



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

“REDISEÑO DEL SISTEMA DE PRESURIZACIÓN DE SALA ELÉCTRICA DE LOUISIANA PACÍFIC.”

Tesis para optar al Título de:
Ingeniero Mecánico.

Profesor Patrocinante:
Sr. Rogelio Moreno Muñoz.
Ingeniero Civil Mecánico.

JUAN JOSÉ GONZÁLEZ NÚÑEZ
VALDIVIA-CHILE

2007

El Profesor Patrocinante y Profesores Informantes del Trabajo de Titulación comunican al Director de Escuela de Mecánica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería que el Trabajo de Titulación del señor:

JUAN JOSÉ GONZÁLEZ NÚÑEZ

Ha sido aprobado en el examen de defensa rendido el día _____, como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico. Y, para que así conste para todos los efectos firman:

Profesor Patrocinante:

Dr. Rogelio Moreno M.

Profesores Informantes:

Ing. Sr. Marcelo Paredes C.

Ing. Sr. Misael Fuentes P.

Director de Escuela (S):

Ing. Sr. Marcelo Paredes C.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme las fuerzas necesarias para alcanzar este objetivo.

A mis padres, (Ana y Juan) y a toda mi familia por su apoyo incondicional, y por creer en mí. Especialmente a Angélica y a Mario.

A Louisiana Pacific Chile por darme la posibilidad de realizar mi memoria de tesis bajo su techo y acogerme gratamente.

ÍNDICE

	Pág.
Resumen.	1
Summary.	2
Glosario.	3
Introducción.	4
 CAPÍTULO 1	
PRESENTACION DE LA EMPRESA Y CARACTERÍSTICAS DE LA SALA ELÉCTRICA.	5
 1.1.- Presentación de la empresa.	5
1.2.- Características de la sala eléctrica.	7
1.2.1.- Orientación.	7
1.2.2.- Dimensiones de la sala.	7
1.2.3.- Materiales de construcción.	8
1.2.4.- Puertas.	8
1.2.5.- Ventanas.	8
1.2.6.- Ocupantes.	8
1.2.7.- Equipos eléctricos existentes.	8
1.2.8.- Temperatura interna de la sala.	9
1.2.9.- Temperatura externa de la sala.	9
 CAPÍTULO 2	
MEDICIONES DEL ACTUAL SISTEMA DE VENTILACIÓN	10
 2.1.- Caudal proporcionado por el sistema de ventilación actual.	10
2.1.1.- Caudal de impulsión.	10
2.1.2.- Caudal de extracción.	12

2.2.-	Presión interna de la sala.	13
2.3.-	Fugas de aire producidas hacia el exterior de la sala.	13
2.4.-	Filtros ocupados por el sistema de ventilación actual.	14

CAPÍTULO 3

CÁLCULO CARGA TÉRMICA DE LA SALA 15

3.1.-	Ganancia de calor por la pared contigua a la sala de compresores.	15
3.2.-	Ganancia de calor debido al alumbrado eléctrico.	16
3.3.-	Ganancia de calor generada por los equipos eléctricos.	16
3.4.-	Resumen carga térmica de la sala.	17

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA 18

4.1.-	Planteamiento del problema.	18
4.2.-	Cálculo del caudal de aire de ventilación.	19
4.3.-	Caudal de aire de presurización.	20
4.4.-	Conductos de ventilación.	22
4.5.-	Cálculo de pérdida de carga en los conductos de ventilación.	24
4.6.-	Pérdida en rejilla.	40
4.7.-	Pérdida por filtros.	40
4.8.-	Factor de seguridad presión estática	42
4.9.-	Resumen pérdida de carga.	43
4.10.-	Selección del ventilador.	44
4.11.-	Costo del ventilador.	45
4.12.-	Motor eléctrico y sistema de transmisión.	46
4.13.-	Especificaciones técnicas.	47

CONCLUSIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
Anexo 1	53
Anexo 2	56
Anexo 3	60
Anexo 4	61
Anexo 5	62
Anexo 6	63
Anexo 7	64
Anexo 8	65
Anexo 9	66
Anexo 10	67
Anexo 11	68

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA N° 1.1. Ubicación de fábricas y oficinas de Louisiana Pacific Corporation.	5
FIGURA N° 1.2. Vista del exterior de la sala eléctrica.	6
FIGURA N° 1.3. Dimensiones de la sala eléctrica.	7
FIGURA N° 2.1. Bocas de impulsión de aire ubicadas dentro de la sala.	10
FIGURA N° 2.2. Vista exterior del conducto de retorno.	12
FIGURA N° 4.1. Pérdida de presión en rejilla o persiana de ventilación.	21
FIGURA N° 4.2. Conductos del actual sistema de ventilación.	24
FIGURA N° 4.3. Tramo de mayor resistencia.	25
FIGURA N° 4.4. Dimensiones tramo A – B	26
FIGURA N° 4.5. Dimensiones codo B – C	27
FIGURA N° 4.6. Dimensiones tramo C – D	27
FIGURA N° 4.7. Dimensiones codo 90°	29
FIGURA N° 4.8. Dimensiones tramo D – E	30
FIGURA N° 4.9. Dimensiones contracción E – F	31
FIGURA N° 4.10. Dimensiones tramo F – G	32
FIGURA N° 4.11. Dimensiones contracción G – H	33
FIGURA N° 4.12. Dimensiones tramo H – I	34
FIGURA N° 4.13. Dimensiones contracción I – J	35
FIGURA N° 4.14. Dimensiones tramo J – K	36
FIGURA N° 4.15. Dimensiones codo 90°	37
FIGURA N° 4.16. Dimensiones tramo K – L	38
FIGURA N° 4.17. Dimensiones codo L – M	39
FIGURA N° 4.18. Aplicación de los filtros según el contaminante.	40
FIGURA N° 4.19. Eficiencia versus tamaño de partícula.	41
FIGURA N° 4.20. Disposición de los filtros en la caseta.	42
FIGURA N° 4.21. Disposición ventilador dentro de la caseta.	49

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA N° 2.1 Caudal de impulsión.	11
TABLA N° 2.2 Caudal de extracción.	13
TABLA N° 3.1 Resumen carga térmica sala.	17
TABLA N° 4.1 Velocidades máximas recomendadas para sistemas de baja velocidad.	23
TABLA N° 4.2 Resumen pérdidas en el sistema.	43
TABLA N° 4.3 Costo del ventilador.	45

RESUMEN

El presente trabajo de título, tiene como objetivo desarrollar el rediseño del sistema de presurización y ventilación, para la sala eléctrica N° 1 de la planta Louisiana Pacific.

El desarrollo de este proyecto comienza con una breve reseña de la empresa y la descripción de los productos fabricados. Posteriormente se realiza una descripción de las características constructivas y operacionales de la sala eléctrica.

A continuación se analiza el actual sistema de ventilación, donde se mide el caudal de aire introducido a la sala y el caudal de retorno. Asimismo se observa el tipo de filtros de aire utilizados por el sistema actual y se mide la sobrepresión actual en la sala eléctrica.

Luego se realiza el cálculo de la carga térmica de la sala y se determina el caudal de aire de ventilación que debe ser inyectado. Además se realiza el cálculo para mantener la sala a una sobrepresión y así lograr un flujo de aire desde el interior de la sala hacia el exterior.

Para concluir, se determinan los equipos principales que involucra el rediseño del sistema de ventilación y también, los trabajos adicionales que se deben realizar para lograr presurizar y ventilar la sala.

SUMMARY

The present title work has like objective to develop the redesign of the pressurization and ventilation system for the electric room N° 1 of the Louisiana Pacific's plant.

The development of this project begins with a company's brief review and the description of manufactured products. At a later time a description of the constructive and operational characteristics of the electric room comes true.

From now on the system of ventilation is analyzed, where the flow intensity of air introduced to the room and the pullback flow intensity are measured. The type of filters of air utilized by the actual system is also observed and the actual over-pressure at the electric room is measured.

Next the calculation of the thermic load of the room is done and the flow intensity of air of ventilation that must be injected is determined. Besides the calculation to maintain the room at an over-pressure comes true and thus achieving a flow of air from within the room towards the outside.

In order to come to an end, the principal equipments implicated on the redesign of the ventilation system, and also the extra works that must be done to achieve pressurization and ventilation of the room are determined.

GLOSARIO

°C	: Grados Celsius.
cm	: Centímetro.
h	: Hora.
HP	: Caballos de fuerza.
K	: Kelvin.
kcal	: Kilocaloría
kg	: Kilogramos
kVA	: Kilovolt-amperes.
m	: Metro.
m ²	: Metro cuadrado.
m ³	: Metro cúbico.
m/s	: Metro por segundo.
mm	: Milímetro.
mm.c.a	: Milímetro columna de agua.
N	: Newton.
Pa	: Pascal
rpm	: Revoluciones por minuto.
s	: Segundo.
W	: Watt.

INTRODUCCION

Desde hace siglos, los procesos de climatización han sido una preocupación latente de las civilizaciones, las cuales hacen esfuerzos para poder controlar dichos fenómenos que afectan en forma directa el diario vivir de los seres humanos y procesos industriales.

Es evidente el creciente desarrollo industrial que ha experimentado Chile en los últimos años. En nuestros días, existe una gran cantidad de industrias que demandan acondicionamiento ambiental para poder realizar alguno de sus procesos o para eliminar algún problema que influya directa o indirectamente sobre estos mismos.

El objeto del acondicionamiento industrial es proveer una atmósfera de confort al producto, de manera que apruebe satisfactoriamente los niveles exigidos de control de calidad. Además, la climatización industrial también es utilizada en el mantenimiento de equipos industriales que necesitan una atmósfera de trabajo adecuada para su correcto funcionamiento.

Este proyecto parte motivado por la necesidad que tiene la empresa Louisiana Pacific de realizar un rediseño del actual sistema de ventilación existente en su sala eléctrica. El objetivo del rediseño es extraer el calor producido por los equipos eléctricos y además, crear una sobrepresión relativa dentro de la sala para impedir el ingreso de polvo y con ello evitar el deterioro de los artefactos eléctricos, ya que por estar en un ambiente contaminado en condiciones que no contribuyen a la prolongación de su vida útil se pueden crear peligros de salto en aquellas partes desnudas que suelen estar aisladas, formándose un puente conductor lo que conlleva a un aumento de la temperatura y deterioro paulatino. Por otra parte implica que el personal de mantenimiento de la sala eléctrica tenga que someterla a reiteradas limpiezas para aspirar el polvo que se acumula.

CAPITULO 1

PRESENTACION DE LA EMPRESA Y CARACTERISTICAS DE LA SALA ELÉCTRICA.

1.1.- Presentación de la empresa.

La corporación norteamericana “Louisiana Pacific Corporation” fue fundada en 1973 en Estados Unidos [1], posee un total de 29 fábricas distribuidas en Estados Unidos, Canadá y Chile (Ver figura 1.1).

La fábrica ubicada en Chile comenzó su producción en el año 2000 en la localidad de Panguipulli, Km 30 camino a Lanco, X Región de Los Lagos. Su objetivo es la fabricación de Tableros OSB (Oriental Standard Board).

Los Tableros OSB producidos por Louisiana Pacific, se componen de hojuelas rectangulares de madera y son utilizados en techumbres, muros y pisos, tanto en construcciones habitacionales como comerciales. Este material también se emplea en ampliaciones y remodelaciones de viviendas. Además, son usados en cierres perimetrales, instalaciones de faenas, partes y piezas de muebles, estanterías, pallets y embalajes en general.

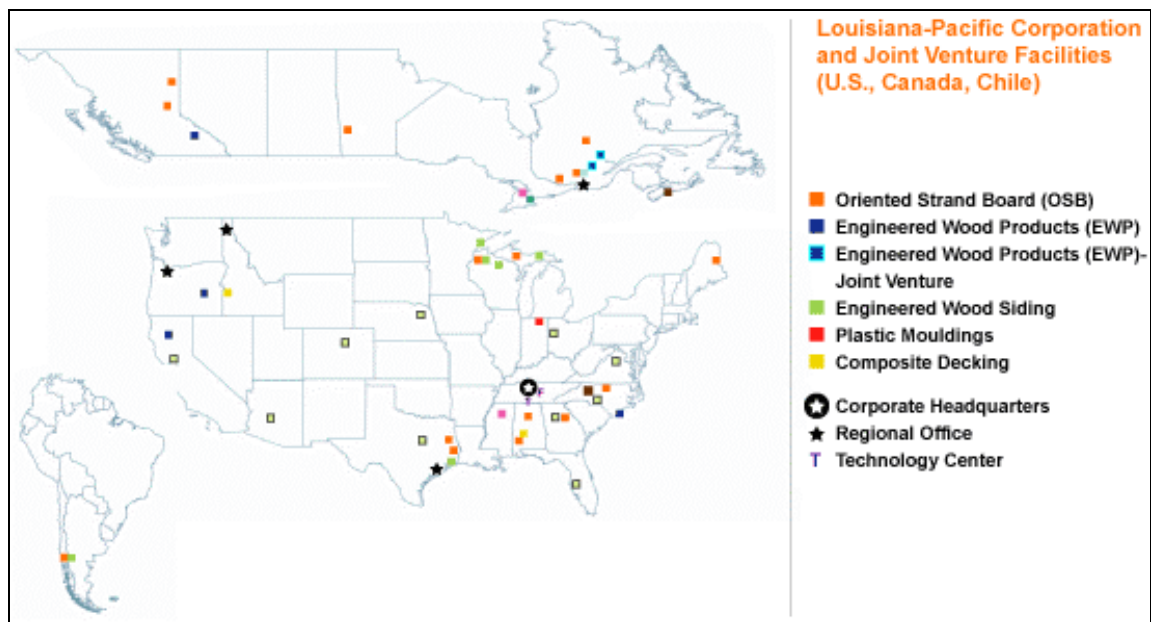


Figura 1.1. Ubicación de fábricas y oficinas de Louisiana Pacific Corporation. (Fuente: [1]).

Para lograr producir los tableros OSB la fabrica Lousisna Pacific cuenta con variados dispositivos mecánicos los cuales son comandados eléctricamente por medio de centros de control de motores, variadores de frecuencia, etc. Estos dispositivos eléctricos se albergan en una sala especialmente construida para almacenar estos aparatos eléctricos. La figura 1.2 muestra una vista del exterior de la sala eléctrica la cual cuenta con un sistema de ventilación, el cual no cumple con los objetivos de ventilación y presurización requeridos en la sala.



Figura 1.2. Vista del exterior de la sala eléctrica.

1.2.- Características de la sala eléctrica.

1.2.1.- Orientación.

La sala eléctrica de Louisiana Pacific se orienta de la siguiente manera.

- Norte : Limita con la nave industrial.
Sur : Limita con el medio ambiente.
Oeste: Una porción de 7,2 [m] limita con la sala de compresores y la otra porción con el medio ambiente.
Este : Limita con el medio ambiente.

1.2.2.- Dimensiones de la sala.

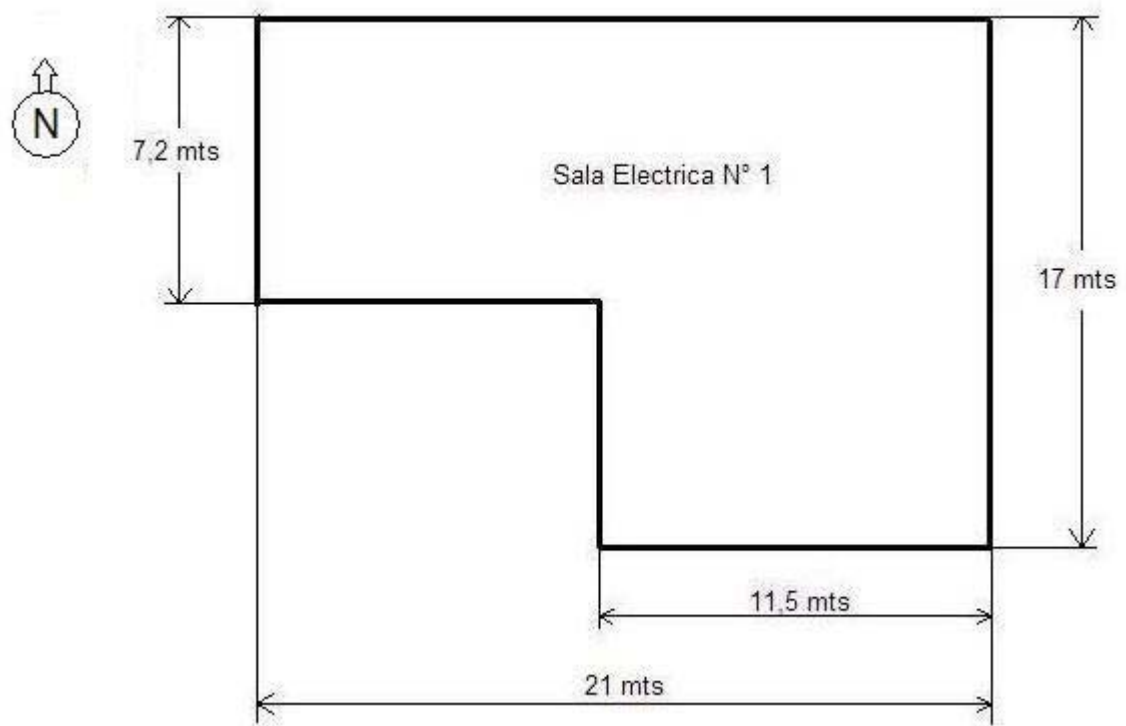


Figura 1.3. Dimensiones de la sala eléctrica.

La figura 1.3 muestra las dimensiones de la sala eléctrica. La altura en toda la sala es de 5,7 [m].

$$\text{Área de la sala} = 263,9 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Volumen de la sala} = 1504 \text{ [m}^3\text{]}$$

1.2.3.- Materiales de construcción

Todas las paredes de la sala están construidas de aglomerado hueco y poseen un espesor de 20 [cm].

1.2.4.- Puertas.

La sala cuenta con 2 puertas simples con un área de 2,26 [m²] cada una, y una puerta de doble hoja con un área de 9 [m²].

1.2.5.- Ventanas.

El local no cuenta con ventanas, por lo que las luces permanecen encendidas todo el día.

1.2.6.- Ocupantes.

Dentro de la sala no hay personas trabajando permanentemente, por lo que no se considerará para el cálculo de la carga térmica del recinto.

1.2.7.- Equipos eléctricos existentes.

Los equipos dentro de la sala eléctrica son principalmente los siguientes:

- 3 transformadores de 2000 kVA cada uno.

- 239 Centros de Control de Motores repartidos en 7 gabinetes.
- Variadores de frecuencia.
- Drivers
- Desconectores generales.
- 1 Partidor suave.
- Equipos varios.

1.2.8.- Temperatura interna de la sala.

Actualmente la máxima temperatura en la sala asciende a 40°C en verano. Los cálculos en este estudio, se realizarán para que la temperatura interna de la sala no sobrepase los 35°C en las condiciones más desfavorables.

1.2.9.- Temperatura externa de la sala.

Los catálogos de los equipos eléctricos consultados (Anexo 1) especifican que los equipos están diseñados para soportar un rango de temperaturas de trabajo que varía desde los -10°C hasta los 40°C. Según lo anterior la condición más desfavorable se da en verano, por lo tanto se utilizará el promedio de las temperaturas máximas en verano.

Temperatura ambiente exterior : Se considerará una temperatura ambiente de 27°C, ya que representa el promedio de las temperaturas máximas de verano en la zona. (Anexo 2).

Temperatura sala de compresores : Hasta 40°C cuando trabajan todos los compresores.

Temperatura nave industrial : 30°C.

CAPITULO 2

MEDICIONES DEL ACTUAL SISTEMA DE VENTILACION.

2.1.- Caudal proporcionado por el sistema de ventilación actual.

El sistema de ventilación actual consta de un ventilador instalado en una caseta ubicada en el techo del recinto. Este ventilador inyecta el aire a la sala por medio de 7 bocas de impulsión distribuidas al interior de la sala. Asimismo hay 2 bocas de retorno las cuales extraen parte del aire introducido a la sala, transportándolo nuevamente al ventilador y haciéndolo recircular.

2.1.1.- Caudal de impulsión.



Figura 2.1. Bocas de impulsión de aire ubicadas dentro de la sala.

Cada una de las 7 bocas de impulsión (ver figura 2.1) tienen las siguientes dimensiones:

Alto : 0,6 [m]

Ancho : 1 [m]

El caudal proporcionado por el sistema actual se determinó midiendo la velocidad del flujo del aire en las 7 bocas de impulsión ubicadas dentro de la sala. Se realizaron 9 mediciones de la velocidad del aire en cada boca y finalmente se sacó un promedio. Los valores de velocidad en [m/s] y caudal en [m³/s] se pueden apreciar en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Caudal de impulsión.

