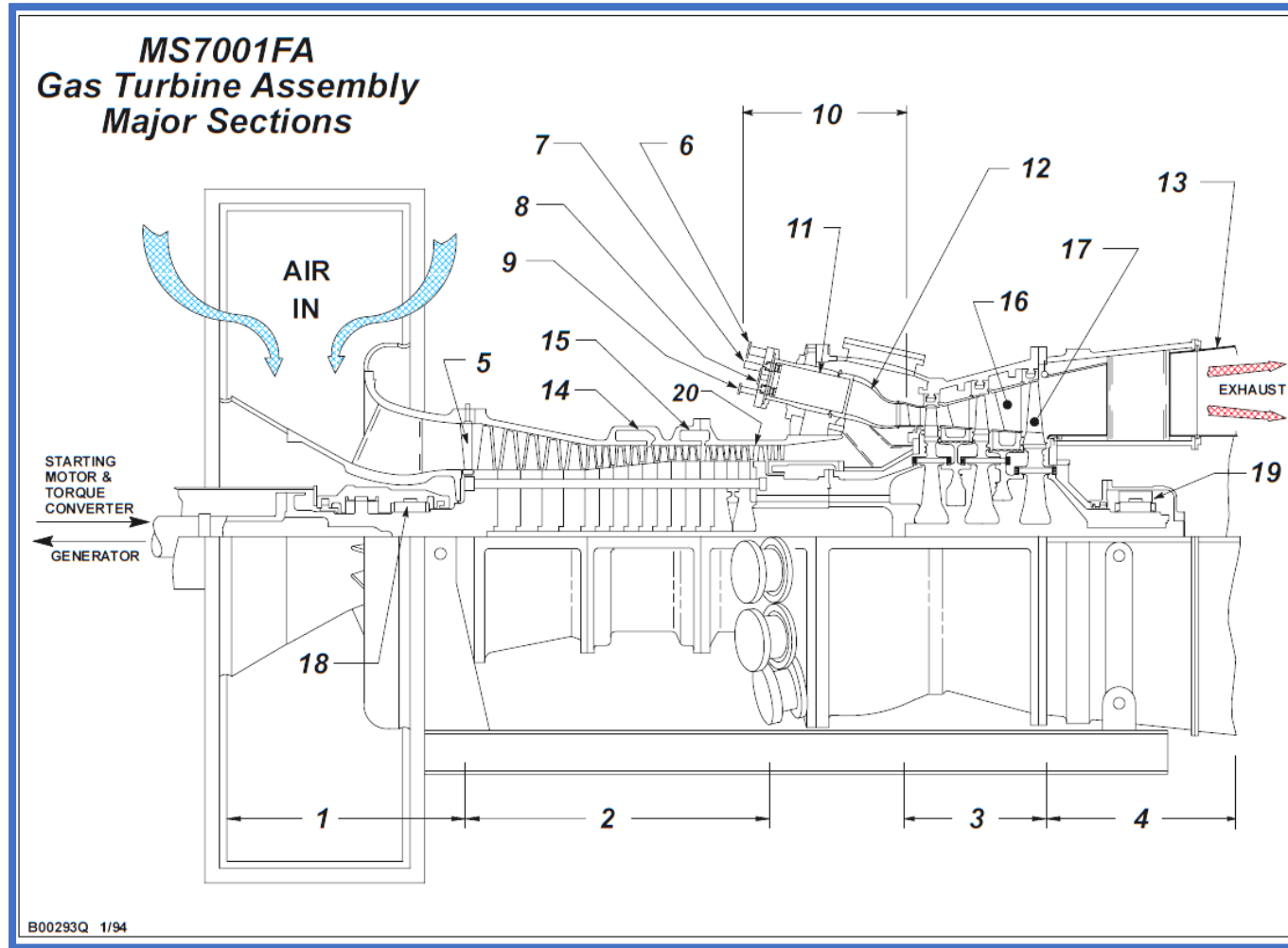
Los principales componentes.

Tabla 6
Componentes de la Turbina de Gas MS7001FA

N.º	Componente
1	Entrada de aire
2	Compresor
3	Turbina
4	Escape
5	Vigv (álabes guía de entrada variables)
6	Entrada gas combustible
7	Entrada combustible líquido
8	Entrada inyección de vapor/agua
9	Entrada aire pulverizador
10	Combustión
11	Forro
12	Pieza de transición
13	Difusor
14	Extracción 9ª etapa
15	Extracción 13ª etapa
16	Boquilla 3ª etapa
17	Álabe 3ª etapa
18	Cojinete no. 1
19	Cojinete no. 2
20	Extracción interna 17ª etapa

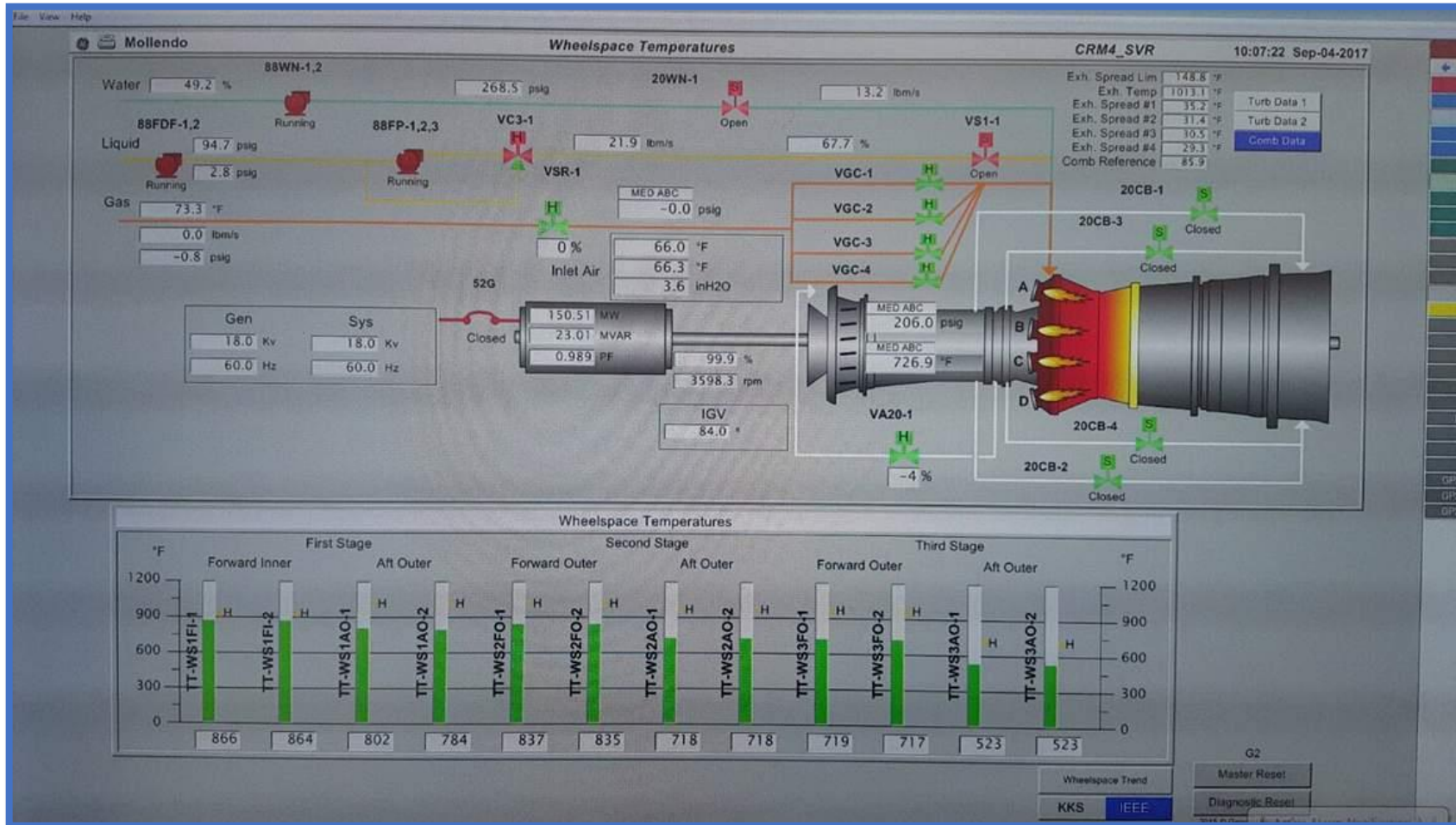
Fuente: Manual de G&E

Figura 27
Componentes de una Turbina



Fuente:((General electric.)

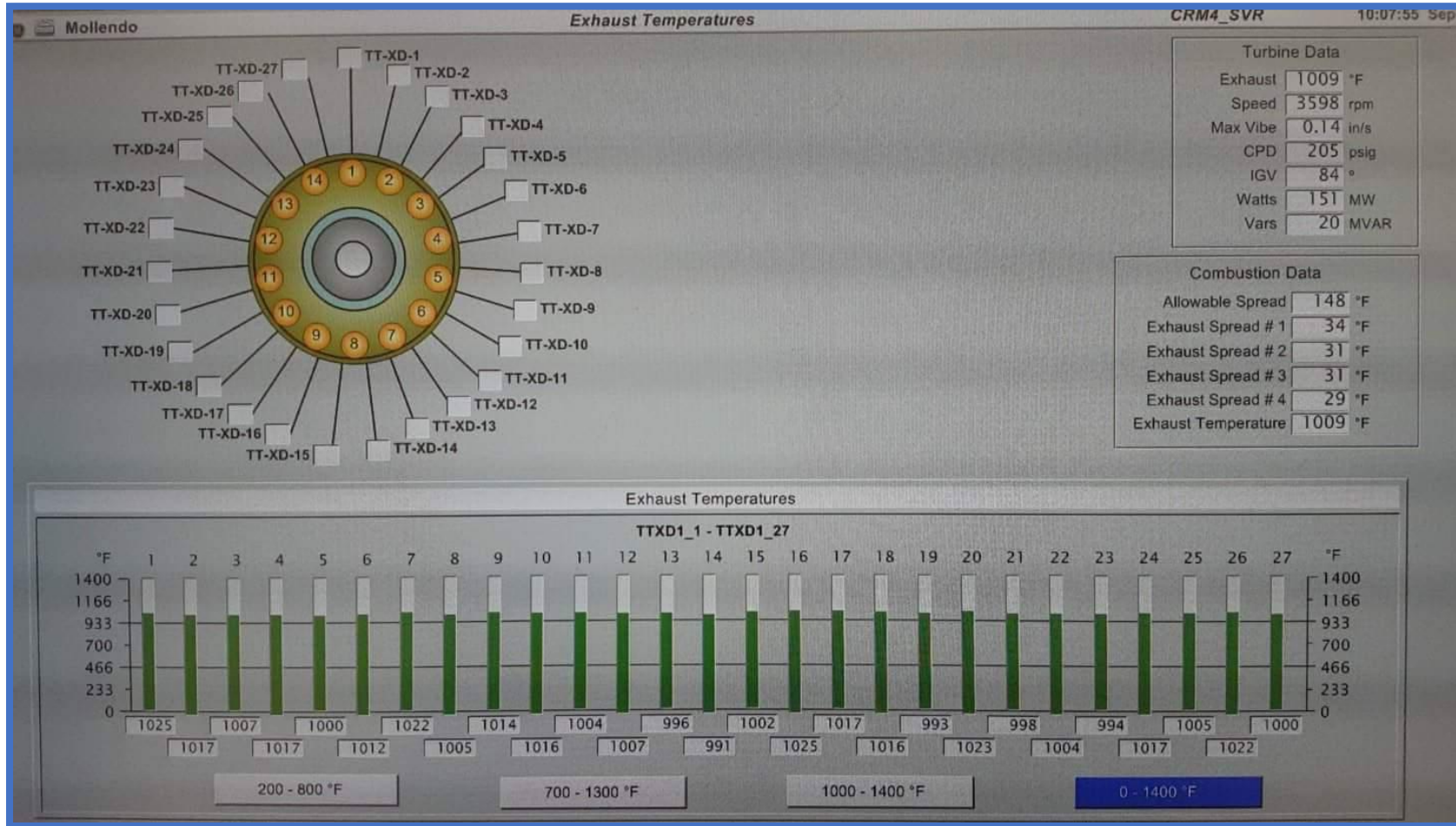
Foto 1
 Temperatura de Funcionamiento de una Turbina



Fuente: (General electric.)

Foto 2

Temperatura de Funcionamiento de una Turbina

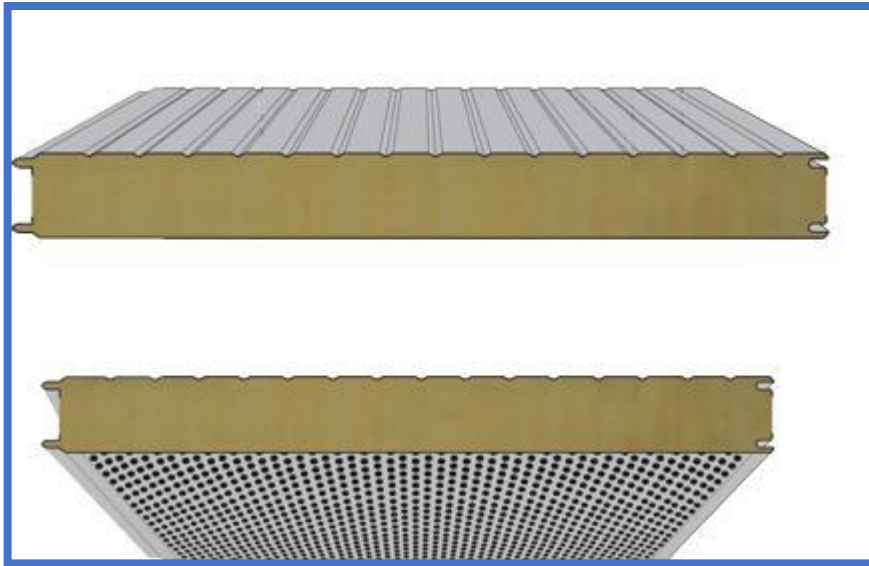


Fuente: (General electric.)

3.2.2 Cubiertas Acústicas (Fabricadas)

Esta sección contiene típicamente la cubierta de la turbina de gas, el compartimiento de carga, la barrera acústica y las cubiertas de entrada y escape.

Foto 3
Cubiertas Acústicas



Fuente: Cubierta Acústica PENTA WA

Características Panel de cubierta ignífuga con núcleo aislante de lana de roca y chapa inferior microperforada para favorecer la absorción del sonido y evitar reverberaciones prelacado ambos lados del panel, Espesor de 100mm, coeficiente de transmisión térmica global $0.33 \text{ K Cal}/\text{m}^2 \text{ h}^\circ \text{C}$, $0.38 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ }^\circ \text{C}$, aislamiento acústico 36 Rw (Grado de transmisión sonora).

3.3. Descripción Funcional

3.3.1 Compartimiento de la Turbina

El sistema de ventilación para el compartimiento de la turbina consiste en un ventilador impulsado por un motor AC, los nombraremos motor 1 y motor 2. Los ventiladores son montados debajo del techo del compartimiento turbina a gas.

El aire de ventilación ingresa en el compartimiento de la turbina a través de las compuertas accionadas por la gravedad en los paneles laterales del

compartimiento y desde la región del módulo de gas combustible del compartimiento de accesorios, como se ha descrito anteriormente. El aire sale del compartimiento por la apertura de descarga y una compuerta accionada por el CO₂ que se encuentra en el techo del compartimiento, una compuerta accionada por la gravedad, y un ventilador.

Un cerrojo mantiene esta compuerta en una posición abierta normal, y se libera cuando se activa el sistema de protección contra incendios. El cierre de este amortiguador de descarga, el apagado automático de los ventiladores, y el posterior cierre de las compuertas de gravedad, sellan el compartimiento de la turbina en caso de que se active el sistema de supresión de incendios. En un sistema de avance-retraso, la compuerta de contraflujo, accionada por la gravedad y ubicada en cada uno de los ventiladores, evita el contraflujo a través de un ventilador en espera.

Los ventiladores del compartimiento de la turbina proveen la disipación del calor desde la cubierta, así como también la dilución de la ventilación de cualquier pequeña fuga de gas peligrosa. Las fugas importantes serán detectadas por los detectores de gas y requerirán la acción adecuada. Durante la operación normal, el ventilador principal comienza a funcionar automáticamente cuando se enciende la unidad durante el arranque. El sistema se opera según una configuración de avance-retraso, y si el ventilador “principal” seleccionado falla en operar según detecta los interruptores diferenciales de presión, el ventilador “en espera” se accionará.

Luego de que el sistema se haya apagado, los termopares, ubicados en el compartimiento de la turbina, controlan la operación del ventilador, provocando que éste se encienda cuando la temperatura exceda el punto máximo de temperatura establecido, o que éste se detenga cuando la temperatura del compartimiento alcanza un valor menor al de la configuración de reinicio. Los termopares harán sonar una alarma si la temperatura del compartimiento excede la temperatura máxima de la configuración de la alarma.

Para el control de la humedad durante períodos de apagado, los motores del ventilador del compartimiento de la turbina están equipados con calentadores.

Se proporcionan los calentadores para el control de la humedad en el compartimiento de la turbina cuando la unidad no está funcionando. Los calentadores son energizados conforme a las lecturas de los termopares. Los termopares. Están ubicados en el compartimiento de la turbina debajo de la turbina de gas.

Los termopares también harán sonar una alarma si la temperatura del compartimiento de la turbina cae por debajo de la temperatura mínima de la configuración de la alarma para indicar la falla de los calentadores del compartimiento de la turbina.

3.4. Datos del Compartimiento Turbina

3.4.1 Dimensiones del Compartimiento de Turbina

Los planos a detalle de las medidas y distribución están en Anexo **IV** de la presente investigación.

Largo 295 pulgadas (7493.0 mm).

Ancho 264 pulgadas (6705.6 mm).

Alto 290.51 pulgadas (7379.0 mm).

a Volumen

Volumen del compartimiento.

$$V_c = 7.493 \text{ m} * 6.7056 \text{ m} * 7.379 \text{ m}$$

$$V_c = 370.758304 \text{ m}^3 \approx 371 \text{ m}^3$$

Volumen de la turbina.

$$V_t = 23.00 \text{ m}^3$$

Volumen total.

$$V_T = 371.00 \text{ m}^3 - 23.00 \text{ m}^3$$

$$V_T = 348 \text{ m}^3$$

3.4.2 Área de entrada de aire

Lado derecho

$$A_{E \text{ derecho}} = 0.8508 \text{ m} * 0.8508 \text{ m}$$

$$A_{E \text{ derecho}} = 0.7238 \text{ m}^2 \approx 0.72 \text{ m}^2$$

Tenemos dos áreas de entrada a una altura de $0.6445 \text{ m} \approx 0.645 \text{ m}$ con las mismas dimensiones

$$A_{E \text{ derecho}} = 2 * 0.72 \text{ m}^2$$

$$A_{E \text{ derecho}} = 1.44 \text{ m}^2$$

Lado izquierdo

Tenemos un área de entrada a una altura de $0.5528 \text{ m} \approx 0.553 \text{ m}$ con las mismas dimensiones

$$A_{E \text{ izquierdo}} = 0.724 \text{ m} * 0.4778 \text{ m}$$

$$A_{E \text{ izquierdo}} = 0.3459 \text{ m}^2 \approx 0.35 \text{ m}^2$$

Tenemos un área de entrada a una altura de 0.273 m con las mismas dimensiones

$$A_{E \text{ izquierdo}} = 0.9526 \text{ m} * 0.724 \text{ m}$$

$$A_{E \text{ izquierdo}} = 0.6896 \text{ m}^2 \approx 0.69 \text{ m}^2$$

Área total de entrada de aire

$$A_{E \text{ total}} = 2.48 \text{ m}^2$$

3.4.3 Área de salida de aire

$$A_{salida} = 1.1176 \text{ m} * 1.1176 \text{ m}$$

$$A_{salida} = 1.249 \text{ m}^2 \approx 1.25 \text{ m}^2$$

Tenemos dos áreas de salida a una altura de $7.8613 \text{ m} \approx 7.861 \text{ m}$ con las mismas dimensiones

$$A_{salida} = 2 * 1.25 \text{ m}^2$$

$$A_{salida} = 2.5 \text{ m}^2$$

3.5. Características del Ventilador Actual

Tabla 7
Características del Ventilador Actual

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
1	MOTOR: 20 HP, 1200 RPM, 326TCZ,3/60/460V
2	CONJUNTO DE RUEDA
4	CONO DE ENTRADA
5	AMORTIGUADOR TRASERO (INVERTIDO)
6	SILENCIADOR DEL COMPARTIMIENTO
7	INTERRUPTOR DE PRESIÓN - TCF
9	BASE DE SOPORTE/CONJUNTO DE PLACA DE LA CUBIERTA
10	CONJUNTO DEL COMPARTIMIENTO DEL VENTILADOR
11	AMORTIGUADOR PARA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

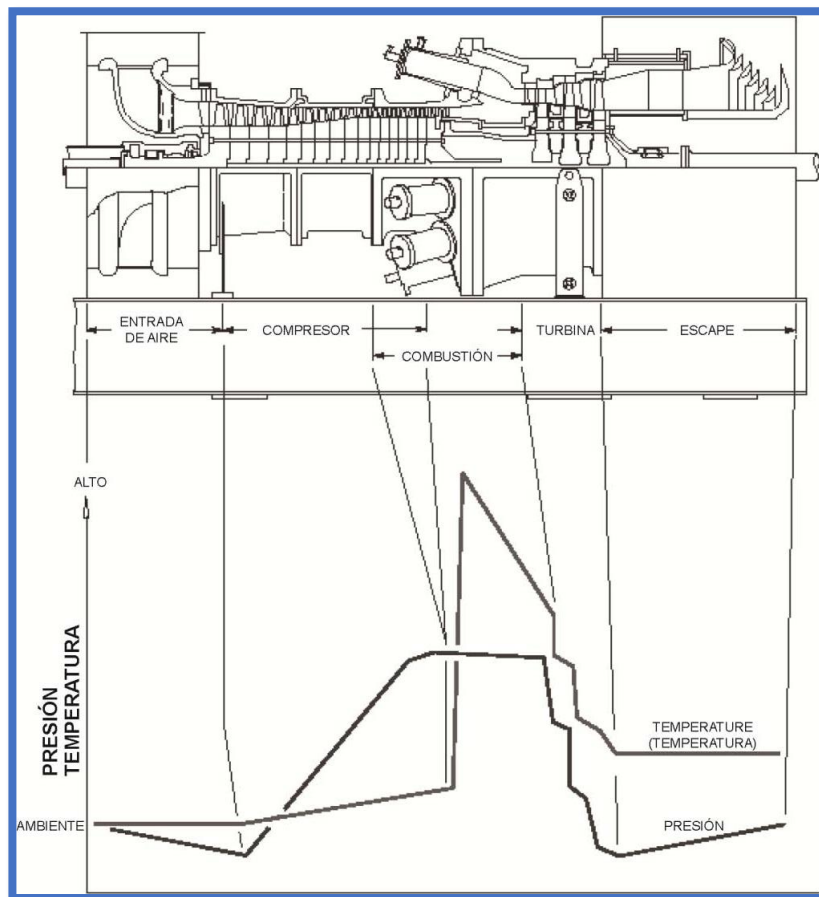
Fuente: Manual de G&E

CAPITULO IV

DESARROLLO DE INGENIERÍA PARA RECALCULO DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL VENTILADOR CENTRÍFUGO

4.1. Cálculo de Parámetros del Ventilador Centrifugo

4.1.1 Condiciones de Funcionamiento



Fuente: Manual de G&E

a Temperatura de Compartimento de Turbina Apagada.

Cuando la turbina se encuentra apagada la temperatura del compartimento de turbina es de en el primer nivel 100 ° F (37.3 ° C), segundo nivel 80 ° F (26.6 ° C).

b Temperatura de Compartimiento de Turbina en Servicio 95 MW

Generación.

Cuando la turbina se encuentra en generación mínima 95 MW la temperatura del compartimiento de turbina es de en el primer nivel 200 ° F (93.3 ° C), segundo nivel 80 ° F (26.6 ° C).

c Temperatura de Compartimiento de Turbina en Servicio 154 MW

Generación.

Cuando la turbina se encuentra a la máxima generación 154 MW la temperatura del compartimiento de turbina es de en el primer nivel 238 ° F (114.4 ° C), segundo nivel 80 ° F (26.6 ° C).

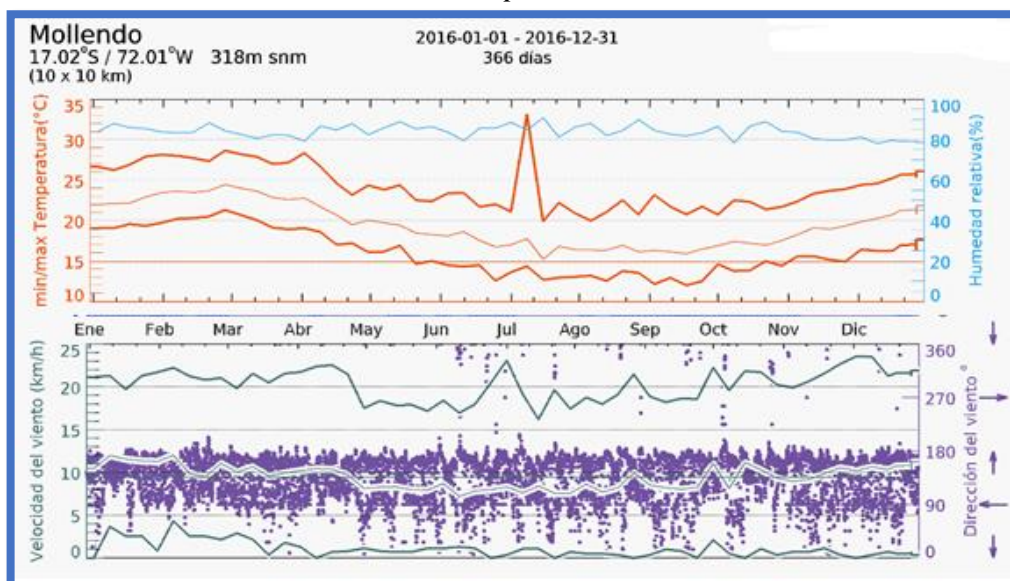
Si no está en funcionamiento el ventilador y el motor 88BT se mantiene la temperatura adecuada compartimiento de turbina atreves de los heater, empieza su función por debajo de 100 ° F (37.7 ° C).

4.2. Condiciones externas de temperatura en Mollendo

Según los datos proporcionados por SENAMHI Y METEOBLUE la temperatura y humedad en Mollendo se detalla en el anexo.

Ilustración 1

Resumen Condiciones externas de temperatura en Mollendo



Fuente: meteoblue weather

4.3. Presión Atmosférica en Mollendo

La presión absoluta fluctúa entre 754.80 y 752.21 hPa, tomaremos 752.46 hPa. 75 246 Pa, 0,74 atm. Datos según SENAMHI Y WORLDMETEO

4.3.1 Ecuación de los Gases Perfectos

$$P = \frac{\rho * RT}{M} \quad 4.3.1-a$$

P Presión absoluta.

ρ Densidad en Kg/m³

R Constante de los gases perfectos 8.314472 J/Mol °K

M Peso molecular, para que adopte un valor de 28.8* 10⁻³ Kg/Mol

T Temperatura absoluta en grados kelvin T=C + 273

4.4. Densidad del Aire

$$\rho_{aire} = 1.2 \text{ Kg/m}^3$$

4.4.1 La Densidad Según la Carta Psicométrica de

a Densidad del aire a Temperatura Promedio 23.7 °C.

$$\rho_{aire} = 1.1552 \text{ Kg/m}^3$$

b Densidad del aire a Temperatura Funcionamiento 26.6 °C.

$$\rho = \frac{75246 * 28.8 * 10^{-3}}{8.314472 * (26.6 + 273)}$$

$$\rho = \frac{2167.0848}{2491.0158}$$

$$\rho = 0.869 \approx 0.9 \text{ Kg/m}^3$$

c Densidad del aire a Temperatura Funcionamiento 93.3 °C.

$$\rho = \frac{75246 * 28.8 * 10^{-3}}{8.314472 * (93.3 + 273)}$$

$$\rho = \frac{2167.0848}{3045.5910}$$

$$\rho = 0.711 \approx 0.7 \text{ Kg/m}^3$$

d Densidad del aire a Temperatura Funcionamiento 114.4 °C.

$$\rho = \frac{75246 * 28.8 * 10^{-3}}{8.314472 * (114.4 + 273)}$$

$$\rho = \frac{2167.0848}{3221.0264}$$

$$\rho = 0.673 \approx 0.7 \text{ Kg/m}^3$$

4.5. Criterios Para Determinar Caudal de Aire del Ventilador

4.5.1 Criterio por Renovación Requerida

Las renovaciones requeridas para una cámara de máquinas son entre 80 y 120 renovaciones por hora.

Por cálculo realizado V_T es 348 m^3

$$Q = V_T * R_r$$

$$Q = 348 \text{ m}^3 * 100 \frac{1}{h}$$

$$Q = 34800 \frac{\text{m}^3}{h} \approx 9.67 \frac{\text{m}^3}{s}$$

Redondeo nos quedaría

$$Q = 10 \frac{\text{m}^3}{s}$$

4.5.2 Criterio por Carga Térmica en el Compartimiento de Turbina

MS7001FA

Toda la pared del compartimiento esta construidas con paneles termo acústicas dentro de las principales características es la reducción onda sonora, también los paneles son ignifugas, reducción de la humedad.

El coeficiente de orientación es un factor adimensional (Instalación de climatización utilizando CYPE MEP, Félix Abalde)

Norte: 1,15

Sur: 1,00

Este: 1,10

Oeste: 1,05

Coeficiente de transmisión térmica global $0.33 \text{ K Cal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ según anexo III.

$$CT = C_0 * C_i * K * A * (T_{\text{exterior}} - T_{\text{interior}})$$

CT Carga térmica por transmisión (kcal/h)

C_0 Coeficiente de orientación del muro

C_i Coeficiente de seguridad

K Coeficiente global de transmisión de calor del muro (kcal/h m^2 °C)

A Área del muro expuesta a la diferencia de temperaturas en m^2 .

