

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Técnica Naval**

**DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN
DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS DE UN BUQUE
RO-RO DE 210 PLATAFORMAS**

Alicia TORO GARCÍA



Centro: **E. U. I. T. NAVAL**
Titulación: **I. T. NAVAL**
Fecha: **Julio 2009**



TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	2
1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1 ANOTACIÓN.	5
1.2 SISTEMAS DE VENTILACIÓN.	5
1.2.1 Sistemas de ventilación.	6
1.2.2 Sistemas de ventilación de cámara de máquinas.	6
1.2.3 Exhaustación de aire de la Cámara de Máquinas.	8
1.2.4 Elementos del Sistema de Ventilación de la Cámara de Máquinas.	9
2. LISTA Y DISPOSICIÓN GENERAL DE LOS ELEMENTOS DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS.	12
2.1 RELACIÓN DE LOS EQUIPOS CONTENIDOS EN LA CÁMARA DE MÁQUINAS.	12
3. CÁLCULO DEL CAUDAL DE AIRE	15
3.1 CÁLCULO DEL CAUDAL DE AIRE NECESARIO A INTRODUCIR EN LAS CÁMARAS DE MÁQUINAS.	15
3.2 CÁLCULO DE LA EXTRACCIÓN DE AIRE	30
3.4 CÁLCULO DEL CAUDAL DE AIRE NECESARIO A INTRODUCIR EN LA CÁMARA DE MÁQUINAS AUXILIARES.	32
3.4 CÁLCULO DE LA EXTRACCIÓN DE AIRE	46
4. CÁLCULO DE LOS CONDUCTOS DE AIRE.....	48
4.1 DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN ESTÁTICA DE LOS VENTILADORES.	48
4.1.2 MÉTODOS DE CÁLCULO DE CONDUCTOS DE AIRE.....	50
4.1.3 MÉTODO DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD.....	53
4.1.4 VENTILADORES DE LA CÁMARA DE M.M.P.P.	58
VENTILADOR N°1.....	58
VENTILADOR N°2.....	77
VENTILADOR N°3.....	78
VENTILADOR N°4.....	90
VENTILADOR N°5.....	116
VENTILADOR N°6.....	116
4.1.5 VENTILADORES DE LA CÁMARA DE M.M.A.A.	150
VENTILADOR N°7.....	150
VENTILADOR N°8.....	154
5. SELECCIÓN DE LOS VENTILADORES.	167
5.1 INTRODUCCIÓN.....	167
5.2 CONCLUSIÓN.	175
5.3 VENTILADORES Y EXTRACTORES DE LA CÁMARA M.M.P.P.....	176
VENTILADOR N°1	176
VENTILADOR N°2	177
VENTILADOR N°3	178
VENTILADOR N°4	179
VENTILADOR N°5	180
VENTILADOR N°6	181
EXTRACTOR N°1	182
EXTRACTOR N°2	183
5.4 VENTILADORES Y EXTRACTORES DE LA CÁMARA M.M.A.A.	184
VENTILADOR N°7	184

VENTILADOR N°8	185
EXTRACTOR N°3	186
6. PRESUPUESTO.	187
ANEXO I:	189
DISPOSICIÓN GENERAL DE CÁMARA DE MÁQUINAS.	189
ANEXO II:	199
ISO 8861. SHIPBUILDING ENGINE-ROOM VENTILATION IN DIESEL-ENGINEED SHIPS. DESIGN REQUIREMENTS AND BASIS OF CALCULATIONS.	199
ANEXO III:	217
DISPOSICIÓN ISOMÉTRICA DE LAS LÍNEAS DE VENTILACIÓN.	217
ANEXO IV:	227
DISPOSICIÓN UNIFILAR DE VENTILACIÓN.	227
ANEXO V:	234
INFORMACIÓN DE LOS FABRICANTES.	234
ANEXO VI:	248
TARIFAS 2009	248
BIBLIOGRAFÍA.....	254

1. INTRODUCCIÓN.

Los sistemas de la ventilación proveen y quitan aire de los espacios del buque. Por ello, la calidad de estos sistemas protege al personal y el equipo sensible contra los contaminantes que lleva el aire y que son potencialmente peligrosos, los fuegos, las explosiones, y la excesiva temperatura. Los sistemas de ventilación bien diseñados y fácilmente mantenidos son importantes para mantener un ambiente seguro y cómodo de trabajo.

Los sistemas de ventilación incluyen dispositivos de entrada de aire, unos filtros y dispositivos de escape. Los sistemas de entrada substituyen el aire contaminado agotado de un espacio de trabajo por aire exterior incontaminado. Los dispositivos de escape quitan olores, el aire calentado, y los contaminantes aerotransportados del espacio de trabajo. Las cantidades de aire de circulación de entrada y del extractor deben ser equilibradas.

Todos los componentes de los sistemas de la ventilación tales como ventiladores, motores, conductos, apagadores, tomas de aire y enchufes, filtros, y paneles de acceso, deben trabajar correctamente para que los sistemas puedan funcionar con seguridad y eficientemente. Por lo tanto, el diseño del sistema de ventilación se debe considerar como parte esencial del planeamiento, desarrollo, y producción de los equipos y sistemas del buque . No sólo los sistemas deben funcionar correctamente ellos mismos, además la manera de ajuste por parte del operador y el diseño, debe también ser consideradas. La falta de diseño de sistemas capaces de proporcionar la ventilación en la etapa del diseño puede crear obstáculos costosos en la operación y al mantenimiento seguros y eficientes de la nave, que presenta en última instancia una amenaza a la seguridad y a la salud del personal y de los equipos.

1.1 ANOTACIÓN.

Los cálculos que aparecen en este estudio son preliminares ya que están basados en los requisitos y equipos potenciales. Los cálculos más detallados se realizarían en una fase más avanzada del proyecto del buque.

1.2 SISTEMAS DE VENTILACIÓN.

El uso de sistemas de ventilación significa que la condición deseada para una habitación es mantenida por el suministro mecánico de aire exterior y la expulsión mecánica del aire interior al exterior de la habitación.

En general hay dos tipos principales de sistemas de ventilación. Las personas trabajando y viviendo en las habitaciones requieren la entrada de aire nuevo. La combustión de gases en los equipos instalados necesita la renovación del aire por un flujo de ventilación.

Para algunos espacios de máquinas, como por ejemplo locales de transformación, es necesario tener el aire filtrado antes de la entrada al local. También los sistemas de exhaustación de las cocinas necesitan algún tipo de filtro para recoger el aceite de las campanas de extracción de grasa para minimizar la contaminación dentro del sistema de conductos y la contaminación exterior.

Ventilación de maquinaria y carga.

La ventilación de la maquinaria y los espacios de carga está descrita en la sección “Ventilación de la maquinaria” y “Sistemas de ventilación de la carga”.

Ventilación de la acomodación.

La descripción de los sistemas de ventilación en la acomodación de buques se encuentra en la sección “Sistemas de ventilación especiales para acomodación”.

1.2.1 Sistemas de ventilación.

Diseño.

Cuando diseñamos un sistema de ventilación es importante establecer si se requiere cambio de aire de una habitación o una temperatura determinada que debe ser mantenida.

En el caso de que se requiera que una temperatura sea mantenida en una habitación, es necesario establecer la carga para el medio ambiente y para la maquinaria instalada.

En general los sistemas de ventilación son del tipo de baja presión usando ventiladores de flujo axial y conductos estructurales para la distribución principal del aire, combinada con tuberías metálicas para la distribución en las bodegas.

1.2.2 Sistemas de ventilación de cámara de máquinas.

Ventilación de cámara de máquinas.

La ventilación de los compartimentos de máquinas es una necesidad por varias razones.

La razón principal es la provisión del aire para la combustión de las máquinas principales, así como a la maquinaria auxiliar. Además contribuye a la disipación del calor, previniendo de un sobrecalentamiento de las instalaciones sensibles al calor; manteniendo unas condiciones confortables de trabajo para los operarios, y al mantenimiento de las condiciones propias en las salas de control de máquinas.

La respuesta a estos requerimientos mencionados anteriormente comprende un número de diferentes sistemas, cada cual está especialmente diseñado para su propósito; éstos propósitos serán mencionados a continuación.

Sistema de suministro de aire principal.

La mayor cantidad de aire a suministrar a la cámara de máquinas es a propósito de la combustión y refrigeración de la maquinaria principal y auxiliar. La instalación de un número de ventiladores de flujo axial, que en conexión con un sistema de anchos, pero cortos conductos de aire que llevarán el aire a los espacios vitales, la parte alta de las máquinas.

El sistema de ventilación está hecho como una planta de ventilación de baja presión, con conductos anchos para suministrar el aire principal. Los ventiladores suministradores se recomienda que sean al menos dos ventiladores de flujo axial.

En el caso de que esté instalado un sistema de extinción de incendios mediante CO₂, se requiere tener la posibilidad de exhaustación de un mínimo de dos veces el aire cambiado cada hora por encima de la cubierta de máquinas.

Sistema de suministro de aire secundario.

Para la distribución del aire secundario requerido tiene que ser instalado un sistema de ventilación de alta presión para suministrar aire a los puntos calientes y lugares de trabajo.

El sistema de alta presión consiste en uno o más ventiladores centrífugos, un sistema de conductos de aire y toberas. El más reciente es ajustable, descargando el aire en un área determinada anteriormente.

La aplicación de ventiladores de alta presión hace que el sistema de tuberías de aire tenga menores dimensiones, comparado con el sistema anteriormente usado que se basaba en el principio de baja presión.

Cálculo de la cantidad de aire.

Un cálculo del volumen necesario de aire requerido por la propia operación de las instalaciones de la cámara de máquinas puede hacerse según unos Standard nacionales o internacionales.

El consumo total y ventilación de aire de la cámara de máquinas para un buque de propulsión diesel se calcula de acuerdo la ISO 8861.

La emisión de calor para la maquinaria normalmente requerirá menor aire que para el consumo de las máquinas cuando el incremento de temperatura en la cámara de máquinas se calcula para que sea 12,5°C por debajo del aire de fuera.

El porcentaje de cantidad de aire que tiene que ser introducida en la cámara de máquinas por un sistema de alta presión dependerá de las condiciones en cada caso específico (la localización de las máquinas, la forma y la disposición de la cámara de máquinas, el número de puntos calientes, lugares de trabajo,...). Sin embargo tiene que decidirse en cada caso individual en cooperación con el fabricante del sistema de ventilación. A veces, por razones de economía, la cantidad de aire suministrada por el sistema de alta presión no debe permitir exceder un 25% de la cantidad total de aire.

1.2.3 Exaustación de aire de la Cámara de Máquinas.

Para realizar la propia ventilación es necesario asegurar la exaustación de la cantidad de aire de ventilación.

Para las Cámaras de Máquinas grandes con gran cantidad de aire de ventilación es necesario tener posibilidades de ajustar la exhaustación de la cantidad de aire, por ejemplo mediante en encendido y el apagado de dos o tres ventiladores de exhaustación, o activando el ventilador de exhaustación por un convertidor de frecuencia controlada por la presión estática en la cámara de máquinas.

Las cámaras de máquinas pequeñas tienen normalmente exhaustación natural, en ese caso es necesario asegurar que la presión del aire no exceda 50 Pa, los cuales son los recomendados como máxima sobrepresión en la cámara de máquinas.

1.2.4 Elementos del Sistema de Ventilación de la Cámara de Máquinas.

Sistema Primario.

El sistema de ventilación primaria es el que proporciona el aire necesario para la combustión y la refrigeración de las máquinas principales y auxiliares.

-Ventiladores suministradores de aire.

Por razones de seguridad se necesitan dos o más ventiladores de flujo axial para la entrada de aire. Los motores tienen que de dos velocidades o de una velocidad con convertidores de frecuencia.

-Tomas de aire.

Las tomas de aire tienen que tener separadores de agua, preferentemente filtros.

-Shut-Off Dampers.

Se instalan Shut-Off Dampers para cerrar el flujo de aire. Es importante reseñar que en algunos casos se necesita un Damper de fuego.

-Sistema de conductos de aire.

UN sistema de conductos de aire de baja presión con conductos cuadrados es el más indicado para la distribución del flujo de aire principal.

-Paneles de inicio.

Para la operación de los ventiladores de flujo axial.

-Sistema de Control

Para ahorrar energía los ventiladores son regulados por controladores de frecuencia regulada de acuerdo con la carga actual de las máquinas.

Sistema Secundario.

El sistema secundario asegura la ventilación apropiada en todos los locales.

-Ventiladores suministradores de aire.

En este caso se usan uno o más ventiladores centrífugos.

-Tomas de aire.

Las tomas de aire tienen que tener separadores de agua, preferentemente filtros.

-Shut-Off Dampers.

Se instalan Shut-Off Dampers para cerrar el flujo de aire. Es importante reseñar que en algunos casos se necesita un Damper de fuego.

-Sistema de conductos de aire.

Se usa un sistema de aire de media presión para la distribución del flujo de aire.

-Toberas suministradoras de aire.

Para ajustar el flujo de aire suministrado se usan las toberas en las aperturas de suministro.

-Paneles de inicio.

Para la operación de los ventiladores centrífugos.

-Sistema de Control.

Para ahorrar energía los ventiladores son regulados por controladores de frecuencia regulada de acuerdo con la carga actual de las máquinas.

Sistema de exhaustación.

La exhaustación natural es muy común en las salas de máquinas pequeñas, pero para asegurar una buena ventilación y control de las altas presiones se recomienda el uso de un sistema de exhaustación.

-Ventiladores de exhaustación de aire.

Por razones de seguridad se instalan dos o más ventiladores de flujo axial para la extracción del aire.

Los motores tienen que ser de dos velocidades o de una velocidad pero con un regulador de potencia.

-Sistema de conductos de aire.

A veces se requiere un sistema de conductos de baja presión, pero muchos sistemas usan la chimenea como conducto de exhaustación de aire con ventiladores extractores en la parte superior.

-Shut-Off Dampers.

Se instalan Shut-Off Dampers para cerrar el flujo de aire. Es importante reseñar que en algunos casos se necesita un Damper de fuego.

-Salida de aire.

-Paneles de inicio.

Para la operación de los ventiladores centrífugos.

-Sistema de Control.

Para ahorrar energía los ventiladores son regulados por controladores de frecuencia regulada de acuerdo con la carga actual de las máquinas.

2. LISTA Y DISPOSICIÓN GENERAL DE LOS ELEMENTOS DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS.

2.1 RELACIÓN DE LOS EQUIPOS CONTENIDOS EN LA CÁMARA DE MÁQUINAS.

POSICIÓN	DENOMINACIÓN	CANT.	CARACTERÍSTICAS
1	UNIDAD AIRE ACONDICIONADO CRA. CONTROL	1	
2	UNIDAD AIRE ACONDICIONADO TALLER MAQUIN.	1	
3	ASCENSOR SERVICIO	1	4 PERSONAS (450KG) 0,8M/S
4	MOTORES PROPULSORES	4	MAN-BW 9L 48/608 10800KW-500RPM
5	REDUCTORAS	2	500/150 RPM
6	ACOPLAMIENTO ELÁSTICO	4	M.E. - REDUCTION GEAR
7	ACOPLAMIENTO ELÁSTICO	2	REDUCTION GEAR- SHAFT GENERATOR
8	HÉLICE PROPULSORA	2	CONTROLLABLE PITCH. FOUR BLADED
9	EJE DE COLA	2	
10	EJE INTERMEDIO	2	
11	CHUMACERA APOYO		
12	UNIDADES HIDRÁULICAS HÉLICE DE PASO CONTROLABLE	2	UNA POR PROPULSOR
13	MOTORES AUXILIARES	3	1720KW -1000 RPM
14	GENERADORES PRINCIPALES	3	1635KWE- 100RPM-400V-50HZ
15	GENERADORES DE COLA	2	1800KWE-1500RPM-400V-50HZ
16	MOTOR DIESEL PUERTO	1	450KW-1000RPM
17	GENERADOR PUERTO	1	430KWE-1000RPM-400V-5HZ
18	MOTOR DIESEL EMERGENCIA	1	450KW-1500RPM
19	GENERADOR EMERGENCIA	1	430KWE-1500RPM-400V-50HZ
20	CALDERA MECHEROS	1	2500KG/h-7BAR (G) SATURATED STEAM
21	ECONOMIZADOR GASES EXHAUSTACIÓN	4	1000KG/H-7BAR (G) SATURATED STEAM
22	CONDENSADOR ATMOSFÉRICO	2	
23	TANQUE AGUA ALIMENTACIÓN CALDERAS	1	1,8 M3
24	TANQUE OBSERVACIÓN PURGAS	1	0,65 M3
25	BOMBAS AGUA ALIMENTACIÓN CALDERA MECHEROS	2	
26	BOMBAS CIRCULACIÓN AGUA ECONOMIZADORES	5	8M3/H-35 M.W.T.H.
27	BOMBAS TRASIEGO AGUA ALIMENTACIÓN CALDERAS	1	3,5M3/H-30 M.W.T.H
28	ENFRIADORES AD. SISTEMA ALTA TEMP. MM.PP.	4	
29	BOMBAS SISTEMA REFRIGERACIÓN AD. BAJA TEMP. MM.PP.	4	260M3/H-25 M.W.T.H
30	ENFRIADORES AS./AD. BAJA TEMP. MM.PP.	4	
31	PRECALENTADORES AGUA DULCE MM.PP.	2	
32	PRECALENTADOR AGUA DULCE MM.AA.	1	
33	BOMBA PRECAL.AGUA DULCE MM.PP.	2	
34	BOMBA PRECAL. AGUA DULCE MM.AA.	1	
35	BOMBA TRASIEGO AGUA DULCE	1	2M3/H-25 M.W.T.H.
36	TQ. EXPANSIÓN AGUA DULCE AT/BT MM.PP	2	1000L
37	TQ. EXPANSIÓN AGUA DULCE REFRIG. TOBERAS MM.PP.	2	500L
38	TQ. EXPANSIÓN AGUA DULCE AT/BT MM.AA.	1	
39	BOMBAS AGUA DULCE B.T. MM.AA.	2	
40	ENFRIADORES A.S./A.D. BAJA TEMP. MM.AA.	2	
41	BOMBAS AGUA SALADA MM.PP.	4	
42	BOMBAS AGUA SALADA MM.AA.	2	

43	BOMBAS A.S. REFRIG./ ALIMENT. GENERADOR A.D.	1	90M3/H-40 M.W.T.H.
44	BOMBA A.S. REFRIGERACIÓN UNIDAD AIRE ACOND.	2	80M3/H-40 m.W.T.H.
45	BOMBA A.S. REFRIGERACIÓN MAQUINARIA FRIGORÍFICA	2	15M3/H-40 M.W.T.H
46	BOMBAS PRELUBRICACIÓN AC. LUB. MM.PP.	4	230M3/H-8 BAR
47	ENFRIADORES ACEITE LUBRICACIÓN MM.PP.	4	1600 KW (+10% MARGIN)
48	FILTROS AUTOMÁTICOS ACEITE LUBRICACIÓN MM.PP.	4	0,034 MM (120% REQUIRED FLOW)
49	FILTRO INDICADOR ACEITE LUBRICACIÓN MM.PP.	4	0,06 MM (120% REQUIRED FLOW)
50	BOMBAS PURIFICADORAS ACEITE LUB. MM.PP.	4	3,15 M3/H-4 BAR
51	PURIFICADORAS ACEITE LUB. MM.PP.	4	
52	BOMBA PURIFICADORA ACEITE LUB. MM.AA.	1	1,4 M3/H - 4BAR
53	PURIFICADORA ACEITE LUB. MM.AA.	1	1400 L/H (SELF CLEANING)
54	CALENTADORES PURIFICADORAS AC. LUB. MM.PP.	4	3150 L/H (40°C-80°C)
55	CALENTADOR PURIFICADORA AC. LUB. MM.AA.	1	1400 L/H (40°C-80°C)
56	TANQUE LODOS PURIFICADORAS ACEITE MM.PP.	1	M3
57	BOMBA TRASIEGO ACEITE LUB.	1	10M3/H - 4BAR
58	BOMBA TRASIEGO ACEITE LUB. REDUCTORES	1	2 M3/H- 3BAR
59	BOMBA TRASIEGO ACEITE LUB. BOCINA	1	4M3/H - 3BAR
60	BOMBA TRASIEGO HFO Y MDO.	2	60M3/H - 4BAR
61	TANQUE MDO DIESEL GENERADOR DE EMERGENCIA	1	AB. 5M3
62	TANQUE MDO DIESEL GENERADOR PUERTO	1	AB. 3M3
63	PURIFICADORAS HFO	3	ABT. 5200 L/H (SELF CLEANING)
64	PURIFICADORA MDO	1	ABT. 1500 L/H
65	BOMBA ALIMENTACIÓN PURIFICADORA HFO	3	5,1 M3/H - 4BAR
66	CALENTADOR PURIFICADORA HFO	3	5200 L/H (60°C - 98°C)
67	CALENTADOR PURIFICADORA MDO	1	1500 L/H (60°C - 98°C)
68	UNIDAD PREPARACIÓN COMBUSTIBLE MM.PP.	2	UNA UNIDAD PARA DOS MAQUINAS
69	UNIDAD PREPARACIÓN COMBUSTIBLE MM.AA	1	
70	FILTRO DOBLE ENTRADA MM.PP.	4	120% DEL FLUJO REQUERIDO
71	UNIDAD PREPARACIÓN COMBUSTIBLE CALDERA	1	
72	TANQUE LODOS PURIFICADORAS HFO/MDO MM.PP.	4	M3
73	BOMBA TRASIEGO LODOS	1	15 M3/H -4,5 BAR
74	SILENCIOSOS MM.PP.	4	25DB WITH SPARK ARRESTER
75	SILENCIOSOS MM.AA.	3	35DB WITH SPARK ARRESTER
76	SILENCIOSO DIESEL GENERADOR PUERTO	1	35 DB
77	SILENCIOSO DIESEL GENERADOR EMERGENCIA	1	35 DB
78	BOMBA CONTRA INCENDIOS	1	90M3/H - 80 M.W.T.H.
79	BOMBA CONTRA INCENDIOS EMERGENCIA	1	75M3/H - 80M.W.T.H.
80	BOMBA ROCIADO AGUA C.I.	1	160M3/H - 80M.W.T.H.
81	BOMBA EQUIPO HIDRÓFORO C.I.	1	12M3/H - 80 M.W.T.H.
82	TANQUE HIDRÓFORO C.I.	1	100L - 80 M.W.T.H.
83	BOMBA SENTINAS	1	140M3/H - 20 M.W.T.H.
84	BOMBA SERVICIOS GENERALES	1	140/90 M3/H - 20/80 M.WW.T.H.
85	SEPARADOR SENTINAS	1	5M3/H - 15 PPM
86	BOMBA SEPARADOR SENTINAS	1	5M3/H - 20 M.W.T.H.
87	BOMBA SERVICIO DIARIO SENTINAS CRA. DE MAQ,	1	10M3/H - 3 BAR (TIPO PISTON)
88	BOMBA LASTRE	2	250M3/H - 20 M.W.T.H.
89	BOMBA CORRECCIÓN TRIMADO	1	400M3/H - 20 M.W.T.H.
90	COMPRESORES AIRE ARRANQUE MM.PP.	2	225 NM3/H- 30BAR (G)
91	COMPRESOR AIRE ARRANQUE MM.AA.	1	45 NM3/H - 30BAR (G)
92	BOTELLA AIRE ARRANQUE MM.AA.	1	250L - 30BAR
93	BOTELLAS AIRE ARRANQUE MM.PP.	2	5000L - 30BAR
94	COMPRESOR AIRE CONTROL	1	30 NM3/H - 7BAR (G)

95	BOTELLA AIRE CONTROL	1	2M3 - 7BAR
96	SECADOR AIRE	2	
97	GENERADOR AGUA DULCE	1	30tm/dia
98	UNIDAD TRATAMIENTO AGUAS NEGRAS	1	TIPO BIOLÓGICO
99	BOMBAS AGUA DULCE SANITARIA FRÍA	2	5M3/H - 60 M.W.T.H.
100	TANQUE HIDRÓFORO AGUA DULCE SANITARIA	1	1000L - 6BAR
101	BOMBAS AGUA DULCE CALIENTE	2	1M3/H - 5M.W.T.H.
102	CALENTADOR AGUA DULCE	1	750L - 15°C - 80°C
103	VENTILADORES CÁMARAS MM.PP.	6	170000 M3/H - 60 MM.W.T.H.
104	VENTILADOR CÁMARA MM.AA.	2	50000 M3/H - 60 MM.W.T.H.
105	SERVOMOTORES	2	ELECTROHIDRAULIC ROTARY VANE TYPE
106	BOMBA ACEITE HIDRÁULICO SERVOMOTORES	4	VARIABLE FLOW TYPE
107	TIMONES	2	
108	HELICES MANIOBRA PROA	2	1300 KW - 1500RPM (C.P.P.)
109	UNIDADES HIDRÁULICAS HÉLICES MANIOBRA	2	
110	PUENTE GRÚA MM.PP.	4	500 KG
111	POLIPASTOS MM.AA.	3	3000 KG (TRAVELING CRANE)
112	MOTORES ELÉCTRICOS HÉLICES MANIOBRA	2	...KG -1500RPM-380V 50HZ
113	CONSOLA CONTROL CÁMARA DE MÁQUINAS	1	
114	CONSOLA CONTROL CALDERA MECHEROS	1	

NOTA: La disposición General de los equipos de Cámara de Máquinas se adjunta en el Anexo I.

3. CÁLCULO DEL CAUDAL DE AIRE

3.1 CÁLCULO DEL CAUDAL DE AIRE NECESARIO A INTRODUCIR EN LAS CÁMARAS DE MÁQUINAS.

Llegados a este punto vamos a proceder al cálculo de aire que necesitaremos introducir para la ventilación de las Cámaras de Máquinas del RO-RO.

Para realizar este cálculo tendremos en cuenta las características de los locales a ventilar ya que influirán directamente en el aire necesario.

Generalmente, se hace lo siguiente:

- Se determina la capacidad, el volumen que ocupa el local en m^3 .
- Mediante una serie de tablas empíricas se deciden las renovaciones de aire que deben hacerse en el local por hora.
- Por último se multiplica el volumen que ocupa el local por el número de renovaciones elegidas en el punto anterior y se obtiene la cantidad de aire por hora que hay que introducir en el local pa realizar la ventilación necesaria.

Otros métodos posibles son a partir de otras tablas que nos muestran el aire a introducir en el local por unidad de tiempo (segundos, horas, etc.) en función del número de personas que trabajarán en dicho local y en función de la superficie en m^2 del local.

Sin embargo, para el cálculo de la ventilación de las Cámaras de Maquinas, resultará difícil emplear los método anteriormente nombrados. Si evaluamos el primero de los métodos (el del volumen en m^3) podremos comprobar que calcular el volumen de las Cámaras de Máquinas resulta complicado principalmente porque la cubierta en estos

locales es muy irregular debido a los refuerzos estructurales que deben situarse en estas zonas para el soportado de los equipos de grandes dimensiones tales como los MM.PP.; además al ir estos locales situados a popa del buque, las formas del casco en esta zona son finas; todo esto hará que el cálculo del volumen sea muy complicado. Lo mismo ocurrirá con el método de cálculo basado en la superficie en m² del local.

El método basado en el número de personas que trabajarán en el local tampoco es aplicable ya que el aire que consumirán dichas personas no es comparable al aire que se necesitará para la alimentación de las máquinas, por ello no se tiene en cuenta para el cálculo ya que con suministrar el aire suficiente para las máquinas el consumo humano quedará asegurado.

Todas estas razones hacen que la solución tomada para nuestra situación sea realizar el cálculo de dicho aire basándonos en la norma ***ISO 8861: Engine-room ventilation in diesel-engined ships- Design requirements and basis of calculations (ANEXO II)*** (Ventilación en la Cámara de Máquinas en buques de propulsión diesel- Requerimientos de diseño y bases de cálculos).

Esta norma nos definirá:

- Ámbito y alcance de la norma.
- Menciona qué normas se han tomado como referencia para la creación de la misma.
- Establece las condiciones de diseño.
- Cálculos a realizar para conocer el caudal a introducir en los espacios de máquinas.

Basándonos en dicha norma vamos a proceder a realizar los cálculos necesarios con objeto de calcular el caudal necesario a introducir en los espacios de máquinas.

CÁLCULO DEL CAUDAL DE AIRE.

A) CAUDAL TOTAL.

El caudal total Q que ha de entrar en la cámara de máquinas ha de ser al menos el mayor valor de cualquiera de estas dos fórmulas:

$$1: Q = q_c + q_h$$

$$2: Q = 1.5 \times q_c$$

B) CAUDAL DE AIRE PARA LA COMBUSTIÓN.

Ø B.1. SUMA DEL CAUDAL DE AIRE PARA LA COMBUSTIÓN.

La suma del caudal de aire para la combustión, q_c , deberá ser calculada de la siguiente manera (m^3/sg):

$$q_c = q_{dp} + q_{dg} + q_b$$

q_{dp} = Caudal para la combustión del motor propulsor (m^3/sg)

q_{dg} = Caudal para la combustión de los moto-generadores (m^3/sg)

q_b = Caudal para la combustión de las calderas (m^3/sg)

Ø B.2. CAUDAL PARA LA COMBUSTIÓN DEL MOTOR PROPULSOR.

El caudal para la combustión del motor propulsor diesel se calculará como sigue:

$$q_{dp} = \frac{P_{dp} \times m_{ad}}{\bullet}$$

P_{dp} = Potencia de servicio del motor propulsor diesel, a la máxima potencia continua de salida (Kw)

$$P_{dp} = 10800 \text{ Kw}$$

m_{ad} = Necesidad de aire para la combustión del motor diesel (Kg/Kw x sg)

$$m_{ad} = 0.002 \text{ Kg/Kw x sg (Motor de 4 tiempos)}$$

\bullet = Densidad del aire

$$\bullet = 1.13 \text{ Kg/m}^3$$

$$q_{dp} = \frac{10800 \times 0.002}{1.13} = 19.11 \text{ m}^3/\text{sg} \quad \text{1 solo motor.}$$

Como en nuestro buque tenemos 4 motores:

$$q_{dp.Total} = 19.11 \times 4 = 76.46 \text{ m}^3/\text{sg}$$

Ø B.3. CAUDAL DE AIRE PARA LA COMBUSTIÓN DE LOS MOTO-GENERADORES.

El caudal de aire para la combustión de los moto-generadores diesel se calculará de la siguiente forma:

$$q_{dg} = \frac{P_{dg} \times m_{ad}}{\bullet}$$

P_{dg} = Potencia de servicio de los moto-generadores diesel, a la máxima potencia de salida (Kw)

$$P_{dp} = 1635 \text{ Kw}$$

m_{ad} = Necesidad de aire para la combustión de los motores diesel (Kg/Kw x sg)

$$m_{ad} = 0.002 \text{ Kg/Kw x sg (Motor de 4 tiempos)}$$

\bullet = Densidad del aire

$$\bullet = 1.13 \text{ Kg/m}^3$$

$$q_{dp} = \frac{1800 \times 0.002}{1.13} = 3.18 \text{ m}^3/\text{sg} \quad \text{1 solo moto-generador.}$$

Como tenemos 2 generadores:

$$q_{dg.Total} = 3.18 \times 2 = 6.37 \text{ m}^3/\text{sg}$$

Ø B.4. CAUDAL DE AIRE PARA LA COMBUSTIÓN DE LAS CALDERAS Y CALENTADORES.

En las Cámaras de Máquinas no hay ninguna caldera y de las características de los precalentadores no tenemos aún información por estar en un momento aún preliminar del proyecto del buque.

C) CAUDAL DE AIRE PARA LA EVACUACIÓN DEL CALOR EMITIDO.

La suma del caudal de aire necesario para la evacuación del calor, q_h , se calculará con la fórmula siguiente (m^3/sg):

$$q_h = \frac{\phi_{dp} + \phi_{dg} + \phi_b + \phi_p + \phi_g + \phi_{el} + \phi_{ep} + \phi_t + \phi_o}{\rho \cdot c \cdot T} - 0.4(q_{dp} + q_{dg}) - q_b$$

ϕ_{dp} = Calor emitido por los motores propulsores (Kw)

ϕ_{dg} = Calor emitido por los moto-generadores (Kw)

ϕ_b = Calor emitido por las calderas y calentadores (Kw)

ϕ_p = Calor emitido por las tuberías de vapor y condensado (Kw)

ϕ_g = Calor emitido por los generadores eléctricos refrigerados por aire (Kw)

ϕ_{ep} = Calor emitido por las tuberías de exhaustación (Kw)

ϕ_t = Calor emitido por los tanques calientes (Kw)

ϕ_o = Calor emitido por otros componentes (Kw)

q_{dp} = Caudal para la combustión del motor propulsor (m^3/sg)

q_{dg} = Caudal para la combustión de los moto-generadores (m^3/sg)

q_b = Caudal para la combustión de las calderas (m^3/sg)

ρ = Densidad del aire

c = Calor específico del aire= 1.01 KJ/KgxK

• T= Diferencia de temperatura entre la temperatura del aire en el interior de la sala y la temperatura del aire en el exterior de la misma= 12.5 K

Ø C.1. CÁLCULO DEL CALOR EMITIDO.

C.1.1. CALOR EMITIDO POR EL MOTOR PROPULSOR.

El calor emitido por motor propulsor, ϕ_{dp} , se obtendrá según la fórmula que sigue:

$$\phi_{dp} = P_{dp} \times \frac{\bullet_{hd}}{100}$$

P_{dp} = Potencia de servicio del motor propulsor (Kw)

P_{dp} = 10800 Kw

- hd = Porcentaje de calor perdido por el motor
- hd = Dato desconocido*

*Cuando este dato no se conoce la norma dice que ϕ_{dp} se calcula de acuerdo con la gráfica 7.1. de la norma, para motores de 4 tiempos, (Mirar Anexo II). En esta gráfica está expresada la fórmula en base a la cual está construida y es la siguiente:

$$\phi_{dp} = 0.396 \times P_{dp}^{0.70}$$

Entonces:

$$\phi_{dp} = 0.396 \times (10800)^{0.70} = 263.7 \text{ Kw}$$

Como tenemos cuatro motores:

$$\phi_{dp, \text{Total}} = 263.7 \times 4 = 1054.8 \text{ Kw}$$

C.1.2. CALOR EMITIDO POR LOS MOTO-GENERADORES.

El calor emitido por los moto-generadores, ϕ_{dg} , se obtendrá según la fórmula que sigue:

$$\phi_{dg} = P_{dg} \times \frac{\bullet_{hd}}{100}$$

P_{dg} = Potencia de servicio de los moto-generadores (Kw)

P_{dp} = 1635 Kw

- $_{hd}$ = Porcentaje de calor perdido por los motores
- $_{hd}$ = Dato desconocido*

*Cuando este dato no se conoce la norma dice que ϕ_{dg} se calcula de acuerdo con la gráfica 7.1. de la norma, para motores de 4 tiempos, (Mirar Anexo II). En esta gráfica está expresada la fórmula en base a la cual está construida y es la siguiente:

$$\phi_{dg} = 0.396 \times P_{dg}^{0.70}$$

Entonces:

$$\phi_{dg} = 0.396 \times (1635)^{0.70} = 70.33 \text{ Kw}$$

Como tenemos 2 generadores:

$$\phi_{dg.Total} = 70.33 \times 2 = 140.66 \text{ Kw}$$

C.1.3. CALOR EMITIDO POR LAS CALDERAS Y LOS CALENTADORES.

En las Cámaras de Máquinas no hay ninguna caldera y de las características de los precalentadores no tenemos aún información por estar en un momento aún preliminar del proyecto del buque.

C.1.4. CALOR EMITIDO POR LAS TUBERÍAS DE VAPOR Y CONDENSADO.

El calor emitido por las tuberías de vapor y condensado, ϕ_p , se obtendrá según la fórmula que sigue:

$$\phi_p = m_{sc} \times \frac{\bullet_{hp}}{100}$$

m_{sc} = Consumo total de vapor (Kw) (1 Kw • 1.6 Kg/h)

$m_{sc} = 2500 \text{ Kg/h} = 1562.5 \text{ Kw}$

• h_p = Porcentaje de la pérdida de calor de las tuberías de vapor y condensado, respecto al consumo de vapor.

• $h_p = 0.2\%$ (Mirar Anexo II)

$$\phi_p = 1562.5 \times \frac{0.2}{100} = 3.125 \text{ Kw}$$

C.1.5. CALOR EMITIDO POR LOS GENERADORES ELÉCTRICOS.

El calor emitido por los generadores refrigerados por aire, ϕ_g , se obtendrá según la fórmula que sigue:

$$\phi_g = P_g \times [1 - (\bullet / 100)]$$

P_g = Potencia instalada del generador (Kw)

$P_g = 1800 \text{ Kw}$

• = 94% (Mirar Anexo II)

$$\phi_g = 1800 \times [1 - (94/100)] = 108 \text{ Kw}$$

Como tenemos dos generadores:

$$\phi_g = 108 \times 2 = 216 \text{ Kw}$$

C.1.6. CALOR EMITIDO POR LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

El calor emitido por las instalaciones eléctricas, ϕ_{el} , se obtendrá siguiendo alguno de los criterios que se detallan a continuación:

- 1) Si se conocen todos los detalles de todas y cada una de las instalaciones eléctricas; el calor emitido es la suma del calor emitido simultáneamente por cada instalación eléctrica.

2) Si no se conocen los detalles de todas las instalaciones eléctricas, entonces el calor emitido se tomará como el 20% de la potencia de los equipos que se estén utilizando en un lugar determinado en la mar.

En el caso de nuestra cámara de máquinas, hemos de usar el segundo criterio, ya que no disponemos de mucha información acerca de los equipos eléctricos. Entonces, haremos un balance eléctrico de los equipos eléctricos en dos distintas situaciones: navegación en verano y maniobra. De estas dos situaciones se elegirá la que resulte más desfavorable; luego se obtendrá el 20% que será el calor emitido que habrá de ser tenido en cuenta para el cálculo del caudal de aire.

No se tendrán en cuenta las situaciones en puerto porque la norma dice que se considerarán los equipos que están funcionando en la mar.

El coeficiente para los equipos de funcionamiento continuo será 1, para los equipos de régimen periódico será 0.5 y para los eventuales será 0.25.

BALANCE ELÉCTRICO

CONSUMIDOR	DATOS CONSUMIDOR			NAVEGACIÓN VERANO			MANIOBRA		
	INST.	SERV.	KW.	CONT.	PERIO.	EVEN.	CONT.	PERIO.	EVEN.
BOMBAS AGUA ALIMENTACIÓN CALDERA MECHEROS	2	1	1,5		1,5		1,5		
BOMBAS CIRCULACIÓN AGUA ECONOMIZADORES	5	3	2,0	6,0			6,0		
BOMBAS TRASIEGO AGUA ALIMENTACIÓN CALDERAS	1	1	2,0		2,0		2,0		
BOMBAS SISTEMA REFRIGERACIÓN AD. BAJA TEMP. MM.PP.	4	3	14,0	42,0			42,0		
BOMBA PRECAL.AGUA DULCE MM.PP.	2	1	7,0		7,0		7,0		
BOMBA TRASIEGO AGUA DULCE	1	1	19,0		19,0			19,0	
BOMBAS AGUA SALADA MM.PP.	4	3	51,0	153,0			153,0		
BOMBAS A.S. REFRIG./ ALIMENT. GENERADOR A.D.	1	1	19,0	19,0					
BOMBA A.S. REFRIGERACIÓN UNIDAD AIRE ACOND.	2	1	9,0	9,0			9,0		
BOMBA A.S. REFRIGERACIÓN MAQUINARIA FRIGORÍFICA	2	1	10,0		10,0				10,0
BOMBAS PRELUBRICACIÓN AC. LUB. MM.PP.	4	3	40,0		120,0			120,0	
BOMBAS PURIFICADORAS ACEITE LUB. MM.PP.	4	3	85,0	255,0			255,0		
PURIFICADORAS ACEITE LUB. MM.PP.	4	3	6,5	19,5			19,5		
BOMBA TRASIEGO ACEITE LUB.	1	1	0,1			0,1			0,1
BOMBA TRASIEGO ACEITE LUB. REDUCTORES	1	1	3,0			3,0			3,0
BOMBA TRASIEGO ACEITE LUB. BOCINA	1	1	4,0		4,0			4,0	
BOMBA TRASIEGO HFO Y MDO.	2	1	5,0	5,0			5,0		
BOMBA CONTRAINCENDIOS	1	1	20,0						
BOMBA SERVICIOS GENERALES	1	1	9,0	9,0				9,0	
BOMBA LASTRE	2	1	20,0			20,0			
COMPRESORES AIRE ARRANQUE MM.PP.	2	1	52,0		52,0			52,0	
COMPRESOR AIRE CONTROL	1	1	8,0	8,0			8,0		
TOTAL				525,5	130,3	13,0	508,0	124,5	10,5
	CONSUMO TOTAL			668,8 Kw			643,0 Kw		
	CALOR EMITIDO			133,8 Kw			128,6 Kw		

Del balance eléctrico tomamos valor de la navegación en verano ya que es el mas desfavorable. Entonces:

$$\phi_{el} = 133.8 \text{ Kw}$$

C.1.7. CALOR EMITIDO POR LAS TUBERÍAS DE EXHAUSTACIÓN.

El calor emitido por las tuberías de exhaustación, ϕ_{ep} , se obtendrá mediante las curvas 7.3. de la norma ISO (mirar Anexo II). Estas curvas indican, en función del diámetro y de la longitud de la tubería, el calor emitido por unidad de longitud de la tubería se obtendrá ϕ_{ep} .

TUBERÍA DE EXHAUSTACIÓN DEL MOTOR PRINCIPAL.

La tubería de exhaustación de cada motor principal se divide en dos tubos con dimensiones diferentes.

- **TUBO 1**

$$\phi_1 = 1100 \text{ mm}$$

$$L_1 = \bullet L_{\text{TRAMOS}} = 1100 + 1100 + 5000 + 9500 = 16700 \text{ mm}$$

$$\phi'_{ep1} = 0.5 \text{ Kw/m}$$

$$\phi_{ep1} = \phi'_{ep1} \times L_1 = 0.5 \times 16.7 = 8.35 \text{ Kw}$$

- **TUBO 2**

$$\phi_2 = 1100 \text{ mm}$$

$$L_2 = \bullet L_{\text{TRAMOS}} = 1100 + 1100 + 1400 + 4000 = 7600 \text{ mm}$$

$$\phi'_{ep2} = 0.5 \text{ Kw/m}$$

$$\phi_{ep2} = \phi'_{ep2} \times L_2 = 0.5 \times 7.6 = 3.8 \text{ Kw}$$

El calor emitido por la tubería de exhaustación de un motor principal es:

$$\phi_{epM.M.P.P.} = \phi_{ep1} + \phi_{ep2} = 8.35 + 3.8 = 12.15 \text{ Kw}$$

Como tenemos 4 motores:

$$\dot{Q}_{ep} \text{M.M.P.P. Total} = 12.15 \times 4 = 48.6 \text{ Kw}$$

C.1.8. CALOR EMITIDO POR LOS TANQUES CALIENTES.

El calor emitido por los tanques calientes, \dot{Q}_t , se obtendrá mediante la tabla 1 del punto 6.8 de la norma ISO (mirar Anexo II). En esta tabla se muestra el calor emitido por unidad de superficie (\dot{Q}'_t) en función de la temperatura del tanque y del aislamiento de sus paredes.

Para el cálculo de la ventilación tomaremos en consideración como tanques calientes los siguientes tanques: Tanques de Sedimentación y Tanques de Servicio Diario.

Para obtener el calor emitido determinaremos todas las superficies de los tanques que están en contacto directo con la atmósfera de la cámara de máquinas, y posteriormente multiplicarlo por el valor obtenido en la tabla anterior.

TANQUES DE SEDIMENTACIÓN

$$T^a = 60^\circ\text{C}$$

$$\dot{Q}'_t = 0.14 \text{ Kw/m}^2$$

Aislamiento= 50mm

$$\text{Superficie del tanque en contacto con la CC.MM.} = 13 \times 4 = 52\text{m}^2$$

$$\dot{Q}_t = \dot{Q}'_t \times S_t = 0.14 \times 52 = 7.28 \text{ Kw}$$

TANQUES DE SERVICIO DIARIO

$$T^a = 80^\circ\text{C}$$

$$\dot{Q}'_t = 0.328 \text{ Kw/m}^2$$

Aislamiento= 50mm

$$\text{Superficie del tanque en contacto con la CC.MM.} = 13 \times 4 = 52\text{m}^2$$

$$\dot{Q}_t = \dot{Q}'_t \times S_t = 0.328 \times 52 = 17.056 \text{ Kw}$$

CALOR TOTAL EMITIDO POR LOS TANQUES CALIENTES

$$\dot{Q}_t \text{ TOTAL} = 7.28 + 17.056 = 24.336 \text{ Kw}$$

CAUDAL TOTAL

Ya hemos calculado las necesidades de aire, así que ahora procederemos a calcular el caudal total necesario.

