



MANUAL TÉCNICO

Instalación de conductos de climatización desde cero

Guía profesional para el dimensionado, despiece, fabricación, montaje y puesta en marcha de redes de conductos en aire acondicionado y ventilación.

Edición: Junio 2026 · v1.0 · 1ª edición

Autor: Equipo técnico Fleviath — Neo Arcadia Core

Web: fleviath.com

Distribución libre acompañada de la atribución original.

Cómo usar este manual

Este documento recoge los **matices necesarios** para dimensionar y montar una red de conductos de climatización desde cero. Está escrito para el oficio: montadores, encargados de taller, técnicos en obra y formadores. La teoría se explica solo en lo que afecta a las decisiones reales; el resto va en notas o se referencia a la normativa.

Cómo está organizado.

Los *capítulos 1–4* cubren los conceptos y los datos de partida. Los *5–8* son el cuerpo técnico: trazado, dimensionado, despiece y materiales. Los *9–10* aterrizan en obra: montaje, equilibrado y puesta en marcha. El *11* referencia la normativa española y europea aplicable. El *12* es un caso práctico paso a paso que puedes seguir como plantilla.

Convenciones

Unidad	Uso
m ³ /h	Caudal volumétrico de aire
m/s	Velocidad del aire en el conducto
Pa	Presión estática (pérdida de carga)
Pa/m	Pérdida unitaria por fricción
mm	Dimensiones de conductos y piezas
ε	Rugosidad absoluta del material
D _{eq}	Diámetro equivalente (Huebscher)
D _h	Diámetro hidráulico

Avisos de seguridad

Trabajos en altura, soldadura, herramienta de corte. Este manual cubre *diseño y fabricación* de redes de conductos, no la seguridad laboral del oficio. Aplica siempre el plan de prevención de tu empresa (EPI, andamios certificados, extracción de humos en soldadura, formación específica).

Índice

1. Qué es una red de conductos

Conceptos básicos, tipos de instalaciones, función del conducto.

2. Materiales y formatos comerciales

Chapa galvanizada, fibra (Climaver), flexible. Tableros, espesores, accesorios.

3. Datos de partida del proyecto

Caudales por estancia, propiedades del aire, presión disponible del equipo.

4. Tipos de equipo HVAC

Split conducto, fancoil, UTA, roof-top, recuperador. Rangos típicos de presión.

5. Trazado de la red

Topología, recomendaciones de diseño, posición de difusores y rejillas.

6. Dimensionado tramo a tramo

Métodos, fórmulas, normalización, aspectos. Cálculo del tramo crítico.

7. Pérdida de carga

Por fricción y por accesorios. Equilibrado de presiones.

8. Despiece y fabricación

Tipos de pieza, desarrollos 2D, sistemas de unión, lista de corte.

9. Montaje en obra

Soportes, conexiones, estanqueidad, aislamiento.

10. Puesta en marcha y equilibrado

Medición de caudales, ajuste de compuertas, pruebas finales.

11. Normativa y buenas prácticas

RITE, UNE-EN, Climaver, SMACNA, ASHRAE.

12. Caso práctico paso a paso

Vivienda con split conducto: del caudal a la lista de corte.

13. Anexos

Tablas de diámetros normalizados, coeficientes K de accesorios, lista de comprobación.

1. Qué es una red de conductos

Una red de conductos es el conjunto de tubos, accesorios y soportes que llevan el aire impulsado o retornado entre el equipo HVAC y las estancias. Aparentemente es fontanería para aire; en la práctica es un **balance fino entre velocidad, ruido, espacio disponible y pérdida de carga**.

1.1 Función de la red

- **Impulsión:** distribuye el aire tratado (frío, caliente o renovado) hasta los difusores de cada estancia.
- **Retorno:** recoge el aire de las estancias hacia el equipo para tratarlo otra vez (ciclo cerrado) o expulsarlo (extracción).
- **Renovación:** introduce aire exterior y expulsa aire viciado (toma de aire + extracción).