	Boca N° 1	Boca N° 2	Boca N° 3	Boca N° 4	Boca N° 5	Boca N° 6	Boca N° 7
Medición N° 1	2,8	1,8	1,1	0,0	2,1	2,2	2,2
Medición N° 2	2,3	1,4	0,0	0,4	1,5	1,1	1,2
Medición N° 3	2,3	1,9	1,8	0,7	1,4	2,5	1,6
Medición N° 4	2,8	2,7	2,9	0,0	1,2	2,2	2,8
Medición N° 5	2,5	2,0	1,6	0,0	1,5	2,1	1,2
Medición N° 6	0,5	1,7	2,3	1,5	2,6	2,3	2,0
Medición N° 7	2,6	3,1	3,2	0,0	0,0	2,8	3,2
Medición N° 8	2,5	1,9	2,4	0,0	2,7	1,6	2,3
Medición N° 9	2,9	2,8	1,3	1,5	2,5	3,6	3,0
Promedio velocidad (m/s)	2,36	2,14	1,84	0,46	1,72	2,24	2,17
Área boca (m ²)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
CAUDAL (m³/s)	1,44	1,29	1,10	0,27	1,03	1,34	1,30

El caudal total de impulsión es de 7,77 [m³/s] → 27972 [m³/h]

2.1.2.- Caudal de extracción.



Figura 2.2. Vista exterior del conducto de retorno.

Cada una de las 2 bocas de extracción (ver figura 2.2) tiene las siguientes dimensiones:

Alto : 0,8 [m]

Ancho : 1,2 [m]

El caudal de extracción se determinó midiendo la velocidad del flujo de aire de las 2 bocas de extracción. Se realizaron 9 mediciones en cada boca y finalmente se sacó un promedio. Los valores de velocidad en [m/s] y caudal en [m³/s] se pueden apreciar en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Caudal de extracción.

	Boca N° 8	Boca N° 9
Medición N° 1	2,9	2,4
Medición N° 2	3,2	3,3
Medición N° 3	2,3	2,3
Medición N° 4	3,7	3,3
Medición N° 5	3,7	3,4
Medición N° 6	2,3	2,4
Medición N° 7	3,3	2,5
Medición N° 8	1,9	2,5
Medición N° 9	0,9	1,6
Promedio velocidad (m/s)	2,69	2,63
Área boca (m ²)	0,96	0,96
CAUDAL (m³/s)	2,58	2,53

El caudal total de extracción es de 5,11 [m³/s] ➔ 18396 [m³/h]

2.2.- Presión interna de la sala.

La presión dentro de la sala se midió, y se comparó con la presión en el exterior. Los valores de las mediciones demuestran que tanto la presión interior como la presión exterior de la sala son la misma. Por lo cual se concluye que la sala no se encuentra presurizada.

2.3.- Fugas de aire producidas hacia el exterior de la sala.

Las principales fugas de aire corresponden a los siguientes aspectos:

- 2 persianas de 1400 x 1400 [mm]. (Salidas funcionales).
- 2 puertas simples con un área de 2,26 [m²] cada una.
- 1 puerta de doble hoja con un área de 9 [m²].
- Imperfecciones del techo y paredes.

2.4.- Filtros ocupados por el sistema de ventilación actual.

El tipo de filtro usado consiste en una rejilla tipo tamiz que está colocada en la toma de aire externa del ventilado. Este filtro no es cambiado regularmente y no está dentro de ningún programa de mantenimiento.

CAPITULO 3

CÁLCULO CARGA TÉRMICA DE LA SALA

Con la temperatura interna de la sala mayor que la temperatura externa, ésta pierde calor hacia el exterior. Excepto la pared contigua a la sala de compresores.

Se aplicará “criterio conservativo”, por lo cual no se consideran las pérdidas de calor producidas hacia el exterior de la sala por las paredes o por el suelo de ésta.

El entretecho de la sala está aislado con lana mineral, por lo que la transferencia de calor se considera despreciable.

3.1.- Ganancia de calor por la pared contigua a la sala de compresores.

Para dicho cálculo se empleó la siguiente ecuación:

$$q = A * U * (t_{ext} - t_{int}) \quad (3.1)$$

Donde:

q = Flujo térmico. [kcal/h]

A = Área de transferencia de calor = 41,04[m²]

U = Coeficiente global de transferencia de calor = 1,9 [kcal / h * m² * °C]

t_{ext} = Temperatura exterior de cálculo = 40 [°C]

t_{int} = Temperatura interior de cálculo = 35 [°C]

El coeficiente global de transferencia de calor para paredes de aglomerado hueco es de 1,9 [kcal / h * m² * °C]. (Anexo 3).

Sustituyendo los valores de la ecuación 3.1 se obtiene:

$$q = 41,04 * 1,9 * (40 - 35)$$

$$q = 390 \text{ [kcal / h]}$$

En las condiciones más desfavorables con todos los compresores trabajando la ganancia de calor por la pared contigua a la sala de compresores es de 390 [kcal/h].

3.2.- Ganancia de calor debido al alumbrado eléctrico.

La sala cuenta con 40 cajas de iluminación, cada una con 2 tubos fluorescentes de 40 [W] de potencia. Según [2] las ganancias térmicas debidas al alumbrado por tubos fluorescentes, se pueden calcular multiplicando la potencia útil en vatios del tubo fluorescente por 1,25. Por lo tanto tenemos que:

$$q = 80[tubos] * 40 \left[\frac{W}{tubo} \right] * 1,25 * 0,86 \left[\frac{kcal}{h * W} \right]$$

$$= 3440[kcal / h]$$

Las luces están encendidas todo el día y generan 3440 [kcal/h].

3.3.- Ganancia de calor generada por los equipos eléctricos.

La sala eléctrica tiene una potencia máxima instalada de 6000 kVA distribuidos en 3 transformadores de 2000 kVA cada uno.

$$6000[kVA] = 5160673[kcal / h]$$

Según la experiencia de profesionales que trabajan en el rubro, se estima que alrededor de un 2% de la potencia eléctrica que entra a la sala se transforma en calor. Por lo tanto se obtiene:

$$5160673[kcal / h] * 0,02 = 103213[kcal / h]$$

Además se realizó un cálculo del calor generado en la sala a partir del caudal de ventilación actual, considerando las temperaturas interna y externa de la sala, el cual arroja valores muy similares.

3.4.- Resumen carga térmica de la sala.

Tabla 3.1 Resumen carga térmica sala.

Debidas a	q [kcal / h]
Pared contigua a sala de compresores	390
Alumbrado	3440
Equipos eléctricos	103213
Total	107043

La carga térmica de la sala, en las condiciones mas desfavorables es de 107043 [kcal/h].

CAPITULO 4

DESARROLLO DE LA INGENIERIA BÁSICA

4.1.- Planteamiento del problema.

Este proyecto parte motivado por la necesidad que tiene la empresa Louisiana Pacífico de realizar un rediseño del actual sistema de ventilación existente en su sala eléctrica. El objetivo del rediseño es evitar el deterioro de los artefactos eléctricos, ya que por estar en un ambiente contaminado en condiciones que no contribuyen a la prolongación de su vida útil se pueden crear peligros de salto en aquellas partes desnudas que suelen estar aisladas, formándose un puente conductor lo que conlleva a un aumento de la temperatura y deterioro paulatino. Por otra parte implica que el personal de mantenimiento de la sala eléctrica tenga que someterla a reiteradas limpiezas para aspirar el polvo que se acumula.

El agua, el polvo, el calor, el frío, la humedad, la falta de ésta, los ambientes corrosivos, los residuos de productos químicos, los vapores, las vibraciones e innumerables condiciones más de otra índole pueden afectar el funcionamiento y la duración de los aparatos eléctricos. En la mayoría de los casos, las instrucciones incluirán estas reglas de importancia capital que deben observarse [5]:

Manténgase limpio.

Manténgase seco.

Manténgase hermético y libre de fricciones.

La mayoría de los equipos eléctricos de control industrial trabajan en ambientes donde hay presencia de polvo, pelusas y otros materiales, como resultado natural del proceso de fabricación. Estos materiales juntos o por separado aumentan las necesidades de mantenimiento. La suciedad consiste en una acumulación diaria de partículas que por lo general se encuentran en suspensión en el ambiente.

En casi todas las circunstancias en que se forme la suciedad, ésta afectará a la resistencia y debido al aumento de ésta se elevarán las temperaturas de trabajo, perjudicando la duración de los aparatos correspondientes [5].

4.2- Cálculo del caudal de aire de ventilación.

Para el cálculo del caudal de aire de ventilación, se utilizó la siguiente ecuación:

$$q = m * c_p * \Delta t \quad (4.1)$$

Donde:

q = Carga térmica del local = 107043 [kcal/h]

m = Caudal de aire de ventilación [kg/h]

c_p = Calor específico del aire a presión constante = 0,239[kcal/kg*K]

Δt = Diferencial de temperatura entre el interior y el exterior del local = 8 [K]

Sustituyendo los valores de la ecuación 4.1 se obtiene:

$$107043 = m * 0,239 * 8$$

$$m = 55985 [kg / h]$$

Para expresar el caudal de aire de ventilación en [m³/h] se debe dividir por su densidad.

La densidad del aire es de 1,2 [kg/m³] por lo tanto se tiene que:

$$m = \frac{55985 [kg / h]}{1,2 [kg / m^3]}$$

$$m = 46654[m^3 / h]$$

El caudal de aire de ventilación necesario es de 46654 [m³/h]

4.3.- Caudal de aire de presurización.

Se tiene un caudal de 46654 [m³/h] que es inyectado a la sala, éste caudal al escapar hacia el exterior lo hace de 2 maneras:

- Caudal de aire que escapa por los orificios invisibles del local (pasadas mal selladas en muros, techo, puertas, etc)
- Caudal de aire que sale por las aberturas funcionales (persianas).

En el caso ideal, con la sala sin fugas por paredes o techo, todo el caudal de aire debería escapar por las aberturas funcionales.

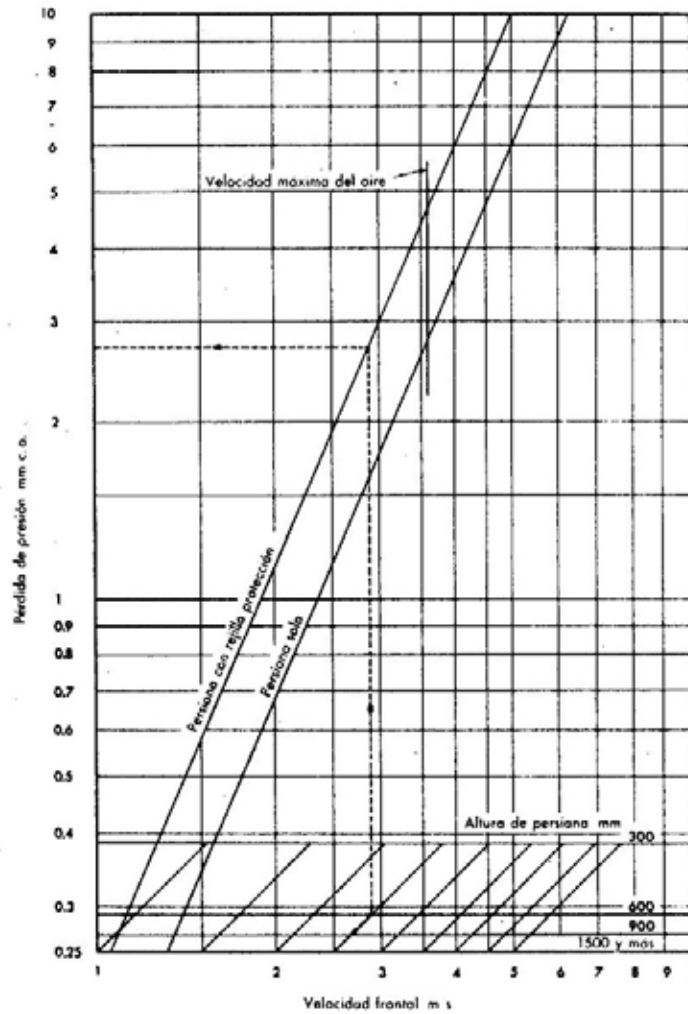


Figura 4.1. Pérdida de presión en rejilla o persiana de ventilación (Fuente: [2]).

La presión utilizada por las empresas de ventilación, cuando realizan proyectos de presurización de salas eléctricas varía de 3 a 5 [mm.c.a] (Anexo 4). Según el gráfico de la figura 4.1 para generar una sobrepresión relativa de 5 [mm.c.a.] se debe tener una velocidad frontal en la persiana de descarga al exterior, de aproximadamente 4,5 [m/s]. Se considera la persiana sola sin rejilla protectora.

A continuación se calculará el área que debe poseer la persiana de descarga (salidas funcionales), para lograr una velocidad frontal de aproximadamente 4,5 [m/s]. Para esto se utilizará la ecuación de continuidad.

$$A = \frac{Q}{V} \quad (4.2)$$

Donde:

A = Área persiana = m^2

V = Velocidad del flujo del aire = 4,5 [m/s]

Q = Caudal = 46654 [m^3/h] = 13 [m^3/s]

Reemplazando los valores de la ecuación 4.2 se obtiene:

$$A = \frac{13[m^3 / s]}{4,5[m / s]}$$

$$A = 2,9[m^2]$$

Para obtener una sobrepresión relativa de aproximadamente 5[mm.c.a.] dentro de la sala eléctrica, el área de las persianas de descarga a la atmósfera debe ser de 2,9 [m^2]. Ésta área se dividirá en dos persianas de 1200 x 1200 [mm] cada una.

4.4.- Conductos de ventilación.

El actual sistema de ventilación inyecta a la sala un caudal de aire de 27972 [m^3/h] a una velocidad en el conducto principal de 7,8 [m/s]. Si se inyectara a la sala un caudal de 47000 [m^3/h] por el mismo sistema de conductos, el flujo de aire viajaría a una velocidad de 13 [m/s], lo que según la tabla 4.1 está dentro de las velocidades recomendadas en conductos para sistemas de ventilación en locales industriales. El ruido no se consideró como factor relevante ya que el ventilador estará en el techo de la sala. Por lo tanto, el nuevo caudal de aire de 47000 [m^3/h] será inyectado a la sala eléctrica utilizando los conductos de ventilación actuales, lo que implicará una economía para la empresa.

Tabla 4.1 Velocidades máximas recomendadas para sistemas de baja velocidad (m/s). (Fuente: [2]).

APLICACIÓN	Factor de control de ruido (conductos principales)	Factor de control – Rozamiento en conductos.			
		Conductos principales		Conductos derivados	
		Suministro	Retorno	Suministro	Retorno
Residencias	3	5	4	3	3
Apartamentos Dormitorios de hotel Dormitorios de hospital	5	7,5	6,5	6	5
Oficinas particulares Despachos de directores Bibliotecas	6	10	7,5	8	6
Salas de cine y teatro Auditorios	4	6,5	5,5	5	4
Oficinas publicas Restaurantes de primea categoría Comercios de primera categoría Bancos	7,5	10	7,5	8	6
Comercios de categoría media Cafeterías	9	10	7,5	8	6
Locales Industriales	12,5	15	9	11	7,5

4.5.- Cálculo de pérdida de carga en los conductos de ventilación.

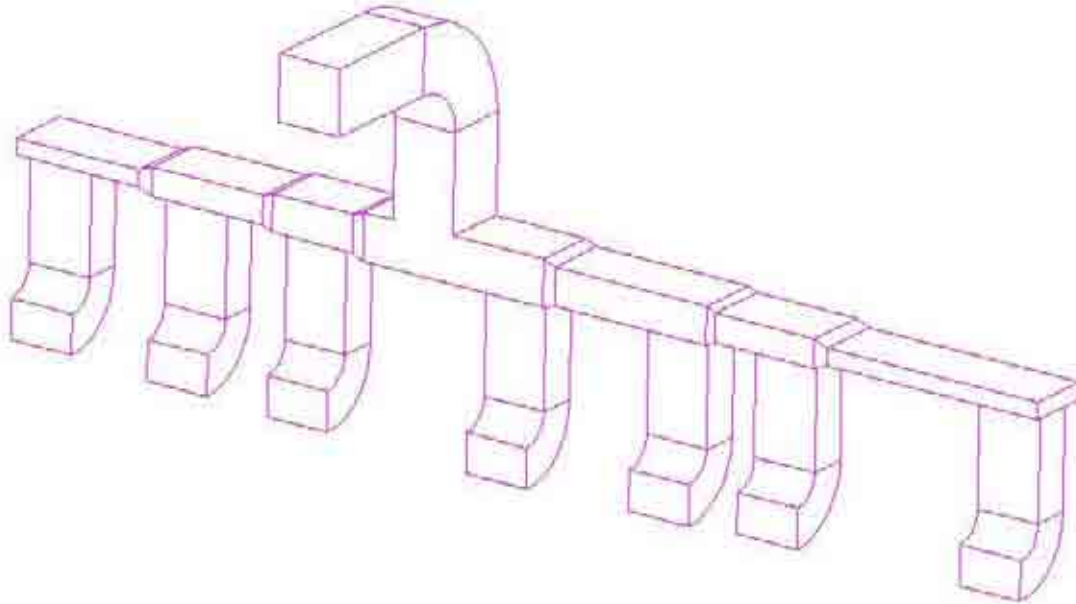


Figura 4.2. Conductos del actual sistema de ventilación.

La figura 4.2 muestra la disposición del actual sistema de ventilación de la sala eléctrica. El nuevo ventilador proporcionará un caudal de aire de $47000 \text{ [m}^3/\text{h]}$. Para determinar la presión estática del nuevo ventilador, se calcularán las pérdidas en cada tramo del conducto de mayor resistencia, vale decir desde el ventilador hasta la boca de descarga más alejada (ver figura 4.3).

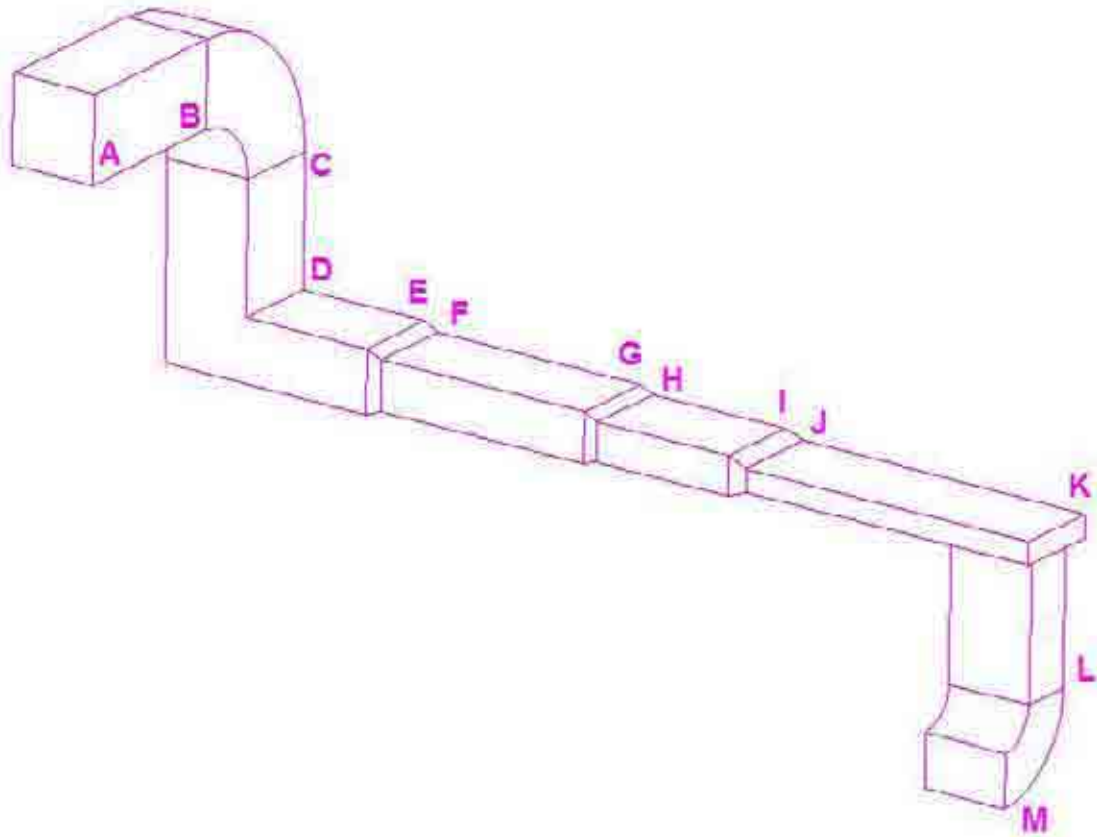


Figura 4.3. Tramo de mayor resistencia.