T_{interior} Temperatura proyectada en el local (°C)

T_{exterior} Temperatura del exterior o local no calefactado

a Ganancia o Pérdida de Calor por la Pared Lado Derecho

Área del lado derecho primer nivel es 29.23 m^2

$$CT=1.05*1.10*0.33*29.23*-3$$

$$CT= - 32.30 \text{ K Cal/h}$$

Área del lado derecho segundo nivel es 24.61 m^2

$$CT=1.05*1.10*0.33*24.61*-90.7$$

$$CT= - 850.77 \text{ K Cal/h}$$

b Ganancia o Pérdida de Calor por la Pared Lado Izquierdo

Área del lado derecho primer nivel es 19.59 m^2

$$CT=1.10*1.10*0.33*19.59*-3$$

$$CT= - 22.68 \text{ K Cal/h}$$

Área del lado derecho segundo nivel es 24.61 m^2

$$CT=1.10*1.10*0.33*24.61*-90.7$$

$$CT= - 891.28 \text{ K Cal/h}$$

c Ganancia o Pérdida de Calor por la Pared lado Generador

Área del lado derecho primer nivel es 41.62 m^2

$$CT=1.00*1.10*0.33*41.62*-90.7$$

$$CT= - 1370.30 \text{ K Cal/h}$$

d Ganancia o Pérdida de Calor por la Pared Lado Chimenea

Área del lado derecho primer nivel es 27.21 m^2

$$CT=1.15*1.10*0.33*27.21*-90.7$$

$$CT = - 1030.24 \text{ K Cal/h}$$

e Ganancia o Pérdida de Calor por el Techo

Área del lado derecho primer nivel es 50.24 m^2

$$CT = 1.05 * 1.10 * 0.33 * 50.24 * -90.7$$

$$CT = - 1736.81 \text{ K Cal/h}$$

f Ganancia de Calor Debido al Alumbrado Eléctrico.

$$CT = (\text{Numero focos}) * \text{watt} * 1.25 * 0.86 \text{ K Cal/h} * \text{Watt}$$

$$CT = 2 * 300 \text{ Watt} * 1.25 * 0.86 \text{ K Cal/h} * \text{Watt}$$

$$CT = 645 \text{ K Cal/h}$$

g Ganancia de Calor Generada Turbina MS7001FA.

El 15% del total de la potencia generada por la turbina es emitido al compartimiento de turbina en forma de calor.

$$CT = 3503015.957 \text{ K Cal/h}$$

h Resumen Carga Térmica del Compartimiento de Turbina MS7001FA.

$$CT_T = 3501200.197 \text{ K Cal/h}$$

Q Caudal (m^3/s)

C_p Calor específico del aire a presión constante = $0,239 [\text{kcal}/\text{kg} * \text{K}]$

v Velocidad medida (m/s)

A Área de la sección m^2

ΔT Diferencial de temperatura entre el interior y el exterior del local $[K]$

4.6. Flujo Másico

$$Q = \frac{cT_T}{c_p \cdot \Delta T} \quad 4.6-a$$

$$Q = \frac{3501200.197}{0.239 \cdot 363,85}$$

$$Q = 40262.12 \text{ Kg/h}$$

Para obtener caudal en m^3/h tendremos que dividir por la densidad obtenidas.

$$Q = \frac{40262.12 \text{ Kg/h}}{1.1552 \text{ Kg/m}^3}$$

$$Q = 34852.94 \text{ m}^3/\text{h} \approx 9.68 \text{ m}^3/\text{s}$$

Redondeo nos quedaría

$$Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.7. Calculo de Velocidad de Entrada.

$$Q = A \cdot v$$

$$v = 10/2.5$$

$$v = 4 \text{ m/s}$$

4.8. Cálculo de Perdidas.

4.8.1 Cálculo de Perdidas en los Dampers Regulados Gravitacionalmente.

a Calculo de velocidad de entrada al compartimiento de turbina

$$Q = A * v$$

$$v = 10/2.5$$

$$v = 4 \text{ m/s}$$

b Dampers Ingreso de Aire.

Según la recomendación del catálogo “GREENHECK Building value in Air” se tomó la perdida en cada dampers, en la cual cumpliendo con las características requeridas.

La presión establecida según el catálogo es de 1.13 pulgadas columna de agua. considerando cuatro entradas en total expondríamos una pérdida de 4.52 pulgadas de agua. (anexo III)

c Dampers Ingreso al Ventilador.

Según la recomendación del catálogo “GREENHECK Building value in Air” se tomó la perdida en cada dampers, en la cual cumpliendo con las características requeridas.

Se establece como perdida de 0.13 pulgadas columna de agua (anexo III)

d Dampers de Seguridad Contra Incendios al Ingreso de ventilador.

Según la recomendación del catálogo “GREENHECK Building value in Air” se tomó la perdida en cada dampers, en la cual cumpliendo con las características requeridas.

Se establece como perdida a una apertura del 100% de 0.048 pulgadas columna de agua. (anexo III)

4.8.2 Cálculo de Perdidas en los Silenciadores

$$Q = A * v$$

$$v = 10/1.25$$

$$v = 8 \text{ m/s}$$

a Silenciadores de entrada al ventilador

Según la recomendación del catálogo “KOOLAIR” la pérdida en el dampers contra incendio es de 0.112 pulgadas columna de agua, en la cual cumpliendo con las características requeridas. (anexo III)

b Silenciadores de descarga del ventilador

Según la recomendación del catálogo “KOOLAIR” la pérdida en el dampers contra incendio es de 0.112 pulgadas columna de agua, en la cual cumpliendo con las características requeridas. (anexo III)

c Perdida de Carga

Dampers Ingreso de Aire.	4.52 In de agua.
Dampers Ingreso al Ventilador.	0.13 In de agua.
Dampers de Seguridad CI Ingreso de ventilador.	0.048 In de agua.
Silenciadores de entrada al ventilador	0.112 In de agua.
Silenciadores de descarga del ventilador	0.112 In de agua.

SUB TOTAL DE PERDIDA DE CARGA ES 4.922 pulgadas de agua.

Considerando un factor de seguridad de 5- 10 % sobre la presión estática sub total. Este factor de seguridad es recomendado por ingenieros especialistas en el área de ventilación industrial.

**PERDIDA TOTAL DE CARGA 5.4142 pulgadas
columna de agua.**

Por normas de seguridad tomamos superior inmediato **5.5 pulgadas columna de agua.**

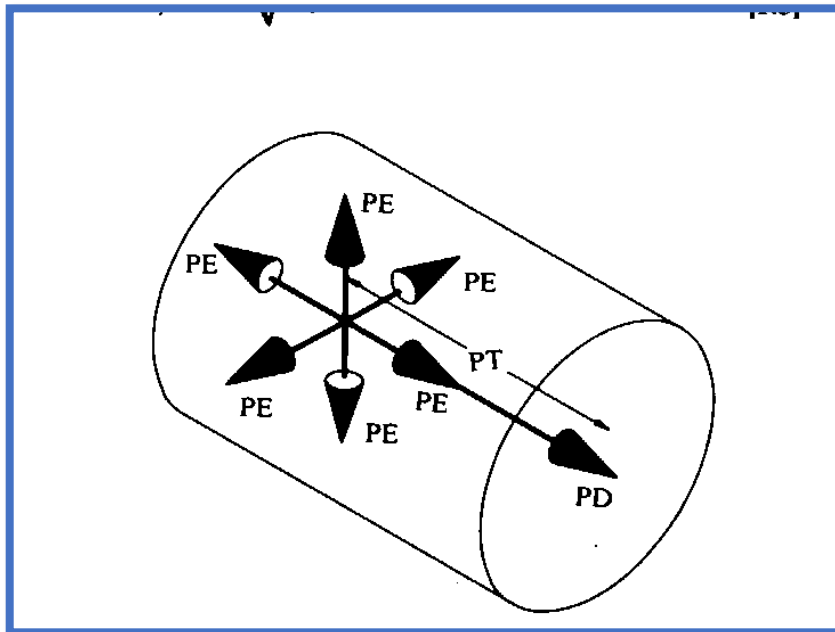
PERDIDA TOTAL DE CARGA **137.52 mmca.**

4.9. Presión Dinámica

$$v = 4.43 \sqrt{\frac{P_D}{\rho}} \quad 4.9-a$$

P_D Presión dinámica (mmca)

Figura 28
disposición de las presiones



Fuente: (American Conference of Governmental Industrial Hygienists., 1998)

Realizando el remplazo correspondiente en la formula obtenemos un resultado de:

$$P_D = 3.767 \text{ mmca.}$$

$$P_D = 0.148 \text{ pulgadas columna de agua.}$$

4.10. Presión Total

$$P_T = P_D + P_E \quad 4.10-a$$

P_T Presión total (mmca)

Realizando el remplazo correspondiente en la formula obtenemos un resultado de:

$$P_T = 141.287 \text{ mmca.}$$

$$P_T = 5.5622 \text{ pulgadas columna de agua.}$$

El ventilador que seleccionara debe cumplir los cálculos realizados para el compartimiento de turbina debe generar 5.6 pulgadas columna de agua de presión estática como mínimo.

4.11. Potencia Para Accionar el Eje del Ventilador

$$POT = \frac{Q * P_E}{1000} \quad 4.11-a$$

$$POT = 13.7 \text{ Kw}$$

4.12. Selección de ventilador

El ventilador seleccionado es de la marca TWIN CITY del modelo EPFN 365 que cumple las características requeridas según los cálculos realizados para el compartimiento turbina.

Tabla 8
Características del Ventilador a Seleccionar

DENSIDAD (kg/m ³)	1.125
m ³ /s	10.0
PRESIÓN ESTÁTICA (WC IN) /(Pa)	5.5/1 369,95
TEMPERATURA (°C)	23.5
ELEVACIÓN (m) SOBRE EL NIVEL DEL MAR	<600

Fuente: (Propia, 2017)

Datos del fabricante del ventilador seleccionado se detalla en el seguida:

Características:

Presión estática	2500 Pa.
Transmisión	Directa
Construcción de Clase	III

Tabla 9
Características del Ventilador

Marca	TWIN CITY
Modelo	EPFN 365
Tamaños diámetros de Impulsor	315 mm a 1850 mm
Transmisión	Directa
Construcción de Clase	III
DENSIDAD (kg/m ³)	1.125
m ³ /s	2 a 20.0
PRESIÓN ESTÁTICA (WC IN)	0.2 a 8
RPM	300 a 1450
BHP	Depende de la velocidad
TEMPERATURA (°C)	23.5
ELEVACIÓN (m) <small>SOBRE EL NIVEL DEL MAR</small>	<600
PESO DEL VENTILADOR (LB/kg)	2228 / 1011
PESO DEL MOTOR (LB/kg)	640 / 290

Fuente: Manual de TWIN CITY

$$POT = \frac{Q * P_E}{1000 * \eta}$$

Según catalogo la eficiencia del ventilador es de 83%.

$$POT = 16.8 Kw$$

4.13. Motor eléctrico

Las características del motor eléctrico que cumpla con los requerimientos del ventilador para el compartimiento de turbina es de la marca WEG y el modelo W22

CAPITULO V

PUESTA EN MARCHA Y PLAN DE MANTENIMIENTO

5.1. PUESTA EN MARCHA

Posicione el ventilador de manera tal que los orificios de montaje en el ángulo de la base queden alineados con los pernos de anclaje fijados en los cimientos. Baje el ventilador sobre los pernos de anclaje. Nivele la unidad y alinee las conexiones de ductos con las bridas del ventilador.

Antes de la puesta en marcha, CONFIRME QUE TODOS LOS SUJETADORES ESTÉN FIRMES. TODOS LOS PERNOS DE ANCLAJE DE LOS CIMIENTOS Y DE RETENCIÓN DEL MOTOR, LOS COLLARINES DE BLOQUEO Y LOS TORNILLOS DE RETENCIÓN DE LAS RUEGAS DEBEN ESTAR APRETADOS DE MANERA ADECUADA.

Purgue y limpie los cojinetes, vuelva a lubricar según la sección correspondiente de sobre cojinetes a continuación.

Rote la rueda del ventilador manualmente para verificar que gira libremente y no golpee el alojamiento o el cono de entrada. NO ARRANQUE EL VENTILADOR SI SE DETECTAN SONIDOS DE FRICCIÓN ENTRE METALES.

Confirme que todas las conexiones eléctricas estén como se describe en el manual de GE y cumplan con todos los códigos y las normas aplicables.

Asegúrese de que todas las puertas de acceso y las cubiertas fijadas con pernos estén selladas y apretadas. Las puertas, las cubiertas y los conos de entrada se sujetan mediante tuercas roscadas en espárragos soldados. El torque máximo permitido para estos sujetadores se indica a continuación.

Revise el ajuste de todos los pernos de retención de montaje del rotor, los pernos de sujeción y los pernos de montaje del motor.

Tabla 10
Torque de Esparrago

TAMAÑO DEL ESPÁRRAGO (PULG.)	TORQUE (PIE-LB.)
1/4	4
5/16	8
3/8	12
1/2	30
5/8	60

Fuente: Guía del torque.

5.1.1 Procedimiento de puesta en marcha

Suministre electricidad al motor para determinar la dirección adecuada de rotación de la rueda del ventilador. Las flechas en el ventilador o el motor muestran la rotación correcta. Si se debe cambiar la rotación, invierta dos (2) cables cualesquiera del motor en motores de tres (3) fases.

Energice el circuito del arrancador y espere a que los ventiladores aceleren hasta alcanzar la velocidad máxima. Por lo general, los motores están dimensionados de manera de poder obtener la velocidad operativa del ventilador en quince (15) segundos.

Observe el ventilador y el motor mientras el ventilador funciona a la velocidad de operación. Las vibraciones inusuales o el sobrecalentamiento de los cojinetes se deben investigar inmediatamente. **NOTA: Es normal que los cojinetes antifricción muestren una temperatura superficial de funcionamiento de más de 165 °F. Esta superficie estará demasiado caliente al tacto, pero no es causa de alarma.**

Revise el ventilador después de que haya funcionado durante alrededor de ocho (8) horas. Detenga el ventilador y vuelva a verificar las alineaciones, vuelva a apretar todos los pernos de sujeción y apriete los tornillos de fijación.

5.2. PLAN DE MANTENIMIENTO

El plan de mantenimiento está basado en TPM (mantenimiento productivo total) dentro de las cuales este mantenimiento basado en condiciones lo cual involucra las siguientes acciones en cada equipo a intervenir.

Alineamiento y Balanceo.

Técnicas de Inspección de Maquinaria a través de END.

Análisis de Aceite, grasa.

Análisis de Vibraciones.

Inspección Mediante Termografía Infrarroja.

Ultrasonido Industrial.

5.2.1 Elaboración de Ficha Informe.

El mantenimiento productivo total nos da a conocer dentro de sus procedimientos tener una base de datos y un enlistado completo con todas sus características mientras la descripción de los detalles sea más minuciosa el análisis de los equipos será más preciso.

Ya obtenida la base de datos de cada uno de los equipos como complemento es tener una ficha de informe que debe contener los datos más resaltantes del equipo.

Con una facilidad de determinar el estado, los puntos de muestra para seguimiento y generar una tendencia de la evaluación vibraciones en los motores eléctricos de ventilación, extracción de turbinas.

- Nombre o marca registrada del fabricante
- Modelo o Número de Catálogo
- Potencia nominal en Hp o KW
- Tensión nominal (volts).

- Corriente nominal a carga plena en Amperios(AMPS)
- Revoluciones por minuto a carga plena (RPM)
- Frame de la carcasa Frecuencia eléctrica en Hz.
- Número de fases PH
- Factor de Servicio Ser. F.
- Letra de clave para kVA de rotor bloqueado por kw/Hp
- Letra de Diseño DES
- Clase de aislamiento CLASS
- La eficiencia nominal a carga plena en porcentaje (2 dígitos enteros y 1 decimal) Factor de potencia P.F
- Temperatura Ambiente RATING
- Tipo servicio (continuo o intermitente).
- Balineras (Bearings) (DE del Eje del motor) (ODE lado opuesto)
- Logos de certificaciones

Figura 29
 Ficha de Informe Turbina MS7001FA

TURBINA MS7001FA	FICHA DE INFORME:	NIVEL 01				
	MEC-FI-0000-001	SUPERVISOR:				
	MONITOREO DE EQUIPO	INSPECTOR:				
ODT:	PERMISO DE TRABAJO:	FECHA:	HORA:			
DESCRIPCION Y UBICACION		DESCRIPCION Y UBICACION				
EQUIPMENT:						
KKS:						
SYSTEM:						
LOCATION:						
DRAWING:						
MARCA:						
CAT. NO.:						
SPEC.:						
SN:						
HP:				VOLTS		
AMPS:				R.P.M.:		
FRAME:				HZ:	PH:	
SER.F:				CODE:	DES:	CLASS:
BEARING DE:				ODE:		
BLOWER		DATOS				
SIZE	ROT	APRR	DENSITY(Kg/M ³)	RPM	TEMP	
CASS	DISCH		m ³ /S	Bkw	ELEVATION	
TORQUE DE PERNOS						
MEDIDA DEL PERNO						
TORQUE DE PERNOS						

Fuente: Manual de G&E adaptado por Autor.

5.2.2 Evaluación del Sistema de Extracción

a Formato de Evaluación

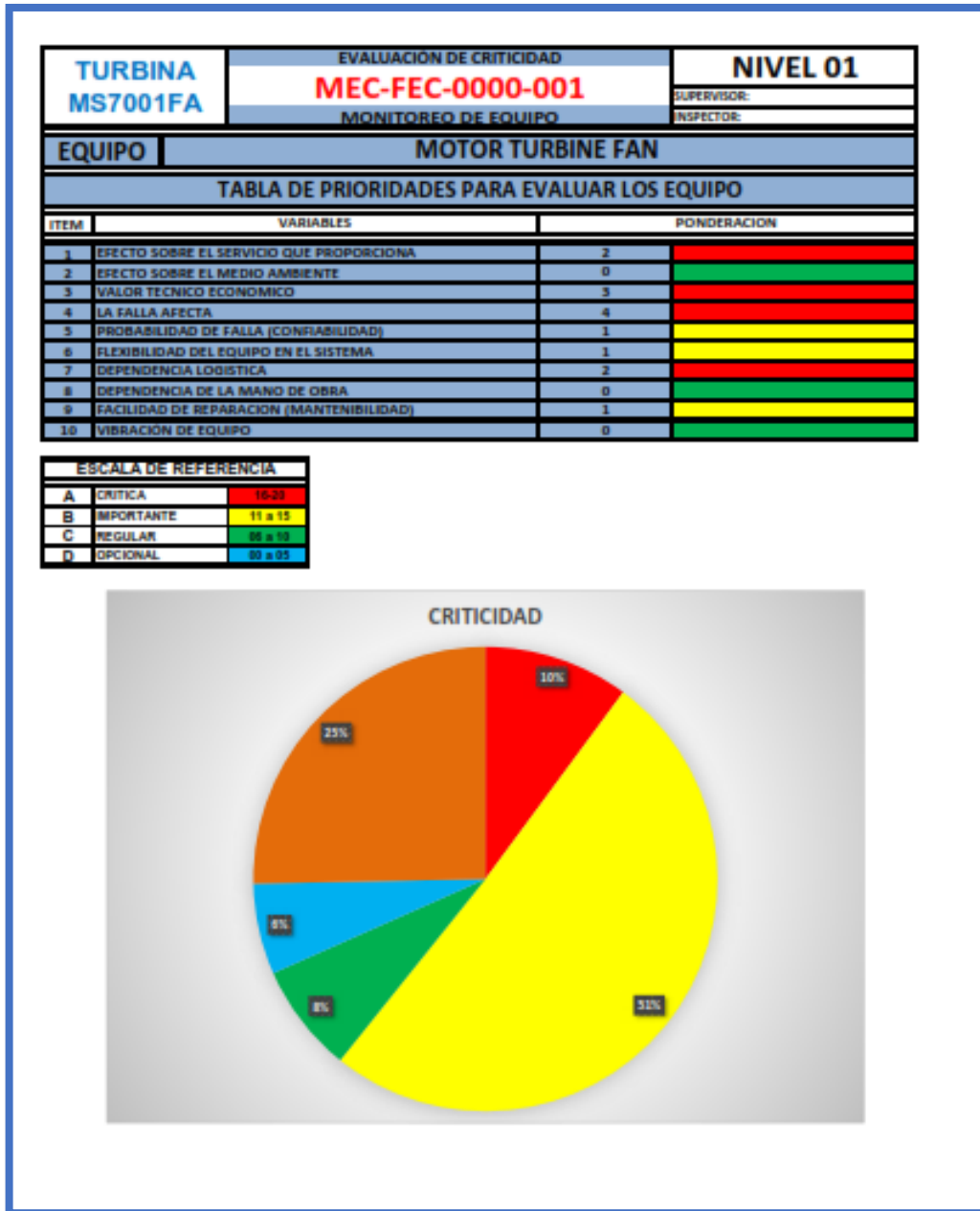
Figura 30
Formato de Evaluación

TURBINA MS7001FA		EVALUACIÓN DE CRITICIDAD MEC-FEC-0000-001		NIVEL 01	
		MONITOREO DE EQUIPO		SUPERVISOR:	
				INSPECTOR:	
EQUIPO					
TABLA DE PRIORIDADES PARA EVALUAR LOS EQUIPO					
ITEM	VARIABLES	CONCEPTO	PONDERACION	OBSERVACIONES	
1	EFFECTO SOBRE EL SERVICIO QUE PROPORCIONA				
		Para	2	afecta la turbina	
		Reduce	1		
		No Para	0		
2	EFFECTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE				
		Para	2	afecta el medio ambiente	
		Reduce	1		
		No Para	0		
3	VALOR TECNICO ECONOMICO				
	Considerar el costo de Adquisición, Operación y mantenimiento	Alto	3	Mas de US\$ 50 000	
		Medio	2		
		Bajo	1	Menos de US\$ 10 000	
4	LA FALLA AFECTA				
	Al equipo en Sí	Si	1	¿Deteriora otros componentes?	
		No	0		
	Al servicio	Si	1	¿Origina Problemas a otros equipos?	
		No	0		
	Al operador	Riesgo	1	¿Posibilidad de accidentes al operador?	
		Sin Riesgo	0		
	A la Seguridad en General	Si	1	¿Posibilidad de accidente a otras personas u otros equipos cercanos?	
		No	0		
5	PROBABILIDAD DE FALLA (CONFIABILIDAD)				
		Alto	2	¿Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesite?	
		Bajo	0		
6	FLEXIBILIDAD DEL EQUIPO EN EL SISTEMA				
		Unico	2	No existe otro igual o similar	
		By Pass	1	El sistema puede seguir funcionando	
		Stand By	0	Existe otro igual o similar no instalado	
7	DEPENDENCIA LOGISTICA				
		Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar	
		Loc. / Ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente	
		Local	0	repuestos se consiguen localmente	
8	DEPENDENCIA DE LA MANO DE OBRA				
		Terceros	2	El mantenimiento requiere contratar a terceros	
		Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio	
9	FACILIDAD DE REPARACION (MANTENIBILIDAD)				
		Baja	1	Mantenimiento Dificil	
		Alta	0	Mantenimiento Facil	
10	vibracion de equipo				
		Alto	2		
		Medio	1		
		Bajo	0		
ESCALA DE REFERENCIA					
A	CRITICA	16 a 20			
B	IMPORTANTE	11 a 15			
C	REGULAR	06 a 10			
D	OPCIONAL	00 a 05			

Fuente: Manual de G&E adaptado por Autor.

b Evaluación de Criticidad de Motor de Ventilación Compartimiento de Turbina

Figura 31
Compartimiento de la Turbina



Fuente: Manual de G&E adaptado por Autor.

Para realizar a cabo un mantenimiento preventivo al más altos grados de satisfacción, es de mucha importancia precisar las actividades que se realizaran, así las prioridades y como la periodicidad de estas.

c Amortiguadores

Los ventiladores pueden estar equipados con o sin amortiguadores de corriente invertida o CO2. Todos los amortiguadores son tipo gravedad y no requieren mantenimiento.

Las trabas de CO2 están conectadas a la tubería del sistema de manera que, cuando se detecta CO2, el retenedor del resorte se activa y el amortiguador se cierra, lo que evita el pasaje de flujo de aire.

En el caso de amortiguadores suministrados con una desactivación de CO2 para sistemas de combate de incendios, asegúrese de que el perno de sujeción del mecanismo de desactivación esté correctamente sujeto. En operación normal, el pasador de ¼" del mecanismo de desactivación debe encajar en el cuadrante de control a efectos de mantener abiertas las barreras. El amortiguador se envía en la posición cerrada con un perno en el orificio de retención del pasador. Antes de la instalación, retire el perno y rote el cuadrante 90 grados de modo tal que el pasador de disparo se enganche y las barreras estén en la posición totalmente abierta. Para comprobar la correcta operación, empuje el pasador hacia adentro hasta que se libere del cuadrante y haga girar manualmente las barreras. Antes de la instalación, asegúrese de que el pasador esté acoplado al cuadrante.

d Ruedas de Ventilador

Afloje los pernos de retención en el buje de sujeción cónica que fija el rotor del ventilador al eje del motor. Nota: Los orificios ciegos en el buje de sujeción cónica.

Enrosque estos mismos pernos de retención en los orificios ciegos en el buje de sujeción cónica que forzarán el buje fuera del cubo del rotor.

Retire el buje y deslice el rotor del ventilador fuera del eje del motor.

Repare o reemplace componentes según sea necesario.

Vuelva a montar en el orden inverso prestando especial atención a las siguientes consideraciones:

- Quite las rebabas de los cubos del rotor del ventilador y aplique un lubricante ligero antes de deslizar el rotor sobre el eje del motor.
- Ajuste la posición del rotor para permitir la superposición o posición adecuadas de la entrada o dentro del alojamiento. Los rotores de ventilador ajustados con bujes de sujeción cónica requieren que se posicione la rueda ligeramente atrás de la entrada, ya que la rueda se moverá hacia adelante cuando se ajuste el buje.
- Inserte la llave en el cubo y ajuste los pernos de retención de sujeción cónica al valor de torque correcto.
- Vuelva a colocar la placa lateral de la entrada y verifique que el ajuste rueda-entrada sea correcto.

Aplique silicona y otra sustancia para sellos/juntas compatibles con la corriente de gas a las superficies de contacto del ventilador, y vuelva a colocar las secciones de la entrada.

Realice la revisión Previa a la Puesta en Marcha

Para garantizar la operación sin problemas y una larga vida útil, se debe seguir un programa regular de mantenimiento preventivo y lubricación. La frecuencia de la inspección y la lubricación depende de las condiciones operativas y el período por el que se usan los ventiladores. Recomendamos la observación diaria una vez puesto en servicio el Ventilador con el objeto de determinar los requisitos de inspección y lubricación.

Precaución: Antes de realizar cualquier inspección, asegúrese de que el ventilador esté bloqueado en APAGADO de manera que la unidad no pueda arrancar.

Las inspecciones periódicas deben incluir lo siguiente:

Flujo de Aire. Revise si hay obstrucciones, trapos sucios, etc., en los sistemas de ductos de entrada o de salida.

Pantallas y otros accesorios de flujo. Limpie periódicamente; la suciedad causa resistencia al flujo de aire, disminuyendo el volumen de aire provisto por el ventilador.

Rueda. Inspeccione las hojas en busca de acumulación de polvo o suciedad. La acumulación de partículas puede causar desbalanceo. Cubra los cojinetes con una película plástica y limpie con vapor, chorro de agua, aire comprimido o cepillo de alambre. Si las hojas son de aluminio, tenga cuidado de no dañarlas durante la limpieza. Asegúrese de que la rueda esté centrada para evitar que las hojas golpeen el alojamiento. Verifique la rotación correcta de la rueda. Si se hallan fisuras en la rueda, retire el ventilador de servicio hasta que se hagan las reparaciones adecuadas.

Tornillería. Verifique que todos los pernos de anclaje, los cubos de la rueda, los tornillos de sujeción, los accesorios de bloqueo de la rueda y los pernos de retención de los cojinetes estén suficientemente apretados.

Cojinetes. Revise si hay demasiada temperatura o crepitación en todos los cojinetes. Los cojinetes para alta velocidad están diseñados para funcionar a temperaturas superiores a 165 °F. No reemplace un cojinete simplemente porque está caliente. Verifique la temperatura del bloque de almohadilla con un termómetro de contacto de superficie preciso y comuníquese con Twin City Fan & Blower CO para solicitar asistencia.

Recubrimientos de Superficies. Verifique que los recubrimientos o la pintura de las superficies estén en buenas condiciones. Volver a pintar las superficies interiores y exteriores prolonga la vida de servicio de su equipo. Seleccione recubrimientos que toleren la temperatura de funcionamiento y el contenido químico de la corriente de gas. Para condiciones normales de temperatura y servicio, se recomienda por la experiencia adquirida en

diversos trabajos realizados de las marcas SHERWIN WILLIAMS MACROPOXY, epoxica.

Las unidades de alta temperatura están recubiertas con pintura de aluminio a base de silicona.

Alineación. Verifique la alineación de la rueda del ventilador y los conos de entrada periódicamente. La desalineación causa el sobrecalentamiento de los cojinetes y/o el motor, desgaste en los sellos contra polvo, falla de los cojinetes y desbalanceo del rotor.

Motores. Mantenga los motores secos. Cuando los motores están inactivos durante períodos prolongados, puede ser necesario usar calefacción monofásica o pequeños calefactores de espacio para prevenir la condensación de agua en los devanados.

Asegúrese de que el motor no esté sobrecargado. El arranque excesivo de los motores puede quemarlos. Revise el consumo de amperaje con la clasificación de la placa de identificación del motor y consulte al fabricante cuál es la cantidad máxima permitida de arranques consecutivos.

5.2.3 Lubricación

La grasa utilizada como lubricante en cojinetes antifricción lubricados con aceite no pierde su capacidad de lubricación de forma repentina, sino durante un período de tiempo. Para una construcción y ensamblaje de cojinetes dada, la capacidad de lubricación de la grasa con el tiempo depende principalmente del tipo de grasa, el tamaño del cojinete, la velocidad con la que opera el cojinete y la severidad de las condiciones de operación. En consecuencia, no es posible calcular exactamente cuándo se debe agregar grasa nueva. Pero, se pueden obtener buenos resultados si se siguen las recomendaciones generales establecidas en el presente plan de investigación.

La función principal de la grasa es suministrar el aceite de engrase esencial de la reserva con apariencia de esponja de su estructura saponica. Los cojinetes antifricción lubricados con aceite consumen solo una pequeña cantidad de lubricante. Este lubricante debe estar siempre presente para evitar un desgaste

prematureo y una falla del cojinete. Sin embargo, el motor podría sufrir daños si la lubricación es excesiva o demasiado frecuente.

Los motores dotados de cojinetes de bolas se suministran de fábrica correctamente lubricados.

Los motores con accesorios de grasa deben ser lubricados según estas instrucciones para proporcionarle una vida máxima al cojinete.

Para obtener resultados óptimos, se debe utilizar grasa poliurica Exxon Mobil Polyrex EM para la lubricación, a no ser que se especifique una grasa especial en la placa de identificación.

Se debe seguir el procedimiento a continuación para un engrasado seguro y efectivo.

- Encienda el motor hasta que se caliente.
- Detenga el motor y desconéctelo del suministro eléctrico.
- Limpie la suciedad y los residuos que están alrededor del accesorio de entrada de lubricación y del accesorio de alivio de grasa.
- Con el motor aún caliente, agregue grasa con una pistola de engrase manual hasta haber agregado la cantidad de grasa según la Tabla 10.