AIRE NECESARIO PARA LA COMBUSTIÓN (q_c)

- Aire necesario para la combustión del motor principal.

$$q_{dp} = 76.46 \text{ m}^3/\text{sg}$$

- Aire necesario para la combustión de los moto-generadores.

$$q_{dg} = 6.37 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$q_c = q_{dp} + q_{dg} = 76.46 + 6.37 = 82.83 \cdot 83 \text{ m}^3/\text{sg} = 298800 \text{ m}^3/\text{h}$$

AIRE NECESARIO PARA LA DISIPACIÓN DEL CALOR EMITIDO (q_h)

- Calor emitido por los motores principales.

$$\dot{Q}_{dp} = 1054.8 \text{ Kw}$$

- Calor emitido por los moto-generadores.

$$\dot{Q}_{dg} = 140.66 \text{ Kw}$$

- Calor emitido por las tuberías de vapor y condensado.

$$\dot{Q}_p = 3.125 \text{ Kw}$$

- Calor emitido por los generadores eléctricos refrigerados por aire.

$$\dot{Q}_g = 216 \text{ Kw}$$

- Calor emitido por las tuberías de exhaustación .

$$\dot{Q}_{ep} = 48.6 \text{ Kw}$$

- Calor emitido por los tanques calientes.

$$\dot{Q}_t = 24.336 \text{ Kw}$$

- Calor emitido por las instalaciones eléctricas.

$$\dot{Q}_{el} = 133.8 \text{ Kw}$$

$$q_{dp} = 76.46 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$q_{dg} = 5.79 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$q_h = \frac{\dot{Q}_{dp} + \dot{Q}_{dg} + \dot{Q}_b + \dot{Q}_p + \dot{Q}_g + \dot{Q}_{el} + \dot{Q}_{ep} + \dot{Q}_t + \dot{Q}_o}{\rho \cdot c \cdot T} - 0.4(q_{dp} + q_{dg}) - q_b$$

$$q_h = \frac{1054.8 + 140.66 + 3.125 + 216 + 48.6 + 24.336 + 133.8}{1.13 \times 1.01 \times 12.5} - 0.4(76.46 + 5.79)$$

$$q_h = 80.3 \text{ m}^3/\text{sg} = 288720 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tras haber obtenido los valores de q_c y q_h , procederemos a comprobar cual de las dos fórmulas expresadas en el punto 5 de la norma ISO 8861 da el resultado mayor:

$$1) \quad Q = q_c \times 1.5 = 298800 \times 1.5 = 448200 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$2) \quad Q = q_c + q_h = 298800 + 288720 = 587520 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como podemos ver, el valor mayor es el calculado con la fórmula número 2; así pues el caudal total necesario a suministrar es:

$$Q = 587520 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para equilibrar el posible déficit de aire a suministrar, debido a posibles errores de cálculo o de información sobre las características de los equipos, se procederá a un sobredimensionado del suministro de aire entre un 30% y un 50% .

Por todo esto, tomaremos que el caudal de aire a suministrar sea:

$$Q = 720000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Con este dato definiremos la cantidad de ventiladores necesarios y el caudal que suministrarán.

“Para la ventilación de la cámara de máquinas se instalarán a bordo SEIS ventiladores y cada uno de ellos deberá suministrar 120000 m³/h.”

3.2 CÁLCULO DE LA EXTRACCIÓN DE AIRE .

El propósito de la extracción es expulsar al exterior el aire contaminado proveniente del funcionamiento de los equipos que operan en el local de máquinas a ventilar; gran parte de dicho aire será expulsado mediante la colocación de unas rejillas de evacuación en la chimenea, es decir, lo que se llama *ventilación natural*; pero debido a las características de los locales, su uso, y los equipos allí albergados, puede haber parte de dicho aire que no es evacuado por este método, entonces tendremos que recurrir a la extracción mecánica de dicho aire. Para realizar este tipo de evacuación tendremos que instalar unos ventiladores (extractores) en unas de las rejillas de evacuación, dispuestos según las necesidades del local, que sean capaces de extraer el aire necesario desde el interior del local y expulsarlo al exterior, lo que es decir; que tiene que ser capaz de realizar las suficientes renovaciones por hora estimadas para ese tipo de local.

Entonces, el caudal de aire necesario a extraer será:

$$\text{Caudal de aire} = \text{Volumen}_{\text{LOCAL}} \times \text{Renovaciones}_{\text{REQUERIDAS}}$$

A continuación procederemos al cálculo del caudal de aire necesario a extraer en nuestros locales:

CÁLCULO DEL CAUDAL DE AIRE A EXTRAER DE LA CÁMARA DE MOTORES

PRINCIPALES.

Volumen del local:

El volumen se ha calculado en base a la disposición general de locales de nuestro buque y será:

$$\text{Volumen}_{\text{C.M.M.P.P.}} = 31.2 \times 26.1 \times 7.75 = 6311\text{m}^3$$

Renovaciones requeridas:

Las renovaciones requeridas para una cámara de máquinas son entre 50 y 70 renovaciones por hora.

Caudal de aire a extraer:

Caudal de aire= Volumen_{LOCAL} x Renovaciones_{REQUERIDAS}= 6311 x 70= 441770m³/h

Caudal extraído por ventilación natural (aproximado según características del local).

Caudal extraído por ventilación natural= 321770 m³/h

CONCLUSIÓN:

“Se necesitará instalar al menos un ventilador que sea capaz de extraer 120000 m³/h; para poder distribuir mejor la extracción se instalarán DOS extractores de 60000 m³/h.”

3.4 CÁLCULO DEL CAUDAL DE AIRE NECESARIO A INTRODUCIR EN LA CÁMARA DE MÁQUINAS AUXILIARES.

Llegados a este punto vamos a proceder al cálculo de aire que necesitaremos introducir para la ventilación de las Cámaras de Máquinas Auxiliares del RO-RO.

Para realizar este cálculo tendremos en cuenta las características de los locales a ventilar ya que influirán directamente en el aire necesario.

Generalmente, se hace lo siguiente:

- Se determina la capacidad, el volumen que ocupa el local en m^3 .
- Mediante una serie de tablas empíricas se deciden las renovaciones de aire que deben hacerse en el local por hora.
- Por último se multiplica el volumen que ocupa el local por el número de renovaciones elegidas en el punto anterior y se obtiene la cantidad de aire por hora que hay que introducir en el local pa realizar la ventilación necesaria.

Otros métodos posibles son a partir de otras tablas que nos muestran el aire a introducir en el local por unidad de tiempo (segundos, horas, etc.) en función del número de personas que trabajarán en dicho local y en función de la superficie en m^2 del local.

Sin embargo, para el cálculo de la ventilación de las Cámaras de Maquinas, resultará difícil emplear los método anteriormente nombrados. Si evaluamos el primero de los métodos (el del volumen en m^3) podremos comprobar que calcular el volumen de las Cámaras de Máquinas resulta complicado principalmente porque la cubierta en estos locales es muy irregular debido a los refuerzos estructurales que deben situarse en estas zonas para el soportado de los equipos de grandes dimensiones tales como los MM.PP.; además al ir estos locales situados a popa del buque, las formas del casco en esta zona

son finas; todo esto hará que el cálculo del volumen sea muy complicado. Lo mismo ocurrirá con el método de cálculo basado en la superficie en m² del local.

El método basado en el número de personas que trabajarán en el local tampoco es aplicable ya que el aire que consumirán dichas personas no es comparable al aire que se necesitará para la alimentación de las máquinas, por ello no se tiene en cuenta para el cálculo ya que con suministrar el aire suficiente para las máquinas el consumo humano quedará asegurado.

Todas estas razones hacen que la solución tomada para nuestra situación sea realizar el cálculo de dicho aire basándonos en la norma *ISO 8861: Engine-room ventilation in diesel-engined ships- Design requirements and basis of calculations (ANEXO II)* (Ventilación en la Cámara de Máquinas en buques de propulsión diesel- Requerimientos de diseño y bases de cálculos).

Esta norma nos definirá:

- Ámbito y alcance de la norma.
- Menciona qué normas se han tomado como referencia para la creación de la misma.
- Establece las condiciones de diseño.
- Cálculos a realizar para conocer el caudal a introducir en los espacios de máquinas.

Basándonos en dicha norma vamos a proceder a realizar los cálculos necesarios con objeto de calcular el caudal necesario a introducir en los espacios de máquinas.

CÁLCULO DEL CAUDAL DE AIRE DE LA CÁMARA DE MOTORES

AUXILIARES.

D) CAUDAL TOTAL.

El caudal total Q que ha de entrar en la cámara de máquinas ha de ser al menos el mayor valor de cualquiera de estas dos fórmulas:

$$1: Q = q_c + q_h$$

$$2: Q = 1.5x q_c$$

E) CAUDAL DE AIRE PARA LA COMBUSTIÓN.

Ø B.1. SUMA DEL CAUDAL DE AIRE PARA LA COMBUSTIÓN.

La suma del caudal de aire para la combustión, q_c , deberá ser calculada de la siguiente manera (m^3/sg):

$$q_c = q_{dp} + q_{dg} + q_b$$

q_{dp} = Caudal para la combustión del motor propulsor (m^3/sg)

q_{dg} = Caudal para la combustión de los moto-generadores (m^3/sg)

q_b = Caudal para la combustión de las calderas (m^3/sg)

Ø B.2. CAUDAL PARA LA COMBUSTIÓN DEL MOTOR PROPULSOR.

El caudal para la combustión del motor propulsor diesel se calculará como sigue:

$$q_{dp} = \frac{P_{dp} \times m_{ad}}{\bullet}$$

P_{dp} = Potencia de servicio del motor propulsor diesel, a la máxima potencia continua de salida (Kw)

$$P_{dp} = 1720 \text{ Kw}$$

m_{ad} = Necesidad de aire para la combustión del motor diesel (Kg/Kw x sg)

$$m_{ad} = 0.002 \text{ Kg/Kw x sg (Motor de 4 tiempos)}$$

\bullet = Densidad del aire

$$\bullet = 1.13 \text{ Kg/m}^3$$

$$q_{dp} = \frac{1720 \times 0.002}{1.13} = 3.04 \text{ m}^3/\text{sg} \quad \text{1 solo motor.}$$

Como en nuestro buque tenemos 3 motores:

$$q_{dp.Total} = 3.04 \times 3 = 9.13 \text{ m}^3/\text{sg}$$

Ø B.3. CAUDAL DE AIRE PARA LA COMBUSTIÓN DE LOS MOTO-GENERADORES.

El caudal de aire para la combustión de los moto-generadores diesel se calculará de la siguiente forma:

$$q_{dg} = \frac{P_{dg} \times m_{ad}}{\bullet}$$

P_{dg} = Potencia de servicio de los moto-generadores diesel, a la máxima potencia de salida (Kw)

$$P_{dp} = 1635 \text{ Kw}$$

m_{ad} = Necesidad de aire para la combustión de los motores diesel (Kg/Kw x sg)

$$m_{ad} = 0.002 \text{ Kg/Kw x sg (Motor de 4 tiempos)}$$

• = Densidad del aire

$$\bullet = 1.13 \text{ Kg/m}^3$$

$$q_{dp} = \frac{1800 \times 0.002}{1.13} = 3.18 \text{ m}^3/\text{sg} \quad \text{1 solo moto-generador.}$$

Como tenemos 3 generadores:

$$q_{dg.Total} = 3.18 \times 3 = 9.54 \text{ m}^3/\text{sg}$$

Ø B.4. CAUDAL DE AIRE PARA LA COMBUSTIÓN DE LAS CALDERAS Y CALENTADORES.

En las Cámaras de Máquinas Auxiliares no hay ninguna caldera y de las características de los precalentadores no tenemos aún información por estar en un momento aún preliminar del proyecto del buque.

F) CAUDAL DE AIRE PARA LA EVACUACIÓN DEL CALOR EMITIDO.

La suma del caudal de aire necesario para la evacuación del calor, q_h , se calculará con la fórmula siguiente (m^3/sg):

$$q_h = \frac{\phi_{dp} + \phi_{dg} + \phi_b + \phi_p + \phi_g + \phi_{el} + \phi_{ep} + \phi_t + \phi_o}{\rho \cdot c \cdot T} - 0.4(q_{dp} + q_{dg}) - q_b$$

ϕ_{dp} = Calor emitido por los motores propulsores (Kw)

ϕ_{dg} = Calor emitido por los moto-generadores (Kw)

ϕ_b = Calor emitido por las calderas y calentadores (Kw)

ϕ_p = Calor emitido por las tuberías de vapor y condensado (Kw)

ϕ_g = Calor emitido por los generadores eléctricos refrigerados por aire (Kw)

ϕ_{ep} = Calor emitido por las tuberías de exhaustación (Kw)

ϕ_t = Calor emitido por los tanques calientes (Kw)

ϕ_o = Calor emitido por otros componentes (Kw)

q_{dp} = Caudal para la combustión del motor propulsor (m^3/sg)

q_{dg} = Caudal para la combustión de los moto-generadores (m^3/sg)

q_b = Caudal para la combustión de las calderas (m^3/sg)

ρ = Densidad del aire

c= Calor específico del aire= 1.01 KJ/KgxK

• T= Diferencia de temperatura entre la temperatura del aire en el interior de la sala
y la temperatura del aire en el exterior de la misma= 12.5 K

Ø C.1. CÁLCULO DEL CALOR EMITIDO.

C.1.1. CALOR EMITIDO POR EL MOTOR PROPULSOR.

El calor emitido por motor propulsor, ϕ_{dp} , se obtendrá según la fórmula que sigue:

$$\phi_{dp} = P_{dp} \times \frac{\bullet \text{hd}}{100}$$

P_{dp} = Potencia de servicio del motor propulsor (Kw)

P_{dp} = 1720 Kw

- hd = Porcentaje de calor perdido por el motor
- hd = Dato desconocido*

*Cuando este dato no se conoce la norma dice que ϕ_{dp} se calcula de acuerdo con la gráfica 7.1. de la norma, para motores de 4 tiempos, (Mirar Anexo II). En esta gráfica está expresada la fórmula en base a la cual está construida y es la siguiente:

$$\phi_{dp} = 0.396 \times P_{dp}^{0.70}$$

Entonces:

$$\phi_{dp} = 0.396 \times (1720)^{0.70} = 72.9 \text{ Kw}$$

Como tenemos tres motores:

$$\phi_{dp.Total} = 72.9 \times 3 = 218.6 \text{ Kw}$$

C.1.2. CALOR EMITIDO POR LOS MOTO-GENERADORES.

El calor emitido por los moto-generadores, ϕ_{dg} , se obtendrá según la fórmula que sigue:

$$\phi_{dg} = P_{dg} \times \frac{\bullet \text{hd}}{100}$$

P_{dg} = Potencia de servicio de los moto-generadores (Kw)

P_{dp} = 1635 Kw

- hd = Porcentaje de calor perdido por los motores
- hd = Dato desconocido*

*Cuando este dato no se conoce la norma dice que ϕ_{dg} se calcula de acuerdo con la gráfica 7.1. de la norma, para motores de 4 tiempos, (Mirar Anexo II). En esta gráfica está expresada la fórmula en base a la cual está construida y es la siguiente:

$$\phi_{dg} = 0.396 \times P_{dg}^{0.70}$$

Entonces:

$$\phi_{dg} = 0.396 \times (1635)^{0.70} = 70.33 \text{ Kw}$$

Como tenemos 3 generadores:

$$\phi_{dg, \text{Total}} = 70.33 \times 3 = 211 \text{ Kw}$$

C.1.3. CALOR EMITIDO POR LAS CALDERAS Y LOS CALENTADORES.

En las Cámaras de Máquinas Auxiliar no hay ninguna caldera y de las características de los precalentadores no tenemos aún información por estar en un momento aún preliminar del proyecto del buque.

C.1.4. CALOR EMITIDO POR LAS TUBERÍAS DE VAPOR Y CONDENSADO.

El calor emitido por las tuberías de vapor y condensado, ϕ_p , se obtendrá según la fórmula que sigue:

$$\phi_p = m_{sc} \times \frac{\bullet \text{ hp}}{100}$$

m_{sc} = Consumo total de vapor (Kw) (1 Kw • 1.6 Kg/h)

$m_{sc} = 2500 \text{ Kg/h} = 1562.5 \text{ Kw}$

• h_p = Porcentaje de la pérdida de calor de las tuberías de vapor y condensado, respecto al consumo de vapor.

• $h_p = 0.2\%$ (Mirar Anexo II)

$$\phi_p = 1562.5 \times \frac{0.2}{100} = 3.125 \text{ Kw}$$

C.1.5. CALOR EMITIDO POR LOS GENERADORES ELÉCTRICOS.

En la Cámara de Máquinas Auxiliares no hay generadores eléctricos por lo cual no se calculará.

C.1.6. CALOR EMITIDO POR LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

El calor emitido por las instalaciones eléctricas, ϕ_{el} , se obtendrá siguiendo alguno de los criterios que se detallan a continuación:

- 3) Si se conocen todos los detalles de todas y cada una de las instalaciones eléctricas; el calor emitido es la suma del calor emitido simultáneamente por cada instalación eléctrica.
- 4) Si no se conocen los detalles de todas las instalaciones eléctricas, entonces el calor emitido se tomará como el 20% de la potencia de los equipos que se estén utilizando en un lugar determinado en la mar.

En el caso de nuestra cámara de máquinas, hemos de usar el segundo criterio, ya que no disponemos de mucha información acerca de los equipos eléctricos. Entonces, haremos un balance eléctrico de los equipos eléctricos en dos distintas situaciones: navegación en verano y maniobra. De estas dos situaciones se elegirá la que resulte más desfavorable; luego se obtendrá el 20% que será el calor emitido que habrá de ser tenido en cuenta para el cálculo del caudal de aire.

No se tendrán en cuenta las situaciones en puerto porque la norma dice que se considerarán los equipos que están funcionando en la mar.

El coeficiente para los equipos de funcionamiento continuo será 1, para los equipos de régimen periódico será 0.5 y para los eventuales será 0.25.

BALANCE ELÉCTRICO

	DATOS CONSUMIDOR			NAVEGACIÓN VERANO			MANIOBRA		
	INST.	SERV.	KW.	CONT.	PERIO.	EVEN.	CONT.	PERIO.	EVEN.
BOMBAS AGUA DULCE B.T. MM.AA.	2	1	18,0			18,0			18,0
BOMBAS AGUA SALADA MM.AA.	2	1	45,0		45,0			45,0	
BOMBA A.S. REFRIGERACIÓN UNIDAD AIRE ACOND.	2	1	9,0	9,0			9,0		
COMPRESOR AIRE ARRANQUE MM.AA.	1	1	11,0			11,0			11,0
TOTAL				9,0	22,5	7,25	9,0	22,5	7,25
	CONSUMO TOTAL			38,75 Kw			38,75 Kw		
	CALOR EMITIDO			7,75 Kw			7,75 Kw		

Del balance eléctrico tomamos valor de la navegación en verano ya que es el mas desfavorable. Entonces:

$$\phi_{el} = 7.75 \text{ Kw}$$

C.1.7. CALOR EMITIDO POR LAS TUBERÍAS DE EXAHUSTACIÓN.

El calor emitido por las tuberías de exhaustación, ϕ_{ep} , se obtendrá mediante las curvas 7.3. de la norma ISO (mirar Anexo II). Estas curvas indican, en función del diámetro y de la longitud de la tubería, el calor emitido por unidad de longitud de la tubería se obtendrá ϕ_{ep} .

TUBERÍA DE EXHAUSTACIÓN LOS MOTORES AUXILIARES

La tubería de exhaustación de cada motor auxiliar consta de 1 tubo con las siguientes dimensiones:

- **TUBO**

$$\phi = 595 \text{ mm}$$

$$L = \bullet L_{\text{TRAMOS}} = 8447 + 19310 + 14453 = 42210 \text{ mm}$$

$$\phi'_{ep} = 0.5 \text{ Kw/m}$$

$$\phi_{ep} = \phi'_{ep} \times L = 0.5 \times 42.21 = 21.1 \text{ Kw}$$

El calor emitido por la tubería de exhaustación de un motor auxiliar es:

$$\phi_{ep} \text{ M.M.A.A.} = 21.1 \text{ Kw}$$

Como tenemos 3 motores:

$$\phi_{ep} \text{ M.M.A.A. Total} = 21.1 \times 3 = 63.31 \text{ Kw}$$

C.1.8. CALOR EMITIDO POR LOS TANQUES CALIENTES.

El calor emitido por los tanques calientes, ϕ_i , se obtendrá mediante la tabla 1 del punto 6.8 de la norma ISO (mirar Anexo II). En esta tabla se muestra el calor emitido

por unidad de superficie (ϕ') en función de la temperatura del tanque y del aislamiento de sus paredes.

Para el cálculo de la ventilación tomaremos en consideración como tanques calientes los siguientes tanques: Tanques de Sedimentación y Tanques de Servicio Diario.

Para obtener el calor emitido determinaremos todas las superficies de los tanques que están en contacto directo con la atmósfera de la cámara de máquinas, y posteriormente multiplicarlo por el valor obtenido en la tabla anterior.

Como colindando con la Cámara de Máquinas Auxiliares no hay ninguno de estos tanques no se calculará el calor emitido por ellos.

CAUDAL TOTAL.

Ya hemos calculado las necesidades de aire, así que ahora procederemos a calcular el caudal total necesario.

AIRE NECESARIO PARA LA COMBUSTIÓN (q_c)

- Aire necesario para la combustión del motor principal.

$$q_{dp} = 9.13 \text{ m}^3/\text{sg}$$

- Aire necesario para la combustión de los moto-generadores.

$$q_{dg} = 9.54 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$q_c = q_{dp} + q_{dg} = 9.13 + 9.54 = 18.67 \cdot 19 \text{ m}^3/\text{sg} = 68400 \text{ m}^3/\text{h}$$

AIRE NECESARIO PARA LA DISIPACIÓN DEL CALOR EMITIDO (q_h)

- Calor emitido por los motores principales.

$$\phi_{dp} = 218.6 \text{ Kw}$$

- Calor emitido por los moto-generadores.

$$\phi_{dg} = 211 \text{ Kw}$$

- Calor emitido por las tuberías de vapor y condensado.

$$\phi_p = 3.125 \text{ Kw}$$

- Calor emitido por las tuberías de exhaustación .

$$\phi_{ep} = 63.31 \text{ Kw}$$

- Calor emitido por las instalaciones eléctricas.

$$\phi_{ei} = 7.75 \text{ Kw}$$

$$q_{dp} = 9.13 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$q_{dg} = 9.54 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$q_h = \frac{\dot{Q}_{dp} + \dot{Q}_{dg} + \dot{Q}_b + \dot{Q}_p + \dot{Q}_g + \dot{Q}_{el} + \dot{Q}_{ep} + \dot{Q}_t + \dot{Q}_o}{\rho \cdot c \cdot T} - 0.4(q_{dp} + q_{dg}) - q_b$$

$$q_h = \frac{218.6 + 211 + 3.125 + 63.31}{1.13 \times 1.01 \times 12.5} - 0.4(9.13 + 9.54)$$

$$q_h = 27.3 \text{ m}^3/\text{sg} = 98280 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tras haber obtenido los valores de q_c y q_h , procederemos a comprobar cual de las dos fórmulas expresadas en el punto 5 de la norma ISO 8861 da el resultado mayor:

$$3) \quad Q = q_c \times 1.5 = 68400 \times 1.5 = 102600 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$4) \quad Q = q_c + q_h = 68400 + 98280 = 166680 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como podemos ver, el valor mayor es el calculado con la fórmula número 2; así pues el caudal total necesario a suministrar es:

$$Q = 166680 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para equilibrar el posible déficit de aire a suministrar, debido a posibles errores de cálculo o de información sobre las características de los equipos, se procederá a un sobredimensionado del suministro de aire entre un 30% y un 50% .

Por todo esto, tomaremos que el caudal de aire a suministrar sea:

$$Q = 200000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Debido a la localización de este local y sus características aproximadamente la mitad del aire será capaz de introducirse en el local mediante ventilación natural. Con este dato definiremos la cantidad de ventiladores necesarios y el caudal que suministrarán.

“Para la ventilación de la cámara de máquinas auxiliares se instalarán a bordo DOS ventiladores y cada uno de ellos deberá suministrar 50000 m³/h.”

3.4 CÁLCULO DE LA EXTRACCIÓN DE AIRE .

El propósito de la extracción es expulsar al exterior el aire contaminado proveniente del funcionamiento de los equipos que operan en el local de máquinas a ventilar; gran parte de dicho aire será expulsado mediante la colocación de unas rejillas de evacuación en la chimenea, es decir, lo que se llama *ventilación natural*; pero debido a las características de los locales, su uso, y los equipos allí albergados, puede haber parte de dicho aire que no es evacuado por este método, entonces tendremos que recurrir a la extracción mecánica de dicho aire. Para realizar este tipo de evacuación tendremos que instalar unos ventiladores (extractores) en unas de las rejillas de evacuación, dispuestos según las necesidades del local, que sean capaces de extraer el aire necesario desde el interior del local y expulsarlo al exterior, lo que es decir; que tiene que ser capaz de realizar las suficientes renovaciones por hora estimadas para ese tipo de local.

Entonces, el caudal de aire necesario a extraer será:

$$\text{Caudal de aire} = \text{Volumen}_{\text{LOCAL}} \times \text{Renovaciones}_{\text{REQUERIDAS}}$$

A continuación procederemos al cálculo del caudal de aire necesario a extraer en nuestros locales:

CÁLCULO DEL CAUDAL DE AIRE A EXTRAER DE LA CÁMARA DE MOTORES

AUXILIARES.

Volumen del local:

El volumen se ha calculado en base a la disposición general de locales de nuestro buque y será:

$$\text{Volumen}_{\text{C.M.M.A.A.}} = 12 \times 10.27 \times 4.42 = 544.72\text{m}^3$$

Renovaciones requeridas:

Las renovaciones requeridas para una cámara de máquinas son entre 60 y 90 renovaciones por hora.

Caudal de aire a extraer:

**Caudal de aire= Volumen_{LOCAL} x Renovaciones_{REQUERIDAS}= 544.72 x 90=
49024m³/h**

Caudal extraído por ventilación natural (aproximado según características del local).

Caudal extraído por ventilación natural= 10000 m³/h

CONCLUSIÓN:

*“Se necesitará instalar al menos un ventilador que sea capaz de extraer 39024 m³/h;
para poder distribuir mejor la extracción se instalarán UN extractor de 50000 m³/h.”*

4. CÁLCULO DE LOS CONDUCTOS DE AIRE.

4.1 DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN ESTÁTICA DE LOS VENTILADORES.

Observando las características de nuestros locales podemos comprobar que la introducción directa de aire renovado sería impracticable; por lo cual descartaremos este método. Entonces, para la renovación del aire necesitaremos diseñar un entramado de conductos que distribuyan el aire por la cámara de máquinas de modo que éste quede repartido de una forma correcta (esto no quiere decir uniformemente ya que habrá zonas donde el consumo sea mayor). Esto implicará que haya unas pérdidas de carga en el trayecto de estos conductos desde el ventilador hasta la descarga; por ello necesitaremos que los ventiladores sean capaces de proporcionar al aire la presión suficiente para vencer dichas pérdidas.

A continuación vamos a proceder a enumerar las características principales del proceso de circulación del aire; estas son :

- 1- Velocidad del aire: Este valor estará limitado, ya que de él dependerá que se conserven unas dimensiones normales en los conductos (según normativa de ambientación y ruido; interferencia con las demás disciplinas; etc).
- 2- Caudal de aire: Deberá ser mantenido para asegurar que las necesidades de aire calculadas anteriormente serán totalmente satisfechas.
- 3- Presión Estática: Es un valor que quedará expuesto a la presión final que debe haber en las rejillas, difusores, etc.; y principalmente a las pérdidas de carga que se produzcan a lo largo de los conducto debidas al rozamiento, derivaciones, curvas, cambios de sección, etc.

4- Presión dinámica del ventilador: Actuará proporcionando velocidad de circulación al aire.

En consecuencia con el punto 3 la presión que debe suministrar el ventilador debe ser igual o mayor a la presión perdida total en los conductos.

4.1.2 MÉTODOS DE CÁLCULO DE CONDUCTOS DE AIRE.

Existen, y diversos métodos, para realizar el cálculo de los conductos por donde pasa el aire. Cada uno de ellos tiene distintos grados de precisión, economía y empleo. El elegir uno u otro para llevar a cabo los cálculos dependerá de factores tales como: caudal, velocidad, presión estática,... y que se fijen al comenzar los mismos. A continuación, procederemos a explicar los más significativos:

Método de Reducción de Velocidad:

Este sistema consiste en fijar una velocidad a la entrada del circuito y establecer las velocidades de los conductos intermedios y del tramo final. Dicho de otra manera, fijar todas y cada una de las velocidades en todos los tramos que formen el circuito. La presión estática del ventilador se obtiene utilizando el ramal del circuito de mayor longitud, comprendidos todos los codos y acoplamientos que existan. Tiene el inconveniente de que es un sistema que no se equilibra por el propio cálculo, por lo que es necesario instalar compuertas divisorias (diafragmas) para compensar las pérdidas de la instalación.

Método de Pérdida de Carga Constante:

Es un sistema utilizado principalmente en los conductos de retorno y de extracción de aire. Consiste en calcular los conductos considerando que todos los tramos tendrán las mismas pérdidas de carga por unidad de longitud. Es un sistema que es muy difícil de equilibrar porque este método no tiene en cuenta el equilibrio de caídas de presión, en las distintas ramas, ni dispone de medios para igualar las caídas de presión. Para comenzar se suele fijar la velocidad a la salida del ventilador, la cual, unida con el caudal, determinará una pérdida de carga por unidad de longitud, que ha de ser mantenida a lo largo de todo el circuito.

Método de Igual Pérdida de Carga en Cada Rama:

Es un sistema que consiste en, inicialmente, dimensionar todos los tramos que conformen la rama con mayor pérdida de carga, que generalmente será la más larga. Posteriormente, habrá de dimensionar los demás ramales de tal manera que tengan la misma pérdida de carga total, cada uno, que la rama inicialmente dimensionada. Es un sistema que tiene la ventaja de que se equilibra por diseño, por lo que no haría falta instalar ningún elemento equilibrador. Pero tiene el inconveniente de que puede haber algún tramo en el que la velocidad sea totalmente inadmisibles (salidas de más de 20 m\sg).

Como se puede observar, todos estos métodos presentan sus ventajas y sus inconvenientes. El que se elija, uno u otro, dependerá como ya se ha dicho anteriormente, de los factores, las variables,... que se fijen al inicio de los cálculos.

En nuestro caso, el método que se va a seguir va a ser el de **reducción de velocidad**. ¿Por qué? Es cierto que es un sistema que no es muy preciso, pero lo que ocurre es que los valores que ya se tienen asignados, y que van a ser *constantes, aunque no siempre así*, van a ser la velocidad a la entrada del circuito, salida del ventilador, que será de 17 m\sg, y la velocidad de salida, que tendrá un valor de 9 m\sg. Y a partir de estos dos valores, se irán fijando empíricamente las velocidades de todos los tramos intermedios del circuito.

Se observa claramente que no se ha fijado de antemano ningún valor de presión estática, por lo que el método de igual pérdida de carga no podría ser aplicable, ya que la rama

que se diseña inicialmente, generalmente, se realiza igual que en el segundo método, es decir, se fija una pérdida de carga por unidad de longitud constante para toda la rama.

En las páginas siguientes, se expondrán, clara y detalladamente, todos los pasos que se seguirán para llevar a cabo los cálculos de los conductos por el método de reducción de velocidad.

4.1.3 MÉTODO DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD.

- 1) Conocer los caudales y velocidades de cada tramo; y con ellos calcular la sección de los mismos mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Q/3600}{V}$$

- 2) Conocida la sección fijaremos las dimensiones (base y altura) de los conductos.

$$S = W \times H$$

Donde:

W= base

H= altura

- 3) Con estas dimensiones conseguiremos los valores de la velocidad real y del diámetro hidráulico; estos valores nos serán necesarios en cálculos con fórmulas posteriores.

$$V = \frac{Q}{W \times H \times 3600}$$

$$DH = \frac{2(W \times H)}{(W + H)}$$

- 4) Determinaremos cuál es la rama más larga de nuestro trayecto ya que generalmente será la que tenga mayor pérdida de carga. Una vez identificada lo siguiente será obtener la pérdida de carga (longitud equivalente de los accesorios, expresada en metro lineales, es decir, es la longitud en metros de un tramo recto que tendría igual pérdida de carga que la que se produce en nuestro accesorio).
- 5) Determinación de las longitudes totales de cada tramo sumándole a la longitud geométrica la longitud equivalente de los accesorios.

$$L_T = L_{GEOM} + L_{EQUIV}$$

6) Pérdida de carga por unidad de longitud:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}}$$

Donde:

$$\bullet = 1.125$$

7) Habiendo realizado esto podremos hallar la presión estática que va a existir en cada tramo según la siguiente expresión:

$$Pe = LT \times \bullet P / m$$

8) Finalmente, sumando las Pe de todos los tramos de dicha rama obtendremos la presión estática que deberá tener el ventilador.

$$Pe_{VENT} = \bullet Pe_{TRAMOS}$$

9) Una vez hecho esto, se hará lo mismo con todos los ramales.

10) El último paso es realizar el equilibrado de la instalación mediante una serie de diafragmas. Las fórmulas a utilizar para dicho cálculo son:

$$EQUILIBRADO = P_{TRAMO RAMA LARGA} - P_{TRAMO A EQUILIBRAR}$$

$$C = \frac{16 \times EQUILIBRADO}{V^2}$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C$$

Donde:

C = Coeficiente de pérdida de carga del diafragma.

S₀/ S = Relación entre la superficie libre y la superficie total del conducto.

Una vez establecido el método a utilizar y antes de proceder al cálculo procederemos a enunciar una serie de consideraciones a tener en cuenta acerca del cálculo de los conductos de aire. Estas son:

1) Las velocidades de entrada y salida del circuito serán las siguientes:

Velocidad de entrada = 17 m/sg

Velocidad de salida= 9 m/sg

2) Las velocidades en los tramos intermedios se han obtenido mediante interpolaciones en función del caudal que transportase cada tramo.

3) Para hallar las dimensiones de los conductos rectangulares fijaremos de antemano que la relación entre base y altura será 3. Por lo que:

$$W= 3H$$

4) Las pérdidas de carga ocasionadas por los accesorios y derivaciones serán obtenidas mediante unas tablas que se adjuntarán a continuación.

5) Respecto al cálculo de las pérdidas en las curvas la relación R/G varía dependiendo de si la curva se realiza sobre el plano horizontal o vertical, será:

$$\text{Plano Vertical} \Rightarrow R/G = 1.5$$

$$\text{Plano Horizontal} \Rightarrow R/G = 1$$

G = Dimensión en la que se gira.

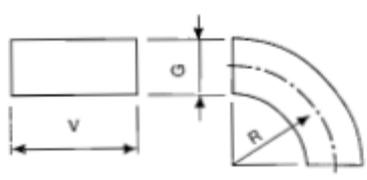
$$\text{Plano Vertical} \Rightarrow G = H$$

$$\text{Plano Horizontal} \Rightarrow G = W$$

6) Todas las rejillas de salida ocasionarán una pérdida de carga de 2 mm.ca.

7) Los diafragmas que se instalarán a bordo para equilibrar los circuitos será compuertas de regulación de caudal manuales; así que una vez instalados se regularán en base a los cálculos.

TABLA 4. Longitud equivalente de curvas de 90°.



$\frac{V}{G}$	$\frac{R}{G}$	$\frac{L}{G}$
0,25	0,5	25
	0,75	12
	1,00	7
	1,50	4
0,50	0,50	40
	0,75	16
	1,00	9
	1,50	4
1,00	0,50	50
	0,75	21
	1,00	11
	1,50	4,5
2,00	0,50	56
	0,75	30
	1,00	13
	1,50	5
4,00	0,50	65
	0,75	43
	1,00	17
	1,50	6

TABLA 6.

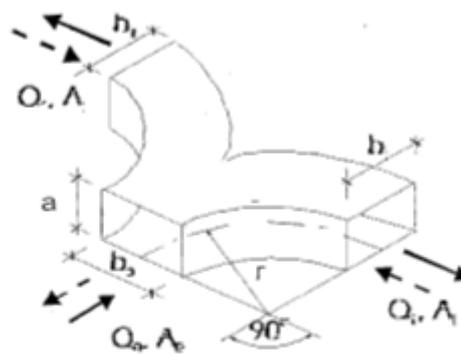
Angulo de la derivación	Relación entre las velocidad en la derivación y la velocidad en el conducto principal						
	0,4	0,6	0,8	1	1,5	2	3
90°	6,5	3,1	2	1,5	0,95	0,74	0,62
60°	5	2,2	1,3	0,77	0,47	0,47	0,58
45°	3,5	1,3	0,84	0,43	0,40	0,45	0,54

92229 Y Simétrica y Sección Rectangular

NOTA: sólo para

$$r/b_0 = 1,5$$

$$Q_1 = Q_0/2$$



VALORES DE C

	$\frac{A_1}{A_0}$	0,5	1
FLUJO			
CONVERGENTE		0,23	0,07
DIVERGENTE		0,3	0,25

4.1.4 VENTILADORES DE LA CÁMARA DE M.M.P.P.

VENTILADOR N°1

RAMA MÁS LARGA => TRAMOS 1-2-4-6-8-10-11

- **TRAMO 1**

Lgeom.= 9 m

W= 2400 mm

H= 2400 mm

V= 5.8 m/sg

Q= 120000 m³/h

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.4 \times 2.4)}{(2.4 + 2.4)} = \frac{11.52}{4.8} = 2.4$$

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(5.8)^{1.82}}{(2.4)^{1.22}} = 0.134 \text{ mm.ca/m}$$

$$P_{\text{TRAMO1}} = LT \times \bullet P / m = 9 \times 0.134 = 1.21 \text{ mm.ca.}$$

- **TRAMO 2**

Este tramo tiene 3 curvas y una derivación cuyas pérdidas de carga calcularemos a continuación:

Lgeom.= 9 m

W= 2250 mm

H= 800 mm

V= 9.26 m/sg

Q= 60000 m³/h

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 0.8)}{(2.25 + 0.8)} = \frac{3.6}{3.05} = 1.18$$

1ª Curva:

La primera curva gira sobre el plano vertical por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1.5 \qquad \frac{V}{G} = \frac{0.6}{0.4} = 1.5$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 4.75$$

$$L_{\text{EQUIV.CURVA1}} = 4.75 \times G = 4.75 \times 0.4 = 1.9 \text{ m}$$

2ª Curva:

La segunda curva gira sobre el plano vertical por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1.5 \qquad \frac{V}{G} = \frac{0.6}{0.4} = 1.5$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 4.75$$

$$L_{\text{EQUIV.CURVA2}} = 4.75 \times G = 4.75 \times 0.4 = 1.9 \text{ m}$$

3ª Curva:

La tercera curva gira sobre el plano horizontal por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1 \qquad \frac{V}{G} = \frac{0.4}{0.6} = 0.67$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 9.68$$

$$L_{\text{EQUIV.CURVA3}} = 9.68 \times G = 9.68 \times 0.6 = 5.81 \text{ m}$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 2); $V_{\text{TRAMO 2}} = 9.26 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 3); $V_{\text{TRAMO 3}} = 3.47$ m/sg

$$\frac{V_{\text{TRAMO 3}}}{V_{\text{TRAMO 2}}} = \frac{3.47}{9.26} = 0.37 \cdot 0.40$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.40 \rightarrow n = 6.5$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 6.5 \times \frac{(3.47)^2}{16} = 5 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 2 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(9.26)^{1.82}}{(1.18)^{1.22}} = 0.75 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{5}{0.75} = 6.67 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 2 con sus curvas y derivaciones será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.CURVA1}} + L_{\text{EQUIV.CURVA2}} + L_{\text{EQUIV.CURVA3}} + L_{\text{EQUIV.DERIV}} + L_{\text{geom}} = 1.9 + 1.9 + 5.81 + 6.67 + 9 = 24.57 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO2}} = LT \times \bullet P / m = 24.57 \times 0.75 = 18.43 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 4

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 4 \text{ m}$$

$$W = 2250 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 8.8 \text{ m/sg}$$

$$Q = 57000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 0.8)}{(2.25 + 0.8)} = \frac{3.6}{3.05} = 1.18$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 4); $V_{\text{TRAMO 4}} = 8.8 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 5); $V_{\text{TRAMO 5}} = 2.1 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 5}}}{V_{\text{TRAMO 4}}} = \frac{2.1}{8.8} = 0.24$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.24 \text{ -----} \Rightarrow n = 9.22$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 9.22 \times \frac{(2.1)^2}{16} = 2.54 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 4 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.8)^{1.82}}{(1.18)^{1.22}} = 0.69 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{2.54}{0.69} = 3.68 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 4 con su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 4 + 3.68 = 7.68 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO 4}} = LT \times \bullet P / m = 7.68 \times 0.69 = 5.3 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 6

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

Lgeom.= 4 m

W= 2250 mm

H= 800 mm

V= 8.3 m/sg

Q= 54000 m³/h

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 0.8)}{(2.25 + 0.8)} = \frac{3.6}{3.05} = 1.18$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 6); V_{TRAMO 6}= 8.3 m/sg

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 7); V_{TRAMO 7}= 2.1 m/sg

$$\frac{V_{\text{TRAMO 7}}}{V_{\text{TRAMO 6}}} = \frac{2.1}{8.3} = 0.25$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

0.25 -----à n = 9.05

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 9.05 \times \frac{(2.1)^2}{16} = 2.49 \text{ mm.ca}$$

El • P / m para el Tramo 6 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.3)^{1.82}}{(1.18)^{1.22}} = 0.61 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{2.49}{0.61} = 4.1 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 6 con su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 4 + 4.1 = 8.1 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{e\text{TRAMO}6} = LT \times \bullet P / m = 8.1 \times 0.61 = 4.94 \text{ mm.ca.}$$

• **TRAMO 8**

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 2 \text{ m}$$

$$W = 2200 \text{ mm}$$

$$H = 730 \text{ mm}$$

$$V = 8.8 \text{ m/sg}$$

$$Q = 51000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.2 \times 0.73)}{(2.2 + 0.73)} = \frac{3.21}{2.93} = 1.1$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 8); $V_{\text{TRAMO}8} = 8.8 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 9); $V_{\text{TRAMO}9} = 2.1 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO}9}}{V_{\text{TRAMO}8}} = \frac{2.1}{8.8} = 0.24$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.24 \text{ -----} \Rightarrow n = 9.22$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 9.22 \times \frac{(2.1)^2}{16} = 2.54 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 8 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.8)^{1.82}}{(1.1)^{1.22}} = 0.75 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P \quad 2.54}{\bullet P / m \quad 0.75} = \text{-----} = \text{-----} = 3.39 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 8 con su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 2 + 3.39 = 5.39 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{eTRAMOS}} = LT \times \bullet P / m = 5.39 \times 0.75 = 4.04 \text{ mm.ca.}$$

• **TRAMO 10**

Este tramo tiene una curva y una derivación cuyas pérdidas de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 14 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 16.6 \text{ m/sg}$$

$$Q = 48000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.8)}{(1 + 0.8)} = \frac{1.6}{1.8} = 0.89$$

Curva:

La primera curva gira sobre el plano horizontal por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1 \qquad \frac{V}{G} = \frac{1}{0.8} = 1.25$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 11.5$$

$$L_{\text{EQUIV.CURVA}} = 11.5 \times G = 11.5 \times 0.8 = 9.2 \text{ m}$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 10); $V_{\text{TRAMO 10}} = 16.6 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 11); $V_{\text{TRAMO 11}} = 8.12 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 11}}}{V_{\text{TRAMO 10}}} = \frac{8.12}{16.6} = 0.5$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.5 \text{ -----} \rightarrow n = 4.8$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 6.5 \times \frac{(8.12)^2}{16} = 19.78 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 10 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(16.6)^{1.82}}{(0.89)^{1.22}} = 3.06 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{19.78}{3.06} = 6.46 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 2 con sus curvas y derivaciones será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.CURVA}} + L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 9.2 + 6.46 + 14 = 29.66 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{eTRAMO10}} = LT \times \bullet P / m = 29.66 \times 3.06 = 90.75 \text{ mm.ca.}$$

• **TRAMO 12**

$$L_{\text{geom.}} = 1 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 12.6 \text{ m/sg}$$

$$Q = 36600 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.8)}{(1 + 0.8)} = \frac{1.6}{1.8} = 0.89$$

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(12.6)^{1.82}}{(0.89)^{1.22}} = 1.86 \text{ mm.ca/m}$$

$$Pe_{\text{TRAMO12}} = LT \times \bullet P / m = 1 \times 1.86 = 1.86 \text{ mm.ca.}$$

PRESIÓN TOTAL DEL VENTILADOR NÚMERO 1.

$$Pe_{\text{VENTILADOR.Nº1}} = \bullet Pe_{\text{TRAMOS}} + \text{REJILLA} =$$

$$= 1.21 + 18.43 + 5.3 + 4.94 + 4.04 + 90.75 + 1.86 = 126.53 \text{ mm.ca.}$$

EQUILIBRADO DE LOS TRAMOS.

Procederemos entonces a calcular la presión de los tramos que no forman parte de la rama más larga, e iremos comparando las presiones de los tramos para posteriormente definir el equilibrado necesario en cada tramo.