A continuación se calcularán todas las pérdidas en cada tramo de los conductos de ventilación, adicionalmente se sumarán las pérdidas producidas por los filtros y las rejillas de impulsión. También se sumará la sobrepresión a la cual se quiere mantener la sala y se aplicará un factor de seguridad.

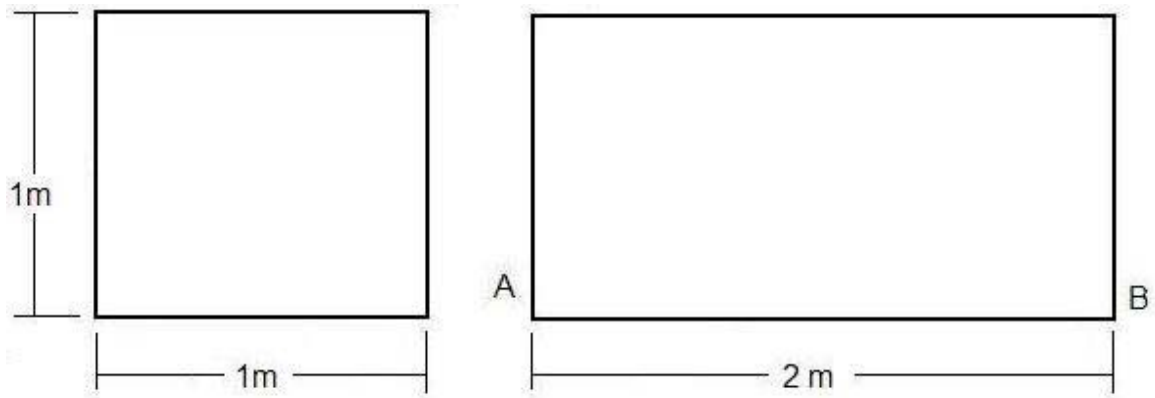
Tramo A – B

Figura 4.4. Dimensiones tramo A - B

Largo : 2 [m]
 Caudal : 47000 [m³/h]
 Velocidad : 13 [m/s]
 Sección : 1 [m²]
 Diámetro equivalente : 1,13 [m]

PERDIDAS:

Según [2] las pérdidas en los tramos rectos y codos se calculan con la siguiente ecuación:

$$Pérdida = P_u * L_{eq} \quad (4.3)$$

Donde:

P_u = Pérdida unitaria = 0,19 [mm.c.a./m] [Anexo 5]

L_{eq} = Longitud equivalente = 2 [m]

Reemplazando en la ecuación 4.3 se obtiene:

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdida tramo A-B} &= 0,19 \left[\frac{\text{mm.c.a.}}{\text{m}} \right] * 2[\text{m}] \\
 &= 0,38[\text{mm.c.a.}]
 \end{aligned}$$

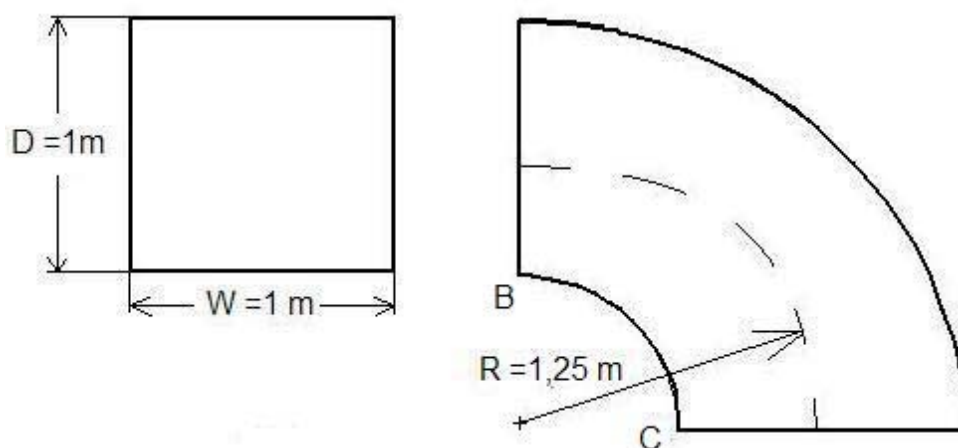
Tramo B – C (codo)

Figura 4.5. Dimensiones codo B - C

Relación R/D	: 1,25
Relación W/D	: 1
Relación L/D	: 7
Radio medio	: 1,25 [m]
Caudal	: 47000 [m ³ /h]
Velocidad	: 13 [m/s]
Sección	: 1 [m ²]

PERDIDAS:

Las pérdidas en los codos se calcularon con la ecuación 4.3

Donde:

P_u = Pérdida unitaria = 19 [mm.c.a /m]. [Anexo 5]

L_{eq} = Longitud equivalente = 7 [m]. [Anexo 6]

Reemplazando en la ecuación 4.3 se obtiene:

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdida codo B-C} &= 0,19 \left[\frac{\text{mm.c.a.}}{m} \right] * 7[m] \\
 &= 1,33[\text{mm.c.a.}]
 \end{aligned}$$

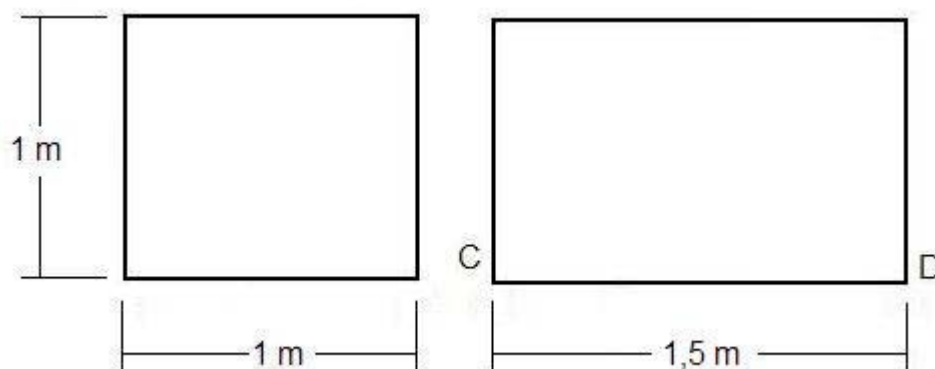
Tramo C – D

Figura 4.6. Dimensiones tramo C - D

Largo : 1,5 [m]
 Caudal : 47000 [m³/h]
 Velocidad : 13 [m/s]
 Sección : 1 [m²]
 Diámetro equivalente : 1,13 [m]

PERDIDAS:

Reemplazando en la ecuación 4.3 se obtiene:

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdida tramo C-D} &= 0,19 \left[\frac{mm.c.a.}{m} \right] * 1,5[m] \\
 &= 0,28[mm.c.a.]
 \end{aligned}$$

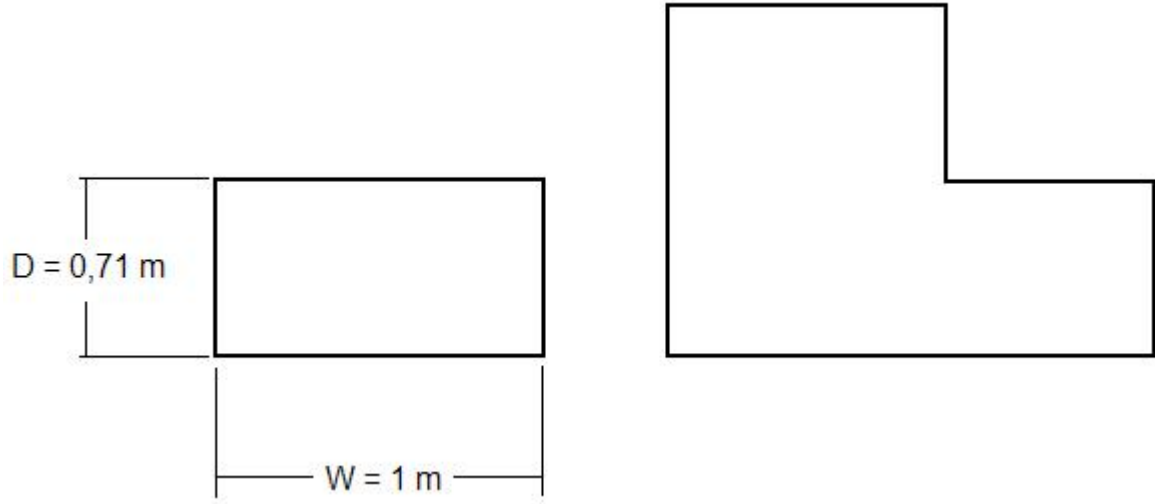
Codo en 90°

Figura 4.7. Dimensiones codo 90°

Relacion L/D : 60
 Caudal : 26857 [m³/h]
 Velocidad : 10,5 [m/s]
 Sección : 0,71 [m²]
 Diámetro equivalente : 0,95 [m]

PERDIDAS:

Las pérdidas en los codos se calcularon con la ecuación 4.3

Donde:

P_u = Pérdida unitaria = 16 [mm.c.a. /m]. [Anexo 5]

L_{eq} = Longitud equivalente = 42,6 [m]. [Anexo 6]

Reemplazando en la ecuación 4.3 se obtiene:

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdida codo } 90^\circ &= 0,16 \left[\frac{\text{mm.c.a.}}{m} \right] * 42,6 [m] \\
 &= 6,82 [\text{mm.c.a.}]
 \end{aligned}$$

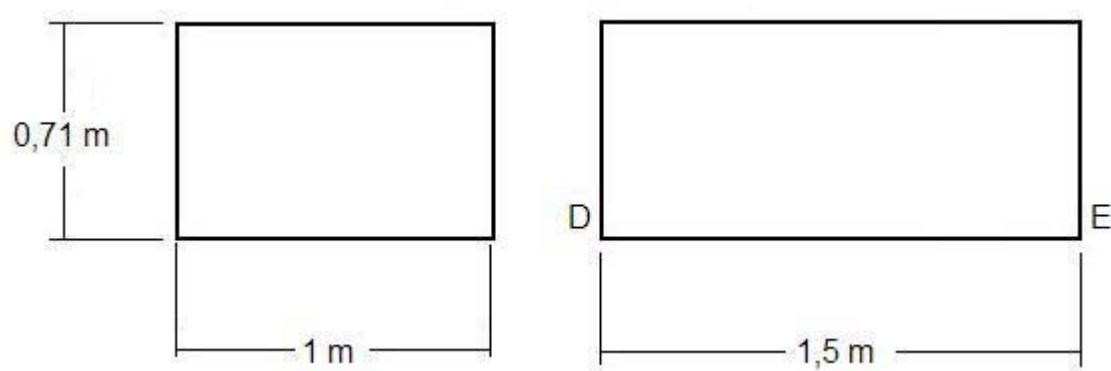
Tramo D – E

Figura 4.8. Dimensiones tramo D - E

Largo : 1,5 [m]
 Caudal : 26875 [m³/h]
 Velocidad : 10,5 [m/s]
 Sección : 0,71 [m²]
 Diámetro equivalente : 0,95 [m]

PERDIDAS:

Reemplazando en la ecuación 4.3 se obtiene:

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdida tramo D-E} &= 0,16 \left[\frac{mm.c.a.}{m} \right] * 1,5[m] \\
 &= 0,24[mm.c.a.]
 \end{aligned}$$

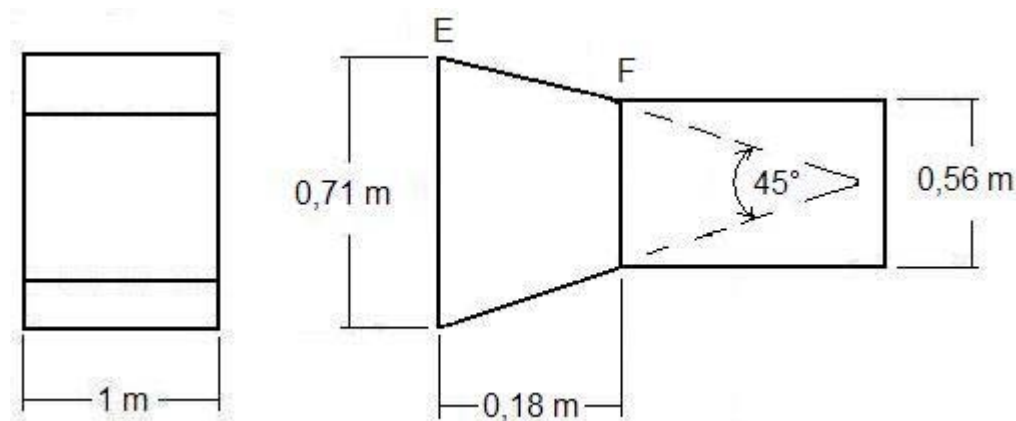
Tramo E – F (contracción)

Figura 4.9. Dimensiones contracción E - F

Caudal	20143[m ³ /h]
Sección entrada	0,71 m ²
Velocidad entrada	7,9 [m/s]
Sección salida	0,56 [m ²]
Velocidad salida	10,0 [m/s]

PERDIDA:

Según [2] las pérdidas en las contracciones se calcularon con la siguiente ecuación (Anexo 7):

$$Perdida = n(hv_2 - hv_1) \quad (4.4)$$

Donde:

- n = Valor para un determinado accesorio = 0,317 [Anexo 7]
- hv₁ = Presión dinámica velocidad entrada = 3,95 [mm.c.a] [Anexo 8]
- hv₂ = Presión dinámica velocidad salida = 6,25 [mm.c.a] [Anexo 8]

Reemplazando en la ecuación 4.4 se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{Pérdida contracción E - F} &= 0,317(6,25 - 3,9) \\ &= 0,75[\text{mm.c.a.}] \end{aligned}$$

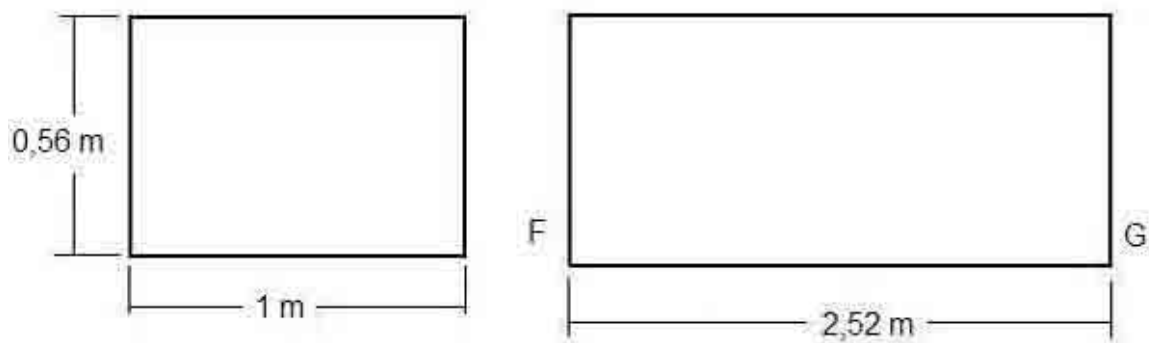
Tramo F – G

Figura 4.10. Dimensiones tramo F- G

Largo : 2,52 [m]
Caudal : 20143 [m³/h]
Velocidad : 10,0 [m/s]
Sección : 0,56 [m²]
Diámetro equivalente : 0,84 [m]

PERDIDAS:

Reemplazando en la ecuación 4.3 se obtiene:

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdida tramo F - G} &= 0,18 \left[\frac{\text{mm.c.a.}}{m} \right] * 2,52[m] \\
 &= 0,45[\text{mm.c.a.}]
 \end{aligned}$$

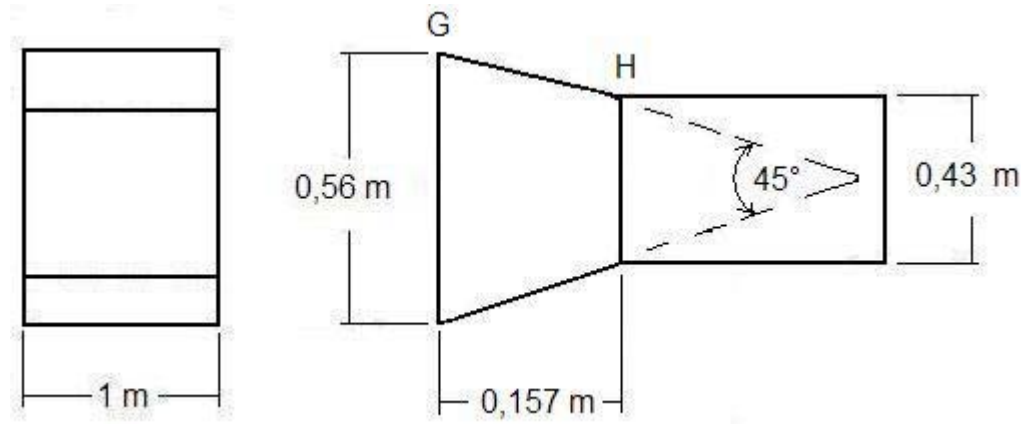
Tramo G – H (contracción)

Figura 4.11. Dimensiones contracción G - H

Caudal	13428[m ³ /h]
Sección entrada	0,56 m ²
Velocidad entrada	6,7 [m/s]
Sección salida	0,43 [m ²]
Velocidad salida	8,7 [m/s]

PERDIDA:

Reemplazando en la ecuación 4.4 se obtiene:

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdida contracción G – H} &= 0,317(4,73 - 2,8) \\
 &= 0,62[\text{mm.c.a.}]
 \end{aligned}$$

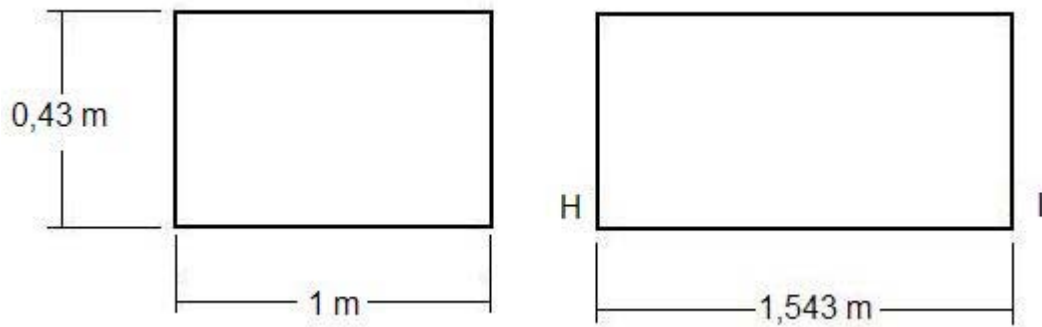
Tramo H- I

Figura 4.12. Dimensiones tramo H - I

Largo : 1,543 [m]
Caudal : 13429 [m³/h]
Velocidad : 8,7 [m/s]
Sección : 0,43 [m²]
Diámetro equivalente : 0,74 [m]

PERDIDAS:

Reemplazando en la ecuación 4.3 se obtiene:

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdida tramo H - I} &= 0,125 \left[\frac{\text{mm.c.a.}}{m} \right] * 1,543[m] \\
 &= 0,19[\text{mm.c.a.}]
 \end{aligned}$$

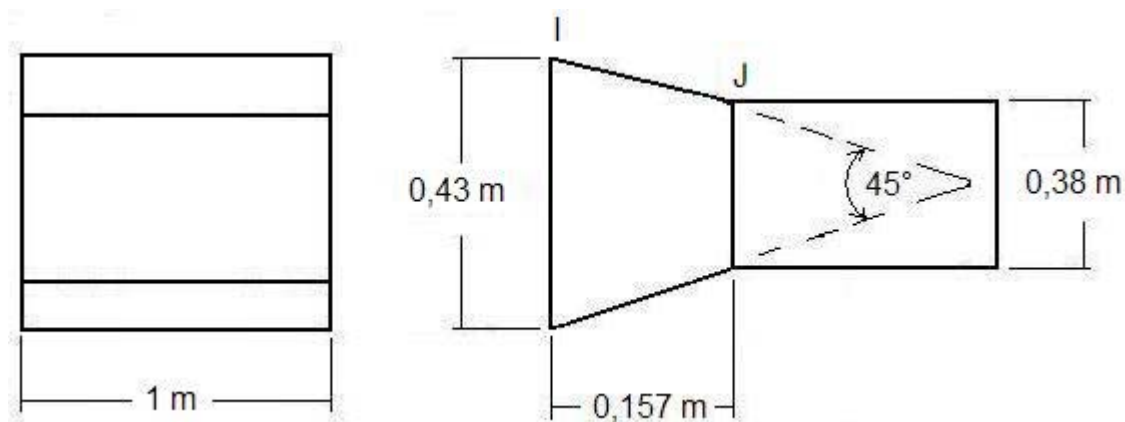
Tramo I – J (contracción)