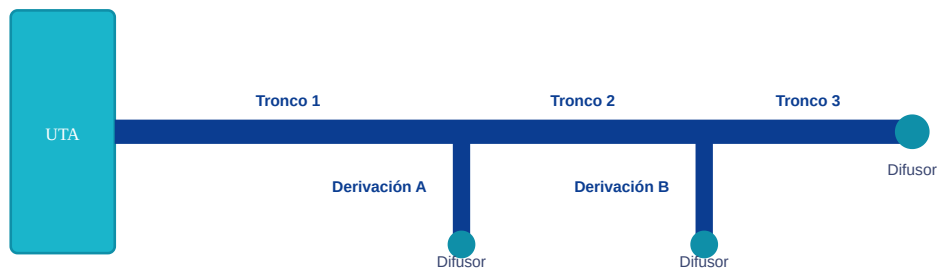
1.2 Tipos de instalaciones

Tipo	Descripción	Casos típicos
Split conducto	Unidad interior oculta en falso techo con red corta. Presión disponible baja (50–150 Pa).	Viviendas, oficinas pequeñas, locales hasta 200 m ²
Fancoil	Unidad terminal de agua con red corta. 80–200 Pa.	Habitaciones de hotel, despachos individuales
UTA	Unidad de tratamiento de aire grande con red ramificada larga. 400–1500 Pa.	Centros comerciales, hospitales, oficinas grandes
Roof-Top	Equipo compacto en cubierta con red descendente. 200–500 Pa.	Naves, supermercados, restaurantes grandes
Recuperador entálpico	Doble red (impulsión + extracción) con intercambio. 100–300 Pa.	Viviendas con ventilación mecánica, oficinas

1.3 Anatomía de un tramo

Un tramo es el segmento entre dos puntos del recorrido: un cambio de sección, un codo, una derivación o una boca de salida. Conceptualmente cada tramo tiene:

- Un **caudal** que lo atraviesa (m³/h).
- Una **longitud** (m).
- Una **sección** (rectangular o circular) con sus dimensiones.
- Una **velocidad** real del aire (m/s).
- Una **pérdida de carga** por fricción más la de los accesorios.



Esquema básico: equipo origen + tronco principal + 2 derivaciones + 3 difusores. La red es siempre un árbol; nunca debe cerrarse en ciclo.

2. Materiales y formatos comerciales

2.1 Comparativa

Material	Rugosidad ϵ	Espesor	Ventajas	Inconvenientes
Chapa galvanizada	0.15 mm	0.6–1.2 mm	Robusto · estanco · presiones altas	Pesado · ruido · sin aislamiento térmico
Fibra (Climaver)	0.9 mm	25 mm panel	Aislante térmico+acústico · ligero · rápido	Solo presiones bajas/medias · sensible a la humedad
Flexible	3–5 mm	—	Para conexión final corta a difusor	Pérdida de carga alta · no se usa para tramos largos

Regla práctica. Para vivienda y locales pequeños con split conducto la fibra es la elección por defecto: aísla térmica y acústicamente sin trabajos adicionales. Para naves, hospitales y restaurantes con UTAs grandes se usa chapa.

2.2 Formatos de tablero/hoja

Material	Formato estándar	Notas
Panel fibra Climaver	1200 × 3000 mm	Espesor 25 mm. Acabado interior tejido de vidrio (R3) o aluminio (Plus).
Hoja chapa galvanizada	1000 × 2000 mm	Espesores 0.6, 0.8, 1.0 y 1.2 mm según presión y tamaño.
Flexible	Rollo 10 m	Diámetros normalizados 100–400 mm. Aislado o no.

2.3 Factor de merma

Al cortar los desarrollos en los tableros hay material que se descarta. La **merma típica es del 15 %** sin nesting (ordenación optimizada de piezas). Con nesting bien hecho baja al 8 %. Cuando estimes m² para compra, añade siempre la merma.

2.4 Sistemas de unión

CHAPA

FIBRA

Pittsburgh es el sistema estándar: pestaña de 12 mm enrollada en una de las dos piezas en L que forman el recto. Engatillado mecánico, sin tornillería.

Tipo S (snap-lock) usa un conector tipo S para unir dos piezas. Más rápido en montaje pero menos estanco para presiones altas.

El propio panel se pliega formando el conducto. Se usa **cinta de aluminio** sobre las uniones longitudinales y transversales para sellar.

El solape estándar es de **30 mm** (Climaver). Las uniones entre piezas se sellan con cinta + pegamento de contacto.

3. Datos de partida del proyecto

Antes de tocar el dimensionado necesitas **tres bloques de datos**: caudales por estancia, propiedades del aire y características del equipo. Si alguno falta, el cálculo es papel mojado.

3.1 Caudales por estancia

El caudal de cada estancia se obtiene por una de estas tres vías:

1. **Calculado por carga térmica** (proyecto de ingeniería). El proyectista te lo entrega ya en m³/h por estancia. Es lo deseable.
2. **Estimado por renovaciones/hora**: volumen de la estancia × renovaciones/h.
3. **Por difusor**: el catálogo del difusor te dice qué caudal mueve a la velocidad y nivel de ruido deseados.