• TRAMO 11

$$L_{\text{geom.}} = 6 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 400 \text{ mm}$$

$$V = 8.12 \text{ m/sg}$$

$$Q = 11700 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.4)}{(1 + 0.4)} = \frac{0.8}{1.4} = 0.57$$

El • P / m para el Tramo 11 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.12)^{1.82}}{(0.57)^{1.22}} = 1.44 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 6 + 2 = 8 \text{ m}$$

Entonces:

$$Pe_{TRAMO11} = LT \times \bullet P / m = 8 \times 1.44 = 11.52 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 12.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$EQUILIBRADO = Pe_{TRAMO11} - Pe_{TRAMO12} = 11.52 - 1.86 = 9.66 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times EQUILIBRADO}{V^2} = \frac{16 \times 9.66}{(8.12)^2} = 2.34$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 2.34 = 0.56$$

• TRAMO 9

$$L_{geom.} = 1 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 400 \text{ mm}$$

$$V = 2.1 \text{ m/sg}$$

$$Q = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.4)}{(1 + 0.4)} = \frac{0.8}{1.4} = 0.57$$

El • P / m para el Tramo 9 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(2.1)^{1.82}}{(0.57)^{1.22}} = 0.12 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 1 + 2 = 3 \text{ m}$$

Entonces:

$$Pe_{TRAMO9} = LT \times \bullet P / m = 3 \times 0.12 = 0.36 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 10.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO10}} - P_{\text{TRAMO9}} = 62.6 - 0.36 = 62.24 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 62.24}{(2.1)^2} = 225.8$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 225.8 = 0.031$$

- **TRAMO 7**

$$L_{\text{geom.}} = 1 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 400 \text{ mm}$$

$$V = 2.1 \text{ m/sg}$$

$$Q = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.4)}{(1 + 0.4)} = \frac{0.8}{1.4} = 0.57$$

El • P / m para el Tramo 7 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(2.1)^{1.82}}{(0.57)^{1.22}} = 0.12 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom}} = 1 + 2 = 3 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO7}} = LT \times \bullet P / m = 3 \times 0.12 = 0.36 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 6.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO6}} - P_{\text{TRAMO7}} = 4.94 - 0.36 = 4.58 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 4.58}{(2.1)^2} = 16.62$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 16.62 = 0.033$$

- **TRAMO 5**

Lgeom.=1 m

W= 1000 mm

H= 400 mm

V= 2.1 m/sg

Q= 3000 m³/h

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.4)}{(1 + 0.4)} = \frac{0.8}{1.4} = 0.57$$

El • P / m para el Tramo 5 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(2.1)^{1.82}}{(0.57)^{1.22}} = 0.12 \text{ mm.ca/m}$$

LT= L_{REJILLA} + Lgeom= 1 + 2= 3m

Entonces:

$$Pe_{\text{TRAMO5}} = LT \times \bullet P / m = 3 \times 0.12 = 0.36 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 4.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = Pe_{\text{TRAMO4}} - Pe_{\text{TRAMO5}} = 5.3 - 0.36 = 4.94 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 4.94}{(2.1)^2} = 17.92$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 17.92 = 0.32$$

- **TRAMO 3**

Lgeom.=2 m

W= 600 mm

$$H = 400 \text{ mm}$$

$$V = 3.47 \text{ m/sg}$$

$$Q = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.24)}{(0.6 + 0.4)} = \frac{0.48}{1} = 0.48$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 3 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(3.47)^{1.82}}{(0.48)^{1.22}} = 0.38 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom}} = 2 + 2 = 4 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO3}} = LT \times \bullet P / m = 4 \times 0.38 = 1.52 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 2.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO2}} - P_{\text{TRAMO3}} = 18.43 - 1.52 = 16.91 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 16.91}{(3.47)^2} = 22.47$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 22.47 = 0.3$$

EQUILIBRADO DE DERIVACIONES DEL TRAMO 13.

- **TRAMO 13**

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 3.2 \text{ m}$$

$$W = 2400 \text{ mm}$$

$$H = 715 \text{ mm}$$

$$V = 5.34 \text{ m/sg}$$

$$Q = 33000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.4 \times 0.715)}{(2.4 + 0.715)} = \frac{3.43}{3.115} = 1.1$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 13); $V_{\text{TRAMO 13}} = 5.34 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 14); $V_{\text{TRAMO 14}} = 2.1 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 14}}}{V_{\text{TRAMO 13}}} = \frac{2.1}{5.34} = 0.4$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.4 \text{ -----} \Rightarrow n = 6.5$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 6.5 \times \frac{(2.1)^2}{16} = 1.8 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 13 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(5.34)^{1.82}}{(1.1)^{1.22}} = 0.3 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{1.8}{0.3} = 6 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 13 con su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 6 + 3.2 = 9.2 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{E TRAMO 13}} = LT \times \bullet P / m = 9.2 \times 0.3 = 2.76 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 15

Este tramo tiene 2 curvas cuyas pérdidas de carga calcularemos a continuación:

$$L_{geom.} = 7.2 \text{ m}$$

$$W = 2400 \text{ mm}$$

$$H = 715 \text{ mm}$$

$$V = 4.86 \text{ m/sg}$$

$$Q = 30000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.4 \times 0.715)}{(2.4 + 0.715)} = \frac{3.52}{3.45} = 1.1$$

1ª Curva:

La primera curva gira sobre el plano horizontal por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1 \qquad \frac{V}{G} = \frac{0.715}{2.4} = 0.3$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 7.4$$

$$L_{EQUIV.CURVA1} = 2.4 \times G = 2.4 \times 7.4 = 17.76 \text{ m}$$

2ª Curva:

La segunda curva gira sobre el plano vertical por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1.5 \qquad \frac{V}{G} = \frac{2.4}{0.715} = 3.36$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 5.68$$

$$L_{EQUIV.CURVA2} = 0.715 \times G = 0.715 \times 5.68 = 4.06 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 15 con sus curvas será:

$$LT = L_{EQUIV.CURVA1} + L_{EQUIV.CURVA2} + L_{geom.} = 17.76 + 4.06 + 7.2 = 29.02 \text{ m}$$

Entonces:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(4.86)^{1.82}}{(1.1)^{1.22}} = 0.25 \text{ mm.ca/m}$$

$$Pe_{\text{TRAMO15}} = LT \times \bullet P / m = 29.02 \times 0.25 = 7.255 \text{ mm.ca.}$$

• **TRAMO 16**

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 6 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 10.41 \text{ m/sg}$$

$$Q = 30000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.8)}{(1 + 0.8)} = \frac{1.6}{1.8} = 0.89$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 16); $V_{\text{TRAMO 16}} = 10.42 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado “c” (Tramo 17); $V_{\text{TRAMO 17}} = 10.42 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 17}}}{V_{\text{TRAMO 16}}} = \frac{10.42}{10.42} = 1$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$1 \text{ -----} \rightarrow n = 1.5$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.5 \times \frac{(10.42)^2}{16} = 10.17 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 16 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(10.42)^{1.82}}{(0.89)^{1.22}} = 1.31 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{10.17}{1.31} = 7.76 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 16 con su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 6 + 7.76 = 13.76 \text{ m}$$

Entonces:

$$Pe_{\text{TRAMO16}} = LT \times \bullet P / m = 13.76 \times 1.31 = 18 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 18

$$L_{\text{geom.}} = 2 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 400 \text{ mm}$$

$$V = 10.42 \text{ m/sg}$$

$$Q = 15000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.4)}{(1 + 0.4)} = \frac{0.8}{1.4} = 0.57$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 18 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(10.42)^{1.82}}{(0.57)^{1.22}} = 2.26 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom}} = 2 + 2 = 4 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{e\text{TRAMO18}} = LT \times \bullet P / m = 4 \times 2.26 = 5.04 \text{ mm.ca.}$$

EQUILIBRADO.

- **TRAMO 14**

$$L_{\text{geom.}} = 2 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 400 \text{ mm}$$

$$V = 2.1 \text{ m/sg}$$

$$Q = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.4)}{(1 + 0.4)} = \frac{0.8}{1.4} = 0.57$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 14 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(2.1)^{1.82}}{(0.57)^{1.22}} = 0.12 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom.}} = 2 + 2 = 4 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{e\text{TRAMO14}} = LT \times \bullet P / m = 4 \times 0.12 = 0.48 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 13.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{e\text{TRAMO13}} - P_{e\text{TRAMO14}} = 2.76 - 0.48 = 2.28 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 2.28}{(2.1)^2} = 8.27$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 8.27 = 0.41$$

• **TRAMO 17**

Lgeom.=2 m

W= 1000 mm

H= 400 mm

V= 10.42 m/sg

Q= 15000 m³/h

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.4)}{(1 + 0.4)} = \frac{0.8}{1.4} = 0.57$$

El • P / m para el Tramo 17 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(10.42)^{1.82}}{(0.57)^{1.22}} = 2.26 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 2 + 2 = 4\text{m}$$

Entonces:

$$Pe_{TRAMO17} = LT \times \bullet P / m = 4 \times 2.26 = 5.04 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 16.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$EQUILIBRADO = Pe_{TRAMO16} - Pe_{TRAMO17} = 18 - 5.04 = 12.96 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times EQUILIBRADO}{V^2} = \frac{16 \times 12.96}{(10.42)^2} = 1.9$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 1.9 = 0.58$$

• P TOTAL DE LOS TRAMOS DE LA 2º RAMA

$$Pe_{VENTILADOR.Nº1.RAMA2} = \bullet Pe_{TRAMOS} = 2.76 + 7.255 + 18 + 4.52 = 32.54 \text{ mm.ca.}$$

EQUILIBRADO DE LA RAMA MÁS LARGA CON LA RAMA DEL TRAMO

13.

EQUILIBRADO= $P_A - P_B = 126.53 - 32.54 = 94 \text{ mm.ca.}$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 94}{(5.34)^2} = 52.7$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 52.7 = 0.2$$

VENTILADOR N°2

RAMA ÚNICA => TRAMOS 1

• **TRAMO 1**

Lgeom.= 9 m

W= 2400 mm

H= 2400 mm

V= 5.8 m/sg

Q= 120000 m³/h

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.4 \times 2.4)}{(2.4 + 2.4)} = \frac{11.52}{4.8} = 2.4$$

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(5.8)^{1.82}}{(2.4)^{1.22}} = 0.134 \text{ mm.ca/m}$$

LT= L_{REJILLA} + Lgeom= 9 + 2= 11m

Pe_{TRAMO1}= LT x P / m= 11 x 0.134= 1.47 mm.ca.

Como el ventilador tiene un único tramo:

$$P_{eTOTAL}=P_{eTRAMO1}= 1.47 \text{ mm.ca.}$$

VENTILADOR N°3

RAMA MÁS LARGA => TRAMOS 1-2-4-5-7-9

- **TRAMO 1**

$$L_{geom.} = 9 \text{ m}$$

$$W = 2400 \text{ mm}$$

$$H = 2400 \text{ mm}$$

$$V = 5.8 \text{ m/sg}$$

$$Q = 120000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.4 \times 2.4)}{(2.4 + 2.4)} = \frac{11.52}{4.8} = 2.4$$

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(5.8)^{1.82}}{(2.4)^{1.22}} = 0.134 \text{ mm.ca/m}$$

$$P_{eTRAMO1} = LT \times \bullet P / m = 9 \times 0.134 = 1.21 \text{ mm.ca.}$$

- **TRAMO 2**

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{geom.} = 5 \text{ m}$$

$$W = 2250 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 9.26 \text{ m/sg}$$

$$Q = 60000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 0.8)}{(2.25 + 0.8)} = \frac{3.6}{3.05} = 1.18$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 2); $V_{\text{TRAMO 2}} = 9.26$ m/sg

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 3); $V_{\text{TRAMO 3}} = 8.33$ m/sg

$$\frac{V_{\text{TRAMO 3}}}{V_{\text{TRAMO 2}}} = \frac{8.33}{9.26} = 0.9$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.90 \rightarrow n = 1.75$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.75 \times \frac{(8.33)^2}{16} = 7.6 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 2 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(9.26)^{1.82}}{(1.18)^{1.22}} = 0.75 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{7.6}{0.75} = 10.13 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 2 con su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 10.13 + 5 = 15.13 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO 2}} = LT \times \bullet P / m = 15.13 \times 0.75 = 11.35 \text{ mm.ca.}$$

- **TRAMO 4**

Lgeom.= 9 m

W= 2400 mm

H= 715 mm

V= 7.77 m/sg

Q= 48000 m³/h

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.4 \times 0.715)}{(2.4 + 0.715)} = \frac{3.43}{3.11} = 1.1$$

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(7.77)^{1.82}}{(1.1)^{1.22}} = 0.59 \text{ mm.ca/m}$$

$$P_{e\text{TRAMO4}} = LT \times \bullet P / m = 4 \times 0.59 = 5.35 \text{ mm.ca.}$$

- **TRAMO 5**

Este tramo tiene 2 curvas y una derivación cuyas pérdidas de carga calcularemos a continuación:

Lgeom.= 16 m

W= 2250 mm

H= 800 mm

V= 6.17 m/sg

Q= 40000 m³/h

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 0.8)}{(2.25 + 0.8)} = \frac{3.6}{3.05} = 1.18$$

1ª Curva:

La primera curva gira sobre el plano horizontal por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1 \qquad \frac{V}{G} = \frac{0.8}{2.25} = 0.35$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 7.8$$

$$L_{EQUIV.CURVA1} = 7.8 \times G = 7.8 \times 2.25 = 17.55 \text{ m}$$

2ª Curva:

La segunda curva gira sobre el plano horizontal por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1 \qquad \frac{V}{G} = \frac{0.8}{2.25} = 0.35$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que:

$$\frac{L}{G} = 7.8$$

$$L_{EQUIV.CURVA2} = 7.8 \times G = 7.8 \times 2.25 = 17.55 \text{ m}$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 5); $V_{TRAMO 5} = 6.17 \text{ m/sg}$
- Velocidad del conducto derivado “c” (Tramo 6); $V_{TRAMO 6} = 2.08 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{TRAMO 6}}{V_{TRAMO 5}} = \frac{2.08}{6.17} = 0.34$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.34 \text{ -----} \Rightarrow n = 7.52$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 7.52 \times \frac{(2.08)^2}{16} = 2.03 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 5 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(6.17)^{1.82}}{(1.18)^{1.22}} = 0.36 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{2.03}{0.36} = 5.64 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 5 con sus curvas y derivaciones será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.CURVA1}} + L_{\text{EQUIV.CURVA2}} + L_{\text{EQUIV.DERIV}} + L_{\text{geom}} = 16 + 17.55 + 17.55 + 5.64 = 56.74 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{eTRAMO5}} = LT \times \bullet P / m = 56.74 \times 0.36 = 20.43 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 7

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 3 \text{ m}$$

$$W = 2000 \text{ mm}$$

$$H = 600 \text{ mm}$$

$$V = 8.56 \text{ m/sg}$$

$$Q = 37000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2 \times 0.6)}{(2 + 0.6)} = \frac{2.4}{2.6} = 0.92$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 7); $V_{\text{TRAMO 7}} = 8.56 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 8); $V_{\text{TRAMO 8}} = 2.08 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 8}}}{V_{\text{TRAMO 7}}} = \frac{2.08}{8.56} = 0.24$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.24 \text{ -----} \Rightarrow n = 9.22$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 9.22 \times \frac{(2.08)^2}{16} = 2.42 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 7 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.56)^{1.82}}{(0.92)^{1.22}} = 0.88 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{2.42}{0.88} = 2.75 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 7 su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 2.75 + 3 = 5.75 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{eTRAMO7}} = LT \times \bullet P / m = 5.75 \times 0.88 = 5.06 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 9

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 4 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 10.42 \text{ m/sg}$$

$$Q = 30000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.8)}{(1 + 0.8)} = \frac{1.6}{1.8} = 0.89$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 9); $V_{\text{TRAMO 9}} = 10.42$ m/sg

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 10); $V_{\text{TRAMO 10}} = 2.1$ m/sg

$$\frac{V_{\text{TRAMO 10}}}{V_{\text{TRAMO 9}}} = \frac{2.1}{10.42} = 0.2$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.2 \rightarrow n = 9.9$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 9.9 \times \frac{(2.1)^2}{16} = 2.73 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 9 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(10.42)^{1.82}}{(0.89)^{1.22}} = 1.31 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{2.73}{1.31} = 2.1 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 9 su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 2.1 + 4 = 6.1 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO9}} = LT \times \bullet P / m = 6.1 \times 1.31 = 8 \text{ mm.ca.}$$

- **TRAMO 11**

Lgeom.= 4 m

W= 1000 mm

H= 800 mm

V= 9.37 m/sg

Q= 27000 m³/h

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.8)}{(1 + 0.8)} = \frac{1.6}{1.8} = 0.89$$

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(9.37)^{1.82}}{(0.89)^{1.22}} = 1.08 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{geom}} + \text{REJILLA} = 4 + 2 = 6$$

$$Pe_{\text{TRAMO11}} = LT \times \bullet P / m = 6 \times 1.08 = 6.5 \text{ mm.ca.}$$

PRESIÓN TOTAL DEL VENTILADOR NÚMERO 3.

$$Pe_{\text{VENTILADOR.Nº3}} = \bullet Pe_{\text{TRAMOS}} = 1.21 + 11.35 + 5.35 + 20.43 + 5.06 + 8 + 6.5 = 57.9 \text{ mm.ca.}$$

EQUILIBRADO DE LOS TRAMOS.

Procederemos entonces a calcular la presión de los tramos que no forman parte de la rama más larga, e iremos comparando las presiones de los tramos para posteriormente definir el equilibrado necesario en cada tramo.

- **TRAMO 10**

Lgeom.=1 m

W= 1000 mm

H= 400 mm

V= 2.1 m/sg

$$Q = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.4)}{(1 + 0.4)} = \frac{0.8}{1.4} = 0.57$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 10 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(2.1)^{1.82}}{(0.57)^{1.22}} = 0.12 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom}} = 1 + 2 = 3 \text{ m}$$

Entonces:

$$Pe_{\text{TRAMO10}} = LT \times \bullet P / m = 3 \times 0.12 = 0.36 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 9.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = Pe_{\text{TRAMO9}} - Pe_{\text{TRAMO10}} = 8 - 0.12 = 7.88 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 7.88}{(2.1)^2} = 28.6$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 28.6 = 0.27$$

• TRAMO 8

$$L_{\text{geom.}} = 2 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 400 \text{ mm}$$

$$V = 2.1 \text{ m/sg}$$

$$Q = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.4)}{(1 + 0.4)} = \frac{0.8}{1.4} = 0.57$$

El • P / m para el Tramo 8 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(2.1)^{1.82}}{(0.57)^{1.22}} = 0.12 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 2 + 2 = 4 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{eTRAMO8} = LT \times \bullet P / m = 4 \times 0.12 = 0.48 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 7.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$EQUILIBRADO = P_{eTRAMO7} - P_{eTRAMO8} = 5.06 - 0.48 = 4.58 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times EQUILIBRADO}{V^2} = \frac{16 \times 4.58}{(2.08)^2} = 16.94$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 16.94 = 0.33$$

• TRAMO 6

$$L_{geom.} = 2 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 400 \text{ mm}$$

$$V = 2.08 \text{ m/sg}$$

$$Q = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.4)}{(1 + 0.4)} = \frac{0.8}{1.4} = 0.57$$

El • P / m para el Tramo 8 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(2.08)^{1.82}}{(0.57)^{1.22}} = 0.12 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 2 + 2 = 4m$$

Entonces:

$$Pe_{TRAMO6} = LT \times P / m = 4 \times 0.12 = 0.48 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 5.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$EQUILIBRADO = Pe_{TRAMO5} - Pe_{TRAMO6} = 20.43 - 0.48 = 19.95 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times EQUILIBRADO}{V^2} = \frac{16 \times 19.95}{(2.08)^2} = 73.8$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 73.8 = 0.16$$

EQUILIBRADO DE DERIVACIONES DE LA RAMA DEL TRAMO 12.

- **TRAMO 12**

Este tramo tiene una curva cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{geom.} = 8.6 \text{ m}$$

$$W = 2250 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 9.26 \text{ m/sg}$$

$$Q = 60000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 0.8)}{(2.25 + 0.8)} = \frac{3.6}{3.05} = 1.18$$

Curva:

La curva gira sobre el plano horizontal por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1 \qquad \frac{V}{G} = \frac{2.25}{0.8} = 2.81$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 14.62$$

$$L_{\text{EQUIV.CURVA1}} = 14.62 \times G = 14.62 \times 0.8 = 11.7 \text{ m}$$

El • P / m para el Tramo 12 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(9.26)^{1.82}}{(1.1)^{1.22}} = 0.82 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud total del Tramo 12 con su curva será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.CURVA}} + L_{\text{geom}} = 11.7 + 8.6 = 20.3 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO12}} = LT \times \bullet P / m = 20.3 \times 0.82 = 16.65 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 13

$$L_{\text{geom.}} = 9 \text{ m}$$

$$W = 2400 \text{ mm}$$

$$H = 715 \text{ mm}$$

$$V = 9.71 \text{ m/sg}$$

$$Q = 60000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.4 \times 0.715)}{(2.4 + 0.715)} = \frac{3.43}{3.11} = 1.1$$

El • P / m para el Tramo 13 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(9.71)^{1.82}}{(1.1)^{1.22}} = 0.89 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud total del Tramo 13 con su rejilla será:

$$LT = L_{\text{geom}} + \text{REJILLA} = 9 + 2 = 11 \text{ m}$$

Entonces:

$$Pe_{TRAMO13} = LT \cdot P / m = 11 \times 0.89 = 9.81 \text{ mm.ca.}$$

• P TOTAL DE LOS TRAMOS DE LA 2º RAMA

$$Pe_{VENTILADOR.Nº3.RAMA2} = \bullet Pe_{TRAMOS} = 16.65 + 9.81 = 26.46 \text{ mm.ca.}$$

EQUILIBRADO DE LA RAMA MÁS LARGA CON LA RAMA DEL TRAMO

12.

$$EQUILIBRADO = P_A - P_B = 57.9 - 26.46 = 31.44 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times EQUILIBRADO}{V^2} = \frac{16 \times 31.44}{(9.26)^2} = 5.86$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 5.86 = 0.45$$

VENTILADOR Nº4

RAMA MÁS LARGA => TRAMOS 1-2-3-4-6-8-9-10

• TRAMO 1

$$L_{geom.} = 9 \text{ m}$$

$$W = 2400 \text{ mm}$$

$$H = 2400 \text{ mm}$$

$$V = 5.8 \text{ m/sg}$$

$$Q = 120000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.4 \times 2.4)}{(2.4 + 2.4)} = \frac{11.52}{4.8} = 2.4$$

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(5.8)^{1.82}}{(2.4)^{1.22}} = 0.134 \text{ mm.ca/m}$$

$$Pe_{\text{TRAMO1}} = LT \times \bullet P / m = 9 \times 0.134 = 1.21 \text{ mm.ca.}$$

• **TRAMO 2**

Este tramo tiene una curva cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 8.6 \text{ m}$$

$$W = 2250 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 9.7 \text{ m/sg}$$

$$Q = 63000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 0.8)}{(2.25 + 0.8)} = \frac{3.6}{3.05} = 1.18$$

Curva:

La curva gira sobre el plano horizontal por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1 \qquad \frac{V}{G} = \frac{0.8}{2.25} = 0.35$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 7.8$$

$$L_{\text{EQUIV.CURVA}} = 7.8 \times G = 7.8 \times 2.25 = 17.55 \text{ m}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 2 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(9.7)^{1.82}}{(1.18)^{1.22}} = 0.82 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud total del Tramo 2 con su curva será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.CURVA}} + L_{\text{geom.}} = 17.55 + 8.6 = 26.15 \text{ m}$$

Entonces:

$$Pe_{TRAMO2} = LT \times \bullet P / m = 26.15 \times 0.82 = 21.44 \text{ mm.ca.}$$

- **TRAMO 3**

$$L_{geom.} = 9 \text{ m}$$

$$W = 2400 \text{ mm}$$

$$H = 715 \text{ mm}$$

$$V = 9.7 \text{ m/sg}$$

$$Q = 60000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.4 \times 0.715)}{(2.4 + 0.715)} = \frac{3.43}{3.11} = 1.1$$

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(9.7)^{1.82}}{(1.1)^{1.22}} = 0.89 \text{ mm.ca/m}$$

$$Pe_{TRAMO3} = LT \times \bullet P / m = 9 \times 0.89 = 8 \text{ mm.ca.}$$

- **TRAMO 4**

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{geom.} = 13 \text{ m}$$

$$W = 2.250 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 9.25 \text{ m/sg}$$

$$Q = 60000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 0.8)}{(2.25 + 0.8)} = \frac{3.6}{3.05} = 1.18$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 4); $V_{\text{TRAMO 4}} = 9.25 \text{ m/sg}$
- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 5); $V_{\text{TRAMO 5}} = 2.52 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 5}}}{V_{\text{TRAMO 4}}} = \frac{2.52}{9.25} = 0.27$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.27 \text{ -----} \Rightarrow n = 8.71$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 8.71 \times \frac{(2.52)^2}{16} = 3.45 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 4 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(9.25)^{1.82}}{(1.18)^{1.22}} = 0.75 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{3.45}{0.75} = 4.6 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 4 su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 4.6 + 13 = 17.6 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{eTRAMO 4}} = LT \times \bullet P / m = 17.6 \times 0.75 = 13 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 6

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 4 \text{ m}$$

$$W = 2.200 \text{ mm}$$

$$H = 730 \text{ mm}$$

$$V = 9.85 \text{ m/sg}$$

$$Q = 57000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.2 \times 0.73)}{(2.2 + 0.73)} = \frac{3.2}{2.93} = 1.1$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 6); $V_{\text{TRAMO 6}} = 9.85 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 7); $V_{\text{TRAMO 7}} = 2.52 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 7}}}{V_{\text{TRAMO 6}}} = \frac{2.52}{9.85} = 0.25$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.25 \rightarrow n = 9.05$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 9.05 \times \frac{(2.52)^2}{16} = 3.59 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 6 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(9.85)^{1.82}}{(1.1)^{1.22}} = 1.02 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{3.59}{1.02} = 3.51 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 6 su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 3.51 + 4 = 7.51 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO 6}} = LT \times \bullet P / m = 7.51 \times 1.02 = 7.66 \text{ mm.ca.}$$

• **TRAMO 8**

Este tramo tiene una curva y una derivación cuyas pérdidas de carga calcularemos a continuación:

$L_{geom.} = 8 \text{ m}$

$W = 2000 \text{ mm}$

$H = 660 \text{ mm}$

$V = 11.53 \text{ m/sg}$

$Q = 54000 \text{ m}^3/\text{h}$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2 \times 0.66)}{(2 + 0.66)} = \frac{2.64}{2.66} = 0.98$$

Curva:

La primera curva gira sobre el plano horizontal por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1 \qquad \frac{V}{G} = \frac{0.66}{2} = 0.33$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 7.64$$

$L_{EQUIV.CURVA} = 7.64 \times G = 7.64 \times 2 = 15.28 \text{ m}$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 8); $V_{TRAMO 8} = 11.53 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado “c” (Tramo 12); $V_{TRAMO 12} = 4.2 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{TRAMO 12}}{V_{TRAMO 8}} = \frac{4.2}{11.53} = 0.36$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.36 \text{ -----} \rightarrow n = 7.18$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 7.52 \times \frac{(2.08)^2}{16} = 2.03 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 8 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(11.53)^{1.82}}{(0.98)^{1.22}} = 1.4 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{EQUIV.DERIV.} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{7.9}{1.4} = 5.64 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 8 con sus curvas y derivaciones será:

$$LT = L_{EQUIV.CURVA} + L_{EQUIV.DERIV.} + L_{geom} = 8 + 15.28 + 5.64 = 28.92 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{eTRAMOS} = LT \times \bullet P / m = 28.92 \times 1.4 = 40.5 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 9

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{geom.} = 2 \text{ m}$$

$$W = 1400 \text{ mm}$$

$$H = 470 \text{ mm}$$

$$V = 18.52 \text{ m/sg}$$

$$Q = 44000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1.4 \times 0.47)}{(1.4 + 0.47)} = \frac{1.32}{1.87} = 0.7$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 9); $V_{\text{TRAMO 9}} = 18.52 \text{ m/sg}$
- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 11); $V_{\text{TRAMO11}} = 10.94 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 11}}}{V_{\text{TRAMO 9}}} = \frac{10.94}{18.52} = 0.6$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.6 \rightarrow n = 3.1$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 3.1 \times \frac{(10.94)^2}{16} = 23 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 9 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(18.52)^{1.82}}{(0.7)^{1.22}} = 5 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{23}{5} = 4.6 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 9 su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 4.6 + 2 = 6.6 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO9}} = LT \times \bullet P / m = 6.6 \times 5 = 33 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 10

$$L_{\text{geom.}} = 3 \text{ m}$$

$$W = 990 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 26 \text{ m/sg}$$

$$Q = 31000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (0.99 \times 0.33)}{(0.99 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.32} = 0.5$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 10 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(26)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 14 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud total del Tramo 10 con su rejilla será:

$$LT = L_{\text{geom}} + \text{REJILLA} = 3 + 2 = 5 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{eTRAMO10}} = LT \times \bullet P / m = 5 \times 14 = 70 \text{ mm.ca.}$$

PRESIÓN TOTAL DEL VENTILADOR NÚMERO 4.

$$P_{\text{eVENTILADOR.Nº4}} = \bullet P_{\text{eTRAMOS}} = 1.21 + 21.44 + 8 + 13 + 7.66 + 40.5 + 33 + 70 = 194.81 \text{ mm.ca.}$$

EQUILIBRADO DE LOS TRAMOS.

Procederemos entonces a calcular la presión de los tramos que no forman parte de la rama más larga, e iremos comparando las presiones de los tramos para posteriormente definir el equilibrado necesario en cada tramo.

• TRAMO 11

$$L_{\text{geom.}} = 1 \text{ m}$$

$$W = 990 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 10.94 \text{ m/sg}$$

$$Q = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (0.99 \times 0.33)}{(0.99 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.32} = 0.5$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 11 será:

$$\bullet P / m = \bullet x 14.23 x 10^{-3} x \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 x 14.23 x 10^{-3} x \frac{(10.94)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 2.9 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 1 + 2 = 3m$$

Entonces:

$$P_{eTRAMO11} = LT x \bullet P / m = 3 x 2.9 = 8.7 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 10.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$EQUILIBRADO = P_{eTRAMO10} - P_{eTRAMO11} = 70 - 8.7 = 61.3 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 x EQUILIBRADO}{V^2} = \frac{16 x 61.3}{(10.94)^2} = 8.62$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 x \ln C = 0.656936 - 0.11544 x \ln 8.62 = 0.40$$

• TRAMO 12

Este tramo tiene una curva cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{geom.} = 5 \text{ m}$$

$$W = 1400 \text{ mm}$$

$$H = 470 \text{ mm}$$

$$V = 4.2 \text{ m/sg}$$

$$Q = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 X (W x H)}{(W + H)} = \frac{2 X (1.4 x 0.47)}{(1.4 + 0.47)} = \frac{1.31}{1.87} = 0.7$$

Curva:

La primera curva gira sobre el plano horizontal por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1 \qquad \frac{V}{G} = \frac{0.47}{1.4} = 0.33$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 7.64$$

$$L_{\text{EQUIV.CURVA}} = 7.64 \times G = 7.64 \times 1.4 = 10.7 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 12 con su curva y su rejilla será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.CURVA}} + \text{REJILLA} + L_{\text{geom}} = 10.7 + 2 + 5 = 17.7 \text{ m}$$

El • P / m para el Tramo 12 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(4.2)^{1.82}}{(0.7)^{1.22}} = 0.34 \text{ mm.ca/m}$$

Entonces:

$$Pe_{\text{TRAMO12}} = LT \times \bullet P / m = 17.7 \times 0.34 = 6 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 8.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = Pe_{\text{TRAMO8}} - Pe_{\text{TRAMO12}} = 40.5 - 6 = 34.5 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 34.5}{(4.2)^2} = 31$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 31 = 0.26$$

• TRAMO 7

$$L_{\text{geom.}} = 2 \text{ m}$$

$$W = 990 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 2.52 \text{ m/sg}$$

$$Q = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (0.99 \times 0.33)}{(0.99 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.32} = 0.5$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 7 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(2.52)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 0.2 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom.}} = 2 + 2 = 4 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO7}} = LT \times \bullet P / m = 4 \times 0.2 = 0.8 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 6.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO6}} - P_{\text{TRAMO7}} = 7.66 - 0.8 = 6.86 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 6.86}{(2.52)^2} = 17.3$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 17.3 = 0.33$$

• TRAMO 5

$$L_{\text{geom.}} = 2 \text{ m}$$

$$W = 990 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 2.52 \text{ m/sg}$$

$$Q = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (0.99 \times 0.33)}{(0.99 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.32} = 0.5$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 5 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(2.52)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 0.2 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 2 + 2 = 4 \text{ m}$$

Entonces:

$$Pe_{TRAMO5} = LT \times \bullet P / m = 4 \times 0.2 = 0.8 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 4.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$EQUILIBRADO = Pe_{TRAMO4} - Pe_{TRAMO5} = 13.2 - 0.8 = 12.4 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times EQUILIBRADO}{V^2} = \frac{16 \times 12.4}{(2.52)^2} = 31.2$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 31.2 = 0.26$$

EQUILIBRADO DE DERIVACIONES DEL TRAMO 13.

• TRAMO 13

Este tramo tiene una 2 derivaciones cuyas pérdidas de carga calcularemos a continuación:

$$L_{geom.} = 1 \text{ m}$$

$$W = 2250 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 8.8 \text{ m/sg}$$

$$Q = 57000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 0.8)}{(2.25 + 0.8)} = \frac{3.6}{3.05} = 1.18$$

1ª Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 13); $V_{\text{TRAMO 13}} = 8.8 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 14); $V_{\text{TRAMO 14}} = 7.6 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 14}}}{V_{\text{TRAMO 13}}} = \frac{7.6}{8.8} = 0.86$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.86 \text{ -----} \Rightarrow n = 1.85$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.85 \times \frac{(7.6)^2}{16} = 6.7 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 13 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.8)^{1.82}}{(1.18)^{1.22}} = 0.68 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.1}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{6.7}{0.68} = 9.8 \text{ m}$$

2ª Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 13); $V_{\text{TRAMO 13}} = 8.8 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 15); $V_{\text{TRAMO 15}} = 7.6$ m/sg

$$\frac{V_{\text{TRAMO 15}}}{V_{\text{TRAMO 13}}} = \frac{7.6}{8.8} = 0.86$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.86 \rightarrow n = 1.85$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.85 \times \frac{(7.6)^2}{16} = 6.7 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 13 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.8)^{1.82}}{(1.18)^{1.22}} = 0.68 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.2}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{6.7}{0.68} = 9.8 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 13 con su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.1}} + L_{\text{EQUIV.DERIV.2}} + L_{\text{geom}} = 9.8 + 9.8 + 1 = 20.6 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO13}} = LT \times \bullet P / m = 20.6 \times 0.68 = 14 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 16

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 3 \text{ m}$$

$$W = 2250 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 6 \text{ m/sg}$$

$$Q = 39000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 0.8)}{(2.25 + 0.8)} = \frac{3.6}{3.05} = 1.18$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 16); $V_{\text{TRAMO 16}} = 6 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 17); $V_{\text{TRAMO 17}} = 7.6 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 17}}}{V_{\text{TRAMO 16}}} = \frac{7.6}{6} = 1.2$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$1.2 \text{ -----} \Rightarrow n = 1.28$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.28 \times \frac{(7.6)^2}{16} = 4.6 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / \text{m}$ para el Tramo 16 será:

$$\bullet P / \text{m} = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(6)^{1.82}}{(1.1)^{1.22}} = 0.15 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / \text{m}} = \frac{4.6}{0.15} = 30.6 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 16 con su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.1}} + L_{\text{geom}} = 30.6 + 3 = 33.6 \text{ m}$$

Entonces:

$$Pe_{\text{TRAMO16}} = LT \times \bullet P / m = 33.6 \times 0.15 = 5 \text{ mm.ca.}$$

- **TRAMO 18**

$$L_{\text{geom.}} = 1 \text{ m}$$

$$W = 2250 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 4.6 \text{ m/sg}$$

$$Q = 30000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 0.8)}{(2.25 + 0.8)} = \frac{3.6}{3.25} = 0.5$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 18 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(4.6)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 0.66 \text{ mm.ca/m}$$

Entonces:

$$Pe_{\text{TRAMO18}} = LT \times \bullet P / m = 1 \times 0.66 = 0.66 \text{ mm.ca.}$$

- **TRAMO 19**

$$L_{\text{geom.}} = 9 \text{ m}$$

$$W = 2400 \text{ mm}$$

$$H = 715 \text{ mm}$$

$$V = 4.85 \text{ m/sg}$$

$$Q = 30000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.4 \times 0.715)}{(2.4 + 0.715)} = \frac{3.44}{3.11} = 1.1$$

El • P / m para el Tramo 19 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(4.85)^{1.82}}{(1.1)^{1.22}} = 0.25 \text{ mm.ca/m}$$

Entonces:

$$Pe_{\text{TRAMO19}} = LT \times \bullet P / m = 9 \times 0.25 = 2.27 \text{ mm.ca.}$$

• **TRAMO 20**

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 2 \text{ m}$$

$$W = 1700 \text{ mm}$$

$$H = 570 \text{ mm}$$

$$V = 8.3 \text{ m/sg}$$

$$Q = 30000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1.7 \times 0.57)}{(1.7 + 0.57)} = \frac{1.94}{2.27} = 0.44$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 20); $V_{\text{TRAMO 20}} = 8.3 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado “c” (Tramo 21); $V_{\text{TRAMO 21}} = 8.4 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 21}}}{V_{\text{TRAMO 20}}} = \frac{8.4}{8.3} = 1$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$1 \text{ -----} \rightarrow n = 1.5$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.5 \times \frac{(8.4)^2}{16} = 6.6 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 20 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.3)^{1.82}}{(0.44)^{1.22}} = 2.05 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{6.6}{2.05} = 3.22 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 20 con su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 3.22 + 2 = 5.22 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO20}} = LT \times \bullet P / m = 5.22 \times 2.05 = 10.7 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 22

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 2 \text{ m}$$

$$W = 1400 \text{ mm}$$

$$H = 470 \text{ mm}$$

$$V = 8.4 \text{ m/sg}$$

$$Q = 20000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1.4 \times 0.47)}{(1.4 + 0.47)} = \frac{1.32}{1.87} = 0.7$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 22); $V_{\text{TRAMO 22}} = 8.4 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 23); $V_{\text{TRAMO 23}} = 8.4 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 23}}}{V_{\text{TRAMO 22}}} = \frac{8.4}{8.4} = 1$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$1 \text{ -----} \rightarrow n = 1.5$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.5 \times \frac{(8.4)^2}{16} = 6.6 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 22 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.4)^{1.82}}{(0.7)^{1.22}} = 1.2 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{6.6}{1.2} = 5.5 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 22 con su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 5.5 + 2 = 7.5 \text{ m}$$

Entonces:

$$Pe_{\text{TRAMO22}} = LT \times \bullet P / m = 7.5 \times 1.2 = 9 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 24

Este tramo tiene una curva cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 4 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 8.4 \text{ m/sg}$$

$$Q = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

Curva:

La primera curva gira sobre el plano horizontal por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1 \qquad \frac{V}{G} = \frac{0.33}{1} = 0.33$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 7.4$$

$$L_{\text{EQUIV.CURVA}} = 7.4 \times G = 7.4 \times 1 = 7.4 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 24 con su curva y su rejilla será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.CURVA}} + \text{REJILLA} + L_{\text{geom}} = 7.4 + 2 + 4 = 13.4 \text{ m}$$

El • P / m para el Tramo 24 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.4)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.8 \text{ mm.ca/m}$$

Entonces:

$$Pe_{\text{TRAMO24}} = LT \times \bullet P / m = 13.4 \times 1.8 = 24.12 \text{ mm.ca.}$$

• P TOTAL DE LOS TRAMOS DE LA 2º RAMA

$$Pe_{\text{VENTILADOR.Nº4.RAMA2}} = \bullet Pe_{\text{TRAMOS}} = 14 + 5 + 0.66 + 2.27 + 10.7 + 9 + 24.12 = 65.75 \text{ mm.ca.}$$

EQUILIBRADO DE LA RAMA MÁS LARGA CON LA RAMA DEL TRAMO

13.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_A - P_B = 57.9 - 26.46 = 31.44 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 31.44}{(9.26)^2} = 5.86$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 5.86 = 0.45$$

EQUILIBRADO.

• **TRAMO 14**

Lgeom.=1 m

W= 1000 mm

H= 330 mm

V= 7.6 m/sg

Q= 9000 m³/h

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El • P / m para el Tramo 14 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(7.6)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.5 \text{ mm.ca/m}$$

LT= L_{REJILLA} + Lgeom= 1 + 2= 3 m

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO14}} = LT \times \bullet P / m = 3 \times 1.5 = 4.5 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 13.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO13}} - P_{\text{TRAMO14}} = 14 - 4.5 = 9.5 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 9.5}{(7.6)^2} = 2.6$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 2.6 = 0.54$$

• **TRAMO 15**

Lgeom.=1 m

W= 1000 mm

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 7.6 \text{ m/sg}$$

$$Q = 9000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 15 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(7.6)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.5 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom}} = 1 + 2 = 3 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO15}} = LT \times \bullet P / m = 3 \times 1.5 = 4.5 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 13.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO13}} - P_{\text{TRAMO15}} = 14 - 4.5 = 9.5 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 9.5}{(7.6)^2} = 2.6$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 2.6 = 0.54$$

• **TRAMO 17**

$$L_{\text{geom.}} = 1 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 7.6 \text{ m/sg}$$

$$Q = 9000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 17 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(7.6)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.5 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 1 + 2 = 3 \text{ m}$$

Entonces:

$$Pe_{TRAMO17} = LT \times \bullet P / m = 3 \times 1.5 = 4.5 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 16.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$EQUILIBRADO = Pe_{TRAMO16} - Pe_{TRAMO17} = 5 - 4.5 = 0.5 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times EQUILIBRADO}{V^2} = \frac{16 \times 0.5}{(7.6)^2} = 0.14$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 0.14 = 0.88$$

• TRAMO 21

$$L_{geom.} = 2 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 8.4 \text{ m/sg}$$

$$Q = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 21 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.4)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.78 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 2 + 2 = 4 \text{ m}$$

Entonces:

$$Pe_{TRAMO21} = LT \times \bullet P / m = 4 \times 1.78 = 7.1 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 20.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$EQUILIBRADO = Pe_{TRAMO20} - Pe_{TRAMO21} = 10.7 - 7.1 = 3.6 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times EQUILIBRADO}{V^2} = \frac{16 \times 3.6}{(8.4)^2} = 0.8$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 0.8 = 0.68$$

• TRAMO 23

$$L_{geom.} = 2 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 8.4 \text{ m/sg}$$

$$Q = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El • P / m para el Tramo 23 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.4)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.78 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 2 + 2 = 4 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{eTRAMO23} = LT \times \bullet P / m = 4 \times 1.78 = 7.1 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 22.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$EQUILIBRADO = P_{eTRAMO22} - P_{eTRAMO23} = 9 - 7.1 = 1.9 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times EQUILIBRADO}{V^2} = \frac{16 \times 1.9}{(8.4)^2} = 0.43$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 0.43 = 0.75$$

EQUILIBRADO DE LA RAMA MÁS LARGA CON LA RAMA DEL TRAMO

13.

$$EQUILIBRADO = P_A - P_B = 194.81 - 65.75 = 129 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times EQUILIBRADO}{V^2} = \frac{16 \times 129}{(8.8)^2} = 26.6$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 26.6 = 0.66$$

VENTILADOR N°5

RAMA ÚNICA => TRAMOS 1

- **TRAMO 1**

Lgeom.= 9 m

W= 2400 mm

H= 2400 mm

V= 5.8 m/sg

Q= 120000 m³/h

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.4 \times 2.4)}{(2.4 + 2.4)} = \frac{11.52}{4.8} = 2.4$$

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(5.8)^{1.82}}{(2.4)^{1.22}} = 0.134 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 9 + 2 = 11\text{m}$$

$$Pe_{TRAMO1} = LT \times \bullet P / m = 11 \times 0.134 = 1.47 \text{ mm.ca.}$$

Como el ventilador tiene un único tramo:

$$Pe_{TOTAL} = Pe_{TRAMO1} = 1.47 \text{ mm.ca.}$$

VENTILADOR N°6

RAMA MÁS LARGA => TRAMOS 1-2-3-4-6-8-10-12-14-16

- **TRAMO 1**

Lgeom.= 9 m

W= 2250 mm

H= 2250 mm

$$V = 6.6 \text{ m/sg}$$

$$Q = 120000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 2.25)}{(2.25 + 2.25)} = \frac{10.12}{4.5} = 2.25$$

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(6.6)^{1.82}}{(2.25)^{1.22}} = 0.19 \text{ mm.ca/m}$$

$$Pe_{\text{TRAMO1}} = LT \times \bullet P / m = 9 \times 0.19 = 1.7 \text{ mm.ca.}$$

- **TRAMO 2**

Este tramo tiene una curva cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 8.6 \text{ m}$$

$$W = 2250 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 9.25 \text{ m/sg}$$

$$Q = 60000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 0.8)}{(2.25 + 0.8)} = \frac{3.6}{3.05} = 1.18$$

Curva:

La curva gira sobre el plano horizontal por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1$$

$$\frac{V}{G} = \frac{0.8}{2.25} = 0.35$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 7.8$$

$$L_{\text{EQUIV.CURVA}} = 7.8 \times G = 7.8 \times 2.25 = 17.55 \text{ m}$$

El • P / m para el Tramo 2 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(9.25)^{1.82}}{(1.18)^{1.22}} = 0.82 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud total del Tramo 2 con su curva será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.CURVA}} + L_{\text{geom}} = 17.55 + 8.6 = 26.15 \text{ m}$$

Entonces:

$$Pe_{\text{TRAMO2}} = LT \times \bullet P / m = 26.15 \times 0.82 = 21.44 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 3

$$L_{\text{geom.}} = 9 \text{ m}$$

$$W = 2400 \text{ mm}$$

$$H = 715 \text{ mm}$$

$$V = 9.7 \text{ m/sg}$$

$$Q = 60000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.4 \times 0.715)}{(2.4 + 0.715)} = \frac{3.43}{3.11} = 1.1$$

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(9.7)^{1.82}}{(1.1)^{1.22}} = 0.89 \text{ mm.ca/m}$$

$$Pe_{\text{TRAMO3}} = LT \times \bullet P / m = 9 \times 0.89 = 8 \text{ mm.ca.}$$

• **TRAMO 4**

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{geom.} = 9.4 \text{ m}$$

$$W = 2250 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 9.25 \text{ m/sg}$$

$$Q = 60000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 0.8)}{(2.25 + 0.8)} = \frac{3.6}{3.05} = 1.18$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 4); $V_{TRAMO\ 4} = 9.25 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 5); $V_{TRAMO\ 5} = 8 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{TRAMO\ 5}}{V_{TRAMO\ 4}} = \frac{8}{9.25} = 0.86$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.86 \text{ -----} \Rightarrow n = 1.85$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.85 \times \frac{(8)^2}{16} = 7.4 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 4 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(9.25)^{1.82}}{(1.18)^{1.22}} = 0.75 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{EQUIV.DERIV.} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{7.4}{0.75} = 9.87 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 4 su derivación será:

$$LT = L_{EQUIV.DERIV} + L_{geom} = 9.4 + 9.87 = 19.27 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{e_{TRAMO4}} = LT \times P / m = 19.27 \times 0.75 = 14.45 \text{ mm.ca.}$$

• **TRAMO 6**

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{geom.} = 3.5 \text{ m}$$

$$W = 2200 \text{ mm}$$

$$H = 730 \text{ mm}$$

$$V = 8.8 \text{ m/sg}$$

$$Q = 50500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.2 \times 0.73)}{(2.2 + 0.73)} = \frac{3.21}{2.93} = 1.1$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 6); $V_{TRAMO6} = 8.8 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 7); $V_{TRAMO7} = 8 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{TRAMO7}}{V_{TRAMO6}} = \frac{8}{8.8} = 0.9$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.9 \text{ -----} \rightarrow n = 1.75$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.75 \times \frac{(8)^2}{16} = 7 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 6 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.8)^{1.82}}{(1.1)^{1.22}} = 0.75 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{7}{0.75} = 9.33 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 6 su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 3.5 + 9.33 = 12.83 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO6}} = LT \times \bullet P / m = 12.83 \times 0.75 = 9.62 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 8

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 0.8 \text{ m}$$

$$W = 2200 \text{ mm}$$

$$H = 730 \text{ mm}$$

$$V = 7.1 \text{ m/sg}$$

$$Q = 41000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.2 \times 0.73)}{(2.2 + 0.73)} = \frac{3.21}{2.93} = 1.1$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 8); $V_{\text{TRAMO 8}} = 7.1 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 9); $V_{\text{TRAMO 9}} = 2.52 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 9}}}{V_{\text{TRAMO 8}}} = \frac{2.52}{7.1} = 0.35$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.35 \rightarrow n = 7.35$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 7.35 \times \frac{(2.52)^2}{16} = 2.9 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 8 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(7.1)^{1.82}}{(1.1)^{1.22}} = 0.5 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{2.9}{0.5} = 5.8 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 8 su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 5.8 + 0.8 = 6.6 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{eTRAMO8}} = LT \times \bullet P / m = 6.6 \times 0.5 = 3.3 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 10

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 3.5 \text{ m}$$

$$W = 1970 \text{ mm}$$

$$H = 660 \text{ mm}$$

$$V = 8.1 \text{ m/sg}$$

$$Q = 38000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1.97 \times 0.66)}{(1.97 + 0.66)} = \frac{2.6}{2.63} = 1$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 10); $V_{\text{TRAMO 10}} = 8.1 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 11); $V_{\text{TRAMO 11}} = 8 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 11}}}{V_{\text{TRAMO 10}}} = \frac{8}{8.1} = 1$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$1 \text{ -----} \Rightarrow n = 1.5$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.5 \times \frac{(8)^2}{16} = 6 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 10 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.1)^{1.82}}{(1)^{1.22}} = 0.72 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{6}{0.72} = 8.33 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 10 su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 3 + 8.33 = 11.83 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{e_{\text{TRAMO10}}} = LT \times \bullet P / m = 11.83 \times 0.72 = 8.16 \text{ mm.ca.}$$

• **TRAMO 12**

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 2.6 \text{ m}$$

$$W = 1700 \text{ mm}$$

$$H = 570 \text{ mm}$$

$$V = 7.9 \text{ m/sg}$$

$$Q = 28500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1.7 \times 0.57)}{(1.7 + 0.57)} = \frac{1.94}{2.27} = 0.88$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 12); $V_{\text{TRAMO 12}} = 7.9 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado “c” (Tramo 13); $V_{\text{TRAMO13}} = 8 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 13}}}{V_{\text{TRAMO 12}}} = \frac{8}{7.9} = 1$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$1 \text{ -----} \Rightarrow n = 1.5$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.5 \times \frac{(8)^2}{16} = 6 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 12 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(7.9)^{1.82}}{(0.88)^{1.22}} = 0.8 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P \quad 6}{\bullet P / m \quad 0.8} = \frac{6}{0.8} = 7.5 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 12 su derivación será:

$$L_T = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 2.6 + 7.5 = 10.1 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{eTRAMO12}} = L_T \times \bullet P / m = 10.1 \times 0.8 = 8 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 14

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 3.1 \text{ m}$$

$$W = 1400 \text{ mm}$$

$$H = 470 \text{ mm}$$

$$V = 8 \text{ m/sg}$$

$$Q = 19000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1.4 \times 0.47)}{(1.4 + 0.47)} = \frac{1.32}{1.87} = 0.7$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 14); $V_{\text{TRAMO 14}} = 8 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado “c” (Tramo 15); $V_{\text{TRAMO15}} = 8 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 15}}}{V_{\text{TRAMO 14}}} = \frac{8}{8} = 1$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$1 \text{ -----} \rightarrow n = 1.5$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.5 \times \frac{(8)^2}{16} = 6 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 14 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8)^{1.82}}{(0.7)^{1.22}} = 1.1 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{6}{1.1} = 5.45 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 14 su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 3.1 + 5.45 = 8.55 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO14}} = LT \times \bullet P / m = 8.55 \times 1.1 = 9.4 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 16

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 9 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 450 \text{ mm}$$

$$V = 5.86 \text{ m/sg}$$

$$Q = 9500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.45)}{(1 + 0.45)} = \frac{0.9}{1.45} = 0.62$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 16); $V_{\text{TRAMO 16}} = 5.86 \text{ m/sg}$
- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 17); $V_{\text{TRAMO17}} = 8 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 17}}}{V_{\text{TRAMO 16}}} = \frac{8}{5.86} = 1.36$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$1.36 \text{ -----} \rightarrow n = 1.1$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.1 \times \frac{(8)^2}{16} = 4.4 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 16 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(5.86)^{1.82}}{(0.62)^{1.22}} = 0.72 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{4.4}{0.72} = 6.1 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 16 su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 9 + 6.1 = 15.1 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO16}} = LT \times \bullet P / m = 15.1 \times 0.72 = 10.88 \text{ mm.ca.}$$

PRESIÓN TOTAL DEL VENTILADOR NÚMERO 6.

$$P_{\text{VENTILADOR.Nº6}} = \bullet P_{\text{TRAMOS}} = 1.7 + 21.44 + 8 + 14.45 + 9.62 + 3.3 + 8.16 + 8 + 9.41 + 10.88 = 94.95 \text{ mm.ca.}$$

EQUILIBRADO DE LOS TRAMOS.

