



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD
DE INGENIERÍA

INSTALACIONES I

CALEFACCION POR AIRE CALIENTE

Arq. Cecilia Priolo



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD
DE INGENIERÍA

INSTALACIONES I

CLASIFICACIÓN



INSTALACIONES I

CLASIFICACION

Según Circulación

Natural: Al calentarse el aire se produce diferencia de peso específico entre el aire caliente y el frío (alimentación-retorno). No hay elemento mecánico que fuerce la circulación del aire. La desventaja de este sistema es que la velocidad del aire es muy baja, por lo tanto se tendrán que realizar conductos de mayor tamaño.

Forzada: Se incorpora un ventilador al sistema, que sirve para forzar la circulación del aire, y permite, además, aplicar al sistema diferentes elementos para tratar y/o canalizar el aire. Estos ventiladores vienen incorporado en los diferentes equipos que forman parte de los sistemas todo aire.



INSTALACIONES I

CLASIFICACION

Según Equipos

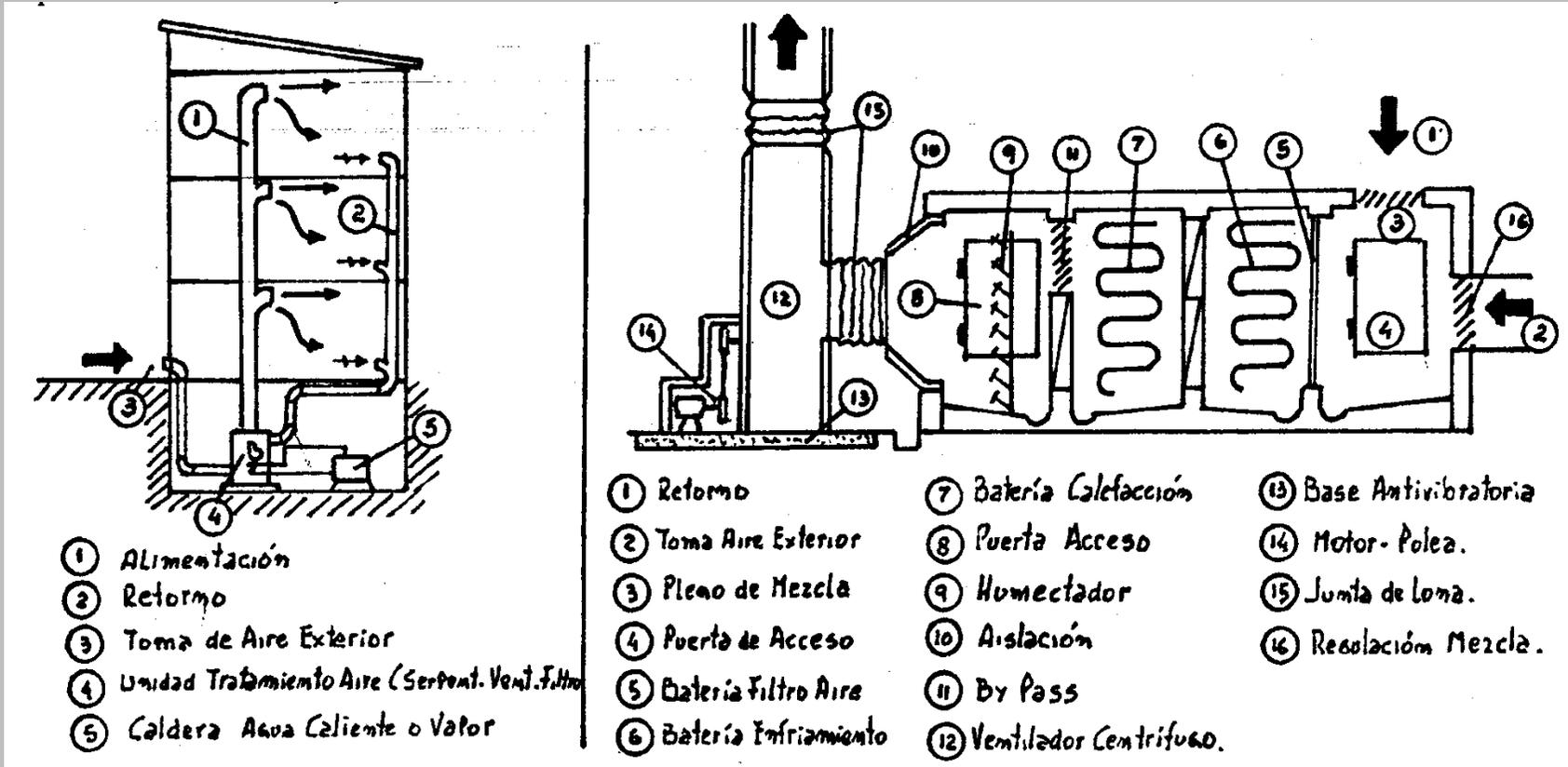
Centrales

Autocontenidos o Compactos

Indirectos - Fan-coil (mixtos)

INSTALACIONES I

Esquema de Funcionamiento





UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



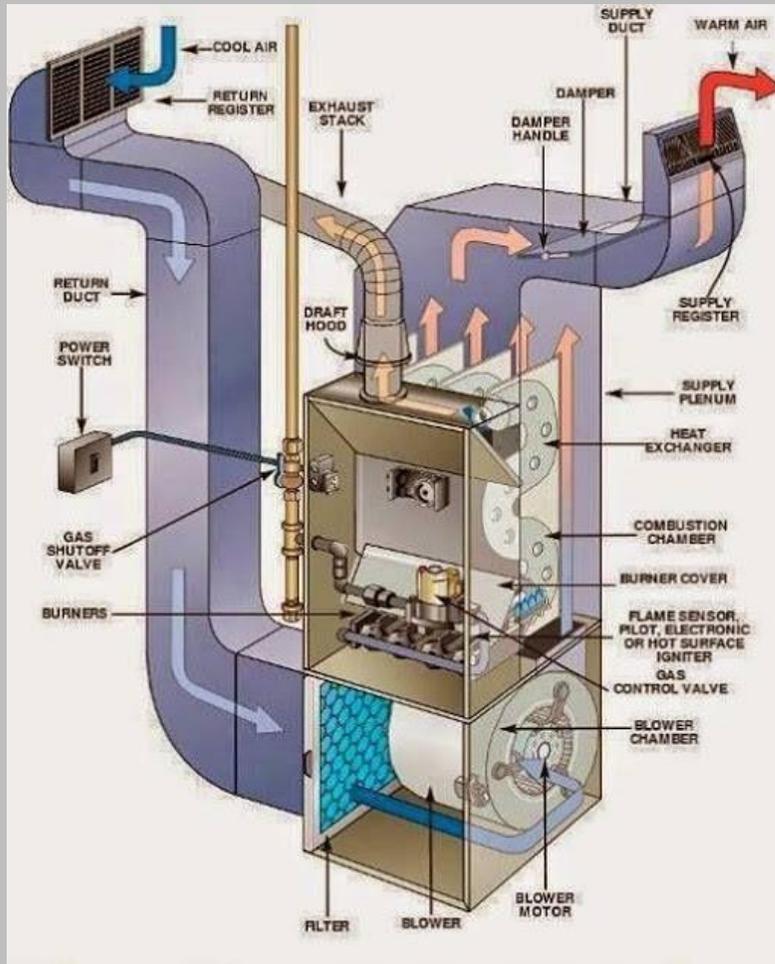
FACULTAD
DE INGENIERÍA

INSTALACIONES I

EQUIPOS

INSTALACIONES I

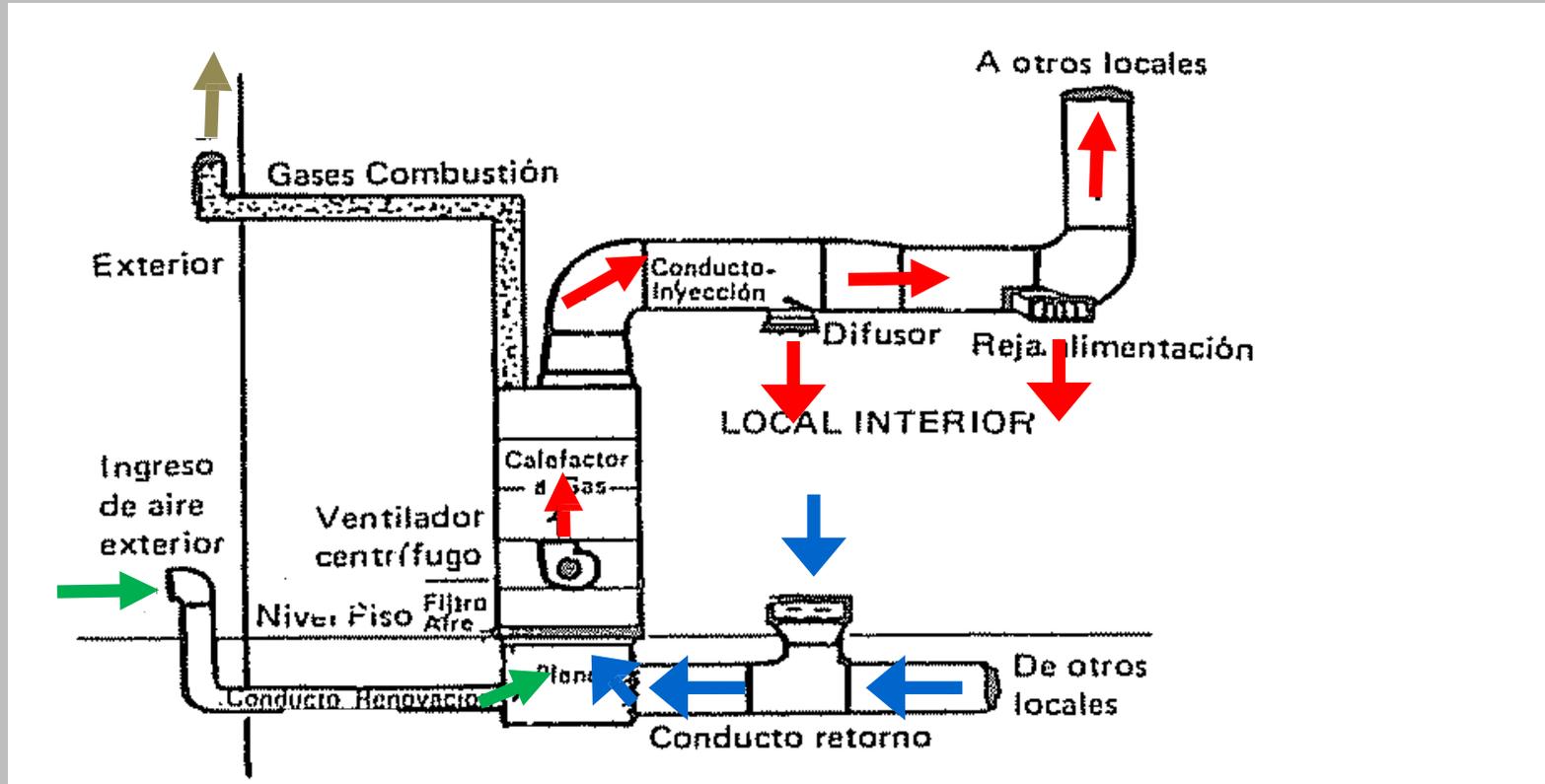
Equipo Calefactor por aire caliente a gas



- Todos los componentes para el tratamiento de aire en un solo gabinete.
- Pueden trabajar a boca libre o distribuir el aire a través de red de conductos.
- Sus dimensiones permiten instalarlos en lugares de pequeñas dimensiones, deben ir en salas de máquinas o generar un gabinete en el exterior.
- Se les puede adicionar una evaporadora y condensadora y con ello lograr un sistema Frío Calor.
- La calefacción es por medio de gas natural, por lo general.
- Se le pueden agregar accesorios como humidificadores.