Figura 4.13. Dimensiones contracción I - J

Caudal	6714[m ³ /h]
Sección entrada	0,43 [m ²]
Velocidad entrada	4,3 [m/s]
Sección salida	0,38 [m ²]
Velocidad salida	4,9 [m/s]

PERDIDA:

Reemplazando en la ecuación 4.4 se obtiene:

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdida contracción I - J} &= 0,317(1,5 - 1,16) \\
 &= 0,1[\text{mm.c.a.}]
 \end{aligned}$$

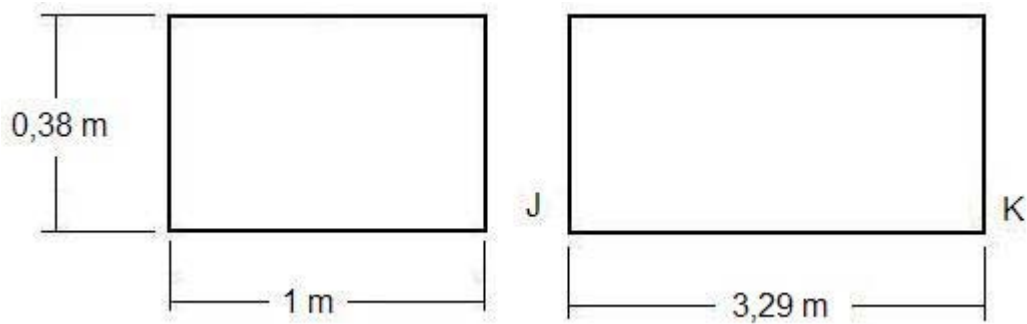
Tramo J – K

Figura 4.14. Dimensiones tramo J - K

Largo : 3,29 [m]
Caudal : 6714 [m³/h]
Velocidad : 4,9 [m/s]
Sección : 0,38 [m²]
Diámetro equivalente : 0,7 [m]

PERDIDAS:

Reemplazando en la ecuación 4.3 se obtiene:

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdida tramo J - K} &= 0,04 \left[\frac{\text{mm.c.a.}}{m} \right] * 3,29[m] \\
 &= 0,13[\text{mm.c.a.}]
 \end{aligned}$$

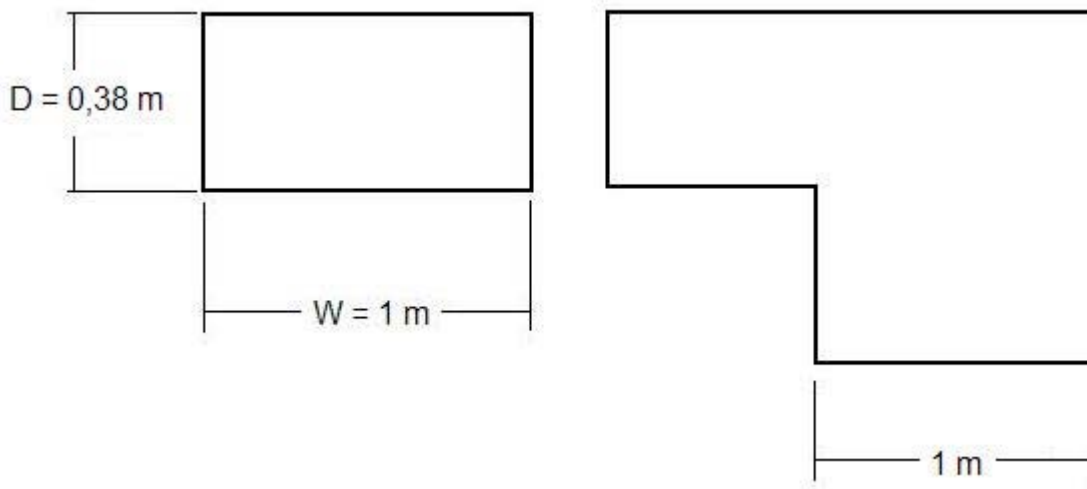
Codo en 90°

Figura 4.15. Dimensiones codo 90°

Relacion L/D : 60
 Caudal : 6714 [m³/h]
 Velocidad : 4,9 [m/s]
 Sección : 0,38 [m²]
 Diámetro equivalente : 0,7 [m]

PERDIDAS:

Las pérdidas en los codos se calcularon con la ecuación 4.3

Donde:

P_u = Pérdida unitaria = 0,04 [mm.c.a. /m]. [Anexo 5]

L_{eq} = Longitud equivalente = 22,8 [m]. [Anexo 6]

Reemplazando en la ecuación 4.3 se obtiene:

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdida codo } 90^\circ &= 0,04 \left[\frac{\text{mm.c.a.}}{m} \right] * 22,8[m] \\
 &= 0,9[\text{mm.c.a.}]
 \end{aligned}$$

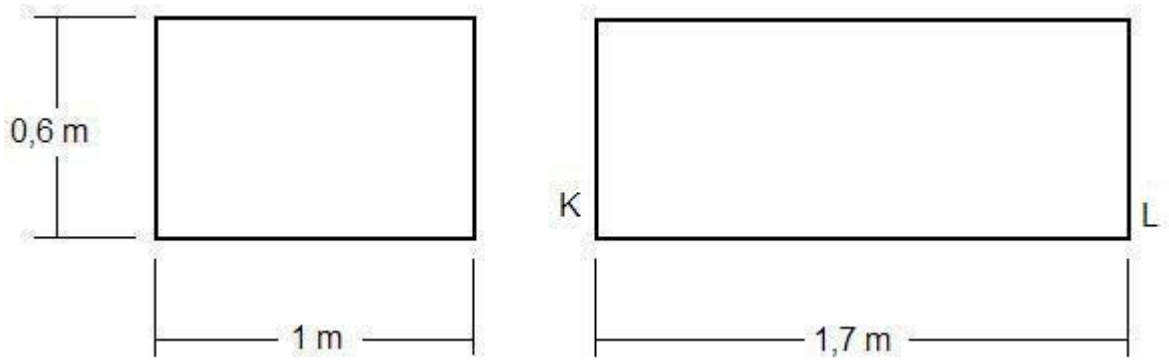
Tramo K – L

Figura 4.16. Dimensiones tramo K - L

Largo : 1,7 [m]
Caudal : 6714 [m³/h]
Velocidad : 3,1 [m/s]
Sección : 0,6 [m²]
Diámetro equivalente : 0,87 [m]

PERDIDAS:

Reemplazando en la ecuación 4.3 se obtiene:

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdida tramo K - L} &= 0,018 \left[\frac{\text{mm.c.a.}}{m} \right] * 1,7[m] \\
 &= 0,03[\text{mm.c.a.}]
 \end{aligned}$$

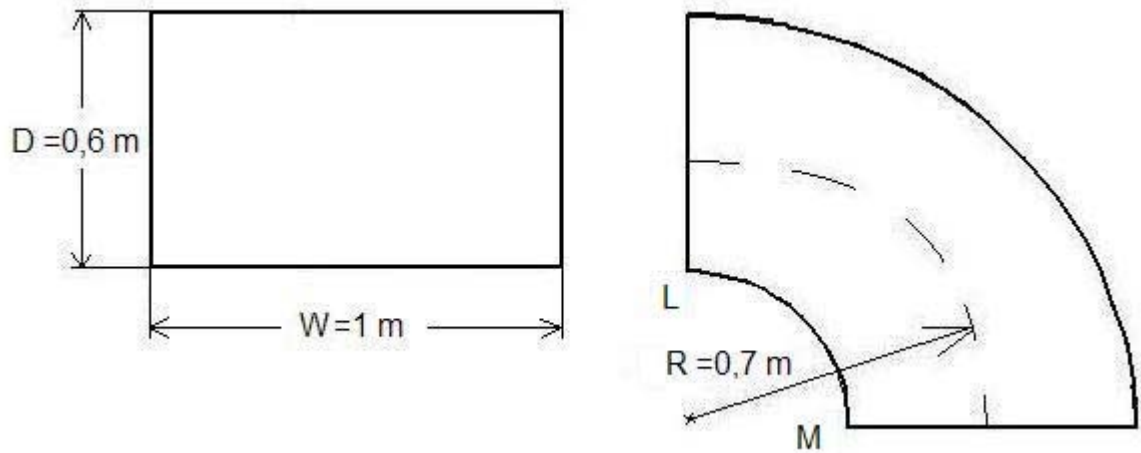
Tramo L – M (codo)

Figura 4.17. Dimensiones codo L – M

<i>Relación R/D</i>	: 1,17
<i>Relación W/D</i>	: 1,67
<i>Radio medio</i>	: 0,7 [m]
<i>Caudal</i>	: 6714 [m ³ /h]
<i>Velocidad</i>	: 3,1 [m/s]
<i>Sección</i>	: 0,6 [m ²]
<i>Diámetro equivalente</i>	: 0,87 [m]

PERDIDAS:

Reemplazando en la ecuación 4.3 se obtiene:

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdida codo L - M} &= 0,018 \left[\frac{\text{mm.c.a.}}{m} \right] * 7,2[m] \\
 &= 0,13[\text{mm.c.a.}]
 \end{aligned}$$

4.6.- Pérdida en rejilla.

El cálculo de pérdida de carga en la rejilla, se realizó a partir del catálogo “Hart and Cooley”. En el cual para una rejilla con similares características de dimensión y caudal, se establece una pérdida de 0,8 [mm.c.a]. (Anexo 9).

4.7.- Pérdida por filtros. (Selección del filtro)

El objetivo de colocar filtros es eliminar el contenido de partículas de polvo contenidas en el aire que será inyectado en la sala eléctrica. Según la figura 4.18 las partículas de polvo tienen un tamaño que varía de 1 a 100 micras. Para estas dimensiones de partículas se recomienda un filtro seco de rendimiento medio.

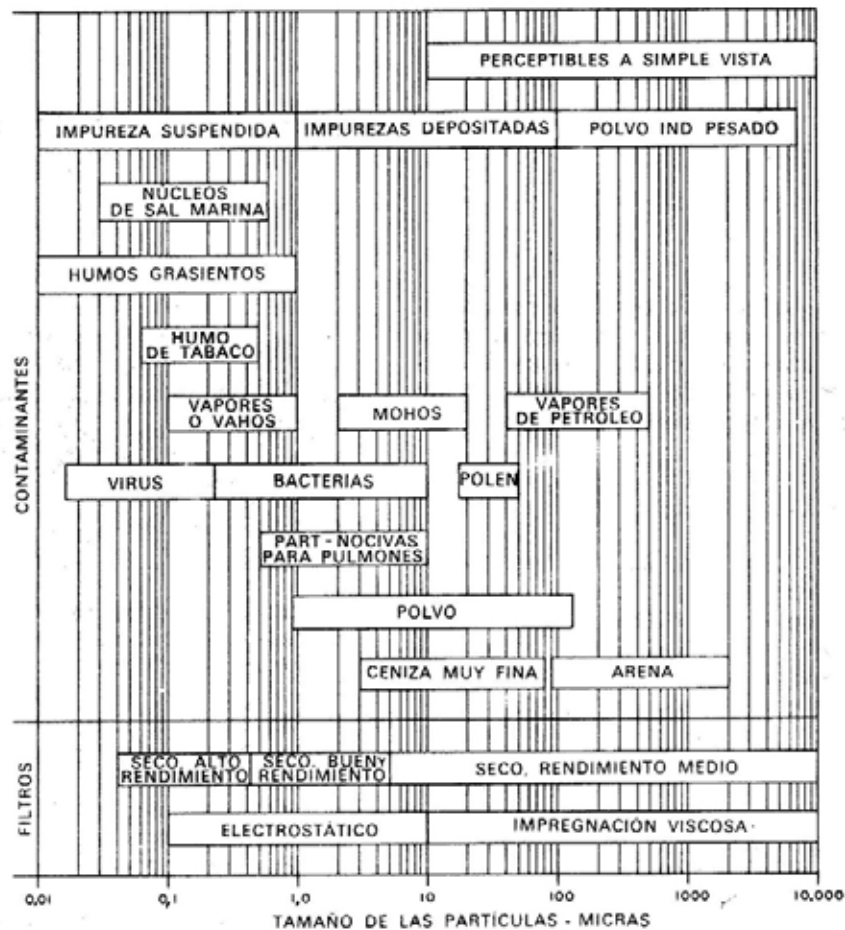


Figura 4.18. Aplicación de los filtros según el contaminante. (Fuente: [2]).

Se utilizarán filtros desechables con eficiencias de 30 a 35% según norma ASHRAE 52-76. Información complementaria (Anexo 10).

La figura 4.19 muestra el gráfico de eficiencia versus tamaño de partículas para un filtro desechable de 30 a 35 % de eficiencia.

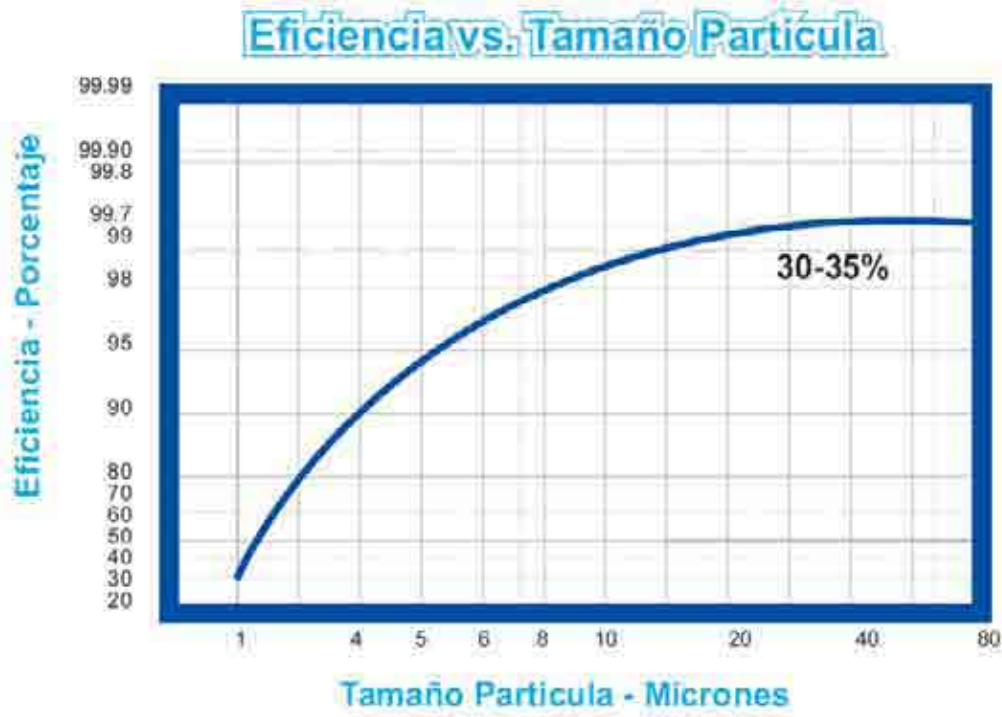


Figura 4.19. Eficiencia versus tamaño de partícula. [Fuente: Catalogo filtros desechables empresa Rosenckranz]

Este filtro posee una capacidad máxima de $4247 \text{ m}^3/\text{h}$. Las dimensiones de cada filtro son $609 \times 609 \times 110 \text{ [mm]}$. Se instalarán 12 filtros en total, distribuidos en 2 paneles de $1827 \times 1218 \text{ [mm]}$ con 6 filtros cada uno (Ver figura 4.20). Los paneles de filtros estarán ubicados en las paredes de la caseta que contendrá el ventilador. Por cada filtro circulará un caudal de aire de $3917 \text{ m}^3/\text{h}$. La pérdida de carga en cada filtro limpio es de $6,6 \text{ [mm.c.a.]}$ y $25,4 \text{ [mm.c.a.]}$ una vez que el filtro esté sucio.

Los filtros incluirán manómetro diferencial de presión que indicara la pérdida de presión por suciedad de ellos. Se deben reemplazar cuando la pérdida de presión sea igual o superior a 25,4 [mm.c.a].

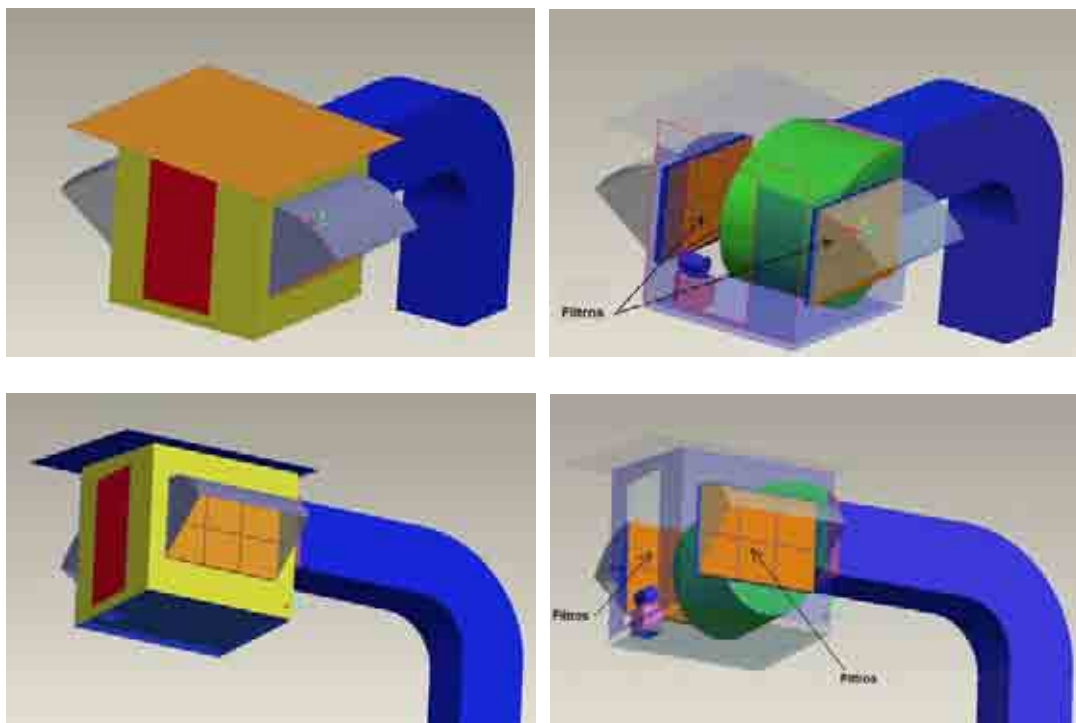


Figura 4.20. Disposición de los filtros en la caseta

4.8.- Factor de seguridad presión estática

Para efectos de la elección del ventilador, se considera un factor de seguridad de un 30 % sobre la presión estática calculada. Este factor de seguridad es el recomendado por los profesionales relacionados con el rubro.

4.9.- Resumen pérdida de carga.

Tabla 4.2 Resumen pérdidas en el sistema.

Tramo	Pérdida Unitaria [mm.c.a./m]	Longitud Equivalente [m]	n	h _{v1} [mm.c.a.]	h _{v2} [mm.c.a.]	Pérdida [mm.c.a.]
A-B	0,19	2				0,38
B-C	0,19	7				1,33
C-D	0,19	1,5				0,28
Codo 90°	0,16	42,6				6,82
D-E	0,16	1,5				0,24
E-F			0,317	3,9	6,25	0,75
F-G	0,18	2,52				0,45
G-H			0,317	2,8	4,73	0,62
H-I	0,125	1,543				0,19
I-J			0,317	1,16	1,5	0,10
J-K	0,04	3,29				0,13
Codo 90°	0,04	22,8				0,90
K-L	0,018	1,7				0,03
L-M	0,018	7,2				0,13
Rejilla						0,80
Presión Interior						5,00
Filtro sucio						25,40
Sub-total						43,55
Factor seguridad (30%)						13,06
TOTAL						56,61

El ventilador a seleccionar debe generar 57 [mm.c.a.] de presión estática como mínimo.

4.10.- Selección del ventilador

Con respecto a la selección del ventilador, se consideraron los siguientes requerimientos de operación:

Caudal de aire	: 47000 [m ³ /h]
Presión estática	: 57 [mm.c.a]

Para las condiciones de operación dadas, se seleccionó el ventilador centrífugo de doble aspiración marca AIROLITE, modelo VCL-1025 2A. Información complementaria (Anexo 11). Los niveles de ruido producidos por el ventilador no fueron un factor relevante en la selección, ya que el ventilador irá ubicado en el techo de la sala. Además su velocidad de giro será de sólo 645 rpm.

La eficiencia a la que trabajará el ventilador se calculó con la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{Q * \Delta P}{BHP} * 100 \quad (4.5)$$

Donde:

η = Eficiencia del ventilador.