Tabla 11
Intervalo de lubricación (años)

Tipo de Mantenimiento	Ejemplos Típicos	Rango de Potencia	Horizontal	Vertical
Grave	Motor para ventiladores, conjuntos MG-, etc., que funcionan las 24 horas del día, los 365 días del año.	1 – 7,5 10 – 40 50 – 150	4 1,5 9 meses	1,5 6 meses 3 meses
Muy Grave	Aplicaciones con vibraciones y suciedad, donde el extremo del eje es caliente (bombas y ventiladores) alta temperatura ambiente.	1 – 7,5 10 – 40 50 – 150	9 meses 4 meses 4 meses	6 meses 3 meses 2 meses

Fuente: Manual de G&E adaptado por Autor.

CAPITULO VI

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

En el presente capítulo detallamos los costos que involucran para la implementación de los nuevos ventiladores.

6.1. Costos directos

Son los generados por el ventilador, motor de ventilador, damper de entrada y salida, silenciadores, mano calificada para la puesta en marcha del proyecto.

En las siguientes tablas se detalla los costos.

Tabla 12
Costo de equipos

Descripción	cantidad	Precio unitario	Costo (nuevos soles)
El ventilador TWIN CITY del modelo EPFN 365	2	1450	2380.00
Motor WEG y el modelo W22	2	3065	6120.00
Damper de ingreso de aire al compartimiento GREENHECK	4	272	1088.00
Damper de ingreso de aire al ventilador GREENHECK	2	272	544.00
Dampers de Seguridad Contra Incendios al Ingreso y salida del ventilador GREENHECK	4	334	1336.00
Silenciador KOOLAIR	4	340	1360.00
Costo total de equipos (nuevos soles peruanos)			S/. 12,828.00

Fuente: Catalogo de precios de GREENHECK, KOOLAIR, TWIN CITY, WEG 2017

Tabla 13
Costo de Mano de Obra

Personal	Personas involucradas	Tiempo programado (Horas)	Costo por servicio (nuevos soles)	Costo total
Instalación de ventilador	3 técnicos mecánicos	12	35	1260.00
Conexiones eléctricas	2 técnicos eléctricos	6	35	420.00
Configuración de control	1 técnico electrónico	6	40	240.00
Costo Total de servicio		24 horas	S/. 110	S/. 1920.00

Fuente: propia 2017.

Tabla 14
Costo de Materiales

Descripción	cantidad	Costo Unidad	Coto total
Tubo Conduit 1/2 x 3 metros	4 unidades	12	48.00
Uniones Conduit 1/2	6 unidades	3	18.00
Codos 90° Conduit 1/2	6 unidades	4	24.00
Abrazaderas 1/2	24 unidades	2.5	60.00
Conduit flexible 1/2	5 metros	15.83	79.15
Cinta aislante 3M	2 unidades	6.80	13.60
Terminales eléctricos	12 unidades	1.2	14.40
Grúa telescópica TEREEX 530	8 horas	200	1600.00
COSTO TOTAL DE MATERIALES			S/. 1,857.15

Fuente: Ferretea el sur 2017.

6.2. Costos Indirectos

Son los gastos que están involucrados en el proceso productivo, aquellos gastos efectuados para la ejecución de un proyecto

Tabla 15

Resumen de Costos Indirectos

Descripción	Cantidad	Costo Unidad	Costo Total
Movilidad	15 días	10 soles	150.00
Copias	100 unidades	0.10	10.00
Varios		2500	1500.00
Costos indirectos total			S/. 1,660.00

Fuente: Propia 2017.

6.3. Costo total de ejecución del proyecto

La adición de los dos costos nos da un resultado de:

Tabla 16

Costo Total del Proyecto

Descripción	Costo total
Costos directos	16,605.15
Costo indirecto	1,660.00
Costo total del proyecto (Soles Peruanos)	S/. 18,265.15

Fuente: Propia 2017.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Como parte del recálculo de los parámetros de funcionamiento, fue necesario conocer la situación actual del compartimiento de turbina, los parámetros de funcionamiento así luego poder determinar con mayor precisión el requerimiento de remoción para una selección adecuada del ventilador.

2. Dentro de los parámetros de funcionamiento calculados tenemos:

El cálculo de caudal que se realizó por medio de dos métodos la primera es remociones por hora, el segundo es por pérdida y ganancia de calor, llegando a través de los dos métodos a un valor que difiere en $0.01 \text{ m}^3/\text{s}$ y la pérdida nos genera los dampers de ingreso y salida, silenciadores.

3. Los datos obtenidos en el capítulo de cálculos de ingeniería de presión estática y caudal se realizaron en las condiciones más extremas de funcionamiento del compartimiento de turbina por la cual se determinó el caudal requerido es de $Q=10 \text{ m}^3/\text{s}$. dicho caudal ingresado por medio de los dampers de ingreso para así generar una eficiente remoción, extrayendo el calor generado por la turbina y los gases contaminantes existentes en la misma de esta forma mantener el compartimiento de turbina en condiciones óptimas que es de 38°C , según las recomendaciones del fabricante de la turbina, para así lograr su desenvolvimiento
4. Razón por la cual se eligieron los dampers de la marca GREENHECK de la serie BR 10 por la independencia de sus componentes y ofrecer una pérdida muy baja para su funcionamiento y se adecua a las condiciones climáticas variantes de Mollendo (a detalle la información del dampers en el anexo III).

5. Para la selección de un ventilador se requiere los parámetros de cálculo de presión estática y caudal requeridas luego se procedió a la selección del ventilador más adecuado y cumpla los requerimientos, siendo elegido la marca TWIN CITY del modelo EPFN 365 y el motor de la marca WEG y el modelo W22 ya que cumplen con los requerimientos de ventilación.

RECOMENDACIONES

Cumplir con los estándares respecto al área de mantenimiento, seguridad en cada equipo a intervenir.

En los ventiladores del compartimiento de turbina deben de cumplir con el mantenimiento preventivo establecido por el fabricante y plan de mantenimiento planteado en la siguiente investigación.

Lubricación de los elementos rodantes.

Análisis vibracional.

Toma de datos de vibracional

Megado del motor.

Análisis termográfico.

Limpieza de los componentes del ventilador según establecido en la siguiente investigación.

Mantener cerrada los puntos de acceso al compartimiento de turbina.

Lubricación y limpieza de los dampers.

BIBLIOGRAFÍA

- Ventilation industrial 28.^a edition 1998 American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
- Fundamentos de ventilación industrial V.V. Baturin Editorial labor, S.A.
- Manual Práctico de Ventilación tercera edición salvador escoda
- Robert Jorgensen “Fan Engineering” 7th Edition, Buffalo Forge Company 1970
- Harris M. C. “Manual de medidas acústicas y control de ruido” 3er. Edición McGraw-Hill 1995.
- VENTILACION INDUSTRIAL - Descripción y diseño de los sistemas de ventilación industrial. Rubens E. POCOVÍ -Universidad Nacional de SALTA. Ediciones MAGNA PUBLICACIONES. Catamarca 285. San Miguel de Tucumán. República ARGENTINA.
- Catálogo de ventilador TWIN CITY “Fans Flowers” 2017.
- Catálogo de Dampers GREENHEC “Backdraff &Pressure Dampers” 2017.
- Catálogo de Silenciadores KOOLAIR “Serie SK” 2017.
- Catálogo de Motores eléctricos Trifásico serie W22,2017
- Norma ACGIH “American Conference of Industrial Hygienists”
- NORMA A.010 CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO, El Peruano mayo de 2014
- Norma EM.030 Instalaciones de Ventilación, El Peruano mayo de 2014.

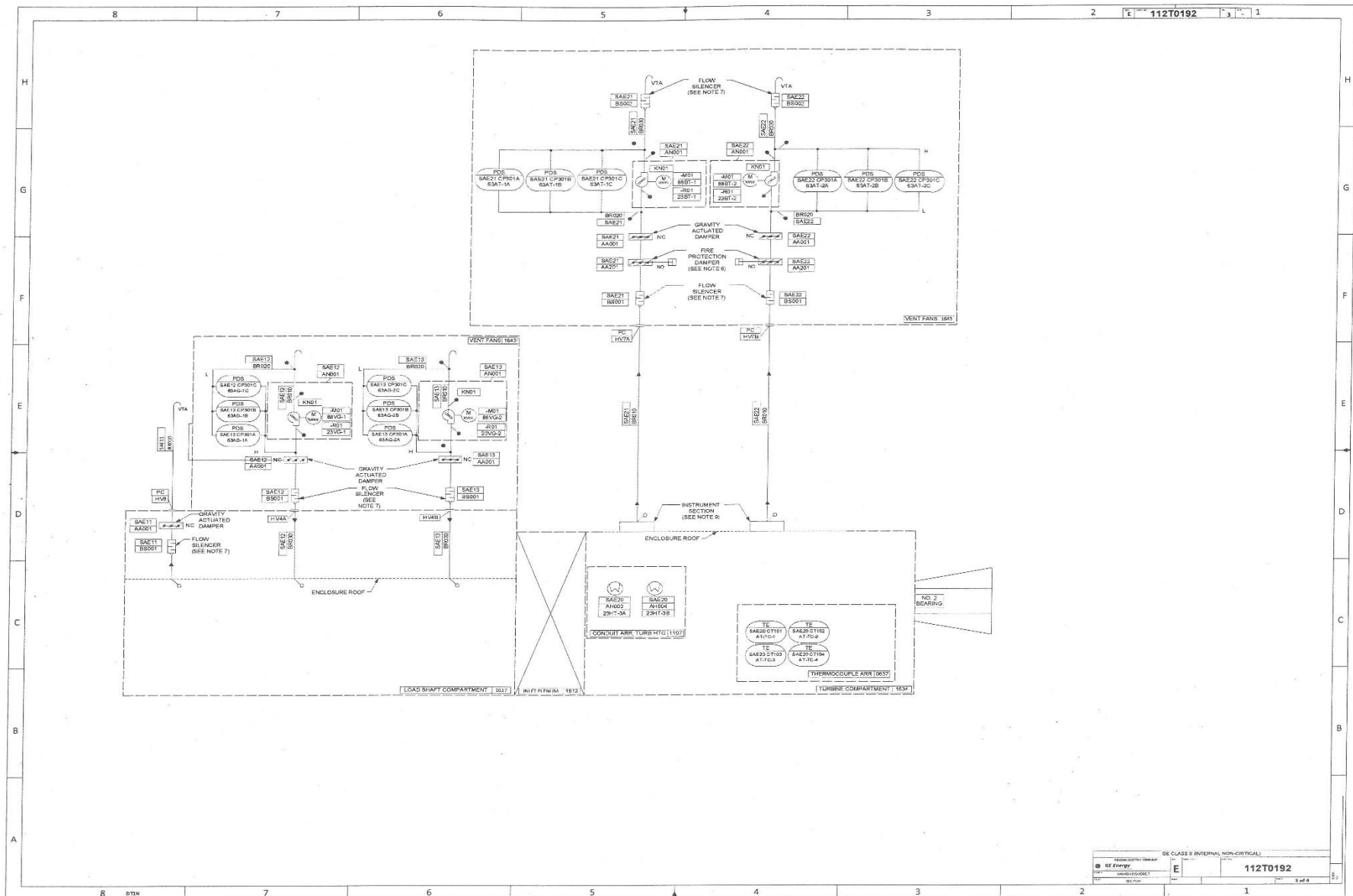
Páginas web.

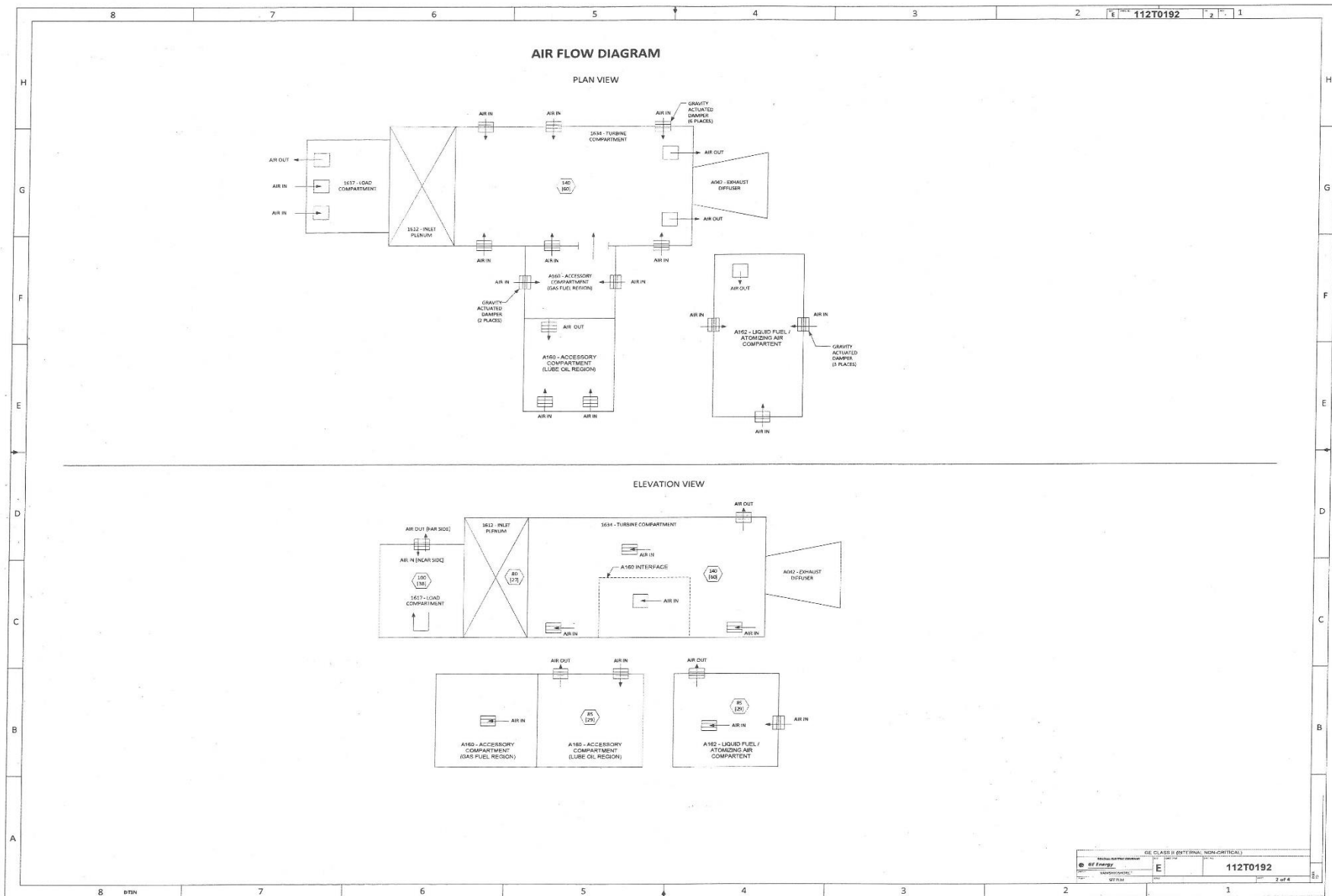
- <https://extractordeaire.blogspot.pe/2016/03/ventilador.html>

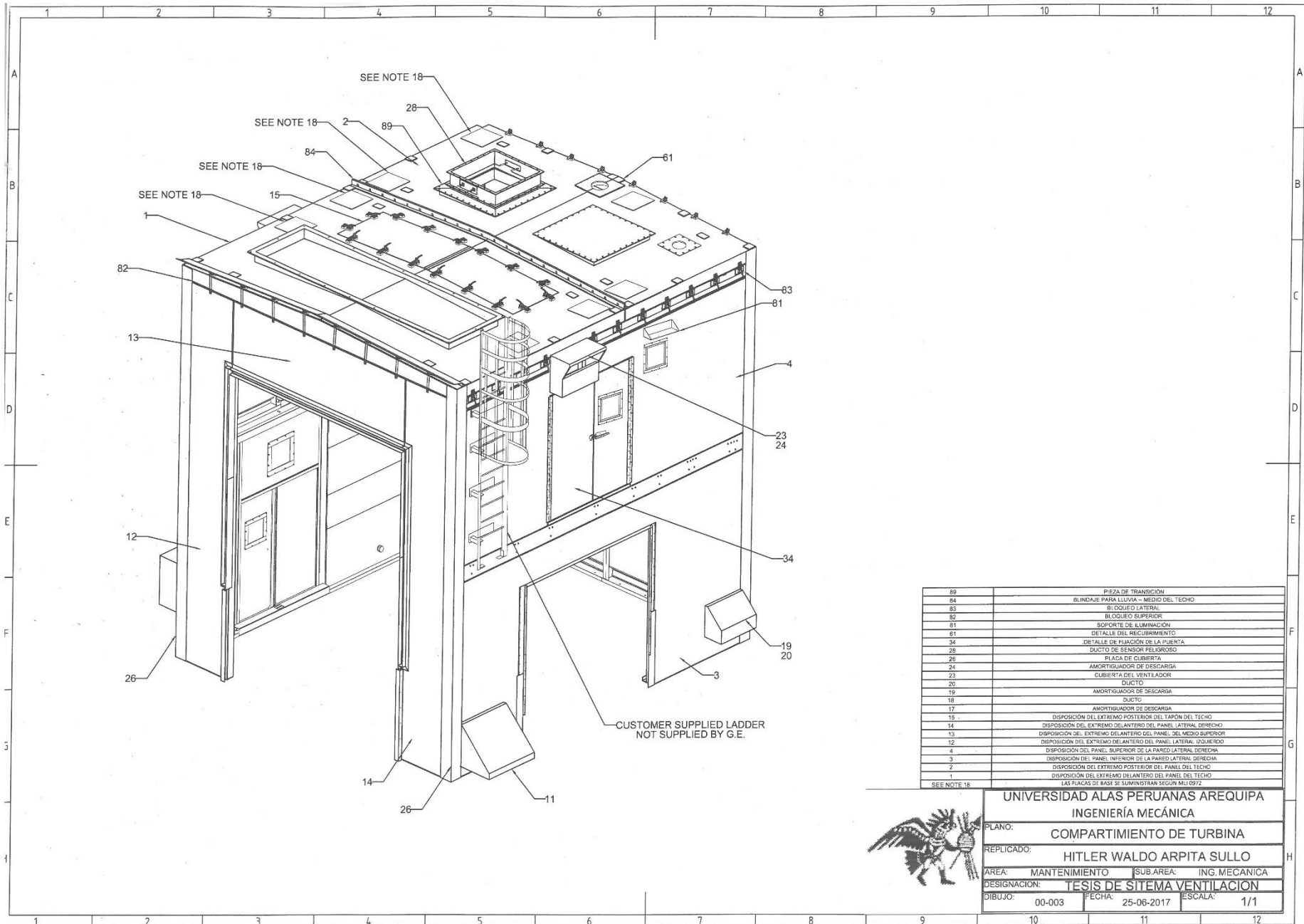
ANEXOS

Anexo I

PLANOS







89	PIEZA DE TRANSICIÓN
84	BLINDAJE PARA LLOVIA - MEDIO DEL TECHO
83	BLOQUEO LATERAL
82	BLOQUEO SUPERIOR
81	SOPORTE DE ILUMINACIÓN
81	DETALLE DEL RECUBRIMIENTO
34	DETALLE DE FLANJEÓN DE LA PUERTA
28	DUCTO DE SENSOR PELIGROSO
26	PLACA DE CUBIERTA
24	AMORTIGUADOR DE DESCARGA
23	CUBIERTA DEL VENTILADOR
20	DUCTO
19	AMORTIGUADOR DE DESCARGA
18	DUCTO
17	AMORTIGUADOR DE DESCARGA
15	DISPOSICIÓN DEL EXTREMO POSTERIOR DEL TAPON DEL TECHO
14	DISPOSICIÓN DEL EXTREMO DELANTERO DEL PANEL LATERAL DERECHO
13	DISPOSICIÓN DEL EXTREMO DELANTERO DEL PANEL DEL MEDIO SUPERIOR
12	DISPOSICIÓN DEL EXTREMO DELANTERO DEL PANEL LATERAL IZQUIERDO
4	DISPOSICIÓN DEL PANEL SUPERIOR DE LA PARED LATERAL DERECHA
3	DISPOSICIÓN DEL PANEL INFERIOR DE LA PARED LATERAL DERECHA
2	DISPOSICIÓN DEL EXTREMO POSTERIOR DEL PANEL DEL TECHO
1	DISPOSICIÓN DEL EXTREMO DELANTERO DEL PANEL DEL TECHO
LAS PLACAS DE BASE SE SUMINISTRAN SEGUN MLI D972	
SEE NOTE 18	



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS AREQUIPA
INGENIERÍA MECÁNICA

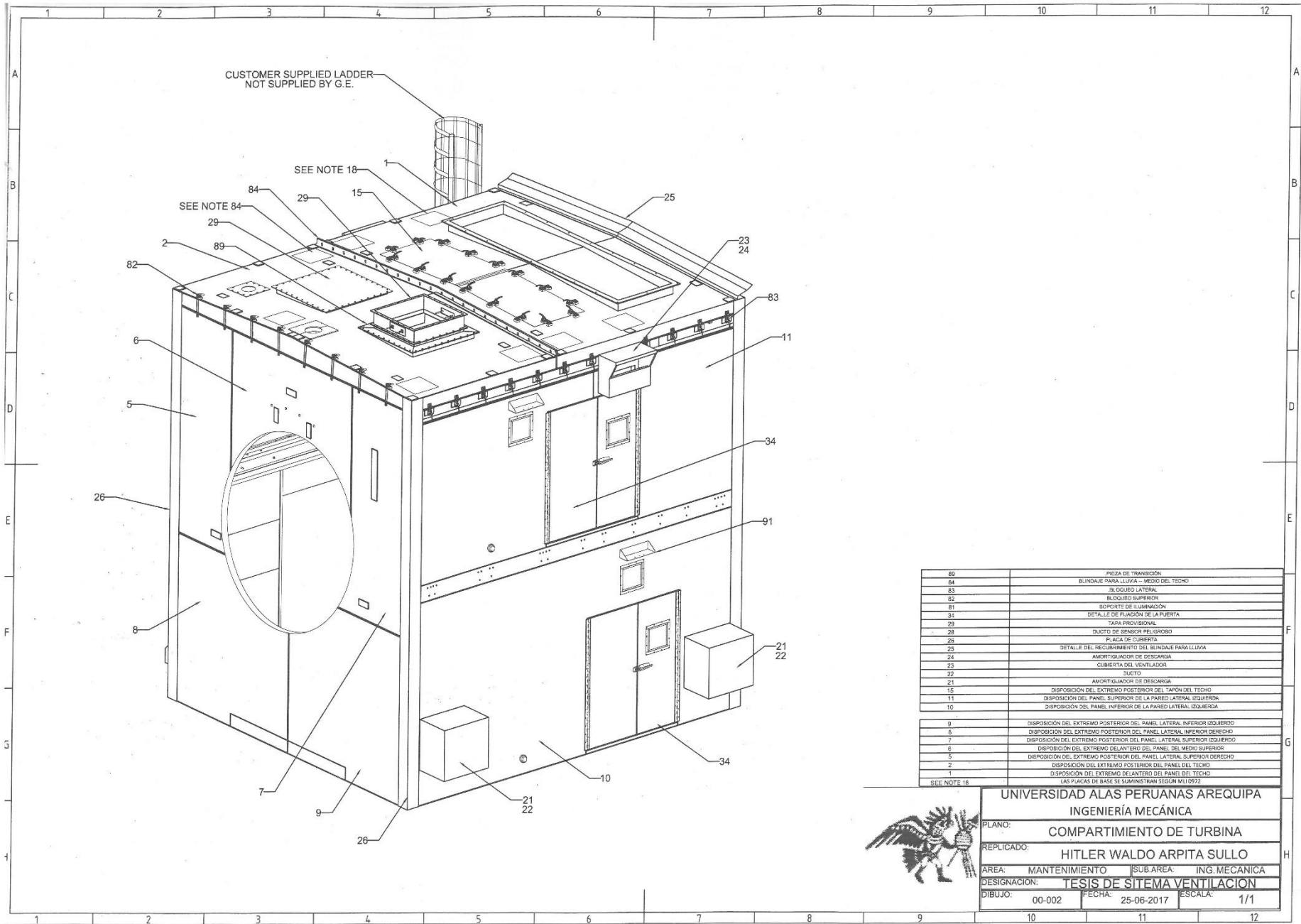
PLANO: COMPARTIMIENTO DE TURBINA

REPLICADO: HITLER WALDO ARPITA SULLO

AREA: MANTENIMIENTO SUB-AREA: ING. MECANICA

DESIGNACIÓN: TESIS DE SITEMA VENTILACION

DIBUJO: 00-003 FECHA: 25-06-2017 ESCALA: 1/1

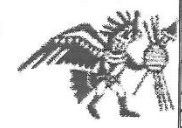


CUSTOMER SUPPLIED LADDER
NOT SUPPLIED BY G.E.

SEE NOTE 18

SEE NOTE 84

89	PIEZA DE TRANSICIÓN
84	BLINDAJE PARA LUBRICA - MEDIO DEL TECHO
83	BLINDAJE LATERAL
82	BLOQUEO SUPERIOR
81	SOPORTE DE ILUMINACIÓN
34	DETALLE DE FIJACIÓN DE LA FUERTE
29	TAPA PROVISIONAL
28	DUCTO DE SENSIBILIZACIÓN
28	PLACA DE CUBIERTA
25	DETALLE DEL RECUBRIMIENTO DEL BLINDAJE PARA LUBRICA
24	AMORTIGUADOR DE DESCARGA
23	CUBIERTA DEL VENTILADOR
22	DUCTO
21	AMORTIGUADOR DE DESCARGA
15	DISPOSICIÓN DEL EXTREMO POSTERIOR DEL TAPÓN DEL TECHO
11	DISPOSICIÓN DEL PANEL SUPERIOR DE LA PARED LATERAL IZQUIERDA
10	DISPOSICIÓN DEL PANEL INFERIOR DE LA PARED LATERAL IZQUIERDA
8	DISPOSICIÓN DEL EXTREMO POSTERIOR DEL PANEL LATERAL INFERIOR IZQUIERDO
8	DISPOSICIÓN DEL EXTREMO POSTERIOR DEL PANEL LATERAL INFERIOR DERECHO
7	DISPOSICIÓN DEL EXTREMO POSTERIOR DEL PANEL LATERAL SUPERIOR IZQUIERDO
6	DISPOSICIÓN DEL EXTREMO DELANTERO DEL PANEL DEL MEDIO SUPERIOR
5	DISPOSICIÓN DEL EXTREMO POSTERIOR DEL PANEL LATERAL SUPERIOR DERECHO
2	DISPOSICIÓN DEL EXTREMO POSTERIOR DEL PANEL DEL TECHO
1	DISPOSICIÓN DEL EXTREMO DELANTERO DEL PANEL DEL TECHO
LAS PLACAS DE BASE SE SUMINISTRAN SEGUN MLI 0972	
SEE NOTE 18	



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS AREQUIPA
INGENIERÍA MECÁNICA

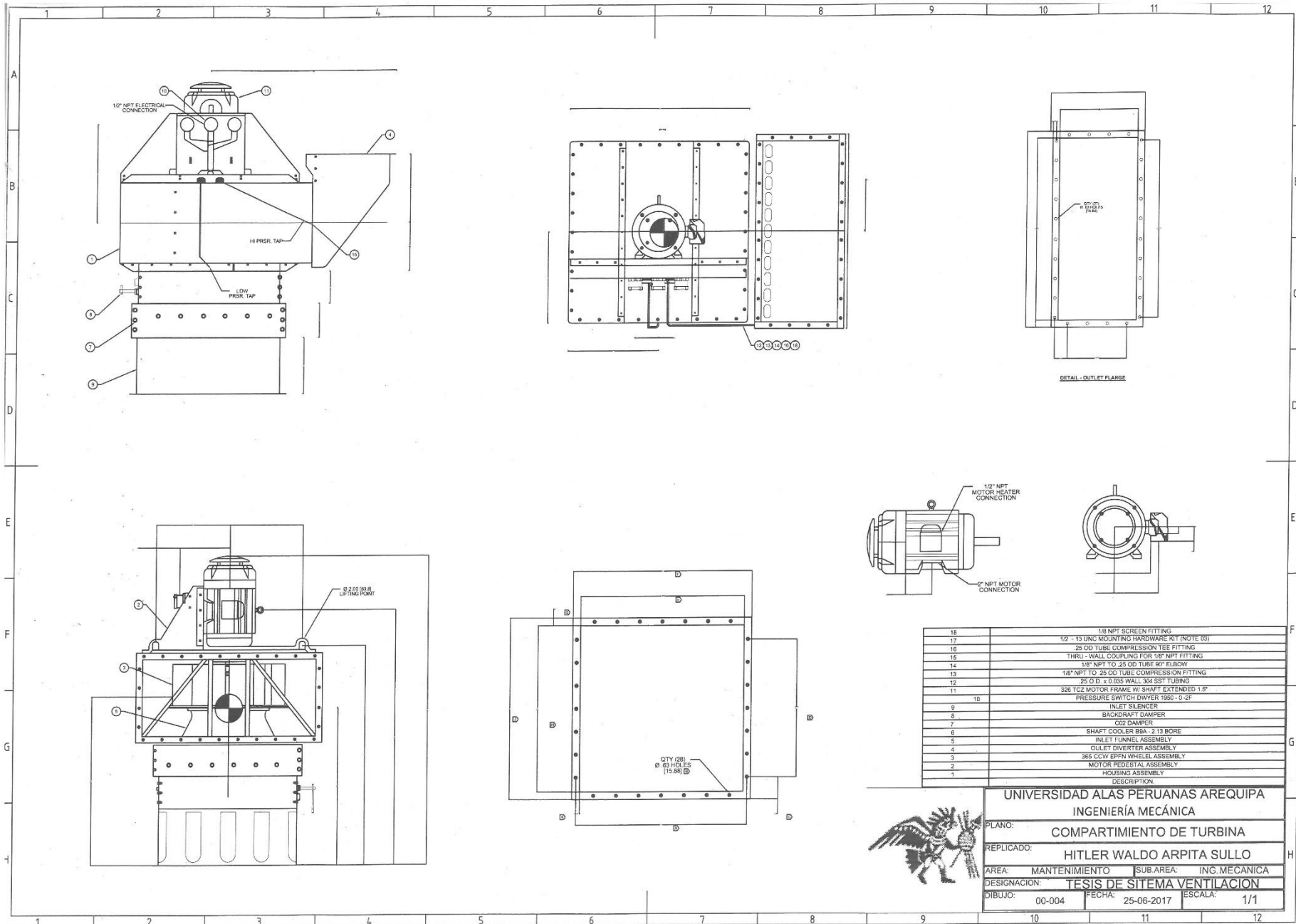
PLANO: COMPARTIMIENTO DE TURBINA

REPLICADO: HITLER WALDO ARPITA SULLO

AREA: MANTENIMIENTO SUB.AREA: ING.MECANICA

DESIGNACIÓN: TESIS DE SITEMA VENTILACION

DIBUJO: 00-002 FECHA: 25-06-2017 ESCALA: 1/1



18	1/8 NPT SCREEN FITTING
17	1/2 - 13 UNC MOUNTING HARDWARE KIT (NOTE 03)
16	25 OD TUBE COMPRESSION TEE FITTING
15	THRU - WALL COUPLING FOR 1/8\" NPT FITTING
14	1/8\" NPT TO 25 OD TUBE 90° ELBOW
13	1/8\" NPT TO 25 OD TUBE COMPRESSION FITTING
12	25 O D. x 0.035 WALL 304 SST TUBING
11	326 TCZ MOTOR FRAME W/ SHFT EXTENDED 1.5\"
10	PRESSURE SWITCH DWYER 1950 - 0.2F
9	INLET SILENCER
8	BACKDRAFT DAMPER
7	CO2 DAMPER
6	SHAFT COOLER BBA - 2.13 BORE
5	INLET FUNNEL ASSEMBLY
4	OUTLET DIVERTER ASSEMBLY
3	363 COV EPPN WHEEL ASSEMBLY
2	MOTOR PEDESTAL ASSEMBLY
1	HOUSING ASSEMBLY
	DESCRIPTION