INSTALACIONES I

Esquema de Funcionamiento





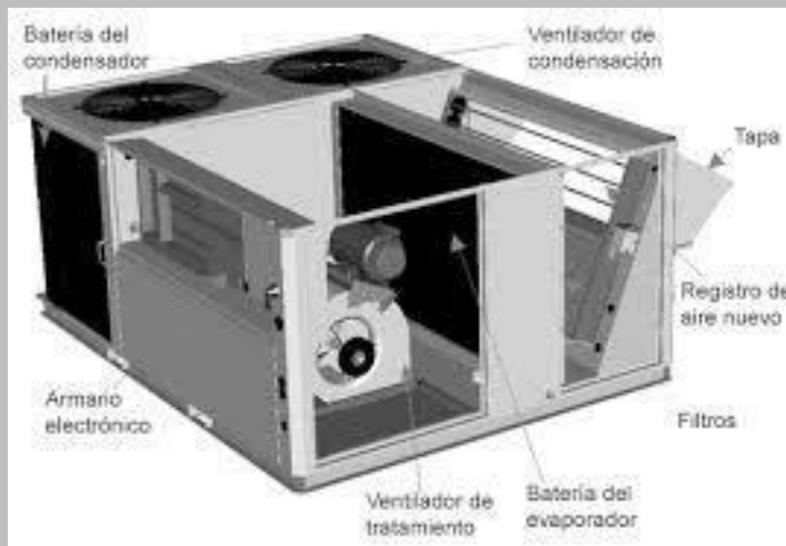


INSTALACIONES I

Equipo Roof Top



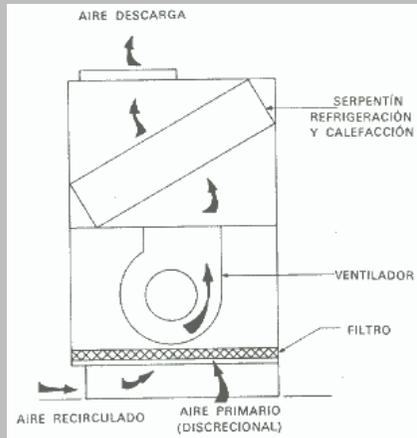
- Todos los componentes para el tratamiento de aire en un solo gabinete.
- Pueden trabajar a boca libre o distribuir el aire a través de red de conductos.
- Deben ir colocados al exterior.
- No sirven sólo para calefacción, sino también para refrigeración.
- Pueden utilizar gas natural o bomba de calor.
- Se le pueden agregar accesorios como humidificadores, economizadores, etc.







Sistema Mixto (fan-coil)



- En este caso el fluido termodinámico principal es el agua, mientras el aire es secundario.
- Posee una planta generadora de agua caliente: Caldera. Se le puede adicionar una planta generadora de agua fría, para poder tener refrigeración.
- La caldera que se utiliza puede ser a gas, vapor de agua, eléctrica.
- Pueden trabajar a boca libre o distribuir el aire a través de red de conductos, si se utilizan equipos para conducto o a boca libre si se utilizan unidades para piso o techo.
- En unidades para conducto es posible realizar TAE.
- Se puede realizar filtrado





INSTALACIONES I

Usos

- Cines, teatros.
- Viviendas.
- Comercios
- Industrias.
- Hospitales (ciertas áreas).
- Sectores que requieran aporte de aire exterior.
- Edificios de oficinas.
- Centros comerciales.
- Bancos.



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD
DE INGENIERÍA

INSTALACIONES I

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN



INSTALACIONES I

Conductos

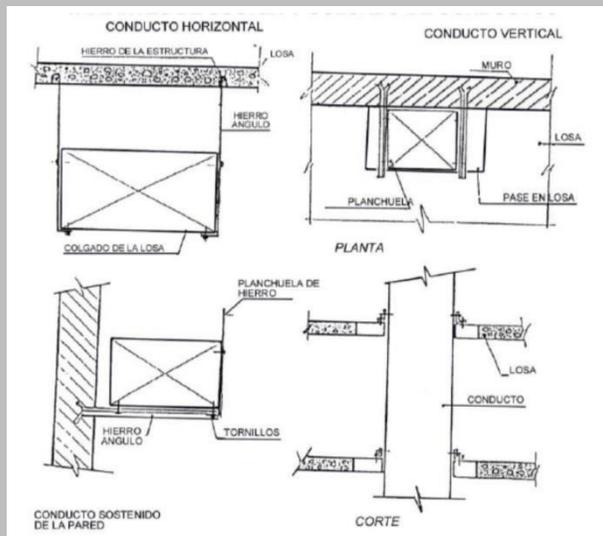
- La distribución del aire a los distintos locales a través de redes de conductos de **inyección** y **retorno**.
- La distribución puede ser en horizontal o vertical (montante), correr a través de cielorrasos o a la vista.
- Por lo general son construidos en chapa galvanizada, de calibres acordes a las dimensiones de los conductos siempre respetando Normas existentes.
- Se les realiza un prismado para rigidizar estructuralmente los tramos, y además, sirve para diferenciar los conductos de inyección (prismado hacia afuera) y de retorno (prismado hacia adentro).
- Se pueden realizar además en paneles de lana de vidrio rígidos, plástico o en su defecto, mampostería, H°A°, etc.
- Los conductos de inyección deben ir aislados, y los de retorno en zonas al exterior.
- Al momento de plantear los conductos hay que tener en cuenta:
 - Buscar la mejor posición de equipos en sala de máquinas.
 - Tratar de que en horizontal, el desarrollo se realice por pasillos o zonas de servicio, donde es posible generar cielorrasos y se puede tener menor altura.
 - Conductos de retorno, recordar que todos los ambientes deben tener retorno, excepto ambientes donde se generen olores (sanitarios, cocinas, depósitos, etc).



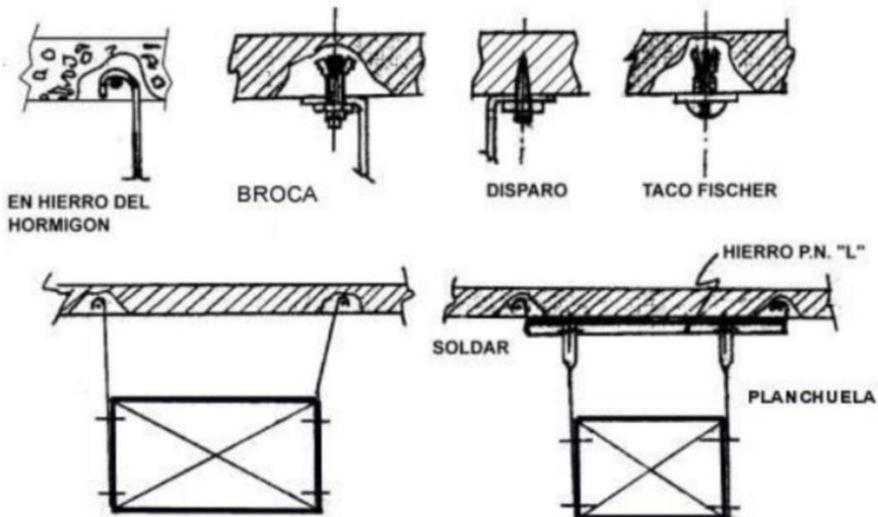




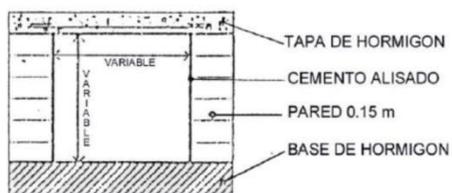
INSTALACIONES I



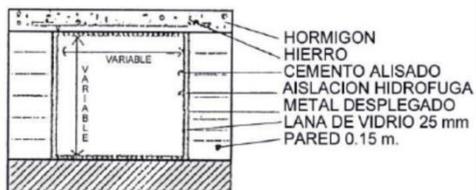
DETALLES DE MONTAJE



CONDUCTO SUBTERRANEO DE RETORNO



CONDUCTO SUBTERRANEO DE MANDO



CONDUCTOS HORIZONTALES



INSTALACIONES I

Velocidades de conductos según usos

Hay que tener en cuenta para el cálculo de una red de conductos, la velocidad de salida del aire a boca de equipo, la misma depende directamente del tipo de actividad a desarrollar en el edificio en estudio:

250 m/min para locales de muy bajo nivel de ruido como bibliotecas

300 m/min para viviendas y oficinas de bajo nivel de ruido

300 m/min a 400 m/min para oficinas y locales comerciales con algo de nivel de ruido

450 m/min a 600 m/min para locales industriales que se toleren ruidos



INSTALACIONES I

Pérdidas de calor

Se producen al atravesar un ambiente no acondicionado o cuando recorren tramos en el exterior del edificio, razón por la cual, los conductos tanto de inyección como de retorno se deben aislar con lana de vidrio de mayor espesor y revestirlo con chapa exteriormente.

Otra manera de lograr una mejor aislamiento y sellado a fin de evitar filtraciones de agua, es aplicar poliuretano en spray por el interior del conducto y hermetizar las uniones con algún sellador elástico (Fastix), o también pueden aislarse interiormente con manta de lana mineral adherida al conducto y sellada en sus uniones.

Es importante aclarar que los materiales utilizados para aislar los conductos (lana mineral y poliuretano) poseen un $l = 0,035 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C}/\text{Kcal}$, con lo que se logra disminuir considerablemente las pérdidas de calor. Cabe destacar que siempre son aislados los conductos de inyección, a efectos de lograr que el aire llegue a los locales con la menor pérdida de calor, optimizando el funcionamiento del sistema y ahorrando energía.