RENOVACIONES/HORA TÍPICAS (ORIENTATIVO)

Estancia	Renovaciones/h	m ³ /h por persona (si aplica)
Vivienda — dormitorio	3–5	—
Vivienda — salón	4–6	—
Oficina general	4–6	30–45
Sala de reuniones	6–10	45
Comedor / restaurante	8–12	30
Cocina industrial	15–30	—
Aseos	10–15	—
Gimnasio / pabellón	6–8	50

Atención. Estos valores son orientativos. La **norma vinculante** en España es el **RITE** (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios) y el **CTE DB HS3** de ventilación. Verifica siempre los caudales mínimos exigidos por norma antes de empezar.

3.2 Propiedades del aire

El motor de cálculo necesita la **densidad ρ** y la **viscosidad μ** del aire. Ambas dependen de:

- **Temperatura de impulsión**: 10 °C en frío severo, 18–22 °C en neutro, 30–35 °C en calefacción por aire.

- **Altitud sobre el nivel del mar:** en Madrid (660 m) $\rho \approx 1.10 \text{ kg/m}^3$; a nivel del mar 1.20 kg/m^3 . La diferencia *importa* a la hora de comparar pérdidas de carga.
- **Humedad relativa:** efecto pequeño pero existe (el aire húmedo es menos denso).

$$\rho(T, h, HR) = p_d / (R_d \cdot T_K) + p_v / (R_v \cdot T_K)$$

p_d = presión aire seco · p_v = presión parcial de vapor · $R_d = 287.058 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ ·

$R_v = 461.495 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$

$$p(h) = 101325 \cdot (1 - 0.0065 \cdot h / 288.15)^{5.2561}$$

p en Pa, h altitud en metros (atmósfera estándar ISA)

En la práctica. Si tu instalación está a nivel del mar y trabajas con aire neutro $20 \text{ }^\circ\text{C}$, usa $\rho = 1.204 \text{ kg/m}^3$ y $\mu = 1.825 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ sin preocuparte más. Si dimensiones en zonas altas (Sierra, Pamplona, Toledo) o en regímenes muy cálidos, recalcula.

3.3 Datos del equipo

De la ficha técnica del equipo HVAC anota:

- **Caudal nominal** (m^3/h). Tu red no puede pedir más que esto.
- **Presión estática disponible** (Pa). Es el techo: la suma de pérdidas de toda la red debe quedar *por debajo*.
- **Potencia frigorífica y térmica.** Útil para validar que el equipo es adecuado al cálculo de cargas.
- **Refrigerante** (R32 / R454B / R290 / R410A). No afecta al cálculo del conducto pero conviene anotarlo para el libro de instalación.

4. Tipos de equipo y presiones típicas

Tipo	Presión disp. típica	Caudal típico	Donde se usa
Split conducto	50–150 Pa	500–2500 m ³ /h	Vivienda, oficina pequeña
Fancoil de conducto	80–200 Pa	300–1500 m ³ /h	Hotel, despacho
Recuperador entálpico	100–300 Pa	250–2000 m ³ /h	Vivienda VMC, oficina con renovación
Roof-Top	200–500 Pa	3000–20000 m ³ /h	Nave, supermercado
UTA grande	400–1500 Pa	5000–60000 m ³ /h	Centro comercial, hospital

Cuidado con sobredimensionar la red. Si la suma de pérdidas supera la presión disponible del equipo, el caudal real será menor que el de proyecto. Resultado: estancias frías/calientes, sensación de que "el equipo no empuja". Esto se diagnostica midiendo con anemómetro en los difusores tras la puesta en marcha; pero es preferible *evitarlo de raíz* verificando en el dimensionado.

4.1 Cómo verificar el ajuste

En Fleviath, una vez dimensionada la red, vas a *Materiales* → *Presión total de la red*. La barra coloreada compara la suma de pérdidas con la presión disponible:

- **Verde <80 %:** margen holgado, la red trabaja sobrada.
- **Ámbar 80–100 %:** ajustado, considera optimizar tramos críticos.
- **Rojo >100 %:** la red excede la presión del equipo. Rehaz el dimensionado.

5. Trazado de la red

5.1 Principio: red en árbol

La red de conductos es siempre **un árbol**: una raíz (el equipo) y tantas ramas como difusores. Nunca debe cerrarse en bucle. Esto simplifica enormemente el cálculo (cada tramo tiene un único caudal definido) y evita problemas de equilibrado.

5.2 Camino del tronco principal

- Si es posible, el tronco va por el **pasillo central** y se ramifica simétricamente. Distancias parecidas a cada difusor → equilibrado natural.
- Evita pasar por encima de estancias con exigencias acústicas estrictas (dormitorios). El aire en tronco va a 4–7 m/s y hace ruido.
- Mantén una **altura libre** de al menos 50 mm entre la parte superior del conducto y el forjado, para los soportes.
- Calcula primero el tronco, después las derivaciones. El tronco es siempre el tramo con más caudal.