Q = Caudal del ventilador = 48437 [m³/h] = 13,45 [m³/h]

ΔP = Diferencia de presión entre la entrada y salida del ventilador = 623 [Pa]

BHP = Potencia de freno del ventilador = 11014 [W]

Reemplazando en la ecuación 4.5 se obtiene:

$$\eta = \frac{13,45 * 623}{11014} * 100$$

$$\eta = 76 \%$$

El ventilador tendrá una eficiencia de un 76 % en las condiciones de trabajo requeridas.

Marca : AIROLITE
 Modelo : VCL 1025 2A
 Velocidad giro : 645 rpm
 Caudal : 13,45 m³/s - 48437 m³/h
 Potencia : 14,77 HP - 11014 W
 Accionamiento : Indirecto (poleas y correas)

4.11.- Costo del ventilador

La tabla 4.3 detalla el precio del ventilador, incluido el motor eléctrico. La fecha de cotización fue 23/10/2006 y la empresa consultada fue AIROLITE. Información complementaria (Anexo 11).

Tabla 4.3.- Costo económico ventilador.

Equipo	Modelo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Ventilador	VCL 1025 2A	1	3.371.700	3.371.700
			TOTAL	3.371.700

Los valores son netos más el impuesto al valor agregado (IVA)

4.12.- Motor eléctrico y sistema de transmisión.

Para el cálculo del sistema de transmisión, se utilizó el motor eléctrico que viene con el ventilador, el cual tiene una potencia de 20 HP y se asume una velocidad de giro de 1000 rpm.

El accionamiento del ventilador será por medio de poleas y correas las cuales deben tener las siguientes características.

Velocidad giro motor eléctrico	: 1000 rpm
Velocidad giro ventilador	: 645 rpm
Diámetro medio polea motor	: 150 [mm]
Diámetro medio polea ventilador	: 233 [mm]
Tipo de correa	: Correa Gate tipo V de sección B-81
Cantidad de correas	: 5
Longitud entre ejes	: 753 [mm]

4.13.- Especificaciones técnicas

Se supondrá que la empresa instaladora es de vasta experiencia, por lo que no se especificará la ingeniería de detalle.

- Primeramente se deberá eliminar el actual conducto de retorno de aire. Los orificios en la pared dejados por las rejillas de extracción del conducto de retorno, se deben sellar para evitar el escape de aire al exterior.
- El techo de la sala eléctrica, y la sala en general incluidas las puertas, se deben hermetizar lo más posible para evitar el escape de aire al exterior.
- Se deberá reducir el tamaño de las persianas que permiten el escape de aire al exterior en un 35%. Vale decir, se deberá reducir el área actual de 3,92 [m²], distribuida en 2 persianas de 1400 x 1400 [mm], por 2 persianas de 1200 x 1200 [mm] cada una. El área total de estas dos nuevas persianas será de 2,9 [m²].
- El nuevo ventilador marca AIROLITE modelo VCL 1025 2A, tendrá disposición de descarga TH y deberá ser instalado en la actual caseta ubicada en el techo de la sala. La caseta deberá tener la puerta de entrada en la pared oeste y las tomas de aire en las paredes norte y sur (Ver figuras 4.20 y 4.21). La caseta se deberá hermetizar para evitar el ingreso de aire no filtrado al ventilador y a la sala eléctrica. La descarga del ventilador deberá ser conectada al conducto de ventilación actual por medio de un flexible. El ventilador debe ser accionado indirectamente por medio de correas y poleas, por un motor eléctrico de 20 HP con una velocidad de giro de 1000 rpm. Este motor eléctrico deberá ir montado sobre una base móvil para el ajuste de la tensión de las correas.

- Se deberán instalar gomas de amortiguación en la base de la plataforma del ventilador según recomendación del fabricante. Estas gomas deberán amortiguar las vibraciones producidas por el ventilador.
- Un Ingeniero Calculista deberá calcular la resistencia de la base de la caseta para verificar que ésta soporta los esfuerzos ocasionados por el peso y las vibraciones del nuevo ventilador.
- Se instalarán 2 paneles de filtros de 1827 x 1218 [mm] con 6 filtros cada uno, los paneles estarán ubicados en las paredes de la caseta que contendrá el ventilador, (Ver figura 4.20) los filtros incluirán manómetro diferencial de presión que indicará la pérdida de presión por suciedad en ellos. Se deberán reemplazar cuando la pérdida de presión sea igual o superior a 1 pulgada columna de agua. Asimismo se deberá instalar una protección en las tomas de aire para evitar que los filtros se mojen con el agua lluvia (Ver figura 4.21).

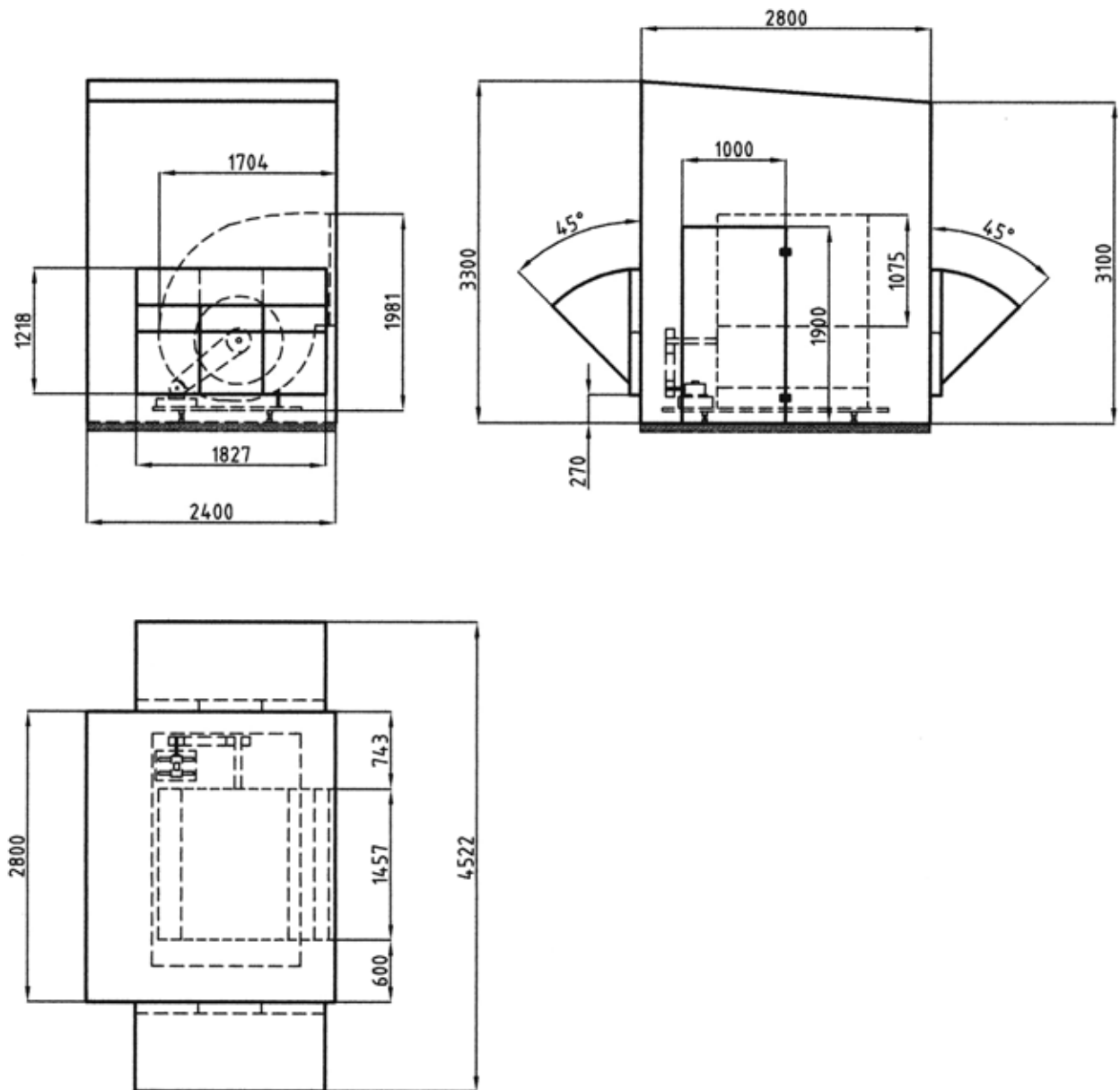


Figura 4.21. Disposición ventilador dentro de la caseta.

CONCLUSIONES

En primer lugar, fue necesario conocer la situación actual de la sala eléctrica, para lo cual se debieron realizar las siguientes mediciones. Primeramente se debió medir los caudales de inyección y extracción del sistema de ventilación actual, y posteriormente se debió medir la presión en el interior de la sala y se la comparó con la presión externa. Finalmente se determinó la carga térmica producida por la sala en la condición más desfavorable.

Para el cálculo del caudal de ventilación, se consideraron las condiciones más críticas. Se calculó un caudal de aire de ventilación mínimo de $46654 \text{ [m}^3/\text{h]}$, y se determinó que este caudal podía ser inyectado a la sala por medio de los actuales conductos de ventilación, para así generar un barrido, extrayendo el calor y asegurando una temperatura máxima de 35°C dentro de la sala. Esta temperatura de 35°C se fijó después de revisar catálogos de equipos eléctricos existentes dentro de la sala, en donde se especifica que los equipos eléctricos están diseñados para soportar una temperatura ambiente de trabajo de máximo 40°C .

En lo que respecta a la presurización, se recomienda mantener las salas eléctricas a una sobrepresión de 3 a 5 [mm.c.a] para evitar el ingreso de polvo. El aire limpio impulsado a la sala escapa a través de puertas, pasadas mal selladas en muros, etc. El objetivo es lograr un diferencial de presión entre el interior y el exterior de la sala para provocar un flujo de aire desde el interior de la sala hacia el exterior.

Referente a la selección del filtro, ésta se basó principalmente en el tipo de contaminante aerotransportado y el tamaño de éste. El contaminante es el polvo en suspensión y su tamaño aproximado varía de 1 a 100 micras. Para este tipo de contaminante el filtro elegido fue del tipo desechable con una eficiencia de 30 a 35% ya que proporciona un gran porcentaje de retención de partículas de polvo.

Una vez calculado el caudal de aire y la presión estática requeridas, fue necesaria la elección de un ventilador que cumpliera con los requerimientos antes mencionados. El resultado fue el ventilador centrífugo marca AIROLITE modelo VCL 1025 2A, ya que satisface los requerimientos de ventilación con un gran rendimiento, lo que lo hace ser más económico a largo plazo.

BIBLIOGRAFIA

- [1] <http://www.lpcorp.com/AboutLP/Locations.aspx>. Consultado el 09 de Junio de 2006.
- [2] CARRIER AIR CONDITIONING COMPANY. 1983. Manual de aire acondicionado; New York, Mc Graw Hill.
- [3] BURTON, J. 1974. Industrial Ventilation; 4 ed. Utah. Carr Printing.
- [4] CENGEL, Y.A. 2001. Termodinamica; 2 ed. Mexico, D.F. Mc Graw Hill. 448 pag.
- [5] MORROW, L.C. 1973. Manual de mantenimiento industrial; México D.F., Continental S.A. vol. 2.
- [6] www.rosenckranz.cl Consultado el 18 de Octubre de 2006
- [7] www.airolite.cl Consultado el 21 de Octubre de 2006

ANEXOS

ANEXO N° 1

Límites de temperaturas de trabajo de los variadores de frecuencia “Cutler Hammer” ubicados dentro de la sala eléctrica. [Fuente: Catalogo del equipo].

SV9000 Technical data Page 15 (78)

4.3 Specifications

Utility connection	Input voltage V_M	200–240V, 380–440V, 440–500V, 525–690V, $\pm 10\%$ – $\pm 10\%$
	Input frequency	45–60 Hz
	Connection to the mains	once per minute or less (normally)
Motor Connection	Output voltage	$0 - V_M$
	Continuous output current	I_{CT} : ambient max $+50^\circ\text{C}$ overload $1.5 \times I_{CT}$ (1min/10 min) I_{VT} : ambient max $+40^\circ\text{C}$, $1.1 \times I_{VT}$ (1min/10 min)
	Starting torque	200%
	Starting current	$2.5 \times I_{CT}$, 2 s every 20 s if output frequency < 30 Hz and if the heatsink temperature $< +60^\circ\text{C}$
	Output frequency	0–600 Hz
	Frequency resolution	0.01 Hz
	Control method	Frequency Control (V/Hz) Open Loop Sensorless Vector Control Closed Loop Vector Control
Control characteristics	Switching frequency	1–16 kHz (depending on horsepower rating)
	Frequency reference	Analog 0/5V Panel refer.
	Resolution	Resolution 12 bit, accuracy $\pm 1\%$ Resolution 0.01 Hz
	Field weakening point	30–500 Hz
	Acceleration time	0.1–3000 s
	Deceleration time	0.1–3000 s
	Braking torque	DC brake: $30\% \times T_n$ (without brake option)
	Ambient operating temperature	10 (no frost)– $+50^\circ\text{C}$ at I_{CT} , $(1.5 \times I_{CT})$ max 1min/10min –10 (no frost)– $+40^\circ\text{C}$ at I_{VT} , $(1.1 \times I_{CT})$ max 1min/10 min
	Storage temperature	-40°C – $+60^\circ\text{C}$
	Relative humidity	$< 95\%$, no condensation allowed
Environmental limits	Air quality - chemical vapors - mechanical particles	IEC 721-3-3, unit in operation, class 3C2 IEC 721-3-3, unit in operation, class 3S2
	Altitude	Max 1000 m at continuous I_{CT} specification Over 1000 m reduce I_{CT} by 1% per each 100 m Absolute maximum altitude 3000 m
	Vibration (IEC 721-3-3)	Operation: max displacement amplitude 3 mm at 2–9 Hz Max acceleration amplitude 0.5 G at 0–200 Hz
	Shock (IEC 66-2-27)	Operation: max 8 G, 11 ms Storage and shipping: max 18 G, 11 ms (in the package)
	Enclosure	Open and protected chassis (IP00 and IP20) Compact NEMA 1 (IP20) NEMA 1 (IP21) NEMA 12 (IP54)

Table 4.3-1 Specifications

Límites de temperaturas de trabajo de los variadores de frecuencia “Magnetic” ubicados dentro de la sala eléctrica. [Fuente: Catalogo del equipo].

Table 1. Standard Specifications (Continued)

SECTION C. ALL UNITS (CONTINUED)		
Protective Functions	Motor Overload Protection	Electronic thermal overload relay
	Instantaneous Overcurrent	Motor coasts to a stop at approximately 200% rated current.
	Fuse Blown Protection	Motor coasts to a stop by blown-fuse.
	Overload	Motor coasts to a stop after 150% load for one minute.
	Overvoltage	Motor coasts to a stop if inverter output voltage exceeds 395 V (230V unit), 790V (460V unit).
	Undervoltage	Motor coasts to a stop if inverter output voltage drops to 210 V or below (230V unit), 420V or below (460V unit).
	Momentary Power Failure	Factory setting provides for motor to coast to a stop after momentary power failure of more than 0.2 sec. Can be reprogrammed to allow continuous operation (ride-through) during power failure of up to 2 seconds (see Note 2).
	Fin Overheat	Thermostat
	Stall Prevention	Stall prevention at acceleration / deceleration and constant speed operation.
	Ground Fault	Provided by electronic circuit.
	Power Charge Indication	Charge lamp remains lit until bus voltage drops below 50 V.
Environmental Conditions	Location	Indoor (protected from corrosive gases and dust).
	Ambient Temperature	-10 to 40°C
	Storage Temperature (Note 3)	-20 to 60°C
	Humidity	90% RH (no condensation)
	Vibration	1 G at less than 20 Hz, up to 0.2 G at 20 to 50 Hz.

NOTES:

1. A standard 4-pole motor is used for Maximum Applicable Motor Output.
2. For a 960 V unit, ride-through function up to 2 second momentary power failure requires connection of a backup capacitor (2200 uF, 400V) between external main circuit terminals C1 and C2.
3. Temperature during shipping. Storing in this temperature for a long period may deteriorate main circuit capacitor.

1.3 RECEIVING

This unit has been put through demanding tests at the factory before being shipped. After unpacking, verify the part numbers with the purchase order sheet (invoice). Any damages or shortages evident when the equipment is received must be reported immediately to the commercial carrier who transported the equipment. Assistance, if required, is available from your sales representative.

Límites de temperaturas de trabajo de los Drivers ABB ubicados dentro de la sala eléctrica. [Fuente: Catalogo del equipo].

Chapter 3 – Installation Instructions

Environment

These drives are to be used in a heated, indoor controlled environment that is relatively free of moisture and conductive contaminants such as condensation, carbon dust, and the like.

The maximum ambient temperature allowed is 113°F (45°C) for an ACS 501 in a NEMA 1 enclosure for constant torque loads, when the load current is lower than or equal to the continuous rated constant torque current (I_R). The maximum ambient temperature allowed is 104°F (40°C) for an ACS 501 in a NEMA 12 enclosure for constant torque loads; and an ACS 501 in a NEMA 1 enclosure for variable torque loads, when the load current is lower than or equal to the continuous maximum load current (I_{R2Q}).

The cooling air must be clean and free from corrosive materials. When necessary the required cooling should be provided by using clean, dry air.

Tabla 3-2 Required Cooling Air Volume for ACS 501 Units

Unit	Cooling Air
R2	30 CFM (51 m ³ /hr)
R3	60 CFM (102 m ³ /hr)
R4	240 CFM (406 m ³ /hr)
R5 & R5.5	330 CFM (560 m ³ /hr)

If the cooling air contains dust, clean the cooling surfaces of the unit regularly using compressed air and a brush. If the ACS 501 is in a NEMA 1 enclosure, cover the vents to prevent the dust from entering the unit.

If the heat sink is not cleaned and it is not able to dissipate the expended heat, the ACS 501's thermal protection will operate, causing a fault indication which stops the drive. The ACS 501 can be started again when the temperature of the heat sink has fallen below the tripping level, which is 158°F (70°C).

The temperature of the heat sink can be read from the Control Panel Display, Operating Data Parameter 8 (Drive Temperature).

ANEXO N° 2

Temperaturas máximas diarias y promedio mensual de temperaturas en la estación de monitoreo Teja, Diciembre 1987. [Fuente: “Boletín Meteorológico Universidad Austral”].

Fecha	Temperatura Media	Temperatura Máxima (180cm)	Temperatura Mínima (180cm)	Temperatura Mínima (5cm)	TEMPERATURA DEL SUELO SIN VEGETACION							
					2	5	10	20	30	50	100	350
1	15.6	19.0	11.9	8.0	23.2	22.4	20.5	19.1	19.0	17.3	14.9	12.8
2	15.8	21.0	8.9	3.0	24.2	23.4	20.5	19.0	18.8	17.2	15.0	12.6
3	16.6	21.5	8.2	4.4	26.7	25.3	21.5	19.8	19.2	18.4	15.0	12.5
4	14.1	21.5	7.8	2.1	20.5	20.0	19.5	19.1	19.1	17.4	15.0	12.6
5	14.4	21.2	7.2	1.6	22.2	21.7	19.5	18.8	18.7	17.3	15.1	12.6
6	14.8	21.5	8.3	3.8	25.5	24.9	21.7	19.0	18.8	17.3	15.2	12.6
7	14.3	17.6	10.6	8.9	19.5	20.0	18.8	18.9	19.0	17.3	15.2	12.6
8	14.3	19.8	9.3	3.2	24.4	24.1	21.8	21.8	18.4	17.4	15.3	12.5
9	14.5	18.5	11.2	7.4	20.6	20.2	18.9	18.9	18.9	17.3	15.3	12.6
10	14.5	17.5	12.0	9.9	21.5	21.5	19.9	18.7	18.6	17.3	15.3	12.6
11	13.3	18.5	8.0	2.8	21.4	21.0	19.2	18.1	18.2	17.4	15.4	12.6
12	16.4	22.2	11.6	10.9	27.2	25.5	22.3	18.9	18.5	17.3	15.4	12.6
13	13.4	18.0	8.3	1.9	21.3	20.3	20.2	19.0	19.0	17.4	15.4	12.6
14	13.3	18.2	7.5	1.5	24.6	23.4	20.7	19.2	19.0	17.4	15.5	12.6
15	14.5	17.5	11.5	10.4	20.5	20.2	19.3	19.2	19.1	17.5	15.5	12.6
16	12.4	17.3	7.4	3.1	21.5	20.5	19.0	18.3	18.3	17.5	15.6	12.6
17	12.4	17.4	5.6	0.9	22.5	20.7	18.6	18.0	18.1	17.5	15.6	12.6
18	13.0	19.3	6.6	1.8	20.7	20.4	18.8	18.0	18.0	17.4	15.7	12.6
19	14.5	20.5	7.5	3.0	27.2	26.0	22.6	19.2	18.8	17.3	15.6	12.7
20	18.0	26.9	10.0	5.5	25.0	23.7	20.9	18.8	18.3	17.3	15.6	12.7
21	16.5	24.0	9.2	3.8	25.7	24.9	22.0	20.1	19.7	17.3	15.7	12.6
22	15.2	22.5	8.9	2.1	26.3	25.1	22.3	19.8	19.6	17.6	15.7	12.6
23	16.9	20.7	13.2	12.9	23.2	22.6	21.1	13.9	19.6	17.7	15.8	12.7
24	17.7	23.5	12.3	9.0	26.5	25.3	22.6	20.0	19.5	17.8	15.8	12.7
25	17.3	24.4	10.5	8.1	26.2	26.7	23.5	20.3	19.9	17.9	15.8	12.7
26	20.9	30.5	11.7	8.2	30.0	25.2	24.7	21.1	20.5	18.1	15.8	12.7
27	20.6	27.6	15.0	12.1	30.1	29.2	26.1	22.3	21.6	18.2	15.8	12.7
28	17.5	24.0	7.6	4.7	29.9	28.8	29.1	22.7	21.8	18.5	15.8	12.7
29	18.0	26.0	8.0	6.4	29.8	28.4	25.9	23.0	22.0	18.6	15.8	12.7
30	16.6	23.5	5.1	4.5	30.8	29.4	25.9	22.7	22.1	18.0	16.1	12.8
31	18.8	22.5	13.9	12.4	32.1	30.0	26.6	23.0	22.4	18.9	16.2	12.8
M												
X												
	15.7	21.4	9.5	5.8	24.9	23.9	21.7	19.6	19.4	17.7	15.5	12.6

Temperaturas máximas diarias y promedio mensual de temperaturas en la estación de monitoreo Teja, Enero 1988. Fuente "Boletín Meteorológico Universidad Austral".