Procederemos entonces a calcular la presión de los tramos que no forman parte de la rama más larga, e iremos comparando las presiones de los tramos para posteriormente definir el equilibrio necesario en cada tramo.

- **TRAMO 17**

$$L_{\text{geom.}} = 1.4 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 8 \text{ m/sg}$$

$$Q = 9500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 17 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.64 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom}} = 2 + 1.4 = 3.4 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO17}} = LT \times \bullet P / m = 3.4 \times 1.64 = 5.6 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 16.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO16}} - P_{\text{TRAMO17}} = 10.88 - 5.6 = 5.28 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 5.28}{(8)^2} = 1.32$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 1.32 = 0.62$$

- **TRAMO 15**

$$L_{\text{geom.}} = 1.7 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 8 \text{ m/sg}$$

$$Q = 9500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El • P / m para el Tramo 15 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.64 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom.}} = 2 + 1.7 = 3.7 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO15}} = LT \times \bullet P / m = 3.7 \times 1.64 = 6 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 14.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO14}} - P_{\text{TRAMO15}} = 9.4 - 6 = 3.4 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 3.4}{(8)^2} = 0.85$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 0.85 = 0.67$$

- **TRAMO 13**

$$L_{\text{geom.}} = 2 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 8 \text{ m/sg}$$

$$Q = 9500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El $\bullet P / \text{m}$ para el Tramo 13 será:

$$\bullet P / \text{m} = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.64 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom.}} = 2 + 2 = 4 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO13}} = LT \times \bullet P / \text{m} = 4 \times 1.64 = 6.56 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 12.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO12}} - P_{\text{TRAMO13}} = 8 - 6.56 = 1.44 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 1.44}{(8)^2} = 0.36$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 0.36 = 0.77$$

- **TRAMO 11**

$$L_{\text{geom.}} = 1.7 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 8 \text{ m/sg}$$

$$Q = 9500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 11 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.64 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom.}} = 2 + 1.7 = 3.7 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO11}} = LT \times \bullet P / m = 3.7 \times 1.64 = 6 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 10.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO10}} - P_{\text{TRAMO11}} = 8.16 - 6 = 2.16 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 2.16}{(8)^2} = 0.54$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 0.54 = 0.73$$

• TRAMO 9

Este tramo tiene una curva cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 5.67 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 2.52 \text{ m/sg}$$

$$Q = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

Curva:

La curva gira sobre el plano vertical por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1.5 \qquad \frac{V}{G} = \frac{1}{0.33} = 3$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 5.5$$

$$L_{\text{EQUIV.CURVA}} = 5.5 \times G = 5.5 \times 0.33 = 1.81 \text{ m}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 9 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(2.52)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 0.2 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud total del Tramo 9 con su curva y su rejilla será:

$$LT = \text{REJILLA} + L_{\text{EQUIV.CURVA}} + L_{\text{geom}} = 2 + 1.81 + 5.67 = 9.48 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO9}} = LT \times \bullet P / m = 9.48 \times 0.2 = 1.9 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 8.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO8}} - P_{\text{TRAMO9}} = 3.3 - 1.9 = 1.4 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 1.4}{(2.52)^2} = 4.4$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 4.4 = 0.5$$

• **TRAMO 7**

$$L_{\text{geom.}} = 1.9 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 8 \text{ m/sg}$$

$$Q = 9500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El • P / m para el Tramo 7 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.64 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom.}} = 2 + 1.9 = 3.9 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO7}} = LT \times \bullet P / m = 3.9 \times 1.64 = 6.4 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 6.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO6}} - P_{\text{TRAMO7}} = 9.62 - 6.4 = 3.22 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 3.22}{(8)^2} = 0.8$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 0.8 = 0.68$$

• **TRAMO 5**

$$L_{\text{geom.}} = 1.7 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 8 \text{ m/sg}$$

$$Q = 9500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 5 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.64 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom}} = 2 + 1.7 = 3.7 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO5}} = LT \times \bullet P / m = 3.7 \times 1.64 = 6 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 4.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO4}} - P_{\text{TRAMO5}} = 14.45 - 6 = 8.45 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 8.45}{(8)^2} = 2.11$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 2.11 = 0.57$$

EQUILIBRADO DE DERIVACIONES DEL TRAMO 18.

• TRAMO 18

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 0.7 \text{ m}$$

$$W = 2250 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 9.25 \text{ m/sg}$$

$$Q = 60000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 0.8)}{(2.25 + 0.8)} = \frac{3.6}{3.05} = 1.18$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 18); $V_{\text{TRAMO 18}} = 9.25 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 19); $V_{\text{TRAMO 19}} = 8.4 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 19}}}{V_{\text{TRAMO 18}}} = \frac{8.4}{9.25} = 0.9$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.9 \text{ -----} \Rightarrow n = 1.75$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.75 \times \frac{(8.4)^2}{16} = 7.7 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 18 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(9.25)^{1.82}}{(1.18)^{1.22}} = 0.75 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{7.7}{0.75} = 10.26 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 18 su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 10.26 + 0.7 = 10.96 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{e_{\text{TRAMO18}}} = LT \times \bullet P / m = 10.96 \times 0.75 = 8.2 \text{ mm.ca.}$$

• **TRAMO 20**

Este tramo tiene 2 derivaciones cuyas pérdidas de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 2.6 \text{ m}$$

$$W = 2250 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 7.71 \text{ m/sg}$$

$$Q = 50000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 0.8)}{(2.25 + 0.8)} = \frac{3.6}{3.05} = 1.18$$

1ª Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 20); $V_{\text{TRAMO 20}} = 7.71 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 21); $V_{\text{TRAMO 21}} = 8.4 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 21}}}{V_{\text{TRAMO 20}}} = \frac{8.4}{7.71} = 1.1$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$1.1 \text{ -----} \Rightarrow n = 1.39$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.39 \times \frac{(8.4)^2}{16} = 6.13 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 20 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(7.71)^{1.82}}{(1.18)^{1.22}} = 0.66 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.1}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{6.13}{0.66} = 9.28 \text{ m}$$

2ª Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 20); $V_{\text{TRAMO 20}} = 7.71 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 22); $V_{\text{TRAMO22}} = 8.4 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 22}}}{V_{\text{TRAMO 20}}} = \frac{8.4}{7.71} = 1.1$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$1.1 \text{ -----} \Rightarrow n = 1.39$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.39 \times \frac{(8.4)^2}{16} = 6.13 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 20 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(7.71)^{1.82}}{(1.18)^{1.22}} = 0.66 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.2}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{6.13}{0.66} = 9.28 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 20 con sus derivaciones será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.1}} + L_{\text{EQUIV.DERIV.2}} + L_{\text{geom}} = 9.28 + 9.28 + 2.6 = 21.16 \text{ m}$$

Entonces:

$$Pe_{\text{TRAMO20}} = LT \times \bullet P / m = 21.16 \times 0.66 = 14 \text{ mm.ca.}$$

• **TRAMO 23**

$$L_{\text{geom.}} = 1 \text{ m}$$

$$W = 2250 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$V = 4.6 \text{ m/sg}$$

$$Q = 30000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 0.8)}{(2.25 + 0.8)} = \frac{3.6}{3.05} = 1.18$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 23 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(4.7)^{1.82}}{(1.18)^{1.22}} = 0.22 \text{ mm.ca/m}$$

Entonces:

$$Pe_{\text{TRAMO23}} = LT \times \bullet P / m = 1 \times 0.22 = 0.22 \text{ mm.ca.}$$

• **TRAMO 24**

$$L_{\text{geom.}} = 9 \text{ m}$$

$$W = 2400 \text{ mm}$$

$$H = 715 \text{ mm}$$

$$V = 4.85 \text{ m/sg}$$

$$Q = 30000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.4 \times 0.715)}{(2.4 + 0.715)} = \frac{3.43}{3.11} = 1.1$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 24 será:

$$\bullet P / m = \bullet x 14.23 x 10^{-3} x \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 x 14.23 x 10^{-3} x \frac{(4.85)^{1.82}}{(1.1)^{1.22}} = 0.25 \text{ mm.ca/m}$$

Entonces:

$$Pe_{\text{TRAMO24}} = LT x \bullet P / m = 9 x 0.25 = 2.25 \text{ mm.ca.}$$

• **TRAMO 25**

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 2.7 \text{ m}$$

$$W = 1700 \text{ mm}$$

$$H = 570 \text{ mm}$$

$$V = 8.33 \text{ m/sg}$$

$$Q = 30000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 X (W x H)}{(W + H)} = \frac{2 X (1.7 x 0.57)}{(1.7 + 0.57)} = \frac{0.97}{2.27} = 0.88$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 25); $V_{\text{TRAMO 25}} = 8.33 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 26); $V_{\text{TRAMO26}} = 8.4 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 26}}}{V_{\text{TRAMO 25}}} = \frac{8.4}{8.33} = 1$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$1 \text{ -----} \Rightarrow n = 1.5$$

$$\bullet P = n x \frac{C^2}{16} = 1.5 x \frac{(8.4)^2}{16} = 6.61 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 25 será:

$$\bullet P / m = \bullet x 14.23 x 10^{-3} x \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 x 14.23 x 10^{-3} x \frac{(8.33)^{1.82}}{(0.88)^{1.22}} = 0.88 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{6.61}{0.88} = 7.5 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 25 con su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 7.5 + 2.7 = 10.21 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{eTRAMO25}} = LT x \bullet P / m = 10.21 x 0.88 = 9 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 27

Este tramo tiene 2 derivaciones cuyas pérdidas de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 3.5 \text{ m}$$

$$W = 1400 \text{ mm}$$

$$H = 470 \text{ mm}$$

$$V = 8.4 \text{ m/sg}$$

$$Q = 20000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 X (W x H)}{(W + H)} = \frac{2 X (1.4 x 0.47)}{(1.4 + 0.47)} = \frac{1.32}{1.87} = 0.7$$

1ª Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 27); $V_{\text{TRAMO 27}} = 8.4 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 28); $V_{\text{TRAMO28}} = 8.4 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 28}}}{V_{\text{TRAMO 27}}} = \frac{8.4}{8.4} = 1$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$1 \text{ -----} \rightarrow n = 1.5$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.5 \times \frac{(8.4)^2}{16} = 6.61 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 27 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.4)^{1.82}}{(0.7)^{1.22}} = 1.2 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.1}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{6.61}{1.2} = 5.5 \text{ m}$$

2ª Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 27); $V_{\text{TRAMO 27}} = 8.4 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 29); $V_{\text{TRAMO 29}} = 8.4 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 29}}}{V_{\text{TRAMO 27}}} = \frac{8.4}{8.4} = 1$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$1 \text{ -----} \rightarrow n = 1.5$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.5 \times \frac{(8.4)^2}{16} = 6.61 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 27 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.4)^{1.82}}{(0.7)^{1.22}} = 1.2 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.2}} = \frac{\bullet P \quad 6.61}{\bullet P / m \quad 1.2} = 5.5 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 27 con sus derivaciones será:

$$L_T = L_{\text{EQUIV.DERIV.1}} + L_{\text{EQUIV.DERIV.2}} + L_{\text{geom}} = 5.5 + 5.5 + 3.5 = 14.5 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO27}} = L_T \times \bullet P / m = 14.5 \times 1.2 = 17.4 \text{ mm.ca.}$$

• P TOTAL DE LOS TRAMOS DE LA 2º RAMA

$$P_{\text{VENTILADOR.Nº6.RAMA2}} = \bullet P_{\text{TRAMOS}} = 8.2 + 14 + 0.22 + 2.25 + 9 + 17.4 = 51.07 \text{ mm.ca.}$$

EQUILIBRADO DE LA RAMA MÁS LARGA CON LA RAMA DEL TRAMO

18.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_A - P_B = 94.95 - 51.07 = 43.88 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 43.88}{(9.25)^2} = 8.2$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 8.2 = 0.41$$

EQUILIBRADO.

• TRAMO 19

$$L_{\text{geom.}} = 2.3 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 8.4 \text{ m/sg}$$

$$Q = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 19 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.4)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.8 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom}} = 2 + 2.3 = 4.3 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO19}} = LT \times \bullet P / m = 4.3 \times 1.8 = 7.74 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 18.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO18}} - P_{\text{TRAMO19}} = 8.2 - 7.74 = 0.46 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 0.46}{(8.4)^2} = 0.1$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 0.1 = 0.91$$

• **TRAMO 21**

$$L_{\text{geom.}} = 2.3 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 8.4 \text{ m/sg}$$

$$Q = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 21 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.4)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.8 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 2 + 2.3 = 4.3 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{eTRAMO21} = LT \times \bullet P / m = 4.3 \times 1.8 = 7.74 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 20.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$EQUILIBRADO = P_{eTRAMO20} - P_{eTRAMO21} = 14 - 7.74 = 6.26 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times EQUILIBRADO}{V^2} = \frac{16 \times 6.26}{(8.4)^2} = 1.42$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 1.42 = 0.61$$

• TRAMO 22

$$L_{geom.} = 1.9 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 8.4 \text{ m/sg}$$

$$Q = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El • P / m para el Tramo 22 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.4)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.8 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 2 + 1.9 = 3.9 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{eTRAMO22} = LT \times \bullet P / m = 3.9 \times 1.8 = 7.02 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 20.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$EQUILIBRADO = P_{eTRAMO20} - P_{eTRAMO22} = 14 - 7.02 = 7 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times EQUILIBRADO}{V^2} = \frac{16 \times 7}{(8.4)^2} = 1.6$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 1.6 = 06$$

• TRAMO 26

$$L_{geom.} = 1.9 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 8.4 \text{ m/sg}$$

$$Q = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El • P / m para el Tramo 26 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.4)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.8 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 2 + 1.9 = 3.9 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{eTRAMO26} = LT \times \bullet P / m = 3.9 \times 1.8 = 7.02 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 25.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$EQUILIBRADO = P_{eTRAMO25} - P_{eTRAMO26} = 9 - 7.02 = 2 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times EQUILIBRADO}{V^2} = \frac{16 \times 2}{(8.4)^2} = 0.45$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 0.45 = 0.75$$

- TRAMO 28

$$L_{geom.} = 1.9 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 8.4 \text{ m/sg}$$

$$Q = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 28 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.4)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.8 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 2 + 1.9 = 3.9 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{eTRAMO28} = LT \times \bullet P / m = 3.9 \times 1.8 = 7.02 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 27.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO27}} - P_{\text{TRAMO28}} = 17.4 - 7.02 = 10.4 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 10.4}{(8.4)^2} = 2.35$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 2.35 = 0.56$$

• **TRAMO 29**

$$L_{\text{geom.}} = 1.9 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 8.4 \text{ m/sg}$$

$$Q = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 29 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.4)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 1.8 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom.}} = 2 + 1.9 = 3.9 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO29}} = LT \times \bullet P / m = 3.9 \times 1.8 = 7.02 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 27.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO27}} - P_{\text{TRAMO29}} = 17.4 - 7.02 = 10.4 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 10.4}{(8.4)^2} = 2.35$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 2.35 = 0.56$$

4.1.5 VENTILADORES DE LA CÁMARA DE M.M.A.A.

VENTILADOR N°7

- **TRAMO 1**

Este tramo tiene 2 derivaciones cuyas pérdidas de carga calcularemos a continuación:

$$L_{geom.} = 9 \text{ m}$$

$$W = 2250 \text{ mm}$$

$$H = 1210 \text{ mm}$$

$$V = 5.1 \text{ m/sg}$$

$$Q = 50000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.25 \times 1.21)}{(2.25 + 1.21)} = \frac{5.44}{3.46} = 1.57$$

1ª Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 1); $V_{TRAMO 1} = 5.1 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 2); $V_{TRAMO 2} = 21 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{TRAMO 2}}{V_{TRAMO 1}} = \frac{21}{5.1} = 4$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$4 \text{ -----} \Rightarrow n = 0.56$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 0.56 \times \frac{(21)^2}{16} = 15.4 \text{ mm.ca}$$

El • P / m para el Tramo 1 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(5.1)^{1.82}}{(1.57)^{1.22}} = 0.18 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.1}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{15.4}{0.18} = 85.55 \text{ m}$$

2ª Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 1); $V_{\text{TRAMO 1}} = 5.1 \text{ m/sg}$
- Velocidad del conducto derivado “c” (Tramo 3); $V_{\text{TRAMO 3}} = 8.4 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 3}}}{V_{\text{TRAMO 1}}} = \frac{8.4}{5.1} = 1.6$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$1.6 \text{ -----} \Rightarrow n = 0.91$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 0.91 \times \frac{(8.4)^2}{16} = 4 \text{ mm.ca}$$

El • P / m para el Tramo 1 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(5.1)^{1.82}}{(1.57)^{1.22}} = 0.18 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.2}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{4}{0.18} = 22.2 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 1 con sus derivaciones será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.1}} + L_{\text{EQUIV.DERIV.2}} + L_{\text{geom}} = 85.55 + 22.2 + 9 = 116.75 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{eTRAMO1}} = LT \times \bullet P / m = 116.75 \times 0.18 = 21 \text{ mm.ca.}$$

EQUILIBRADO.

- **TRAMO 2**

$$L_{\text{geom.}} = 0.3 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 330 \text{ mm}$$

$$V = 21 \text{ m/sg}$$

$$Q = 25000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.33)}{(1 + 0.33)} = \frac{0.66}{1.33} = 0.5$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 2 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(21)^{1.82}}{(0.5)^{1.22}} = 9.5 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom}} = 2 + 0.3 = 2.3 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{eTRAMO2}} = LT \times \bullet P / m = 2.3 \times 9.5 = 21 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 1.

Como es así no necesitaremos equilibrarlo, $P_{\text{eTRAMO1}} = P_{\text{eTRAMO2}} = 21 \text{ mm.ca.}$

- **TRAMO 3**

$$L_{\text{geom.}} = 2 \text{ m}$$

$$W = 1600 \text{ mm}$$

$$H = 530 \text{ mm}$$

$$V = 8.4 \text{ m/sg}$$

$$Q = 25000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1.6 \times 0.53)}{(1.6 + 0.53)} = \frac{1.7}{2.13} = 0.78$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 3 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.4)^{1.82}}{(0.78)^{1.22}} = 1 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom}} = 2 + 2 = 4 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO3}} = LT \times \bullet P / m = 4 \times 1 = 4 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 1.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO1}} - P_{\text{TRAMO3}} = 21 - 4 = 17 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 17}{(8.4)^2} = 3.85$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 3.85 = 0.5$$

VENTILADOR N°8

RAMA MÁS LARGA => TRAMOS 1-2-4-7-9

- **TRAMO 1**

Este tramo tiene 2 curvas cuyas pérdidas de carga calcularemos a continuación:

Lgeom.= 18 m

W= 2400 mm

H= 950 mm

V= 6.1 m/sg

Q= 50000 m³/h

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (2.4 \times 0.95)}{(2.4 + 0.95)} = \frac{4.56}{3.35} = 1.36$$

1ª Curva:

La curva gira sobre el plano horizontal por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1 \qquad \frac{V}{G} = \frac{0.95}{2.4} = 0.4$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 8.2$$

$$L_{EQUIV.CURVA1} = 8.2 \times G = 8.2 \times 2.4 = 19.68 \text{ m}$$

2ª Curva:

La curva gira sobre el plano vertical por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1.5 \qquad \frac{V}{G} = \frac{0.95}{2.4} = 0.4$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 4$$

$$L_{\text{EQUIV.CURVA2}} = 4 \times G = 4 \times 2.4 = 9.6 \text{ m}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 1 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(6.1)^{1.82}}{(1.36)^{1.22}} = 0.29 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud total del Tramo 1 con sus curvas será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.CURVA.1}} + L_{\text{EQUIV.CURVA.2}} + L_{\text{geom}} = 19.68 + 9.6 + 18 = 47.28 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{eTRAMO1}} = LT \times \bullet P / m = 47.28 \times 0.29 = 13.7 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 2

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 0.3 \text{ m}$$

$$W = 1900 \text{ mm}$$

$$H = 630 \text{ mm}$$

$$V = 11.5 \text{ m/sg}$$

$$Q = 50000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1.9 \times 0.63)}{(1.9 + 0.63)} = \frac{2.4}{2.53} = 0.95$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 2); $V_{\text{TRAMO 2}} = 11.5 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 3); $V_{\text{TRAMO 3}} = 8.1 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 3}}}{V_{\text{TRAMO 2}}} = \frac{8.1}{11.5} = 0.7$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.7 \text{ -----} \rightarrow n = 2.55$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 2.55 \times \frac{(8.1)^2}{16} = 10.45 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 2 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(11.5)^{1.82}}{(0.95)^{1.22}} = 1.45 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{10.45}{1.45} = 7.2 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 1 con su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.1}} + L_{\text{geom}} = 7.2 + 0.3 = 7.5 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO2}} = LT \times \bullet P / m = 7.5 \times 1.45 = 10.9 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 4

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 2.5 \text{ m}$$

$$W = 1900 \text{ mm}$$

$$H = 630 \text{ mm}$$

$$V = 8.8 \text{ m/sg}$$

$$Q = 38250 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1.9 \times 0.63)}{(1.9 + 0.63)} = \frac{2.4}{2.53} = 0.95$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 4); $V_{\text{TRAMO 4}} = 8.8 \text{ m/sg}$
- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 5); $V_{\text{TRAMO5}} = 10.24 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 5}}}{V_{\text{TRAMO 4}}} = \frac{10.24}{8.8} = 1.16$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$1.16 \rightarrow n = 1.33$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.33 \times \frac{(10.24)^2}{16} = 8.7 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 4 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.8)^{1.82}}{(0.95)^{1.22}} = 0.89 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{8.7}{0.89} = 9 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 4 con su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 9 + 2.5 = 11.5 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{eTRAMO4}} = LT \times \bullet P / m = 11.5 \times 0.89 = 10.9 \text{ mm.ca.}$$

• TRAMO 7

Este tramo tiene una derivación cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 3.6 \text{ m}$$

$$W = 1550 \text{ mm}$$

$$H = 520 \text{ mm}$$

$$V = 8.1 \text{ m/sg}$$

$$Q = 23500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1.55 \times 0.52)}{(1.55 + 0.52)} = \frac{1.6}{2.07} = 0.77$$

Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 7); $V_{\text{TRAMO 7}} = 8.1 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 8); $V_{\text{TRAMO 8}} = 8.1 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 8}}}{V_{\text{TRAMO 7}}} = \frac{8.1}{8.1} = 1$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$1 \rightarrow n = 1.5$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 1.5 \times \frac{(8.1)^2}{16} = 6.15 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / \text{m}$ para el Tramo 7 será:

$$\bullet P / \text{m} = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.1)^{1.82}}{(0.77)^{1.22}} = 0.99 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / \text{m}} = \frac{6.15}{0.99} = 6.21 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 7 con su derivación será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.DERIV.}} + L_{\text{geom}} = 6.21 + 3.6 = 9.81 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{eTRAMO7}} = LT \times P / m = 9.81 \times 0.99 = 9.66 \text{ mm.ca.}$$

• **TRAMO 9**

Este tramo tiene una curva cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 5.3 \text{ m}$$

$$W = 1100 \text{ mm}$$

$$H = 370 \text{ mm}$$

$$V = 8.1 \text{ m/sg}$$

$$Q = 11750 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1.1 \times 0.37)}{(1.1 + 0.37)} = \frac{0.8}{1.47} = 0.54$$

Curva:

La curva gira sobre el plano horizontal por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1 \qquad \frac{V}{G} = \frac{0.37}{1.1} = 0.34$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 7.72$$

$$L_{\text{EQUIV.CURVA}} = 7.72 \times G = 7.72 \times 1.1 = 8.5 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 9 con su curva y su rejilla será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.CURVA.}} + \text{REJILLA} + L_{\text{geom}} = 8.5 + 2 + 5.3 = 15.8 \text{ m}$$

Entonces:

$$Pe_{\text{TRAMO9}} = LT \times \bullet P / m = 15.8 \times 1.5 = 23.7 \text{ mm.ca.}$$

PRESIÓN TOTAL DEL VENTILADOR NÚMERO 8.

$$Pe_{\text{VENTILADOR.Nº8}} = \bullet Pe_{\text{TRAMOS}} = 13.7 + 10.9 + 10.9 + 9.66 + 23.7 = 68.86 \text{ mm.ca.}$$

EQUILIBRADO DE LOS TRAMOS.

Procederemos entonces a calcular la presión de los tramos que no forman parte de la rama más larga, e iremos comparando las presiones de los tramos para posteriormente definir el equilibrado necesario en cada tramo.

• **TRAMO 8**

$$L_{\text{geom.}} = 4.3 \text{ m}$$

$$W = 1100 \text{ mm}$$

$$H = 0.37 \text{ mm}$$

$$V = 8.1 \text{ m/sg}$$

$$Q = 11750 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1.1 \times 0.37)}{(1.1 + 0.37)} = \frac{0.8}{1.47} = 0.54$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 8 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.1)^{1.82}}{(0.54)^{1.22}} = 1.5 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{\text{REJILLA}} + L_{\text{geom.}} = 2 + 4.3 = 6.3 \text{ m}$$

Entonces:

$$Pe_{\text{TRAMOS}} = LT \times \bullet P / m = 6.3 \times 1.5 = 9.45 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 7.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{e\text{TRAMO7}} - P_{e\text{TRAMO8}} = 9.66 - 9.45 = 0.21 \text{ mm.ca.}$$

Como la diferencia de presiones es mínima no se necesitará equilibrado.

- **TRAMO 5**

Este tramo tiene 2 derivaciones cuyas pérdidas de carga calcularemos a continuación:

$$L_{\text{geom.}} = 3.4 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 400 \text{ mm}$$

$$V = 10.24 \text{ m/sg}$$

$$Q = 14750 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.4)}{(1 + 0.4)} = \frac{0.8}{1.4} = 0.54$$

1ª Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 5); $V_{\text{TRAMO 5}} = 10.24 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado “c” (Tramo 5.1); $V_{\text{TRAMO5.1}} = 8.1 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 5.1}}}{V_{\text{TRAMO 5}}} = \frac{8.1}{10.24} = 0.8$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.8 \text{ -----} \rightarrow n = 2$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 2 \times \frac{(8.1)^2}{16} = 8.2 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 5 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(10.24)^{1.82}}{(0.54)^{1.22}} = 2.3 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.1}} = \frac{\bullet P}{\bullet P / m} = \frac{8.2}{2.3} = 3.56 \text{ m}$$

2ª Derivación:

- Velocidad del conducto principal (Tramo 5); $V_{\text{TRAMO 5}} = 10.24 \text{ m/sg}$

- Velocidad del conducto derivado "c" (Tramo 6); $V_{\text{TRAMO 6}} = 2.1 \text{ m/sg}$

$$\frac{V_{\text{TRAMO 6}}}{V_{\text{TRAMO 5}}} = \frac{2.1}{10.24} = 0.2$$

Entonces de la tabla 6 deducimos que:

$$0.2 \text{ -----} \Rightarrow n = 9.9$$

$$\bullet P = n \times \frac{C^2}{16} = 9.9 \times \frac{(2.1)^2}{16} = 2.7 \text{ mm.ca}$$

El $\bullet P / m$ para el Tramo 5 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(10.24)^{1.82}}{(0.54)^{1.22}} = 2.3 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud equivalente de la derivación será:

$$L_{\text{EQUIV.DERIV.2}} = \frac{\bullet P \quad 2.7}{\bullet P / m \quad 2.3} = 1.2 \text{ m}$$

La longitud total del Tramo 5 con sus derivaciones será:

$$L_T = L_{\text{EQUIV.DERIV.1}} + L_{\text{EQUIV.DERIV.2}} + L_{\text{geom}} = 3.56 + 1.2 + 3.4 = 8.16 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO5}} = L_T \times \bullet P / m = 8.16 \times 2.3 = 18.9 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 4.

Como no es así tendremos que equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO4}} - P_{\text{TRAMO5}} = 10.9 - 18.9 = -8 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times (-8)}{(8.8)^2} = 1.6$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 1.6 = 0.59$$

• TRAMO 3

$$L_{\text{geom.}} = 2.6 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 400 \text{ mm}$$

$$V = 8.1 \text{ m/sg}$$

$$Q = 11750 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.4)}{(1 + 0.4)} = \frac{0.8}{1.4} = 0.54$$

El • P / m para el Tramo 3 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.1)^{1.82}}{(0.54)^{1.22}} = 1.5 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 2 + 2.6 = 4.6 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{eTRAMO3} = LT \times \bullet P / m = 4.6 \times 1.5 = 6.9 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 2.

Como es así no necesitaremos equilibrarlo.

$$EQUILIBRADO = P_{eTRAMO2} - P_{eTRAMO3} = 10.9 - 6.9 = 4 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times EQUILIBRADO}{V^2} = \frac{16 \times 4}{(8.1)^2} = 0.97$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 0.97 = 0.66$$

EQUILIBRADO DE LAS DERIVACIONES DEL TRAMO 5.

• TRAMO5.1

$$L_{geom.} = 0.9 \text{ m}$$

$$W = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 400 \text{ mm}$$

$$V = 8.1 \text{ m/sg}$$

$$Q = 11750 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1 \times 0.4)}{(1 + 0.4)} = \frac{0.8}{1.4} = 0.54$$

El • P / m para el Tramo 5.1 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(8.1)^{1.82}}{(0.54)^{1.22}} = 1.53 \text{ mm.ca/m}$$

$$LT = L_{REJILLA} + L_{geom} = 2 + 0.9 = 2.9 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{eTRAMO5.1} = LT \times \bullet P / m = 2.9 \times 1.53 = 21 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 5.

Como es así no necesitaremos equilibrarlo.

$$EQUILIBRADO = P_{eTRAMO5} - P_{eTRAMO5.1} = 18.9 - 4.4 = 14.5 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times EQUILIBRADO}{V^2} = \frac{16 \times 14.5}{(8.1)^2} = 3.53$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 3.53 = 0.51$$

• TRAMO 6

Este tramo tiene una curva cuya pérdida de carga calcularemos a continuación:

$$L_{geom.} = 4.5 \text{ m}$$

$$W = 1100 \text{ mm}$$

$$H = 370 \text{ mm}$$

$$V = 2.1 \text{ m/sg}$$

$$Q = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$DH = \frac{2 \times (W \times H)}{(W + H)} = \frac{2 \times (1.1 \times 0.37)}{(1.1 + 0.37)} = \frac{0.8}{1.47} = 0.54$$

Curva:

La curva gira sobre el plano vertical por lo que:

$$\frac{R}{G} = 1.5$$

$$\frac{V}{G} = \frac{1.1}{0.37} = 3$$

Con estos datos de la tabla 4 deducimos que :

$$\frac{L}{G} = 5.5$$

$$L_{\text{EQUIV.CURVA}} = 5.5 \times G = 5.5 \times 0.37 = 2 \text{ m}$$

El • P / m para el Tramo 6 será:

$$\bullet P / m = \bullet \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{V^{1.82}}{DH^{1.22}} = 1.125 \times 14.23 \times 10^{-3} \times \frac{(2.1)^{1.82}}{(0.54)^{1.22}} = 0.13 \text{ mm.ca/m}$$

La longitud total del Tramo 6 con su curva y su rejilla será:

$$LT = L_{\text{EQUIV.CURVA}} + \text{REJILLA} + L_{\text{geom}} = 2 + 2 + 4.5 = 8.5 \text{ m}$$

Entonces:

$$P_{\text{TRAMO6}} = LT \times \bullet P / m = 8.5 \times 0.13 = 1.1 \text{ mm.ca.}$$

Para que el tramo esté equilibrado ha de tener la misma presión estática que el tramo 5.

Como es así no necesitaremos equilibrarlo.

$$\text{EQUILIBRADO} = P_{\text{TRAMO5}} - P_{\text{TRAMO6}} = 18.9 - 1.1 = 17.8 \text{ mm.ca.}$$

$$C = \frac{16 \times \text{EQUILIBRADO}}{V^2} = \frac{16 \times 17.8}{(2.1)^2} = 6.53$$

$$\frac{S_0}{S} = 0.656936 - 0.11544 \times \ln C = 0.656936 - 0.11544 \times \ln 6.53 = 0.44$$

5. SELECCIÓN DE LOS VENTILADORES.

5.1 INTRODUCCIÓN.

Ya hemos realizado los cálculos necesarios para definir las características que necesitaremos que tengan nuestros ventiladores y a continuación seleccionaremos los que vamos a utilizar de los que hay en el mercado.

Un ventilador es una turbo-máquina que se caracteriza porque el fluido impulsado es un gas (fluido compresible) al que transfiere una potencia con un determinado rendimiento.

En función de la trayectoria del fluido, todos estos ventiladores se pueden clasificar en:

1. *de flujo radial (centrífugos)*
2. *de flujo semi-axial (helico-centrífugos)*
3. *de flujo axial*

Ventiladores radiales (centrífugos)

En los ventiladores centrífugos la trayectoria del fluido sigue la dirección del eje del rodete a la entrada y está perpendicular al mismo a la salida. Si el aire a la salida se recoge perimetralmente en una voluta, entonces se dice que el ventilador es de voluta.

Estos ventiladores tienen tres tipos básicos de rodetes:

1. álabes curvados hacia adelante,
2. álabes rectos,
3. álabes inclinados hacia atrás/curvados hacia atrás.

Los ventiladores de álabes *curvados hacia adelante* (también se llaman de jaula de ardilla) tienen una hélice o rodete con las álabes curvadas en el mismo sentido que la dirección de giro. Estos ventiladores necesitan poco espacio, baja velocidad periférica y son silenciosos. Se utilizan cuando la presión estática necesaria es de baja a media, tal como la que se encuentran en los sistemas de calefacción, aire acondicionado o renovación de aire, etc. No es recomendable utilizar este tipo de ventilador con aire polvoriento, ya que las partículas se adhieren a los pequeños álabes curvados y pueden provocar el desequilibrio del rodete.

Estos ventiladores tienen un rendimiento bajo fuera del punto de proyecto. Además, como su característica de potencia absorbida crece rápidamente con el caudal, ha de tenerse mucho cuidado con el cálculo de la presión necesaria en la instalación para no sobrecargarlo. En general son bastante inestables funcionando en paralelo vista su característica caudal-presión.

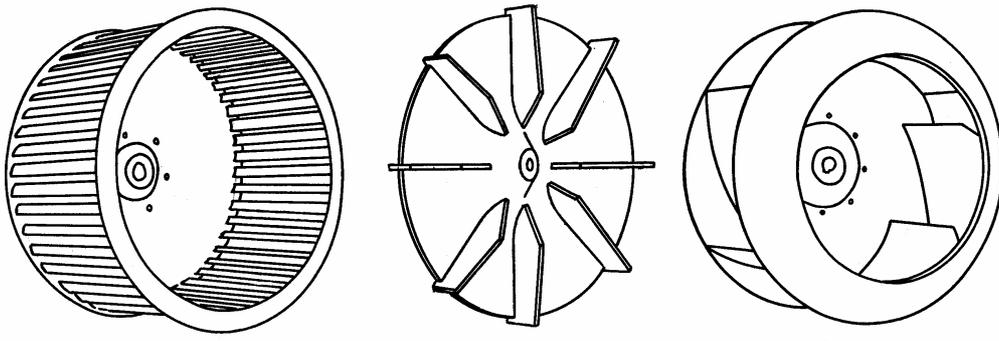


Fig. Ventiladores centrífugos de álabes curvados hacia delante, radiales y atrás.

Los ventiladores centrífugos *radiales* tienen el rodete con los álabes dispuestas en forma radial. La carcasa está diseñada de forma que a la entrada y a la salida se alcancen velocidades de transporte de materiales. Existen una gran variedad de diseños de rodetes que van desde los de "alta eficacia con poco material" hasta los de "alta resistencia a impacto". La disposición radial de los álabes evita la acumulación de materiales sobre las mismas. Este tipo de ventilador es el comúnmente utilizado en las instalaciones de extracción localizada en las que el aire contaminado con partículas debe circular a través del ventilador. En este tipo de ventiladores la velocidad periférica es media y se utiliza en muchos sistemas de extracción localizada que vehicular aire sucio o limpio.

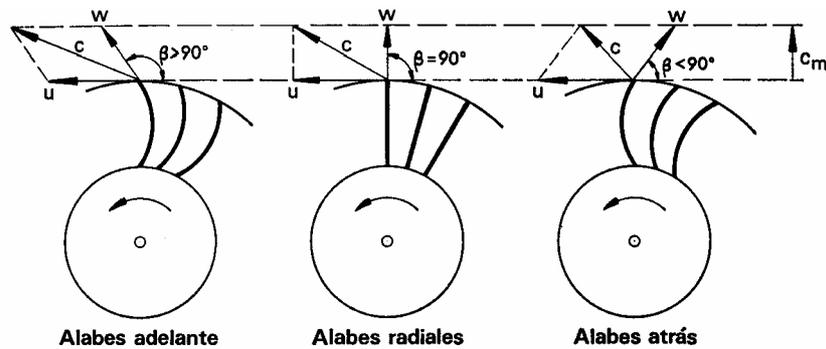


Fig. Triángulos de velocidades a la salida para los distintos rodetes centrífugos

Los ventiladores centrífugos de álabes curvados hacia atrás tienen un rodete con los álabes inclinados en sentido contrario al de rotación. Este tipo de ventilador es el de mayor velocidad periférica y mayor rendimiento con un nivel sonoro relativamente bajo y una característica de consumo de energía del tipo "no sobrecargable". En un

ventilador "no sobrecargable", el consumo máximo de energía se produce en un punto próximo al de rendimiento óptimo de forma que cualquier cambio a partir de este punto debido a cambios de la resistencia del sistema resultará en un consumo de energía menor. La forma de los álabes condiciona la acumulación de materiales sobre ellas, de forma que el uso de estos ventiladores debe limitarse como se indica a continuación:

- álabes de espesor uniforme: Los álabes macizos permiten el trabajo con aire ligeramente sucio o húmedo. No debe emplearse con aire conteniendo materiales sólidos ya que tienen tendencia a acumularse en la parte posterior de los álabes.
- álabes de ala portante: Las álabes de ala portante permiten mayores rendimientos y una operación más silenciosa. Los álabes huecos se erosionan rápidamente y se pueden llenar de líquido si la humedad es alta, por ello su uso queda limitado a aplicaciones en las que se manipule aire limpio.

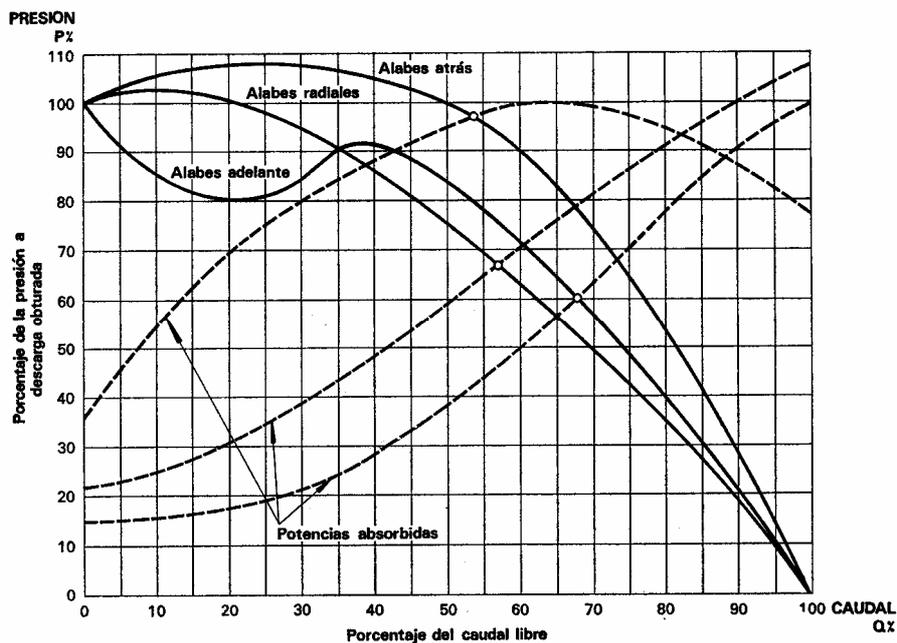


Fig. Curvas características relativa para ventiladores centrífugos. No se observa en la figura, pero las características de “álabes adelante” pasan por encima de las otras dos en valor absoluto.