5.3 Distancias y posiciones recomendadas

Elemento	Recomendación
Distancia entre equipo y primer codo	$\geq 3 \cdot D_{eq}$ (3 veces el diámetro) para que el flujo se estabilice antes de cambiar de dirección.
Distancia entre dos derivaciones	$\geq 1.5 \cdot D_{eq}$ entre el final de una y el principio de la siguiente.
Conexión a difusor	Tramo recto $\geq 2 \cdot D$ antes del difusor para flujo uniforme. El flexible final no debe ser > 1.5 m.
Codos	Radio interior $R \geq$ ancho del conducto (b). Cuanto mayor R, menor pérdida.
Reducciones	Ángulo total $< 30^\circ$ (15° por lado) para que no se desprenda el flujo.

5.4 Errores típicos a evitar

1. **Tronco que se hace pequeño aguas abajo.** Es correcto reducir la sección cuando se han dejado caudal en derivaciones; lo incorrecto es no recalcular y poner el mismo diámetro de tronco hasta el final.

2. **Derivaciones a 90° pegadas entre sí.** La turbulencia de la primera afecta a la segunda. Deja al menos $1.5 \cdot D$ entre ellas.

3. **Codos consecutivos sin tramo recto entre medias.** El flujo no recupera y la pérdida se multiplica.

4. **Velocidades altas cerca del difusor.** Si la velocidad final es > 4 m/s aparecerán silbidos. Reduce sección antes del difusor terminal.

6. Dimensionado tramo a tramo

6.1 Métodos

Hay dos métodos prácticos para dimensionar una red:

MÉTODO DE VELOCIDAD CONSTANTE

Fijas una velocidad recomendada para cada tipo de tramo (principal, derivación, terminal) y resuelves el área.

- Rápido, simple, intuitivo.
- El tronco queda con más pérdida unitaria que las derivaciones (proporciones distintas).
- Ideal para redes **pequeñas o medianas**.

MÉTODO DE PÉRDIDA CONSTANTE

Fijas una pérdida unitaria objetivo (típicamente 0.8–1.0 Pa/m) e iteras la dimensión hasta encontrarla.

- Equilibrio natural: todos los tramos tienen $\Delta p/L$ parecida.
- Mejor rendimiento energético global.
- Ideal para redes **grandes y ramificadas**.

6.2 Velocidades recomendadas

Tipo de tramo	Velocidad recomendada	Aviso si supera
Principal / tronco	4–7 m/s	> 8 m/s
Derivación	3–5 m/s	> 6 m/s
Terminal (cerca del difusor)	2.5–4 m/s	> 5 m/s

6.3 Fórmulas básicas

$$Q \text{ [m}^3\text{/s]} = Q \text{ [m}^3\text{/h]} / 3600$$
$$A \text{ [m}^2\text{]} = Q \text{ [m}^3\text{/s]} / v \text{ [m/s]}$$

A es la sección necesaria para mover el caudal Q a la velocidad v.

Circular: $D = \sqrt{4 \cdot A / \pi}$
Rectangular: $A = a \cdot b$ (eliges una dimensión, calculas la otra)

6.4 Diámetro hidráulico y equivalente

Para el cálculo de pérdida de carga no se usa la dimensión del rectángulo directamente, sino:

$$D_h = 2 \cdot a \cdot b / (a + b)$$

Diámetro hidráulico, define la longitud característica del flujo.

$$D_{eq} = 1.30 \cdot (a \cdot b)^{0.625} / (a + b)^{0.250}$$

Diámetro equivalente Huebscher (ASHRAE): el diámetro circular con misma pérdida que el rectangular a igual caudal.

6.5 Pérdida de carga por fricción

$$Re = \rho \cdot v \cdot D_h / \mu$$

Número de Reynolds (adimensional)

$$f = 0.25 / [\log_{10}(\epsilon / (3.7 \cdot D_h) + 5.74 / Re^{0.9})]^2$$

Factor de fricción de Swamee-Jain (turbulento, $Re > 4000$)

$$\Delta p/L = f \cdot (1/D_h) \cdot (\rho \cdot v^2 / 2)$$

Pérdida unitaria por fricción (Pa/m) – Darcy-Weisbach

$$\Delta p = (\Delta p/L) \cdot L$$

Pérdida total del tramo (Pa)

Diferencia clave entre fibra y chapa. A igual caudal y misma sección, la *fibra* tiene 6 veces más rugosidad que la *chapa* (0.9 vs 0.15 mm), por lo que su pérdida unitaria es mayor. Cambiar de chapa a fibra puede incrementar $\Delta p/L$ un 25–40 %. Tenlo en cuenta al elegir material.

6.6 Normalización

Los valores que salen del cálculo deben redondearse **al alza** a los tamaños comerciales disponibles.