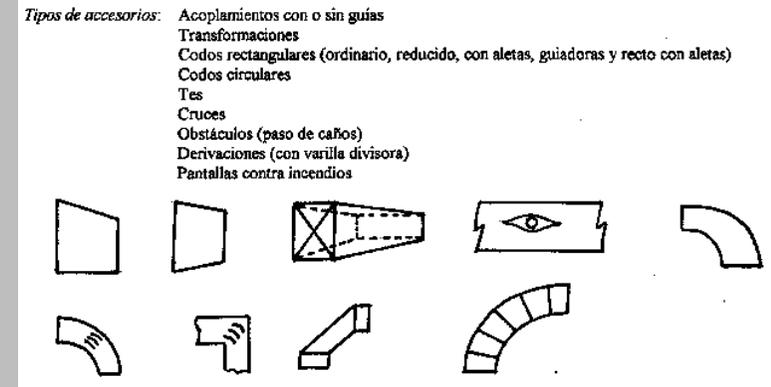
INSTALACIONES I

Sección

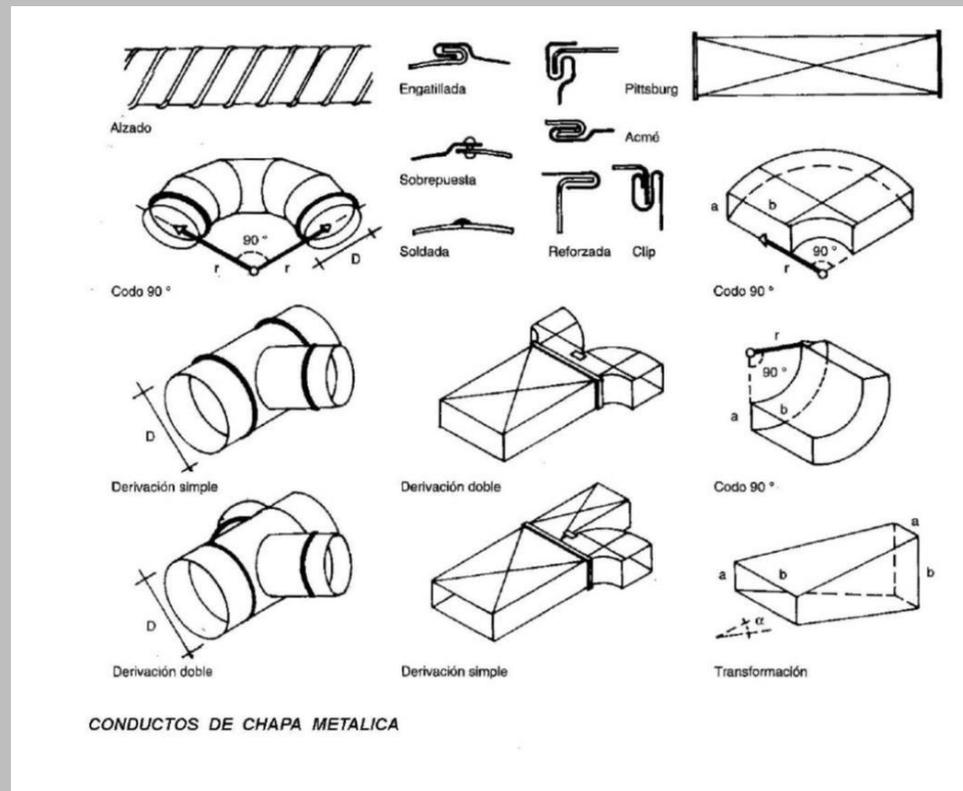
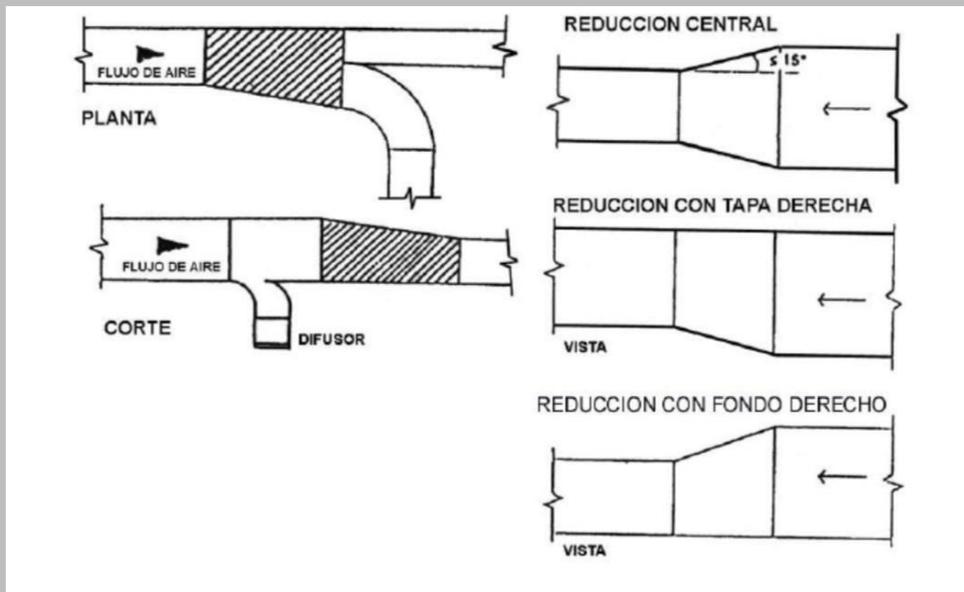
Los conductos de sección circular son los que ofrecen menor resistencia al desplazamiento del aire, y por lógica, el cálculo del ventilador del equipo resultaría de menor contrapresión, potencia y costo. No siempre es posible proyectar con conductos circulares, debido a los espacios disponibles (horizontales y/o verticales), por lo que debemos recurrir a dimensionarlos de sección rectangular con las limitaciones de altura.

Tipos de Accesorios

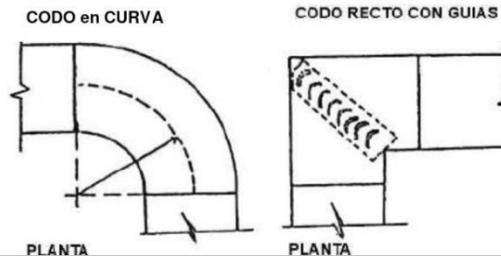
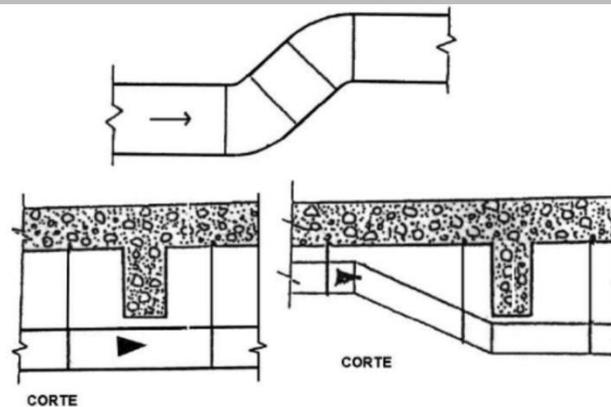
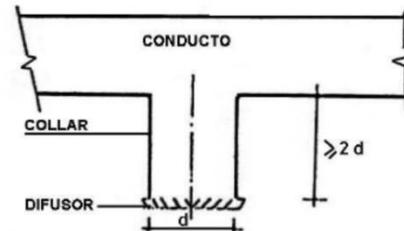
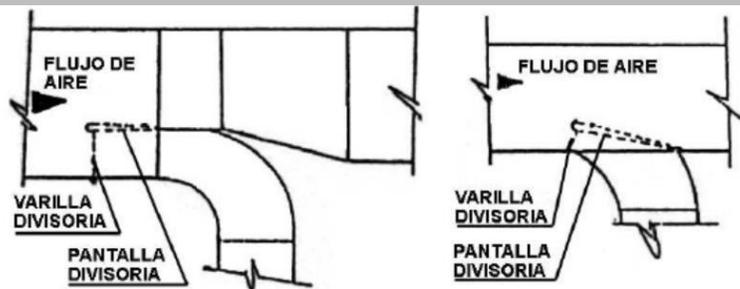
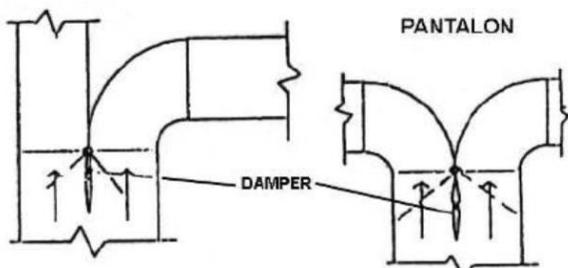
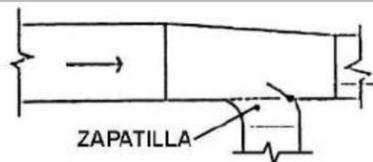
- Acoplamiento con o sin guías.
- Transformaciones.
- Curvas rectangulares (normal, reducida con guías, recta con guías)
- Curva circular.
- Cruces rectangulares o circulares.
- Persianas cortafuego.
- Derivaciones (pantalones y zapatos)



INSTALACIONES I



INSTALACIONES I





UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD
DE INGENIERÍA

INSTALACIONES I

ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN

INSTALACIONES I

Bocas de Inyección y retorno

Uno de los planteos más importantes a definir en un proyecto de calefacción por aire caliente es:

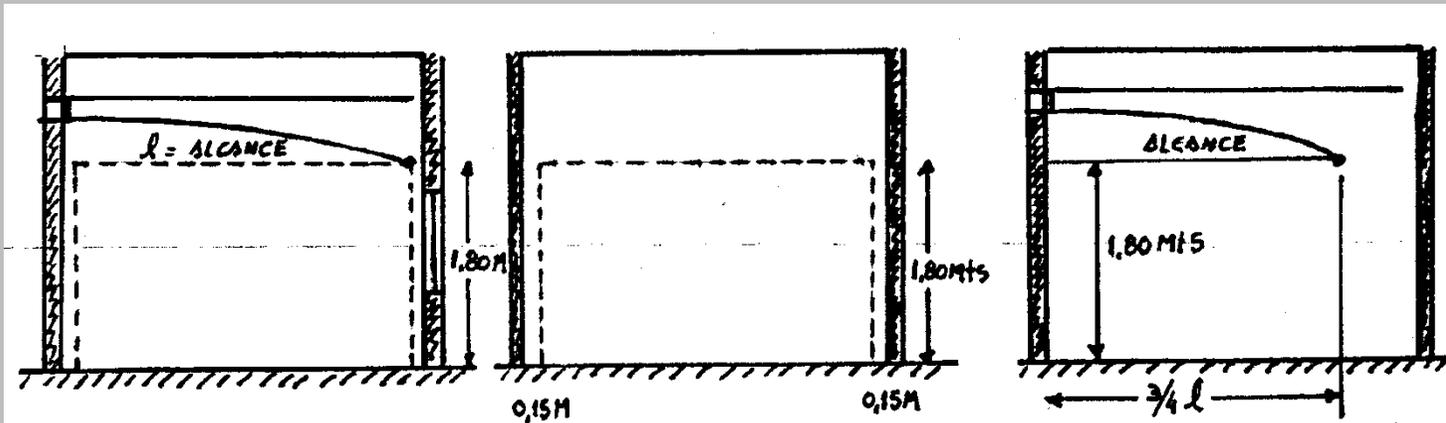
- Dimensionamiento
- Selección
- Ubicación



Bocas de Inyección y retorno

Es por ello que es necesario estudiar la posición de las mismas, partiendo de que el aire tiene un peso que varía en función de la temperatura (aire frío más pesado que el caliente).

Con este concepto, la mejor ubicación para bocas en calefacción sería en parte inferior, pero considerando que a los sistemas en estudio se les puede adicionar frío, se adopta la ubicación de bocas de inyección en parte superior y de retorno en parte inferior.





INSTALACIONES I

Bocas de Inyección y retorno

Aire primario: Es el aire inyectado

Aire secundario: es el aire del local

Caída o elevación: es la desviación en vertical de la trayectoria del aire, hacia abajo o hacia arriba.

Alcance o distancia de propulsión: es la distancia que recorre el aire primario hasta que su velocidad sea aproximadamente la del local. Varía desde la $\frac{3}{4}$ parte de la longitud de la pared opuesta, hasta la misma.

Este alcance viene dado por la distancia medida desde la boca de salida hasta que la velocidad del aire disminuye a un valor de 6 a 12 m/mm, medido a 1.50m de altura con respecto a NP, denominado plano.

Zona ocupada: El espacio delimitado por límites imaginarios en un local, siendo: 1,80 metros respecto del piso y 0,15 metros respecto de las paredes

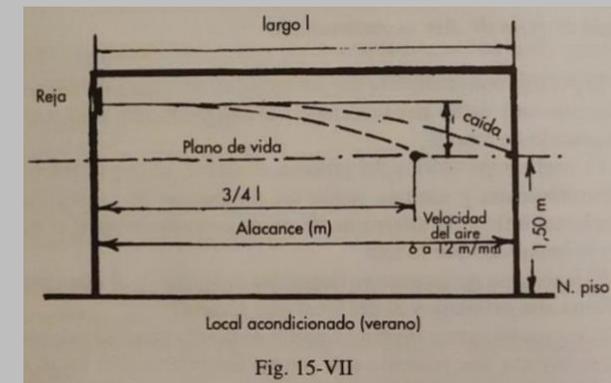
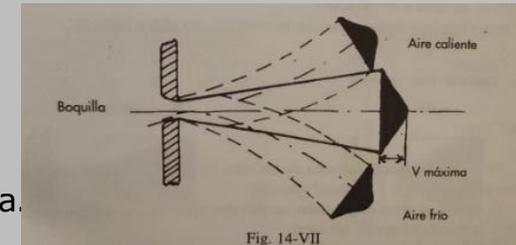
Velocidad de caída: Es la velocidad de salida a Boca de Reja en m/seg.

Velocidad residual: Es la velocidad promedio establecida para la zona ocupada,

y debe estar entre 0,10 a 0,35 m/seg. (0,25 m/seg para personas sentadas)

Velocidad terminal: Es la velocidad obtenida al final del alcance.

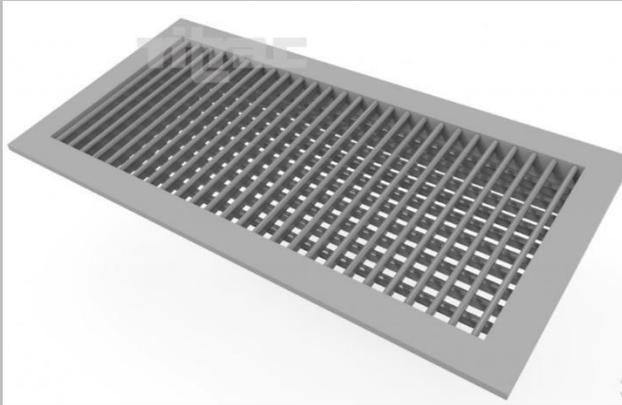
Dilusión: Es la divergencia de una vena de aire medida en grados sobre un plano horizontal.