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS AREQUIPA
 INGENIERÍA MECÁNICA

PLANO: COMPARTIMIENTO DE TURBINA

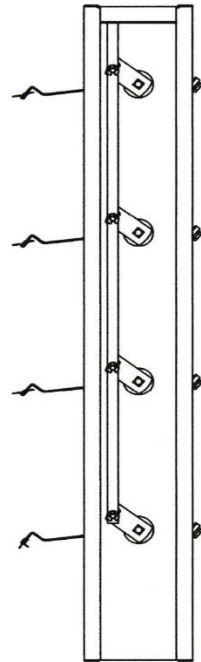
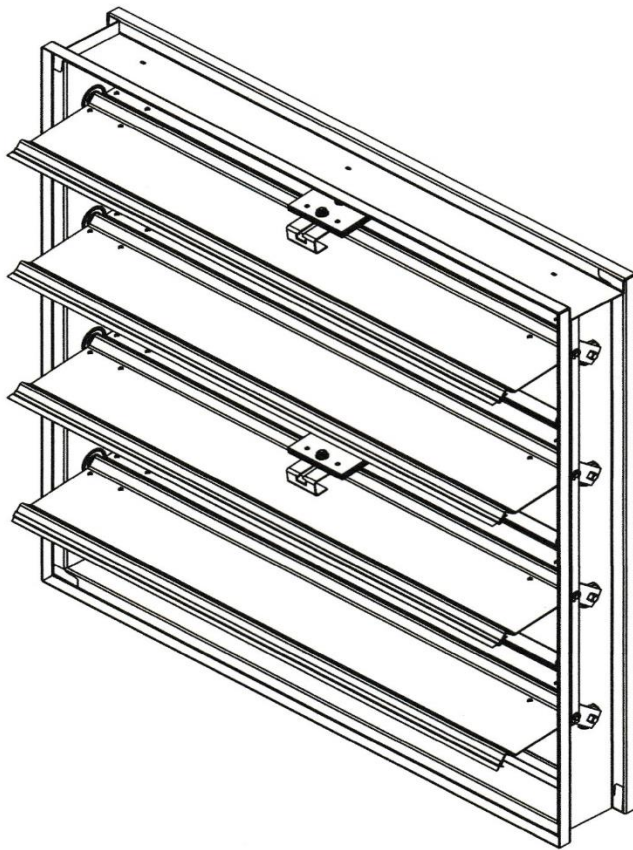
REPLICADO: HITLER WALDO ARPITA SULLO

AREA: MANTENIMIENTO SUB AREA: ING.MECANICA

DESIGNACION: TESIS DE SITEMA VENTILACION

DIBUJO: 00-004 FECHA: 25-06-2017 ESCALA: 1/1

BR-30



**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS AREQUIPA
INGENIERÍA MECÁNICA**

PLANO:

D A M P E R S

REALIZADO:

HITLER W. ARPITA SULLO

AREA:

MANTENIMIENTO

SUB AREA:

ING. MECANICA

REVISADO:

ASESOR DE TESIS

DESIGNACION:

TESIS SISTEMA DE VENTILACIÓN

DIBUJO:

00-005

FECHA:

25-06-2017

0

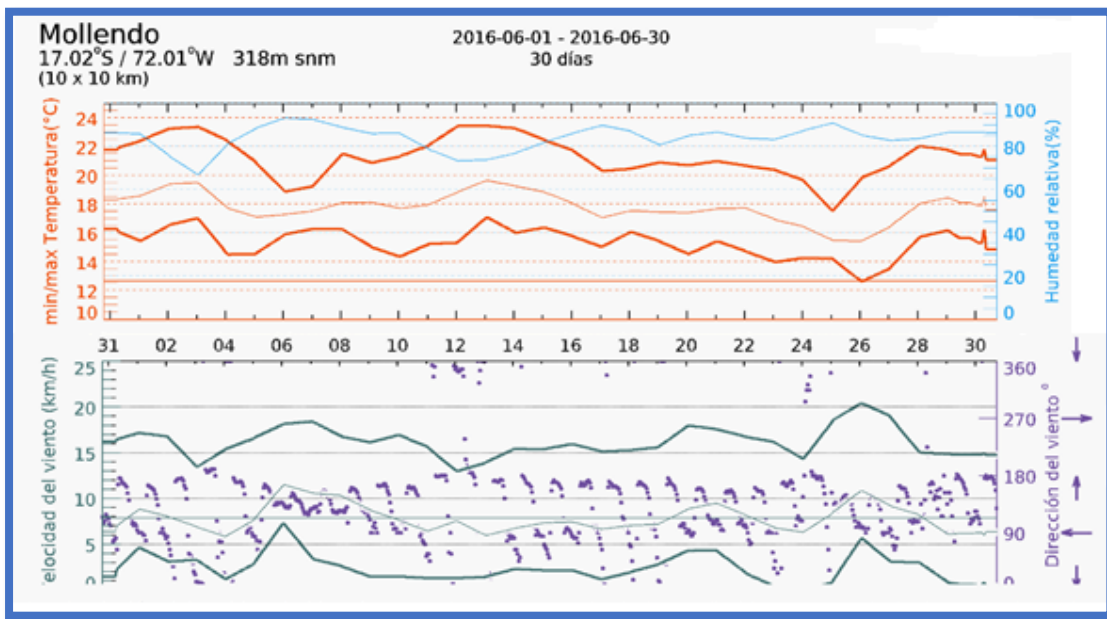
ESCALA: 1/1

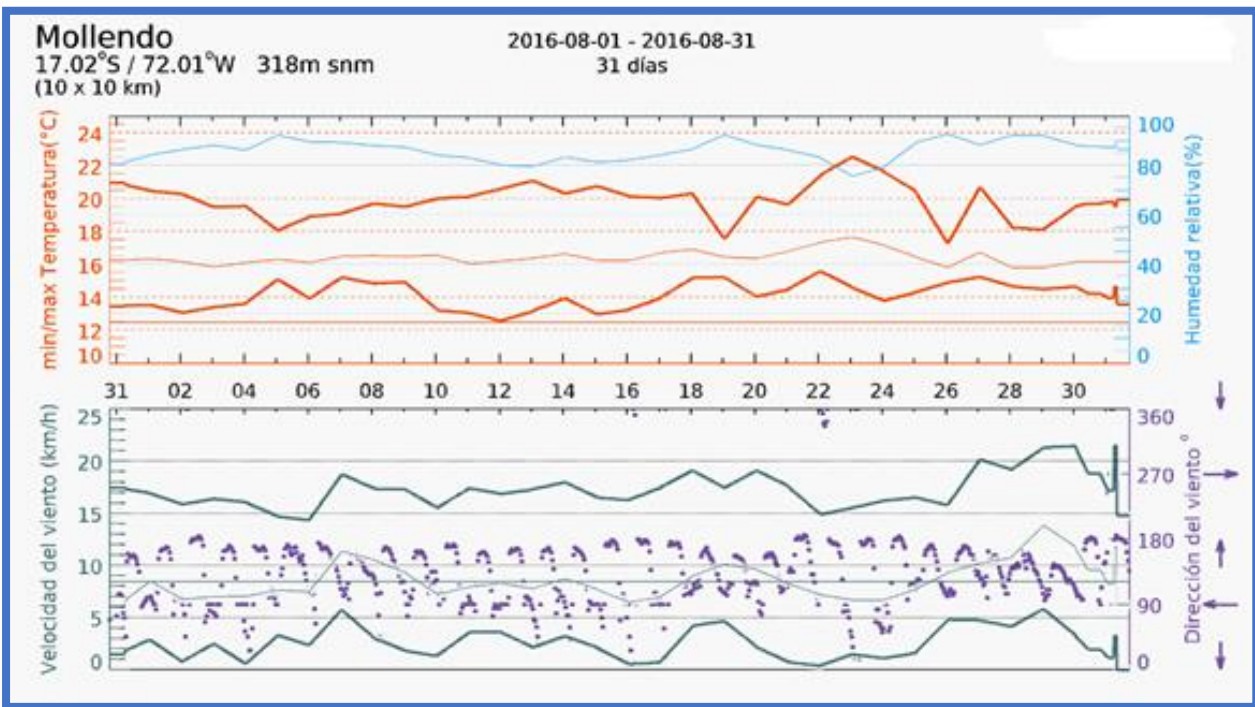
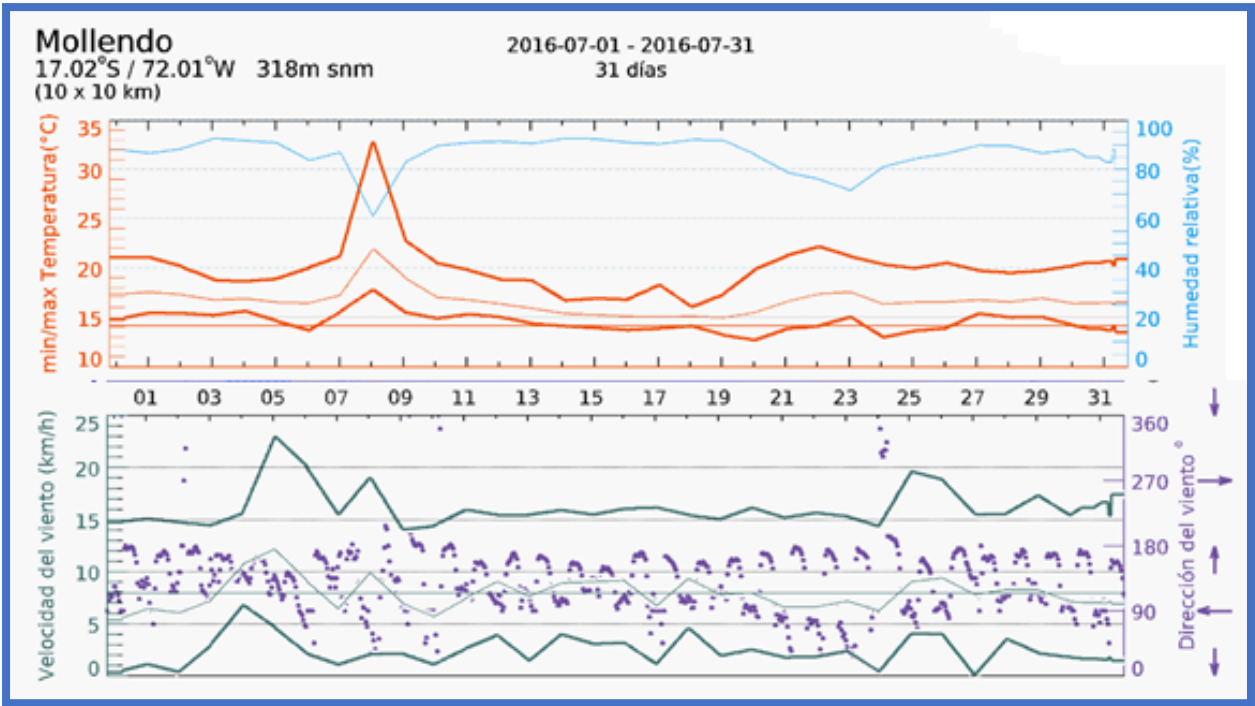
Anexo II

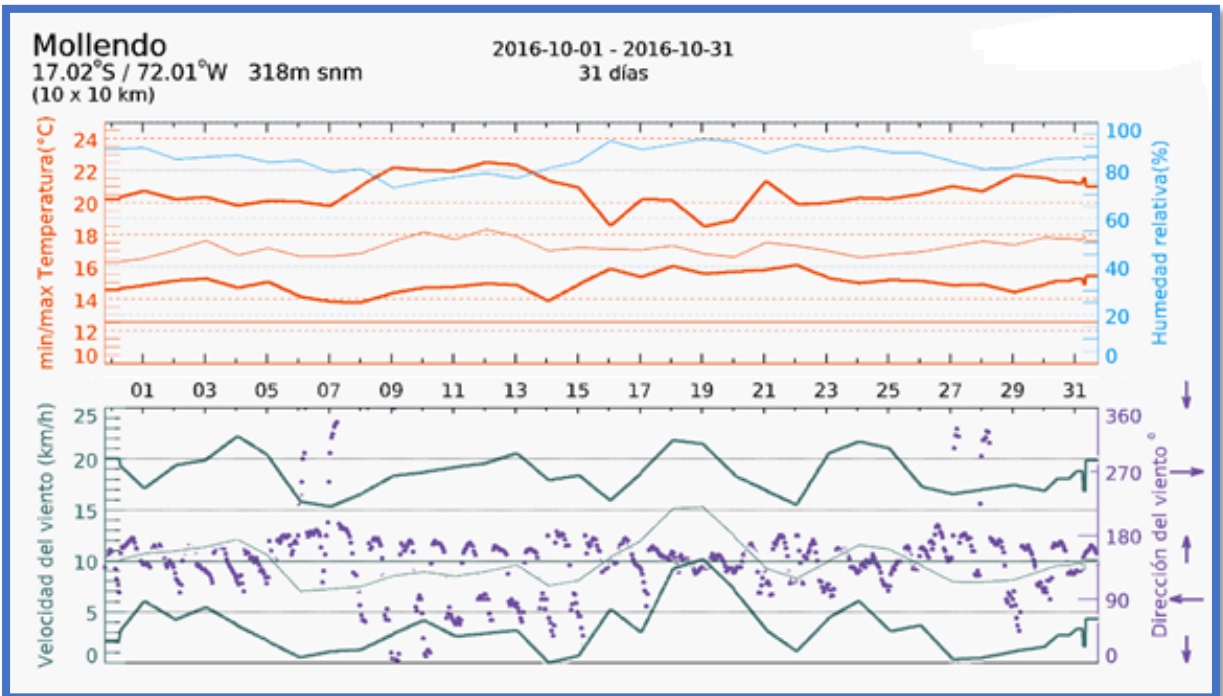
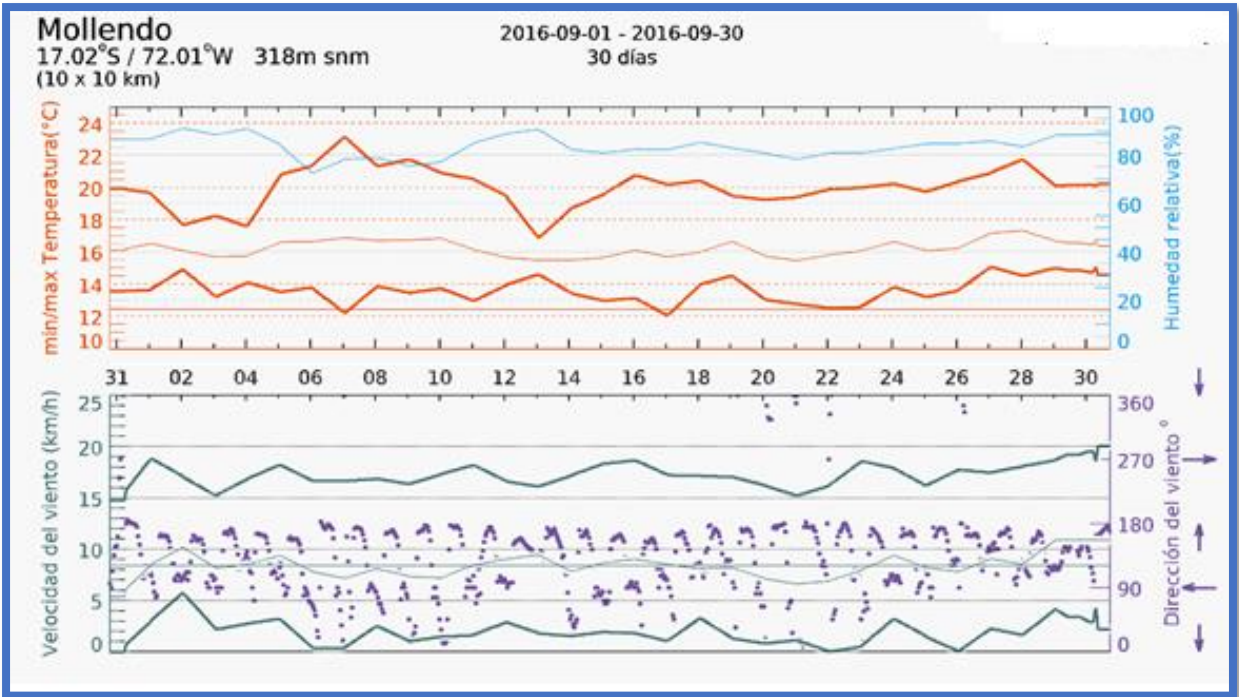
Condiciones Climáticas de Mollendo Durante Periodo de Investigación 2016-2017

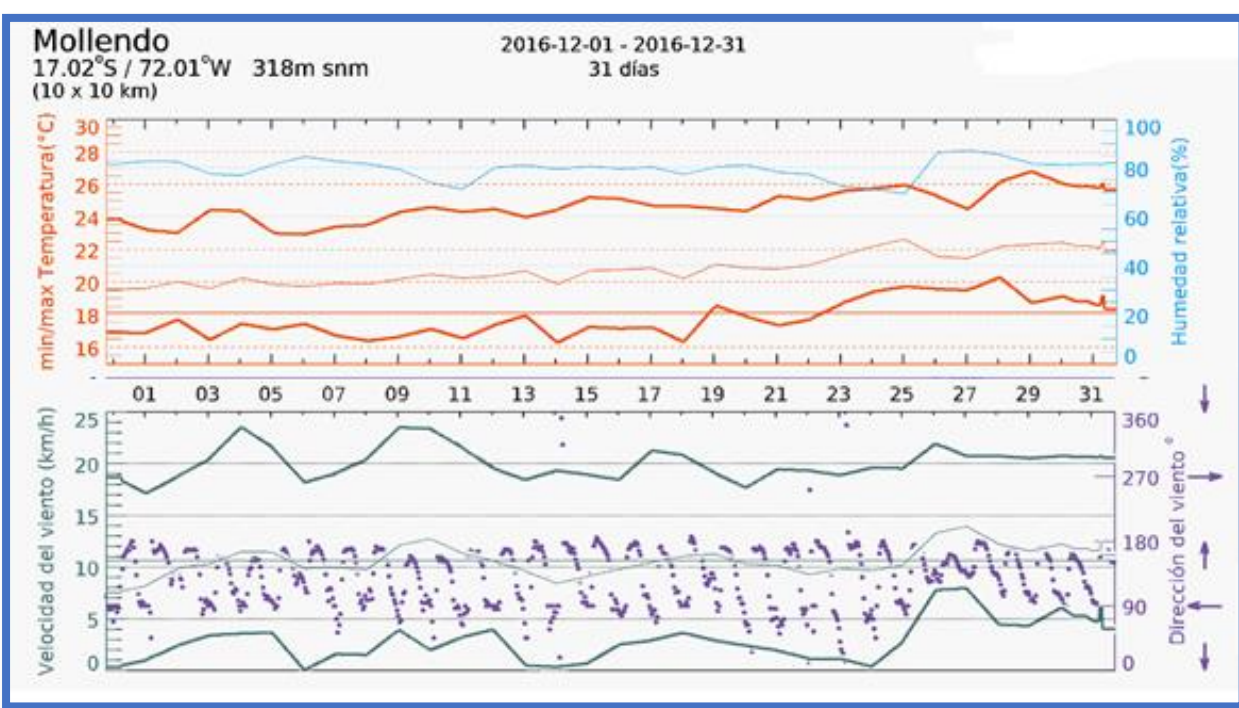
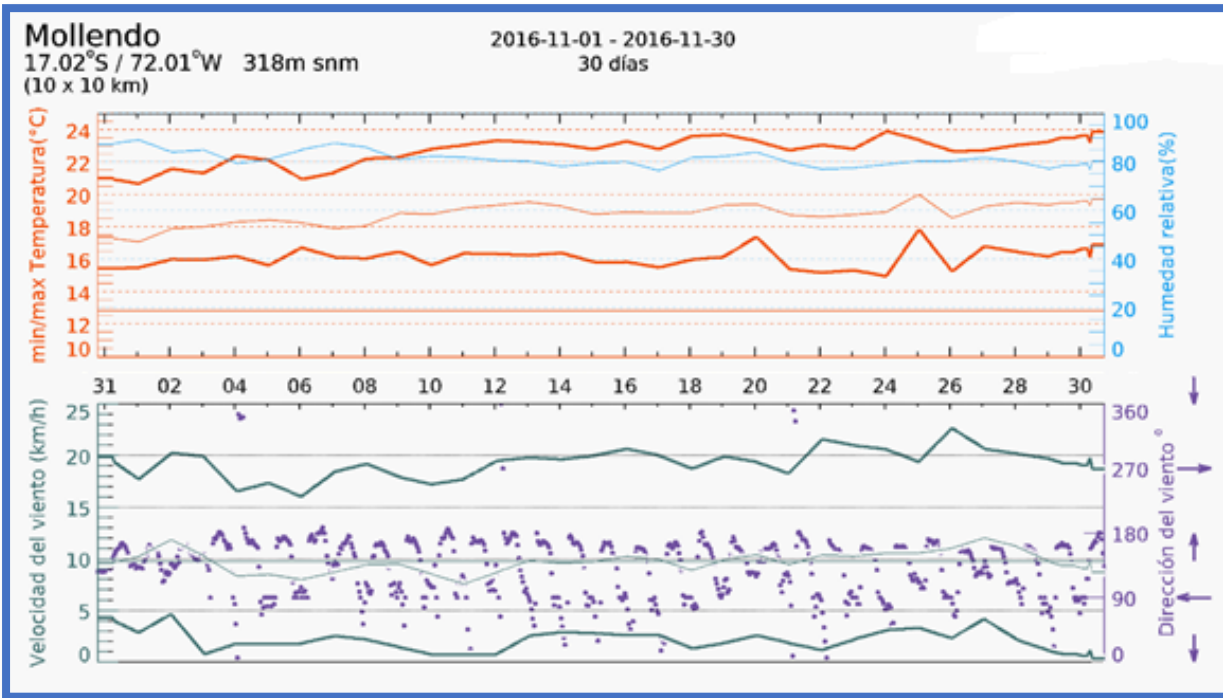
Velocidad y dirección del viento (en grados desde 0° = Norte, 90° = Este, 180° = Sur y 270° = Oeste). En el meteograma del archivo histórico, los puntos morados representan la dirección del viento, como se muestra en el eje derecho todos los derechos reservados solo para la presente investigación.

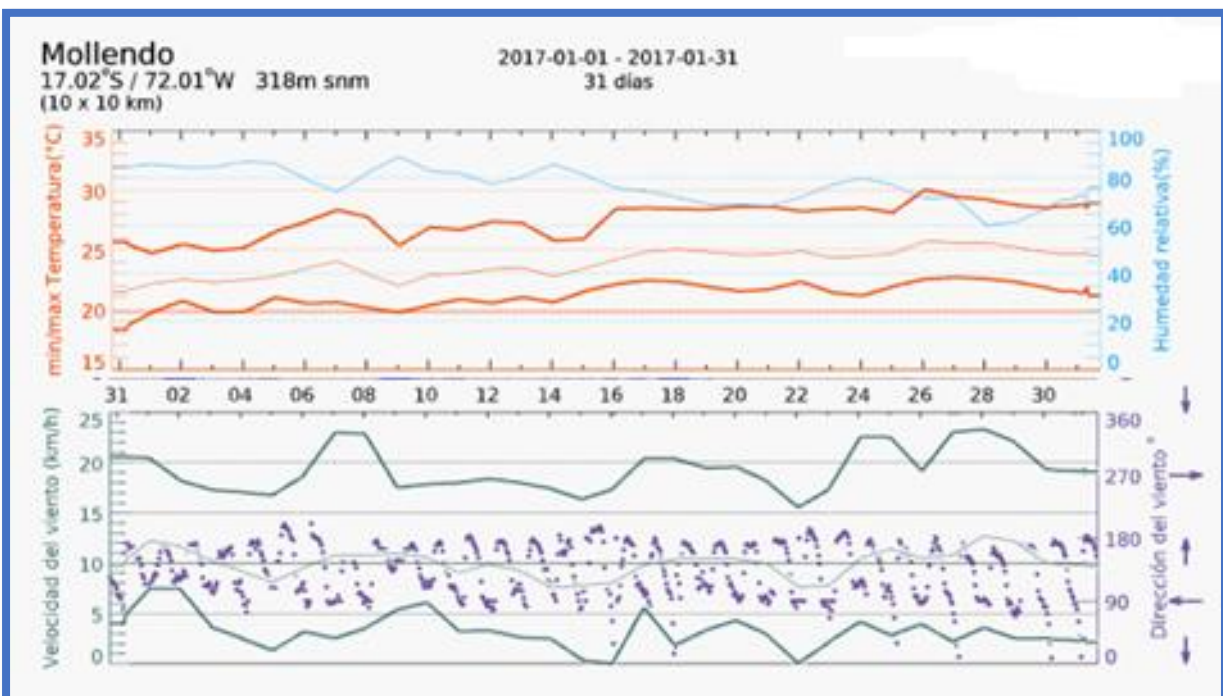
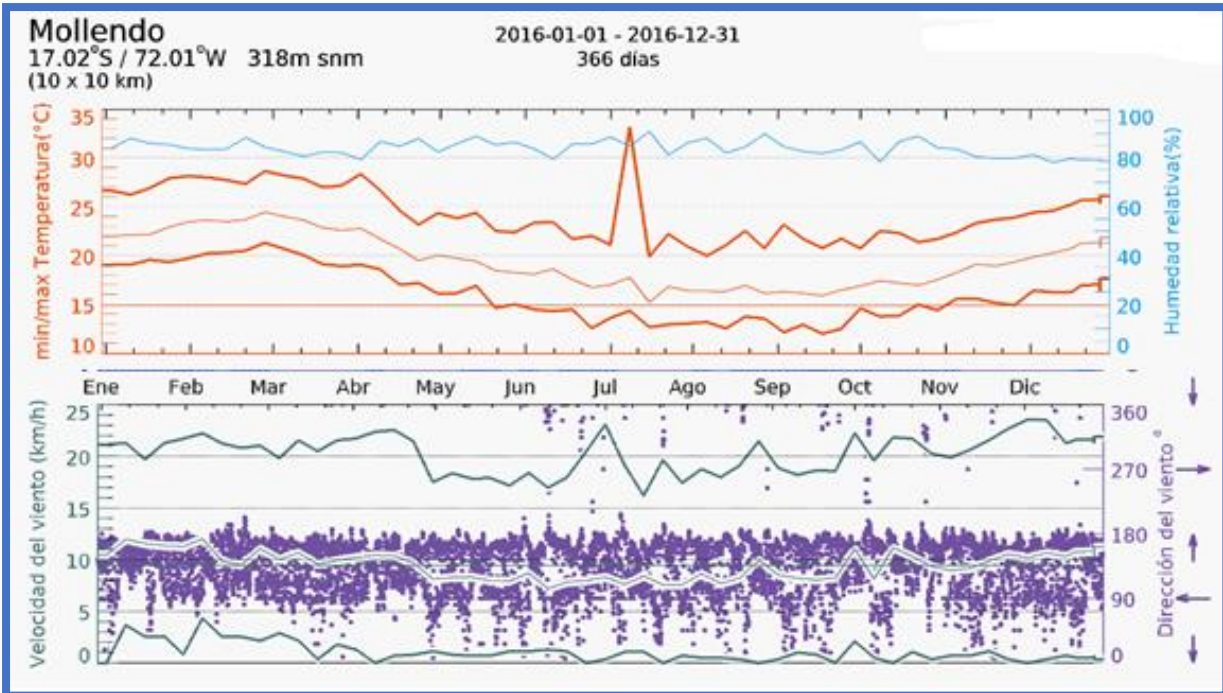
Fuente de todos los cuadros es **meteoblue**.