DIÁMETROS NORMALIZADOS (SERIE R20)

100 · 125 · 150 · 160 · 180 · 200 · 224 · 250 · 280 · 315 · 355 · 400 · 450 · 500 · 560 · 630 · 710 · 800 · 900 · 1000 · 1120 · 1250 · 1400 · 1600 mm

LADOS RECTANGULARES

Múltiplos de **50 mm**. Por ejemplo: 200, 250, 300, 350, 400...

6.7 Relación de aspecto rectangular

La **relación a/b** no debería superar **4:1**. Ideal $\leq 3:1$. Más allá, el conducto pierde eficiencia (más superficie por mismo caudal) y es más complicado de fabricar. Si a/b sube de 4, replantea el trazado o sube a la siguiente medida del lado corto.

6.8 Iteración del tramo crítico

El **tramo crítico** es el camino con mayor pérdida acumulada desde el equipo hasta el difusor más lejano. Ese es el que determina si la red cabe en la presión disponible del equipo.

- 1 Dimensiona **todos los tramos** uno a uno con el método elegido.
- 2 Calcula la **pérdida total** de cada camino (suma de Δp de tramos + Δp de accesorios).
- 3 Identifica el camino más cargado. Si su pérdida total *supera* la presión disponible:
 - Aumenta una sección comercial el tronco principal.
 - Sustituye un codo 90° por dos de 45° con tramo recto entre medias.
 - Reorganiza el trazado para acortar el camino crítico.
- 4 Repite hasta que el camino crítico quepa cómodamente ($\leq 80\%$ de la presión disponible).

7. Pérdida de carga por accesorios

Además de la pérdida por fricción de cada tramo recto, cada **accesorio** (codo, derivación, reducción, boca) introduce una pérdida adicional que se cuantifica con un **coeficiente K**:

$$\Delta p_{\text{accesorio}} = K \cdot (\rho \cdot v^2 / 2)$$

K = coeficiente del accesorio · v = velocidad en el accesorio (m/s)

7.1 Coeficientes K típicos

Accesorio	K orientativo	Notas
Codo 90° circular, R/D ≈ 1, sin gajos	0.25	Con gajos: 0.35
Codo 90° rectangular, sin álabes	0.30	Con álabes guía: 0.10
Codo 45°	0.15	Mejor 2×45° que 1×90°
Codo flexible 90°	0.45	Evítalo si puedes
Derivación T 90° (caudal recto)	0.10–0.20	Depende de la proporción de caudales
Derivación T 90° (caudal lateral)	0.80–1.30	El brazo lateral pierde mucho
Reducción brusca (contracción)	0.20	Mejor reducción gradual
Expansión brusca	0.45	Evítala
Boca de aire — entrada al difusor	0.30–0.50	Según el tipo de difusor
Salida libre a atmósfera	1.00	Pérdida total de la velocidad

Truco práctico. Si no quieres calcular cada K, en redes domésticas se suele añadir un **10–15 %** a la pérdida por fricción para cubrir los accesorios. En redes grandes con muchas derivaciones, calcula los K reales tramo a tramo.

7.2 Longitud equivalente

Una forma alternativa de manejar las pérdidas locales: convertir cada accesorio en "metros equivalentes" de tubo recto que producirían la misma pérdida. Para un codo 90° con $K = 0.25$ y un tramo de 250 mm:

$$L_{\text{eq}} = K \cdot D_h / f$$

Equivale el codo a una longitud de recto de ≈ 3 m

7.3 Equilibrado por compuertas

Aun habiendo dimensionado bien, los caudales reales de cada difusor pueden no ser exactamente los del proyecto: las pérdidas son distintas entre los caminos cortos y largos. Para corregirlo se instalan **compuertas de regulación** en las derivaciones más cortas (que de natural llevarían más caudal del previsto). El equilibrado fino se hace en puesta en marcha midiendo con anemómetro.

8. Despiece y fabricación

Una vez dimensionados los tramos, hay que **convertirlos en piezas** fabricables. Cada cambio de dirección, sección o derivación es una pieza distinta que requiere un desarrollo 2D (la "plantilla" plana que se corta del tablero antes de plegar/engatillar).

8.1 Tipos de pieza

Pieza	Cuándo se usa	Notas
Recto	Tramos rectos de longitud comercial (típicamente 1, 1.25 o 1.5 m).	Pittsburgh en chapa · pieza única con solape en fibra.
Codo 90°	Cambio de dirección.	Circular: por gajos (3–7). Rectangular: garganta + trasdós + 2 laterales.
Reducción	Cambio de sección a lo largo del recorrido.	Concéntrica (centrada) o triangulada (rect → circ).
Derivación T / Y	Bifurcación de la red.	T a 90° o Y a 30–45°. La Y tiene menos K pero ocupa más espacio.
Tapa	Cierre del extremo del tronco si no llega a un difusor.	Plana, con o sin registro de limpieza.