Ventiladores axiales

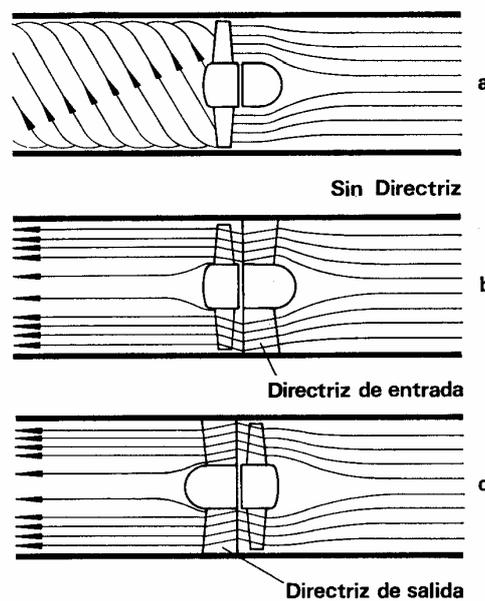
Existen tres tipos básicos de ventiladores axiales: Helicoidales, tubulares y tubulares con directrices.

Los *ventiladores helicoidales* se emplean para mover aire con poca pérdida de carga, y su aplicación más común es la ventilación general. Se construyen con dos tipos de álabes: alabes de disco para ventiladores sin ningún conducto; y álabes estrechas para ventiladores que deban vencer resistencias bajas (menos de 25 mmcda). Sus prestaciones están muy influenciadas por la resistencia al flujo del aire y un pequeño incremento de la presión provoca una reducción importante del caudal.

Los *ventiladores tubulares* disponen de una hélice de álabes estrechos de sección constante o con perfil aerodinámico (ala portante) montada en una carcasa cilíndrica. generalmente no disponen de ningún mecanismo para enderezar el flujo de aire. Los ventiladores tubulares pueden mover aire venciendo resistencias moderadas (menos de 50 mmcda).

Los *ventiladores tubulares con directrices* tienen una hélice de álabes con perfil aerodinámico (ala portante) montado en una carcasa cilíndrica que normalmente dispone de aletas enderezadoras del flujo de aire en el lado de impulsión de la hélice. En comparación con los otros tipos de ventiladores axiales, éstos tienen un rendimiento superior y pueden desarrollar presiones superiores (hasta 200 mmcda). Están limitados a los casos en los que se trabaja con aire limpio.

Las directrices tienen la misión de hacer desaparecer la rotación existente o adquirida por el fluido en la instalación, a la entrada del rodete o tras su paso por el mismo. Estas directrices pueden colocarse a la entrada o a la salida del rodete, incluso las hay móviles. Han de ser calculadas adecuadamente pues, aunque mejoran las características del flujo del aire haciendo que el ventilador trabaje en mejores condiciones, producen una pérdida de presión adicional que puede condicionar el resto de la instalación. Además, pueden ser contraproducentes ante cambios importantes del



caudal de diseño.

Fig. Efecto de las directrices sobre las líneas de corriente a entrada y salida del rodete axial

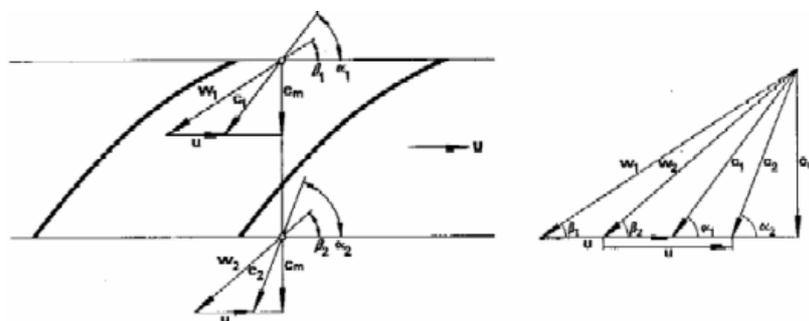


Fig. Triángulos de velocidades en un ventilador axial sin directrices.

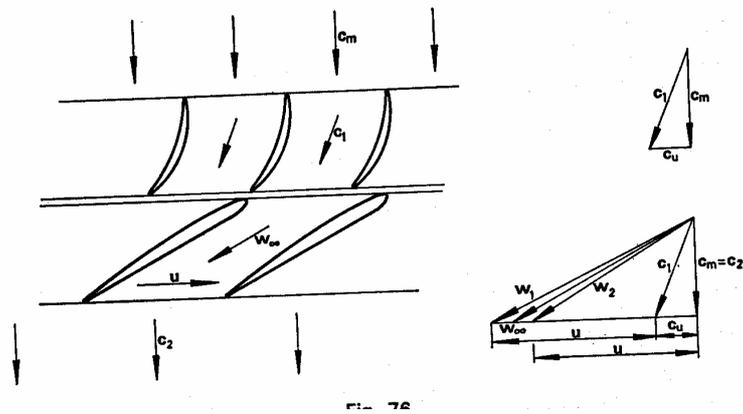
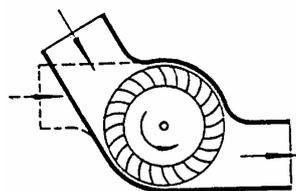


Fig. Efecto de las directrices a la entrada. La corriente a la entrada se gira convenientemente para hacerlo coincidir en dirección con la del perfil del rodete.

Ventiladores especiales

Entre ellos:

- Ventiladores *centrifugos de flujo axial*: Constan de un rodete con álabes inclinados hacia atrás montado en una carcasa especial que permite una instalación como si se tratara de un tramo recto de conducto. Las características son similares a las de un ventilador centrífugo normal con el mismo tipo de rodete. Los requisitos de espacio son similares a los de un ventilador axial de tipo tubular.



- Extractores *de techo*: Son equipos compactos que pueden ser de tipo axial o centrífugo. En este caso no se utiliza una voluta, sino que la descarga del aire a la atmósfera se produce en todo el perímetro de la rueda. Estos equipos se pueden suministrar con deflectores que conducen el aire de salida hacia arriba o hacia abajo.

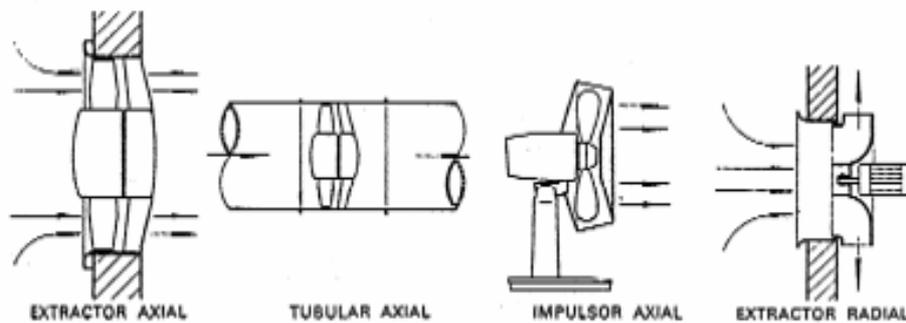


Fig. Ventiladores axiales clasificados en función de su uso.

Error cometido al despreciar la compresibilidad del aire

La diferencia entre un ventilador y un turbocompresor radica en el orden de magnitud de las variaciones de presión en el interior del ventilador. En un ventilador las variaciones son tan pequeñas, que el gas puede considerarse prácticamente incompresible.

La línea divisoria entre un ventilador y un turbocompresor se puede estimar como:

- En los ventiladores de poca potencia, puede establecerse una línea divisoria convencional en 800 mm c a

- En los ventiladores modernos de alta calidad y elevada potencia la línea divisoria convencional está establecida por la norma VDI 2044 en 300 mm c a.

Estos ventiladores transportan cantidades grandes de aire (caudales) con pequeños aumentos de presión.

El rendimiento de los ventiladores centrífugos es bastante inferior al de los axiales, debido a que el flujo de aire impulsado cambia en 90°. Este cambio provoca pérdidas de energía motivadas por los choques y los remolinos.

5.2 CONCLUSIÓN.

Tras considerar las características de los tipos de ventiladores anteriormente descritos se toma la decisión de que el tipo de ventiladores que se usarán en el barco a estudio serán *VENTILADORES AXIALES*.

Con toda esta información y los cálculos realizados en secciones anteriores de este documento; y con los ventiladores que se ofrecen en el mercado, procederemos a seleccionar los ventiladores que se ajusten más a nuestras necesidades.

Para dicha elección se ha contado con la información de varios fabricantes, como son: NOVOVENT, SUMIVENT, ISOVER, IMTECH, EUROVENT, WITT&SOHN, etc.

De toda la información de los fabricantes consultados se han elegido los siguientes ventiladores:

-Ventiladores del N°1 al N°6:

Fabricante: NOVOVENT

Modelo: AXIAN SOLID 4-1250T 34-4

-Extractores N°1, N°2 y N°3; y ventiladores N°7 y N°8 :

Fabricante: WITT&SOHN

Modelo: A-M8L5/V0.05/1250/G/6

5.3 VENTILADORES Y EXTRACTORES DE LA CÁMARA M.M.P.P.

VENTILADOR N°1

Caudal=127500 m³/h

Presión estática=480 mm.c.a.

Presión dinámica=120 mm.c.a.

Presión total=600 mm.c.a.

Velocidad del motor=1400 r.p.m.

Potencia del motor= 22.00Kw

Potencia absorbida= 15.7Kw

Inclinación de las paletas de la hélice => 10°

Rendimiento =>60 %

Nivel de presión sonora =>93 dB

VENTILADOR N°2

Caudal=127500 m³/h

Presión estática=480 mm.c.a.

Presión dinámica=120 mm.c.a.

Presión total=600 mm.c.a.

Velocidad del motor=1400 r.p.m.

Potencia del motor= 22.00Kw

Potencia absorbida= 15.7Kw

Inclinación de las paletas de la hélice => 10°

Rendimiento =>60 %

Nivel de presión sonora =>93 dB

VENTILADOR N°3

Caudal=127500 m³/h

Presión estática=480 mm.c.a.

Presión dinámica=120 mm.c.a.

Presión total=600 mm.c.a.

Velocidad del motor=1400 r.p.m.

Potencia del motor= 22.00Kw

Potencia absorbida= 15.7Kw

Inclinación de las paletas de la hélice => 10°

Rendimiento =>60 %

Nivel de presión sonora =>93 dB

VENTILADOR N°4

Caudal=127500 m³/h

Presión estática=480 mm.c.a.

Presión dinámica=120 mm.c.a.

Presión total=600 mm.c.a.

Velocidad del motor=1400 r.p.m.

Potencia del motor= 22.00Kw

Potencia absorbida= 15.7Kw

Inclinación de las paletas de la hélice => 10°

Rendimiento =>60 %

Nivel de presión sonora =>93 dB

VENTILADOR N°5

Caudal=127500 m³/h

Presión estática=480 mm.c.a.

Presión dinámica=120 mm.c.a.

Presión total=600 mm.c.a.

Velocidad del motor=1400 r.p.m.

Potencia del motor= 22.00Kw

Potencia absorbida= 15.7Kw

Inclinación de las paletas de la hélice => 10°

Rendimiento =>60 %

Nivel de presión sonora =>93 dB

VENTILADOR N°6

Caudal=127500 m³/h

Presión estática=480 mm.c.a.

Presión dinámica=120 mm.c.a.

Presión total=600 mm.c.a.

Velocidad del motor=1400 r.p.m.

Potencia del motor= 22.00Kw

Potencia absorbida= 15.7Kw

Inclinación de las paletas de la hélice => 10°

Rendimiento =>60 %

Nivel de presión sonora =>93 dB

EXTRACTOR N°1

Caudal=60000 m³/h

Presión estática=357 mm.c.a.

Presión dinámica=123 mm.c.a.

Presión total=480 mm.c.a.

Velocidad del motor=850 r.p.m.

Potencia del motor= 11.69Kw

Inclinación de las paletas de la hélice => 10°

Rendimiento =>60 %

Nivel de presión sonora =>58 dB

EXTRACTOR N°2

Caudal=60000 m³/h

Presión estática=357 mm.c.a.

Presión dinámica=123 mm.c.a.

Presión total=480 mm.c.a.

Velocidad del motor=850 r.p.m.

Potencia del motor= 11.69Kw

Inclinación de las paletas de la hélice => 10°

Rendimiento =>60 %

Nivel de presión sonora =>58 dB

5.4 VENTILADORES Y EXTRACTORES DE LA CÁMARA M.M.A.A.

VENTILADOR N°7

Caudal=50000 m³/h

Presión estática=247 mm.c.a.

Presión dinámica=86 mm.c.a.

Presión total=333 mm.c.a.

Velocidad del motor=706 r.p.m.

Potencia del motor= 7 Kw

Inclinación de las paletas de la hélice => 10°

Rendimiento =>60 %

Nivel de presión sonora =>58 dB

VENTILADOR N°8

Caudal=50000 m³/h

Presión estática=247 mm.c.a.

Presión dinámica=86 mm.c.a.

Presión total=333 mm.c.a.

Velocidad del motor=706 r.p.m.

Potencia del motor= 7 Kw

Inclinación de las paletas de la hélice => 10°

Rendimiento =>60 %

Nivel de presión sonora =>58 dB

EXTRACTOR N°3

Caudal=50000 m³/h

Presión estática=247 mm.c.a.

Presión dinámica=86 mm.c.a.

Presión total=333 mm.c.a.

Velocidad del motor=706 r.p.m.

Potencia del motor= 7 Kw

Inclinación de las paletas de la hélice => 10°

Rendimiento =>60 %

Nivel de presión sonora =>58 dB

6. PRESUPUESTO.

Para concluir el proyecto se va a incluir un presupuesto aproximado del gasto total que supondrá la compra de los elementos necesarios para la instalación de ventilación anteriormente calculada.

- VENTILADOR AXIAN SOLID 4-1250T 34-4 de NOVOVENT:

1 ventilador= 3079.42 Euros

6 VENTILADORES= **18476.52 Euros**

- VENTILADOR A-M8L5/V0.05/1250/G/6 de WITT&SOHN:

1 ventilador= 2986.43 Euros

5 VENTILADORES= **14932.15 Euros**

-REJILLAS DE PROTECCIÓN.

Cada ventilador llevará una rejilla de protección, hemos elegido la PG00450 de NOVOVENT:

1 rejilla de protección = 100.84 Euros

11 REJILLAS DE PROTECCIÓN= **1109.24 Euros**

-JUNTAS ELÁSTICAS.

Cada ventilador llevará una junta elástica, hemos elegido la 00TAJN450 de NOVOVENT:

1 junta elástica = 231 Euros

11 JUNTAS ELÁSTICAS= **2541 Euros**

-SOPORTES.

Cada ventilador llevará un soporte, hemos elegido el SBT450H de NOVOVENT:

1 soporte = 168.52 Euros

11 SOPORTES= **1853.72 Euros**

-REJILLAS DE DESCARGA.

Rejilla de descarga = 90.15 Euros/m²

REJILLAS DE DESCARGA (SUPERFICIE TOTAL= 34.56 m²)=> **3115.58 Euros**

-COMPUERTAS DE REGULACIÓN.

Compuertas de regulación = 84.14 Euros/m²

COMPUERTAS DE REGULACIÓN (SUPERFICIE TOTAL= 32.4 m²)=>

2726.15 Euros

-CONDUCTOS CLIMAVÉR PLUS.

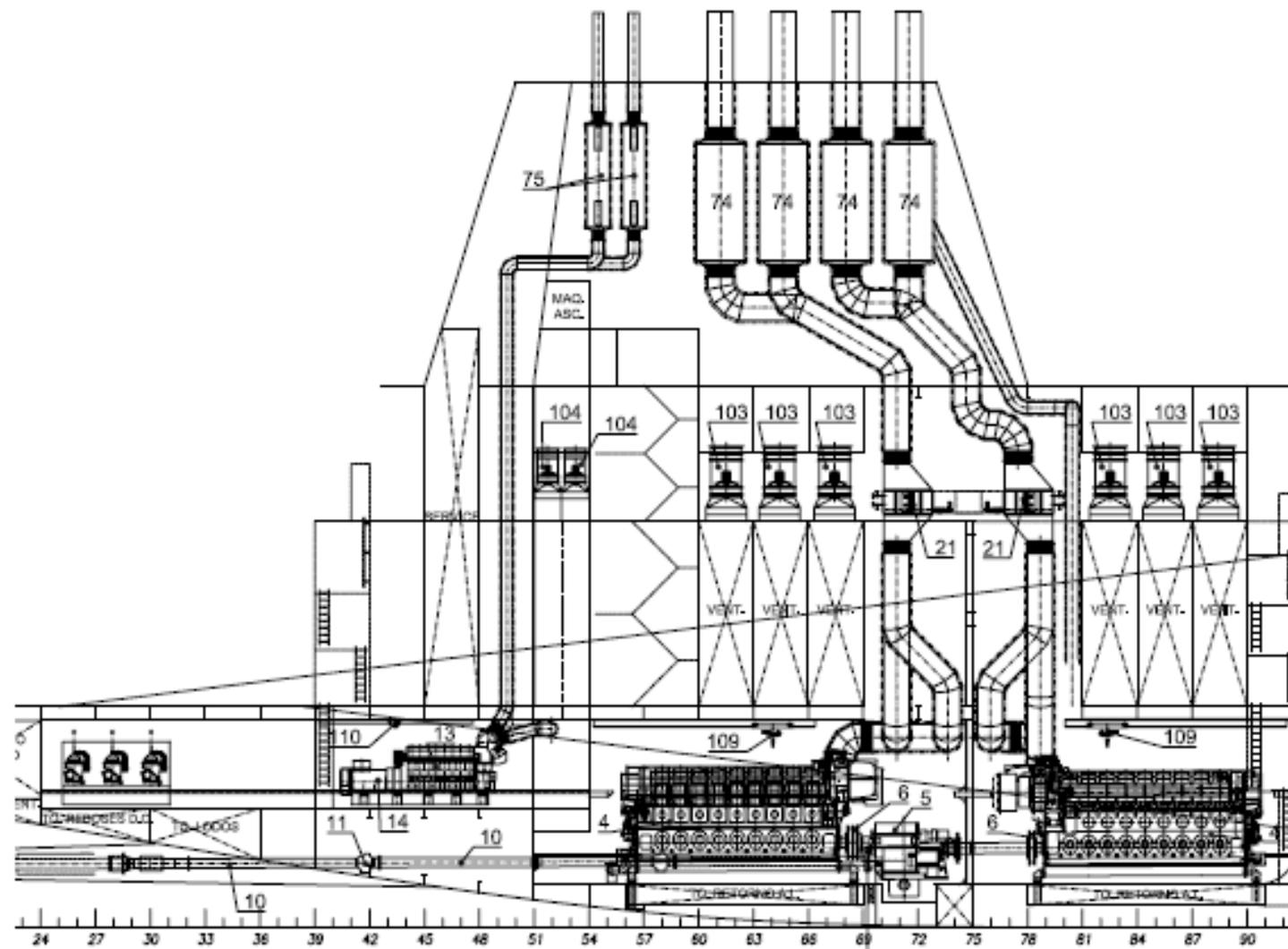
Conductos = 15.93 Euros/m²

CONDUCTOS (SUPERFICIE TOTAL= 3139.2 m²)=> **50007 Euros**

TOTAL: 94761.36 EUROS

ANEXO I:

DISPOSICIÓN GENERAL DE CÁMARA DE MÁQUINAS.



SECCION LONGITUDINAL

E.U.I.T. NAVAL.
PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE

TITULO

DISPOSICION GENERAL DE LOS ELEMENTOS
DE LA CAMARA DE MAQUINAS.

A4

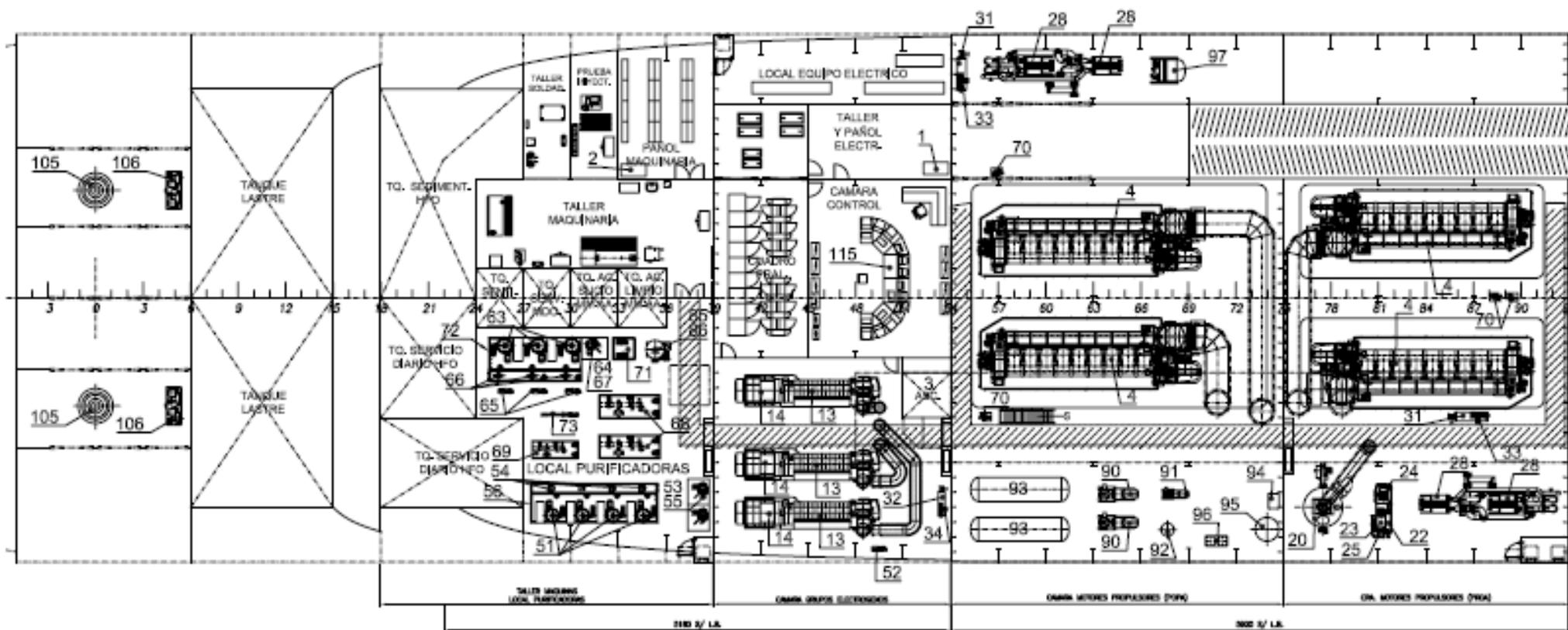
ALICIA TORO GARCIA

REVISION

00

ESCALA 1:250

Hoja 1 DE 9



CBTA. 2

5.180 / 5.920 mm SOBRE L/B

E.U.I.T. NAVAL.
PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE

TITULO

DISPOSICION GENERAL DE LOS ELEMENTOS
DE LA CAMARA DE MAQUINAS.

A4

ALICIA TORO GARCIA

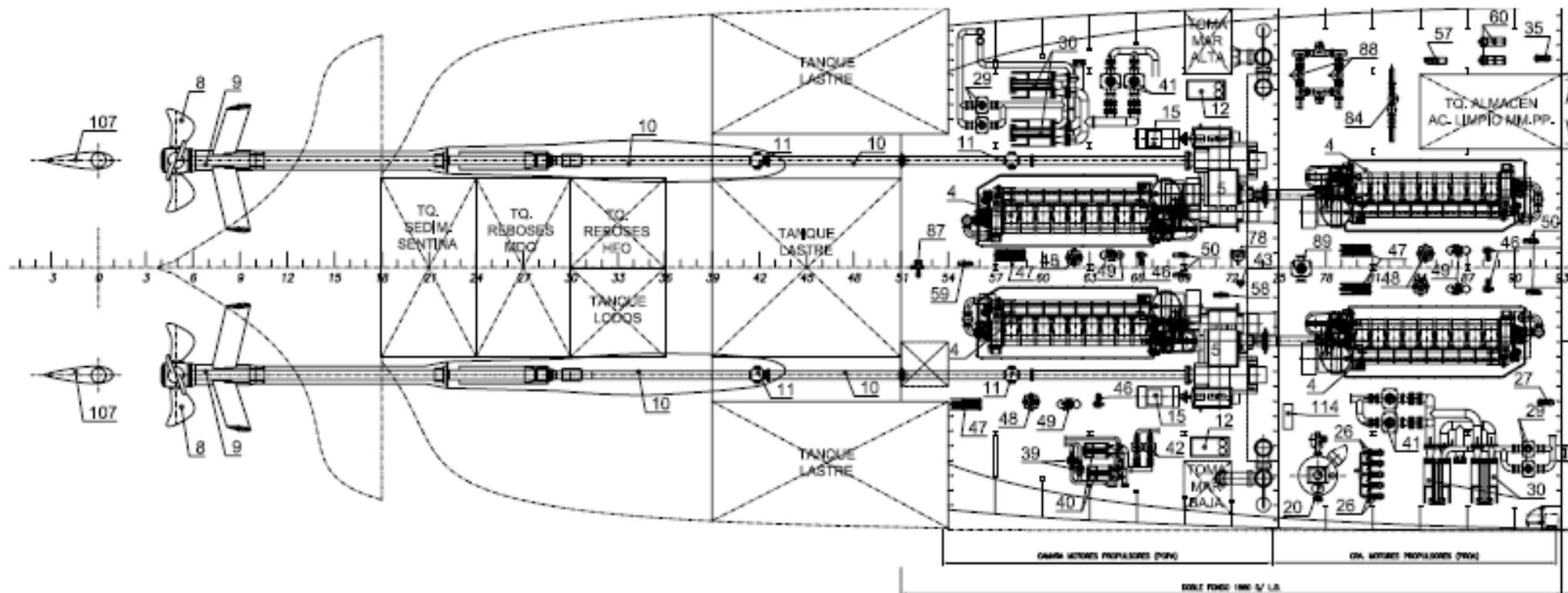
REVISION

00

ESCALA 1:250

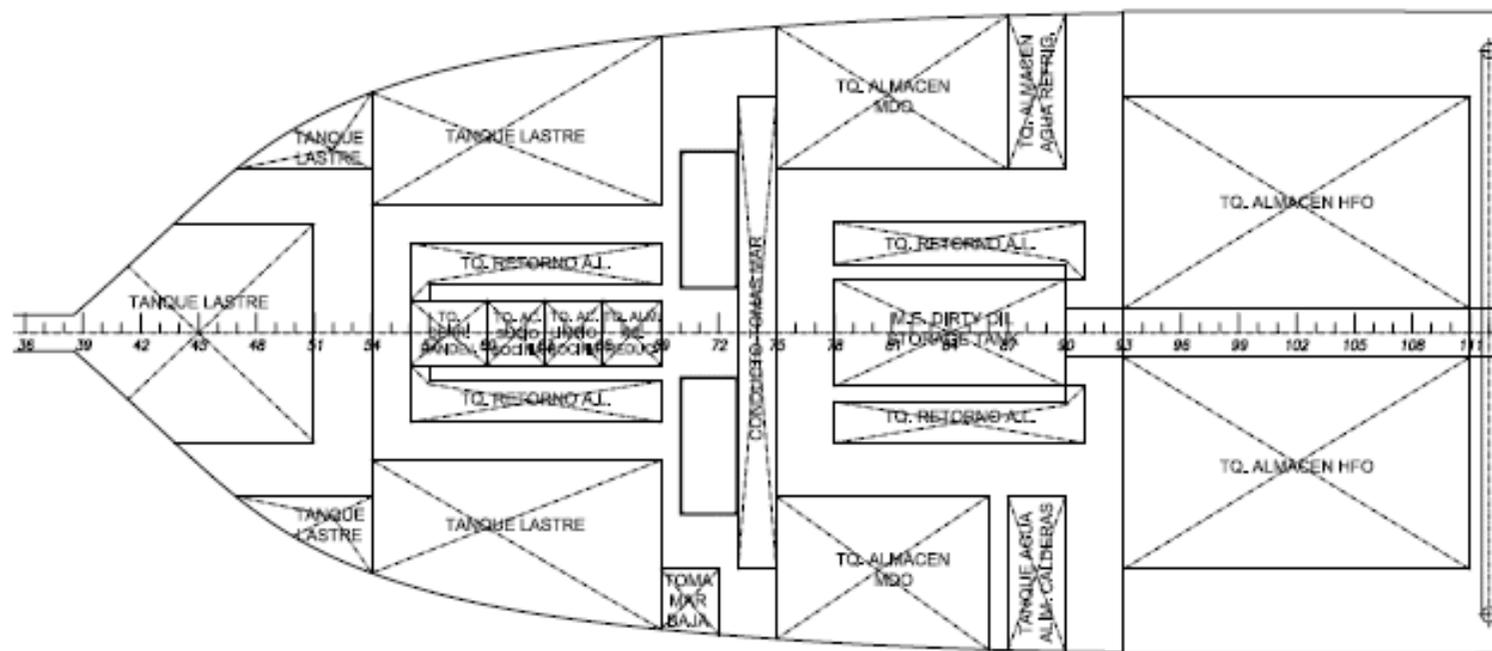
HORA

2 DE 9



CBTA. 1
1.860 / 2.960 mm SOBRE L/B

E.U.I.T. NAVAL. PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE		
TITULO DISPOSICION GENERAL DE LOS ELEMENTOS DE LA CAMARA DE MAQUINAS.		
A4	ALICIA TORO GARCIA	REVISION 00
ESCALA 1:250	HUJA 3 DE 9	



TAPA TANQUES

E.U.I.T. NAVAL.
PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE

TITULO

DISPOSICION GENERAL DE LOS ELEMENTOS
DE LA CAMARA DE MAQUINAS.

A4

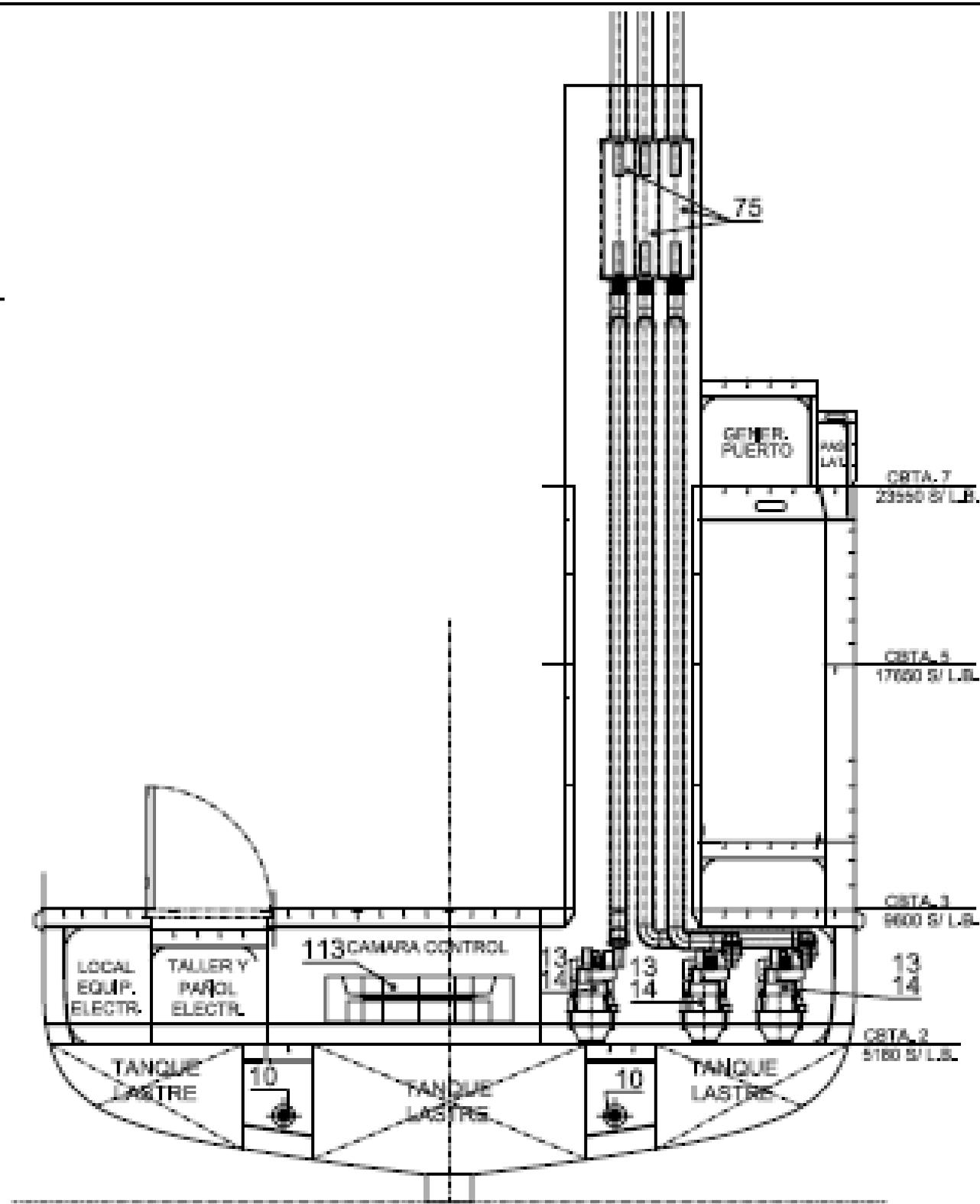
ALICIA TORO GARCIA

REVISION

00

ESCALA 1:250

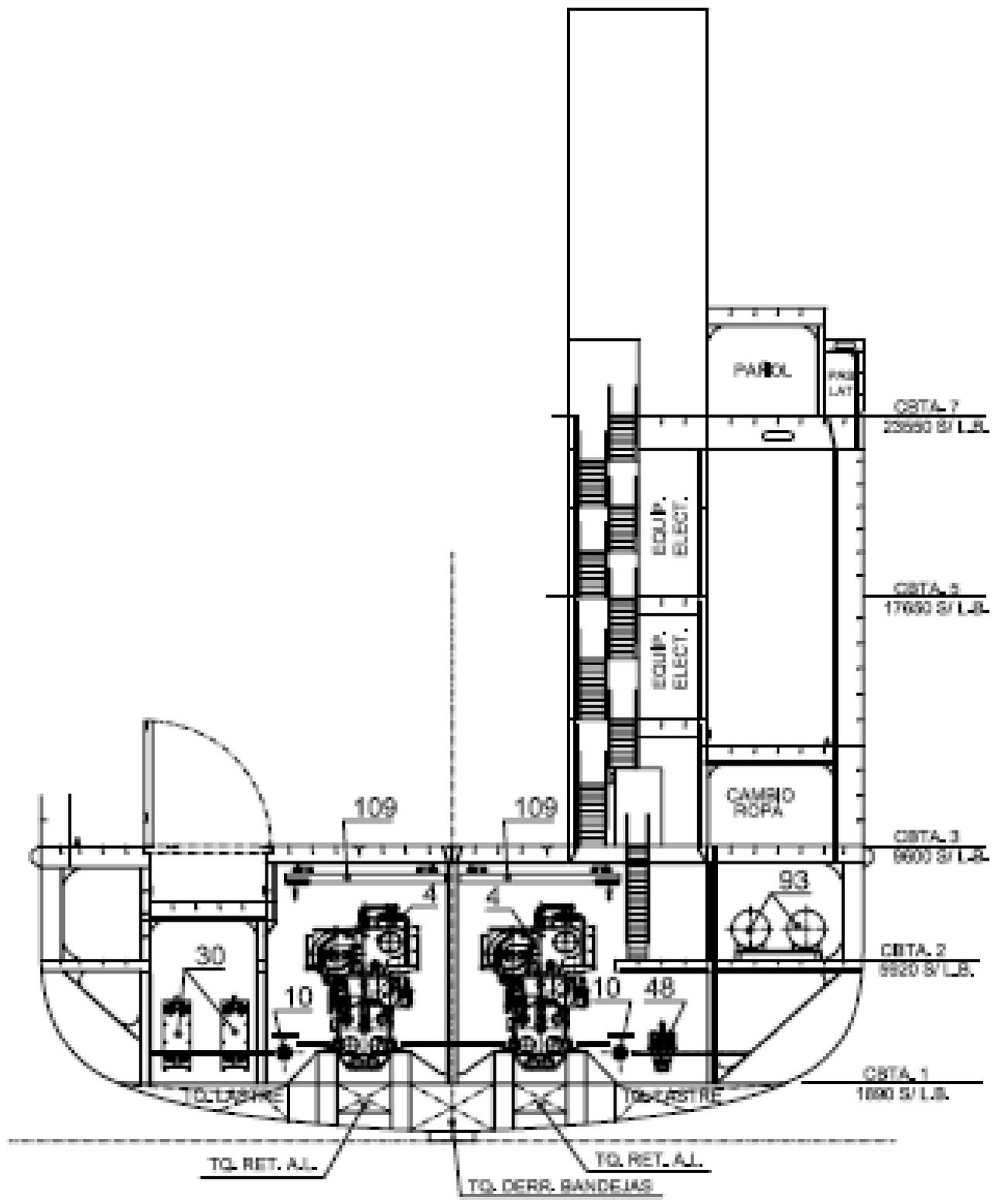
HOJA 4 DE 9



SECCION TRANSVERSAL

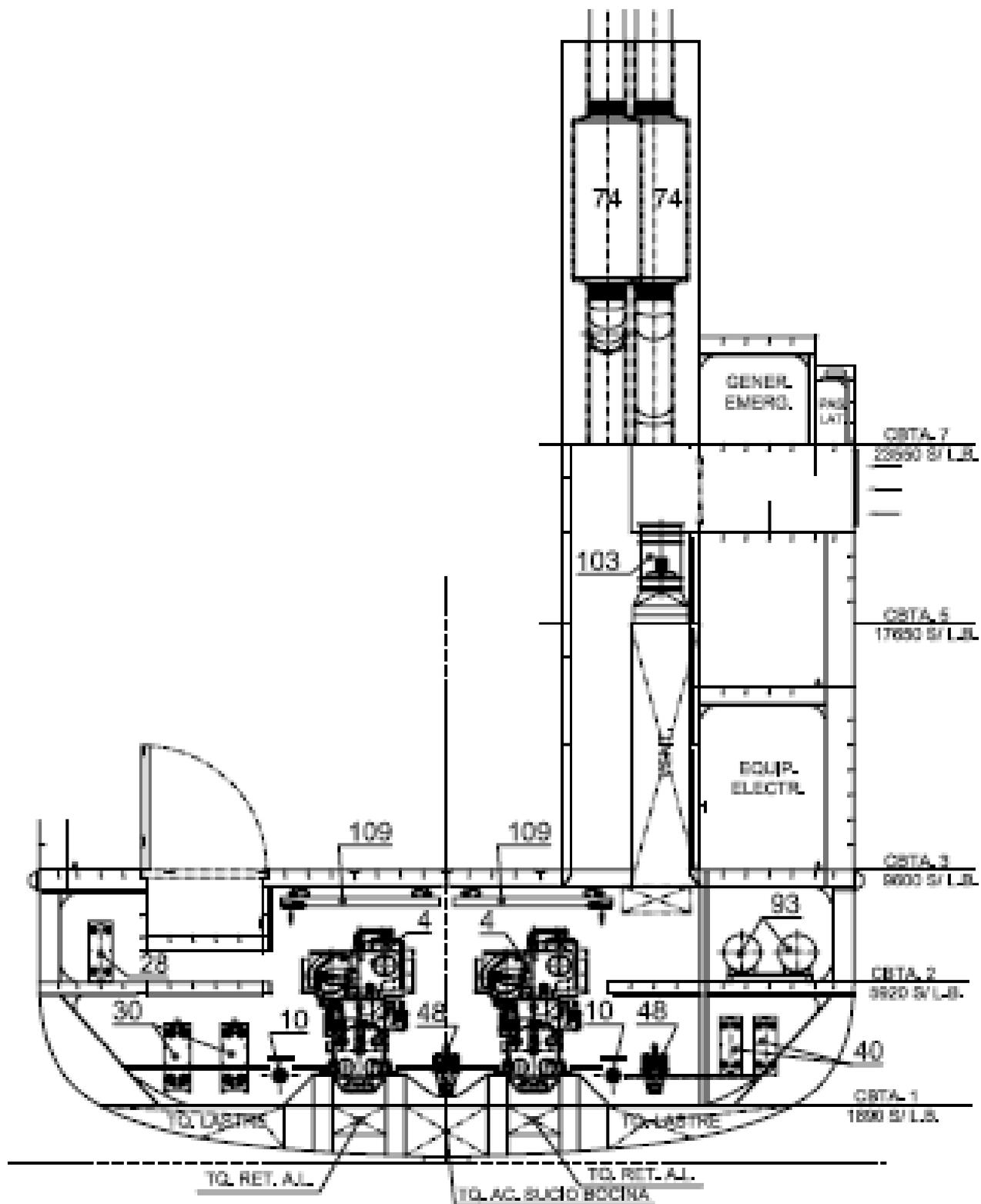
CDNA. 48

E.U.I.T. NAVAL.		
PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE		
TITULO DISPOSICION GENERAL DE LOS ELEMENTOS DE LA CAMARA DE MACHINES.		
A4	ALICIA TORO GARCIA	PARTIDA 00
FECHA: 11/25/0	PÁG: 3	DE: 3



SECCION TRANSVERSAL
CDNA. 57

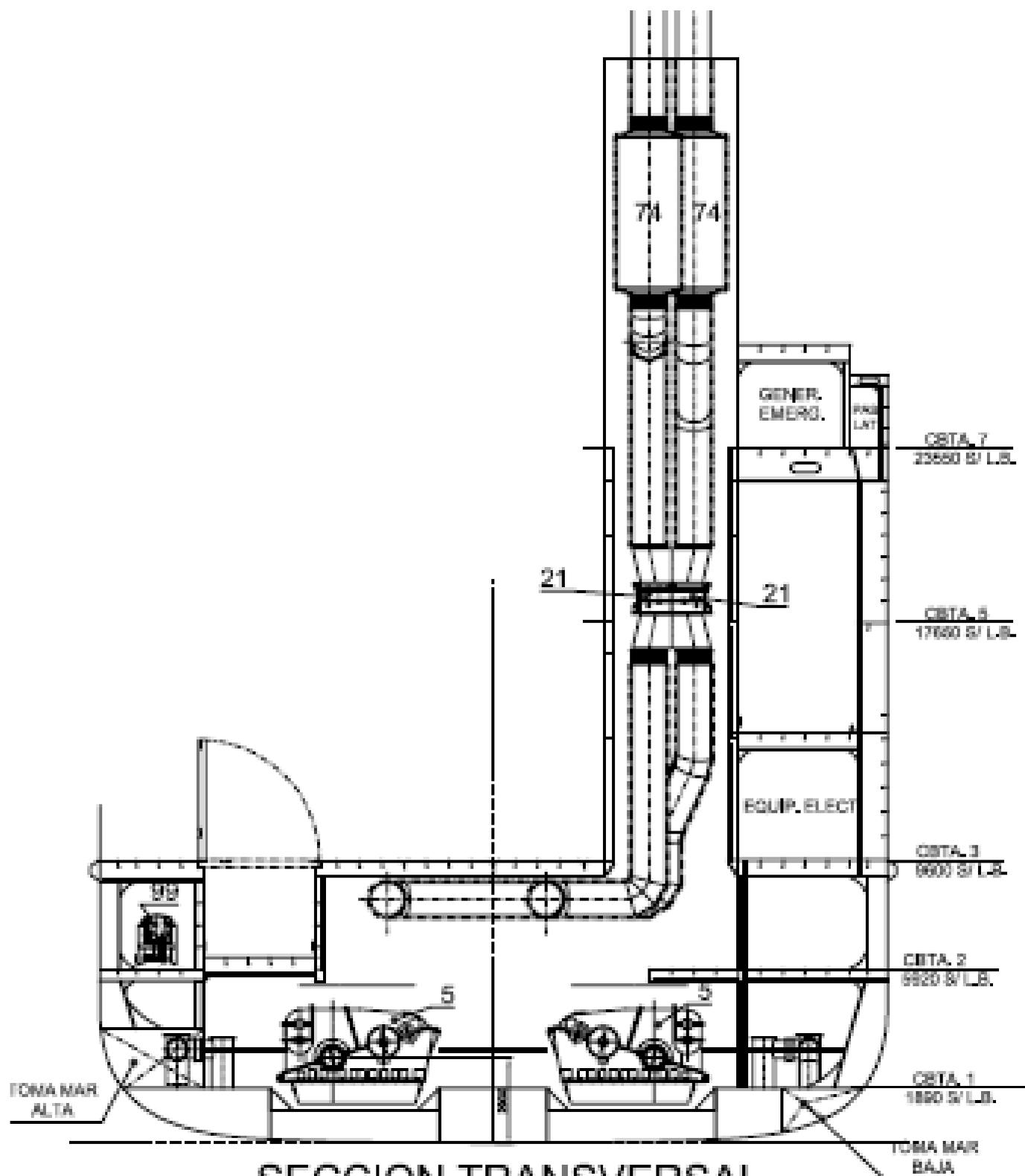
E.U.I.T. NAVAL.		
PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE		
DISPOSICION GENERAL DE LOS ELEMENTOS DE LA CAMARA DE MAQUINAS.		
A4	ALICIA TORO GARCIA	REVISION 00
FECHA 11/250	NUM 6 DE 3	



SECCION TRANSVERSAL

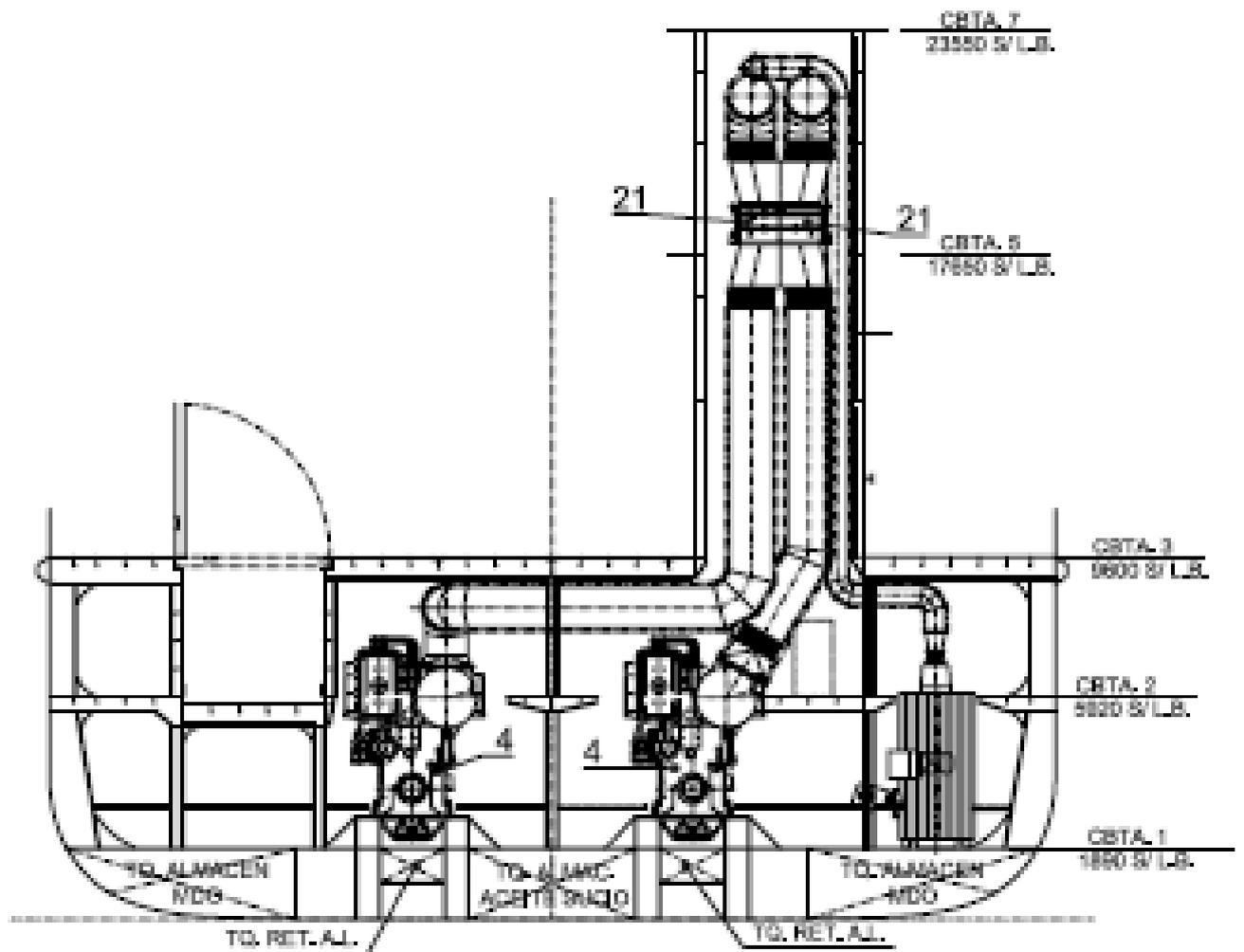
CDNA. 60

E.U.I.T. NAVAL.		
PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE		
TITULO DISEÑO GENERAL DE LOS ELEMENTOS DE LA CÁMARA DE MACHINES.		
A4	ALICIA TORO GARCIA	FECHA 00
BOCAL 11250	FOLIO 7 DE 7	



**SECCION TRANSVERSAL
CDNA. 72**

E.U.I.T. NAVAL. PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE		
TITULO DISEÑO GENERAL DE LOS ELEMENTOS DE LA CÁMARA DE MISIONES.		
A4	ALICIA TORO GARCIA	REVISOR 00
FECHA 11/20	PÁG. 8	DE 9



SECCION TRANSVERSAL

CDNA. 78

E.U.I.T. NAVAL.		
PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE		
TITULO DISPOSICION GENERAL DE LOS ELEMENTOS DE LA CAMARA DE MAQUINAS.		
A4	ALICIA TORO GARCIA	REVISOR 00
FECHA 11/25/0	PÁG 3 DE 3	

ANEXO II:

ISO 8861. SHIPBUILDING ENGINE-ROOM VENTILATION
IN DIESEL-ENGINEED SHIPS. DESIGN REQUIREMENTS
AND BASIS OF CALCULATIONS.