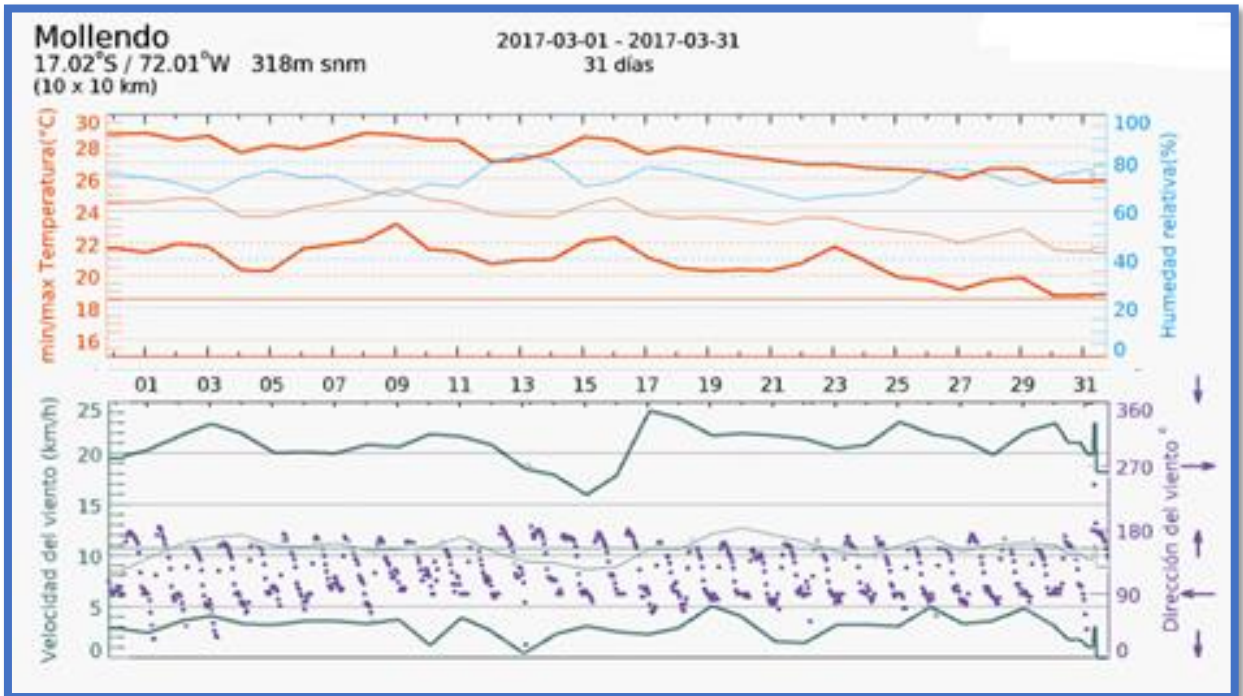
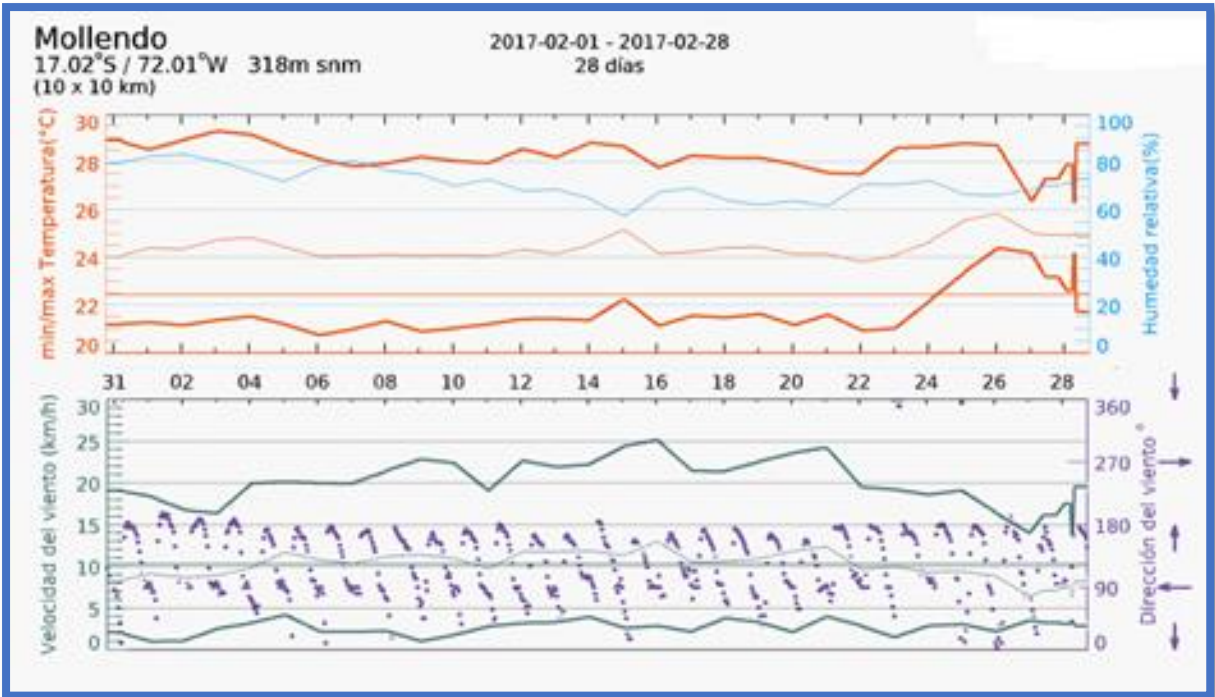


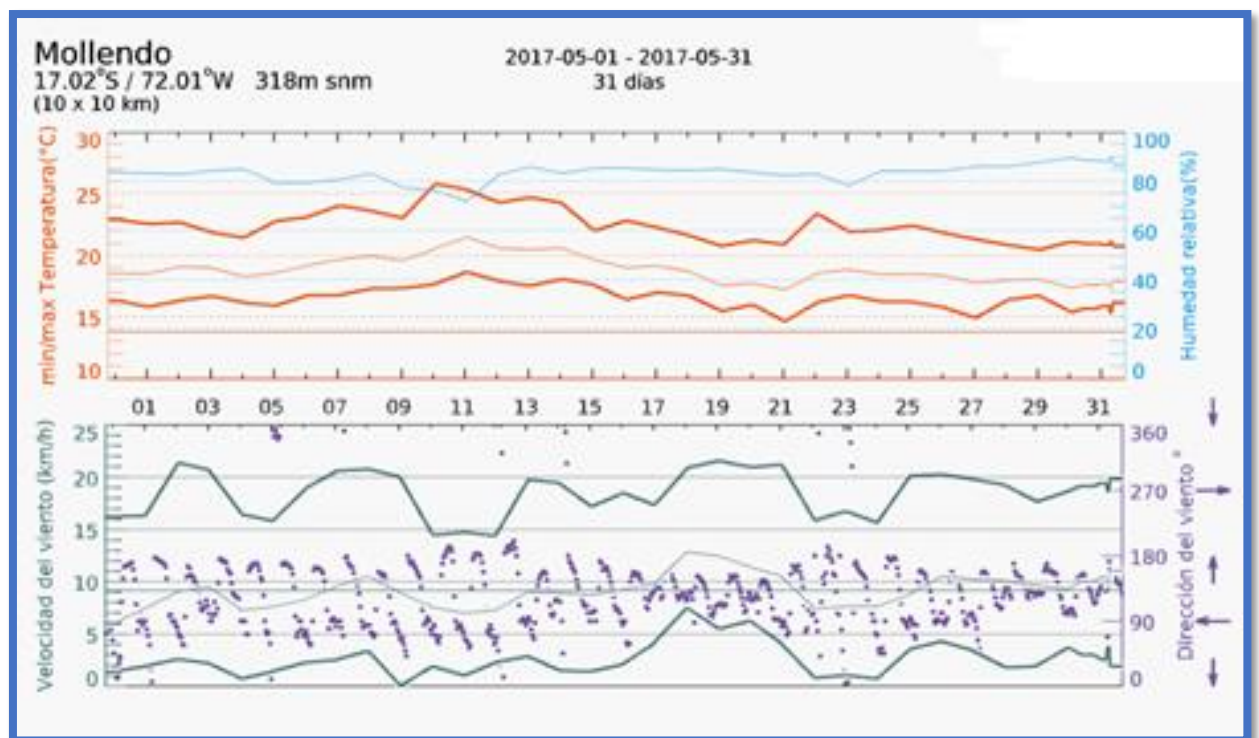
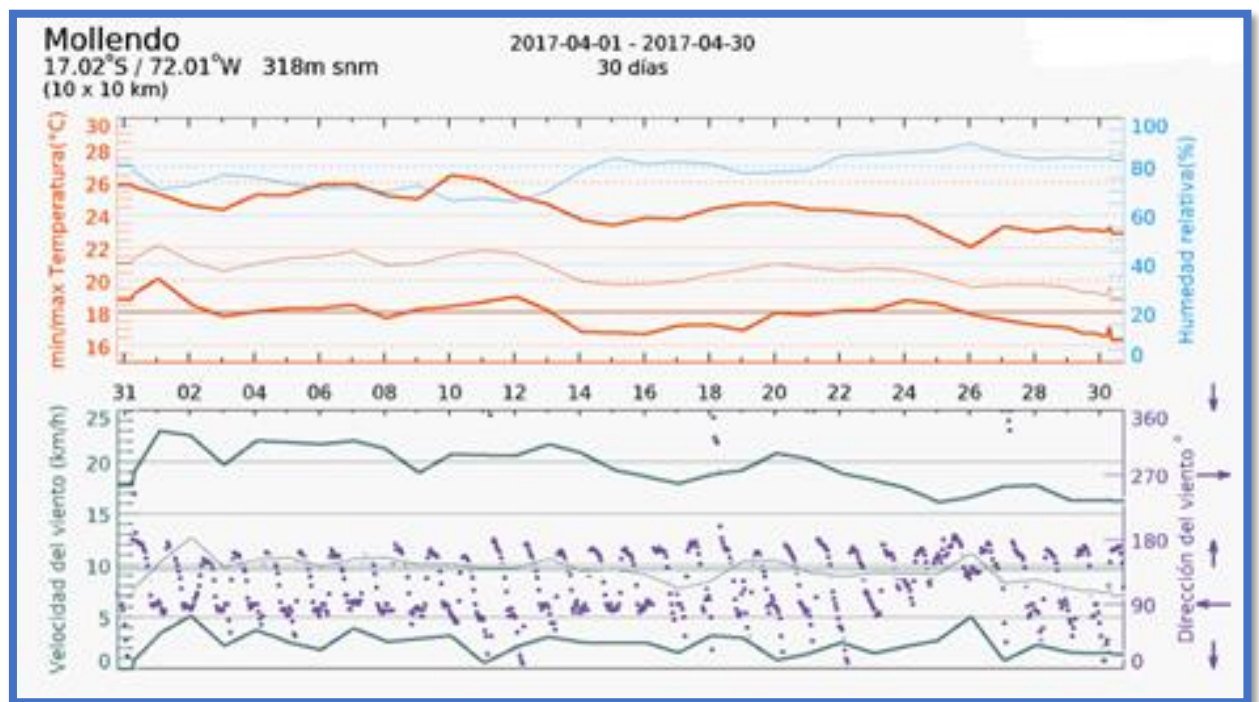


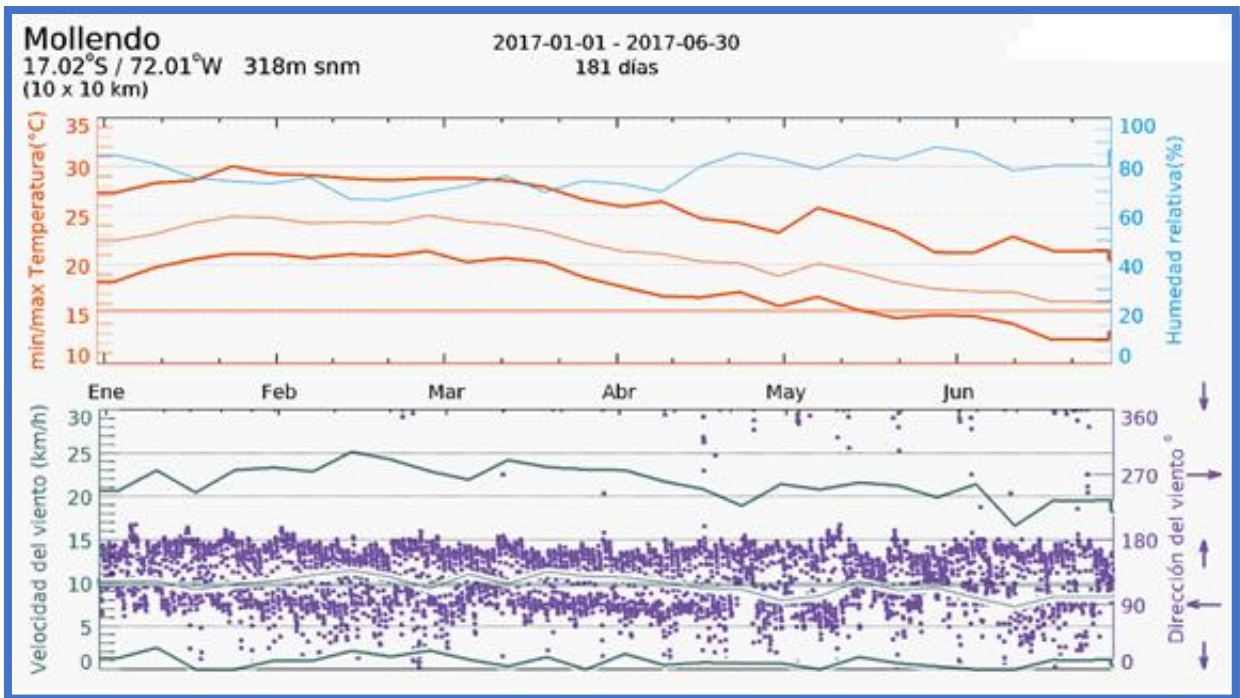
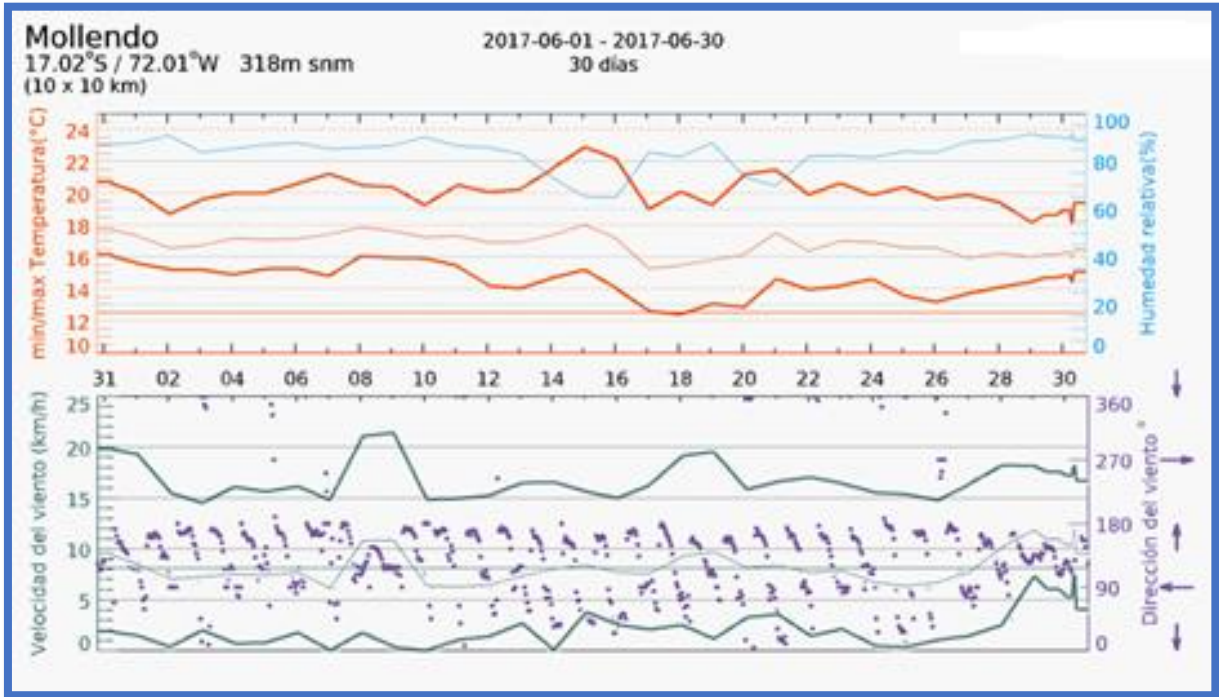












Anexo III
CATÁLOGOS

Backdraft & Pressure Relief Dampers

- Backdraft
- Barometric Relief
- Pressure Relief



Barometric Relief BR and SEBR Series



A barometric relief damper is a backdraft damper with an adjustable start-open pressure. It is used for gravity ventilation and low velocity systems. Counterbalance weights provide the ability to fine tune start-to-open and full-open operation.

BR series dampers are constructed with a galvanized steel frame and aluminum blades. The SEBR series is constructed of 316 stainless steel for severe or corrosive environments. Vinyl blade seals are used on both series of dampers. They are rated for velocities up to 2000 ft/min. (10.2 m/s) and back pressure up to 2 in. wg (0.5 kPa). The start-open pressure is selectable from .05 to .13 in. wg (0.01 kPa to .03 kPa).

BR and SEBR series dampers can be used in applications for:

- Gravity hood intake and exhaust
- Stairwell pressurization
- Room pressurization
- Ductwork outlets

Options available are:

- Flanges 1½ in. (38mm)
- EPDM jamb seals
- 304 stainless steel or aluminum frame (BR series)
- 304 stainless steel axles or linkage (BR series)
- 316 stainless steel ball bearings with acetal races (BR series, standard on SEBR series)



BR-30 Series



BR-10 Series

Barometric Relief (BR and SEBR Series) Quick Selection Guide

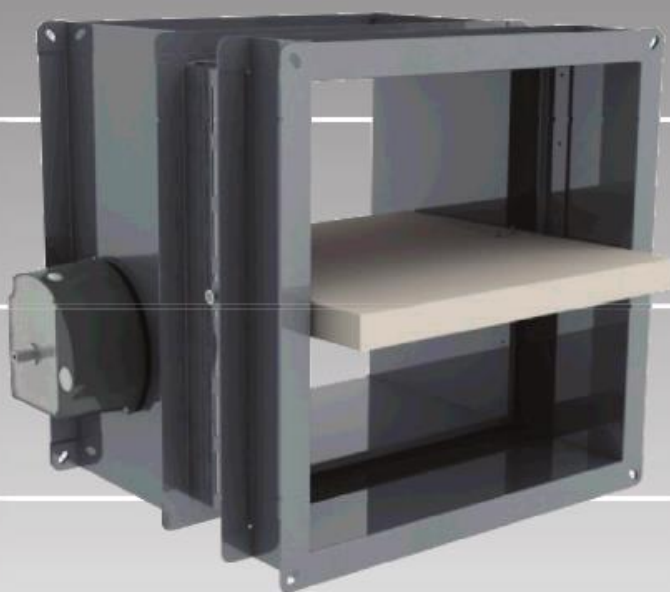
Model	Material		Mounting Position	Airflow Direction	Flange	Maximum Velocity ft/min. (m/s)	Maximum Back Pressure in. wg (kPa)	Start-Open Pressure* in. wg (kPa)
	Frame	Blade						
BR-10	Galvanized Steel	Aluminum	H	Vertical Up	No	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)
BR-11			H	Vertical Up	Discharge	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)
BR-12			H	Vertical Up	Intake	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)
BR-30			V	H	No	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)
BR-31			V	H	Discharge	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)
BR-32			V	H	Intake	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)
BR-40			H	Vertical Down	No	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)
BR-41			H	Vertical Down	Discharge	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)
BR-42			H	Vertical Down	Intake	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)
SEBR-10			316 Stainless Steel	316 Stainless Steel	H	Vertical Up	No	2000 (10.2)
SEBR-11	H	Vertical Up			Discharge	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)
SEBR-12	H	Vertical Up			Intake	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)
SEBR-30	V	H			No	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)
SEBR-31	V	H			Discharge	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)
SEBR-32	V	H			Intake	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)
SEBR-40	H	Vertical Down			No	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)
SEBR-41	H	Vertical Down			Discharge	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)
SEBR-42	H	Vertical Down			Intake	2000 (10.2)	2 (0.5)	0.05 (0.01)

H = Horizontal; V = Vertical

* Note that start-open is the pressure at which damper blades just begin to open. The blades are not fully open at this point. Damper size and bearing selection may cause start-open pressure to vary from this value.

serie

SF



CE

KOOLAIR

Compuerta cortafuegos rectangular SFR / SFK

Tipología

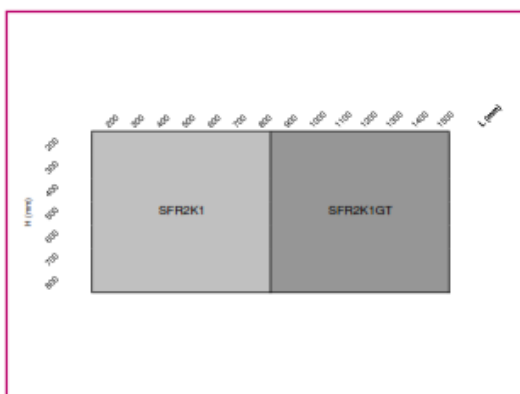
SFR2K1 S/UNE-EN 1366-2:2000 EI-120 (ve i↔o) y (ho i↔o). Resistencia al fuego **2 horas** compuerta rectangular cortafuego para muro y forjado con clasificación EI-120, opcional clasificación -S (**SFR2K1-S**), estanca al humo, según norma EN13501-3:2005. Dimensiones comprendidas entre 200x200 hasta 800x800 mm.

SFR2K1GT S/UNE-EN 1366-2:2000 EI-120 (ve i↔o). Resistencia al fuego **2 horas** Compuerta rectangular cortafuego para muro con clasificación EI-120, opcional clasificación -S (**SFR2K1GT-S**), estanca al humo, según norma EN13501-3:2005. Dimensiones comprendidas entre 850x200 hasta 1500x800 mm.

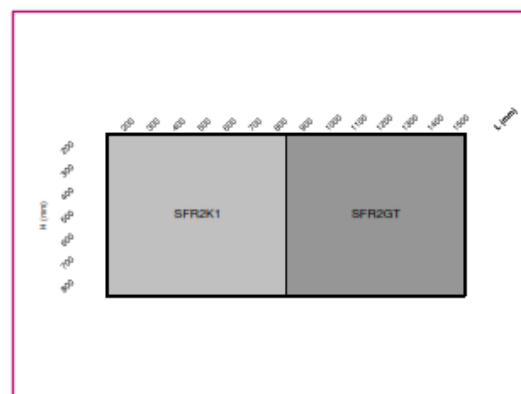
SFR2GT S/UNE-EN 1366-2:2000 EI-120 (ho i↔o). Resistencia al fuego **2 horas** Compuerta rectangular cortafuego **para forjado** con clasificación EI-120, según norma EN13501-3:2005. Dimensiones de compuerta comprendidas entre 850x200 mm y 1.500x800 mm.

SFR3K1GT S/UNE-EN 1366-2:2000 EI-180 (ve i↔o). Resistencia al fuego **3 horas** Compuerta rectangular cortafuego para muro con clasificación EI-180, opcional clasificación -S (**SFR3K1GT-S**), estanca al humo, según norma EN13501-3:2005. Dimensiones comprendidas entre 200x200 hasta 1500x800 mm.

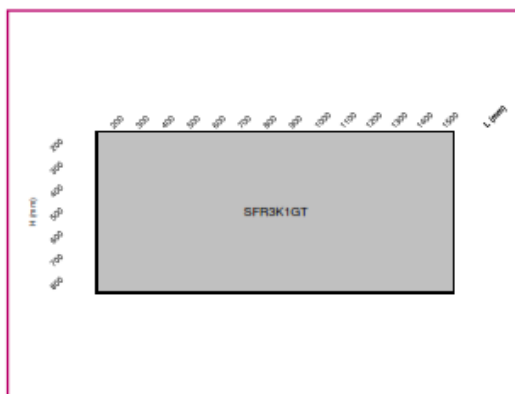
Modelo / dimensión EI-120 (ve i↔o)



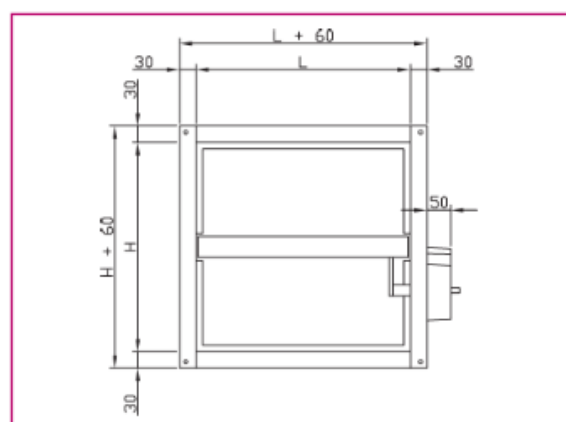
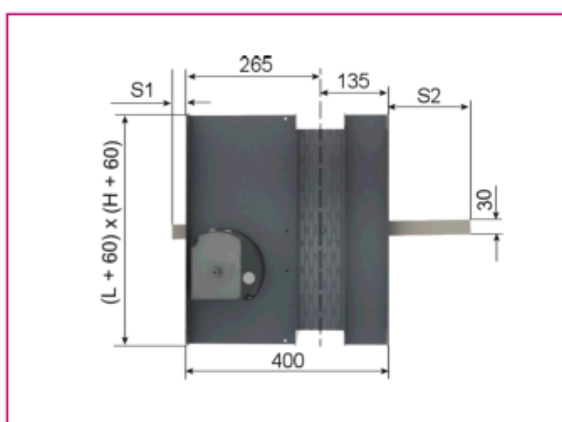
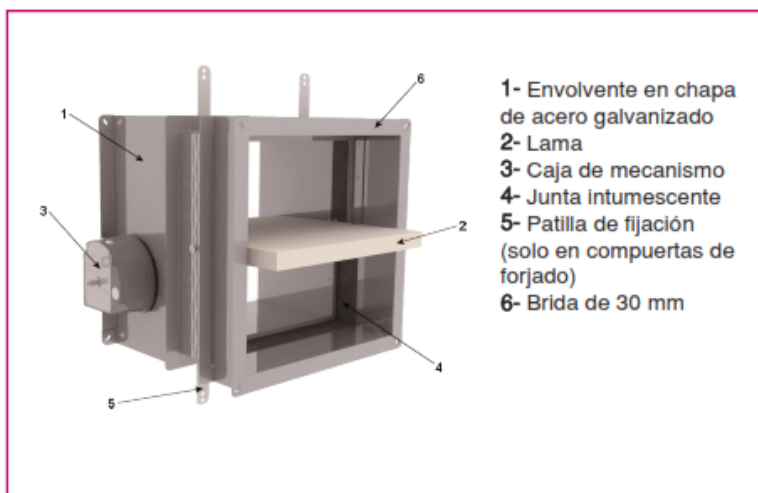
Modelo / dimensión EI-120 (ho i↔o)



Modelo / dimensión EI-180 (ve i↔o)



Modelo y dimensiones SFR2K1 / SFR2K1-S (EI-120)



Las dimensiones estandarizadas (dimensiones de conducto) de las compuertas cortafuego tipo SFR2K1, SFR2K1-S, están fabricadas en anchos que van desde los **200** a los **800** mm, con pasos de 50 mm (cota L). Las dimensiones oscilan entre **200** hasta **800** mm, con pasos de 50 mm (cota H).

Se debe considerar con atención las cotas S1 y S2, que indican el espacio que la lama sobresale de la envolvente estando abierta.

H	S1	S2
200	-	-
250	-	-
300	-	9
350	-	34
400	-	59
450	-	84
500	-	109
550	4	134
600	29	159
650	54	184
700	79	209
750	104	234
800	129	259

Datos Técnicos

Simbología:

L	anchura en mm
H	altura en mm
A_L	superficie libre en m ²
v_{eff}	velocidad efectiva referida a la superficie libre en m/s
ΔP	pérdida de carga en Pa
L_{WA}	nivel de potencia sonora en dB(A)
k_p	factor de corrección de pérdida de carga
$k_{dB(A)}$	factor de corrección de nivel sonoro

Para determinar los datos de todos los tamaños debemos aplicar las siguientes expresiones:

$\Delta P = \Delta P_{gráfico}$ en función de la k_p indicada en la tabla superior

$L_{WA} = L_{WA_{gráfico}} + k_{dB(A)}$ indicada en la tabla superior

Tabla SFR2K1 / SFR2K1-S

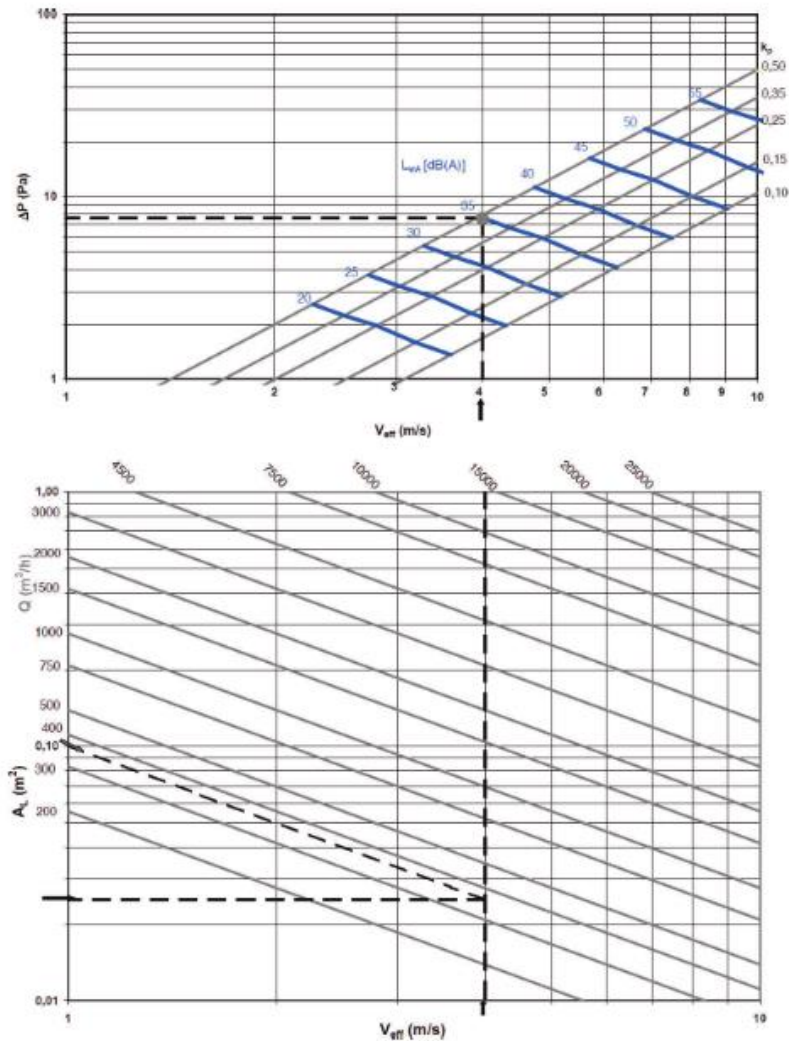
L \ H	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	A_L (m ²)
200	0,026 0,46 -18	0,035 0,32 -14	0,044 0,30 -12	0,052 0,27 -10	0,061 0,26 -8	0,070 0,24 -6	0,079 0,23 -5	0,088 0,22 -4	0,096 0,22 -2	0,105 0,21 -1	0,114 0,20 0	0,123 0,20 0	0,132 0,19 1	k_p $k_{dB(A)}$
250	0,033 0,40 -15	0,045 0,29 -11	0,056 0,27 -9	0,067 0,25 -7	0,078 0,23 -5	0,090 0,22 -3	0,101 0,21 -2	0,112 0,20 -1	0,124 0,20 1	0,135 0,19 2	0,140 0,18 2	0,150 0,18 3	0,160 0,17 4	A_L (m ²) k_p $k_{dB(A)}$
300	0,041 0,36 -13	0,054 0,27 -9	0,068 0,25 -6	0,082 0,23 -4	0,096 0,22 -2	0,110 0,21 -1	0,123 0,20 0	0,137 0,19 2	0,151 0,18 3	0,165 0,18 4	0,179 0,17 5	0,192 0,17 6	0,206 0,16 7	A_L (m ²) k_p $k_{dB(A)}$
350	0,048 0,29 -11	0,064 0,26 -7	0,080 0,24 -5	0,097 0,21 -2	0,113 0,20 -1	0,129 0,19 1	0,146 0,18 2	0,162 0,18 4	0,178 0,17 5	0,195 0,17 6	0,211 0,16 7	0,227 0,16 8	0,243 0,15 9	A_L (m ²) k_p $k_{dB(A)}$
400	0,055 0,27 -9	0,074 0,24 -5	0,093 0,22 -3	0,112 0,20 -1	0,130 0,19 1	0,149 0,18 3	0,168 0,17 4	0,187 0,17 5	0,206 0,16 6	0,224 0,16 7	0,243 0,15 8	0,262 0,15 9	0,281 0,14 10	A_L (m ²) k_p $k_{dB(A)}$
450	0,062 0,26 -7	0,084 0,23 -4	0,106 0,21 -1	0,126 0,19 1	0,148 0,18 3	0,169 0,17 4	0,190 0,16 5	0,212 0,16 6	0,233 0,15 7	0,254 0,15 8	0,275 0,15 9	0,297 0,14 10	0,318 0,14 12	A_L (m ²) k_p $k_{dB(A)}$
500	0,070 0,25 -6	0,094 0,22 -3	0,117 0,20 0	0,141 0,19 2	0,165 0,18 4	0,189 0,17 5	0,213 0,16 7	0,236 0,15 8	0,260 0,15 9	0,284 0,14 10	0,308 0,14 11	0,332 0,14 12	0,356 0,13 13	A_L (m ²) k_p $k_{dB(A)}$
550	0,077 0,24 -5	0,103 0,21 -2	0,130 0,19 1	0,156 0,18 3	0,182 0,17 5	0,209 0,16 7	0,235 0,15 8	0,261 0,15 9	0,287 0,14 10	0,314 0,14 11	0,340 0,13 12	0,366 0,13 13	0,393 0,13 14	A_L (m ²) k_p $k_{dB(A)}$
600	0,084 0,23 -4	0,113 0,21 -1	0,142 0,19 2	0,171 0,17 4	0,200 0,16 6	0,228 0,16 8	0,257 0,15 9	0,286 0,14 10	0,315 0,14 11	0,344 0,13 12	0,372 0,13 13	0,401 0,13 14	0,430 0,12 15	A_L (m ²) k_p $k_{dB(A)}$
650	0,092 0,22 0	0,123 0,20 0	0,154 0,18 0	0,186 0,17 0	0,217 0,16 0	0,248 0,15 0	0,279 0,14 0	0,311 0,14 0	0,342 0,13 0	0,373 0,13 0	0,405 0,13 0	0,436 0,12 0	0,467 0,12 0	A_L (m ²) k_p $k_{dB(A)}$
700	0,099 0,22 -2	0,133 0,20 1	0,167 0,18 4	0,200 0,16 6	0,234 0,15 8	0,268 0,15 10	0,302 0,14 11	0,336 0,14 12	0,369 0,13 13	0,403 0,13 14	0,437 0,12 15	0,471 0,12 16	0,505 0,12 17	A_L (m ²) k_p $k_{dB(A)}$
750	0,106 0,21 -1	0,143 0,19 2	0,179 0,17 5	0,215 0,16 7	0,251 0,15 9	0,288 0,14 10	0,324 0,14 12	0,360 0,13 13	0,397 0,13 14	0,433 0,12 15	0,469 0,12 16	0,506 0,12 17	0,542 0,11 18	A_L (m ²) k_p $k_{dB(A)}$
800	0,114 0,21 0	0,152 0,19 3	0,191 0,17 6	0,230 0,16 8	0,269 0,15 10	0,308 0,14 11	0,346 0,13 13	0,385 0,13 14	0,424 0,12 15	0,463 0,12 16	0,502 0,12 17	0,540 0,11 18	0,579 0,11 19	A_L (m ²) k_p $k_{dB(A)}$

Factores de corrección:

k_p	factor de pérdida de carga
$k_{dB(A)}$	factor de corrección sonora
$L_{WA} = dB(A)_{compuerta} = dB(A)_{gráfico} + k_{dB(A)}$	

Datos Técnicos

Gráfico SFR2K1 / SFR2K1-S



Ejemplo de selección:

Por requerimientos de espacio seleccionamos una compuerta SFR2K1 de 200x200 mm. De la tabla de la página anterior obtenemos los datos:

$$A_L = 0,025 \text{ m}^2$$

$$k_p = 0,47$$

$$K_{dB(A)} = -18$$

Se requieren los datos técnicos para un caudal de 360 m³/h. Entrando en el gráfico superior con dicho caudal y el área de 0,025 m² obtenemos una V_{eff} de 4 m/s. Con esta velocidad y teniendo en cuenta el valor de k_p obtenemos:

Pérdida de carga: 7,6 Pa

Nivel de potencia sonora: 35 dB(A)

$$\text{Aplicando } L_{wA} - dB(A) = 35 + (-18) = 17 \text{ dB(A)}$$

KOOLAIR

serie

SK

Silenciadores



www.koolair.com

Atenuación PAK

Los valores de atenuación acústica han sido obtenidos mediante ensayos de laboratorio aplicando las normas UNE-EN ISO 7235 y UNE-EN ISO 11691.