Fecha	Temperatura Media	Temperatura Máxima (180cm)	Temperatura Mínima (180cm)	Temperatura Mínima (5cm)	TEMPERATURA DEL SUELO SIN VEGETACION							
					2	5	10	20	30	50	100	350
1	17.6	23.2	10.5	6.3	35.1	29.3	24.0	22.8	22.2	19.1	16.2	12.8
2	16.1	23.4	7.6	5.2	30.7	28.5	25.1	22.6	22.3	19.2	16.3	12.8
3	16.3	22.0	8.5	6.5	28.2	28.1	25.3	23.3	20.9	19.3	16.4	12.8
4	16.5	20.3	12.3	11.5	27.1	26.3	24.0	21.9	21.8	19.3	16.4	12.8
5	16.9	24.5	7.5	4.5	32.2	29.6	25.2	21.7	21.6	19.3	16.4	12.8
6	19.8	30.9	8.7	7.0	32.6	29.7	25.2	22.1	21.9	19.3	16.6	12.8
7	19.4	27.7	9.0	5.6	33.9	21.3	26.1	22.6	22.2	19.4	16.6	12.8
8	20.3	27.5	13.7	11.2	34.9	32.3	26.9	23.1	22.5	19.4	16.6	12.8
9	17.4	22.5	13.0	10.0	30.2	28.8	25.3	23.0	22.6	19.5	16.7	12.9
10	15.2	19.4	10.5	5.0	26.6	23.6	22.8	22.0	22.0	19.6	16.7	12.9
11	14.7	21.3	7.3	2.1	30.2	27.7	22.6	20.6	21.4	19.5	16.7	12.9
12	15.8	19.5	13.0	11.0	22.7	25.6	21.2	21.3	21.4	19.5	16.8	12.9
13	15.0	18.5	12.0	7.7	23.3	22.6	20.5	20.4	20.6	19.5	16.8	12.9
14	14.6	20.3	9.3	4.5	24.5	23.5	21.3	19.9	20.0	19.3	16.8	12.9
15	16.3	22.4	10.0	6.3	27.6	27.2	28.0	20.9	20.3	19.2	16.9	12.9
16	14.4	19.5	8.8	2.5	26.8	25.5	23.4	20.9	20.8	19.2	17.0	13.0
17	15.5	19.3	14.0	12.5	18.8	18.8	18.8	19.5	20.5	19.1	17.0	13.0
18	14.2	18.0	10.5	7.8	20.7	20.0	19.0	18.8	19.1	19.1	17.0	13.0
19	13.0	21.2	4.5	1.0	20.2	19.2	19.7	18.4	18.6	18.8	17.0	13.0
20	14.6	20.5	7.5	2.6	21.0	18.5	17.8	18.7	18.7	18.7	17.0	13.0
21	15.3	21.6	7.7	2.2	26.4	24.8	21.3	19.6	19.8	18.8	17.0	13.0
22	17.1	25.6	7.5	2.5	27.4	25.6	22.3	19.8	19.7	18.6	17.1	13.0
23	19.6	28.5	12.0	8.5	28.9	27.3	24.2	20.9	20.4	18.6	17.1	13.0
24	18.3	25.2	11.0	5.5	29.2	27.7	25.2	21.8	21.2	18.8	17.1	13.0
25	22.4	30.5	14.0	9.0	32.6	30.4	26.7	22.4	20.8	28.9	17.1	13.0
26	19.8	26.6	13.2	7.5	30.8	28.3	27.7	22.9	22.4	19.2	17.2	13.0
27	17.2	21.2	13.0	9.5	28.5	26.5	23.4	22.3	22.1	19.4	17.2	13.0
28	15.9	21.9	8.8	2.7	30.4	27.0	23.7	22.0	21.8	19.5	17.2	13.1
29	18.1	26.2	9.8	6.0	31.6	27.7	22.1	22.0	21.8	19.6	17.2	13.1
30	21.3	30.1	12.5	7.3	32.2	29.4	24.8	22.3	22.0	19.6	17.3	13.1
31	21.6	31.4	12.1	7.0	32.1	30.1	25.1	22.4	22.2	19.6	17.3	13.1
Mensual	17.1	23.6	10.3	6.4	28.6	26.5	23.5	21.4	21.1	19.2	16.9	12.9

Temperaturas máximas diarias y promedio mensual de temperaturas en la estación de monitoreo Teja, Febrero 1988. Fuente "Boletín Meteorológico Universidad Austral".

Fecha	Temperatura Media	Temperatura Máxima (180cm)	Temperatura Mínima (180cm)	Temperatura Mínima (5cm)	TEMPERATURA DEL SUELO SIN VEGETACION							
					2	5	10	20	30	50	100	350
1	16.0	22.5	9.5	7.2	31.8	28.6	24.8	22.9	22.6	19.7	17.5	13.2
2	15.9	22.4	7.8	1.5	31.6	26.6	23.2	22.4	22.3	19.9	17.5	13.2
3	18.3	26.2	10.6	7.5	33.5	27.1	24.0	22.1	22.0	19.8	17.5	13.2
4	22.7	32.1	13.5	11.5	36.3	29.2	25.4	22.7	22.4	19.9	17.5	13.2
5	23.5	32.0	16.1	12.5	38.0	30.6	26.4	23.4	22.9	19.9	17.5	13.2
6	22.5	30.5	14.5	10.5	37.4	30.7	26.3	23.5	23.3	19.9	17.5	13.2
7	22.0	29.6	12.8	8.3	36.3	29.9	25.4	23.2	22.9	20.2	17.5	13.2
8	19.5	27.0	12.6	6.7	36.4	29.8	25.6	25.3	23.3	20.3	17.6	13.2
9	23.5	34.4	13.0	10.0	37.9	30.8	25.6	23.4	23.2	20.4	17.6	13.2
10	16.1	20.2	13.5	8.5	27.3	25.4	23.6	23.0	23.2	20.4	17.7	13.3
11	16.9	22.9	11.8	5.9	32.4	27.9	24.0	22.6	22.4	20.4	17.7	13.3
12	18.5	24.6	13.1	11.5	35.9	30.3	25.2	22.6	22.9	20.4	17.8	13.3
13	21.4	28.5	14.0	10.4	38.1	21.8	26.3	23.5	23.0	20.3	17.8	13.3
14	21.2	29.0	13.9	10.3	35.7	30.5	25.5	23.2	22.9	20.4	17.8	13.3
15	22.4	31.7	13.5	9.5	37.1	32.3	25.7	23.5	23.3	20.5	17.9	13.3
16	20.2	28.3	12.1	8.6	35.6	31.8	25.6	23.5	23.3	20.5	17.9	13.4
17	19.7	26.4	14.0	8.1	36.3	32.0	25.8	23.6	23.4	20.5	18.0	13.4
18	18.2	25.1	12.1	9.4	33.9	29.5	24.7	23.4	23.2	20.6	18.0	13.4
19	15.9	22.5	10.2	4.4	26.7	25.1	22.7	22.7	22.8	20.7	18.0	13.4
20	19.4	23.8	15.5	15.0	30.3	27.6	24.2	22.5	22.4	20.6	18.0	13.4
21	19.3	29.2	11.4	5.0	32.4	28.3	24.1	22.5	22.3	20.5	18.0	13.4
22	17.8	21.0	13.6	9.0	24.2	24.1	22.5	22.3	22.3	20.4	18.1	13.5
23	21.4	27.8	15.5	13.0	37.5	30.3	25.0	22.3	22.1	20.4	18.1	13.5
24	19.3	27.5	11.5	5.0	34.3	29.3	24.2	22.7	22.4	20.4	18.1	13.5
25	15.7	23.5	10.2	4.5	30.9	27.6	23.7	22.4	22.3	20.4	18.2	13.5
26	7.7	24.7	12.6	8.6	33.3	29.4	24.2	22.3	22.3	20.4	18.2	13.5
27	17.5	22.6	13.1	8.0	32.6	20.5	24.1	22.2	22.1	20.4	18.2	13.5
28	19.4	25.9	13.7	8.9	33.4	29.5	24.4	22.0	22.0	20.4	18.2	13.5
29	17.2	26.4	9.0	2.5	31.6	27.4	23.0	21.9	21.9	20.3	18.2	13.5
30												
31												
M												
X												
	19.3	26.5	12.6	8.3	33.7	28.8	24.7	22.9	22.7	20.3	17.8	13.3

Temperaturas máximas diarias y promedio mensual de temperaturas en la estación de monitoreo Teja, Marzo 1988. Fuente “Boletín Meteorológico Universidad Austral”.

Fecha	Temperatura Media	Temperatura Máxima (160cm)	Temperatura Mínima (160cm)	Temperatura Mínima (5cm)	TEMPERATURA DEL SUELO SIN VEGETACION							
					2	5	10	20	30	50	100	350
1	15.0	20.6	9.8	3.4	29.8	26.0	21.7	21.2	21.5	20.3	28.2	13.5
2	15.4	19.9	10.4	5.2	25.1	24.2	21.3	20.6	21.0	20.2	18.2	13.6
3	17.4	19.2	15.5	14.0	20.5	21.1	20.9	20.6	20.8	20.0	18.3	13.6
4	13.7	15.6	12.1	10.9	16.4	16.9	17.6	19.4	20.2	19.9	18.3	13.5
5	14.6	21.8	7.0	6.8	18.5	18.7	18.0	18.2	19.0	19.6	18.3	13.5
6	17.1	26.1	9.2	5.0	22.3	20.8	18.5	17.9	18.5	19.4	18.2	13.6
7	15.2	24.2	8.1	4.0	21.6	20.6	19.0	18.3	19.0	19.1	18.2	13.6
8	17.3	21.5	14.2	12.0	24.8	23.2	20.6	19.4	19.3	19.0	18.2	13.6
9	16.0	20.3	12.3	11.0	20.9	20.5	19.3	18.9	19.2	18.9	18.1	13.6
10	14.8	24.0	6.0	2.1	19.8	18.8	17.6	17.7	18.3	18.9	18.1	13.6
11	14.8	22.4	8.5	4.5	21.9	20.3	18.5	18.1	18.4	18.8	18.0	13.6
12	13.7	20.1	8.5	3.8	20.2	19.7	18.4	18.7	18.5	18.6	17.9	13.6
13	12.7	21.3	5.6	2.2	20.7	20.2	18.8	18.2	18.3	18.5	17.9	13.7
14	16.3	25.5	8.0	3.0	23.0	22.0	19.1	18.5	18.6	18.5	17.9	13.7
15	16.7	23.9	11.7	8.0	24.5	23.5	20.7	19.3	19.2	18.4	17.9	13.7
16	18.7	24.4	14.5	11.5	26.0	24.8	22.1	20.0	19.7	18.5	17.8	13.7
17	17.7	24.9	11.6	7.0	24.6	23.3	20.8	20.0	20.0	18.5	17.8	13.7
18	15.6	22.1	10.6	6.1	23.5	22.1	20.4	19.9	20.0	18.6	17.7	13.7
19	16.6	21.2	14.0	12.9	21.1	21.3	20.3	19.9	19.9	18.8	17.7	13.7
20	15.3	21.9	10.5	5.0	23.6	22.1	19.7	19.4	19.4	18.7	17.7	13.7
21	14.5	18.0	11.2	7.4	17.0	17.7	17.8	18.5	19.2	18.6	17.7	13.7
22	13.7	17.6	11.5	7.9	15.4	16.1	16.5	17.6	18.4	18.6	17.7	13.7
23	14.6	21.3	8.5	4.5	20.2	18.9	17.3	17.2	17.4	18.4	17.7	13.7
24	16.1	19.4	14.0	13.0	18.2	18.7	18.4	17.9	18.2	18.1	17.6	13.8
25	15.7	19.4	13.6	11.4	18.9	18.7	18.1	17.8	18.1	18.4	17.7	13.8
26	13.4	17.3	11.2	8.3	14.7	15.9	16.0	17.1	17.8	18.0	17.6	13.7
27	11.8	21.0	5.7	3.5	15.8	15.6	15.0	16.2	17.1	17.9	17.6	13.8
28	10.4	19.5	3.4	-1.5	17.7	14.9	14.4	15.7	16.5	17.7	17.6	13.8
29	13.6	20.6	9.0	4.5	18.3	17.6	16.5	16.6	16.7	17.5	17.6	13.8
30	10.4	16.8	5.8	0.8	13.9	13.1	14.0	15.6	16.5	17.4	17.5	13.8
31	9.5	18.3	2.0	-1.2	13.3	12.5	12.6	15.0	16.4	17.3	17.4	13.8
Σ												
$\bar{X}$	15.7	21.0	9.8	6.4	20.4	19.7	18.4	18.4	18.8	18.7	17.9	13.7

ANEXO N° 3

Coeficiente global de transmisión de calor para paredes de Aglomerado Hueco. Fuente [2].

TABLA 26. COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN GLOBAL K – TABIQUES DE ALBAÑILERÍA*
VERANO – INVIERNO
kcal/h·m²·°C

Los números entre paréntesis corresponden a pesos por m³. El peso total por m² es igual a la suma de los valores correspondientes al muro y al revestimiento

PARED	ESPESOR (cm) y peso (kg/m³)	Ningún revestimiento	Caras con revestimiento	REVESTIMIENTO									
				Revoque de yeso 10 mm (10)	Enlucido 15 mm		Entramado metálico enlucido sobre forro		Yeso 12 mm o entramado madera enlucido sobre forro		Panel aislante solo o enlucido sobre forro		
					Enlucido de arena (30)	Enlucido ligero (15)	Enlucido de arena 20 mm (35)	Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (35)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (20)	
 AGLOMERADO HUECO Escorias Enlucido	7,5 (83)	2,20	Una Dos	1,90 1,71	2,10 2,00	1,85 1,61	1,46 1,12	1,32 0,98	1,37 0,98	1,27 0,88	1,02 0,68	0,78 0,49	
	10 (98)	1,95	Una Dos	1,76 1,56	1,90 1,81	1,71 1,51	1,37 1,02	1,27 0,93	1,27 0,93	1,22 0,88	0,98 0,63	0,73 0,54	
	20 (181)	1,56	Una Dos	1,42 1,32	1,51 1,46	1,42 1,27	1,17 0,93	1,07 0,83	1,07 0,83	1,02 0,78	0,79 0,59	0,68 0,44	
	30 (239)	1,51	Una Dos	1,37 1,27	1,46 1,42	1,32 1,22	1,12 0,88	1,02 0,78	1,07 0,83	1,02 0,73	0,83 0,59	0,68 0,44	
	Ligero	75 (73)	1,85	Una Dos	1,66 1,51	1,76 1,71	1,61 1,46	1,32 1,02	1,22 0,88	1,22 0,93	1,17 0,83	0,98 0,63	0,73 0,44
		10 (83)	1,71	Una Dos	1,51 1,42	1,66 1,56	1,51 1,32	1,22 0,98	1,12 0,83	1,17 0,83	1,07 0,78	0,93 0,63	0,73 0,44
		20 (156)	1,46	Una Dos	1,32 1,22	1,42 1,37	1,32 1,17	1,07 0,88	1,02 0,78	1,02 0,78	0,98 0,73	0,83 0,59	0,68 0,44
		30 (210)	1,37	Una Dos	1,22 1,12	1,32 1,27	1,22 1,12	1,02 0,83	0,98 0,73	0,98 0,78	0,93 0,73	0,78 0,59	0,63 0,39
	Arena y grava	20 (210)	1,95	Una Dos	1,76 1,56	1,90 1,81	1,71 1,51	1,37 1,02	1,27 0,93	1,27 0,93	1,22 0,88	0,98 0,63	0,73 0,54
		30 (308)	1,85	Una Dos	1,66 1,46	1,76 1,71	1,61 1,42	1,32 1,02	1,22 0,88	1,22 0,93	1,17 0,83	0,93 0,63	0,73 0,44
	 LADRILLO HUECO Revestimiento	7,5 (73)	2,25	Una Dos	1,95 1,76	2,15 2,05	1,90 1,66	1,51 1,12	1,37 0,98	1,32 0,98	1,07 0,68	0,78 0,49	
		10 (78)	1,95	Una Dos	1,76 1,56	1,90 1,81	1,71 1,51	1,37 1,02	1,27 0,93	1,27 0,93	1,22 0,88	0,98 0,63	0,73 0,54
15 (122)		1,71	Una Dos	1,51 1,37	1,61 1,56	1,51 1,32	1,22 0,98	1,12 0,83	1,12 0,88	1,07 0,78	0,93 0,63	0,73 0,44	
20 (146)		1,51	Una Dos	1,37 1,27	1,46 1,42	1,37 1,22	1,12 0,88	1,07 0,78	1,07 0,83	1,02 0,78	0,88 0,59	0,68 0,44	
BALDOSA DE YESO CON ALVÉOLOS		7,5 (44)	1,81	Una Dos	1,61 1,46	1,71 1,66	1,56 1,42	1,37 0,98	1,17 0,88	1,17 0,88	1,12 0,63	0,93 0,63	0,73 0,44
	10 (63)	1,61	Una Dos	1,46 1,32	1,56 1,51	1,42 1,27	1,17 0,93	1,07 0,83	1,12 0,83	1,07 0,78	0,88 0,59	0,68 0,44	
 BALDOSA DE YESO MACIZA Enlucido	3,5						2,98 (83)	2,10 (29)					
	5						2,83 (88)	1,85 (39)					
	6,5						2,68 (104)	1,66 (44)					

Ecuaciones: Tabique adyacente a un local no acondicionado – Ganancias o pérdidas, kcal/h = (Área, m²) × Coeficiente K × (Temperatura exterior – Temperatura interior – 3° C).

Tabique adyacente a una cocina o a una sala de calderas – Ganancias kcal/h = (Área, m²) × K × (Diferencia real de temperatura) o bien = (Área, m²) × K × (Temperatura exterior – Temperatura interior + 8 a 14° C).

* En el caso en que estos tipos de construcción estén complementados por un aislante o una capa de aire, véase la tabla 31.

ANEXO N° 4

Correo electrónico de empresa de ventilacion indicando la presión utilizada en la presurización de salas eléctricas.

De: Ricardo Castañeda <rdc@arcat.com.ar>

Responder a: Ricardo Castañeda <rdc@arcat.com.ar>

Enviado el: Tuesday, October 17, 2006 4:06:59 PM

Para: comando7@hotmail.com

Asunto: Presurización Salas eléctricas.

Estimado Juan J. Gonzalez:

El valor mínimo habitual es de 3mm de columna de agua.

De acuerdo a nuestra experiencia es suficiente, aunque algunas especificaciones lo llevan a 5 mm.

Cordialmente.

Arq. Ricardo Castañeda

INDUSTRIAS ARCAT S.A.