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
8861

Second edition
1998-05-15

**Shipbuilding — Engine-room ventilation in
diesel-engined ships — Design
requirements and basis of calculations**

*Construction navale — Ventilation du compartiment machines des navires à
moteurs diesels — Exigences de conception et bases de calcul*



Reference number
ISO 8861:1998(E)

Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

International Standard ISO 8861 was prepared by Technical Committee ISO/TC 8, *Ships and marine technology*, Subcommittee SC 3, *Piping and machinery*.

This second edition cancels and replaces the first edition (ISO 8861:1988), of which it constitutes a technical revision.

Annex A of this International Standard is for information only.

© ISO 1998

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Organization for Standardization
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Switzerland
Internet central@iso.ch
X.400 c=ch; a=400net; p=iso; o=isocs; s=central

Printed in Switzerland



Shipbuilding — Engine-room ventilation in diesel-engined ships — Design requirements and basis of calculations

1 Scope

This International Standard specifies design requirements and suitable calculation methods for the ventilation of the engine room in diesel-engined ships, for normal conditions in all waters.

Annex A provides guidance and good practice in the design of ventilation systems for ships' engine rooms.

NOTE — Users of this International Standard should note that, while observing the requirements of the standard, they should at the same time ensure compliance with such statutory requirements, rules and regulations as may be applicable to the individual ship concerned.

2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards listed below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 31-1:1992, *Quantities and units — Part 1: Space and time.*

ISO 31-3:1992, *Quantities and units — Part 3: Mechanics.*

ISO 31-4:1992, *Quantities and units — Part 4: Heat.*

ISO 3046-1:1995, *Reciprocating internal combustion engines — Performance — Part 1: Standard reference conditions, declarations of power, fuel and lubricating oil consumptions, and test methods.*

ISO 3258:1976, *Air distribution and air diffusion — Vocabulary.*

3 Definitions

For the purposes of this International Standard, the definitions given below, together with those in ISO 31-1, ISO 31-3, ISO 31-4, ISO 3046-1 and ISO 3258, apply.

3.1 engine room: Space containing main propulsion machinery, boiler(s), diesel generator(s) and major electrical machinery, etc.

3.2 ventilation: Provision of air to an enclosed space to meet the needs of the occupants and/or the requirements of the equipment therein.

3.3 service standard power: The continuous brake power which the engine manufacturer declares that an engine is capable of delivering, using only the essential dependent auxiliaries, between the normal maintenance intervals stated by the manufacturer and under the following conditions:

- a) at a stated speed at the ambient and operating conditions of the engine application;
- b) with the declared power adjusted or corrected as determined by the manufacturer to the stated ambient and operating conditions of the engine application;
- c) with the maintenance prescribed by the engine manufacturer being carried out. [ISO 3046-1:1995]

See A.1 in annex A of ISO 3046-1:1995.

4 Design conditions

The outside ambient air temperature shall be taken as + 35 °C.

Temperature rise from air intake to air passing from the engine room up to the casing entrance shall be max. 12,5 K.

The capacity of the ventilation plant should be such as to provide comfortable working conditions in the engine room, to supply the necessary combustion air to the diesel engine(s) and boiler(s), and to prevent heat-sensitive apparatus from overheating.

In order to meet these requirements, the air should be distributed to all parts of the engine room, so that pockets of stagnant hot air are avoided. Special considerations should be given to areas with great heat emission and to all normal working areas, where reasonably fresh and clean outdoor air should be provided through adjustable inlet devices.

When arranging the air distribution, all normal conditions at sea and in harbour for in-service machinery shall be taken into account.

5 Airflow calculation

5.1 Total airflow

The total airflow Q to the engine room shall be at least the larger value of the two following calculations.

a: $Q = q_c + q_h$ as calculated according to 5.2 and 5.3 respectively.

b: $Q = 1,5 \times q_c$, i.e. the airflow for combustion + 50 %. The total airflow to the engine room shall not be less than the airflow for combustion [engine(s) and boiler(s)] plus 50 %.

Combustion air to, and heat emission from, all equipment installed within the casing and funnel shall not be taken into account.

The calculations shall be based on simultaneous maximum rating of main propulsion diesel engine(s), diesel generator engine(s), boiler(s) and other machinery under normal sea conditions, and on a temperature increase of 12,5 K.

The calculations should, to the greatest possible extent, be based on information from the manufacturers. Guidance values given in this International Standard should be used only when manufacturers' information is not available.

In order to ensure satisfactory air distribution, combustion air to, and heat emission from, main propulsion diesel engine(s), diesel generator engine(s), generator(s), boiler(s), and possibly other machinery with considerable heat emission, shall be calculated separately including other conditions as necessary.

Spaces separated from the main engine room, such as individual auxiliary engine rooms, boiler rooms and separator rooms, shall also be calculated separately.

5.2 Airflow for combustion

5.2.1 Sum of airflow for combustion

The sum of the airflow for combustion, q_c , shall be calculated, in cubic metres per second, as follows:

$$q_c = q_{dp} + q_{dg} + q_b$$

where

q_{dp} is the airflow for combustion for main propulsion diesel engine(s), in cubic metres per second (see 5.2.2);

q_{dg} is the airflow for combustion for diesel generator engine(s), in cubic metres per second (see 5.2.3);

q_b is the airflow for combustion for boiler(s), in cubic metres per second (see 5.2.4), if relevant under normal sea conditions.

5.2.2 Airflow for combustion for main propulsion diesel engine(s)

The airflow for combustion for the main propulsion diesel engine(s), q_{dp} , shall be calculated, in cubic metres per second, as follows:

$$q_{dp} = \frac{P_{dp} \times m_{ad}}{\rho}$$

where

P_{dp} is the service standard power of the main propulsion diesel engine(s) at maximum continuous power output, in kilowatts;

m_{ad} is the air requirement for combustion for diesel engine(s), in kilograms per kilowatt second;

NOTE — Where specific data for m_{ad} are not available, the following values may be used for calculation:

$$m_{ad} = \begin{array}{l} 0,002\ 3 \text{ kg}/(\text{kW}\cdot\text{s}) \text{ for 2-stroke engines,} \\ 0,002\ 0 \text{ kg}/(\text{kW}\cdot\text{s}) \text{ for 4-stroke engines.} \end{array}$$

$$\rho = 1,13 \text{ kg}/\text{m}^3 \text{ (i.e. the density of air, at + 35 °C, 70 RH and 101,3 kPa).}$$

5.2.3 Airflow for combustion for diesel generator engine(s)

The airflow for combustion for diesel generator engine(s), q_{dg} , shall be calculated, in cubic metres per second, as follows:

$$q_{dg} = \frac{P_{dg} \times m_{ad}}{\rho}$$

where

P_{dg} is the service standard power of the diesel generator engine(s) at maximum power output, in kilowatts;

m_{ad} is the air requirement for diesel engine combustion, in kilograms per kilowatt second;

NOTE — Where specific data for m_{ad} are not available, the following values may be used for calculation:

$$m_{ad} = \begin{array}{l} 0,002\ 3 \text{ kg}/(\text{kW}\cdot\text{s}) \text{ for 2-stroke engines,} \\ 0,002\ 0 \text{ kg}/(\text{kW}\cdot\text{s}) \text{ for 4-stroke engines.} \end{array}$$

$$\rho = 1,13 \text{ kg}/\text{m}^3 \text{ (i.e. the density of air, at + 35 °C, 70 % RH and 101,3 kPa).}$$

5.2.4 Airflow for combustion for boilers and thermal fluid heaters

The airflow for combustion for boiler(s), q_b , shall be calculated, in cubic metres per second, as follows:

In a case where the total steam capacity of a boiler is known, the following formula is used:

$$q_b = \frac{m_s \times m_{fs} \times m_{af}}{\rho}$$

In a case where the capacity of a boiler or a thermal fluid heater is known in kilowatts, the following formula is used:

$$q_b = \frac{Q \times m_{fs} \times m_{af}}{\rho}$$

where

Q is the maximum continuous rating of the boiler(s), in kilowatts;

m_s is the total steam capacity (maximum continuous rating) of the boiler(s), in kilograms per second;

m_{fs} is the fuel consumption, in kilograms of fuel per kilogram of steam, or in kilograms of fuel per second per kilowatt of thermal capacity;

NOTE — Where specific data are not available, $m_{fs} = 0,077$ kg/kg may be used for the calculation if the steam capacity is known. If the thermal capacity is known, $m_{fs} = 0,11$ kg s⁻¹ kW⁻¹ may be used.

m_{af} is the air requirement for combustion, in kilograms of air per kilogram of fuel;

NOTE — Where specific data are not available, $m_{af} = 15,7$ kg/kg may be used for calculation.

$\rho = 1,13$ kg/m³ (i.e. the density of air, at + 35 °C, 70 % RH and 101,3 kPa).

5.3 Airflow for evacuation of heat emission

The sum of the airflow necessary for heat evacuation, q_h , shall be calculated, in cubic metres per second, as follows:

$$q_h = \frac{\phi_{dp} + \phi_{dg} + \phi_b + \phi_p + \phi_g + \phi_{el} + \phi_{ep} + \phi_t + \phi_o}{\rho \times c \times \Delta T} - 0,4 (q_{dp} + q_{dg}) - q_b$$

where

ϕ_{dp} is the heat emission from main propulsion diesel engine(s), in kilowatts (see 6.1);

ϕ_{dg} is the heat emission from diesel generator engine(s), in kilowatts (see 6.2);

ϕ_b is the heat emission from boilers and thermal fluid heaters, in kilowatts (see 6.3);

ϕ_p is the heat emission from steam and condensate pipes, in kilowatts (see 6.4);

ϕ_g is the heat emission from electrical air-cooled generator(s), in kilowatts (see 6.5);

ϕ_{el} is the heat emission from electrical installations, in kilowatts (see 6.6);

ϕ_{ep} is the heat emission from exhaust pipes including exhaust gas-fired boilers, in kilowatts (see 6.7);

ϕ_t is the heat emission from hot tanks, in kilowatts (see 6.8);

ϕ_o is the heat emission from other components, in kilowatts (see 6.9);

q_{dp} is the airflow for main propulsion diesel engine combustion, in cubic metres per second (see 5.2.2);

q_{dg} is the airflow for diesel generator engine combustion, in cubic metres per second (see 5.2.3);

q_b is the airflow for boiler combustion, in cubic metres per second (see 5.2.4);

$\rho = 1,13 \text{ kg/m}^3$ (i.e. the density of air, at + 35 °C, 70 % RH and 101,3 kPa);

$c = 1,01 \text{ kJ/(kg·K)}$ (the specific heat capacity of the air);

$\Delta T = 12,5 \text{ K}$ (the increase of the air temperature in the engine room i.e. the difference between inlet and outlet temperature measured at design conditions. The outlet temperature shall be measured at the outlet from engine room to casing or funnel without heat-sensitive installations).

The factor 0,4 is based on the usual arrangements of engine room and ventilation ducts. In a case of special arrangements, the value of the factor should be considered.

6 Calculation of heat emission

6.1 Heat emission from main propulsion diesel engine(s)

The heat emission from main propulsion diesel engine(s), ϕ_{dp} , shall be taken, in kilowatts, as follows:

$$\phi_{dp} = P_{dp} \times \frac{\Delta h_d}{100}$$

where

P_{dp} is the service standard power of the main propulsion diesel engine(s) at maximum continuous rating, in kilowatts;

Δh_d is the heat loss from the diesel engine(s), in percentage.

NOTE — Where specific data are not available, ϕ_{dp} according to 7.1 may be used for calculation.

6.2 Heat emission from diesel generator engine(s)

The heat emission from diesel generator engine(s), ϕ_{dg} , shall be taken, in kilowatts, as follows:

$$\phi_{dg} = P_{dg} \times \frac{\Delta h_d}{100}$$

where

P_{dg} is the service standard power of the diesel generator engine(s) at maximum continuous rating, in kilowatts;

Stand-by units are not to be included.

Δh_d is the heat loss from the diesel engine(s), in percentage.

NOTE — Where specific data are not available, ϕ_{dg} according to 7.1 may be used for calculation.

6.3 Heat emission from boiler(s) and thermal fluid heater(s)

NOTE — For heat emission from exhaust gas-fired boiler(s) and exhaust pipes see 6.7.

The heat emission from boiler(s) and thermal fluid heater(s), ϕ_b , shall be calculated, in kilowatts, as follows:

In the case when the total steam capacity of a boiler is known, the following formula is used:

$$\phi_b = m_s \times m_{fs} \times h \times \frac{\Delta h_b}{100} \times B_1$$

In the case when the demand for heat is covered by a thermal fluid heater or the capacity of a boiler is known in kilowatts, the following formula is used:

$$\phi_b = Q \times B_1 \times \frac{\Delta h_b}{100}$$

where

m_s is the total steam capacity, in kilograms per second;

m_{fs} is the fuel consumption, in kilograms of fuel per kilogram of steam;

NOTE — Where specific data are not available, $m_{fs} = 0,077$ kg/kg may be used for calculation.

h is the lower calorific value of the fuel, in kilojoules per kilogram;

NOTE — Where specific data are not available, $h = 40,200$ kJ/kg may be used for calculation.

Δh_b is the heat loss, in percentage, at the maximum continuous rating of the boiler or thermal fluid heater;

NOTE — Where specific data are not available, data according to 7.2 may be used for calculation.

B_1 is a constant that applies to the location of the boiler(s) and other heat exchangers in the engine room (refer to text in 6.7 for value of B_1);

Q is the maximum continuous rating of the thermal fluid heater or boiler in kilowatts.

6.4 Heat emission from steam and condensate pipes

The heat emission from steam and condensate pipes, ϕ_p , shall be calculated, in kilowatts, as follows:

$$\phi_p = m_{sc} \times \frac{\Delta h_p}{100}$$

where

m_{sc} is the total steam consumption, in kilowatts (1 kW ~ 1,6 kg/h of steam);

Δh_p is the heat loss from steam and condensate pipes, in percentage of the steam consumption in kilowatts.

NOTE — Where specific data are not available, $\Delta h_p = 0,2$ % may be used for calculation.

6.5 Heat emission from electrical generator(s)

The heat emission from air-cooled generator(s), ϕ_g , shall be calculated, in kilowatts, as follows:

$$\phi_g = P_g \left(1 - \frac{\eta}{100} \right)$$

where

P_g is the power of installed air-cooled generator(s), in kilowatts (stand-by sets shall be ignored);

η is the generator efficiency, in percentage.

NOTE — Where specific data are not available, $\eta = 94$ % may be used for calculation.

6.6 Heat emission from electrical installations

The heat emission from electrical installations, ϕ_{el} , shall be calculated, in kilowatts, in accordance with one of the following two alternative methods in descending order of preference:

- where full details of the electrical installations are known, the heat emission shall be taken as the sum of the simultaneous heat emission; or
- for conventional ships where full details of the electrical installations are not known, the heat emission is taken as 20 % of the rated power of the electrical apparatus and lighting that are in use at sea.

6.7 Heat emission from exhaust pipes and exhaust gas-fired boiler(s)

The heat emission from exhaust pipes and exhaust gas-fired boiler(s) may be determined from the curves in 7.3, in kilowatts per metre of pipe.

If specific figures are not available, $\Delta t = 250$ K may be used for 2-stroke engines and $\Delta t = 320$ K for 4-stroke engines.

Exhaust gas pipes and exhaust gas-fired boiler(s) situated in the casing and funnel shall not be taken into account.

If a case of exhaust gas boiler(s) placed directly below exposed casing exists, the same factor $B_1 = 0,1$ as in 6.3 is to be used.

6.8 Heat emission from hot tanks

(SEE SUPPLEMENT)

The heat emission from hot tanks, ϕ_t , in kilowatts, shall be based on the sum of the hot tank surfaces contiguous with the engine room, using the values given in table 1.

Table 1 — Heat emission from hot tanks

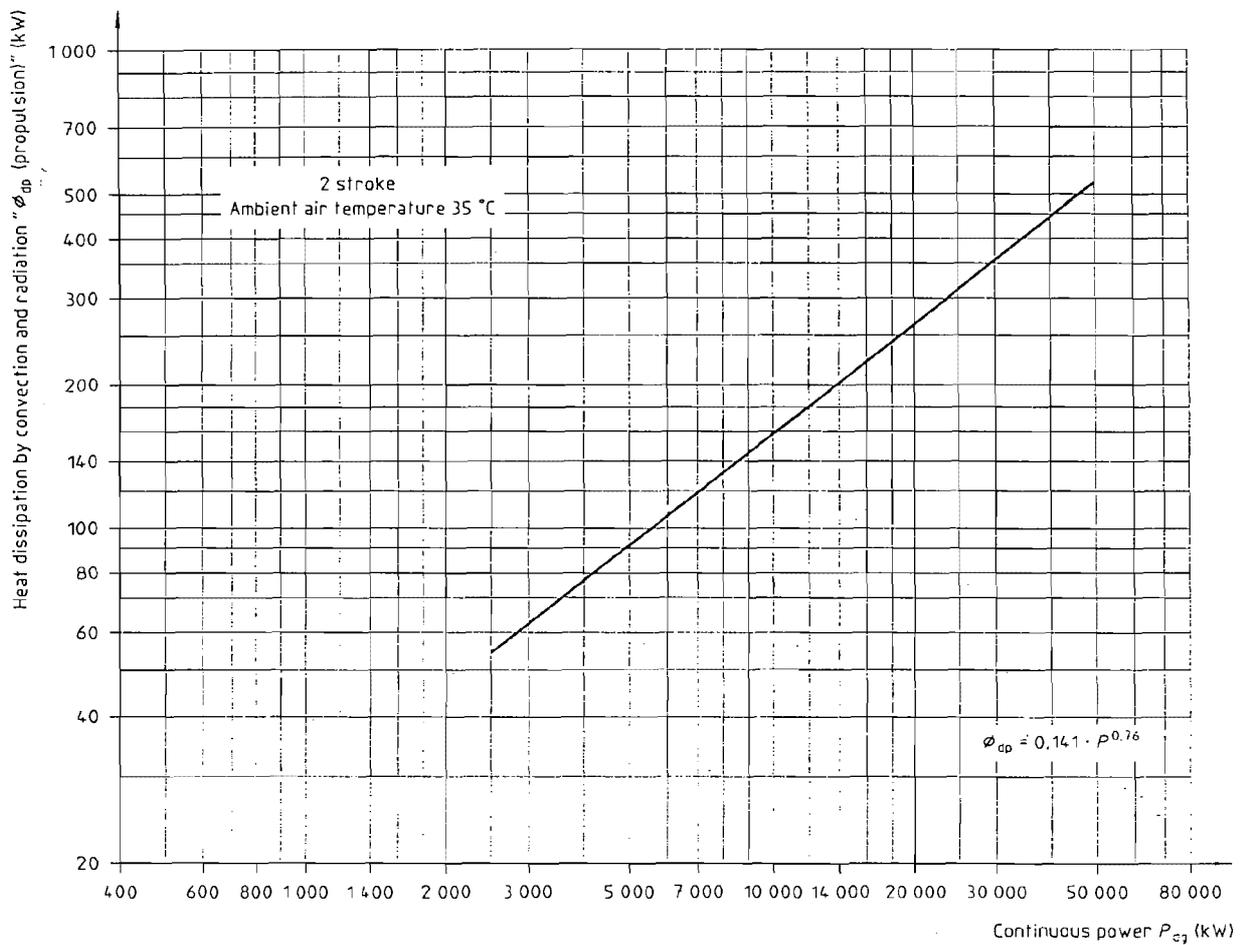
Tank surface	Heat emission, ϕ_t , in kW/m ² at a tank temperature of				
	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C	100 °C
Uninsulated	0,14	0,234	0,328	0,42	0,515
Insulation 30 mm	0,02	0,035	0,05	0,06	0,08
Insulation 50 mm	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05

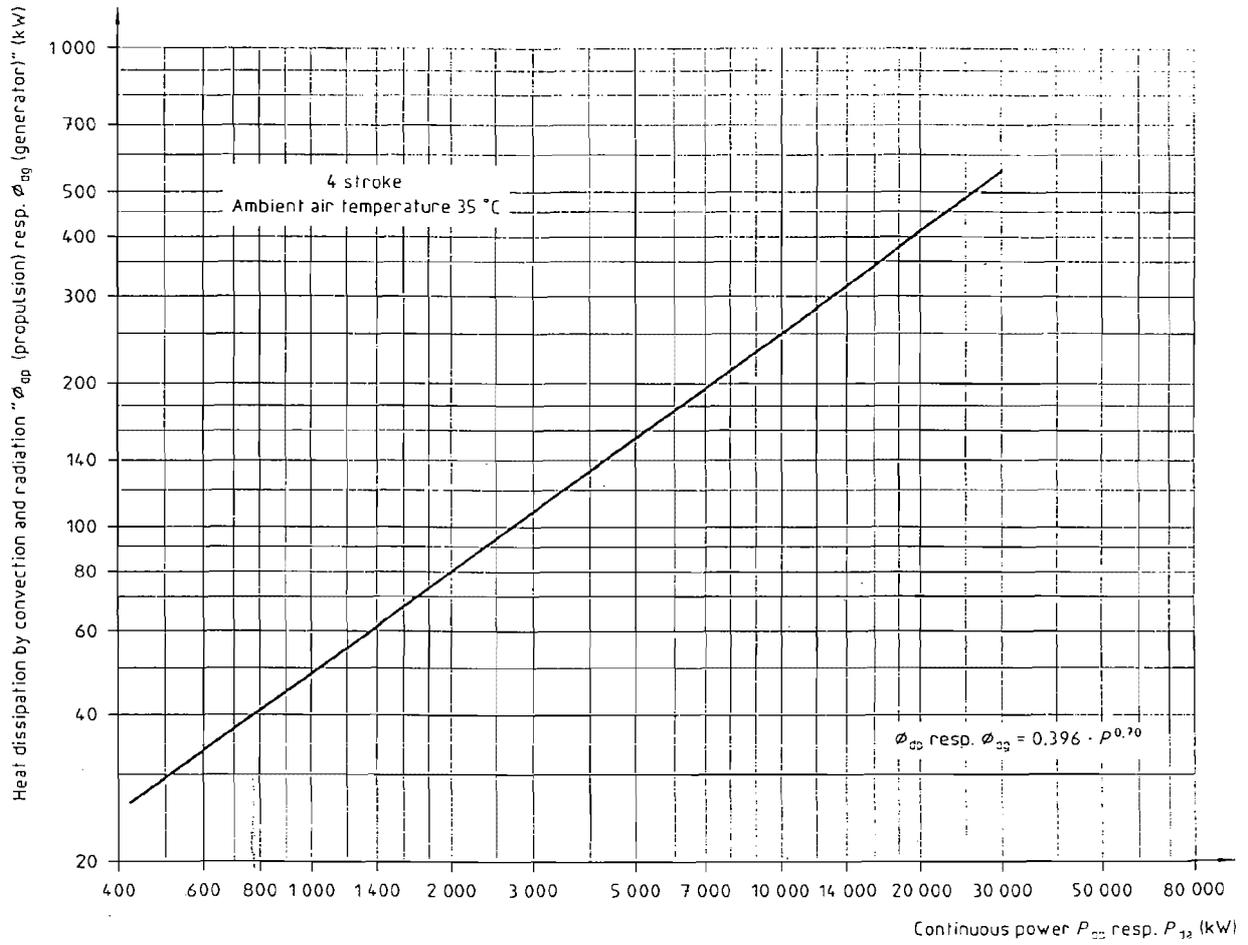
6.9 Heat emission from other components

The heat emission from other components, ϕ_o , in kilowatts, e.g. compressor(s), steam, turbine(s), reduction gear(s), separator(s), heat exchanger(s), piping and hydraulic system(s), shall be included when calculating the sum of the airflow for evacuation of heat emission.

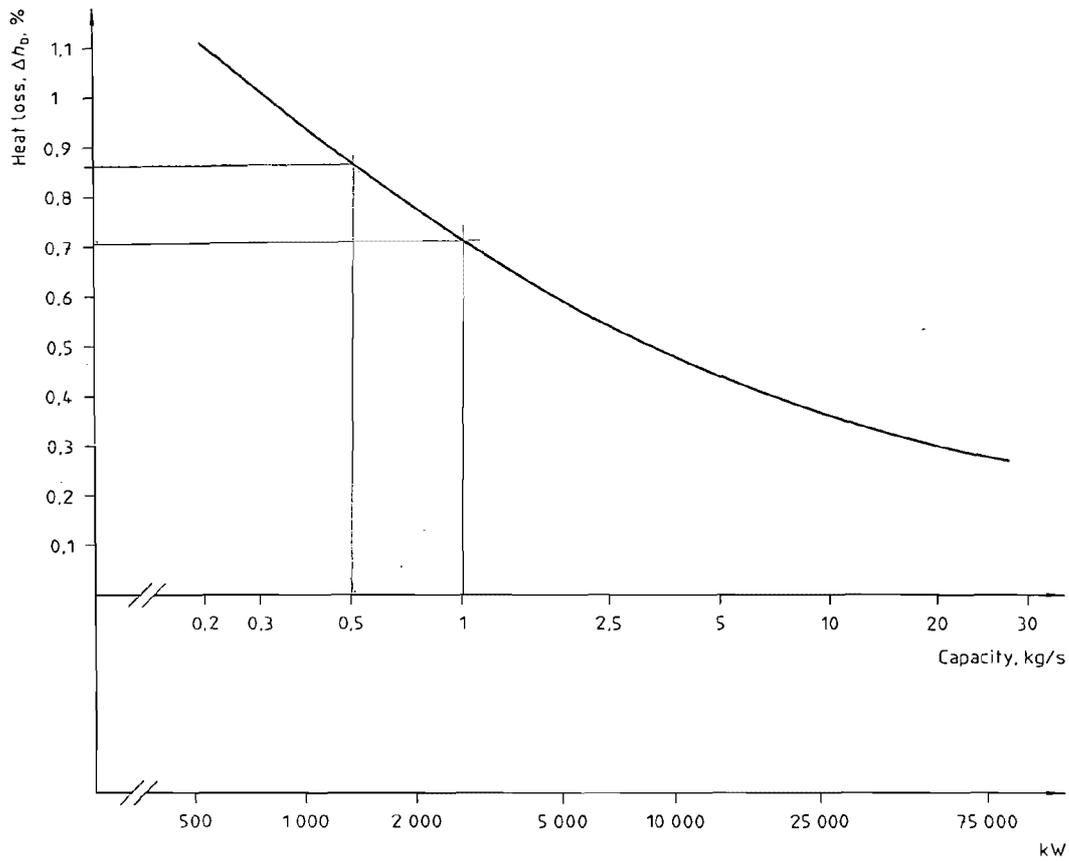
7 Graphs

7.1 Heat loss in percentage from diesel engine based on service standard power of engine



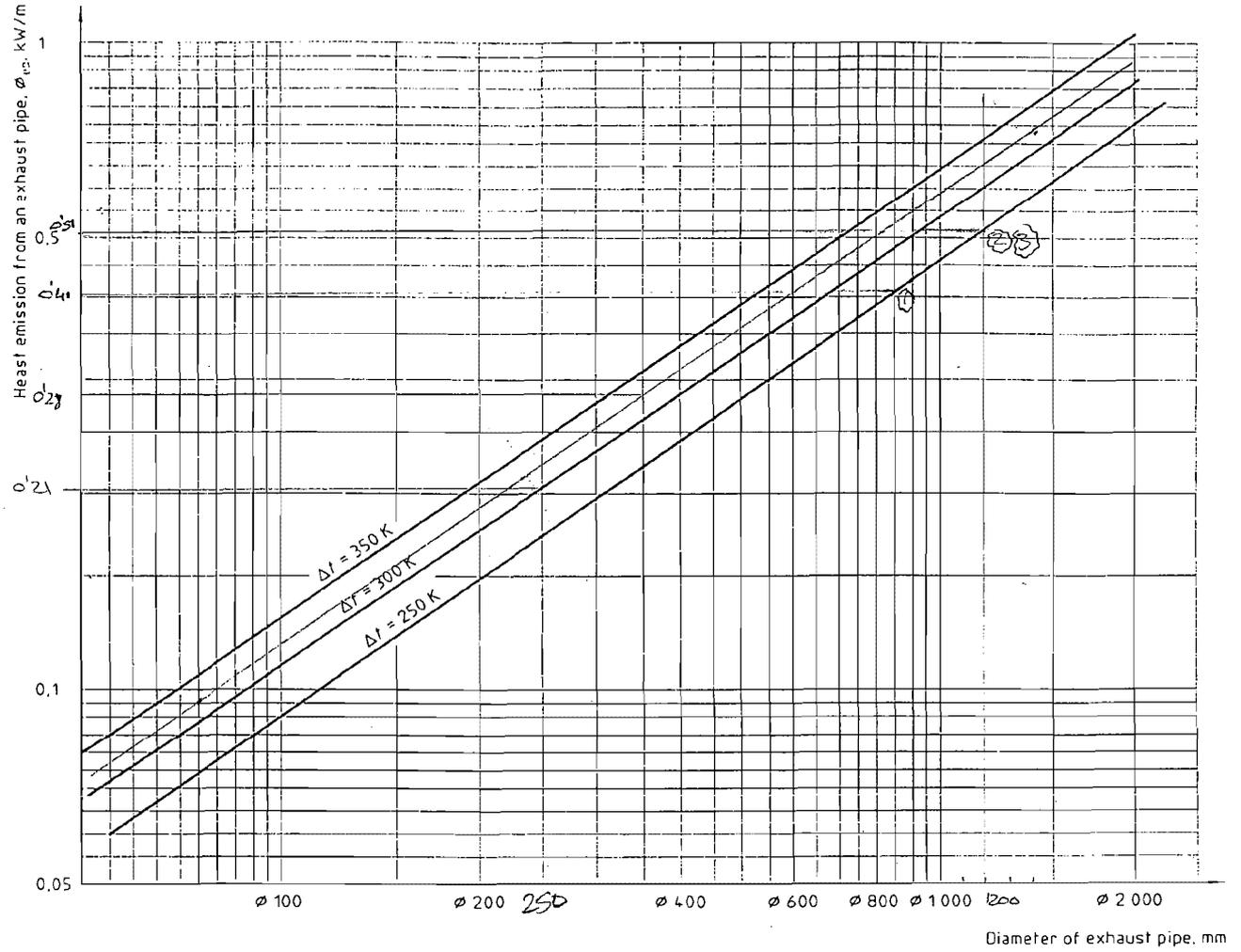


7.2 Heat loss in percentage of maximum continuous rating of boilers (kg/s) and thermal fluid heaters (kW)



7.3 Heat emission from exhaust pipes

The curves are plotted for an insulation thickness of approximately 70 mm.



Annex A (informative)

Guidance and good practice

A.1 Distribution of air in the engine room

Approximately 50 % of the ventilation air should be delivered at the level of the top of the main propulsion diesel engine(s), close to the turbo-charger inlet(s), care being taken to ensure that no sea water can be drawn into that air inlet. No air should be blown directly onto heat-emitting components or directly onto electrical or other apparatus sensitive to water.

A.2 Air exhaust

The air exhaust system should be designed to maintain a slight positive pressure in the engine room. This should normally not exceed 50 Pa.

Exhaust fans should be installed where the exhaust air cannot be led through the funnel or extractor openings.

The purifier room containing fuel oil separators, etc. should have a separate fan-operated exhaust system discharging to the atmosphere as remote as possible from any air inlet.

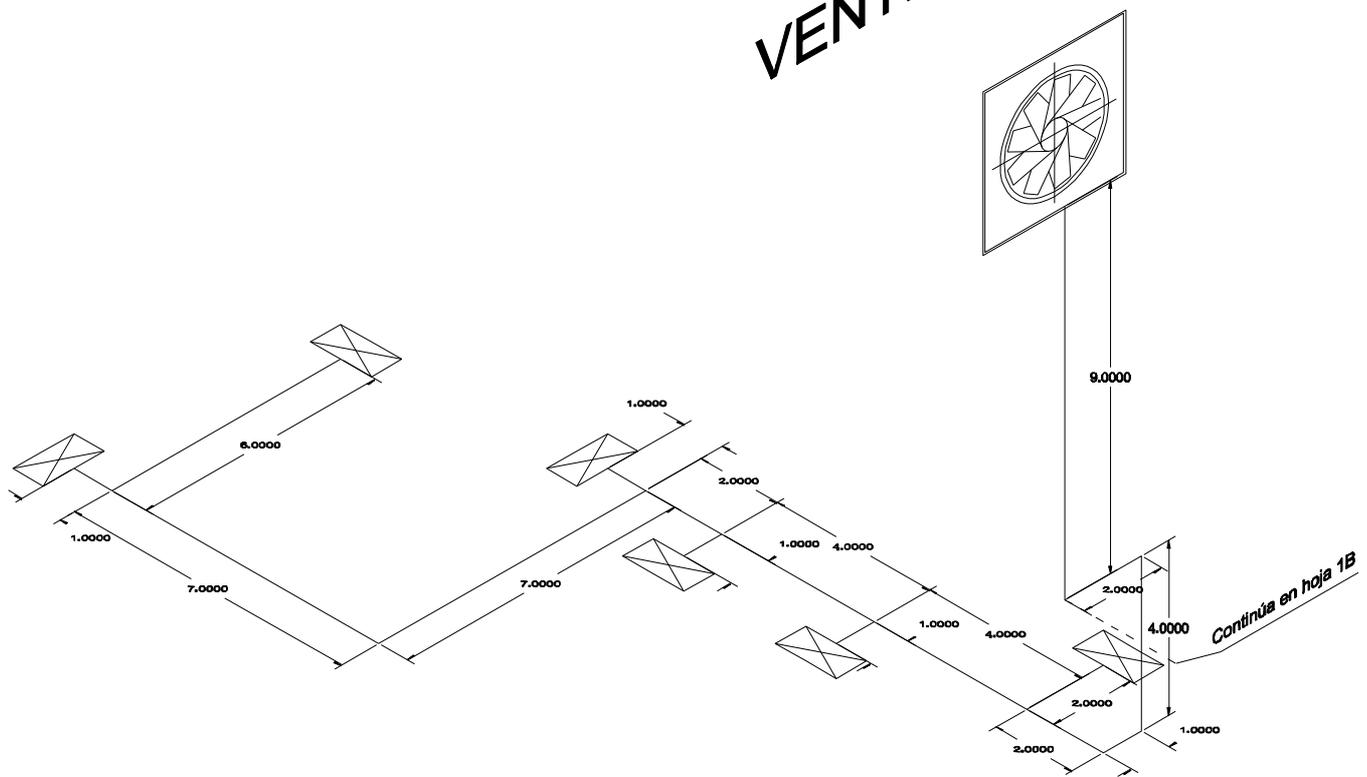
A.3 Fire dampers

Fire dampers and weather-tight closing appliances should be installed in the ventilation coamings in accordance with the SOLAS chapter II-2 and the International Load Line Convention, 1966.

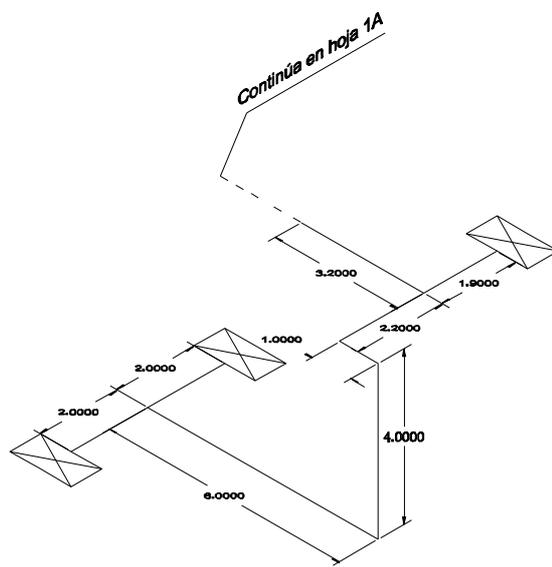
ANEXO III:

**DISPOSICIÓN ISOMÉTRICA DE LAS LÍNEAS DE
VENTILACIÓN.**

VENTILADOR N.1

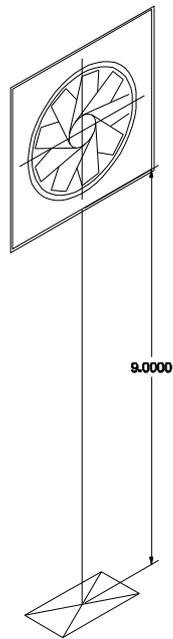


E.U.I.T. NAVAL. PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE		
TITULO DISPOSICION ISOMETRICA DE LAS LINEAS DE VENTILACION		
A 4	ALICIA TORO GARCIA	REVISION 00
ESCALA	N. A.	HOJA 1A



E.U.I.T. NAVAL. PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE		
TITULO DISPOSICION ISOMETRICA DE LAS LINEAS DE VENTILACION		
A 4	ALICIA TORO GARCIA	REVISION 00
ESCALA	N. A.	HOJA 1B

VENTILADOR N.2



E.U.I.T. NAVAL.
PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE

TITULO

DISPOSICION ISOMETRICA
DE LAS LINEAS DE VENTILACION

A 4

ALICIA TORO GARCIA

REVISION

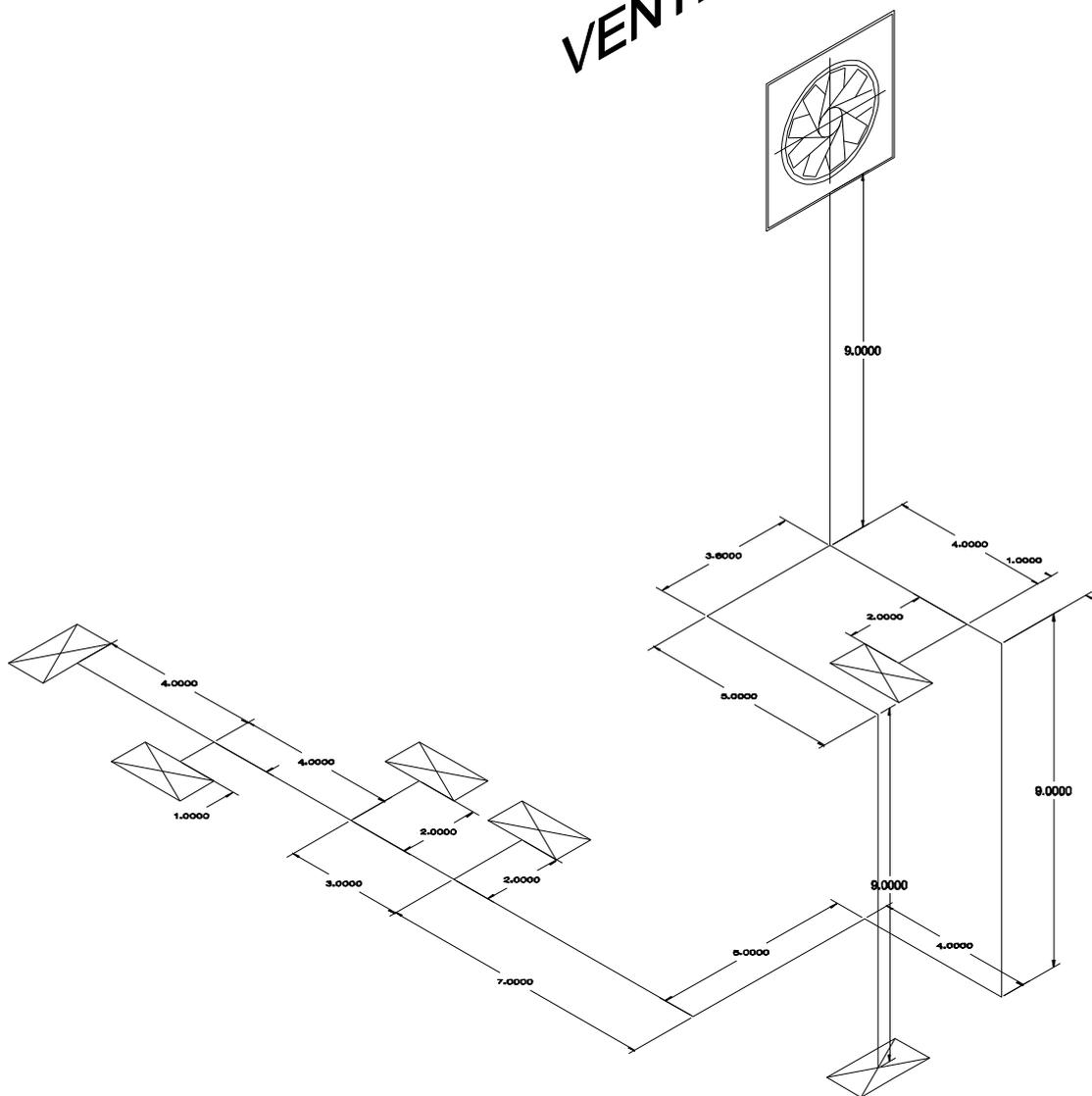
00

ESCALA N. A.