PAK (L = 600 mm)								
P	f _m - Hz							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
50	6	12	21	33	35	40	25	21
75	4	9	16	26	31	37	19	16
100	4	8	16	19	27	30	16	14
125	3	7	12	17	24	23	14	12
150	3	7	10	15	19	21	12	11
175	2	6	10	15	17	19	12	9
200	2	4	9	12	15	15	11	7

PAK (L=900)								
P	f _m - Hz							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
50	7	16	30	45	49	50	42	28
75	5	11	23	37	47	50	32	23
100	5	10	21	29	42	42	26	19
125	4	9	19	26	34	36	22	16
150	4	8	16	23	29	31	20	14
175	3	7	15	21	26	27	18	12
200	3	7	14	18	23	22	16	12

PAK (L=1200)								
P	f _m - Hz							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
50	10	21	41	50	50	50	45	31
75	7	15	31	50	50	50	43	31
100	6	12	28	40	50	50	35	26
125	5	11	25	35	45	47	28	21
150	5	11	20	34	38	40	28	20
175	4	10	18	27	36	37	25	18
200	3	9	17	23	30	31	22	17

PAK (L = 1500 mm)								
P	f _m - Hz							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
50	11	25	48	50	50	50	50	38
75	8	17	39	50	50	50	50	34
100	8	16	36	50	50	50	45	32
125	6	13	32	45	50	50	36	26
150	6	11	26	41	47	50	35	25
175	4	10	24	35	44	45	31	22
200	4	9	22	29	38	38	27	21

P: Paso de aire entre baffes.

f_m: Frecuencia media por banda de octava en Hz

Atenuación PAK

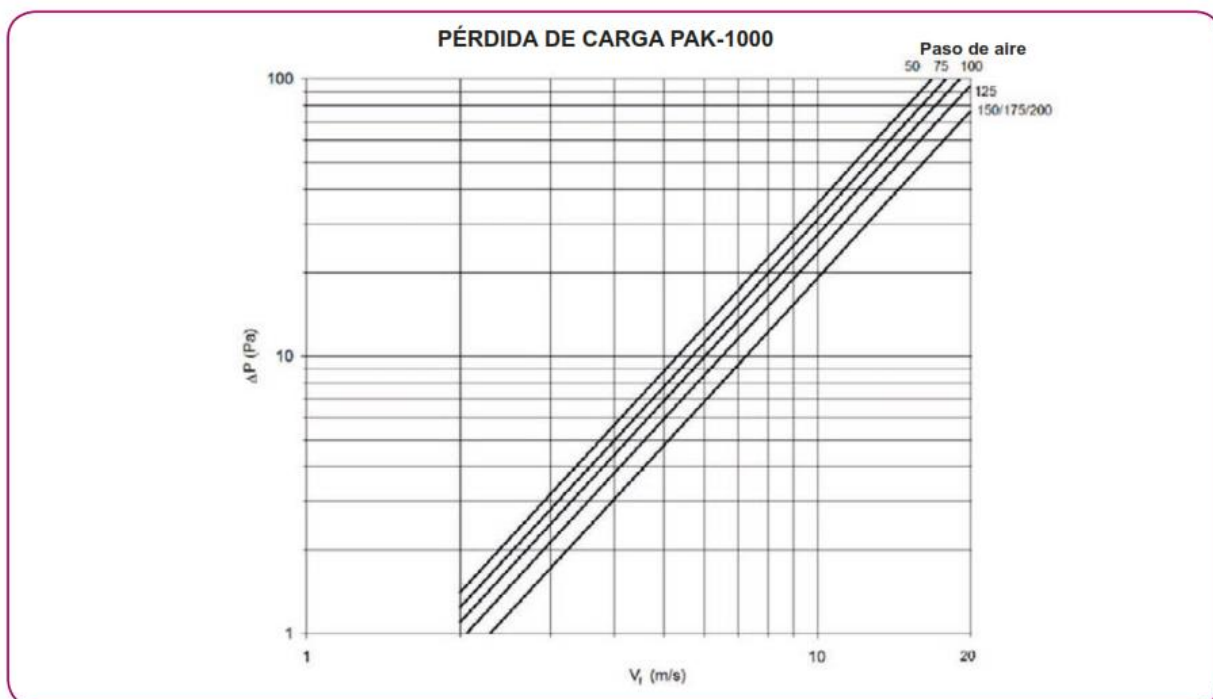
PAK (L = 1800 mm)								
P	f_m - Hz							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
50	13	28	48	50	50	50	50	39
75	9	20	47	50	50	50	50	37
100	9	18	43	50	50	50	50	37
125	7	16	37	50	50	50	44	32
150	7	13	30	49	48	50	41	29
175	5	11	27	40	46	50	37	26
200	5	10	26	36	45	45	33	26

PAK (L = 2100 mm)								
P	f_m - Hz							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
50	15	33	50	50	50	50	50	41
75	12	25	50	50	50	50	50	39
100	12	22	50	50	50	50	50	38
125	10	22	44	50	50	50	50	37
150	8	15	35	50	48	50	48	34
175	6	13	33	47	48	50	43	30
200	6	13	31	42	47	50	38	30

PAK (L = 2400 mm)								
P	f_m - Hz							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
50	17	37	50	50	50	50	50	43
75	13	28	50	50	50	50	50	41
100	13	26	50	50	50	50	50	39
125	11	25	50	50	50	50	50	38
150	9	17	40	50	48	50	50	36
175	7	14	36	47	48	50	50	35
200	6	14	35	45	45	50	45	34

P: Paso de aire entre baffles.
 f_m : Frecuencia media por banda de octava en Hz

Gráfico pérdida de carga PAK



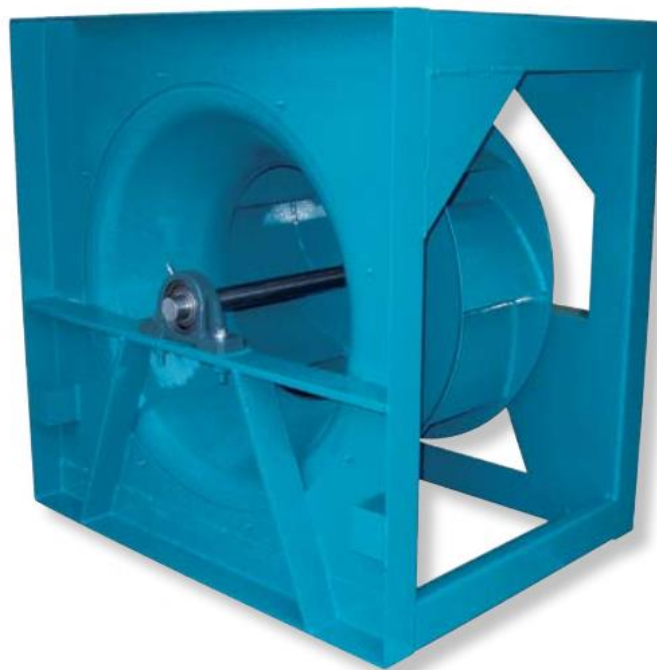
V_f (m/s): Velocidad efectiva de paso en el interior del silenciador.

Para otras longitudes la pérdida de carga es:

L (m)	600	900	1200	1500	1800	2100	2400
K_p	0,85	0,98	1,08	1,12	1,15	1,21	1,23

$$\Delta P_L = \Delta P_{L=1000} * K_p$$

Fans & Blowers
Twin City
Air Moving Solutions.



E-SERIES PLUG TYPE PLENUM FANS

EPF | EPFN | EPQ | EPQN

Maximum RPM, Impeller Weights, & WR² – EPF and EPFN

EPF EPFN	IMPELLER DIA (mm)	CLASS I						CLASS II						CLASS III					
		MAX. RPM (20°C)	ALUMINIUM		STEEL		MAX. RPM (20°C)	ALUMINIUM		STEEL		MAX. RPM (20°C)	ALUMINIUM		STEEL				
			WT. (kg)	WR ² (kg-m ²)	WT. (kg)	WR ² (kg-m ²)		WT. (kg)	WR ² (kg-m ²)	WT. (kg)	WR ² (kg-m ²)		WT. (kg)	WR ² (kg-m ²)	WT. (kg)	WR ² (kg-m ²)			
122	315	3388	4.1	0.04	N/A	N/A	4000	4.1	0.04	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
150	355	3006	5.5	0.07	N/A	N/A	3909	5.5	0.07	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
165	400	2668	6.8	0.12	N/A	N/A	3468	6.8	0.12	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
182	464	2302	7.7	0.26	N/A	N/A	2930	8.2	0.26	N/A	N/A	3767	9.5	0.26	N/A	N/A			
200	508	2101	9.5	0.27	N/A	N/A	2674	9.5	0.31	N/A	N/A	3438	10.9	0.39	N/A	N/A			
222	565	1888	13.6	0.51	N/A	N/A	2403	13.6	0.51	N/A	N/A	3090	15.5	0.63	N/A	N/A			
245	622	1715	15.9	0.88	N/A	N/A	2183	15.9	0.88	N/A	N/A	2806	17.3	0.93	N/A	N/A			
270	686	1556	18.2	1.2	38.6	3.5	1981	18.2	1.2	44.1	3.9	2546	21.4	1.3	59.5	5.3			
300	762	1401	22.3	1.9	46.8	5.1	1783	24.5	2.1	50.5	5.4	2291	26.4	2.2	69.5	7.5			
330	838	1273	28.2	2.9	61.8	8.2	1620	30.5	3.2	70.0	9.1	2083	32.7	3.2	93.6	12.4			
365	927	1151	33.2	4.3	71.4	11.5	1465	35.9	4.7	81.4	12.9	1884	38.2	4.8	108	17.2			
402	1022	1044	38.6	6.4	81.8	15.8	1329	42.3	7.0	95.0	18.1	1708	44.5	7.0	141	27.3			
445	1130	944	57.3	9.8	149	37.1	1202	61.4	10.7	160	39.3	1545	64.5	10.8	214	52.9			
490	1245	857	74.5	16.5	166	49.3	1091	74.5	16.5	180	52.6	1403	79.1	22.5	243	72.0			
542	1378	775	103	26.6	233	86.3	986	103	26.6	297	108	1267	109	28.4	316	117			
600	1524	700	116	39.2	301	136	891	116	39.2	341	149	1146	123	41.8	364	162			
660	1676	637	157	58.0	433	237	810	157	58.0	500	274	1041	169	62.3	462	249			
730	1854	576	187	86.3	489	322	733	227	113	524	340	942	250	126	599	391			
807	2051	488	227	127	585	327	637	261	146	635	356	802	N/A	N/A	735	447			
890	2261	443	352	238	880	595	578	402	271	882	595	728	N/A	N/A	1070	765			

Maximum RPM, Impeller Weights, & WR² – EPQ and EPQN

EPQ EPQN	IMPELLER DIA (mm)	CLASS I						CLASS II						CLASS III					
		MAX. RPM (20°C)	ALUMINIUM		STEEL		MAX. RPM (20°C)	ALUMINIUM		STEEL		MAX. RPM (20°C)	ALUMINIUM		STEEL				
			WT. (kg)	WR ² (kg-m ²)	WT. (kg)	WR ² (kg-m ²)		WT. (kg)	WR ² (kg-m ²)	WT. (kg)	WR ² (kg-m ²)		WT. (kg)	WR ² (kg-m ²)	WT. (kg)	WR ² (kg-m ²)			
122	315	3388	4.5	0.09	N/A	N/A	4000	4.5	0.09	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
150	355	3006	5.9	0.14	N/A	N/A	3909	5.9	0.14	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
165	400	2668	7.7	0.22	N/A	N/A	3468	7.7	0.22	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
182	464	2302	9.1	0.30	N/A	N/A	2930	9.1	0.3	N/A	N/A	3767	10.5	0.31	N/A	N/A			
200	508	2101	10.9	0.42	N/A	N/A	2674	10.9	0.35	N/A	N/A	3438	12.3	0.42	N/A	N/A			
222	565	1888	15.5	0.59	N/A	N/A	2403	15.5	0.59	N/A	N/A	3090	17.3	0.72	N/A	N/A			
245	622	1715	17.7	1.0	N/A	N/A	2183	17.7	1.0	N/A	N/A	2806	19.5	1.01	N/A	N/A			
270	686	1556	20.9	1.5	43.6	4.0	1981	20.9	1.5	48.6	4.4	2546	24.1	1.6	64.5	5.7			
300	762	1401	25.9	2.3	52.7	5.7	1783	27.7	2.5	56.4	6.1	2291	29.5	2.5	75.5	8.1			
330	838	1273	32.7	3.4	68.6	9.1	1620	35.0	3.7	76.8	10.0	2083	37.3	3.7	101	13.3			
365	927	1151	38.6	5.1	80.0	12.9	1465	41.4	5.4	90.5	14.3	1884	43.6	5.5	117	18.7			
402	1022	1044	45.0	7.4	92.3	17.9	1329	48.6	8.0	105	20.2	1708	50.9	8.0	157	30.4			
445	1130	944	64.1	11.5	162	40.2	1202	68.2	12.4	172	42.4	1545	71.4	12.5	233	57.6			
490	1245	857	83.2	19.0	182	54.0	1091	83.2	19.0	195	57.3	1403	90.9	20.3	266	78.9			
542	1378	775	114	30.4	250	93.3	986	114	30.4	325	118	1267	119	32.2	345	127			
600	1524	700	132	44.6	336	151	891	132	44.6	375	164	1146	139	47.1	397	176			
660	1676	637	173	66.3	476	260	810	173	66.3	505	272	1041	184	70.6	542	297			
730	1854	576	206	98.7	541	356	733	246	125	576	374	942	269	138	651	425			
807	2051	488	248	144	642	372	637	293	170	691	401	802	N/A	N/A	811	509			
890	2261	443	384	269	964	677	578	450	315	966	677	728	N/A	N/A	1162	856			

*Consult factory for fans over 4000 RPM.

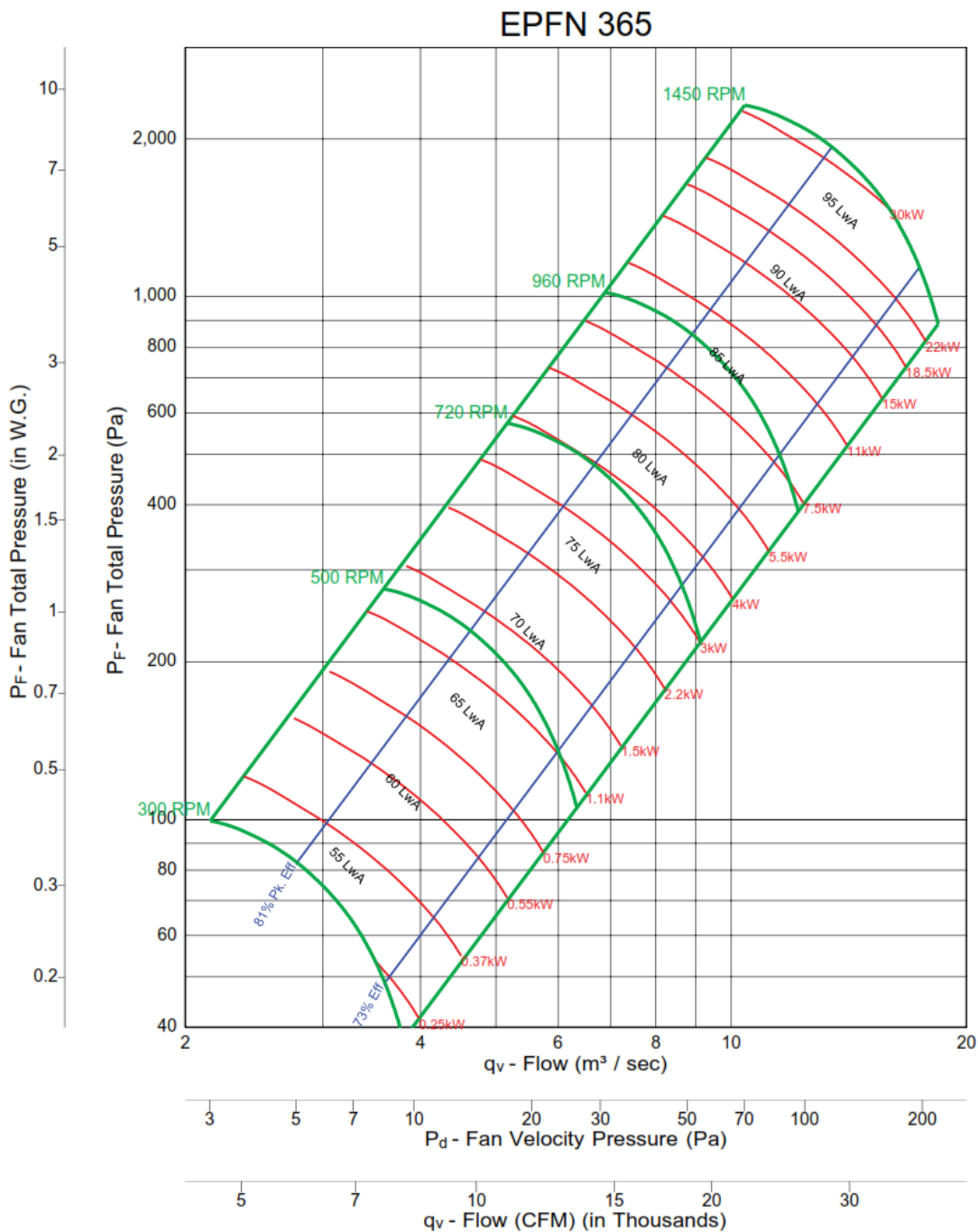
Contact factory for belt driven fans above 110 kW.

Bare Fan Weights

SIZE	IMPELLER DIA (mm)	ARR. 1 (EPQN)			ARR. 3 (EPQ)			ARR. 4 (EPON)		
		CL I	CL II	CL III	CL I	CL II	CL III	CL I	CL II	CL III
122	315	42.3	42.7	N/A	35.9	35.9	N/A	37.7	37.7	N/A
150	355	52.3	53.2	N/A	45.0	45.9	N/A	46.4	46.4	N/A
165	400	60.5	61.4	N/A	51.8	52.7	N/A	54.5	54.5	N/A
182	464	75.0	76.8	85.5	65.0	66.8	74.5	67.7	68.2	75.5
200	508	87.3	87.3	96.8	75.9	75.9	84.5	78.2	78.2	86.4
222	565	110	112	124	95.0	95.0	108	100	100	110
245	622	129	131	144	111	114	126	115	115	127
270	686	180	187	217	155	163	195	165	170	198
300	762	226	230	267	196	204	238	205	210	245
330	838	276	288	333	239	255	297	254	263	306
365	927	347	365	420	305	325	369	322	333	384
402	1022	398	416	498	346	370	448	367	381	462
445	1130	587	603	705	515	538	650	547	559	660
490	1245	675	694	807	586	612	742	629	642	761
542	1378	834	923	992	740	824	903	784	863	936
600	1524	948	1002	1075	865	925	1014	883	923	1000
660	1676	1190	1238	1333	1106	1163	1277	948	970	1065
730	1854	1362	1417	1558	1295	1329	1492	N/A	N/A	N/A
807	2051									
890	2261									

NOTES:

- Arrangement 1 and 3 weights include an aluminium impeller on size 122 through 245, and a steel impeller on size 270 through 730.
- Arrangement 4 weights include an aluminium impeller on all sizes.
- Weights are for the 12-bladed impeller design (EPQ and EPQN). 9-bladed designs (EPF and EPFN) are slightly less and can be reduced by the difference between the impeller weights shown above.
- Weights do not include motor, drive, motor base, or slide base.



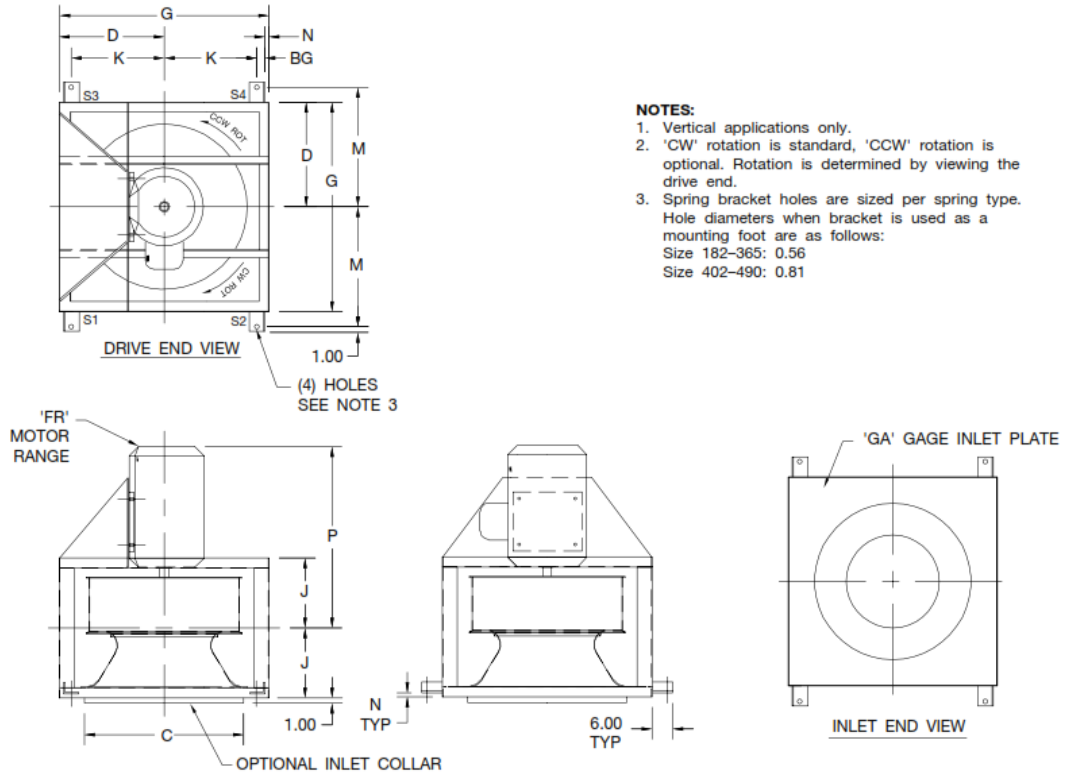
Fan Efficiency Grade = FEG 85



Notes:

1. Performance certified is for Installation Type A: Free inlet, Free outlet.
2. Power rating (kW) does not include transmission losses.
3. Performance ratings do not include the effects of appurtenances (accessories).
4. The sound power level ratings shown are in decibels, referred to 10 E-12 watts calculated per AMCA Standard 301.
5. Values shown are for inlet LwIA sound power levels for Installation Type A: Free inlet, Free outlet.
6. Ratings do not include the effects of duct end correction.
7. The A-weighted sound ratings shown have been calculated per AMCA Standard 301.

Vertical, Arr. 4V - Class I and II



- NOTES:**
1. Vertical applications only.
 2. 'CW' rotation is standard, 'CCW' rotation is optional. Rotation is determined by viewing the drive end.
 3. Spring bracket holes are sized per spring type. Hole diameters when bracket is used as a mounting foot are as follows:
Size 182-365: 0.56
Size 402-490: 0.81

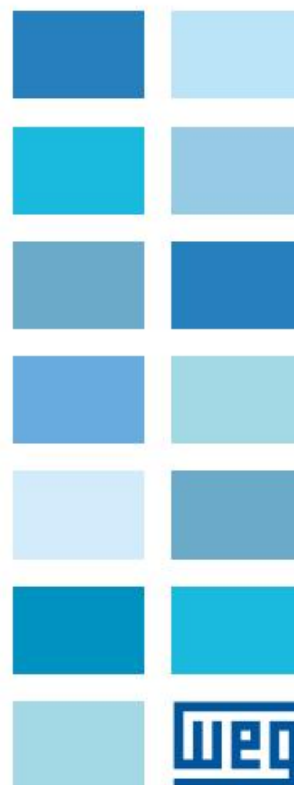
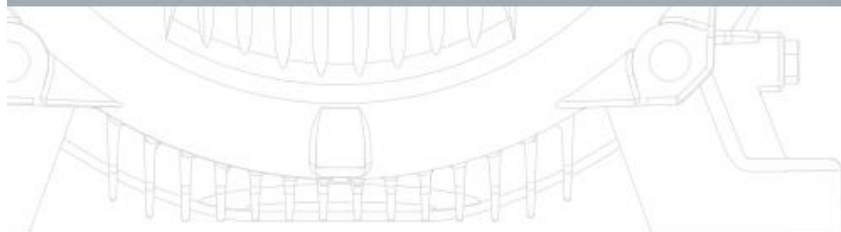
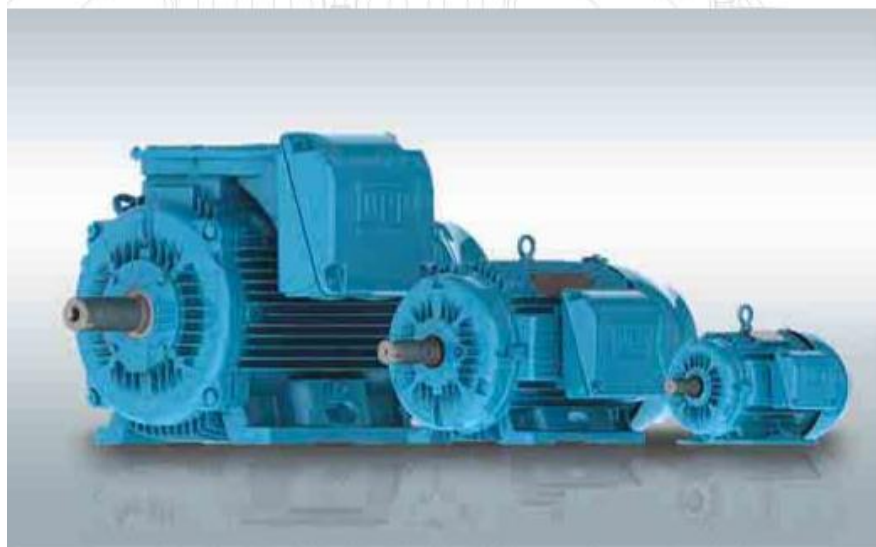
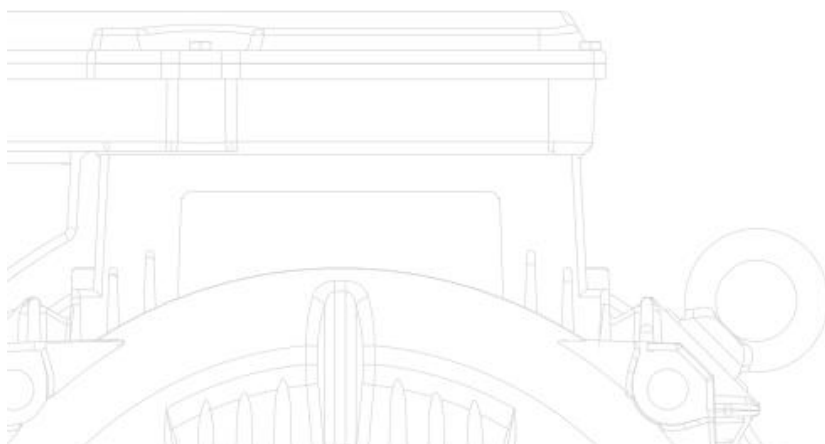
SIZE	BG	C	D	FR	G	GA	J		K	M	N	P MAX.	
							50-70% WIDTH	71-105% WIDTH				50-70% WIDTH	71-105% WIDTH
182	41	495	330	90S - 132M	660	2.5	222	241	264	457	25	638	660
200	41	543	368	90S - 132M	737	2.5	251	272	289	495	38	651	679
222	41	603	406	112S - 160L	813	3	268	292	327	533	38	810	838
245	41	662	432	112S - 160L	864	3	295	321	353	559	38	829	857
270	41	724	483	132S - 180L	965	3	318	346	403	610	38	911	940
300	41	803	533	132S - 180L	1067	3	356	387	454	660	38	937	965
330	41	883	584	160M - 200L	1168	3	394	429	505	711	38	1022	1070
365	54	978	648	180M - 280S	1295	5	427	465	556	775	38	1232	1302
402	54	1078	711	180M - 280S	1422	5	461	502	619	838	38	1267	1337
445	54	1191	787	200M - 280S	1575	5	508	554	695	914	38	1343	1394
490	54	1311	864	200M - 280S	1727	5	548	598	772	991	38	1376	1435

DIMENSIONS ARE IN (mm) UNLESS OTHERWISE STATED AND ARE SUBJECT TO CHANGE.
CERTIFIED DRAWINGS AVAILABLE UPON REQUEST.