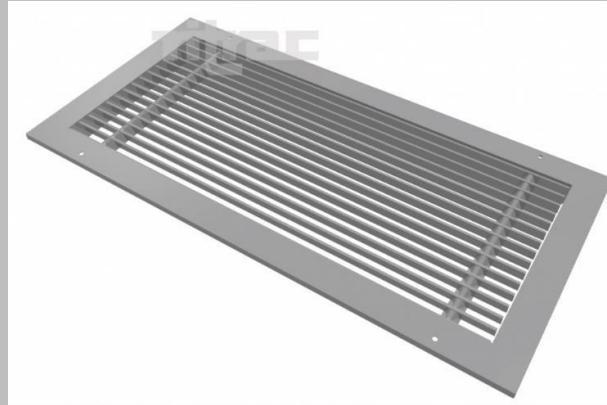
INSTALACIONES I

Tipos de bocas de Inyección y retorno

REJAS:



Inyección



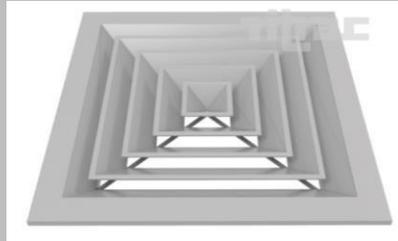
Retorno- Extracción- Toma de aire exterior



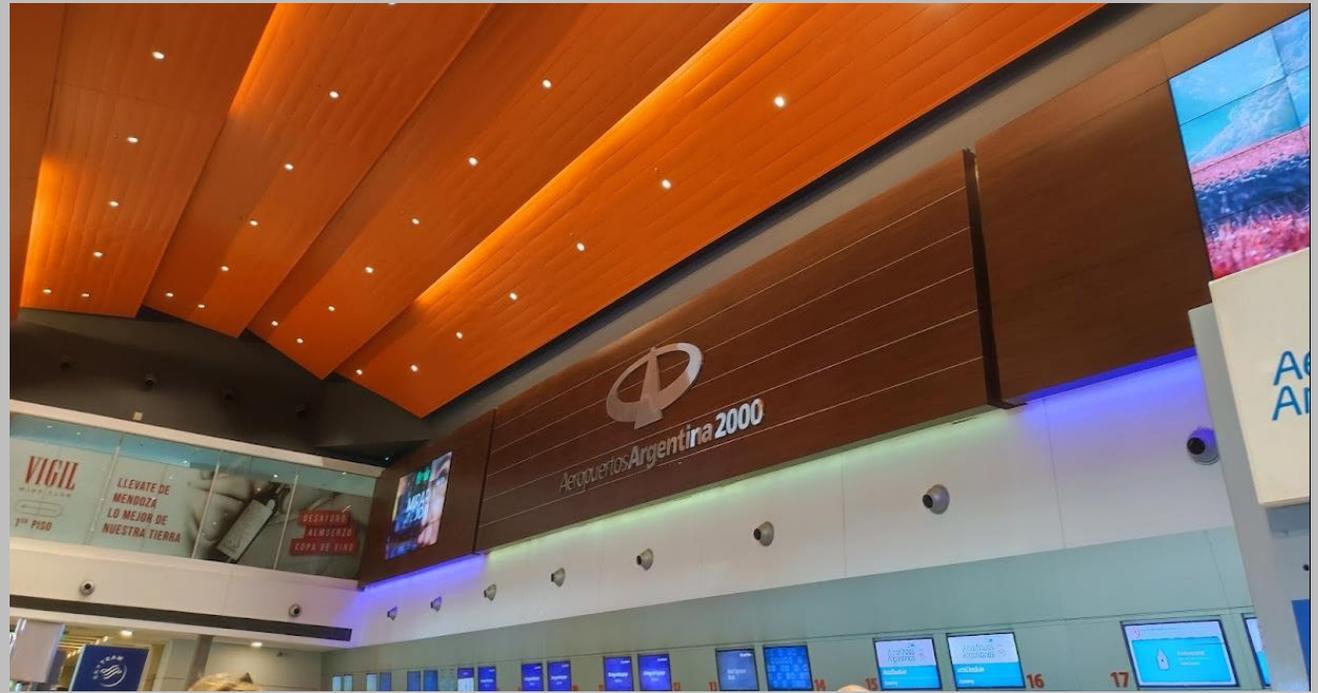
INSTALACIONES I

Tipos de bocas de Inyección y retorno

Difusores y toberas:



Inyección - Retorno





Ubicación de rejas de Inyección y retorno

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE BOCAS DE INYECCIÓN

REJAS EN PARTE ALTA DE PAREDES:

VENTAJAS:

- No existe prácticamente peligro de corriente de aire incidiendo sobre los ocupantes.
- Los muebles y cortinas no ofrecen inconvenientes ni obstáculos para el ingreso y circulación del aire.
- Se adapta mejor para el ciclo de refrigeración.
- No existe inconveniente en mantener caliente los pisos si el sistema funciona continuamente.

DESVENTAJAS:

- Si el sistema es intermitente o se paraliza durante períodos prolongados, se produce el enfriamiento de la zona baja del local y pierde eficiencia.
- Basándonos en las características del aire frío y caliente, no sería la ubicación más apropiada para un sistema de calefacción por aire caliente.

Una regla para conseguir un rendimiento eficaz es ubicar las rejas sobre paredes calientes, se lanza el aire sobre las paredes, ventanas o zonas frías del local.



INSTALACIONES I

Posición de Inyección y retorno

REJAS EN PARTES BAJAS – ZOCALOS Y SUELO

Esta alternativa se utiliza en casos muy especiales, y requiere un análisis muy preciso y justificado si se tiene en cuenta la actividad a desarrollar en el local.

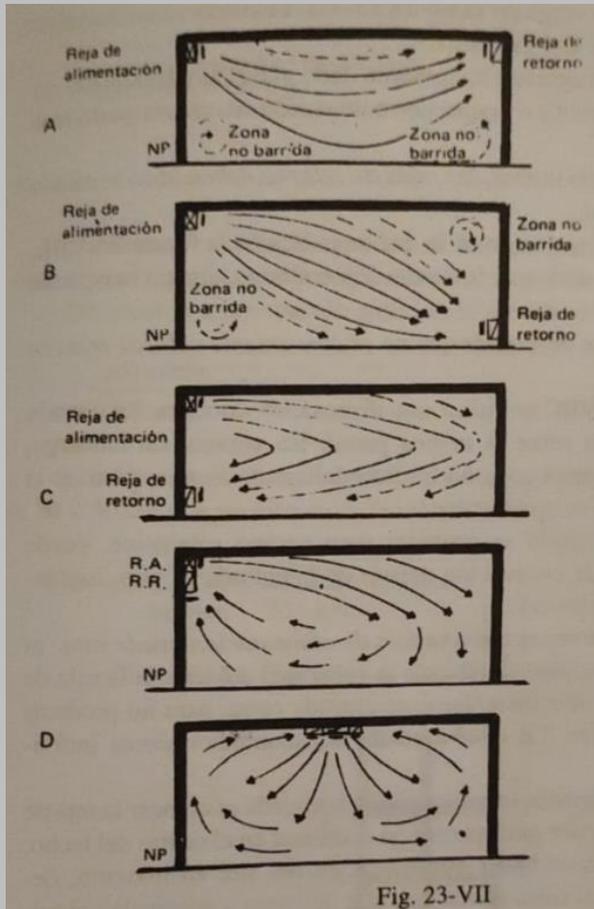
Un ejemplo de calefacción por aire caliente con alimentación por el piso o zócalos de paredes sería un Cine, en donde debe considerarse baja velocidad de inyección y que los ocupantes permanecen sentados y en reposo.



INSTALACIONES I

Ubicación de rejas de Inyección y retorno

UBICACIÓN REJAS DE INYECCIÓN / DIFUSORES



Se puede observar que el grado de barrido más desfavorable se obtiene disponiendo las aberturas de entrada y salida del aire en paredes opuestas, inmediatamente debajo del techo. Por lo mencionado **no es conveniente colocar rejillas en paredes opuestas.**



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD
DE INGENIERÍA

INSTALACIONES I

CALCULO DE EQUIPOS DE AIRE CALIENTE

INSTALACIONES I

La carga total de calefacción de un equipo de acondicionamiento por aire caliente (**QT**) está formada por dos factores fundamentales:

$$QT = Qt + Qse$$

Donde:

- Calor necesario para compensar pérdidas de calor del local que se originan por transmisión (**Qt**) - se obtiene del BTI, se toman como temperaturas interiores en gral: 21° ó 22°C.
- Calor necesario para compensar el aire frío exterior que penetra de forma permanente por el equipo, cumpliendo requisitos de ventilación (**Qse**). La cantidad de calor sensible de aire seco puede calcularse con la siguiente formula
 $Qse = 17 * Ca (ti - te)$ (kcal/h).
- El caudal de aire de ventilación **Ca** se establece en función de las características del local y como porcentaje del aire de circulación del Sistema de Aire acondicionado.
 $Ca = a\% * C$ (m³/min)
- El caudal de aire en circulación puede calcularse de acuerdo a la siguiente formula:

$$C = Q_T / (17 \times (tI - tA)) = \quad (m^3/min)$$

En general la temperatura de impulsión al local no debe ser superior a 60°C, se adopta de 40°C a 50°C; mientras que en la práctica se adopta valor de salto térmico tI-tA en 30°C.

Para la selección del equipo se adopta un margen del 20 al 30% de seguridad.



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD
DE INGENIERÍA

INSTALACIONES I

CRITERIOS DE DISEÑO DE CONDUCTOS



INSTALACIONES I

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

CRITERIOS DEL DISEÑO DE CONDUCTOS

Para efectuar el tendido de conductos hay que tener en cuenta lo siguiente:

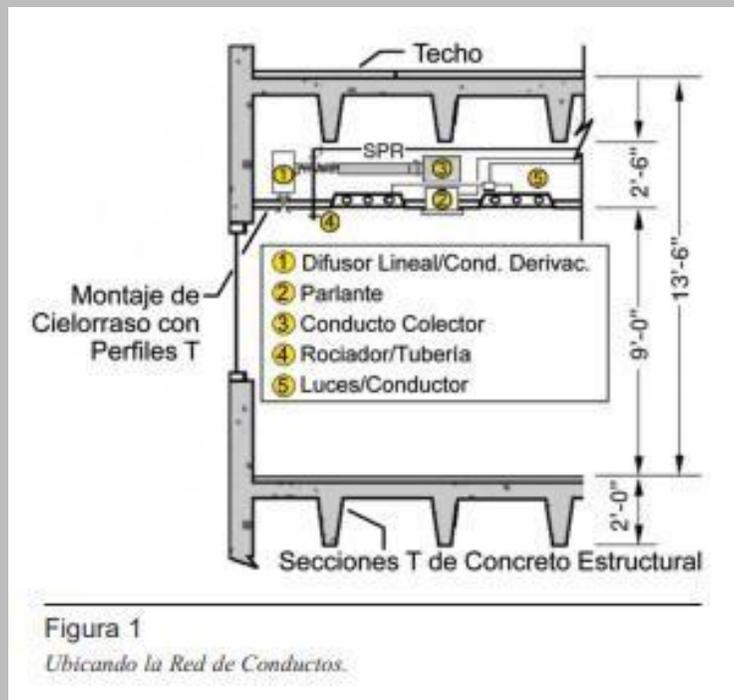
- DISPONIBILIDAD DE ESPACIO.
- COSTO DE INSTALACIÓN.
- PERDIDA POR FRICCIÓN DEL AIRE.
- NIVEL DE RUIDO ADMISIBLE.
- TRANSFERENCIAS DE CALOR Y FUGAS
- REQUERIMIENTOS DE CÓDIGOS Y ESTÁNDARES