8.2 Desarrollo plano

El **desarrollo** es la silueta plana que, al cortarse y plegarse o engatillarse, forma la pieza tridimensional. Cada tipo tiene su geometría:

- **Recto rectangular fibra:** tira plana de $(a+b+a+b+\text{solape}) \times L$ con 4 marcas de plegado entre caras.
- **Recto rectangular chapa:** dos piezas en L de $(a+b+\text{pestaña}) \times L$. Se unen por Pittsburgh.
- **Codo 90° circular:** 5 gajos consecutivos, cada uno con cortes sinusoidales en los extremos (la "silla").
- **Codo 90° rectangular:** garganta (rectángulo curvo desarrollado) + trasdós (idem, mayor) + 2 laterales (sectores de corona).
- **Reducción rect → rect:** 4 trapecios (2 caras "a", 2 caras "b") con longitudes oblicuas g_a y g_b .
- **Reducción rect → circular:** 16 triángulos por triangulación de un círculo discretizado en 12 puntos contra los 4 vértices del rectángulo.
- **Derivación T circular:** cilindro principal + cilindro derivado con corte en "silla de montar" (curva senoidal) para acoplar.

En Fleviath. Cada desarrollo se genera automáticamente con sus cotas en mm, líneas de corte y líneas de plegado diferenciadas, y se descarga como SVG o se embebe en el PDF del proyecto. Sustituye el trabajo manual de dibujar plantillas en papel.

8.3 Pestañas y solapes

CHAPA — PITTSBURGH

Pestaña de 12 mm en uno de los lados que se engatilla con la pieza adyacente. Se enrolla con dobladora manual o automática.

En la pieza despiezada aparece como un rectángulo de 12 mm extra en el lado destinado a la unión.

FIBRA — SOLAPE

Banda de panel de 30 mm que sobresale para pegarse encima del lado contrario y sellarse con cinta de aluminio.

En la pieza despiezada aparece como ese rectángulo extra en el lado destinado al cierre del tubo.

8.4 Lista de corte

Por cada pieza de la red, el despiece genera:

- **Líneas de corte** (perímetro real, lo que separa material del retal).
- **Líneas de plegado** (marcas internas que indican dónde doblar).
- **Área de material consumido** (m²) — para sumar al total del proyecto.
- **Cotas en mm** de cada lado.

9. Montaje en obra

9.1 Soportes

Tipo	Separación máxima	Comentario
Conducto chapa rectangular hasta 600 mm	2.5 m	Soporte tipo abrazadera + perfil
Conducto chapa rectangular > 600 mm	2.0 m	Triángulo de soporte + tirantes
Conducto chapa circular	3.0 m	Cinta abraza-tubo
Conducto fibra	2.0 m	Sin abrazaderas que aplasten el panel

Los soportes deben permitir **dilatación** longitudinal: la chapa se dilata $\sim 0.012 \text{ mm/m}\cdot^{\circ}\text{C}$. En tramos largos sobre 10 m considera juntas elásticas.

9.2 Conexión al equipo

- Coloca **junta antivibratoria** (manga de lona) entre el equipo y el primer tramo. Aísle las vibraciones del motor.
- Si el equipo está en cubierta o exterior, coloca **cuello de cisne** o codo a 90° antes de la primera derivación.
- Deja registros de inspección cada 6 m en troncos accesibles.

9.3 Conexión a difusores

- Tramo recto de $\geq 2\cdot D$ antes del difusor para que el flujo no llegue desviado.
- El **flexible** final no debe ser más largo de 1.5 m. Se usa solo para acoplar a alturas distintas o curvas finas.
- Selladura perimetral con junta de espuma entre la boca del conducto y el plenum del difusor.

9.4 Estanqueidad

Clase de estanqueidad	Fuga máxima permitida	Donde se exige
Clase A (estándar)	$0.027 \cdot p^{0.65} \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$	Viviendas, oficinas
Clase B	$0.009 \cdot p^{0.65} \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$	Locales públicos, hoteles

Clase C	$0.003 \cdot p^{0.65} \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$	Hospitales, cocinas industriales
Clase D	$0.001 \cdot p^{0.65} \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$	Quirófanos, laboratorios

Las fugas se miden con **ensayo en obra** presurizando el tramo y midiendo el caudal necesario para mantener la presión. Lo exige el RITE para inspección periódica.

9.5 Aislamiento

El conducto de chapa **no aísla térmicamente**: si pasa por zonas no acondicionadas (falso techo de pasillo no climatizado, cubiertas) hay que envolverlo con **manta de lana mineral** (40–50 mm) con barrera de vapor. La fibra ya viene aislada de fábrica.