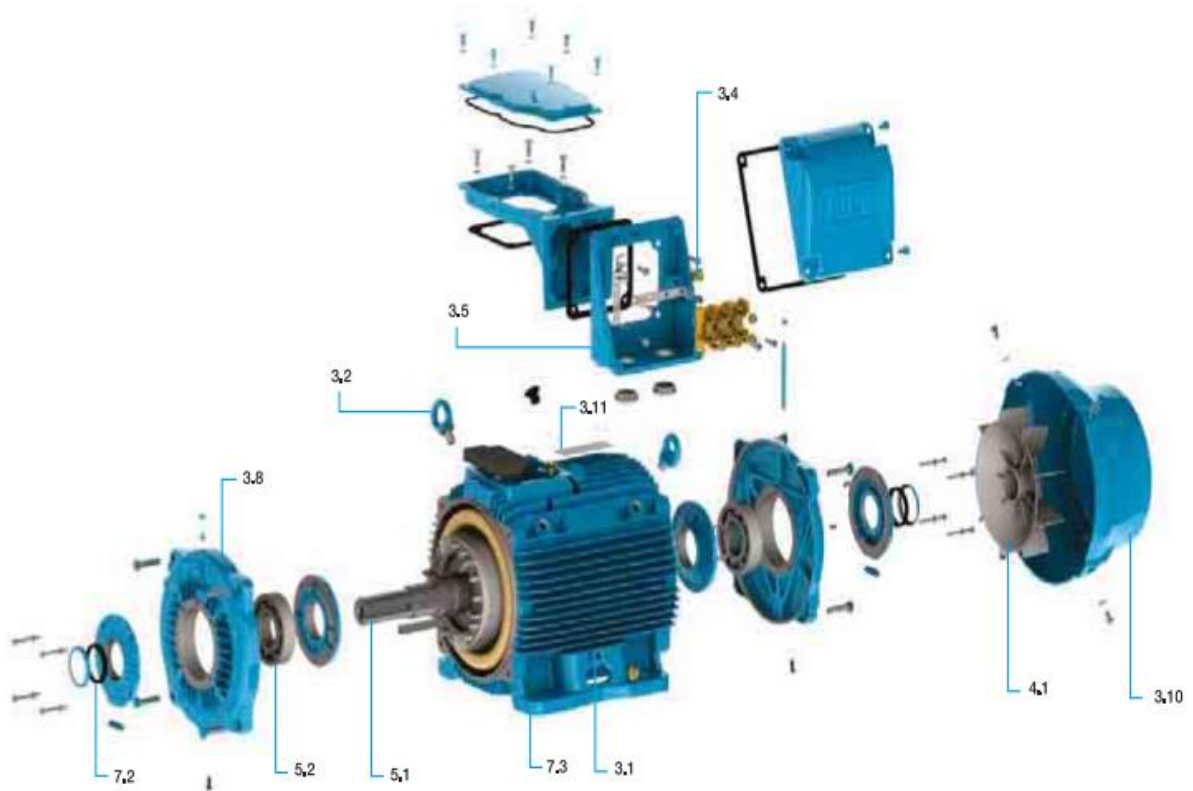
W22

Motor Eléctrico Trifásico

Catálogo Técnico
Mercado
Latinoamericano



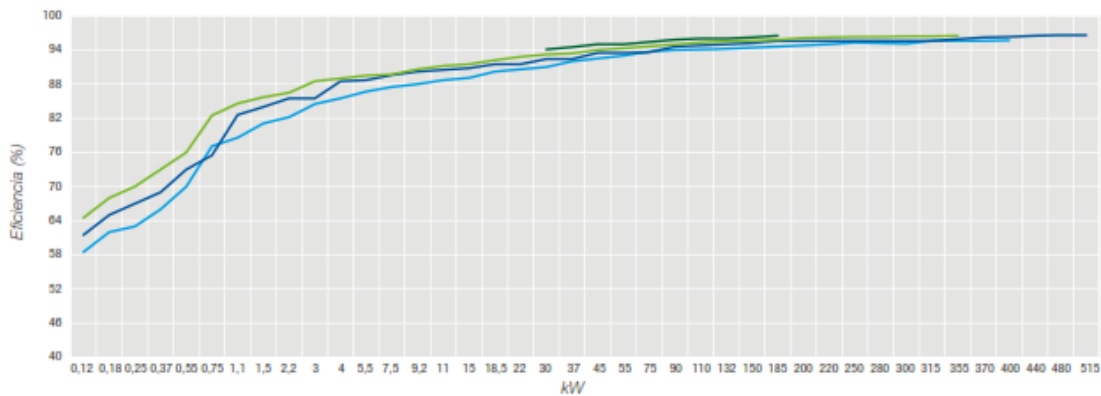
Índice Visual



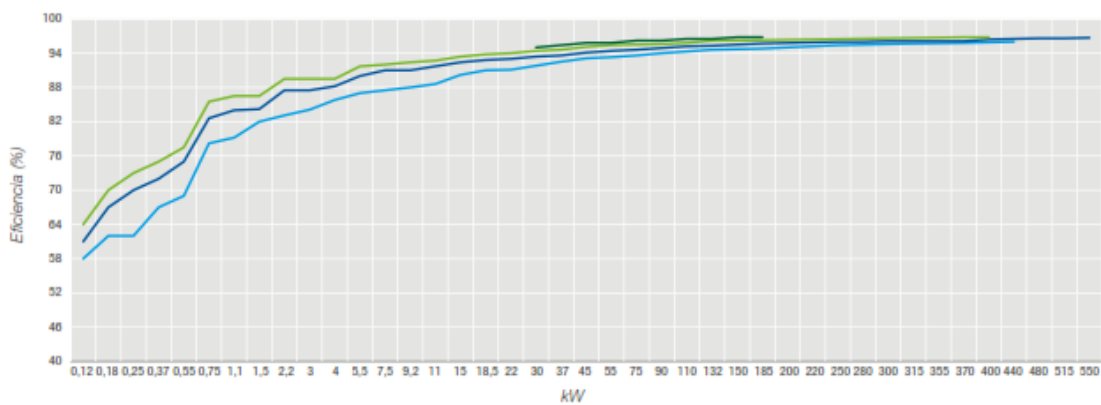
3.1	Carcasa	Página 8
3.2	Cáncamos de Izaje	Página 9
3.4	Terminales de Puesta a Tierra	Página 9
3.5	Caja de Conexiones	Página 9
3.8	Tapas	Página 11
3.10	Tapa Deflectora	Página 11
3.11	Placa de Identificación	Página 11
4.1	Sistema de Refrigeración	Página 12
5.1	Eje	Página 13
5.2	Rodamientos	Página 14
7.2	Seto	Página 19
7.3	Pintura	Página 19

Tabla 1 - Índice visual

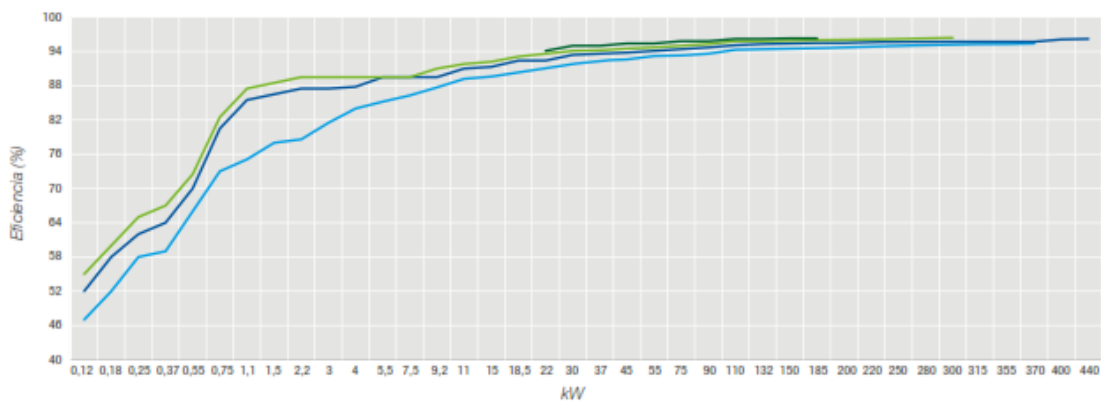
2 Polos - 60 Hz



4 Polos - 60 Hz



6 Polos - 60 Hz



■	W22 Super Premium Efficiency (IE4)
■	W22 Premium Efficiency (IE3)
■	W22 High Efficiency (IE2)
■	W22 Standard Efficiency (IE1)

Esfuerzos axiales máximos - 60 Hz - Fa en (kN) - 25.000 horas								
Carcasa	Horizontal		Vertical punta hacia arriba		Vertical punta hacia abajo			
	Compresión	Tracción	Compresión	Tracción	Compresión	Tracción		
63	2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	
	4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
	6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	8	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
71	2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	
	4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	
	6	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	
	8	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	
80	2	0,2	0,3	0,2	0,4	0,2	0,3	
	4	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,4	
	6	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,6	
	8	0,5	0,7	0,5	0,8	0,5	0,7	
90	2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	
	4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	
	6	0,5	0,6	0,5	0,7	0,5	0,6	
	8	0,7	0,7	0,6	0,8	0,7	0,7	
100	2	0,3	0,5	0,2	0,6	0,3	0,4	
	4	0,4	0,6	0,3	0,8	0,4	0,6	
	6	0,5	0,8	0,4	1,0	0,5	0,8	
	8	0,6	1,0	0,6	1,1	0,7	0,9	
112	2	0,4	0,6	0,4	0,7	0,4	0,6	
	4	0,6	0,9	0,5	1,0	0,6	0,8	
	6	0,7	1,1	0,6	1,2	0,8	1,0	
	8	0,9	1,3	0,9	1,5	1,0	1,3	
132	2	0,6	1,1	0,6	1,1	0,6	1,1	
	4	0,8	1,5	0,8	1,5	0,8	1,5	
	6	1,0	1,8	1,0	1,9	1,0	1,9	
	8	1,2	2,1	1,2	2,2	1,2	2,2	
160	2	2,1	1,4	1,9	1,8	2,5	1,2	
	4	2,6	1,9	2,3	2,4	3,1	1,6	
	6	3,0	2,3	2,6	2,9	3,6	1,9	
	8	3,5	2,8	3,2	3,3	4,1	2,5	
180	2	3,4	2,5	3,1	3,1	4,0	2,2	
	4	3,4	2,5	3,1	3,1	4,0	2,2	
	6	4,1	3,2	3,7	4,0	4,9	2,8	
	8	4,5	3,6	4,1	4,3	5,2	3,2	
200	2	3,2	2,2	2,7	2,9	3,9	1,7	
	4	3,9	2,9	3,3	3,7	4,7	2,3	
	6	4,5	3,5	3,9	4,5	5,5	2,9	
	8	5,1	4,1	4,5	5,0	6,0	3,5	
225	2	3,9	3,1	3,2	4,2	5,0	2,4	
	4	4,7	3,9	3,9	5,3	6,0	3,1	
	6	5,6	4,8	4,6	6,5	7,3	3,8	
	8	6,5	5,7	5,6	7,1	7,9	4,8	
250	2	3,9	3,1	3,1	4,2	5,0	2,3	
	4	4,8	4,0	3,6	5,7	6,5	2,8	
	6	5,7	4,9	4,4	6,9	7,7	3,6	
	8	6,5	5,7	5,3	7,5	8,3	4,5	
280	2	3,7	2,9	2,5	4,8	5,5	1,7	
	4	5,2	4,4	3,5	6,8	7,6	2,7	
	6	6,0	5,3	4,3	7,9	8,7	3,5	
	8	6,9	6,1	5,0	9,0	9,8	4,2	
315S/M	2	3,5	2,7	1,8	5,4	6,1	1,0	
	4	5,6	4,8	3,1	8,8	9,6	2,4	
	6	6,4	5,6	3,5	10,2	11,0	2,7	
	8	7,2	6,4	4,3	11,2	12,0	3,5	
315L	2	3,4	2,6	1,5	5,4	6,1	0,8	
	4	5,0	4,3	2,1	8,8	9,5	1,3	
	6	6,4	5,6	3,1	10,6	11,4	2,3	
	8	7,2	6,4	4,3	10,9	11,7	3,5	
355M/L	2	3,1	2,4	Bajo consulta	6,9	10,6	Bajo consulta	
	4	7,0	6,2	3,5	11,2	12,4	2,4	
	6	7,3	6,6	3,4	12,9	14,1	2,0	
	8	8,8	8,1	4,8	14,4	15,8	3,7	
355A/B	2	2,8	2,1	Bajo consulta				
	4	5,4	4,7					
	6	6,1	5,4					
	8	7,6	6,9					

10.3 - Esfuerzos axiales máximos para rodamientos de bolas en 60 Hz

Intervalos de Lubricación

Intervalos de lubricación (horas)						
Carcasa	Polos	Rodamiento	50 Hz	60 Hz		
160	2	6309	22.000	20.000		
	4		25.000	25.000		
	6					
	8					
180	2	6311	17.000	14.000		
	4		25.000	25.000		
	6					
	8					
200	2	6312	15.000	12.000		
	4		25.000	25.000		
	6					
	8					
225	2	6314	5.000	4.000		
	4		14.000	12.000		
	6				20.000	17.000
	8				24.000	20.000
250	2	6314	5.000	4.000		
	4		14.000	12.000		
	6				20.000	17.000
	8				24.000	20.000
280	2	6314	5.000	4.000		
	4	6316	13.000	10.000		
	6		18.000	16.000		
	8		20.000	20.000		
315	2	6314	5.000	4.000		
	4	6319	11.000	8.000		
	6		16.000	13.000		
	8		20.000	17.000		
355	2	6314	5.000	4.000		
	4	6316	4.000	Bajo consulta		
	6	6322	9.000	6.000		
	8		13.000	11.000		
			19.000	14.000		

Tabla 11 - Intervalos de lubricación para rodamientos de bolas (grasa Mobil Polyrex EM)

Intervalos de lubricación (horas)				
Carcasa	Polos	Rodamientos	50 Hz	60 Hz
160	4	NU309	25.000	25.000
	6			
	8			
180	4	NU311	25.000	25.000
	6			
	8			
200	4	NU312	25.000	21.000
	6			25.000
	8			
225	4	NU314	11.000	9.000
	6		16.000	13.000
	8		20.000	19.000
250	4	NU314	11.000	9.000
	6		16.000	13.000
	8		20.000	19.000
280	4	NU316	9.000	7.000
	6		14.000	12.000
	8		19.000	17.000
315	4	NU319	7.000	5.000
	6		12.000	9.000
	8		17.000	15.000
355	4	NU322	5.000	4.000
	6		9.000	7.000
	8		14.000	13.000

Tabla 12 - Intervalos de lubricación para rodamientos de rodillos (grasa Mobil Polyrex EM)

Nota: La cantidad de grasa a ser utilizada está indicada en la placa de identificación suministrada con el motor.










Forma Constructiva	Configuración																	
	Referencia	B3R(E)	B3L(D)	B3T	B5R(E)	B5L(D)	B5T	B35R(E)	B35L(D)	B35T								
Detalles	Carcasa	Con patas	Con patas	Sin patas	Sin patas	Sin patas	Con patas	Con patas	Con patas	Con patas								
	Punta del eje	A la izquierda	A la derecha	A la izquierda	A la izquierda	A la derecha	A la izquierda	A la izquierda	A la derecha	A la izquierda								
Forma Constructiva	Fijación	Base o carriles	Base o carriles	Brida FF	Brida FF	Brida FF	Base o brida FF	Base o brida FF	Base o brida FF	Brida FC								
	Referencia	B14L(D)	B14T	B34L(D)	B34T	V5	V5R(E)	V5T	V6	V6R(E)	V6T							
Detalles	Carcasa	Sin patas	Con patas	Con patas	Con patas	Con patas	Con patas	Con patas	Sin patas	Sin patas								
	Punta del eje	A la derecha	A la izquierda	A la derecha	A la izquierda	Abajo	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba								
Forma Constructiva	Fijación	Brida FC	Base o brida FC	Base o brida FC	Base o brida FC	Pared	Pared	Pared	Brida FF	Brida FF								
	Referencia	V15	V15R(E)	V15T	V36	V36R(E)	V36T	V18	V19	B6	B6R(E)	B6T	B7	B7R(E)	B7T	B8	B8R(E)	B8T
Detalles	Carcasa	Con patas	Con patas	Sin patas	Sin patas	Sin patas	Con patas	Con patas	Sin patas	Con patas	Con patas	Con patas	Con patas	Con patas	Con patas	Con patas	Con patas	Con patas
	Punta del eje	Abajo	Arriba	Abajo	Abajo	Arriba	Arriba	Abajo	Arriba	Arriba	Arriba	Arriba	Arriba	Arriba	Arriba	Arriba	Arriba	Arriba
Forma Constructiva	Fijación	Pared o brida FF	Pared o brida FF	Brida C	Brida C	Brida C	Pared	Pared	Pared	Pared	Pared	Pared	Pared	Pared	Pared	Pared	Pared	Techo

Tabla 12 - Formas constructivas

W22 - IE4 Super Premium Efficiency - 60 Hz

Potencia		Carcasa	Par nominal (kgfm)	Corriente con rotor trabado Ip/In	Par con rotor trabado Cp/Cn	Par máximo Cmáx/Cn	Momento de inercia J (kgm²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB(A)	Factor de Servicio	440 V						Corriente nominal In (A)		
								RPM	% de la potencia nominal				50	75	100	50	75	100			
									Rendimiento											Factor de potencia	
KW	HP	Caliente			Frio																
II Polos																					
30	40	200M	8,20	7,5	2,8	3,0	0,1950	27	59	248	75	1,25	3565	92,4	94,1	94,1	0,74	0,83	0,86	48,6	
37	50	200L	10,1	7,7	3	3	0,2289	25	55	275	75	1,25	3570	93,0	94,5	94,5	0,74	0,83	0,86	59,7	
45	60	225S/M	12,3	7,9	2,4	3,2	0,3627	25	55	420	78	1,25	3570	93,0	94,5	95,0	0,79	0,86	0,89	69,8	
55	75	225S/M	15,0	8,0	2,6	3,2	0,3627	14	31	425	78	1,25	3570	93,6	95,0	95,0	0,77	0,85	0,88	86,3	
75	100	250S/M	20,5	8,0	2,9	3,2	0,6045	20	44	535	78	1,25	3565	94,5	95,4	95,4	0,81	0,87	0,89	116	
90	125	280S/M	24,5	8,2	2,3	3,1	1,32	44	97	762	79	1,25	3580	94,1	95,4	95,8	0,76	0,84	0,87	142	
110	150	280S/M	29,9	7,9	2,6	3,2	1,62	30	66	845	79	1,25	3580	94,5	95,8	96,0	0,77	0,85	0,88	171	
132	175	315S/M	35,9	7,7	2	2,8	2,09	30	66	1020	81	1,25	3580	93,9	95,2	96,0	0,79	0,86	0,89	203	
150	200	315S/M	40,8	7,8	2,2	2,8	2,33	30	66	1040	81	1,25	3580	94,4	95,6	96,2	0,81	0,88	0,90	227	
185	250	315S/M	50,3	7,9	2,3	2,8	2,83	20	44	1080	81	1,25	3580	95,1	96,0	96,5	0,82	0,88	0,90	280	

Potencia		Carcasa	Par nominal (kgfm)	Corriente con rotor trabado Ip/In	Par con rotor trabado Cp/Cn	Par máximo Cmáx/Cn	Momento de inercia J (kgm²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB(A)	Factor de Servicio	440 V						Corriente nominal In (A)		
								RPM	% de la potencia nominal				50	75	100	50	75	100			
									Rendimiento											Factor de potencia	
KW	HP	Caliente			Frio																
IV Polos																					
30	40	200M	16,4	7,4	2,6	3,0	0,3721	22	48	242	65	1,25	1780	93,6	94,5	95,0	0,64	0,75	0,81	51,2	
37	50	200L	20,2	7,4	2,6	3	0,3963	20	44	271	65	1,25	1780	94,1	95,0	95,4	0,62	0,73	0,81	62,8	
45	60	225S/M	24,6	7,6	2,7	3,2	0,7101	24	53	407	70	1,25	1780	94,5	95,4	95,8	0,69	0,80	0,84	73,4	
55	75	225S/M	30,1	7,7	2,8	3,2	0,7101	16	35	417	70	1,25	1780	94,5	95,4	95,8	0,68	0,78	0,83	90,8	
75	100	250S/M	41,0	8,8	2,7	3,1	1,21	12	26	539	70	1,25	1780	95,4	95,8	96,2	0,70	0,80	0,84	122	
93	125	280S/M	50,7	7,2	2,2	2,8	2,46	38	84	781	72	1,25	1785	95,0	95,8	96,2	0,68	0,79	0,84	151	
110	150	280S/M	60,0	8,9	2,5	3	3,31	30	66	885	72	1,25	1785	95,4	96,2	96,5	0,68	0,79	0,84	178	
132	175	315S/M	71,8	7,7	2,7	2,8	3,54	30	66	1040	75	1,25	1790	94,6	95,7	96,5	0,72	0,81	0,85	211	
150	200	315S/M	81,6	7,7	2,9	2,6	4,21	25	55	1080	75	1,25	1790	95,4	96,2	96,8	0,75	0,83	0,87	234	
185	250	315S/M	101	7,6	2,9	2,5	4,63	22	48	1110	75	1,25	1790	95,7	96,3	96,8	0,75	0,83	0,86	292	

Potencia		Carcasa	Par nominal (kgfm)	Corriente con rotor trabado Ip/In	Par con rotor trabado Cp/Cn	Par máximo Cmáx/Cn	Momento de inercia J (kgm²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB(A)	Factor de Servicio	440 V						Corriente nominal In (A)		
								RPM	% de la potencia nominal				50	75	100	50	75	100			
									Rendimiento											Factor de potencia	
KW	HP	Caliente			Frio																
VI Polos																					
22	30	200L	18,1	7,0	2,6	3,0	0,5441	27	59	265	62	1,25	1185	92,4	93,6	94,1	0,60	0,73	0,80	38,3	
30	40	225S/M	24,7	8,4	2,6	3,2	1,02	22	48	397	64	1,25	1185	93,6	94,5	95,0	0,64	0,76	0,81	51,2	
37	50	225S/M	30,4	8,5	2,6	3,3	1,06	12	26	406	64	1,25	1185	93,6	94,5	95,0	0,63	0,75	0,81	63,1	
45	60	250S/M	37,0	7,9	2,8	3,2	1,65	22	48	504	64	1,25	1185	94,1	95,0	95,4	0,65	0,77	0,82	75,5	
55	75	250S/M	45,0	8,0	2,8	3	1,74	15	33	510	64	1,25	1190	94,1	95,0	95,4	0,64	0,75	0,81	93,4	
75	100	280S/M	61,4	7,6	2,6	3,2	4,47	27	59	860	69	1,25	1190	94,5	95,4	95,8	0,60	0,72	0,79	130	
93	125	280S/M	76,1	7,2	2,4	2,6	4,80	25	55	882	69	1,25	1190	95,0	95,8	95,8	0,62	0,74	0,80	159	
110	150	315S/M	90,0	7,2	2,5	2,6	6,89	35	77	1080	70	1,25	1190	95,1	95,8	96,2	0,67	0,77	0,82	183	
132	175	315S/M	108	6,8	2,3	2,4	7,39	32	70	1110	70	1,25	1190	95,5	96,0	96,2	0,69	0,79	0,83	217	
150	200	315S/M	123	6,7	2,3	2,4	8,14	28	62	1130	70	1,25	1190	95,6	96,0	96,3	0,70	0,79	0,83	246	
185	250	355M/L	151	6,4	2,1	2,1	10,9	50	110	1650	77	1,15	1190	95,0	95,9	96,3	0,67	0,77	0,81	311	

W22 - IE3 Premium Efficiency - 60 Hz

Potencia		Carcasa	Par nominal (kgfm)	Corriente con rotor trabajado I/n	Par con rotor trabajado T1/Tn	Par máximo T1b/Tn	Momento de inercia J (kgm²)	Tiempo máximo con rotor trabajado (s)		Peso (kg)	Mivel de ruido dB(A)	380 V							
								Caliente	Frio			Rendimiento			Factor de potencia			Corriente nominal In (A)	
KW	HP										RPM	50	75	100	50	75	100		
0.12	0.16	63	0.068	5.0	2.7	3.3	0.0005	48	106	6.7	48	1715	53.0	61.0	64.0	0.45	0.56	0.65	0.438
0.18	0.23	63	0.103	5.0	2.5	3	0.0006	39	86	7.7	48	1710	62.0	67.0	70.0	0.49	0.61	0.70	0.558
0.23	0.33	63	0.142	5.5	2.9	3.2	0.0007	30	66	8.2	48	1710	66.0	71.0	73.0	0.46	0.59	0.69	0.754
0.37	0.5	71	0.213	5.1	2.8	2.9	0.0007	32	114	8.5	47	1690	71.5	74.5	75.0	0.49	0.62	0.70	1.07
0.33	0.75	71	0.320	4.9	2.8	2.9	0.0008	43	95	11.5	47	1675	75.5	77.0	77.5	0.49	0.62	0.71	1.52
0.75	1	90S	0.416	7.6	2.6	3.2	0.0049	24	53	18.5	51	1755	80.0	84.0	85.5	0.60	0.72	0.79	1.69
1.1	1.5	L90S	0.610	7.6	2.7	3.2	0.0060	18	40	22.0	51	1755	82.5	85.5	86.5	0.60	0.73	0.80	2.42
1.5	2	L90S	0.832	7.7	2.8	3.3	0.0066	15	33	23.0	51	1755	84.0	86.0	86.5	0.59	0.72	0.80	3.29
2.2	3	100L	1.23	7.8	3.8	3.7	0.0097	24	53	33.0	54	1740	86.6	88.2	89.5	0.59	0.72	0.79	4.72
3	4	112M	1.66	7.8	2.6	3.5	0.0156	27	59	42.0	56	1760	87.2	89.0	89.5	0.56	0.70	0.79	6.45
3.7	5	112M	2.05	7.6	2.4	3.3	0.0181	23	51	44.0	56	1755	88.1	89.3	89.5	0.61	0.74	0.80	7.85
4.5	6	112M	2.51	7.0	2.4	3	0.0180	17	37	44.0	56	1745	88.7	89.5	89.5	0.61	0.74	0.80	9.55
5.5	7.5	132S	3.04	8.4	2.4	3.6	0.0488	16	35	67.0	58	1765	89.9	91.2	91.7	0.63	0.76	0.82	11.1
7.5	10	132S	4.14	8.2	2.3	3.5	0.0563	13	29	72.0	58	1765	90.8	91.6	92.0	0.66	0.78	0.84	14.7
9.2	12.5	132M/L	5.08	8.5	2.4	3.5	0.0676	9	20	86.0	58	1765	91.0	91.8	92.4	0.66	0.78	0.84	18.1
11	15	160M	6.07	7.0	2.5	3	0.1168	15	33	112	64	1765	90.6	92.4	92.7	0.63	0.75	0.81	22.2
15	20	160M	8.23	7.7	3	3.5	0.1471	13	29	133	64	1775	91.6	93.2	93.4	0.64	0.75	0.82	29.8
18.5	25	160L	10.2	7.3	2.7	3.2	0.1813	12	26	148	64	1770	92.4	93.6	93.8	0.64	0.75	0.81	36.9
22	30	180M	12.1	7.2	3	3	0.1919	20	44	176	64	1775	93.0	93.8	94.0	0.68	0.78	0.83	42.8
30	40	200M	16.5	6.6	2.2	2.8	0.3202	22	48	215	66	1775	93.6	94.2	94.4	0.70	0.79	0.84	57.4
37	50	200L	20.3	6.4	2.5	2.7	0.3728	20	44	243	66	1775	94.0	94.5	94.6	0.70	0.80	0.84	70.7
45	60	225S/M	24.6	7.5	2.4	2.8	0.6367	14	31	404	67	1780	94.2	94.7	95.1	0.71	0.80	0.85	84.5
55	75	225M	30.1	7.5	2.4	2.8	0.7346	12	26	430	67	1780	94.5	95.0	95.4	0.74	0.83	0.87	101
75	100	250S/M	41.0	7.5	2.5	2.8	1.01	12	26	505	68	1780	94.6	95.2	95.5	0.74	0.83	0.87	137
90	125	280S/M	49.1	7.2	2	2.7	1.87	24	53	683	73	1785	94.7	95.3	95.6	0.75	0.83	0.86	167
110	150	280S/M	60.0	7.9	2.4	2.9	2.33	20	44	753	73	1785	94.8	95.5	95.8	0.75	0.83	0.86	203
132	180	315S/M	71.8	7.4	2.4	2.6	3.00	24	53	958	75	1790	94.5	95.3	95.2	0.74	0.82	0.86	243
150	200	315S/M	81.6	7.8	2.7	2.7	3.55	20	44	1029	75	1790	94.9	95.9	96.2	0.73	0.82	0.86	276
185	250	315S/M	101	7.6	2.4	2.5	3.89	20	44	1072	75	1790	95.3	96.0	96.3	0.75	0.83	0.87	336
200	270	355M/L	109	7.4	2.3	2.4	5.76	25	55	1388	76	1790	95.4	96.1	96.3	0.76	0.83	0.86	367
220	300	355M/L	120	7.3	2.5	2.4	6.30	22	48	1438	76	1790	95.6	96.2	96.4	0.77	0.84	0.87	398
260	350	355M/L	141	7.3	2.3	2.3	7.20	20	44	1519	76	1790	95.8	96.4	96.5	0.78	0.85	0.87	470
300	400	355M/L	163	7.8	2.5	2.4	8.09	12	26	1615	76	1790	95.9	96.4	96.5	0.76	0.84	0.87	542
330	450	355M/L	180	7.8	2.6	2.6	9.51	14	31	1751	76	1790	96.0	96.5	96.7	0.73	0.82	0.86	603
370	500	355M/L	201	7.6	2.7	2.4	11.1	18	40	1916	76	1790	96.3	96.6	96.8	0.74	0.83	0.86	675
400	550	355M/L	218	7.4	2.4	2.4	11.6	15	33	1966	78	1790	96.3	96.6	96.8	0.74	0.83	0.86	731