HOJA

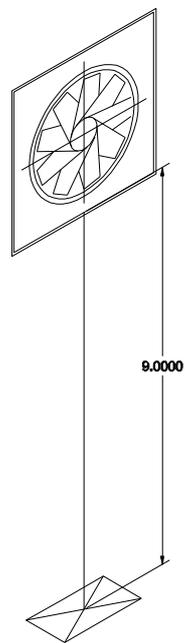
2A

VENTILADOR N.3



E.U.I.T. NAVAL. PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE		
TITULO DISPOSICION ISOMETRICA DE LAS LINEAS DE VENTILACION		
A 4	ALICIA TORO GARCIA	REVISION 00
ESCALA	N. A.	HOJA 3A

VENTILADOR N.5



E.U.I.T. NAVAL.
PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE

TITULO

DISPOSICION ISOMETRICA
DE LAS LINEAS DE VENTILACION

A 4

ALICIA TORO GARCIA

REVISION

00

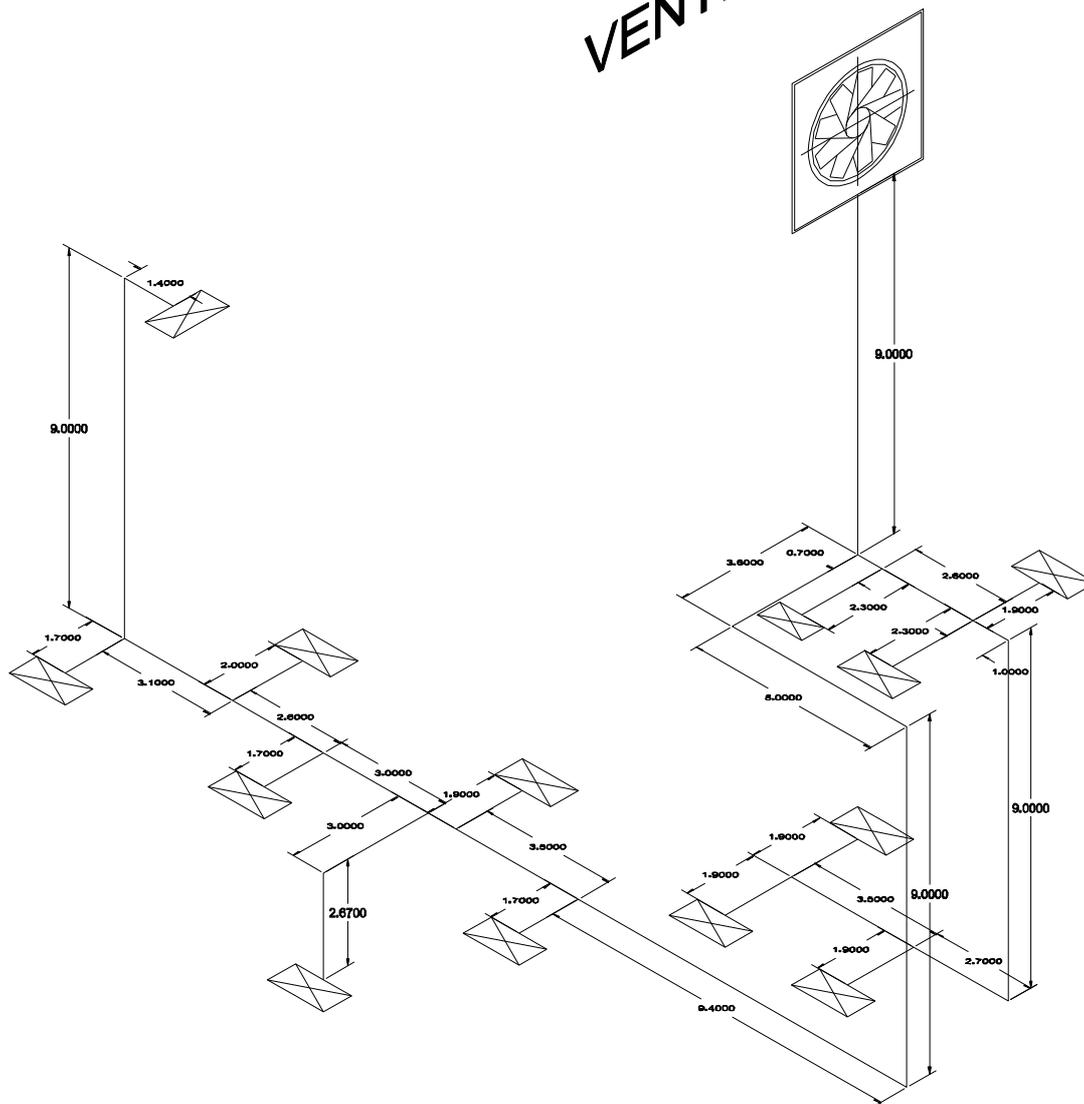
ESCALA

N.A.

HOJA

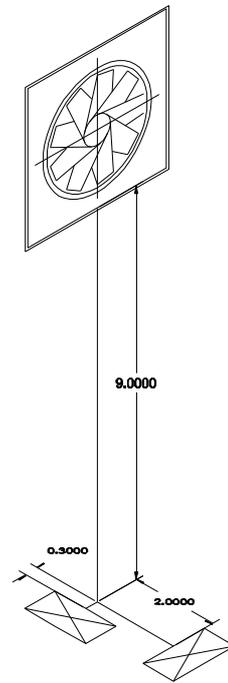
5A

VENTILADOR N.6



E.U.I.T. NAVAL. PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE		
TITULO DISPOSICION ISOMETRICA DE LAS LINEAS DE VENTILACION		
A 4	ALICIA TORO GARCIA	REVISION 00
ESCALA N. A.	HOJA 6A	

VENTILADOR N.7



E.U.I.T. NAVAL.
PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE

TITULO

DISPOSICION ISOMETRICA
DE LAS LINEAS DE VENTILACION

A4

ALICIA TORO GARCIA

REVISION

00

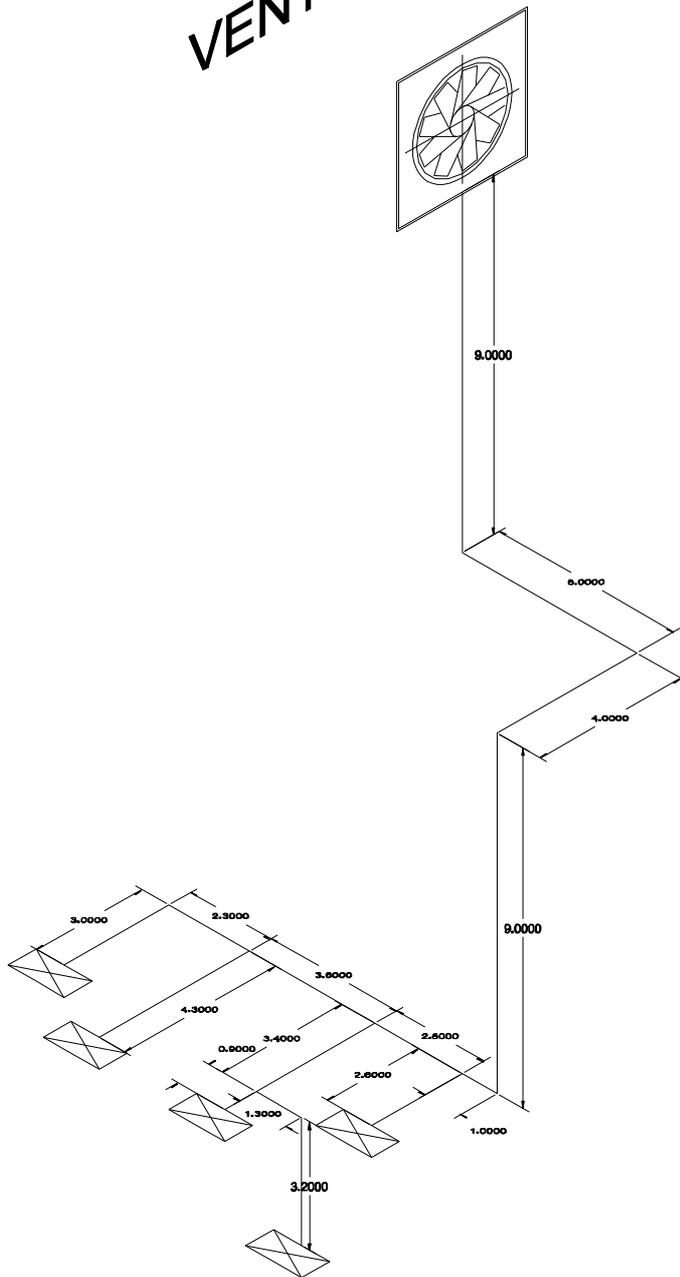
ESCALA

N. A.

HOJA

7A

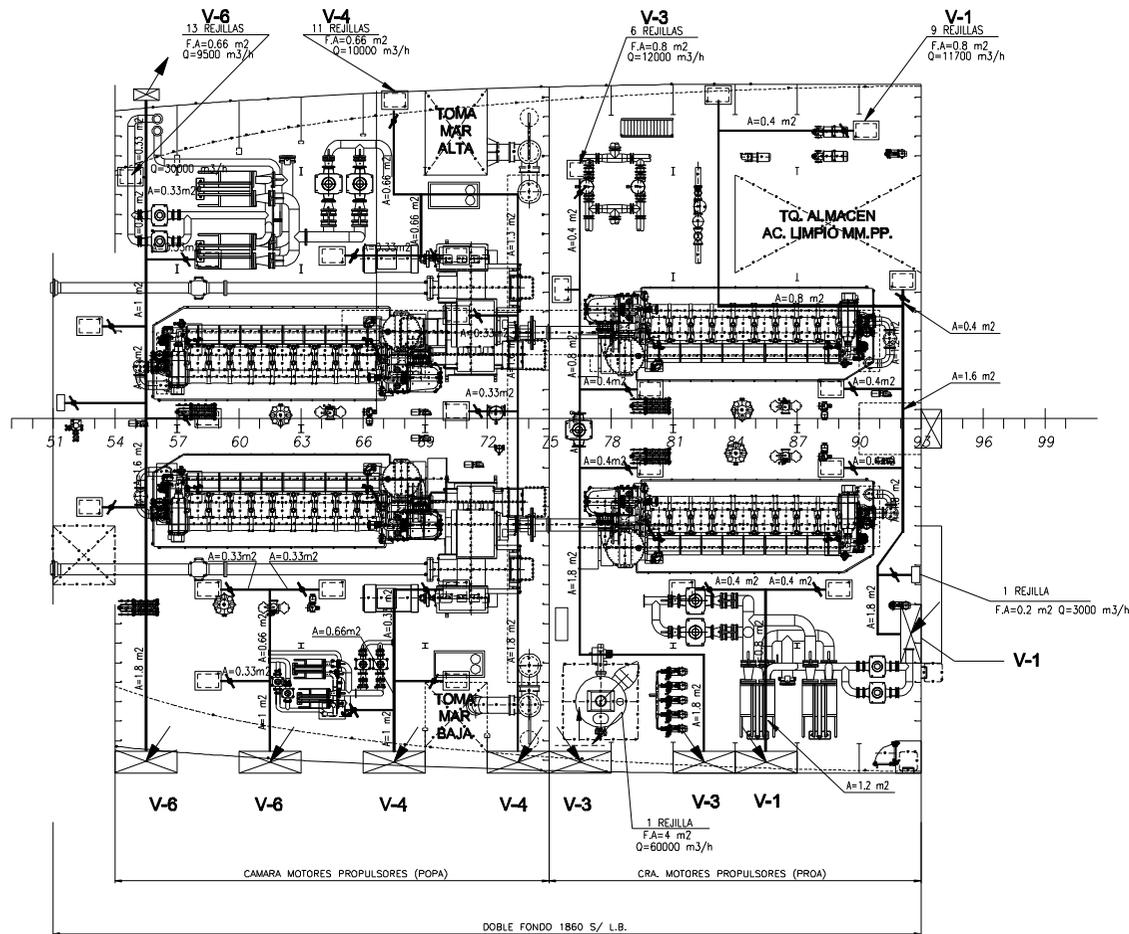
VENTILADOR N.8



E.U.I.T. NAVAL. PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE		
TITULO DISPOSICION ISOMETRICA DE LAS LINEAS DE VENTILACION		
A 4	ALICIA TORO GARCIA	REVISION 00
ESCALA	N. A.	HOJA 8A

ANEXO IV:

DISPOSICIÓN UNIFILAR DE VENTILACIÓN.



CUBIERTA 1

1.860 / 2.960 S/L.B.

E.U.I.T. NAVAL.
PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE

TITULO

DISPOSICION UNIFILAR DE VENTILACION

A4

ALICIA TORO GARCIA

REVISION

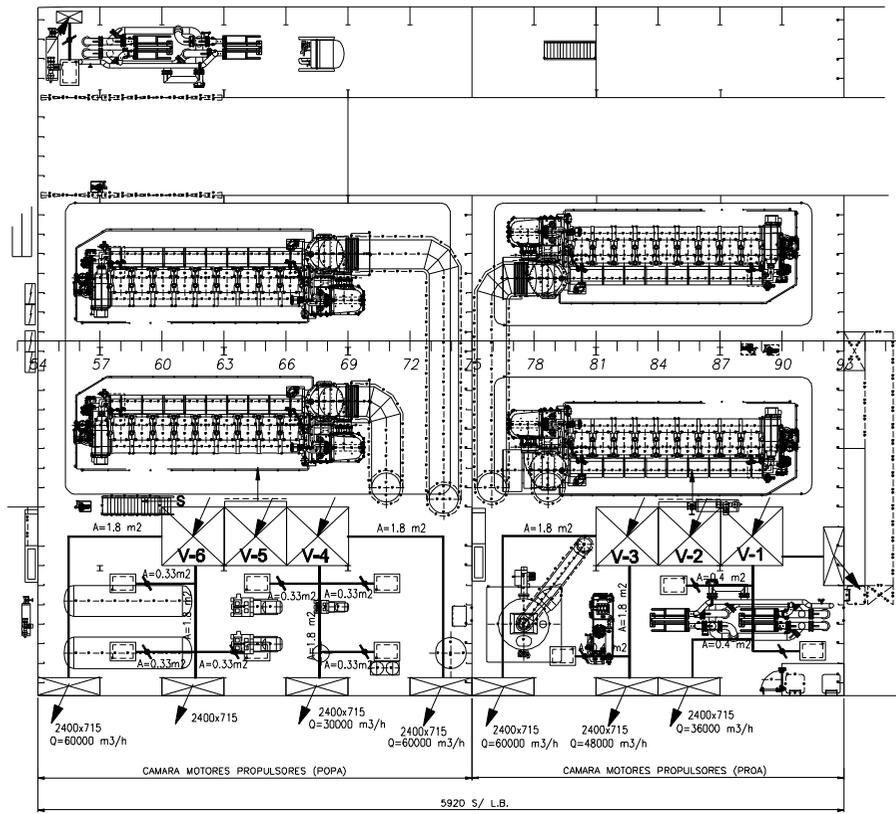
00

ESCALA

—

HOJA

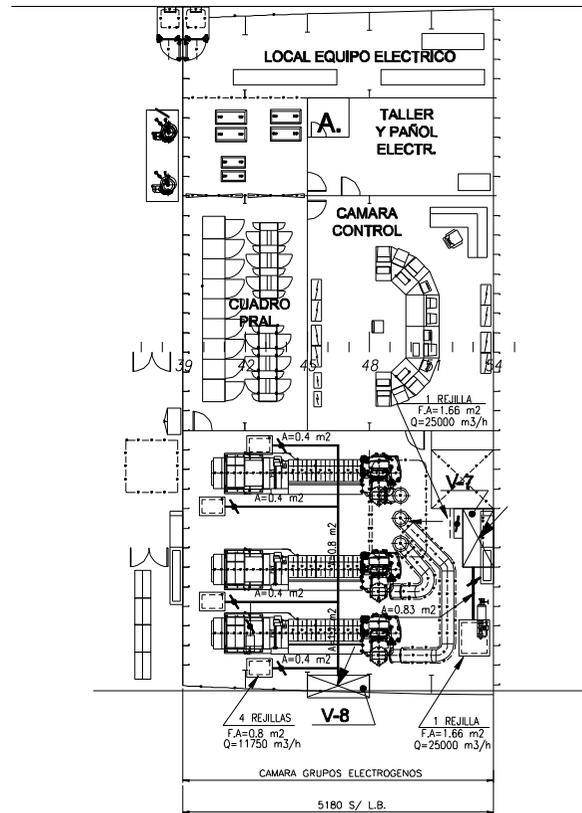
1 DE 6



CUBIERTA 2

5.180 / 5.920 S/ L.B.

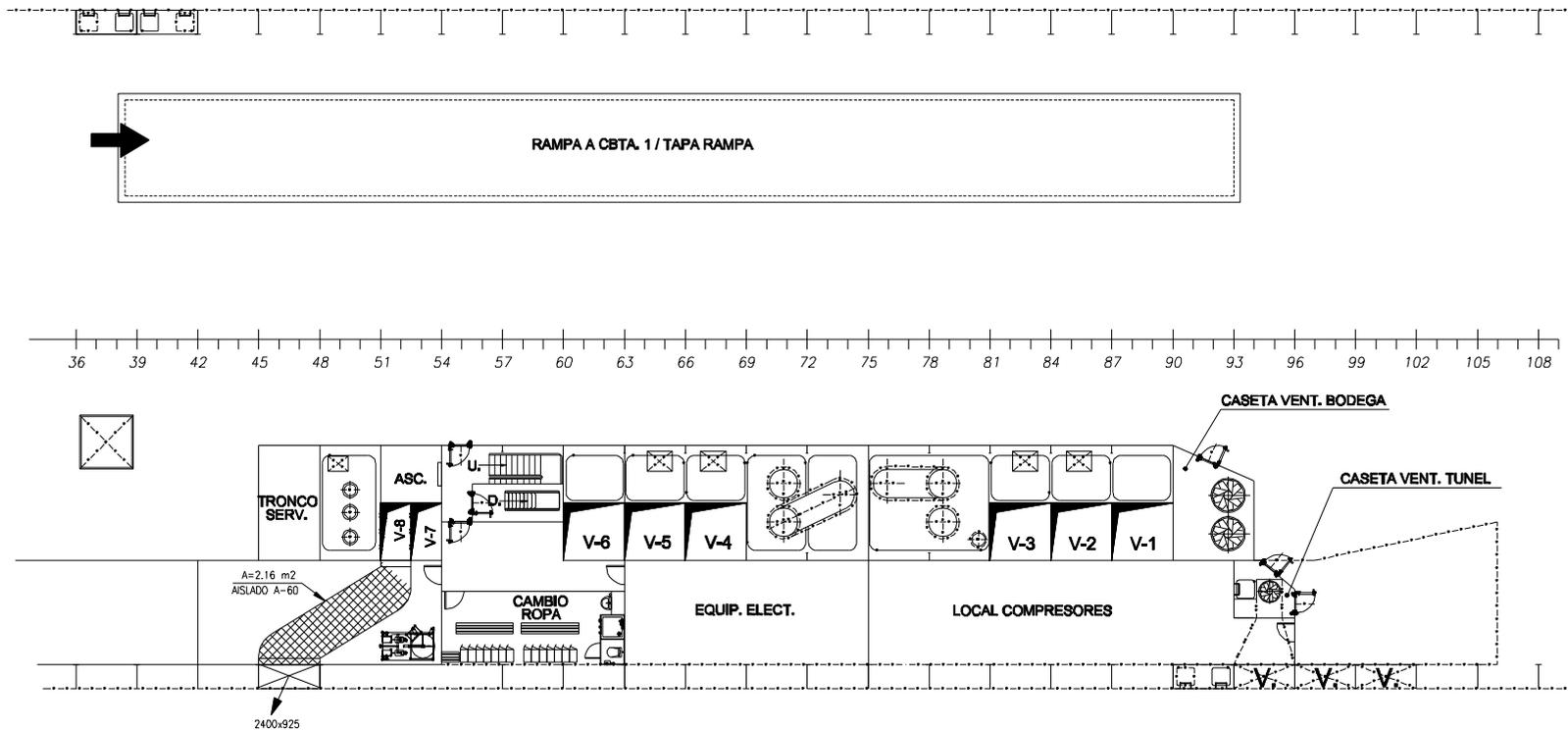
E.U.I.T. NAVAL. PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE		
TITULO DISPOSICION UNIFILAR DE VENTILACION		
A4	ALICIA TORO GARCIA	REVISION 00
ESCALA	—	HOJA 2 DE 6



CUBIERTA 2

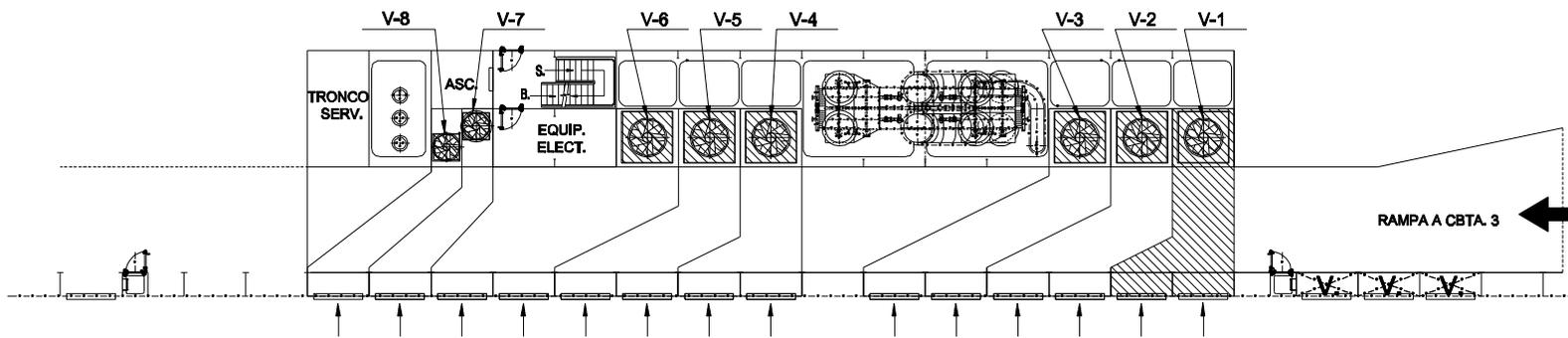
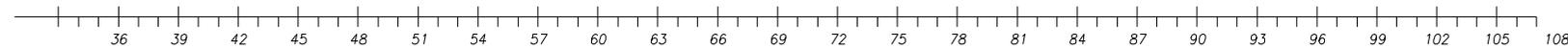
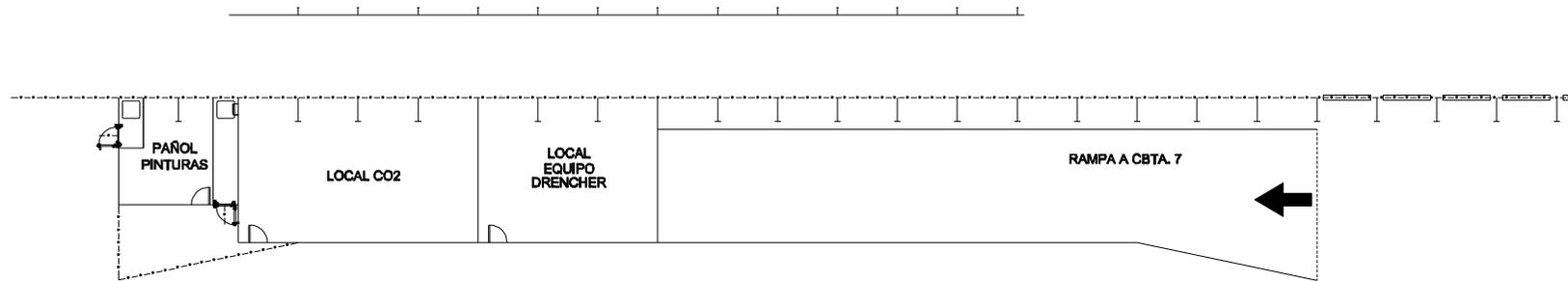
5.180 / 5.920 S/ L.B.

E.U.I.T. NAVAL. PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE		
TITULO DISPOSICION UNIFILAR DE VENTILACION		
A4	ALICIA TORO GARCIA	REVISION 00
ESCALA	—	HOJA 3 DE 6



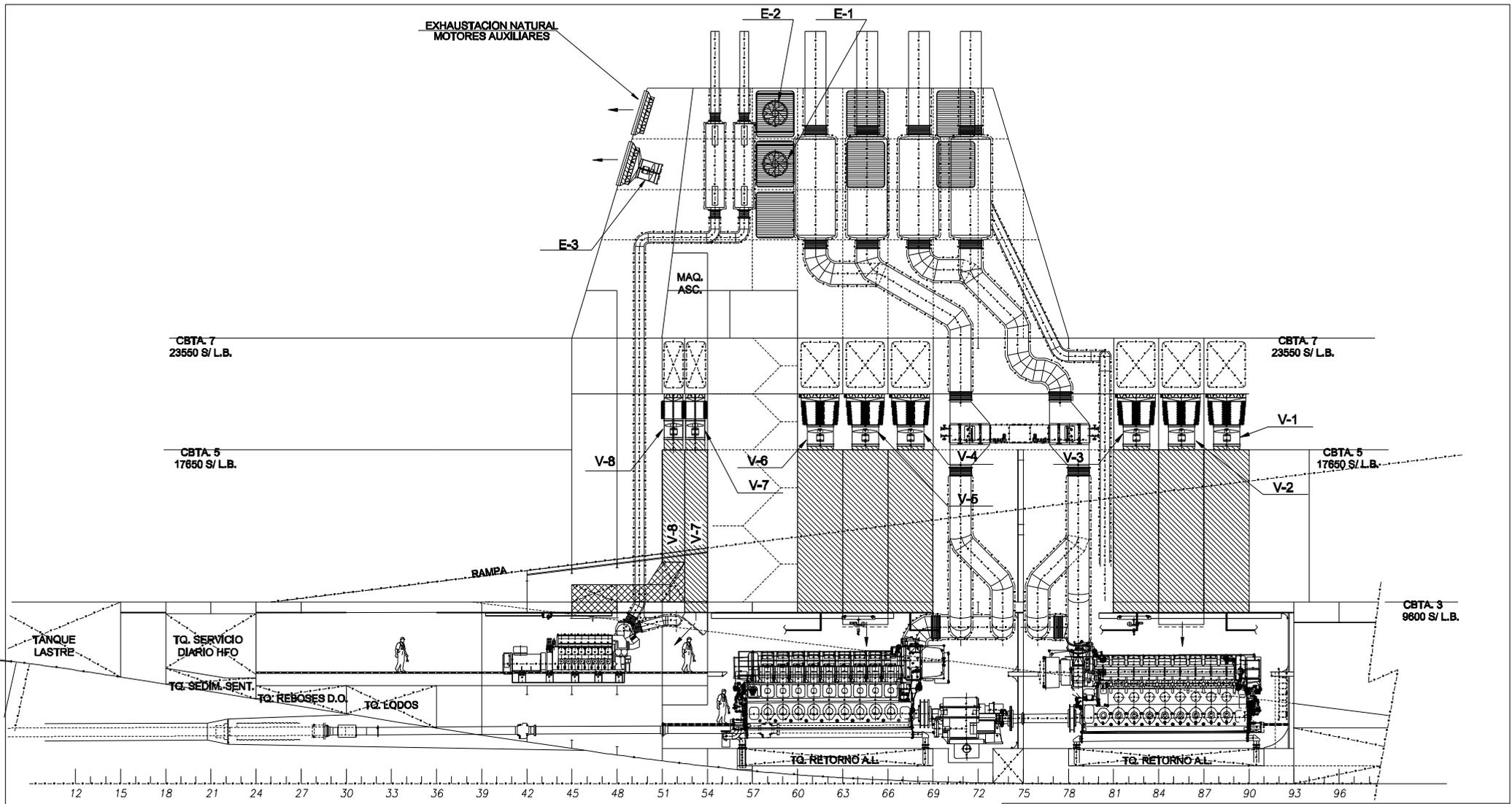
CUBIERTA 3
9.600 mm S/ L.B.

E.U.I.T. NAVAL.		
PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE		
TITULO		
DISPOSICION UNIFILAR DE VENTILACION		
A4	ALICIA TORO GARCIA	REVISION 00
ESCALA	-	HOJA 4 DE 6



CUBIERTA 5
17.650 mm S/ L.B.

E.U.I.T. NAVAL. PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE		
TITULO DISPOSICION UNIFILAR DE VENTILACION		
A4	ALICIA TORO GARCIA	REVISION 00
ESCALA	-	HOJA 5 DE 6



SECCION CONVENCIONAL A 8250 L.C

E.U.I.T. NAVAL.
PROPULSION Y SERVICIOS DEL BUQUE

TITULO		
DISPOSICION UNIFILAR DE VENTILACION		
A4	ALICIA TORO GARCIA	REVISION 00
ESCALA -	HOJA 6 DE 6	

ANEXO V:

INFORMACIÓN DE LOS FABRICANTES.

Date: 20.07.2005

DATA SHEET FOR AXIAL FAN

WITT&SOHN

IGM Ventilatoren

Postfach 2262 D-25412 Pinneberg, Tel.: +49 (41 01) 70 07-0 Fax: +49 (41 01) 70 07-30

CUSTOMER: ITEK AS PB 78 Strandgt. 7 NO 4791 Lillesand	ORDER: from 06.06.2005 110051	Item: 22	ORDER NO.: 42020A5
	PROJECT: L01081	Units: 1	Handled by: Vietheer/Sch +49 (41 01) 70 07 42/ 64
YOUR REF.: Mr. Ivar Thygesen	Y/DESC.: FA-VEN 2013		20.07.2005 10:45:00 / SCH64

Type : A-M8L5/V0.05/1250/G/6**TECHNICAL DATA**

Volume flow rate	V m ³ /h	82.750	40.957
Static pressure at $\beta = 1,2$	kg/m ³ Δp_{st} Pa	606	148
Total pressure at $\beta = 1,2$	kg/m ³ Δp_t Pa	817	200
Static pressure at $\beta =$	kg/m ³ Δp_{st} Pa		
Total pressure at $\beta =$	kg/m ³ Δp_t Pa		
Speed	n 1/min	1.176	576
Impeller power at $\beta = 1,2$	kg/m ³ P_W kW	22,41	2,72
Impeller power at $\beta =$	kg/m ³ P_W kW		
Sound pressure, free field	L_p dB(A)	58-1m	
for installation type D (ISO) calculated acc. to VDI 2081			
Sound power level	L_W dB(A)	106	
Fan weight (without motor) approx.	kg	503	
Operating temperature	t °C	20	20
maximum permissible temperature	t_{max} °C		
Flow medium	<input type="checkbox"/> air <input type="checkbox"/> dust free <input type="checkbox"/>		
Ex-protection	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> for speed control : block resonance frequencies			

INSTALLATION TYPE according to ISO 13349

- A -Free inlet, free outlet
 B -Free inlet, ducted outlet
 C -Ducted inlet, free outlet
 D -Ducted inlet and outlet

Exhaust position according to ISO 13349 **BD****MOTOR**

Make	VEM
Type/Size	K11R 250 M6-12 EEx e / 250
Rated voltage U/Frequency f	V/Hz 3x440 / 60
Rated speed n approx.	1/min 1176/576
Rated power P	kW 29,7/6,6
Design/protection class	V3 / IP55
Motor-flange hole circle	M= 400 mm
Motor weight approx.	kg 600
Classification	LRS, 45°C
Insulation class/utilised	F/B
Rated current I/ Starting current I approx. A	55/20 / 6,5/4,5-times
Ex-protection	EEx e II T1-T3
Multi speed	Dahlander
Direct-Connection	
Thermistor protection 3-times	
Space heater	
<input checked="" type="checkbox"/> no term.box,cable on top /location B side	
<input checked="" type="checkbox"/> 1 additional loose rating plate	

M =400**cable 2 mtr.****OTHER REQUIREMENTS****Documentation**

Legal basis : Tolerance according to DIN 24166 cl. 2.0
 General Sales Conditions of the German Electrical Industry, Jan. 02
 (Translation Federal Cartel Office , Jan.1990). Payment terms conditional
 on positive credit rating w. Atradius Kredit AG. German law applies.

AXIAL FAN

Casing thickness 6 mm

- Long casing
 With 1 door/Imp. + motor, swing out type
 Indoor installation
 Reversible
 Guide vane
 Adjustable pitch impeller (standstill)
 Motor mounting removable
 Inspection opening
 Cable glands

MAIN MATERIALS

Impeller, main mat. Seewater resistant aluminium (M-S)
 Motor support S235JRG2=RSt37-2 - Hot dip galvanized
 Casing S235JRG2=RSt37-2 - Hot dip galvanized

SURFACE TREATMENT

Impeller no paint
 Motor support no paint
 Casing outside no paint
 Casing inside no paint

- Motor
 Inlet cone for free inlet
 Mounting feet for hor./vert. mounting
 1 x External terminal box
 Protection grill inlet
 Protection grill outlet
 1 x Anti-spark Ex-e + lining (brass)

SEPARATE PARTS

- Vibration attenuators
 Counter flange inlet
 Counter flange outlet
 Flex.connect. inlet
 Guide duct inlet
 Flex.connect. outlet
 Guide duct outlet

Warranty

12 months after delivery, wear and tear parts 6 months

AXIAN SOLID

Ventilador helicoidal mural
 For wall mounting
 Pour un montage mural
 Axialventilatoren mit Befestigungsring, Aluminiumflügel



Robusta construcción, motores montados sobre bancada solidaria al marco. Amplio surtido de unidades, gracias a las exclusivas hélices multi-caudal M.N.S. (Multiflow Novovent System) que facilitan su selección según consumo, nivel sonoro, caudal, tamaño, etc. Las hélices, de ángulo variable, se montan con 3, 4, 6, 8, 9 ó 12 álabes.

Aplicaciones: Industria en general, parkings, secaderos, centrales de cogeneración.

Of a robust construction, motors installed onto a mounting which is adequate for the frame. All of them are fitted with impellers with a variable pitch angle. With 3, 4, 6, 8, 9 or 12 blades.

Applications: General industry, parkings, dryers, co-generation plants.

Construction robuste avec cadre circulaire solidaire du socle du moteur, large choix de modèles grâce aux innovantes hélices multi débits, M.N.S. (Multiflow Novovent System), qui facilite la sélection selon la consommation, le niveau sonore, le débit, la taille, etc... Ces hélices à inclination variable se montent avec 3, 4, 5, 6, 8 et 12 pâles.

Application: Industries en général, parkings, sécheurs, centrales de cogénération.

Einsetzbar als Wand- oder Rohrventilator. Acht verschiedene Baugrößen mit unterschiedlicher Anzahl der Flügel und unterschiedlichen Anstellwinkel der Flügelblätter gestatten immer die beste Ventilatorauswahl, optimiert auf Lautstärke, Motor- oder Luftleistung. Gehäuse, verzinkt mit stabiler Motorhalterung. Hochleistungsflügel aus widerstandsfähigem Aluminiumguss, dynamisch gewuchtet.

Anwendungen: Industriehallen, Werkstätten, Kühler, Trockner, Kondensatoren usw.

CARACTERÍSTICAS / CHARACTERISTICS / CARACTERISTIQUES / EIGENSCHAFTEN

- Marco circular construido en chapa de acero acabado en pintura epoxi.
 - Hélices de aluminio de perfil grueso de inclinación variable según el exclusivo M.N.S.
 - Motores con aislamiento clase F, protección IP 65 hasta 750 W potencias superiores IP 55. Monofásicos hasta 750 W con protector térmico (Klixon).
 - Temperatura de trabajo: De -30°C hasta 70°C.
 - Sentido del aire: Motor hélice.
- OPCIONES:
- Previa consulta pueden servirse para tensiones, frecuencias, regímenes de vueltas distintas y/o motores de doble velocidad.
 - Sentido del aire: Hélice motor.
 - Bajo demanda en inox.
- Round frame made from epoxy painted metal sheet.
 - Aluminium impeller with ajustable pitch angle with the exclusive M.N.S. system.
 - Motor class F, up to 750 W protection IP 65 more than 750 W IP 55. Single phase up to 750 W with Klixon.
 - Working temperature: -30°C to 70°C.
 - Airflow: motor - impeller.
- OPTIONS:
- Different tensions, speed and frequencies, 2 speed motors.
 - Airflow: impeller - motor.
 - Made in stainless steel.
- Cadre circulaire construit en tôle d'acier, finition peinture époxy.
 - Hélices en aluminium à gros profil, d'inclinaison variable selon le modèle exclusif M.N.S.
 - Moteurs avec isolation classe F, protection IP 65 jusque 750 W. Puissances supérieures IP 55. Monofasé jusque 750 W. Protecteur thermique (Klixon).
 - Température de travail: De -30°C à 70°C.
 - Sens de l'air: moteur / hélice.
- OPTIONS:
- Plusieurs fréquences, régimes de rotation et tensions disponibles. Moteurs 2 vitesses.
 - Sens de l'air: hélice / moteur.
 - Peut être livré avec cadre en inox.
- Rundes Gehäuse aus Epoxy beschichtetem Stahlblech.
 - Profiliertes Aluminiumlaufrad mit einstellbarem Flügelwinkel nach dem exklusiven M.N.S. System.
 - Motor Feuchtraumausführung, bis 750 W Schutzart IP 65, darüber IP 55. Einfasige Motoren bis 750 W mit Klixon.
 - Dauerbetrieb: -30°C bis 70°C.
 - Luftstrom: Motor - Laufrad.
- AUF ANFRAGE:
- Sonderspannungen oder -frequenzen, andere Umdrehungen oder 2-stufige Motoren.
 - Luftstrom: Laufrad - Motor.
 - Auf Anfrage in Edelstahl.

400V 50Hz (III~) 1.400 r.p.m. (n: min-1) Ø 450 - 560 mm

		Ø mm	m³/h	Amp.	kW	dB (A)	ACCESORIOS / ACCESSORIES / ACCESSOIRES / ZUBEHÖR	
							R	RA
AXIAN SOLID 4-450T 24-8	ACS445T248	450	4.000	0,80	0,18	60	•	•
AXIAN SOLID 4-450T 34-8	ACS445T348	450	6.400	1,10	0,25	61	•	•
AXIAN SOLID 4-450T 40-8	ACS445T408	450	7.300	1,30	0,37	62	•	•
AXIAN SOLID 4-450T 45-8	ACS445T458	450	8.100	1,60	0,55	63	•	•
AXIAN SOLID 4-500T 24-8	ACS450T248	500	5.600	1,10	0,25	62	•	•
AXIAN SOLID 4-500T 30-8	ACS450T308	500	7.800	1,30	0,37	63	•	•
AXIAN SOLID 4-500T 34-8	ACS450T348	500	9.150	1,60	0,55	65	•	•
AXIAN SOLID 4-500T 45-8	ACS450T458	500	11.900	2,20	0,75	67	•	•
AXIAN SOLID 4-560T 30-6	ACS456T306	560	13.000	2,20	0,75	70	•	•
AXIAN SOLID 4-560T 40-6	ACS456T406	560	14.000	2,90	1,10	71	•	•
AXIAN SOLID 4-560T 45-6	ACS456T456	560	17.000	3,65	1,50	72	•	•

ACCESORIOS / ACCESSORIES / ACCESSOIRES / ZUBEHÖR



R (pg. 501)



RA (pg. 517)

CARACTERÍSTICAS / CHARACTERISTICS / CARACTERISTIQUES / EIGENSCHAFTEN

400V 50Hz (III~) 1.400 r.p.m. (n: min-1) Ø 630 - 900 mm

		Ø mm	m³/h	Amp.	kW	dB (A)	ACCESORIOS / ACCESSORIES / ACCESSOIRES / ZUBEHÖR	
							R	RA
AXIAN SOLID 4-630T 24-3	ACS463T243	630	13.500	1,60	0,55	73	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 30-3	ACS463T303	630	16.000	2,20	0,75	74	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 40-3	ACS463T403	630	19.500	2,90	1,10	75	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 45-3	ACS463T453	630	21.000	3,65	1,50	76	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 24-4	ACS463T244	630	14.000	2,20	0,75	74	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 34-4	ACS463T344	630	19.000	2,90	1,10	75	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 40-4	ACS463T404	630	21.000	3,65	1,50	76	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 45-4	ACS463T454	630	23.000	5,05	2,20	77	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 24-6	ACS463T246	630	14.500	2,20	0,75	75	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 30-6	ACS463T306	450	17.000	2,90	1,10	76	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 34-6	ACS463T346	630	19.500	3,65	1,50	77	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 40-6	ACS463T406	630	22.000	5,05	2,20	78	•	•
AXIAN SOLID 4-630T 45-6	ACS463T456	630	24.500	6,60	3,00	79	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 24-3	ACS471T243	710	20.000	2,20	0,75	77	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 30-3	ACS471T303	710	22.500	2,90	1,10	78	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 34-3	ACS471T343	710	25.000	3,65	1,50	79	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 45-3	ACS471T453	710	30.000	5,05	2,20	80	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 24-4	ACS471T244	710	21.000	2,90	1,10	78	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 30-4	ACS471T304	710	24.000	3,65	1,50	79	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 34-4	ACS471T344	710	27.000	5,05	2,20	80	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 45-4	ACS471T454	710	32.500	6,60	3,00	81	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 24-6	ACS471T246	710	20.000	5,05	2,20	79	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 30-6	ACS471T306	710	24.500	5,05	2,20	80	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 40-6	ACS471T406	710	32.000	9,40	4,00	81	•	•
AXIAN SOLID 4-710T 45-6	ACS471T456	710	35.000	12,14	5,50	82	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 24-3	ACS480T243	800	21.500	5,05	2,20	81	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 30-3	ACS480T303	800	24.000	5,05	2,20	82	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 34-3	ACS480T343	800	28.000	6,60	3,00	83	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 40-3	ACS480T403	800	31.000	9,40	4,00	84	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 45-3	ACS480T453	800	34.500	12,14	5,50	85	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 24-4	ACS480T244	800	22.500	5,05	2,20	82	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 30-4	ACS480T304	800	26.000	6,60	3,00	83	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 34-4	ACS480T344	800	30.000	9,40	4,00	84	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 40-4	ACS480T404	800	34.000	12,14	5,50	85	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 45-4	ACS480T454	800	38.000	12,14	5,50	86	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 24-6	ACS480T246	800	23.500	9,40	4,00	83	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 30-6	ACS480T306	800	27.000	9,40	4,00	84	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 34-6	ACS480T346	800	32.000	12,14	5,50	85	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 40-6	ACS480T406	800	37.000	16,90	7,50	86	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 45-6	ACS480T456	800	42.000	16,90	7,50	87	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 24-9	ACS480T249	800	21.000	6,60	3,00	82	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 30-9	ACS480T309	800	26.000	9,40	4,00	84	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 34-9	ACS480T349	800	30.000	12,14	5,50	85	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 40-9	ACS480T409	800	37.100	16,90	7,50	86	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 45-9	ACS480T459	800	42.300	16,90	7,50	87	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 24-12	ACS480T241	800	18.572	9,40	4,00	80	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 30-12	ACS480T301	800	25.072	12,14	5,50	83	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 34-12	ACS480T341	800	30.600	12,14	5,50	85	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 40-12	ACS480T401	800	37.144	16,90	7,50	86	•	•
AXIAN SOLID 4-800T 45-12	ACS480T451	800	42.716	16,90	7,50	87	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 24-3	ACS490T243	900	31.700	5,05	2,20	84	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 30-3	ACS490T303	900	39.000	9,40	4,00	85	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 34-3	ACS490T343	900	44.300	12,14	5,50	86	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 40-3	ACS490T403	900	51.560	16,90	7,50	87	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 45-3	ACS490T453	900	56.800	16,90	7,50	88	•	•

CARACTERÍSTICAS / CHARACTERISTICS / CARACTERISTIQUES / EIGENSCHAFTEN

400V 50Hz (III~) 1.400 r.p.m. (n: min-1) Ø 900 - 1.000 mm

		Ø mm	m³/h	Amp.	kW	dB (A)	ACCESORIOS / ACCESSORIES / ACCESSOIRES / ZUBEHÖR	
							R	RA
AXIAN SOLID 4-900T 24-4	ACS490T244	900	32.500	9,40	4,00	85	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 30-4	ACS490T304	900	40.700	12,14	5,50	87	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 40-4	ACS490T404	900	54.900	16,90	7,50	91	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 45-4	ACS490T454	900	61.200	22,60	11,00	93	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 24-6	ACS490T246	900	33.100	9,40	4,00	86	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 30-6	ACS490T306	900	41.600	12,14	5,50	88	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 34-6	ACS490T346	900	48.000	16,90	7,50	90	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 40-6	ACS490T406	900	58.700	22,60	11,00	92	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 45-6	ACS490T456	900	66.300	31,00	15,00	94	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 24-9	ACS490T249	900	34.200	16,90	7,50	86	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 30-9	ACS490T309	900	38.600	16,90	7,50	87	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 34-9	ACS490T349	900	41.400	22,60	11,00	88	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 40-9	ACS490T409	900	61.800	31,00	15,00	91	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 45-9	ACS490T459	900	63.500	31,00	15,00	92	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 24-12	ACS490T241	900	26.400	16,90	7,50	84	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 30-12	ACS490T301	900	35.698	22,60	11,00	87	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 40-12	ACS490T401	900	52.800	31,00	15,00	91	•	•
AXIAN SOLID 4-900T 45-12	ACS490T451	900	60.820	37,00	18,50	92	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 24-3	ACS410T243	1.000	46.000	6,60	3,00	92	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 30-3	ACS410T303	1.000	53.500	9,40	4,00	93	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 34-3	ACS410T343	1.000	61.000	12,14	5,50	94	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 45-3	ACS410T453	1.000	78.000	22,60	11,00	95	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 24-4	ACS410T244	1.000	46.500	9,40	4,00	92	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 30-4	ACS410T304	1.000	55.800	12,14	5,50	93	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 34-4	ACS410T344	1.000	65.300	16,90	7,50	94	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 40-4	ACS410T404	1.000	75.300	22,60	11,00	95	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 45-4	ACS410T454	1.000	83.900	31,00	15,00	96	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 24-6	ACS410T246	1.000	47.000	12,14	5,50	92	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 30-6	ACS410T306	1.000	57.100	16,90	7,50	93	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 34-6	ACS410T346	1.000	68.500	22,60	11,00	94	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 40-6	ACS410T406	1.000	80.000	31,00	15,00	95	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 45-6	ACS410T456	1.000	90.900	37,00	18,50	96	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 24-9	ACS410T249	1.000	41.500	16,90	7,50	90	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 34-9	ACS410T349	1.000	72.000	22,60	11,00	92	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 40-9	ACS410T409	1.000	76.200	37,00	18,50	94	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 45-9	ACS410T459	1.000	87.100	43,00	22,00	95	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 24-12	ACS410T241	1.000	36.300	22,60	11,00	88	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 34-12	ACS410T341	1.000	60.000	31,00	15,00	92	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 40-12	ACS410T401	1.000	72.500	43,00	22,00	95	•	•
AXIAN SOLID 4-1000T 45-12	ACS410T451	1.000	83.400	43,00	22,00	96	•	•