INSTALACIONES I

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

CRITERIOS DEL DISEÑO DE CONDUCTOS

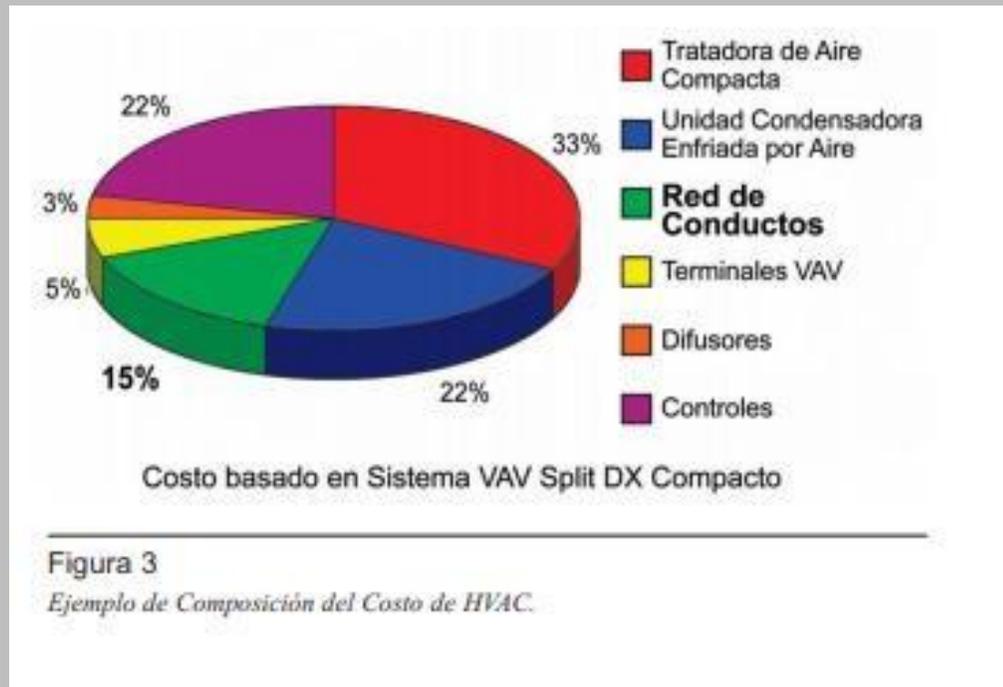
-DISPONIBILIDAD DE ESPACIO.



CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

CRITERIOS DEL DISEÑO DE CONDUCTOS

-COSTO DE LA INSTALACIÓN.





CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

CRITERIOS DEL DISEÑO DE CONDUCTOS

-PÉRDIDA POR FRICCIÓN.

-Se ve afectada por:

DIMENSIÓN Y FORMA DEL CONDUCTO – LOS CONDUCTOS REDONDOS CON POCO CAMBIO DE TAMAÑO SON LOS MÁS EFICIENTES TANTO PARA EL TRABAJO COMO PARA LA POTENCIA DEL VENTILADOR.

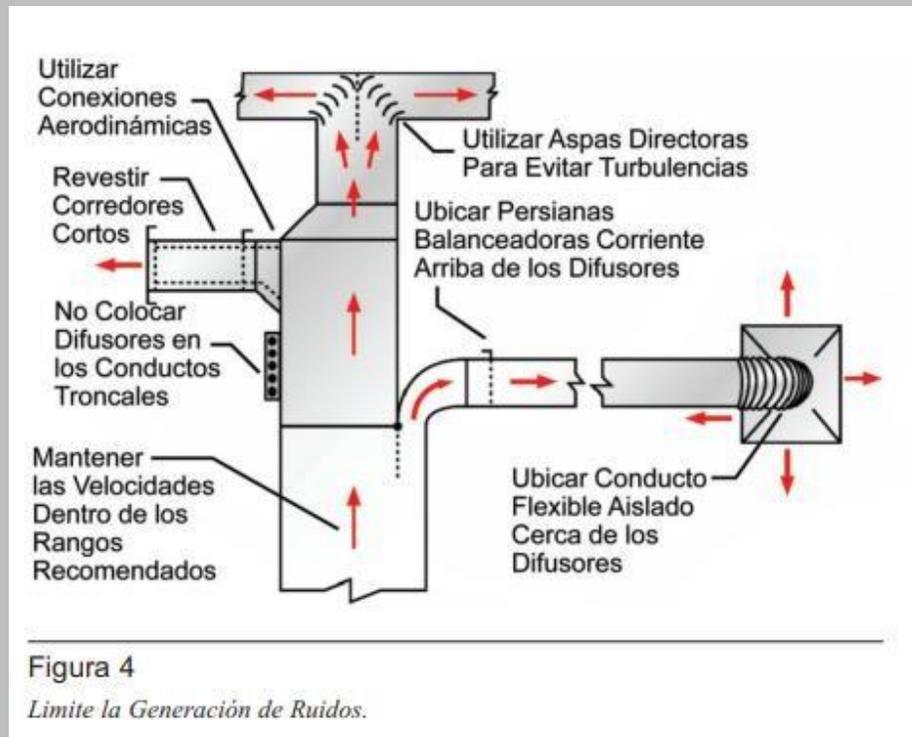
MATERIAL

CONEXIONES UTILIZADAS

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

CRITERIOS DEL DISEÑO DE CONDUCTOS

-NIVEL DE RUIDO.



INSTALACIONES I

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

CRITERIOS DEL DISEÑO DE CONDUCTOS

-TRANSFERENCIAS DE CALOR Y FUGAS.

Nivel Mínimo del Sellado de Conductos

ASHRAE 90.1
Tabla 8A

Ubicación del Conducto	Tipo de Conducto			
	Alimentación		Descarga	Retorno
	≤ 500Pa.	> 500 Pa		
En el Exterior	A	A	A	A
Espacios No Acondicionados	B	A	B	B
Espacios Acondicionados				
Conductos Ocultos	C	B	B	C
Conductos expuestos	A	A	B	B

Niveles del Sellado de Conductos

ASHRAE 90.1
Tabla 8B

Nivel del Sellado	Requerimientos del Sellado *
A	Todas las uniones transversales y costuras longitudinales, y penetraciones del conducto en el muro. No se utilizará cinta sensible a la presión como el principal sellador.
B	Todas las uniones transversales y costuras longitudinales. No se utilizará cinta sensible a la presión como el principal sellador.
C	Uniones transversales únicamente

Figura 5

Sellado de los Conductos. Reimpreso con autorización de ASHRAE 90.1 Copyright (2001) Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado, Inc (www.ASHRAE.org)



CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

CRITERIOS DEL DISEÑO DE CONDUCTOS

-CÓDIGOS Y ESTÁNDARES.

Diversos códigos y estándares

abordan importantes elementos del sistema de conductos concernientes a:

- Seguridad de Vida*
- Construcción*
- Conservación de Energía*



CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

CRITERIOS DEL DISEÑO DE CONDUCTOS

-MÉTODOS DE DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTOS

FRICCIÓN CONSTANTE - Los conductos son dimensionados para una pérdida por fricción igual por unidad de longitud.

FRICCIÓN CONSTANTE MODIFICADO

RECUPERACIÓN ESTÁTICA.



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD
DE INGENIERÍA

INSTALACIONES I – 2021 –

PROCESO DE DISEÑO DE CONDUCTOS



INSTALACIONES I

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

PASOS DEL PROCESO DE DISEÑO DE CONDUCTOS

- DETERMINAR LA CANTIDAD DE ZONAS .
- LLEVAR A CARGO LA ESTIMACIÓN DE CARGAS – EN ESTE CASO CARGAS DE CALEFACCIÓN.
- DETERMINAR FLUJOS DE AIRE DE ESPACIO, ZONAS
- SELECCIONAR MATERIAL, FORMA Y AISLACIÓN DE CONDUCTOS
- DISEÑAR RED DE CONDUCTOS DESDE EQUIPO A ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN
- RESUMIR FLUJOS Y ROTULAR ESQUEMA DE CONDUCTOS
- DIMENSIONAR LA RED DE CONDUCTOS DESDE EL VENTILADOR HACIA LAS EXTREMIDADES



INSTALACIONES I

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

Cálculo de caudal de aire

Para determinar caudal de aire se tiene en cuenta:

- **Carga de calefacción determinada en BTI**
- **Temperatura interior**
- **Temperatura de alimentación a la salida del equipo**

La expresión para obtener el caudal en "m³/hs"

$$C = Q_T / (0,29 \times (t_I - t_A)) = \quad (\text{m}^3 / \text{hs})$$

Mientras que si queremos determinar el caudal el "m³/min", debemos multiplicar el divisor por 60 min / hs, quedando la expresión de la siguiente forma:

$$C = Q_T / (17 \times (t_I - t_A)) = \quad (\text{m}^3 / \text{min})$$

INSTALACIONES I **CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCIÓN POR AIRE**

Diseño y cálculo de red de conductos

Se debe plantear qué tipo de conducto se utilizará, y determinar la cantidad de montantes en función de las limitaciones de espacio:

SECCIÓN:

- Circular
- Cuadrado
- Rectangular

TIPO DE MATERIAL:

- Chapa galvanizada
- Fibra de vidrio
- Aluminio
- Paneles rígidos de lana de vidrio
- Mampostería
- Plástico

MONTANTES HORIZONTALES O VERTICALES:

- Exteriores
- Interiores
- Tipo de revestimiento
- Tipo de aislamiento



INSTALACIONES I

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

Ubicación de Bocas

Luego de determinar el caudal a ingresar al local, debemos:

- **Ubicar bocas de inyección:**
 - Alcance
 - Velocidad de aire
 - Presión de aire
 - Distribución
 - Barrido
- **ubicar bocas de retorno**
 - Distribución
 - Ruido

buscando siempre el sitio más apropiado para atacar las superficies frías.

La selección de éstos elementos se realiza por medio de ábacos

Debe tenerse en cuenta para la selección, las velocidades de salida recomendadas de acuerdo al tipo de actividad a desarrollarse en el local:

Vivienda familiar:	$v = 300 \text{ m / min}$ (aproximadamente)
Salón Comercial:	$v = 400 \text{ m / min}$ (aproximadamente)
Industria:	$v = 450 \text{ m / min}$ o más



INSTALACIONES I

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

Diseño y cálculo de red de conductos

A diferencia del cálculo de cañerías para calefacción por agua caliente en donde las singularidades (curvas, codos, te, etc.) estaban bien definidas debido a que su fabricación está normalizada, en el caso de los conductos se fabrican a medida según cálculo:

- **Las dimensiones varían en función al caudal**
- **Las formas y piezas difieren de acuerdo a la figura y al elemento que la componga (guiadores, desviadores, etc.).**

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

Diseño y cálculo de red de conductos

Para el dimensionamiento de conductos se parte de la ecuación fundamental del cálculo de canalizaciones:

$$R = 8,27 \times 10^{-2} \times \lambda \times Cs^2 \times \frac{y}{d^5}$$

En donde:

R: pérdida de presión por metro
(mmca) Cs: Caudal de aire
(m³/seg)

Y: peso específico del
aire (kg/m³) d: Diámetro
conducto

Λ: coeficiente de frotamiento (sin unidad)

Si se considera un tramo recto de una conducción de longitud "l", por la cual circula un caudal constante en la unidad de tiempo se produce una caída de presión entre el punto inicial y el final, esto es debido al frotamiento y se denomina "**pérdida de carga**", la que se considera proporcional a lo largo de la longitud "l".

Al gradiente hidráulico o pérdida de carga lo vamos a nombrar "R", y es constante a lo largo de toda la canalización y se lo fija de modo que la velocidad máxima de circulación no sea excesiva.

INSTALACIONES I – 2021 –

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

Diseño y cálculo de red de conductos

La expresión para determinar la **pérdida de carga** es semejante a la aplicada para el cálculo de cañerías para calefacción por agua caliente, y es:

$$H = \Sigma R \times L + \Sigma Z + \Sigma Z'$$

En donde:

H: presión eficaz producida por el ventilador (mmca)

Σ : R: sumatoria de las pérdidas de presión por frotamiento en las partes rectas de los tramos de conductos que constituyen circuito cerrado

Σ : L: sumatoria la longitud de los tramos rectos (m)

Z = singularidades (codos, curvas, te, etc.)