IV Poles

High-output design

132	180	280S/M	72.0	7.6	2.4	2.6	2.86	15	33	781	73	1785	94.8	95.6	95.9	0.76	0.83	0.87	241
150	200	280S/M	81.8	7.6	2.5	2.6	2.85	15	33	828	73	1785	95.2	95.7	96.2	0.74	0.83	0.86	276

W22 - IE2 High Efficiency - 60 Hz

Potencia		Carcasa	Par nominal (kgfm)	Corriente con rotor trabajado I _{fl} /I _n	Par con rotor trabajado T _{fl} /T _n	Par máximo T _{fl} /T _n	Momento de inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabajado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB(A)	220 V						Corriente nominal I _n (A)	
KW	HP							Caliente	Frío			Rendimiento		Factor de potencia					
										RFM									
0.12	0.16	63	0.068	4.6	2.5	3.1	0.0004	37	81	6.2	48	1715	90.0	57.0	61.0	0.44	0.55	0.64	0.807
0.18	0.25	63	0.103	4.7	2.4	2.9	0.0006	30	66	7.2	48	1705	97.0	64.0	67.0	0.47	0.59	0.68	1.04
0.25	0.33	63	0.143	5.0	2.6	3	0.0007	25	55	8.2	48	1705	62.0	68.0	70.0	0.47	0.60	0.69	1.36
0.37	0.5	71	0.215	4.6	2.4	2.5	0.0007	35	77	8.0	47	1680	68.0	71.0	72.0	0.50	0.63	0.72	1.87
0.55	0.75	71	0.319	5.1	2.9	2.9	0.0008	31	68	11.5	47	1680	71.0	74.5	75.0	0.50	0.63	0.72	2.67
0.75	1	80	0.423	7.3	3	3.2	0.0029	16	35	13.5	48	1725	79.0	82.0	82.6	0.61	0.72	0.80	2.98
1.1	1.5	90S	0.612	7.5	2.2	3	0.0049	16	35	18.5	51	1750	81.0	83.5	84.0	0.57	0.70	0.76	4.40
1.5	2	90S	0.835	7.1	2.2	3	0.0049	11	24	18.5	51	1750	81.0	83.5	84.2	0.57	0.70	0.76	6.00
2.2	3	190L	1.22	7.4	2.8	3.1	0.0077	11	24	25.0	51	1750	86.0	86.5	87.5	0.61	0.74	0.81	8.12
3	4	100L	1.70	6.7	2.8	3	0.0096	16	35	33.0	54	1720	86.4	87.2	87.5	0.61	0.74	0.81	11.1
3.7	5	100L	2.08	8.0	3	3.6	0.0104	11	24	34.0	54	1735	85.0	87.0	88.0	0.59	0.72	0.80	13.8
4.5	6	112M	2.52	6.2	2.1	2.8	0.0155	19	42	42.0	56	1740	88.0	88.5	88.5	0.62	0.74	0.81	16.5
5.5	7.5	112M	3.08	6.3	2.1	2.7	0.0180	15	33	44.0	56	1740	88.4	89.1	90.0	0.59	0.72	0.79	20.4
7.5	10	132S	4.15	7.9	2	3.2	0.0489	12	26	68.0	58	1760	90.0	90.8	91.0	0.66	0.78	0.84	25.8
9.2	12.5	132M	5.09	8.0	2	3.1	0.0501	9	20	75.0	58	1760	90.0	90.8	91.0	0.67	0.79	0.84	31.6
11	15	132M/L	6.09	8.2	2.1	3.2	0.0638	8	18	80.0	58	1760	90.5	91.2	91.7	0.67	0.79	0.85	37.0
15	20	160M	8.23	6.8	2.7	3	0.1188	11	24	120	64	1775	91.0	92.4	92.4	0.64	0.75	0.81	52.6
18.5	25	160L	10.2	6.8	2.7	3	0.1397	10	22	135	64	1765	92.0	92.8	92.8	0.64	0.75	0.81	64.6
22	30	180M	12.1	6.4	2.3	2.7	0.1657	19	42	168	64	1765	92.5	92.8	93.0	0.71	0.81	0.84	74.0
30	40	200M	16.5	6.2	2	2.3	0.2406	18	40	195	66	1770	92.7	93.4	93.4	0.72	0.81	0.85	99.2
37	50	200L	20.4	6.2	2.5	2.6	0.3074	14	31	227	66	1770	93.0	93.2	93.6	0.72	0.80	0.85	122
45	60	225S/M	24.7	7.2	2.4	2.6	0.4931	12	26	367	67	1775	93.3	93.7	94.1	0.76	0.83	0.86	146
55	75	225S/M	30.2	7.2	2.4	2.6	0.5670	12	26	386	67	1775	93.9	94.2	94.4	0.77	0.84	0.87	176
75	100	200S/M	41.0	7.2	2.4	2.8	0.8740	12	26	470	68	1780	94.0	94.5	94.6	0.71	0.81	0.85	244
90	125	280S/M	49.1	7.2	2.1	2.6	1.56	20	44	636	73	1785	94.0	94.8	94.9	0.73	0.82	0.85	292
110	150	280S/M	60.0	7.3	2.1	2.6	1.87	18	40	684	73	1785	94.3	94.8	95.2	0.75	0.83	0.86	352
132	180	315S/M	71.8	7.1	2.1	2.4	2.57	18	40	903	75	1790	94.0	95.0	95.3	0.74	0.82	0.85	428
150	200	315S/M	81.6	7.0	2.2	2.3	2.89	20	44	947	75	1790	94.3	95.5	95.5	0.75	0.83	0.86	480
185	250	315S/M	101	7.0	2.2	2.3	3.44	18	40	1018	75	1790	95.0	95.0	95.5	0.77	0.84	0.87	584
200	270	355M/L	109	7.0	2.2	2.2	4.88	20	44	1291	76	1790	94.8	95.6	95.8	0.77	0.84	0.86	638
220	300	355M/L	120	7.2	2.2	2.3	5.42	23	51	1350	78	1790	95.2	95.8	95.9	0.77	0.84	0.86	700
260	350	355M/L	141	7.3	2	2.2	6.30	15	33	1431	78	1790	95.4	96.0	96.0	0.77	0.84	0.87	816
300	400	355M/L	163	7.0	2.4	2.3	7.20	14	31	1527	78	1790	95.7	96.1	96.1	0.77	0.84	0.87	942
330	450	355M/L	180	7.0	2.1	2.3	8.61	19	42	1662	78	1790	96.0	96.1	96.1	0.77	0.83	0.86	1050
370	500	355M/L	201	7.6	2.6	2.6	10.2	12	26	1833	78	1790	96.0	96.1	96.1	0.75	0.82	0.85	1190
400	530	355M/L	218	7.3	2.5	2.6	11.1	14	31	1916	78	1790	96.1	96.4	96.4	0.74	0.82	0.86	1270
440	600	355M/L	239	7.1	2.2	2.5	11.6	16	35	1966	78	1790	96.2	96.4	96.5	0.74	0.82	0.86	1450
480	650	355A/B'	261	7.4	2.5	2.7	12.7	22	48	1993	81	1790	96.0	96.5	96.6	0.71	0.81	0.85	1530
515	700	355A/B'	280	7.4	2.6	2.7	13.4	26	57	2079	81	1790	96.2	96.5	96.6	0.71	0.81	0.85	1650
550	750	355A/B'	299	7.6	2.7	2.7	14.6	22	48	2246	81	1790	96.3	96.6	96.7	0.70	0.80	0.85	1760

High-output design																			
2.2	3	100L	1.23	7.6	3.2	3.0	0.0082	19	42	30.0	54	1740	85.0	87.0	87.5	0.57	0.70	0.78	8.46
45	60	200L	24.8	6.3	2.1	2.5	0.3316	12	26	237	66	1770	93.0	93.6	93.6	0.67	0.78	0.83	152
75	100	225S/M	41.0	7.9	2.6	2.8	0.7101	8	18	424	67	1780	94.0	94.5	94.6	0.71	0.81	0.85	244
132	180	280S/M	72.0	7.2	2	2.4	2.18	15	33	729	73	1785	94.5	95.0	95.3	0.76	0.84	0.86	422
150	200	280S/M	81.8	7.7	2.3	2.6	2.49	15	33	776	73	1785	94.8	95.4	95.5	0.76	0.84	0.86	480
200	270	315S/M	109	7.0	2.3	2.4	3.76	20	44	1062	75	1790	94.8	95.4	95.7	0.74	0.82	0.85	646

W22 - IE1 Standard Efficiency - 60 Hz

Potencia		Carcasa	Par nominal (kgfm)	Corriente con rotor trabado I/n	Par con rotor trabado Tl/Tn	Par máximo Tb/Tn	Momento de inercia J (kgm²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dBA	220 V							Corriente nominal In (A)
								Caliente	Frio			% de la potencia nominal							
												Rendimiento			Factor de potencia				
KW	HP	50		75		100		50		75		100							
N Polos																			
0,09	0,12	63	0,061	5,2	3,2	3,4	0,0003	22	48	7,0	48	1725	45,0	53,0	55,0	0,44	0,52	0,61	0,704
0,12	0,16	63	0,068	4,5	2,1	2,4	0,0004	25	55	7,0	48	1710	49,0	55,0	56,0	0,45	0,57	0,66	0,830
0,16	0,25	63	0,103	4,7	2,2	2,4	0,0004	16	35	7,5	48	1710	51,0	58,0	62,0	0,45	0,58	0,67	1,14
0,25	0,33	63	0,142	4,5	2,3	2,5	0,0006	20	44	8,0	48	1720	50,0	58,0	62,0	0,44	0,55	0,64	1,65
0,37	0,5	71	0,215	4,3	2,1	2,2	0,0007	12	26	10,0	47	1680	60,0	66,0	67,0	0,46	0,59	0,69	2,10
0,55	0,75	71	0,317	5,3	2,5	2,5	0,0008	12	26	11,5	47	1690	65,0	68,0	69,0	0,46	0,67	0,69	3,05
0,75	1	80	0,422	6,8	2,4	2,7	0,0032	9	20	12,5	48	1730	75,0	78,0	78,2	0,63	0,76	0,82	3,07
1,1	1,5	80	0,627	6,4	2,5	2,8	0,0030	9	20	14,0	48	1710	76,0	79,0	79,2	0,61	0,74	0,81	4,50
1,5	2	90S	0,845	6,4	2,1	2,6	0,0049	10	22	18,5	51	1730	80,5	81,5	82,0	0,59	0,71	0,79	6,08
2,2	3	90L	1,25	5,7	2,1	2,4	0,0060	9	20	22,0	51	1720	82,0	83,0	83,1	0,62	0,74	0,81	8,58
3	4	100L	1,70	6,8	2,4	2,7	0,0097	7	15	30,0	54	1720	83,5	84,0	84,1	0,63	0,77	0,83	11,3
3,7	5	100L	2,11	6,4	2,7	2,9	0,0097	11	24	33,0	54	1710	85,0	85,5	85,5	0,63	0,75	0,81	14,0
4,5	6	112M	2,50	7,2	2,1	2,8	0,0182	8	18	42,0	58	1750	84,5	86,0	86,2	0,63	0,75	0,81	16,6
5,5	7,5	112M	3,08	6,0	2	2,7	0,0167	11	24	43,0	58	1740	86,0	87,0	87,0	0,61	0,74	0,80	20,6
7,5	10	132S	4,15	7,2	2	2,8	0,0528	8	18	63,0	61	1760	86,5	88,0	87,5	0,67	0,78	0,83	27,2
9,2	12,5	132M	5,11	6,4	1,9	2,5	0,0642	8	18	70,0	61	1755	88,0	88,5	88,0	0,69	0,79	0,84	33,0
11	15	132M	6,10	8,3	2,3	2,8	0,0563	6	13	73,0	61	1755	87,0	88,5	88,6	0,68	0,80	0,83	39,2
15	20	160M	8,28	6,2	2,1	2,6	0,1046	9	20	105	64	1765	89,0	90,2	90,2	0,68	0,79	0,84	52,0
18,5	25	160L	10,2	6,3	2,2	2,7	0,1258	9	20	122	64	1765	89,5	91,0	91,0	0,68	0,79	0,84	63,6
22	30	180M	12,2	6,0	2,2	2,5	0,1392	12	26	150	64	1760	89,6	91,0	91,1	0,68	0,79	0,84	75,4
30	40	200M	16,5	6,0	2	2,4	0,2406	12	26	195	68	1770	91,0	91,8	91,8	0,71	0,80	0,85	101
37	50	200L	20,4	6,0	2	2,4	0,2918	12	26	222	68	1770	92,0	92,5	92,5	0,71	0,81	0,85	123
45	60	225S/M	24,7	6,8	2,3	2,6	0,4914	10	22	367	70	1775	92,3	93,1	93,1	0,75	0,83	0,87	146
55	75	225S/M	30,2	6,9	2,3	2,6	0,5632	9	20	396	70	1775	92,8	93,4	93,3	0,75	0,83	0,87	178
75	100	250S/M	41,2	7,0	2,4	2,7	0,6767	10	22	470	70	1775	93,0	93,6	93,6	0,75	0,84	0,88	238
90	125	280S/M	49,2	6,5	1,9	2,5	1,47	17	37	625	73	1780	93,0	93,9	94,0	0,74	0,82	0,86	292
110	150	280S/M	60,0	7,3	2,2	2,7	1,87	16	35	684	73	1785	93,2	94,1	94,3	0,74	0,83	0,86	356
132	180	315S/M	71,8	6,5	2	2,3	2,33	24	53	880	75	1790	93,0	94,3	94,6	0,73	0,81	0,85	430
132	180	315S/M	71,8	6,5	2	2,3	2,33	24	53	880	75	1790	93,0	94,3	94,6	0,73	0,81	0,85	430
150	200	315S/M	81,6	6,8	2	2,4	2,88	20	44	947	75	1790	93,5	94,5	94,7	0,74	0,83	0,86	484
185	250	315S/M	101	6,6	2,1	2,3	3,42	17	37	1018	75	1790	94,0	94,6	94,8	0,75	0,83	0,86	596
200	270	315S/M	109	7,3	2,3	2,3	3,76	18	40	1062	75	1790	94,2	94,8	95,0	0,76	0,83	0,86	642
220	300	315L	120	6,6	2,3	2,4	5,80	16	35	1180	79	1790	94,4	94,9	95,2	0,75	0,83	0,86	706
260	350	315L	141	7,6	2,6	2,6	6,86	13	29	1287	79	1790	94,6	95,2	95,4	0,75	0,83	0,87	822
300	400	315L	163	7,7	2,7	2,6	8,12	14	31	1388	79	1790	94,8	95,3	95,6	0,76	0,84	0,87	946
330	450	355M/L	180	7,0	2,1	2,3	8,61	19	42	1662	81	1790	95,2	95,6	95,7	0,77	0,83	0,86	1050
370	500	355M/L	201	7,6	2,6	2,6	10,2	12	26	1833	81	1790	95,3	95,7	95,8	0,75	0,82	0,85	1190
400	550	355M/L	218	7,3	2,5	2,6	11,1	14	31	1916	81	1790	95,4	95,8	95,9	0,74	0,82	0,86	1270
440	600	355M/L	239	7,1	2,2	2,5	11,6	16	35	1966	81	1790	95,5	95,9	96,0	0,74	0,82	0,86	1430
High-output design																			
9,2	12,5	132S	5,11	7,5	2,2	2,9	0,0488	7	15	70,0	61	1755	87,5	88,5	88,0	0,67	0,79	0,83	33,0
45	60	200L	24,8	6,0	2,1	2,4	0,3322	12	26	237	68	1770	92,5	93,0	93,0	0,71	0,80	0,84	151
90	125	250S/M	49,2	7,9	2,5	3	1,05	8	18	505	70	1780	93,0	93,6	93,6	0,73	0,83	0,87	290
150	200	280S/M	81,8	7,9	2,5	2,6	2,78	13	29	819	73	1785	93,8	94,5	94,7	0,76	0,84	0,87	478
220	300	355M/L	120	7,2	2,2	2,3	5,42	23	51	1350	81	1790	94,5	95,2	95,3	0,77	0,84	0,86	704
260	350	355M/L	141	7,3	2,4	2,3	6,30	15	33	1431	81	1790	94,8	95,2	95,4	0,77	0,84	0,87	822
300	400	355M/L	163	7,0	2,4	2,3	7,20	14	31	1527	81	1790	95,0	95,3	95,6	0,77	0,84	0,87	946

Carcasa	A	AA	AB	AC	AD	AD'	B	BA	BB	BD	C	CA	Eje											
													D	DA	E	EA	ES	F	FA	G	GB	GD	GF	TS
63	100	25,5	116	125	122	122	80		95		40	78	11j6	9j6	23	20	14	4	3	8,5	7,2	4	3	12
71	112	28,5	132	141	130	130	90		113,5		45	88	14j6	11j6	30	23	18	5	4	11	8,5	5	4	14
80	125	30,5	149	159	139	139			125,5		50	93	19j6	14j6	40	30	28	6		15,5	11	6		18
90S	140	36,5	164	179	157	157	100		131		56	104	24j6	16j6	50	40	36	8	5	20	13	7	5	28
L90S																								
90L																								
L90L																								
100L	160	40	188	199	167	167	140		173		63	118	22j6	60	50	45		6	24	18,5		6	36	
L100L																								
112M																								
L112M																								
132S	216	45	248	272	218	218		187		89	150	38k6	28j6	80	60	63	10	8	33	24	8	7	45	
132M																								
132M/L																								
160M																								
160L	254	64	308	329	264	264		254	63	108	174	42k6	42k6	110	110	80	12	12	37	37		8	80	
180M																								
180L																								
200L																								
225S/M	356	80	436	455	384	286/311	124	412	41	149	319/294	55m6*	55m6*	110*	110*	100*	16*	16*	49*	49*	10*	10*	100*	
250S/M																								
280S/M																								
315S/M																								
315L	508	120	630	657	525	530	406/457	184	621	70	494/443	65m6*	60m6*	140*	140	125	18*	18*	53*	53*	11*	11*	125	
355M/L																								
355A/B																								
355A/B																								

Carcasa	H	HA	HB	HC	HD	HF	HG	HH	HK	K	L	LC	LL	LM	S1	D1	D2	Rodamientos	
																		D.E.	N.D.E.
63	63		25,5	129		68,5		80		7	216	241				EM4	EM3	6201 ZZ	
71	71	7	33	145		76		90	59		250	276	108,5	99	2xM20x1,5	DM5	EM4	6202 ZZ	
80	80	8	43,5	163		87		100			276	313				DM6	DM4	6204 ZZ	6203 ZZ
90S	90	9	45	182		90		106		10	304	350	115	104	2xM25x1,5	DM8	DM6	6205 ZZ	6204 ZZ
L90S																			
90L																			
L90L																			
100L	100	10	61,5	205	244	106,4		133		12	376	431				DM10	DM8	6206 ZZ	6205 ZZ
L100L																			
112M																			
L112M																			
132S	132	16	75	266	319	132		159	80	12	423	478	140	133	2xM32x1,5	DM12	DM10	6308 ZZ	6207 ZZ
132M																			
132M/L																			
160M																			
160L	160	22	79	327	374	168		213		14,5	598	712	198,5	190	2xM40x1,5	DM16	DM16	6309 C3	6209 Z-C3
180L																			
180M																			
180L																			
200L	200	30	119	405	464	218		285,5	119,5	18,5	767	880	230	220	2xM50x1,5			6312 C3	6212 Z-C3
225S/M																			
250S/M																			
280S/M																			
315S/M	315	48	386	644	768	592	751	264	176	24	1.071	1.223	314	312	2xM63x1,5	DM20		6314 C3	6314 C3*
315L																			
355M/L																			
355A/B																			

Notas:

(*) Dimensión aplicable para motores de 2 polos.

(**) Dimensión utilizada solamente para forma constructiva con caja de conexión en el tope.

ESPESOR DEL PANEL		K COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN TÉRMICA GLOBAL		PESO DEL PANEL CON SOPORTES DE ACERO EXTERNO 0.6 mm / INTERNO 0.5 mm kg / m ²
mm	Kcal / m ² h C	Watt / m ² K		
50	0.65	0.76		14.20
80	0.41	0.48		17.20
100	0.33	0.38		19.20

Características de la chapa microperforada		Características técnicas da chapa microperfurada	
Characteristics of micro locked sheet		Caractéristiques tôle micro forée	
Diámetro de agujero	Holes Diameter	Diámetro de buçaco	3 mm
Distancia entre agujeros	Holes Step	Distância entre buçacos	5 mm
% de chapa perforad	% micro locked sheet	% de chapa perturada	15 %
		% tôle forée	

Anexo IV

TABLAS

VOLUMEN		
TENEMOS	MULTIPLICAR	OBTENEMOS
CFM	0.0004719	m3/seg
CFM	0.02832	m3/min
CFM	1.699	m3/hr
CFM	0.47195	l/seg
CFM	28.317	l/min
m3/seg	2118.9	CFM
m3/seg	60	m3/min
m3/seg	3600	m3/hr
m3/seg	1000	l/seg
m3/seg	60000	l/min
m3/min	35.315	CFM
m3/min	0.0167	m3/seg
m3/min	60	m3/hr
m3/min	16.667	l/seg
m3/min	1000	l/min
m3/hr	0.58858	CFM
m3/hr	0.0167	m3/min
m3/hr	0.0003	m3/seg
m3/hr	0.2778	l/seg
m3/hr	16.667	l/min
l/seg	2.1189	CFM
l/seg	0.001	m3/seg
l/seg	0.06	m3/min
l/seg	3.6	m3/hr
l/seg	60	l/min

PRESIÓN		
TENEMOS	MULTIPLICAR	OBTENEMOS
in wg	0.03607	psi
in wg	0.07343	in Hg
in wg	248.66	Pa
in wg	25.4	mm wg
in wg	1.8651	mm Hg
in wg	0.002454	atm
in wg	2.49	mbar
in wg	0.00249	bar
in Hg	0.49115	psi

in Hg	13.619	in wg
in Hg	3386.4	Pa
in Hg	345.91	mm wg
in Hg	25.4	mm Hg
in Hg	0.03342	atm
Pa	0.000145	psi
Pa	0.004022	in wg
Pa	0.0002953	in Hg
Pa	0.10215	mm wg
Pa	0.007501	mm Hg
Pa	0.0000099	atm
Pa	0.01	mbar
mm wg	0.00142	psi
mm wg	0.03937	in wg
mm wg	0.002891	in Hg
mm wg	9.7898	Pa
mm wg	0.07343	mm Hg
mm wg	0.0000966	atm
mm Hg	0.01934	psi
mm Hg	0.53616	in wg
mm Hg	0.03937	in Hg
mm Hg	133.32	Pa
mm Hg	13.619	mm wg
mm Hg	0.001316	atm

VELOCIDAD DE SALIDA		
TENEMOS	MULTIPLICAR	OBTENEMOS
ft/min	0.0167	ft/seg
ft/min	0.00508	m/seg
ft/min	0.3048	m/min
ft/min	18.288	m/hr
ft/min	0.01136	mph
ft/min	0.00987	knots
ft/seg	60	ft/min
ft/seg	0.3048	m/seg
ft/seg	18.288	m/min
m/seg	196.85	ft/min
m/seg	3.2808	ft/seg
m/seg	60	m/min
m/seg	3600	m/hr
m/seg	2.2369	mph
m/seg	1.9425	knots
m/min	3.2808	ft/min

m/min	0.05468	ft/seg
m/min	0.0167	m/seg
m/min	60	m/hr
m/min	0.03728	mph
m/min	0.03238	knots

DENSIDAD		
TENEMOS	MULTIPLICAR	OBTENEMOS
lb/ft3	16.02	kg/m3
kg/m3	0.06243	lb/ft3

POTENCIA		
TENEMOS	MULTIPLICAR	OBTENEMOS
HP	745.7	W
HP	0.7457	KW
W	0.00134	HP

TEMPERATURA		
TENEMOS	FORMULA	OBTENEMOS
°C	$^{\circ}\text{F}=(9/5)*(^{\circ}\text{C}+32)$	°F
60		140
°F	$^{\circ}\text{C}=(5/9)*(^{\circ}\text{F}-32)$	°C
650		343.3333333

ALTITUD		
TENEMOS	MULTIPLICAR	OBTENEMOS
m	3.2808	ft
ft	0.3048	m

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aerodinámico: Es un Objeto cuya forma ofrece escasa resistencia al aire.

Aire recirculado: Aire descargado por el acondicionador dentro de un espacio cerrado, cuarto o zona, cuando todas las compuertas de ventilación y extracción están cerradas.

Aire de extracción: Aire removido por una unidad desde un área cerrado.

Aire normalizado: Aire que tiene una densidad de 1.2 kg/m³ y es equivalente a aire seco a una temperatura de 21.1°C y una presión barométrica de 760 mm Hg

Aislante: Es Cualquier material que reduce excesos de calor o ruido.

Aislamiento térmico: Es un material que tiene un bajo coeficiente como conductor de calor. Los materiales aislantes más populares son la fibra de vidrio, los plásticos espumados (poliuretano y poliestireno), el corcho, rocas térmicas, entre otros.

Altura de operación: Es la elevación sobre el nivel del mar a la cual va a operar un ventilador.

Área Efectiva: El área neta de un ducto de salida o entrada a través de la cual puede pasar el aire, igual al área libre por coeficiente de descarga.

Aleta: Chapa delgada en la abertura de una rejilla.

Arrastre: El arrastre del aire de la habitación por la corriente de aire descargada desde el orificio de salida, también llamado movimiento de aire secundario.

Caída: El espacio vertical de caída del filo inferior de la corriente de aire proyectada horizontalmente, entre el orificio de salida y el final de su desplazamiento.

Caudal: Es la cantidad de fluido que pasa por determinado ducto en la unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

Capacidad: Es el volumen de gases manejado por un ventilador en la unidad de tiempo, medido en la descarga del ventilador.

Caballo de Fuerza: Es la potencia necesaria para elevar verticalmente a la velocidad de 1 pie/minuto un peso de 33 000 libras.

Caja de Volumen Variable: Las cajas controlan el volumen de aire circulante para mantener constante la temperatura en el área acondicionada. Gracias al sensor que posee en forma de cruz, la caja detecta cuando el espacio alcanza la temperatura deseada y automáticamente cierra la compuerta interior para restringir el paso del aire. Estos son diseñados para operar en áreas interiores donde el recalentamiento debe ser evitado.

Control de Volumen: Los controles de volumen de hojas opuestas o tipo mariposa, permiten el control del aire de forma no-direccional.

coeficiente de descarga: es adimensional y prácticamente de valor constante para cualquier diámetro de un mismo modelo.

Difusor: Orificio o boca de salida que descarga un suministro de aire en varias direcciones o planos.

Diferencial de Temperatura: Diferencia de temperatura entre el aire primario y el ambiente.

Difusión: Distribución de aire dentro de un espacio por un orificio o boca de salida que descarga aire de impulsión en varias direcciones o planos.

Dispersión: La divergencia de la corriente de aire en plano horizontal o vertical después que sale del orificio de salida.

Entrada o abertura de evacuación: Cualquier abertura a través de la cual es eliminado el aire de un ambiente.

Equilibrio: (Mecánico) Ajuste de la distribución de masa en un elemento giratorio para reducir las fuerzas vibratorias generadas por la rotación.

Humedad relativa: La cantidad de humedad del aire, medida en términos porcentuales.

Inducción: La inducción del aire de una habitación aspirando en un orificio de salida por la corriente de aire primario.

Presión dinámica: Es la presión cinética en la dirección del flujo necesaria para hacer que un fluido en reposo fluya a una determinada velocidad.

Presión disponible: Es la diferencia entre la presión absoluta del gas a la entrada y la presión de descarga.

Presión estática: Es la presión potencial ejercida en todas las direcciones por un fluido en reposo. Para un fluido en movimiento se mide en la dirección perpendicular a la del flujo, tendencia a dilatar o colapsar al ducto.

Presión Total: Suma algebraica de las presiones estáticas y dinámicas.

Rejilla: Cobertura de cualquier abertura a través de la cual pasa el aire.

Temperatura de Operación: Es la temperatura del gas que maneja el ventilador.

Temperatura de diseño: Es temperatura máxima del gas que puede manejar el ventilador.

Velocidad de Salida: La velocidad media del aire en salida, medida en el plano de la abertura.

Variación de temperatura: Diferencia de temperatura entre puntos de un mismo espacio

Ventilador: Máquina empleada para proporcionar el movimiento continuo de gases y transporte neumático de materiales.

Ventilador Axial: Máquina que maneja un flujo de gases en el sentido de su flecha.

Ventilador Centrífugo: Máquina que maneja un flujo de gases en forma radial a su flecha.

Velocidad de descarga del gas: Es la capacidad del ventilador, entre el área de descarga de este

NOMENCLATURA

CFM: Pies cúbicos por minuto (Cubic Feet per minute). Indica el flujo de aire que pasa por un punto estacionario en un minuto.

m³/s: Metros cúbicos por minuto. Indica el flujo de aire, que pasa por un punto estacionario en un segundo.

$$1 \text{ m}^3/\text{s} = 60 \text{ m}^3/\text{min} = 2118.88 \text{ CFM.}$$

HP: Caballaje de fuerza (Horse Power). Potencia desarrollada por el motor.

KW: Kilowatt, unidad de potencia que desarrolla el ventilador.

$$1\text{HP} = 0.746 \text{ KW.}$$

RPM: Revoluciones por minuto. Medida de la cantidad de vueltas que genera el motor en el lapso de un minuto.

Hz: Hertz. Medida de la frecuencia que se repite una onda en un segundo.

c.a.: Unidad de presión, igual a la presión ejercida por una columna de agua de una pulgada de altura a temperatura estándar.

η : eficiencia del ventilador, es una función de su diseño aerodinámico y el punto de operación de su curva.

msnm: metros sobre el nivel de mar, unidad que indica la altitud de un lugar.