10. Puesta en marcha y equilibrado

10.1 Comprobaciones previas

1. Verificar que **todos los registros** de inspección estén accesibles y cerrados.
2. Limpiar el interior si entraron escombros durante el montaje.
3. Comprobar que las **compuertas de regulación** están *todas abiertas* al 100 % antes de medir.
4. Verificar que los **filtros** del equipo están limpios.

10.2 Medición de caudales por difusor

- Con **anemómetro de hilo caliente** y embudo de pantalla en la boca del difusor.
- Medida en 5 puntos del difusor y media.
- Anotar caudal medido vs caudal de proyecto por estancia.

10.3 Equilibrado

- 1** Identifica el difusor **con menos caudal relativo** (su valor medido / valor proyecto es el menor).
- 2** Cierra parcialmente las compuertas de los **difusores con exceso** hasta llevar su caudal al proyecto.
- 3** Vuelve a medir todos los caudales. Itera 2-3 veces (al cerrar una compuerta, sube el caudal de los demás).
- 4** Cuando todos los caudales estén dentro del $\pm 10\%$ del proyecto, fija las compuertas con tornillo de bloqueo.

10.4 Pruebas finales y documentación

- **Prueba de estanqueidad** según RITE.
- **Medición de presión estática** a la salida del equipo y en el tramo crítico. Verifica que la pérdida real no excede la prevista.
- **Medición acústica** a 1 m del difusor con sonómetro. Debe estar dentro del nivel de proyecto (típicamente 30 dBA en dormitorios, 40 dBA en oficinas).
- **Acta de puesta en marcha** firmada con todos los valores medidos. Es el documento de entrega al cliente y prueba en caso de reclamación.

11. Normativa aplicable

11.1 España

Norma	Qué regula
RITE (Reglamento Instalaciones Térmicas)	Caudales mínimos de ventilación, exigencias de aislamiento, estanqueidad, eficiencia energética.
CTE DB-HS3	Calidad del aire interior en viviendas — caudales mínimos por estancia.
UNE-EN 12237	Conductos circulares de chapa. Resistencia, estanqueidad.
UNE-EN 1507	Conductos rectangulares de chapa. Resistencia, estanqueidad.
UNE-EN 13403	Conductos de panel rígido (fibra).
UNE 100012	Higienización de redes de conductos.

11.2 Internacional (referencia)

- **ASHRAE Handbook — HVAC Applications**: la referencia técnica mundial. Las fórmulas de pérdida de carga y dimensionado vienen de aquí.
- **SMACNA — HVAC Duct Construction Standards**: el estándar de fabricación en Norteamérica. Detalla espesores de chapa, sistemas de unión, pestañas, refuerzos.

11.3 Documentación recomendada del instalador

1. Memoria de cálculo (dimensionado de cada tramo, justificación de la elección).
2. Planos de la red en planta y secciones críticas.
3. Lista de piezas con cotas (lo que entrega Fleviath en el PDF).
4. Certificado de los materiales utilizados (declaración del fabricante).
5. Acta de puesta en marcha con mediciones.
6. Libro de instrucciones para el cliente (mantenimiento, limpieza, periodicidad de revisiones).

12. Caso práctico paso a paso

Vivienda de **120 m²** con split conducto de 5 kW. Cinco estancias acondicionadas. Equipo en falso techo del pasillo.

12.1 Datos de partida

Estancia	Superficie	Renov./h	Caudal (m ³ /h)
Salón	30 m ² · h=2.5	5	375
Dormitorio principal	16 m ²	4	160
Dormitorio 2	12 m ²	4	120
Dormitorio 3	10 m ²	4	100
Cocina	15 m ²	6	225
Total			980 m³/h

Equipo: caudal nominal 1000 m³/h, **presión disponible 120 Pa.**

12.2 Trazado

Tronco principal por el pasillo central. Ramificación a Salón en un extremo, a los dormitorios y cocina en el otro.

12.3 Dimensionado por velocidad (4.5 m/s en tronco)

Tramo	Q (m ³ /h)	L (m)	Sección	v real	Δp/L	Δp (Pa)
Tronco T1 (equipo → bif.)	980	4.0	250×200	5.4	1.2	4.8
Salón	375	3.0	200×150	3.5	0.7	2.1
Cocina	225	5.0	200×150	2.1	0.3	1.5
Tronco T2 (bif. → dorm.)	380	3.0	200×150	3.5	0.7	2.1
Dorm. principal	160	2.5	150×100	3.0	0.9	2.3
Dorm. 2	120	3.5	150×100	2.2	0.5	1.8
Dorm. 3	100	4.5	150×100	1.9	0.4	1.8

Material: **fibra Climaver.**

12.4 Camino crítico

El más largo: equipo → bif. central → T2 → Dorm. 3.