Z' = Accesorios (persianas, rejillas, difusores, filtros, etc.).

En nuestro caso:

$$Z = \Sigma v^2 \times \frac{L}{2g}$$

Entonces:

$$H = R (\Sigma L + \Sigma L_{eq}) + \Sigma Z'$$

INSTALACIONES I – 2021 –

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCIÓN POR AIRE

Diseño y cálculo de red de conductos

Por lo tanto, para calcular las pérdidas de carga debemos aplicar dos relaciones muy importantes para determinar sin error la contrapresión del ventilador del equipo, que son:

1. Relación de lados: **A / B**
2. Relación Radio – Altura: **R / B**

TABLA PARA CODO DE RADIO DE SECCIÓN RECTANGULAR

A / B	R / B				
	0,5	0,75	1,00	1,25 (*)	1,50
	RELACIÓN L / A (**)				
0,5	33	14	9	5	4
1	45	18	11	7	4
3	80	30	14	8	5
6	125	40	18	12	7

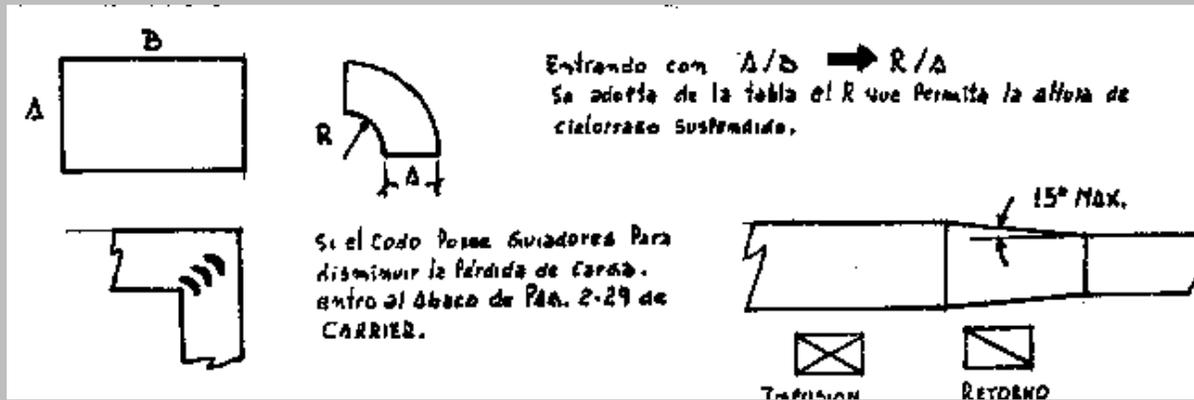
(*) 1,25 es el valor Standard para un codo de radio completo sin guías.

(**) Están en metros, donde "A" es la dimensión del conducto representada en el dibujo, "L" es la Longitud Adicional Equivalente del conducto añadido al conducto medido. La Longitud Equivalente "L" es igual a "A" multiplicada por la relación indicada



CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

4) Diseño y cálculo de red de conductos



Con éstas dos relaciones, ingresamos a la tabla y obtenemos un valor, que afectado al diámetro equivalente del conducto para ese tramo, **nos da la longitud equivalente correspondiente a esa singularidad.**



CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

4) Diseño y cálculo de red de conductos

CUADRO 2-VI. TABLA PRÁCTICA DE LONGITUD EQUIVALENTE DE CONDUCTOS (en metros)

Díámetro (en cm)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
Codo recto (cigüeta)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
Codo recto (sigüeta)	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
Curva 90°	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Curva 45°	0,5	0,75	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	
T (paso recto)	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
T (paso lateral)	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	13,5	15	16,5	18	19,5	21	22,5	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51

Pérdidas de presión en elementos.

Valores prácticos: Z'

Filtro metálico de aire (estándar)	5	mmca
Filtro de lana de vidrio	5	mmca
Persiana fija tipo celosía	1,5	mmca
Persiana regulable	1,5	mmca
Filtro acústico	1	mmca
Eliminador de gotas	1,5	mmca
Baterías de calefacción y refrigeración:	2,5	mmca por hilera

INSTALACIONES I

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

Diseño y cálculo de red de conductos

El método de cálculo de conductos que vamos a utilizar es el de **“Pérdida de Carga Constante o Igual Fricción”**, para ello utilizaremos el correspondiente ábaco, del que obtenemos el diámetro circular, siguiendo la siguiente metodología:

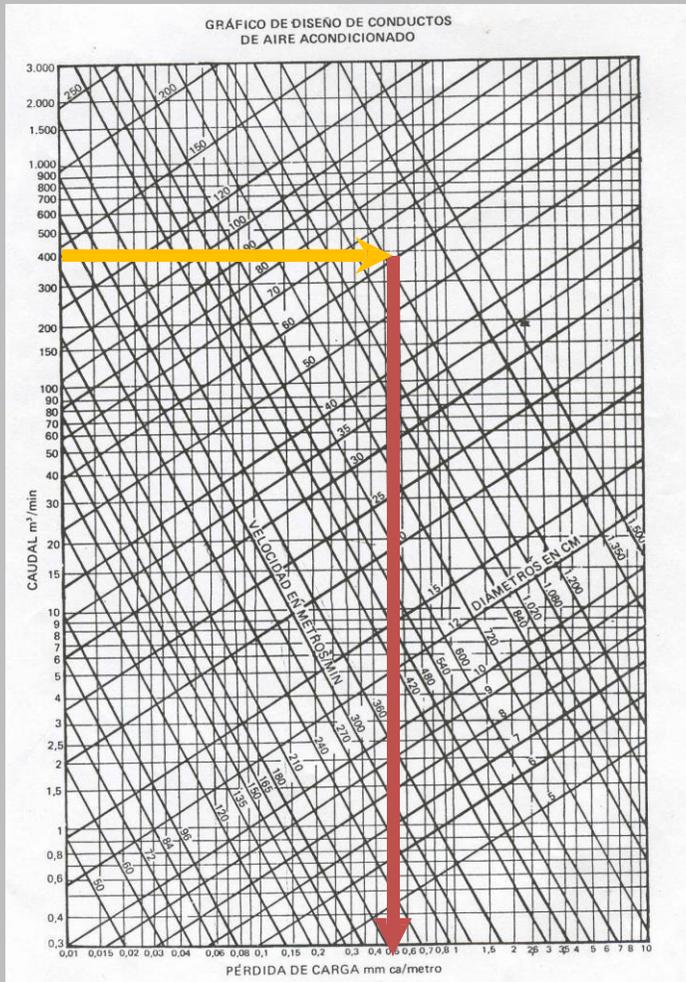
1. Fijamos la **velocidad recomendada** a la salida del equipo de acuerdo al tipo de actividad a desarrollar en el local.
2. Ingresamos con el **caudal total** determinado en base a la carga térmica obtenida en Balance Térmico de Invierno.
3. Trazamos la horizontal hasta cortar la curva de la velocidad fijada.
4. Determinamos un punto en el que vamos a encontrar la curva correspondiente al diámetro del conducto para ese caudal y esa velocidad.
5. Bajando verticalmente, **obtenemos el valor de “R” o pérdida de carga en mm.c.a./m** de conducto.
6. Esta línea de vertical, será nuestra línea de trabajo que representa la pérdida de carga unitaria **“R”** (mm.c.a /m), que debemos **mantener constante** durante todo el cálculo.



INSTALACIONES I

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

Diseño y cálculo de red de conductos



INSTALACIONES I

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

Diseño y cálculo de red de conductos

7. A partir de haber definido el diámetro inicial, la pérdida de carga unitaria "R", vamos **analizando cada tramo**, a los que les corresponderá **un caudal "C"**, una **velocidad "v"** y **un diámetro "F"**, manteniendo el **" R " constante**.
8. El concepto de Tramo es que: "Transportan el mismo caudal, a una misma velocidad y con una pérdida de carga R constante".
9. A medida que se van derivando caudales a distintos ramales, vamos descontando los mismos del ramal principal, lo que se, si observamos el ábaco, vemos que para cada nuevo caudal le corresponden un valor de velocidad y un diámetro (siempre con $R = \text{Constante}$).
10. El cálculo continúa hasta determinar todos los diámetros desde la salida del equipo hasta cada boca de impulsión y retorno, como así también todo el trazado de retorno desde cada reja hasta el pleno de retorno del equipo.
11. Una vez calculados los diámetros de todos los tramos, recurrimos a un segundo ábaco, en el que vamos a encontrar curvas correspondientes a diámetros de conductos, y en ordenadas y abscisas, las dimensiones de los lados (A y B) a adoptar para los conductos de sección cuadrada o rectangular según condiciones de diseño del proyecto.