ACCESORIOS / ACCESSORIES / ACCESSOIRES / ZUBEHÖR



R (pg. 501)



RA (pg. 517)

CARACTERÍSTICAS / CHARACTERISTICS / CARACTERISTIQUES / EIGENSCHAFTEN

400V 50Hz (III~) 1.400 r.p.m. (n: min-1) Ø 1.250 mm

		Ø mm	m³/h	Amp.	kW	dB (A)	ACCESORIOS / ACCESSORIES / ACCESSOIRES / ZUBEHÖR	
							R	RA
AXIAN SOLID 4-1250T 24-3	ACS412T243	1.250	87.000	22,60	11,00	92	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 30-3	ACS412T303	1.250	105.000	31,00	15,00	93	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 34-3	ACS412T343	1.250	118.600	37,00	18,50	94	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 40-3	ACS412T403	1.250	138.000	58,00	30,00	95	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 45-3	ACS412T453	1.250	152.000	75,00	37,00	96	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 24-4	ACS412T244	1.250	88.000	22,60	11,00	92	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 30-4	ACS412T304	1.250	109.000	37,00	18,50	92	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 34-4	ACS412T344	1.250	127.500	43,00	22,00	93	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 40-4	ACS412T404	1.250	147.000	58,00	30,00	94	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 45-4	ACS412T454	1.250	163.900	85,00	45,00	96	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 24-6	ACS412T246	1.250	90.000	31,00	15,00	93	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 30-6	ACS412T306	1.250	115.600	43,00	22,00	94	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 34-6	ACS412T346	1.250	133.700	58,00	30,00	95	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 40-6	ACS412T406	1.250	157.000	85,00	45,00	96	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 45-6	ACS412T456	1.250	177.500	104,00	55,00	98	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 24-9	ACS412T249	1.250	88.800	37,00	18,50	96	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 34-9	ACS412T349	1.250	131.600	58,00	30,00	97	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 40-9	ACS412T409	1.250	159.000	85,00	45,00	98	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 45-9	ACS412T459	1.250	178.700	134,00	75,00	99	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 24-12	ACS412T241	1.250	88.000	43,00	22,00	95	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 30-12	ACS412T301	1.250	104.000	58,00	30,00	96	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 34-12	ACS412T341	1.250	130.000	75,00	37,00	97	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 40-12	ACS412T401	1.250	160.500	104,00	55,00	98	•	•
AXIAN SOLID 4-1250T 45-12	ACS412T451	1.250	180.200	134,00	75,00	99	•	•

400V 50Hz (III~) 900 r.p.m. (n: min-1) Ø 450 - 710 mm

		Ø mm	m³/h	Amp.	kW	dB (A)	ACCESORIOS / ACCESSORIES / ACCESSOIRES / ZUBEHÖR	
							R	RA
AXIAN SOLID 6-450T 40-8	ACS645T408	450	5.000	0,80	0,09	53	•	•
AXIAN SOLID 6-450T 45-8	ACS645T458	450	6.000	0,85	0,12	54	•	•
AXIAN SOLID 6-500T 34-8	ACS650T348	500	5.800	0,80	0,09	56	•	•
AXIAN SOLID 6-500T 40-8	ACS650T408	500	6.500	0,85	0,12	57	•	•
AXIAN SOLID 6-500T 45-8	ACS650T458	500	7.450	0,85	0,18	58	•	•
AXIAN SOLID 6-560T 30-6	ACS656T306	560	7.500	0,85	0,18	59	•	•
AXIAN SOLID 6-560T 34-6	ACS656T346	560	9.000	1,02	0,25	60	•	•
AXIAN SOLID 6-560T 45-6	ACS656T456	560	11.300	1,41	0,37	61	•	•
AXIAN SOLID 6-630T 30-3	ACS663T303	630	10.100	0,85	0,18	61	•	•
AXIAN SOLID 6-630T 34-3	ACS663T343	630	11.300	1,02	0,25	63	•	•
AXIAN SOLID 6-630T 45-3	ACS663T453	630	13.300	1,41	0,37	64	•	•
AXIAN SOLID 6-630T 24-4	ACS663T244	630	8.800	0,85	0,18	61	•	•
AXIAN SOLID 6-630T 34-4	ACS663T344	630	10.400	1,02	0,25	63	•	•
AXIAN SOLID 6-630T 40-4	ACS663T404	630	13.300	1,41	0,37	64	•	•
AXIAN SOLID 6-630T 45-4	ACS663T454	630	14.400	1,70	0,55	66	•	•
AXIAN SOLID 6-630T 24-6	ACS663T246	630	9.100	1,02	0,25	63	•	•
AXIAN SOLID 6-630T 30-6	ACS663T306	630	10.800	1,41	0,37	64	•	•
AXIAN SOLID 6-630T 40-6	ACS663T406	630	14.000	1,70	0,55	66	•	•
AXIAN SOLID 6-630T 45-6	ACS663T456	630	15.800	2,21	0,75	67	•	•
AXIAN SOLID 6-710T 24-3	ACS671T243	710	12.700	1,02	0,25	62	•	•
AXIAN SOLID 6-710T 30-3	ACS671T303	710	14.500	1,41	0,37	63	•	•
AXIAN SOLID 6-710T 40-3	ACS671T403	710	17.500	1,70	0,55	65	•	•
AXIAN SOLID 6-710T 45-3	ACS671T453	710	19.000	2,21	0,75	66	•	•

CARACTERÍSTICAS / CHARACTERISTICS / CARACTERISTIQUES / EIGENSCHAFTEN

400V 50Hz (III~) 900 r.p.m. (n: min-1) Ø 710 - 900 mm

		Ø mm	m³/h	Amp.	kW	dB (A)	ACCESORIOS / ACCESSORIES / ACCESSOIRES / ZUBEHÖR	
							R	RA
AXIAN SOLID 6-710T 24-4	ACS671T244	710	13.000	1,41	0,37	64	•	•
AXIAN SOLID 6-710T 30-4	ACS671T304	710	17.300	1,70	0,55	66	•	•
AXIAN SOLID 6-710T 40-4	ACS671T404	710	19.000	2,21	0,75	67	•	•
AXIAN SOLID 6-710T 45-4	ACS671T454	710	20.600	2,93	1,10	68	•	•
AXIAN SOLID 6-710T 24-6	ACS671T246	710	13.300	1,41	0,37	65	•	•
AXIAN SOLID 6-710T 30-6	ACS671T306	710	15.750	1,70	0,55	66	•	•
AXIAN SOLID 6-710T 40-6	ACS671T406	710	18.300	2,21	0,75	68	•	•
AXIAN SOLID 6-710T 45-6	ACS671T456	710	22.500	2,93	1,10	68	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 24-3	ACS680T243	800	14.900	1,02	0,25	66	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 30-3	ACS680T303	800	17.600	1,41	0,37	67	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 34-3	ACS680T343	800	20.100	1,70	0,55	68	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 40-3	ACS680T403	800	23.300	2,21	0,75	69	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 45-3	ACS680T453	800	25.600	2,93	1,10	70	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 24-4	ACS680T244	800	15.000	1,41	0,37	67	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 30-4	ACS680T304	800	18.300	1,70	0,55	68	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 34-4	ACS680T344	800	21.500	2,21	0,75	69	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 45-4	ACS680T454	800	27.600	2,93	1,10	71	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 24-6	ACS680T246	800	15.100	1,41	0,37	69	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 30-6	ACS680T306	800	18.800	2,21	0,75	70	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 34-6	ACS680T346	800	26.500	2,93	1,10	71	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 45-6	ACS680T456	800	29.900	3,80	1,50	72	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 24-9	ACS680T249	800	13.700	2,21	0,75	66	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 30-9	ACS680T309	800	17.800	2,93	1,10	70	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 34-9	ACS680T349	800	23.400	3,80	1,50	69	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 40-9	ACS680T409	800	26.000	5,22	2,20	71	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 45-9	ACS680T459	800	29.100	6,90	3,00	72	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 24-12	ACS680T241	800	12.400	2,93	1,10	64	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 34-12	ACS680T341	800	20.400	3,80	1,50	68	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 40-12	ACS680T401	800	24.800	5,22	2,20	70	•	•
AXIAN SOLID 6-800T 45-12	ACS680T451	800	28.500	6,90	3,00	71	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 24-3	ACS690T243	900	21.400	1,70	0,55	69	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 30-3	ACS690T303	900	25.100	2,21	0,75	71	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 34-3	ACS690T343	900	28.600	2,93	1,10	73	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 40-3	ACS690T403	900	33.200	3,80	1,50	75	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 45-3	ACS690T453	900	36.500	5,22	2,20	77	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 24-4	ACS690T244	900	21.500	1,70	0,55	73	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 30-4	ACS690T304	900	30.600	2,93	1,10	75	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 40-4	ACS690T404	900	35.400	3,80	1,50	78	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 45-4	ACS690T454	900	39.300	5,22	2,20	78	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 24-6	ACS690T246	900	21.600	2,21	0,75	75	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 30-6	ACS690T306	900	26.800	2,93	1,10	76	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 34-6	ACS690T346	900	32.000	3,80	1,50	77	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 40-6	ACS690T406	900	37.700	5,22	2,20	78	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 45-6	ACS690T456	900	42.600	6,90	3,00	79	•	•

ACCESORIOS / ACCESSORIES / ACCESSOIRES / ZUBEHÖR



R (pg. 501)



RA (pg. 517)

CARACTERÍSTICAS / CHARACTERISTICS / CARACTERISTIQUES / EIGENSCHAFTEN

400V 50Hz (III~) 900 r.p.m. (n: min-1) Ø 900 - 1.250 mm

		Ø mm	m ³ /h	Amp.	kW	dB (A)	ACCESORIOS / ACCESSORIES / ACCESSOIRES / ZUBEHÖR	
							R	RA
AXIAN SOLID 6-900T 24-9	ACS690T249	900	20.500	3,80	1,50	73	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 34-9	ACS690T349	900	30.500	5,22	2,20	75	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 40-9	ACS690T409	900	36.400	8,70	4,00	76	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 45-9	ACS690T459	900	41.500	11,90	5,50	77	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 30-12	ACS690T301	900	23.800	5,22	2,20	74	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 34-12	ACS690T341	900	29.000	6,90	3,00	75	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 40-12	ACS690T401	900	35.000	8,70	4,00	76	•	•
AXIAN SOLID 6-900T 45-12	ACS690T451	900	40.500	11,90	5,50	77	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 24-3	ACS610T243	1.000	29.200	2,21	0,75	75	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 30-3	ACS610T303	1.000	34.300	2,93	1,10	76	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 34-3	ACS610T343	1.000	39.100	3,80	1,50	77	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 40-3	ACS610T403	1.000	45.500	5,22	2,20	78	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 45-3	ACS610T453	1.000	50.000	6,90	3,00	80	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 24-4	ACS610T244	1.000	29.500	2,93	1,10	75	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 30-4	ACS610T304	1.000	35.700	3,80	1,50	76	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 34-4	ACS610T344	1.000	41.900	5,22	2,20	77	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 40-4	ACS610T404	1.000	48.400	6,90	3,00	78	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 45-4	ACS610T454	1.000	53.000	8,70	4,00	81	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 24-6	ACS610T246	1.000	29.700	2,93	1,10	75	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 30-6	ACS610T306	1.000	36.700	5,22	2,20	76	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 34-6	ACS610T346	1.000	43.900	6,90	3,00	78	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 40-6	ACS610T406	1.000	51.600	8,70	4,00	80	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 45-6	ACS610T456	1.000	57.400	11,90	5,50	82	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 30-9	ACS610T309	1.000	34.600	6,90	3,00	77	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 34-9	ACS610T349	1.000	41.900	8,70	4,00	78	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 40-9	ACS610T409	1.000	49.900	11,90	5,50	79	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 45-9	ACS610T459	1.000	54.500	15,90	7,50	81	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 24-12	ACS610T241	1.000	24.000	6,90	3,00	77	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 30-12	ACS610T301	1.000	32.700	8,70	4,00	78	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 34-12	ACS610T341	1.000	40.000	11,90	5,50	78	•	•
AXIAN SOLID 6-1000T 40-12	ACS610T401	1.000	48.400	15,90	7,50	79	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 24-3	ACS612T243	1.250	44.000	5,22	2,20	81	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 30-3	ACS612T303	1.250	67.300	6,90	3,00	81	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 34-3	ACS612T343	1.250	76.600	11,90	5,50	82	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 40-3	ACS612T403	1.250	89.000	15,90	7,50	82	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 45-3	ACS612T453	1.250	97.800	24,60	11,00	83	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 24-4	ACS612T244	1.250	45.000	6,90	3,00	81	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 30-4	ACS612T304	1.250	70.000	8,70	4,00	82	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 34-4	ACS612T344	1.250	81.900	11,90	5,50	83	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 45-4	ACS612T454	1.250	105.400	24,60	11,00	84	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 24-6	ACS612T246	1.250	46.000	6,90	3,00	83	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 30-6	ACS612T306	1.250	71.700	11,90	5,50	84	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 34-6	ACS612T346	1.250	85.900	15,90	7,50	85	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 40-6	ACS612T406	1.250	101.000	24,60	11,00	86	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 45-6	ACS612T456	1.250	114.200	33,00	15,00	87	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 24-9	ACS612T249	1.250	43.600	15,90	7,50	78	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 34-9	ACS612T349	1.250	87.600	24,60	11,00	87	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 40-9	ACS612T409	1.250	103.000	37,00	18,50	88	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 45-9	ACS612T459	1.250	111.600	42,50	22,00	90	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 30-12	ACS612T301	1.250	63.000	24,60	11,00	82	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 34-12	ACS612T341	1.250	78.000	33,00	15,00	85	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 40-12	ACS612T401	1.250	94.500	37,00	18,50	89	•	•
AXIAN SOLID 6-1250T 45-12	ACS612T451	1.250	109.000	58,00	30,00	90	•	•

CARACTERÍSTICAS / CHARACTERISTICS / CARACTERISTIQUES / EIGENSCHAFTEN

400V 50Hz (III~) 700 r.p.m. (n: min-1) Ø 710 - 900 mm

		Ø mm	m³/h	Amp.	kW	dB (A)	ACCESORIOS / ACCESSORIES / ACCESSOIRES / ZUBEHÖR	
							R	RA
AXIAN SOLID 8-710T 24-3	ACS871T243	710	10.800	1,05	0,18	58	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 30-3	ACS871T303	710	12.100	1,05	0,18	59	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 34-3	ACS871T343	710	13.300	1,18	0,25	60	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 45-3	ACS871T453	710	15.800	1,60	0,37	61	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 24-4	ACS871T244	710	10.900	1,05	0,18	59	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 30-4	ACS871T304	710	12.700	1,18	0,25	60	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 40-4	ACS871T404	710	15.700	1,60	0,37	60	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 45-4	ACS871T454	710	17.200	2,35	0,55	61	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 24-6	ACS871T246	710	11.000	1,18	0,25	63	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 34-6	ACS871T346	710	15.200	1,60	0,37	64	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 40-6	ACS871T406	710	17.100	2,35	0,55	65	•	•
AXIAN SOLID 8-710T 45-6	ACS871T456	710	18.700	2,55	0,75	66	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 24-3	ACS880T243	800	12.500	1,05	0,18	65	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 30-3	ACS880T303	800	14.700	1,18	0,25	66	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 34-3	ACS880T343	800	16.700	1,60	0,37	66	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 45-3	ACS880T453	800	21.400	2,35	0,55	67	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 24-4	ACS880T244	800	12.600	1,05	0,18	68	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 34-4	ACS880T344	800	17.900	1,60	0,37	69	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 40-4	ACS880T404	800	20.700	2,35	0,55	70	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 45-4	ACS880T454	800	23.000	2,55	0,75	70	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 24-6	ACS880T246	800	12.700	1,18	0,25	67	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 30-6	ACS880T306	800	15.700	1,60	0,37	68	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 34-6	ACS880T346	800	18.800	2,35	0,55	69	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 40-6	ACS880T406	800	22.000	2,55	0,75	69	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 45-6	ACS880T456	800	25.000	3,35	1,10	70	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 24-9	ACS880T249	800	10.900	1,60	0,37	64	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 34-9	ACS880T349	800	17.200	2,35	0,55	68	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 40-9	ACS880T409	800	20.200	2,55	0,75	70	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 45-9	ACS880T459	800	23.000	3,35	1,10	71	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 24-12	ACS880T241	800	9.200	1,60	0,37	58	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 30-12	ACS880T301	800	12.500	2,35	0,55	59	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 34-12	ACS880T341	800	15.700	2,55	0,75	65	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 40-12	ACS880T401	800	18.500	3,35	1,10	68	•	•
AXIAN SOLID 8-800T 45-12	ACS880T451	800	21.500	4,50	1,50	70	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 24-3	ACS890T243	900	17.800	1,18	0,25	70	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 30-3	ACS890T303	900	20.900	1,60	0,37	71	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 34-3	ACS890T343	900	23.800	2,35	0,55	72	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 40-3	ACS890T403	900	27.700	2,55	0,75	73	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 45-3	ACS890T453	900	30.400	3,35	1,10	74	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 24-4	ACS890T244	900	18.000	1,60	0,37	71	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 30-4	ACS890T304	900	21.800	2,35	0,55	72	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 34-4	ACS890T344	900	25.500	2,55	0,75	73	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 40-4	ACS890T404	900	29.500	3,35	1,10	74	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 45-4	ACS890T454	900	32.800	4,50	1,50	75	•	•

ACCESORIOS / ACCESSORIES / ACCESSOIRES / ZUBEHÖR



R (pg. 501)



RA (pg. 517)

CARACTERÍSTICAS / CHARACTERISTICS / CARACTERISTIQUES / EIGENSCHAFTEN

400V 50Hz (III~) 700 r.p.m. (n: min-1) Ø 900 - 1.250 mm

		Ø mm	m³/h	Amp.	kW	dB (A)	ACCESORIOS / ACCESSORIES / ACCESSOIRES / ZUBEHÖR	
							R	RA
AXIAN SOLID 8-900T 24-6	ACS890T246	900	18.100	1,60	0,37	71	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 30-6	ACS890T306	900	22.300	2,55	0,75	72	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 34-6	ACS890T346	900	29.700	3,35	1,10	73	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 45-6	ACS890T456	900	35.500	4,50	1,50	75	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 24-9	ACS890T249	900	15.500	2,35	0,55	65	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 30-9	ACS890T309	900	20.000	2,55	0,75	69	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 34-9	ACS890T349	900	24.500	3,35	1,10	70	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 40-9	ACS890T409	900	30.700	4,50	1,50	74	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 45-9	ACS890T459	900	33.000	6,00	2,20	75	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 24-12	ACS890T241	900	13.100	2,55	0,75	60	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 30-12	ACS890T301	900	17.800	3,35	1,10	68	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 34-12	ACS890T341	900	22.300	4,50	1,50	71	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 40-12	ACS890T401	900	26.300	6,00	2,20	73	•	•
AXIAN SOLID 8-900T 45-12	ACS890T451	900	30.500	7,80	3,00	74	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 24-3	ACS810T243	1.000	24.600	2,35	0,55	72	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 30-3	ACS810T303	1.000	28.700	2,55	0,75	74	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 34-3	ACS810T343	1.000	32.600	3,35	1,10	75	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 40-3	ACS810T403	1.000	38.000	4,50	1,50	76	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 45-3	ACS810T453	1.000	41.800	6,00	2,20	77	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 24-4	ACS810T244	1.000	24.700	2,35	0,55	74	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 34-4	ACS810T344	1.000	35.000	3,35	1,10	75	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 40-4	ACS810T404	1.000	38.000	4,50	1,50	76	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 45-4	ACS810T454	1.000	45.000	6,00	2,20	77	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 24-6	ACS810T246	1.000	24.800	2,55	0,75	75	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 30-6	ACS810T306	1.000	30.600	3,35	1,10	76	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 34-6	ACS810T346	1.000	36.600	4,50	1,50	76	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 40-6	ACS810T406	1.000	43.100	6,00	2,20	77	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 45-6	ACS810T456	1.000	48.700	7,80	3,00	78	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 24-9	ACS810T249	1.000	21.400	3,35	1,10	70	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 34-9	ACS810T349	1.000	33.500	4,50	1,50	75	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 40-9	ACS810T409	1.000	39.500	6,00	2,20	76	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 45-9	ACS810T459	1.000	45.300	7,80	3,00	77	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 24-12	ACS810T241	1.000	18.000	4,50	1,50	69	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 34-12	ACS810T341	1.000	30.600	6,00	2,20	74	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 40-12	ACS810T401	1.000	36.000	7,80	3,00	76	•	•
AXIAN SOLID 8-1000T 45-12	ACS810T451	1.000	41.900	10,40	4,00	77	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 24-3	ACS812T243	1.250	47.000	4,50	1,50	71	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 30-3	ACS812T303	1.250	56.000	6,00	2,20	72	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 34-3	ACS812T343	1.250	63.800	7,80	3,00	72	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 40-3	ACS812T403	1.250	74.100	10,40	4,00	73	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 45-3	ACS812T453	1.250	81.500	13,40	5,50	74	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 24-4	ACS812T244	1.250	47.800	4,50	1,50	72	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 30-4	ACS812T304	1.250	58.300	7,80	3,00	73	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 34-4	ACS812T344	1.250	68.200	10,40	4,00	74	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 40-4	ACS812T404	1.250	79.000	13,40	5,50	75	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 45-4	ACS812T454	1.250	87.800	19,00	7,50	75	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 24-6	ACS812T246	1.250	48.600	6,00	2,20	72	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 30-6	ACS812T306	1.250	59.600	10,40	4,00	74	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 34-6	ACS812T346	1.250	71.600	13,40	5,50	75	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 40-6	ACS812T406	1.250	84.100	19,00	7,50	76	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 45-6	ACS812T456	1.250	95.200	26,00	11,00	78	•	•

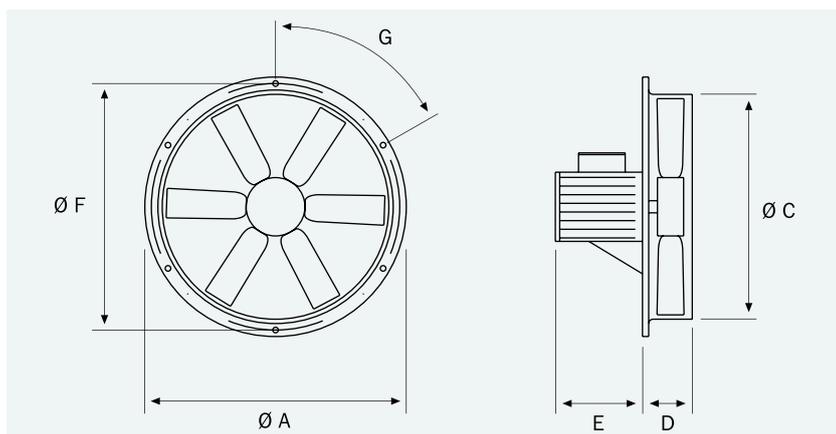
CARACTERÍSTICAS / CHARACTERISTICS / CARACTERISTIQUES / EIGENSCHAFTEN

400V 50Hz (III~) 700 r.p.m. (n: min-1) Ø 1.250 mm

		Ø mm	m³/h	Amp.	kW	dB (A)	ACCESORIOS / ACCESSORIES / ACCESSOIRES / ZUBEHÖR	
							R	RA
AXIAN SOLID 8-1250T 24-9	ACS812T249	1.250	41.900	7,80	3,00	71	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 30-9	ACS812T309	1.250	55.400	10,40	4,00	72	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 34-9	ACS812T349	1.250	65.700	13,40	5,50	73	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 40-9	ACS812T409	1.250	77.200	19,00	7,50	74	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 45-9	ACS812T459	1.250	88.500	26,00	11,00	75	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 24-12	ACS812T241	1.250	35.200	10,40	4,00	76	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 34-12	ACS812T341	1.250	59.800	13,40	5,50	77	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 40-12	ACS812T401	1.250	70.400	19,00	7,50	78	•	•
AXIAN SOLID 8-1250T 45-12	ACS812T451	1.250	81.900	26,00	11,00	81	•	•

Ver curvas / For performance curves / Voir courbes / Für Kennlinien siehe (pg. 302)

DIMENSIONES / DIMENSIONS / DIMENSIONS / DIMENSION (mm)



Ø	A Ø	C Ø	D	E	F Ø	G (°)	Kg ¹
450	535	460	120	218	500,0	8 x 45	17
500	588	510	128	242	552,0	12 x 30	20
560	648	568	140	242	620,0	12 x 30	24
630	720	640	171	242	690,0	12 x 30	38
710	800	720	172	242	770,0	12 x 30	45
800	900	810	179	242	860,0	16 x 22,5	125
900	1.010	910	181	442	970,0	16 x 22,5	183
1000	1.110	1.010	185	442	1.057,5	16 x 22,5	257
1250	1.355	1.267	260	442	1.315,0	16 x 22,5	495

¹ Versión con motor más potente
 Versión with powerful motor
 Version avec moteurs plus puissants
 Ausführung mit stärkerem Motor

ACCESORIOS / ACCESSORIES / ACCESSOIRES / ZUBEHÖR



R (pg. 501)



RA (pg. 517)

Direktantrieb / Direct Drive 60 Hz

Gesamtdruck / Total pressure 630 Pa									
Volumenstrom	Ventilatorgröße	Drehzahl	Wellenleistung	Motorleistung	Schalldruck	Schallpegel	mVent	mMot	Gesamtmasse
Volume flow rate	Fan size	Speed	Shaft power	Motor power	Sound pressure	Sound power	kg	kg	Total mass
m ³ /h	DN	min ⁻¹	kW	kW	dB(A)	dB(A)	KI1_16	KI1_64	kg
2500									
2800	355	3392	0,8	0,90	41-1m	93	11	10	21
3150	355	3392	0,8	1,3	41-1m	93	11	10	21
3550	355	3392	0,9	1,3	41-1m	94	11	10	21
4000	355	3406	1,0	1,3	42-1m	94	11	10	21
4500	355	3406	1,1	1,3	42-1m	94	11	10	21
5000	355	3406	1,3	1,8	43-1m	95	11	14	25
5600	400	3410	1,4	1,8	43-1m	95	13	14	27
6300	400	3410	1,5	1,8	44-1m	96	13	14	27
7100	450	3410	1,7	2,6	45-1m	97	17	18	35
8000	450	3436	1,9	2,6	45-1m	97	17	18	35
9000	500	3436	2,2	2,6	46-1m	96	23	18	41
10000	500	3436	2,4	3,4	47-1m	96	23	24	47
11200	560	1709	2,6	3,6	45-1m	95	37	25	62
12500	630	1709	2,9	3,6	46-1m	96	48	25	73
14000	630	1709	3,2	3,6	46-1m	96	48	25	73
16000	630	1726	3,6	4,8	47-1m	97	48	41	89
18000	710	1726	3,8	4,8	47-1m	97	54	41	95
20000	710	1729	4,3	4,8	47-1m	97	54	41	95
22400	800	1729	5,0	6,6	47-1m	98	92	56	148
25000	800	1729	5,4	6,6	48-1m	98	92	56	148
28000	900	1750	6,2	9,0	49-1m	98	124	72	196
31500	900	1750	7,1	9,0	49-1m	98	124	72	196
35500	1000	1158	7,6	9,0	50-1m	98	162	114	276
40000	1000	1164	8,6	13,2	50-1m	98	162	135	297
45000	1120	1164	9,6	13,2	50-1m	99	292	135	427
50000	1120	1164	10,7	13,2	51-1m	100	292	135	427
55000	1250	1168	12,2	18,0	51-1m	100	323	175	498
63000	1250	1168	14,1	18,0	56-1m	101	323	175	498
71000	1400	1166	15,6	18,0	57-1m	102	423	175	598

80000	1400	1172	17,6	22,0	58-1m	103	423	260	683
90000	1600	880	19,7	26,0	58-1m	102	570	360	930
100000	1600	880	22,2	26,0	57-1m	102	570	360	930

Bezugsdaten: Dichte = 1.2 kg/m³

Reference: Density = 1.2 kg/m³

Umrechnungsfaktoren / Conversion Factors:

Druck/Pressure: 1Pa = 0.01mbar = 0.102mm = 1.4504x10⁻⁴ Psi = 9.869x10⁻³ in WG

Volumenstrom/Volume flow rate: 1 m³/h = 2.777x10⁻⁴ m³/s = 0.588 cfm = 4.4029 gpm

Kraftbedarf/Power: 1 kW = 1.341 HP = 1.360 PS = 1000 Nm/s = 0.24 kcal/s

Bemerkungen:

1. Die hier getroffene Auswahl ist nur ein kleiner Teil der möglichen Ventilatoren. Andere Drehzahlen, niedrigerer Schalldruck oder besserer Wirkungsgrad kann in den meisten Fällen realisiert werden.
2. Gestörte Anströmungs- und Austrittsverhältnisse sind nicht berücksichtigt.
3. Eine endgültige Auswahl sollte mit einem unserer Verkaufsingenieure abgestimmt werden.

Remarks:

1. The shown selection only represents a small part of the possible fans for each working point. Other fan speeds, lower sound pressure or better efficiency can in most cases be selected.
2. Disturbed inlet and outlet conditions have not been considered.
3. A final selection should be discussed with one of our sales engineers.

ANEXO VI:

TARIFAS 2009

400V 50Hz (III~) 1.400 r.p.m. (n: min-1) Ø 900 - 1.250 mm

		Ø mm	m³/h	Amp.	kW	dB (A)	ACCESORIOS		Precio €
							R	RA	
AXIAN SOLID 4-900T 24-9	ACS490T249	900	34.200	16,90	7,50	86	•	•	1.495,08
AXIAN SOLID 4-900T 30-9	ACS490T309	900	38.600	16,90	7,50	87	•	•	1.670,34
AXIAN SOLID 4-900T 34-9	ACS490T349	900	41.400	22,60	11,00	88	•	•	1.845,60
AXIAN SOLID 4-900T 40-9	ACS490T409	900	61.800	31,00	15,00	91	•	•	2.333,22
AXIAN SOLID 4-900T 45-9	ACS490T459	900	63.500	31,00	15,00	92	•	•	2.678,98
AXIAN SOLID 4-900T 24-12	ACS490T241	900	26.400	16,90	7,50	84	•	•	1.876,59
AXIAN SOLID 4-900T 30-12	ACS490T301	900	35.698	22,60	11,00	87	•	•	1.962,44
AXIAN SOLID 4-900T 40-12	ACS490T401	900	52.800	31,00	15,00	91	•	•	2.420,26
AXIAN SOLID 4-900T 45-12	ACS490T451	900	60.820	37,00	18,50	92	•	•	2.628,90
AXIAN SOLID 4-1000T 24-3	ACS410T243	1.000	46.000	6,60	3,00	92	•	•	1.412,48
AXIAN SOLID 4-1000T 30-3	ACS410T303	1.000	53.500	9,40	4,00	93	•	•	1.433,89
AXIAN SOLID 4-1000T 34-3	ACS410T343	1.000	61.000	12,14	5,50	94	•	•	1.625,43
AXIAN SOLID 4-1000T 45-3	ACS410T453	1.000	78.000	22,60	11,00	95	•	•	2.115,52
AXIAN SOLID 4-1000T 24-4	ACS410T244	1.000	46.500	9,40	4,00	92	•	•	1.469,26
AXIAN SOLID 4-1000T 30-4	ACS410T304	1.000	55.800	12,14	5,50	93	•	•	1.660,84
AXIAN SOLID 4-1000T 34-4	ACS410T344	1.000	65.300	16,90	7,50	94	•	•	1.753,43
AXIAN SOLID 4-1000T 40-4	ACS410T404	1.000	75.300	22,60	11,00	95	•	•	2.150,92
AXIAN SOLID 4-1000T 45-4	ACS410T454	1.000	83.900	31,00	15,00	96	•	•	2.331,18
AXIAN SOLID 4-1000T 24-6	ACS410T246	1.000	47.000	12,14	5,50	92	•	•	1.796,96
AXIAN SOLID 4-1000T 30-6	ACS410T306	1.000	57.100	16,90	7,50	93	•	•	2.001,15
AXIAN SOLID 4-1000T 34-6	ACS410T346	1.000	68.500	22,60	11,00	94	•	•	2.287,05
AXIAN SOLID 4-1000T 40-6	ACS410T406	1.000	80.000	31,00	15,00	95	•	•	2.654,61
AXIAN SOLID 4-1000T 45-6	ACS410T456	1.000	90.900	37,00	18,50	96	•	•	2.804,37
AXIAN SOLID 4-1000T 24-9	ACS410T249	1.000	41.500	16,90	7,50	90	•	•	2.200,89
AXIAN SOLID 4-1000T 34-9	ACS410T349	1.000	72.000	22,60	11,00	92	•	•	2.619,81
AXIAN SOLID 4-1000T 40-9	ACS410T409	1.000	76.200	37,00	18,50	94	•	•	3.084,34
AXIAN SOLID 4-1000T 45-9	ACS410T459	1.000	87.100	43,00	22,00	95	•	•	3.299,50
AXIAN SOLID 4-1000T 24-12	ACS410T241	1.000	36.300	22,60	11,00	88	•	•	2.771,73
AXIAN SOLID 4-1000T 34-12	ACS410T341	1.000	60.000	31,00	15,00	92	•	•	2.986,43
AXIAN SOLID 4-1000T 40-12	ACS410T401	1.000	72.500	43,00	22,00	95	•	•	3.322,79
AXIAN SOLID 4-1000T 45-12	ACS410T451	1.000	83.400	43,00	22,00	96	•	•	3.468,05
AXIAN SOLID 4-1250T 24-3	ACS412T243	1.250	87.000	22,60	11,00	92	•	•	2.292,60
AXIAN SOLID 4-1250T 30-3	ACS412T303	1.250	105.000	31,00	15,00	93	•	•	2.540,97
AXIAN SOLID 4-1250T 34-3	ACS412T343	1.250	118.600	37,00	18,50	94	•	•	2.861,56
AXIAN SOLID 4-1250T 40-3	ACS412T403	1.250	138.000	58,00	30,00	95	•	•	3.296,54
AXIAN SOLID 4-1250T 45-3	ACS412T453	1.250	152.000	75,00	37,00	96	•	•	3.499,69
AXIAN SOLID 4-1250T 24-4	ACS412T244	1.250	88.000	22,60	11,00	92	•	•	2.460,97
AXIAN SOLID 4-1250T 30-4	ACS412T304	1.250	109.000	37,00	18,50	92	•	•	2.973,18
AXIAN SOLID 4-1250T 34-4	ACS412T344	1.250	127.500	43,00	22,00	93	•	•	3.079,42
AXIAN SOLID 4-1250T 40-4	ACS412T404	1.250	147.000	58,00	30,00	94	•	•	3.440,73
AXIAN SOLID 4-1250T 45-4	ACS412T454	1.250	163.900	85,00	45,00	96	•	•	5.394,75
AXIAN SOLID 4-1250T 24-6	ACS412T246	1.250	90.000	31,00	15,00	93	•	•	2.825,56
AXIAN SOLID 4-1250T 30-6	ACS412T306	1.250	115.600	43,00	22,00	94	•	•	3.195,60
AXIAN SOLID 4-1250T 34-6	ACS412T346	1.250	133.700	58,00	30,00	95	•	•	3.446,48
AXIAN SOLID 4-1250T 40-6	ACS412T406	1.250	157.000	85,00	45,00	96	•	•	4.244,57
AXIAN SOLID 4-1250T 45-6	ACS412T456	1.250	177.500	104,00	55,00	98	•	•	5.973,45

ACCESORIOS



R (pg. 177)



RA (pg. 180)

PG

Persianas de gravedad



Colocadas en la parte posterior del extractor obturan el orificio cuando el aparato no funciona. Marco metálico pintado y lamas.

		Ø mm	Adaptable a las series	Precio €
PG 200	PG00200	200		44,82
PG 250	PG00250	250	AXIPLUS	55,31
PG 315	PG00315	315	AXIAL	67,13
PG 355	PG00355	355	AXIAL SOLID	80,28
PG 400	PG00400	400	AXIAN	85,73
PG 450	PG00450	450	AXIAN SOLID	100,84
PG 500	PG00500	500	AXIAN PIROS	118,90
PG 560	PG00560	560	AXIAN POWER	144,82
PG 630	PG00630	630	BASIC	167,71
PG 710	PG00710	710	ROTEX	187,19
PG 800	PG00800	800	AXI EEX	254,69
PG 900	PG00900	900	BP BOX	309,67
PG 1000	PG001000	1.000	BPT BOX	362,98
PG 1250	PG001250	1.250		352,36

RP

Reja protección



Colocándose en el punto de entrada o salida permiten una protección contra el paso de animales y posible contacto con la mano.

		Ø mm	Adaptable a las series	Precio €
RP 250	00TARP250	250		23,31
RP 315	00TARP315	315		24,57
RP 355	00TARP355	355		30,41
RP 400	00TARP400	400		35,09
RP 450	00TARP450	450	AXITUB	44,44
RP 500	00TARP500	500	AXITUB SOLID	53,81
RP 560	00TARP560	560	AXITUB POWER	65,50
RP 630	00TARP630	630	AXITUB PIROS	78,36
RP 710	00TARP710	710	AXITRANS	94,74
RP 800	00TARP800	800		104,10
RP 900	00TARP900	900		127,49
RP 1000	00TARP1000	1.000		150,88
RP 1250	00TARP1250	1.250		210,53

RA

Reja protección



De alambre acabado galvanizado, para colocar del lado aspiración. Permite la protección contra el paso de animales y posible contacto con la mano.

		Ø mm	Adaptable a las series	Precio €
RA 450	00RAC0450	450		76,12
RA 560	00RAC0560	560	AXIAN	100,70
RA 630	00RAC0630	630	AXIAN SOLID	116,64
RA 710	00RAC0710	710	AXIAN PIROS	135,53
RA 800	00RAC0800	800	AXIAN POWER	163,63
RA 900	00RAC0900	900	PIROS BOX	166,25
RA 1000	00RAC1000	1.000		212,24

BPS

Juego soportes pies



		Para adaptar al modelo	Precio €
BP 18-18	BPS1818	BP 18, BPT 7/7, BPT 9/9	25,10
BP 24-24	BPS2424	BP 24, BPT 10/10, BPT 12/12	32,12
BP 25-25	BPS2525	BP 25, BPT 15/15	37,14
BP 32-32	BPS3232	BP 32, BPT 18/18	40,69

BS

Base soporte



Colocadas en la parte posterior del extractor obturan el orificio cuando el aparato no funciona. Marco metálico pintado y lamas.

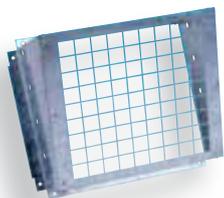
		Para adaptar al modelo	Precio €
BS 210	SBT210H	CRE 25, 31 / CF 25, 31	102,17
BS 300	SBT320H	AXITEJ 315	114,09
BS 350	SBT360H	AXITEJ 355 / CF 35, 40 / AXITEJ BS 315, 350	162,30
BS 450	SBT450H	AXITEJ BS 450	168,52
BS 450	SBT460S	AXITEJ 400, 450 / AXITEJ BS 400 / CF 45	185,21
BS 560	SBT570H	AXITEJ 500, 560 / AXITEJ BS 500, 560 / CF 56	208,08
BS 710	SBT715H	AXITEJ 630, 710 / AXITEJ BS 630, 710 / CF 63, 71, 80	327,93
BS 800	SBT800H	AXITEJ 800	336,95
BS 900	SBT900H	AXITEJ 900	341,60
BS 1000	SBT1000H	AXITEJ 1000	366,15

BN

Base niveladora

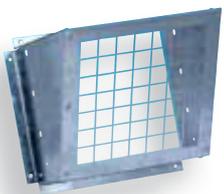


		Adaptable a las series	Precio €
BN 44x44	00BN004444		520,54
BN 50x50	00BN005050		521,71
BN 56x56	00BN005656		526,39
BN 65x65	00BN006565		543,93
BN 71x71	00BN007171	CRE	584,88
BN 76x76	00BN007676	CF	625,82
BN 80x80	00BN008080	AXITEJ	631,67
BN 93x93	00BN009393	AXITEJ BS	655,06
BN 103x103	00BN103103		736,94
BN 114x114	00BN114114		777,88
BN 124x124	00BN124124		818,83

VA Visera de aspiración

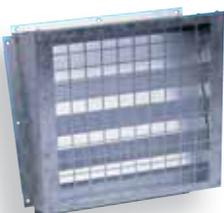
Chapa galvanizada. Malla de acero galvanizado.

		Para adaptar al modelo	Precio €
VISERA ASPIRACION BP 18-18	BPTVA18	BP BOX 18-18	69,59
VISERA ASPIRACION BPT 7-7	BPTVA77	BPT BOX 7-7	73,24
VISERA ASPIRACION BP BOX 24-18	BPTVA2418	BP BOX 24-18	79,74
VISERA ASPIRACION BP BOX 24-24	BPTVA24	BP BOX 24-24	84,06
VISERA ASPIRACION BPT 9-9	BPTVA99	BPT BOX 9-9	86,69
VISERA ASPIRACION BPT 10-10	BPTVA1010	BPT BOX 10-10 / BP BOX 25-25	103,00
VISERA ASPIRACION BPT 12-12	BPTVA1212	BPT BOX 12-12 / BP BOX 32-24 BP BOX 32-32	125,89
VISERA ASPIRACION BPT 15-15	BPTVA1515	BPT BOX 15-15 / BP BOX 38-38	135,04
VISERA ASPIRACION BPT 18-18	BPTVA1818	BPT BOX 18-18	151,07
VISERA ASPIRACION BPT 20-20	BPTVA2020	BPT BOX 20-20	208,29
VISERA ASPIRACION BPT 22-22	BPTVA2222	BPT BOX 22-22	247,20
VISERA ASPIRACION BPT 25-25	BPTVA2525	BPT BOX 25-25	265,51
VISERA ASPIRACION BPT 30-28	BPTVA3028	BPT BOX 30-28	352,49

VI Visera de impulsión

Chapa galvanizada. Malla de acero galvanizado.

		Para adaptar al modelo	Precio €
VISERA IMPULSIÓN BPT 7-7	BPTVI07	BP BOX 18-18 / BP BOX 24-18 / BPT BOX 7-7	59,51
VISERA IMPULSIÓN BPT 9-9	BPTVI09	BP BOX 24-24 / BP BOX 25-25 / BP BOX 9-9	77,82
VISERA IMPULSIÓN BPT 10-10	BPTVI10	BP BOX 32-24 / BP BOX 10-10	86,98
VISERA IMPULSIÓN BPT 12-12	BPTVI12	BP BOX 32-32 / BP BOX 12-12	98,42
VISERA IMPULSIÓN BPT 15-15	BPTVI15	BP BOX 38-38 / BP BOX 15-15	116,73
VISERA IMPULSIÓN BPT 18-18	BPTVI18	BP BOX 18-18	135,04
VISERA IMPULSIÓN BPT 20-20	BPVTI20	BP BOX 20-20	132,76
VISERA IMPULSIÓN BPT 22-22	BPTVI22	BP BOX 22-22	164,80
VISERA IMPULSIÓN BPT 25-25	BPTVI25	BP BOX 25-25	206,00
VISERA IMPULSIÓN BPT 30-28	BPTVI30	BP BOX 30-28	212,87

VS Ventana de sobrepresión

Marco de chapa galvanizada. Lamas de aluminio. Accionamiento por sobrepresión.

		Adaptable a las series	Precio €
PERSIANA SOBREPRESIÓN BPT 7-7	BPTVPS77		84,69
PERSIANA SOBREPRESIÓN BPT 9-9	BPTVPS99		116,73
PERSIANA SOBREPRESIÓN BPT 10-10	BPTVPS1010		139,62
PERSIANA SOBREPRESIÓN BPT 12-12	BPTVPS1212		157,93
PERSIANA SOBREPRESIÓN BPT 15-15	BPTVPS1515	BP BOX	192,27
PERSIANA SOBREPRESIÓN BPT 18-18	BPTVPS1818	BPT BOX	206,00
PERSIANA SOBREPRESIÓN BPT 20-20	BPTVPS2020		228,89
PERSIANA SOBREPRESIÓN BPT 22-22	BPTVPS2222		292,98
PERSIANA SOBREPRESIÓN BPT 25-25	BPTVPS2525		352,49
PERSIANA SOBREPRESIÓN BPT 30-28	BPTVPS3028		398,27

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

- § “Ventilación Industrial”, Enrique Carnicer Royo. Ed. PARANINFO.
- § “Manual del aire acondicionado”. CARRIER.
- § “Indoor Air Quality Engineering”. Robert Jennings Heinsohn, John M. Cimbala.
- § “Manual de Conductos de Aire Acondicionado”. CLIMAVÉR
- § “Take a step ahead”. NOVENCO HI-PRES

PÁGINAS WEB:

- § www.forisur.com/novovent
- § www.sumivent.com
- § member.es.tripod.de/metalconducto
- § www.airtec.com
- § www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp
- § www.novovent.com
- § www.wittfan.de
- § www.climatecnica.com