Suma: **4.8 + 2.1 + 1.8 = 8.7 Pa** de fricción.

Accesorios estimados (3 codos $\times 0.30 \cdot \rho v^2/2 \approx 4$ Pa cada uno + 2 derivaciones ≈ 6 Pa + boca difusor ≈ 5 Pa): **+23 Pa**

Total camino crítico: \approx **32 Pa**. Margen sobre 120 Pa: **27 %** usado.

Resultado. Margen amplio (verde en Fleviath). La instalación tiene mucho margen para compuertas de regulación y para futura suciedad de filtros.

12.5 Despiece y materiales

Por cada tramo añade los accesorios (codos, derivaciones, reducciones, tapas). Fleviath calcula el desarrollo de cada uno y suma m² totales:

Material	m ² total (incl. pestañas/solapes)	Tableros 1.2×3.0 (con 15 % merma)
Fibra Climaver 25 mm	≈ 18 m ²	6 paneles

12.6 Lista de comprobación final

- Margen de presión > 20 %.
- Velocidad terminal < 4 m/s en todos los difusores.
- Relación a/b $\leq 3:1$ en todos los rectangulares.
- Distancia $\geq 3 \cdot D$ entre equipo y primer codo.
- Tramo recto $\geq 2 \cdot D$ antes de cada difusor.
- Soportes cada 2 m máximo.
- Junta antivibratoria entre equipo y conducto.
- Compuertas de regulación previstas en derivaciones cortas.
- Registros de inspección cada 6 m.
- Acta de puesta en marcha con mediciones.

13. Anexos

13.1 Tabla rápida — Diámetro circular vs caudal a velocidades típicas

Caudal	v = 3 m/s	v = 4 m/s	v = 5 m/s	v = 6 m/s
100 m ³ /h	110	100	≈100	≈80
200 m ³ /h	160	140	125	110
300 m ³ /h	200	165	150	140
500 m ³ /h	250	220	200	180
1000 m ³ /h	355	315	280	250
2000 m ³ /h	500	425	400	355
5000 m ³ /h	800	710	630	560

Diámetros (mm) normalizados al alza. Tabla orientativa, contrasta con dimensionado real.

13.2 Coeficientes K resumen

Accesorio	K
Codo 90° circular liso (R/D=1)	0.25
Codo 90° circular gajos	0.35
Codo 90° rectangular con álabes	0.10
Codo 90° rectangular sin álabes	0.30
Codo 45°	0.15
Derivación T 90° (caudal recto)	0.15
Derivación T 90° (caudal lateral)	1.00
Derivación Y 30°	0.40
Reducción gradual (15° por lado)	0.05
Reducción brusca	0.20
Expansión gradual	0.10
Expansión brusca	0.45

Boca difusor	0.30–0.50
Rejilla retorno	0.40–0.80

13.3 Lista de comprobación (resumen)

Antes de cortar nada

- Caudales por estancia justificados por norma o cálculo de cargas.
- Equipo seleccionado con caudal y presión disponibles conocidos.
- Trazado dibujado sobre plano.
- Material elegido (fibra o chapa) según presiones de trabajo.

Tras el dimensionado

- Velocidades dentro de rango por tipo de tramo.
- Relación a/b \leq 3:1.
- Pérdida total del camino crítico \leq 80 % de la presión disponible del equipo.
- Despiece generado y verificado.
- Materiales contados con merma 15 %.

En obra

- Distancias mínimas a codos y bifurcaciones respetadas.
- Soportes a la separación correcta.
- Junta antivibratoria en conexión al equipo.
- Aislamiento en zonas no acondicionadas.
- Registros accesibles.

Puesta en marcha

- Estanqueidad medida y conforme clase.
- Equilibrado: todos los difusores \pm 10 % del caudal de proyecto.
- Medición acústica conforme.
- Acta firmada, copia al cliente.

13.4 Recursos

- **Software de cálculo:** Fleviath — fleviath.com
- **RITE** — Reglamento de Instalaciones Térmicas (BOE)
- **Climaver** — Manual técnico Saint-Gobain Isover
- **ASHRAE Handbook** — HVAC Applications (referencia técnica internacional)
- **SMACNA** — HVAC Duct Construction Standards (estándar de fabricación)

Este manual es una **guía técnica**, no sustituye al proyecto del instalador autorizado ni a la normativa vigente. Para cualquier instalación real contrasta los cálculos con la normativa aplicable y firma el proyecto con técnico competente. *Neo Arcadia Core — Fleviath, v1.0.*