INSTALACIONES I

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCIÓN POR AIRE

Diseño y cálculo de red de conductos

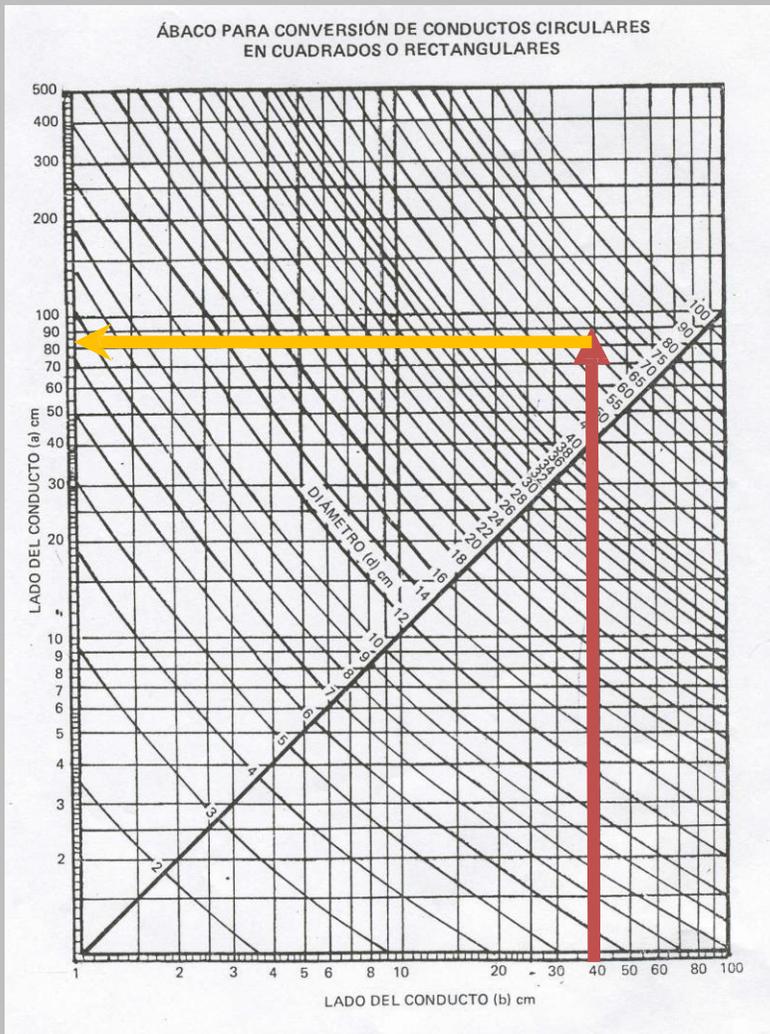


TABLA 6. DIMENSIONES DE CONDUCTOS, ÁREA DE LA SECCIÓN, DIÁMETRO EQUIVALENTE, Y TIPO DE CONDUCTO *

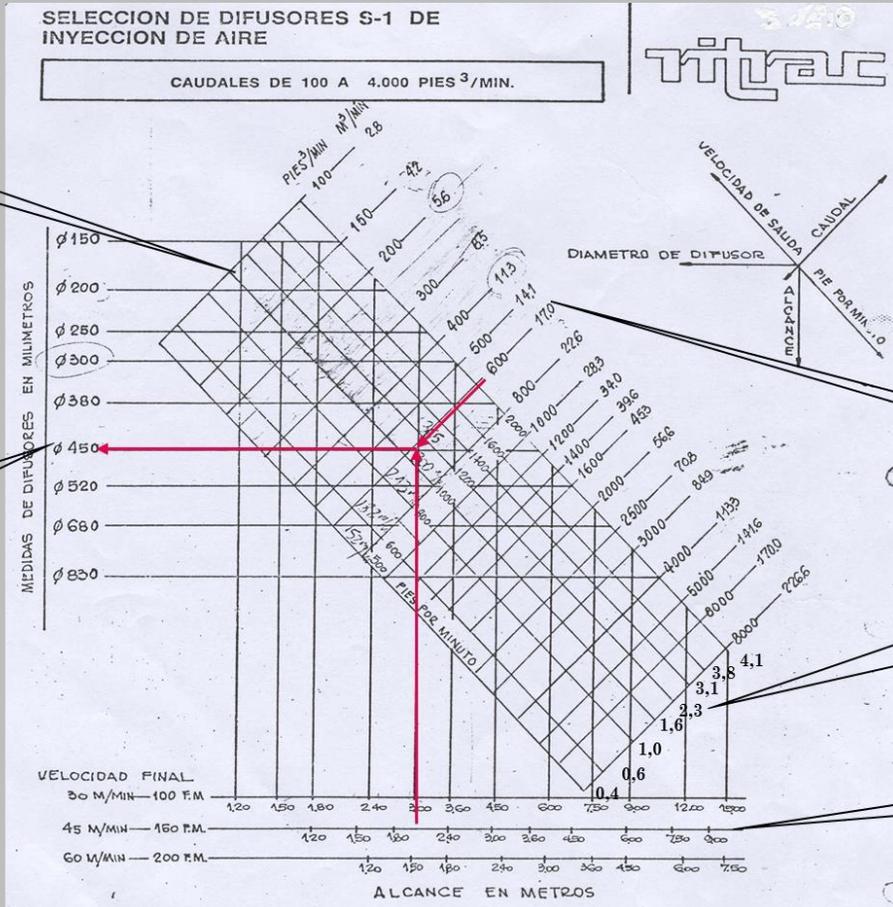
MEDIDAS DEL CONDUCTO (mm)	150		200		250		300		350		400		450		500		550		
	Sec. (m ²)	Dím. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Dím. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Dím. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Dím. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Dím. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Dím. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Dím. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Dím. equiv. (mm)	Sec. (m ²)	Dím. equiv. (mm)	
250	0,038	213	0,048	249	0,06	267													
300	0,042	231	0,057	272	0,071	302	0,087	333											
350	0,048	249	0,067	292	0,084	320	0,103	361	0,119	389									
400	0,056	264	0,075	308	0,094	340	0,116	384	0,134	414	0,154	445							
450	0,061	280	0,084	320	0,106	358	0,129	407	0,151	439	0,173	470	0,196	501					
500	0,067	292	0,082	343	0,117	384	0,142	427	0,168	460	0,182	496	0,216	520	0,242	556			
550	0,072	305	0,10	358	0,128	404	0,156	447	0,184	485	0,21	518	0,238	551	0,264	582	0,292	612	
600	0,078	315	0,107	371	0,139	422	0,168	465	0,198	503	0,229	541	0,257	574	0,288	607	0,316	638	
650	0,082	326	0,116	384	0,149	435	0,182	483	0,214	524	0,246	567	0,278	607	0,31	630	0,341	664	
700	0,088	335	0,123	395	0,168	450	0,193	498	0,229	541	0,265	602	0,301	620	0,333	658	0,368	689	
750	0,093	346	0,13	409	0,165	465	0,205	514	0,244	559	0,283	602	0,32	640	0,36	677	0,392	711	
800	0,099	356	0,137	419	0,178	478	0,218	529	0,26	578	0,301	620	0,341	661	0,381	698	0,418	734	
850	0,106	368	0,146	432	0,188	490	0,23	544	0,274	592	0,318	637	0,36	679	0,404	719	0,443	756	
900	0,109	374	0,153	442	0,198	504	0,242	556	0,288	607	0,338	656	0,378	698	0,424	736	0,467	778	
950	0,113	381	0,16	452	0,208	516	0,256	572	0,303	622	0,352	671	0,398	714	0,448	757	0,494	798	
1.000	0,118	389	0,167	463	0,216	526	0,267	585	0,318	637	0,368	686	0,418	732	0,469	775	0,517	816	
1.050	0,123	395	0,172	470	0,225	536	0,276	595	0,33	650	0,384	701	0,438	747	0,492	793	0,54	834	
1.100	0,128	404	0,18	480	0,233	548	0,288	607	0,343	662	0,401	716	0,453	762	0,513	810	0,563	852	
1.150	0,132	412	0,186	488	0,242	558	0,298	618	0,359	678	0,416	735	0,472	777	0,534	825	0,586	869	
1.200	0,137	419	0,193	498	0,25	567	0,31	630	0,373	691	0,43	742	0,491	793	0,553	841	0,611	887	
1.250		0,198	505	0,26	577	0,32	641	0,384	701	0,448	767	0,51	808	0,573	856	0,633	903		
1.300		0,205	514	0,27	587	0,33	651	0,398	714	0,463	770	0,53	824	0,584	871	0,636	915		
1.350		0,212	521	0,276	595	0,343	664	0,41	724	0,478	782	0,546	838	0,614	896	0,679	935		
1.400		0,218	531	0,288	605	0,354	674	0,422	734	0,482	793	0,563	849	0,636	902	0,702	951		
1.450		0,225	536	0,298	615	0,365	684	0,434	744	0,507	806	0,58	852	0,654	915	0,724	965		
1.500		0,237	544	0,303	623	0,376	694	0,448	756	0,523	819	0,602	876	0,673	927	0,747	983		
1.600		0,244	559	0,32	640	0,382	709	0,472	778	0,548	841	0,638	902	0,714	958	0,79	1.028		
1.700			0,336	656	0,418	729	0,487	799	0,58	852	0,665	923	0,752	981	0,831	1.034			
1.800		0,365	674	0,436	746	0,527	820	0,61	885	0,697	946	0,788	1.054	0,878	1.053				
1.900		0,38	695	0,454	762	0,543	834	0,632	900	0,735	971	0,824	1.029	0,923	1.088				
2.000		0,384	701	0,478	782	0,57	854	0,67	925	0,788	991	0,863	1.052	0,961	1.113				
2.100			0,502	800	0,594	876	0,688	946	0,688	946	0,792	1.009	0,8	1.075	0,988	1.133			
2.200			0,517	813	0,616	897	0,73	966	0,827	1.030	0,934	1.095	1,036	1,152					
2.300			0,538	828	0,64	905	0,758	952	0,868	1.056	0,962	1.113	1,081	1,177					
2.400			0,548	839					0,88	996	0,988	1.070	0,988	1.130	1,118	1.200			
2.500			0,685	937	0,685	937	0,787	1.020	0,907	1.080	1,048	1,155	1,138	1.210					
2.600			0,704	951	0,824	1.030	0,94	1.105	0,972	1.172	1,202	1.240							
2.700			0,731	966	0,852	1.045	0,962	1.119	1,11	1.194	1,238	1.281							
2.800			0,75	981	0,88	1.053	1,005	1.135	1,138	1.205	1,275	1.278							
2.900			0,908	1.079	1,040	1.239	1,166	1.222	1,32	1.303									
3.000			0,926	1.090	1,068	1.259	1,21	1.248	1,33	1.308									
3.100			0,94	1.105	1,1	1.285	1,238	1.260	1,327	1.331									
3.200			0,953	1.120	1,12	1.297	1,277	1.279	1,432	1.353									
3.300			1,156	1.216	1,302	1.292	1,46	1.358											
3.400			1,185	1.231	1,334	1.310	1,498	1.380											
3.500			1,22	1.241	1,352	1.321	1,525	1.397											
3.600			1,23	1.252	1,397	1.344	1,551	1.414											

* Los números de mejor tamaño que figuran en la tabla indican la clase de conducto.