Laprida 790 (B1871DUH)

Avellaneda - Buenos Aires

Argentina

Tel. 54 11 4201-4819

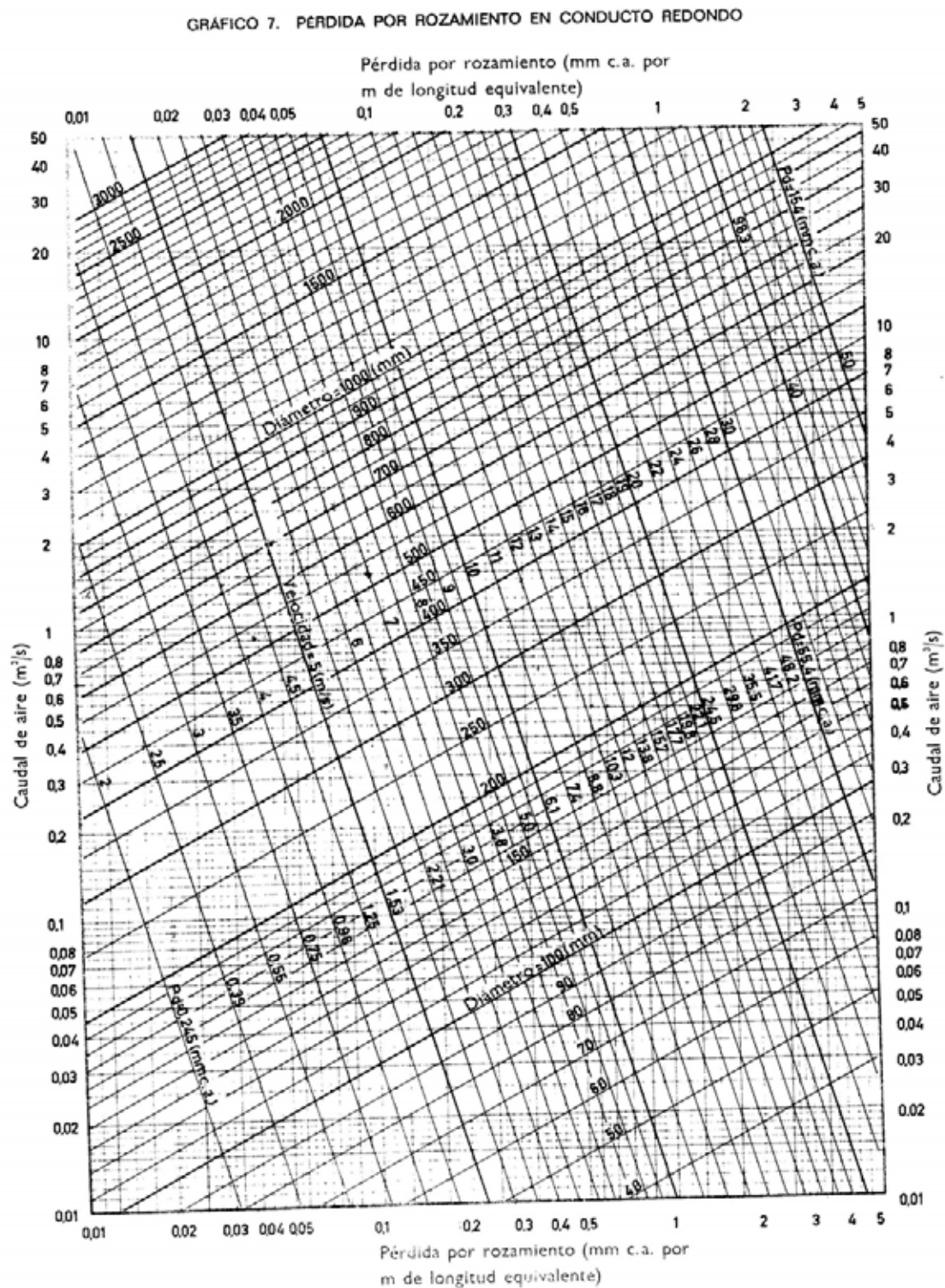
Fax. 54 11 4222-3330

E-mail: rdc@arcat.com.ar

<http://www.arcat.com.ar>

ANEXO N° 5

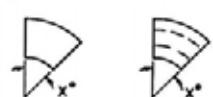
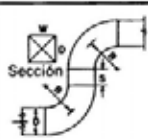
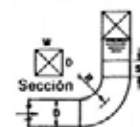
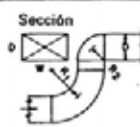
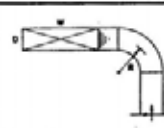
Perdida por rozamiento en conducto redondo [mm.c.a. /m]. Fuente [2].



ANEXO N° 6

Rozamiento en codos. Fuente [2].

TABLA 10. ROZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONDUCTOS RECTANGULARES

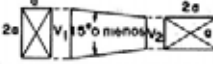
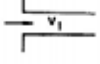
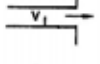
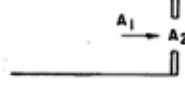
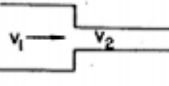
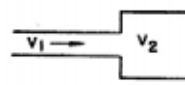
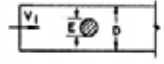
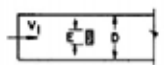
ELEMENTO	CONDICIONES	RELACIÓN L/D **																																								
Codo de radio de sección rectangular		<table><tr><th rowspan="3">W/D</th><th colspan="5">R/D</th></tr><tr><th>0,5</th><th>0,75</th><th>1,00</th><th>1,25 *</th><th>1,50</th></tr><tr><th colspan="5">Relación L/D</th></tr><tr><td>0,5</td><td>33</td><td>14</td><td>9</td><td>5</td><td>4</td></tr><tr><td>1</td><td>45</td><td>18</td><td>11</td><td>7</td><td>4</td></tr><tr><td>3</td><td>80</td><td>30</td><td>14</td><td>8</td><td>5</td></tr><tr><td>6</td><td>125</td><td>40</td><td>18</td><td>12</td><td>7</td></tr></table>	W/D	R/D					0,5	0,75	1,00	1,25 *	1,50	Relación L/D					0,5	33	14	9	5	4	1	45	18	11	7	4	3	80	30	14	8	5	6	125	40	18	12	7
W/D	R/D																																									
	0,5	0,75		1,00	1,25 *	1,50																																				
	Relación L/D																																									
0,5	33	14	9	5	4																																					
1	45	18	11	7	4																																					
3	80	30	14	8	5																																					
6	125	40	18	12	7																																					
Codo de radio de sección rectangular con guías		<table><tr><th rowspan="3">Número de guías</th><th colspan="4">R/D</th></tr><tr><th>0,50</th><th>0,75</th><th>1,00</th><th>1,50</th></tr><tr><th colspan="4">Relación L/D</th></tr><tr><td>1</td><td>18</td><td>10</td><td>8</td><td>7</td></tr><tr><td>2</td><td>12</td><td>8</td><td>7</td><td>7</td></tr><tr><td>3</td><td>10</td><td>7</td><td>7</td><td>6</td></tr></table>	Número de guías	R/D				0,50	0,75	1,00	1,50	Relación L/D				1	18	10	8	7	2	12	8	7	7	3	10	7	7	6												
Número de guías	R/D																																									
	0,50	0,75		1,00	1,50																																					
	Relación L/D																																									
1	18	10	8	7																																						
2	12	8	7	7																																						
3	10	7	7	6																																						
Codo de X°		Codo de radio con o sin guías X/90 multiplicado por el valor correspondiente a codo análogo de 90°																																								
Codo recto rectangular		Sin guías 60 Guías de cambio de dirección de simple espesor 15 Guías de cambio de dirección de doble espesor 10																																								
Doble codo	 W/D = 1, R/D = 1,25 *	S = O 15 S = D 10																																								
Doble codo	 W/D = 1, R/D = 1,25 *	S = O 20 S = D 22																																								
Doble codo	 W/D = 1, R/D = 1,25 * para ambos	S = O 15 S = D 16																																								
Doble codo	 W/D = 2, R ₁ /D = 1,25 *, R ₂ /D = 0,5	Dirección de la flecha 45 Dirección inversa 40																																								
Doble codo	 W/D = 4, R/D = 1,25 * para ambos codos	Dirección de la flecha 17 Dirección inversa 18																																								

ANEXO N° 7

Rozamiento en los elementos de un sistema de conductos rectangulares.

Fuente [2].

TABLA 10. ROZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONDUCTOS RECTANGULARES (Cont.)

ELEMENTO	CONDICIONES	VALOR DE n^{***}																												
Transformación 	$V_1 = V_2$ Pérdida p. e. = nhv_1	0,04																												
Expansión 	n Ángulo α <table><tr><th>v_2/v_1</th><th>5°</th><th>10°</th><th>15°</th><th>20°</th><th>30°</th><th>40°</th></tr><tr><td>0,20</td><td>0,25</td><td>0,22</td><td>0,20</td><td>0,18</td><td>0,15</td><td>0,13</td></tr><tr><td>0,40</td><td>0,27</td><td>0,25</td><td>0,23</td><td>0,22</td><td>0,20</td><td>0,19</td></tr><tr><td>0,60</td><td>0,28</td><td>0,26</td><td>0,25</td><td>0,24</td><td>0,24</td><td>0,23</td></tr></table> Ganancia p. e. = $n(hv_1 - hv_2)$	v_2/v_1	5°	10°	15°	20°	30°	40°	0,20	0,25	0,22	0,20	0,18	0,15	0,13	0,40	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19	0,60	0,28	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23	
v_2/v_1	5°	10°	15°	20°	30°	40°																								
0,20	0,25	0,22	0,20	0,18	0,15	0,13																								
0,40	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19																								
0,60	0,28	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23																								
Contracción 	<table><tr><th>α</th><th>30°</th><th>45°</th><th>60°</th></tr><tr><td>n</td><td>0,311 ****</td><td>0,317</td><td>0,326</td></tr></table> Pérdida p. e. = $n(hv_1 - hv_2)$ **** Pendiente 25 %	α	30°	45°	60°	n	0,311 ****	0,317	0,326																					
α	30°	45°	60°																											
n	0,311 ****	0,317	0,326																											
Entrada abrupta 	Pérdida p. e. = nhv_1	0,10																												
Entrada suave 		0,009																												
Salida abrupta 	Pérdida p. e. o ganancia consideradas nulas																													
Salida suave 																														
Entrada reentrante 	Pérdida p. e. = nhv_1	0,25																												
Orificio redondo de borde agudo 	<table><tr><th>A_2/A_1</th><th>0</th><th>0,25</th><th>0,50</th><th>0,75</th><th>1,00</th></tr><tr><td>n</td><td>0,76</td><td>0,70</td><td>0,57</td><td>0,33</td><td>0</td></tr></table> Pérdida p. e. = nhv_1	A_2/A_1	0	0,25	0,50	0,75	1,00	n	0,76	0,70	0,57	0,33	0																	
A_2/A_1	0	0,25	0,50	0,75	1,00																									
n	0,76	0,70	0,57	0,33	0																									
Contracción abrupta 	<table><tr><th>V_2/V_1</th><th>0</th><th>0,25</th><th>0,50</th><th>0,75</th></tr><tr><td>n</td><td>0,40</td><td>0,37</td><td>0,28</td><td>0,15</td></tr></table> Pérdida p. e. = nhv_1	V_2/V_1	0	0,25	0,50	0,75	n	0,40	0,37	0,28	0,15																			
V_2/V_1	0	0,25	0,50	0,75																										
n	0,40	0,37	0,28	0,15																										
Expansión abrupta 	<table><tr><th>V_2/V_1</th><th>0,20</th><th>0,40</th><th>0,60</th><th>0,80</th></tr><tr><td>n</td><td>0,09</td><td>0,14</td><td>0,14</td><td>0,09</td></tr></table> Ganancia p. e. = nhv_1	V_2/V_1	0,20	0,40	0,60	0,80	n	0,09	0,14	0,14	0,09																			
V_2/V_1	0,20	0,40	0,60	0,80																										
n	0,09	0,14	0,14	0,09																										
Tubería que atraviesa el conducto 	<table><tr><th>E/D</th><th>0,10</th><th>0,25</th><th>0,50</th></tr><tr><td>n</td><td>0,06</td><td>0,16</td><td>0,60</td></tr></table> Pérdida p. e. = nhv_1	E/D	0,10	0,25	0,50	n	0,06	0,16	0,60																					
E/D	0,10	0,25	0,50																											
n	0,06	0,16	0,60																											
Barra que atraviesa el conducto 	<table><tr><th>E/D</th><th>0,10</th><th>0,25</th><th>0,50</th></tr><tr><td>n</td><td>0,21</td><td>0,42</td><td>1,21</td></tr></table> Pérdida p. e. = nhv_1	E/D	0,10	0,25	0,50	n	0,21	0,42	1,21																					
E/D	0,10	0,25	0,50																											
n	0,21	0,42	1,21																											
Alivio sobre la obstrucción 	<table><tr><th>E/D</th><th>0,10</th><th>0,25</th><th>0,50</th></tr><tr><td>n</td><td>0,02</td><td>0,07</td><td>0,27</td></tr></table> Pérdida p. e. = nhv_1	E/D	0,10	0,25	0,50	n	0,02	0,07	0,27																					
E/D	0,10	0,25	0,50																											
n	0,02	0,07	0,27																											

ANEXO N° 8

Presiones dinámicas. Fuente [2].

TABLA 8. PRESIONES DINÁMICAS

PRESIÓN DINÁMICA (mm c. a.)	VELOCIDAD (m/s)	PRESIÓN DINÁMICA (mm c. a.)	VELOCIDAD (m/s)	PRESIÓN DINÁMICA (mm c. a.)	VELOCIDAD (m/s)	PRESIÓN DINÁMICA (mm c. a.)	VELOCIDAD (m/s)
0,25	2	8,75	11,83	17,25	16,60	28	21,16
0,50	2,82	9	12	17,50	16,73	29	21,54
0,75	3,46	9,25	12,16	17,75	16,85	30	21,90
1	4	9,50	12,32	18	16,97	31	22,27
1,25	4,47	9,75	12,49	18,25	17,08	32	22,62
1,50	4,89	10	12,64	18,50	17,20	33	22,97
1,75	5,29	10,25	12,80	18,75	17,32	34	23,32
2	5,65	10,50	12,96	19	17,43	35	23,68
2,25	6	10,75	13,11	19,25	17,55	36	24
2,50	6,32	11	13,26	19,50	17,66	37	24,33
2,75	6,63	11,25	13,41	19,75	17,77	38	24,65
3	6,92	11,50	13,56	20	17,88	39	24,98
3,25	7,21	11,75	13,71	20,25	18	40	25,29
3,50	7,48	12	13,85	20,50	18,11	41	25,61
3,75	7,74	12,25	14	20,75	18,22	42	25,92
4	8	12,50	14,14	21	18,33	43	26,22
4,25	8,24	12,75	14,28	21,25	18,43	44	26,53
4,50	8,48	13	14,42	21,50	18,54	45	26,83
4,75	8,71	13,25	14,56	21,75	18,65	46	27,12
5	8,94	13,50	14,69	22	18,76	47	27,42
5,25	9,16	13,75	14,83	22,25	18,86	48	27,71
5,50	9,38	14	14,96	22,50	18,97	49	28
5,75	9,59	14,25	15,09	22,75	19,07	50	28,28
6	9,79	14,50	15,23	23	19,18	51	28,56
6,25	10	14,75	15,36	23,25	19,28	52	28,84
6,50	10,19	15	15,49	23,50	19,39	53	29,12
6,75	10,39	15,25	15,62	23,75	19,49	54	29,39
7	10,58	15,50	15,74	24	19,59	55	29,66
7,25	10,77	15,75	15,87	24,25	19,69	56	29,93
7,50	10,95	16	16	24,50	19,79	57	30,19
7,75	11,13	16,25	16,12	24,75	19,89	58	30,46
8	11,31	16,50	16,24	25	20	59	30,72
8,25	11,48	16,75	16,37	26	20,39	60	30,98
8,50	11,66	17	16,49	27	20,78		

NOTAS: 1. Condiciones aire normal (760 mm Hg y 21° C).

2. Valores deducidos de la siguiente ecuación: $h_v = \left(\frac{V}{4}\right)^2$ donde: V = velocidad en m/s.
 h_v = diferencia de presión dinámica.

ENGINEERING PERFORMANCE DATA

Supply Air Grilles and Registers
Single and Double Deflection
Adjustable Bar Type
Series T60 T50 Series A60 A50

INCORPORATING TUTTLE & BAILEY

LISTED HEIGHT										Outlet Velocity 450-600 FPM					Outlet Velocity 550-700 FPM					Outlet Velocity 600-800 FPM					Outlet Velocity 700-1000 FPM					
										CFM	Deflection				CFM	Deflection				CFM	Deflection				CFM	Deflection				
											0°	22°	42°	55°		0°	22°	42°	55°		0°	22°	42°	55°		0°	22°	42°	55°	
											Vk					Vk					Vk					Vk				
											450	500	550	600		550	600	650	700		600	700	750	800		700	800	900	1000	
										Pt				Pt				Pt				Pt								
										Throw (T) Vt 75				Throw (T) Vt 75				Throw (T) Vt 75				Throw (T) Vt 75								
4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24																				
6	5										40	6	5	4	3	45	8	7	6	4	60	10	9	7	5	65	11	10	8	6
8	6										50	7	6	5	4	60	9	11	6	5	70	11	10	8	6	80	12	11	9	7
10	8	6									75	9	7	6	5	90	10	9	7	6	100	12	11	9	7	125	13	12	10	8
12	10	8									100	10	8	6	5	125	11	9	8	7	150	13	12	9	8	175	14	13	11	8
14	12	10	8								125	11	9	7	6	150	12	11	9	7	175	14	13	10	8	200	16	14	11	9
18	14	12									150	11	10	8	7	175	13	11	10	8	200	15	14	11	9	250	17	15	12	10
20	16	14	10								175	12	11	9	7	200	15	13	11	9	250	17	15	12	9	275	19	17	14	11
24	20	16	12	10							225	13	12	10	8	275	16	14	12	10	300	19	16	13	10	350	21	18	15	12
30	24	20	14	12							300	14	13	11	9	350	18	15	13	10	425	20	17	15	11	475	24	20	17	13
38	30	24	18	14	12						350	17	14	12	9	425	20	17	13	11	500	22	20	17	12	550	26	22	18	14
40	32	26	20	16	14						400	18	16	13	10	475	21	18	15	12	550	24	21	18	13	650	28	24	20	15
44	36	30	24	18	14						450	19	17	13	11	550	22	19	17	13	625	26	22	19	14	725	30	25	22	17
44	36	26	22	18	16						500	20	17	14	12	600	24	20	18	13	700	27	24	20	15	800	32	27	23	18
48	40	30	24	20	18	16					600	21	18	15	12	700	25	22	18	14	850	29	25	22	16	950	34	29	25	19
48	38	30	24	22	18						700	23	20	17	13	850	28	24	20	15	975	33	28	24	18	1125	37	31	27	21
40	32	28	24	20	18						800	25	21	18	14	950	31	26	22	1										

NC45

SYMBOLS V_T Terminal Velocity in FPM
 V_R Room Velocity in FPM
 V_K Outlet Velocity in FPM

A_K Outlet Area in Sq. Ft.
 P_T Total Pressure in. H₂O
 P_S Static Pressure in. H₂O

NC re 18db room attenuation
T Throw in Feet

ANEXO N° 10

Catalogo de los filtros empleados. [Fuente: Empresa Rosenckranz]

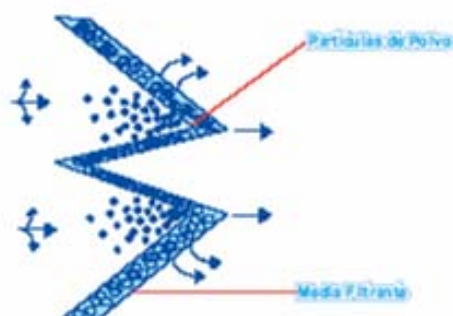
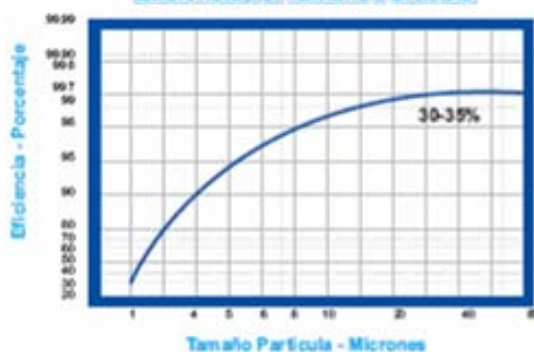
FILTROS DESECHABLES

Los Filtros Desechables están contruidos con una media filtrante plegada en zig-zag, compuesta de algodón y fibra sintética reforzada con una malla metálica, garantizando el completo uso de la media filtrante, maximizando su capacidad de retención de polvo y aumentando su vida útil.