INSTALACIONES I

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCIÓN POR AIRE

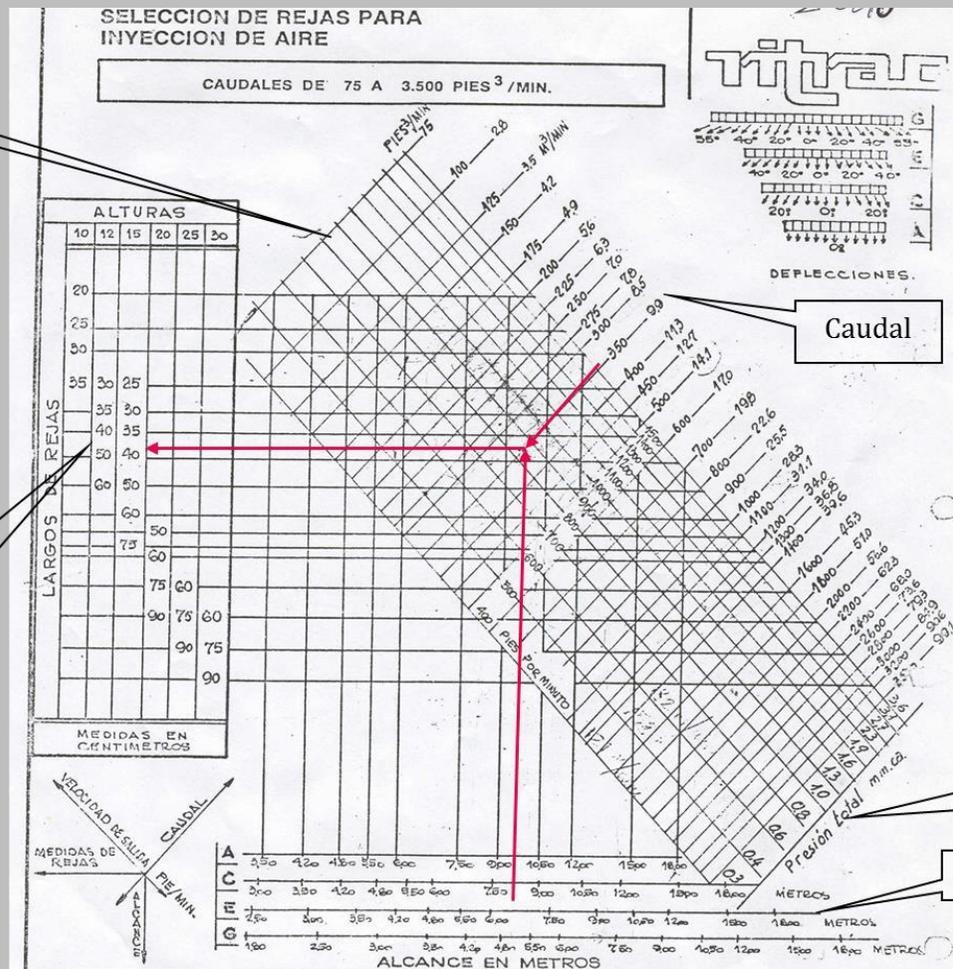
Diseño y cálculo de red de conductos



INSTALACIONES I

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCION POR AIRE

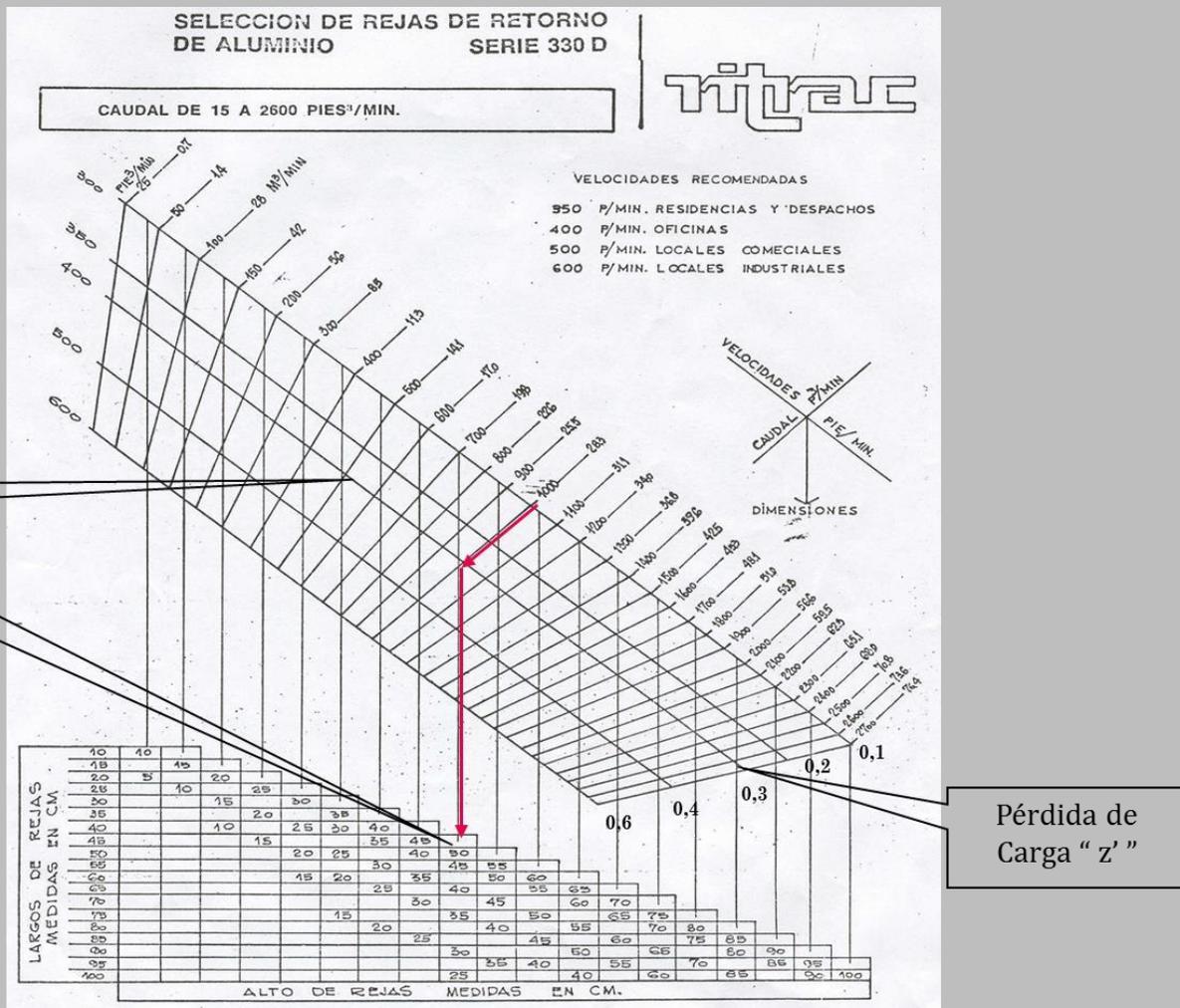
Diseño y cálculo de red de conductos



INSTALACIONES I

CÁLCULO DE CONDUCTOS PARA CALEFACCIÓN POR AIRE

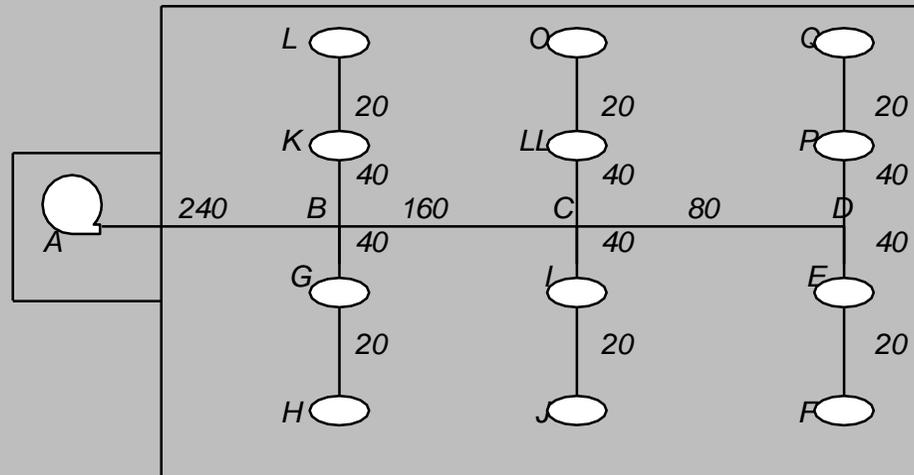
Diseño y cálculo de red de conductos



INSTALACIONES I

EJEMPLO DE CÁLCULO RED DE CONDUCTOS Y ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE

Descripción Local a acondicionar: Local destinado a oficinas con el tendido de conductos de inyección, ubicación de bocas de inyección y equipo en sala de máquinas.



Temperatura de inyección =	t_i	=	40 °C
Temperatura del local =	t_a	=	21 °C
Calor Sensible Interior =	Q_{si}	=	77.520 Kcal/h

INSTALACIONES I

EJEMPLO DE CÁLCULO RED DE CONDUCTOS Y ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE

- **Cálculo de caudal de Aire:**

$$C = Q_t / (17 \times \Delta t) = \frac{77.520 \text{ Kcal/h}}{17 \times (40 - 21) \text{ }^\circ\text{C}} = 240 \text{ m}^3/\text{min}$$

Consideramos que el caudal a entregar por boca se distribuye en iguales cantidades, por lo que resulta:

$$C_u = \frac{240 \text{ m}^3/\text{min}}{12 \text{ bocas}} = 20 \text{ m}^3/\text{min}$$

- *Fijamos la velocidad inicial a la salida del ventilador:*

$$V_s = 450 \text{ m/min}$$

- *Caudal total a la salida del ventilador:*

$$C = 240 \text{ m}^3/\text{min}$$

- *Cálculo de tramos de conductos:*

Procedimiento:

1. Entramos en el ábaco de cálculo de conductos con el caudal total (**C**)
2. Trazamos en forma imaginaria una línea horizontal hasta la velocidad adoptada (450 m/min)
3. Desde ese punto, trazamos una recta vertical o de operación hasta la base del ábaco, en donde determinamos la pérdida de carga unitaria (**R**) expresada en mm.c.a / m. Asimismo, el punto de encuentro entre la horizontal y la recta de velocidad, determina el diámetro correspondiente al tramo inicial para el caudal total, obteniendo los siguientes valores:

$$R = 0,07 \text{ mmca / m}$$

$$F = 80 \text{ cm}$$

INSTALACIONES I

EJEMPLO DE CÁLCULO RED DE CONDUCTOS Y ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE

TRAMO	DIÁMETRO (cm)	SECCIÓN (cm)
A – B	85	160 x 40
B – C	70	100 x 40
C – D	55	60 x 40
BK – BG – CLL – CI – DE – DP	40	45 x 30
EF – PQ – IF – LLO – KL – GH	32	30 x 30

1. Determinación del circuito más desfavorable

TRAMO EQUIVALENTE	DIÁMETRO (cm)	SINGULARIDAD	LONG.
A – B	85	Codo conexión ventilador Φ 85	17 mts
B – C	70	T de paso Φ 70	7 mts
C – D	55	T de paso Φ 55	5,5 mts
D – E	40	Curva 90° Φ 40	4 mts
E – F	32	Conexión a Dif. T de paso Φ 32	3 mts

Si
$$H = \sum R (L + L_{eq}) + \sum z'$$

TRAMO	Φ	SECCIÓN	Long. Tramo	Leq	Long.
Total	cm	cm	mts	mts	mts
A – B	85	160 x 40	12	17	29
B – C	70	100 x 40	6	7	13
C – D	55	60 x 40	6	5,5	11,5
D – E	40	45 x 30	3	4	7
E – F	32	30 x 30	6	3	9
$\sum (L + Leq)$					69,5

$$H = \sum R (L + L_{eq}) + \sum z' = 69,5 \text{ mts} \times 0,07 \text{ mmca/m} = \underline{\underline{4,86 \text{ mmca} = H}}$$

INSTALACIONES I

EJEMPLO DE CÁLCULO RED DE CONDUCTOS Y ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE

1. *Determinación de z'*

Elemento	Pérdida de carga (mmca)
Difusor	1,7
Reja de retorno	1
Filtro de aire	5
Persiana regulable	1,5
Batería refrigeración 4 hileras	10
$\Sigma z'$	19,2 mmca

2. *Pérdida de carga Total:*

$$H = \Sigma R (L + L_{eq}) + \Sigma z' = 4,86 \text{ mmca} + 19,2 \text{ mmca} =$$

$$\underline{\underline{H = 24,06 \text{ mmca}}}$$

3. *Resumen:*

El equipo deberá tener las siguientes características:

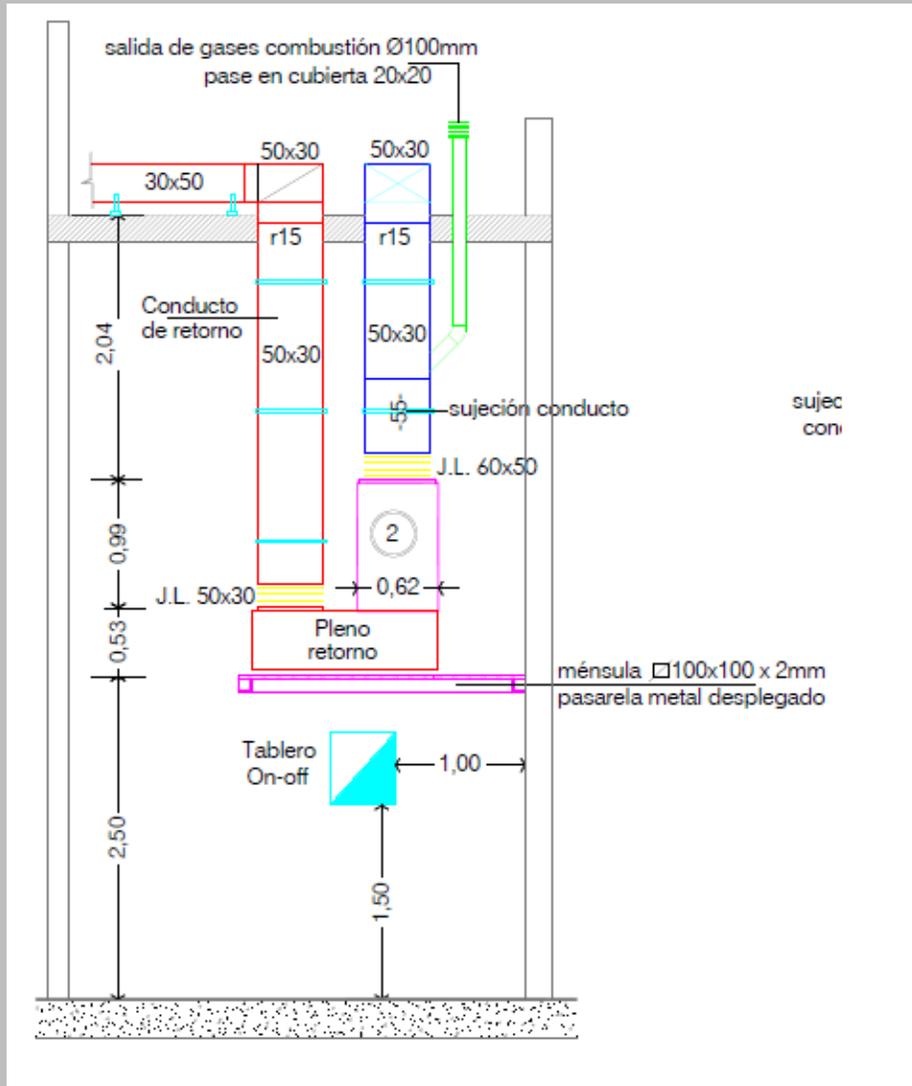
$$\text{Caudal de Aire} = 240 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{Contrapresión del ventilador} = 24,06 \text{ mmca}$$

Para calcular retorno se realiza de la misma manera que inyección sólo que se hace el planteo de rejillas de retorno (sólo en locales que llevan retorno), y se saca un 20% de caudal que corresponde a TAE.

INSTALACIONES I

GRAFICACIÓN





UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD
DE INGENIERÍA

INSTALACIONES I

MUCHAS GRACIAS!!!