La media filtrante certificada, se encuentra en las siguientes medidas: 30-35%, 60-65%, 80-85% según norma ASHRAE 52-76. Medidas y Espesores standar (1", 2" y 4") como también medidas especiales, según necesidades del cliente.



Eficiencia vs. Tamaño Partícula



Dimensiones del Filtro

Espesor	Medidas Nominales Alto x Ancho x Espesor	Medidas Reales			Capacidad C.F.M.		Caída de Presión (Pulg.Col. Agua)		
		Alto	Ancho	Espesor	Medio	Alto	Medio	Alto	Final
1"	12 x 24 x 1"	11.38"	23.38"	0.88"	600	1000	0.24	0.42	1.00
	16 x 20 x 1"	15.5"	19.5"	0.88"	665	1100	0.24	0.42	1.00
	20 x 20 x 1"	19.5"	19.5"	0.88"	850	1400	0.24	0.42	1.00
	20 x 25 x 1"	19.5"	24.5"	0.88"	1050	1750	0.24	0.42	1.00
	24 x 24 x 1"	23.38"	23.38"	0.88"	1200	2000	0.24	0.42	1.00
2"	12 x 24 x 2"	11.38"	23.38"	1.8"	600	1000	0.16	0.24	1.00
	16 x 20 x 2"	15.5"	19.5"	1.8"	665	1100	0.16	0.24	1.00
	20 x 20 x 2"	19.5"	19.5"	1.8"	850	1400	0.16	0.24	1.00
	20 x 25 x 2"	19.5"	24.5"	1.8"	1050	1750	0.16	0.24	1.00
	24 x 24 x 2"	23.38"	23.38"	1.8"	1200	2000	0.16	0.24	1.00
4"	12 x 24 x 4"	11.38"	23.38"	3.8"	1000	1250	0.18	0.26	1.00
	16 x 20 x 4"	15.5"	19.5"	3.8"	1100	1400	0.18	0.26	1.00
	20 x 20 x 4"	19.5"	19.5"	3.8"	1400	1750	0.18	0.26	1.00
	20 x 25 x 4"	19.5"	24.5"	3.8"	1750	2170	0.18	0.26	1.00
	24 x 24 x 4"	23.38"	23.38"	3.8"	2000	2500	0.18	0.26	1.00

ROSENCKRANZ®
Filtros para Aire & Productos Industriales

Antonia López de Beño 179 - Recoleta - Santiago - Fono: (56-2) 735 2642 - Fax: 735 6456 - www.rosenckranz.cl - Email: rosenckranz@entelchile.net



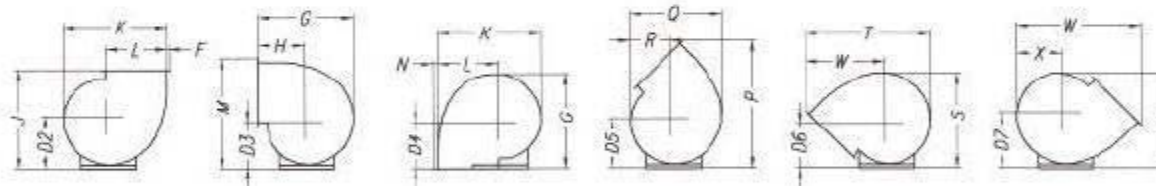
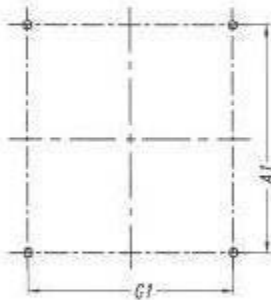
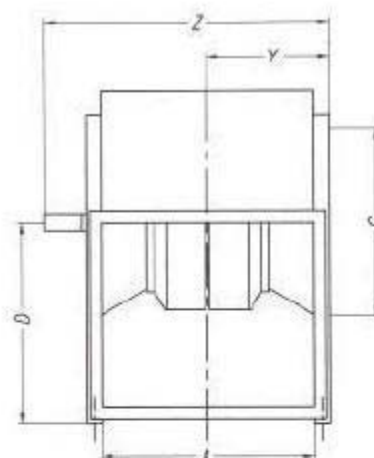
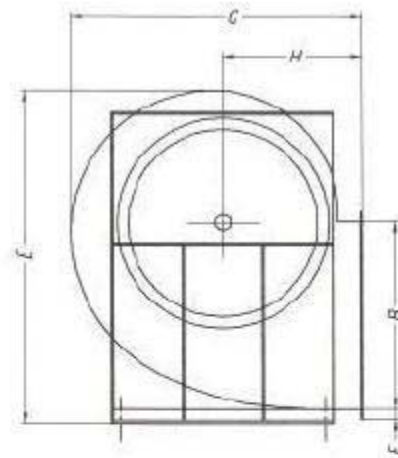
ANEXO N° 11

Características técnicas y cotización del ventilador seleccionado.

			ANCHO DOBLE	AREA DE ASPIRACION	AREA DE DESCARGA
			ANCHO DOBLE	15,44 Pies ²	16,77 Pies ²
VCL	1025	2A	DIAMETRO DEL RODETE	VELOCIDAD PERIFERICA	RPM MAXIMOS
			40 1/4"	10,55 m RPM (10m)	62,40 x (RPM/1000) ²

AIROLITE VENTILADOR CENTRIFUGO CARGA LIMITADA

CFM	Q.V.	1/4" S.P.		3/8" S.P.		1/2" S.P.		5/8" S.P.		3/4" S.P.		7/8" S.P.		1" S.P.		1 1/4" S.P.		1 1/2" S.P.	
		RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
14411	800	135	0,91	241	1,11	207	1,51	212	1,71	224	1,71	223	2,01	240	2,01	441	4,21	485	1,11
14502	900	274	1,01	278	1,11	208	1,51	213	1,71	225	1,71	224	2,01	241	2,01	442	4,21	486	1,11
14777	1000	271	1,21	209	1,11	207	1,51	212	1,71	224	1,71	223	2,01	240	2,01	441	4,21	485	1,11
14931	1100	284	1,51	211	1,11	207	1,51	212	1,71	224	1,71	223	2,01	240	2,01	441	4,21	485	1,11
15034	1200	287	1,81	212	1,11	208	1,51	213	1,71	225	1,71	224	2,01	241	2,01	442	4,21	486	1,11
15135	1300	291	2,11	213	1,11	209	1,51	214	1,71	226	1,71	225	2,01	242	2,01	443	4,21	487	1,11
15236	1400	295	2,41	214	1,11	210	1,51	215	1,71	227	1,71	226	2,01	243	2,01	444	4,21	488	1,11
15337	1500	299	2,71	215	1,11	211	1,51	216	1,71	228	1,71	227	2,01	244	2,01	445	4,21	489	1,11
15438	1600	303	3,01	216	1,11	212	1,51	217	1,71	229	1,71	228	2,01	245	2,01	446	4,21	490	1,11
15539	1700	307	3,31	217	1,11	213	1,51	218	1,71	230	1,71	229	2,01	246	2,01	447	4,21	491	1,11
15640	1800	311	3,61	218	1,11	214	1,51	219	1,71	231	1,71	230	2,01	247	2,01	448	4,21	492	1,11
15741	1900	315	3,91	219	1,11	215	1,51	220	1,71	232	1,71	231	2,01	248	2,01	449	4,21	493	1,11
15842	2000	319	4,21	220	1,11	216	1,51	221	1,71	233	1,71	232	2,01	249	2,01	450	4,21	494	1,11
15943	2100	323	4,51	221	1,11	217	1,51	222	1,71	234	1,71	233	2,01	250	2,01	451	4,21	495	1,11
16044	2200	327	4,81	222	1,11	218	1,51	223	1,71	235	1,71	234	2,01	251	2,01	452	4,21	496	1,11
16145	2300	331	5,11	223	1,11	219	1,51	224	1,71	236	1,71	235	2,01	252	2,01	453	4,21	497	1,11
16246	2400	335	5,41	224	1,11	220	1,51	225	1,71	237	1,71	236	2,01	253	2,01	454	4,21	498	1,11
16347	2500	339	5,71	225	1,11	221	1,51	226	1,71	238	1,71	237	2,01	254	2,01	455	4,21	499	1,11
16448	2600	343	6,01	226	1,11	222	1,51	227	1,71	239	1,71	238	2,01	255	2,01	456	4,21	500	1,11
16549	2700	347	6,31	227	1,11	223	1,51	228	1,71	240	1,71	239	2,01	256	2,01	457	4,21	501	1,11
16650	2800	351	6,61	228	1,11	224	1,51	229	1,71	241	1,71	240	2,01	257	2,01	458	4,21	502	1,11
16751	2900	355	6,91	229	1,11	225	1,51	230	1,71	242	1,71	241	2,01	258	2,01	459	4,21	503	1,11
16852	3000	359	7,21	230	1,11	226	1,51	231	1,71	243	1,71	242	2,01	259	2,01	460	4,21	504	1,11
16953	3100	363	7,51	231	1,11	227	1,51	232	1,71	244	1,71	243	2,01	260	2,01	461	4,21	505	1,11
17054	3200	367	7,81	232	1,11	228	1,51	233	1,71	245	1,71	244	2,01	261	2,01	462	4,21	506	1,11
17155	3300	371	8,11	233	1,11	229	1,51	234	1,71	246	1,71	245	2,01	262	2,01	463	4,21	507	1,11
17256	3400	375	8,41	234	1,11	230	1,51	235	1,71	247	1,71	246	2,01	263	2,01	464	4,21	508	1,11
17357	3500	379	8,71	235	1,11	231	1,51	236	1,71	248	1,71	247	2,01	264	2,01	465	4,21	509	1,11
17458	3600	383	9,01	236	1,11	232	1,51	237	1,71	249	1,71	248	2,01	265	2,01	466	4,21	510	1,11
17559	3700	387	9,31	237	1,11	233	1,51	238	1,71	250	1,71	249	2,01	266	2,01	467	4,21	511	1,11
17660	3800	391	9,61	238	1,11	234	1,51	239	1,71	251	1,71	250	2,01	267	2,01	468	4,21	512	1,11
17761	3900	395	9,91	239	1,11	235	1,51	240	1,71	252	1,71	251	2,01	268	2,01	469	4,21	513	1,11
17862	4000	399	10,21	240	1,11	236	1,51	241	1,71	253	1,71	252	2,01	269	2,01	470	4,21	514	1,11
17963	4100	403	10,51	241	1,11	237	1,51	242	1,71	254	1,71	253	2,01	270	2,01	471	4,21	515	1,11
18064	4200	407	10,81	242	1,11	238	1,51	243	1,71	255	1,71	254	2,01	271	2,01	472	4,21	516	1,11
18165	4300	411	11,11	243	1,11	239	1,51	244	1,71	256	1,71	255	2,01	272	2,01	473	4,21	517	1,11
18266	4400	415	11,41	244	1,11	240	1,51	245	1,71	257	1,71	256	2,01	273	2,01	474	4,21	518	1,11
18367	4500	419	11,71	245	1,11	241	1,51	246	1,71	258	1,71	257	2,01	274	2,01	475	4,21	519	1,11
18468	4600	423	12,01	246	1,11	242	1,51	247	1,71	259	1,71	258	2,01	275	2,01	476	4,21	520	1,11
18569	4700	427	12,31	247	1,11	243	1,51	248	1,71	260	1,71	259	2,01	276	2,01	477	4,21	521	1,11
18670	4800	431	12,61	248	1,11	244	1,51	249	1,71	261	1,71	260	2,01	277	2,01	478	4,21	522	1,11
18771	4900	435	12,91	249	1,11	245	1,51	250	1,71	262	1,71	261	2,01	278	2,01	479	4,21	523	1,11
18872	5000	439	13,21	250	1,11	246	1,51	251	1,71	263	1,71	262	2,01	279	2,01	480	4,21	524	1,11
18973	5100	443	13,51	251	1,11	247	1,51	252	1,71	264	1,71	263	2,01	280	2,01	481	4,21	525	1,11
19074	5200	447	13,81	252	1,11	248	1,51	253	1,71	265	1,71	264	2,01	281	2,01	482	4,21	526	1,11
19175	5300	451	14,11	253	1,11	249	1,51	254	1,71	266	1,71	265	2,01	282	2,01	483	4,21	527	1,11
19276	5400	455	14,41	254	1,11	250	1,51	255	1,71	267	1,71	266	2,01	283	2,01	484	4,21	528	1,11
19377	5500	459	14,71	255	1,11	251	1,51	256	1,71	268	1,71	267	2,01	284	2,01	485	4,21	529	1,11
19478	5600	463	15,01	256	1,11	252	1,51	257	1,71	269	1,71	268	2,01	285	2,01	486	4,21	530	1,11
19579	5700	467	15,31	257	1,11	253	1,51	258	1,71	270	1,71	269	2,01	286	2,01	487	4,21	531	1,11
19680	5800	471	15,61	258	1,11	254	1,51	259	1,71	271	1,71	270	2,01	287	2,01	488	4,21	532	1,11
19781	5900	475	15,91	259	1,11	255	1,51	260	1,71	272	1,71	271	2,01	288	2,01	489	4,21	533	1,11
19882	6000	479	16,21	260	1,11	256	1,51	261	1,71	273	1,71	272	2,01	289	2,01	490	4,21	534	1,11
19983	6100	483	16,51	261	1,11	257	1,51	262	1,71	274	1,71	273	2,01	290	2,01	491	4,21	535	1,11
20084	6200	487	16,81	262	1,11	258	1,51	263	1,71	275	1,71	274	2,01	291	2,01	492	4,21	536	1,11
20185	6300	491	17,11	263	1,11	259	1,51	264	1,71	276	1,71	275	2,01	292	2,01	493	4,21	537	1,11
20286	6400	495	17,41	264	1,11	260	1,51	265	1,71	277	1,71	276	2,01	293	2,01	494	4,21	538	1,11
20387	6500	499	17,71	265	1,11	261	1,51	266	1,71	278	1,71	277	2,01	294	2,01	495	4,21	539	1,11
20488	6600	503	18,01	266	1,11	262	1,51	267	1,71	279	1,71	278	2,01	295	2,01	496	4,21	540	1,11
20589	6700	507	18,31	267	1,11	263	1,51	268	1,71	280	1,71	279	2,01	296	2,01	497	4,21	541	1,11
20690	6800	511	18,61	268	1,11	264	1,51	269	1,71	281	1,71	280	2,01	297	2,01	498	4,21	542	1,11
20791	6900	515	18,91	269	1,11	265	1,51	270	1,71	282	1,71	281	2,01	298	2,01	499	4,21	543	1,11
20892	7000	519	19,21	270	1,11	266	1,51	271	1,71	283	1,71	282	2,01	299	2,01	500	4,21	544	1,11
20993	7100	523	19,51	271	1,11	267	1,51	272	1,71	284	1,71	283	2,01	300	2,01				
21094	7200	527	19,81	272	1,11	268	1,51	273	1,71	285	1,71	284	2,01						
21195	7300	531	20,11	273	1,11	269	1,51	274	1,71	286	1,71	285	2,01						
21296	7400	535	20,41	274	1,11	270	1,51	275	1,71	287	1,71	286	2,01						
21397	7500	539	20,71	275	1,11	271	1,51	276	1,71	288	1,71	287	2,01						
21498	7600	543	21,01	276	1,11	272	1,51	277	1,71	289	1,71	288	2,01						
21599	7700	547	21,31	277	1,11	273	1,51	278	1,71										



DIBUJADO POR	P.T.J. DPTD. ING	PLANO N°	REV.
REVISADO POR	J.C.G. DPTD. ING	CY/CIA. 0904/005	B
			
VENTILADORES CENTRIFUGOS AIROLITE MODELOS SERIE VCLA 2A (DW / DOBLE ASPIRACION) TAMAÑOS 625 al 1525			

TAMAÑO	A	B	C	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A1	G1	G2
625	885	655	663	695	572	510	489	542	478	605	1165	40	1023	489	1061	1185	655	1205	40	1379	1002	438	1042	1339	834	1042	1339	502	481	1091	926	960	700
685	975	721	724	761	639	569	541	604	533	674	1290	40	1131	541	1181	1280	721	1340	40	1532	1106	484	1157	1482	921	1157	1482	554	538	1213	1028	1081	776
765	1084	807	802	847	706	628	600	667	588	744	1435	40	1256	600	1306	1425	807	1485	40	1697	1233	538	1283	1646	1030	1283	1646	617	592	1331	1137	1156	865
840	1196	882	883	932	771	685	660	728	641	813	1568	40	1392	660	1432	1568	882	1618	40	1855	1355	591	1405	1805	1126	1405	1805	678	648	1449	1248	1332	941
930	1316	980	978	1030	865	769	732	817	713	919	1748	40	1532	732	1597	1733	980	1813	40	2073	1503	654	1568	2008	1261	1568	2008	746	723	1585	1385	1497	1053
1025	1457	1075	1079	1125	946	841	823	893	789	998	1916	40	1704	823	1769	1901	1075	1981	40	2282	1657	723	1722	2217	1388	1722	2217	828	793	1741	1526	1670	1148
1130	1604	1194	1191	1244	1039	924	883	983	867	1096	2118	40	1857	883	1902	2103	1194	2183	40	2481	1832	801	1898	2418	1498	1898	2418	918	867	1888	1673	1802	1267
1245	1773	1308	1312	1358	1149	1023	957	1088	959	1217	2331	40	2030	957	2107	2298	1308	2411	40	2746	2014	878	2095	2666	1658	2095	2666	1007	967	2073	1858	2011	1397
1380	1954	1457	1450	1507	1267	1126	1033	1194	1054	1338	2583	40	2221	1033	2301	2553	1457	2663	40	3014	2233	977	2313	2934	1820	2313	2934	1114	1057	2264	2039	2202	1546
1525	2162	1608	1603	1658	1389	1236	1135	1314	1154	1473	2843	40	2447	1135	2524	2813	1608	2923	40	3310	2467	1076	2547	3230	1998	2547	3230	1231	1161	2472	2247	2428	1699



AIROLITE S.A. Av. Edo Frei M. N° 6001 - 51, Santiago. Fono: (02) 345 5200; Fax: (02) 345 5201; E-mail: central@airolite.cl - www.airolite.cl

COTIZACION

N° 61023-278 / P V

CLIENTE : LOUISIANA PACIFIC
 CIUDAD : SANTIAGO
 ATENCION : SEÑOR JUAN GONZALEZ N
 FONO : 8-621 6797
 FAX :
 e-mail : comando7@hotmail.com
 FECHA : 23 / 10 / 2006
 MATERIA : COTIZA VENT. CENTRIFUGO DE CARGA LIMITADA : DWDI ACCIONAMIENTO INDIRECTO
 OBRA :

EQUIPO	MODELO	CARACTERISTICAS GENERALES	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
VENT. 01	VCL - 1025 2A DWDI	Q: 47000 m3/h ; SP: 48 mm ca. ; Vsal: 8,4 m/s Vgiro: 600 rpm; 20,0 Hp / 380V / 4P / 3F / 50Hz	1	\$ 3.371.700	\$ 3.371.700
ALTERNAT.	VCL - 930 2A DWDI	Q: 47000 m3/h ; SP: 48 mm ca. ; Vsal: 10,2 m/s Vgiro: 710 rpm; 20,0 Hp / 380V / 4P / 3F / 50Hz	1	\$ 2.965.500	\$ 2.965.500

LOS VALORES SON NETOS MAS EL IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (IVA)

NOTAS

- Ventilador centrifugo DWDI (DOBLE ASPIRACION), Serie **VCL**, de Fab. Nacional; Rodete con álabes rectos inclinados atrás, de carga limitada. **Accionamiento Indirecto (poleas y correas).**
- Tratamiento superficial de los Equipos de Fabricación nacional: Esmalte Epóxico gris, sobre anticorrosivo estructural, en metal decapado químicamente.
- Motor blindado, Marca: Siemens o similar, TEFC, IP-55, Aislación clase F, factor de servicio 1.1
- Los equipos se cotizan puestos en Santiago, en nuestras bodegas de Panamericana Norte 6001-51 Stgo; **SIN EMBALAJE.**

CONDICIONES GENERALES

FORMAS DE PAGO - 50% ANTICIPO; SALDO, DOCUMENTADO A 30 DIAS DE FECHA DE ENTREGA

- CONSULTAR POR OTRAS CONDICIONES DE PAGO

PLAZOS DE ENTREGA : - Equipos VCL : 25 - 30 días, a partir de la recepción de la O de C y documentado.

VALIDEZ DE LA OFERTA : - Quince (15) días, a contar de la fecha de la presente cotización. **Salvo venta previa.**

Esperando que nuestra oferta sea de su conveniencia y vernos favorecidos con su estimada orden, quedamos a la espera de sus noticias y gratas ordenes.

Atentamente

PATRICIO VALENZUELA V.

Ingeniero de Proyectos

e-mail: pvalenzuela@airolite.cl