

CAPÍTULO 4:

Caso de estudio

1. CASO DE ESTUDIO

1.1. Introducción

Particularizaremos nuestro estudio comparativo de programas en un edificio real, estando entre los objetivos de este capítulo el realizar una descripción de dicho edificio y más concretamente de la “planta tipo” objeto de estudio.

Para ello en primer lugar realizaremos una descripción detallada de la planta, en cuanto a su distribución, geometría, características funcionales y zonificación, para pasar posteriormente a la descripción de la instalación, definiendo el trazado de la red de conductos y los elementos constituyentes de la misma. Además debemos señalar que tomaremos del proyecto original del cálculo de cargas los caudales necesarios a proporcionar por la instalación en los diferentes puntos de difusión.

A continuación se especificarán las características técnicas y propiedades de los accesorios empleados en cada programa y se comentarán los condicionantes de cálculo considerados en el momento de insertar la instalación en las aplicaciones informáticas.

En el último apartado del capítulo se examinarán por medio de planos y tablas todos los datos de entrada de la red de conductos para cada programa independientemente.

1.2. Descripción de la planta

1.2.1. Geometría

El edificio que contiene la planta objeto de estudio es un ejemplo planteado en “Cálculos en climatización: ejercicios resueltos” de Enrique Torrella Alcaraz, Ramón Cabello López y Joaquín Navarro Esbrí.

Para un mejor análisis geométrico del conjunto podemos decir que éste se compone de un único volumen, formado por una planta. No se describen ningún tipo de orientación, ni situación geográfica.

El edificio está destinado a oficinas de administración y no se describe ningún tipo de carga terminada por zona.

Como dato nos da el diseño de la instalación, con las medidas, los caudales requeridos en cada una de las bocas y una leve descripción de los conductos, de los cuales nos dice que han de ser rectangulares y que las derivaciones han de ser de 90°.

Con estos datos de partidas nos pide resolver la instalación.

1.2.2. Zonificación

La zonificación que presentaremos a continuación es una de las posibles opciones que se pueden presentar ya que dado el tamaño de instalación no haría falta tal acción.

Consideramos que la división en zonas de la planta se ha realizado atendiendo fundamentalmente a la clasificación por usos de los diferentes espacios existentes.

Esta teoría puede ser refrendada en la zona situada más a la derecha de la planta, tratándose ésta de un habitáculo completamente diáfano y en cuya zonificación se han considerado los usos de los dos sub-espacios con objeto de una mejor distribución de aire.

Cada una de estas zonas funcionales está provista de unos valores de cargas internas y horarios de funcionamiento diferentes en función de su uso. Esta zonificación tiene como objetivo la minimización de los efectos de desequilibrio térmico. En la

nomenclatura que utilizaremos en la zonificación la planta se simboliza con las siglas P-, y todos los espacios de esta planta tienen la numeración referida a ella, de tal forma que el primer espacio considerado de esta planta pasaría a llamarse ESP_P-01, y así sucesivamente.

En este caso no se hace necesario el empleo de esta forma de numeración de los distintos espacios por tratarse del estudio de una única planta, aunque si resulta aconsejable cuando el caso de estudio recoge distintas plantas de un mismo edificio.

PLANTA

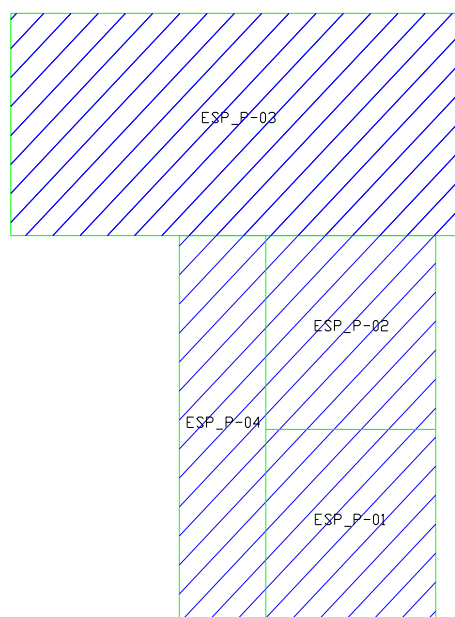


Fig. 1 Planta del edificio

Seguidamente se adjuntan unas tablas que ilustran la zonificación realizada. En ellas se detallan el espacio correspondiente de la planta con la nomenclatura indicada, su descripción y el área.

ESPACIOS	DESCRIPCION	SUP. (M ²)
ESP_P-01	Oficina personal administrativo	52.5
ESP_P-02	Oficina gerente	52.5
ESP_P-03	Oficina compartida	82.8
ESP_P-04	Oficina compartida	82.8

Tabla 1. Superficies de las zonas.

Zonas no acondicionadas

En el plano 1 es la zona no rayada.

ESPACIOS	DESCRIPCION	SUP. (M ²)
ESP_P-05	RECIBIDOR	53.4

Tabla 2. *Superficies de las zona no acondicionadas.*

Así pues, en la siguiente tabla se presenta un resumen sobre el total de las zonas acondicionadas y zonas no acondicionadas de la planta:

TOTALES PLANTA	SUP (m ²)	%
ACONDICIONADAS	270.6	83.5
NO ACONDICIONAS	53.4	16.5
TOTAL	324	100

Tabla 3. *Reparto de superficies*

En el plano 1 podemos observar también las zonas acondicionadas, con rayada en azul y la no acondicionada el recibidor.

Descripción de la instalación:

En la planta se desea calcular las dimensiones de los conductos para un sistema de climatización de caudal constante, cuya red de conductos estará situada en falso techo. Solamente analizaremos la red de impulsión de la instalación.

La entrada a la instalación se realiza a través de un patio interior del edificio. Tratándose del estudio de una única planta nosotros hemos considerado que en dicho lugar se encuentra el ventilador. A continuación el aire es distribuido por cada espacio acondicionado delimitado en la zonificación, se instalarán conductos de sección rectangular de fibra de vidrio (espesor 2,5 cm) para conseguir un mejor aislamiento del fluido que se pretende mantener en unas condiciones térmicas de 20°C. La relación altura / base propuesta es la unidad, y la altura máxima permitida a lo largo de todo el conducto es de 40 cm.

Los diferentes acoplamientos de unión de los tramos de la red, así como los accesorios necesarios incluidos en los mismos se seleccionarán de manera que los cambios de dirección del aire se realicen suavemente con objeto de optimizar las pérdidas de carga.

Las conexiones de conductos a los difusores se realizará con tubos flexibles DEC-FLEXAL de sección circular, tipo ALUDEC 45, formado por cinco láminas, tres de aluminio y dos de poliéster que envuelven y recubren un alma de acero en espiral.

Para la difusión del aire en los locales se emplearán DIFUSORES ROTACIONALES, en ejecución circular (Ø 600), con deflectores que permiten la modificación de la dirección de la vena de aire. De elevada inducción, consiguen una rápida reducción de la temperatura y la velocidad del aire y reducido nivel sonoro.

Para una mejor comprensión de la instalación se acompaña un plano en 2D con el trazado de la instalación sobre la planta tipo.

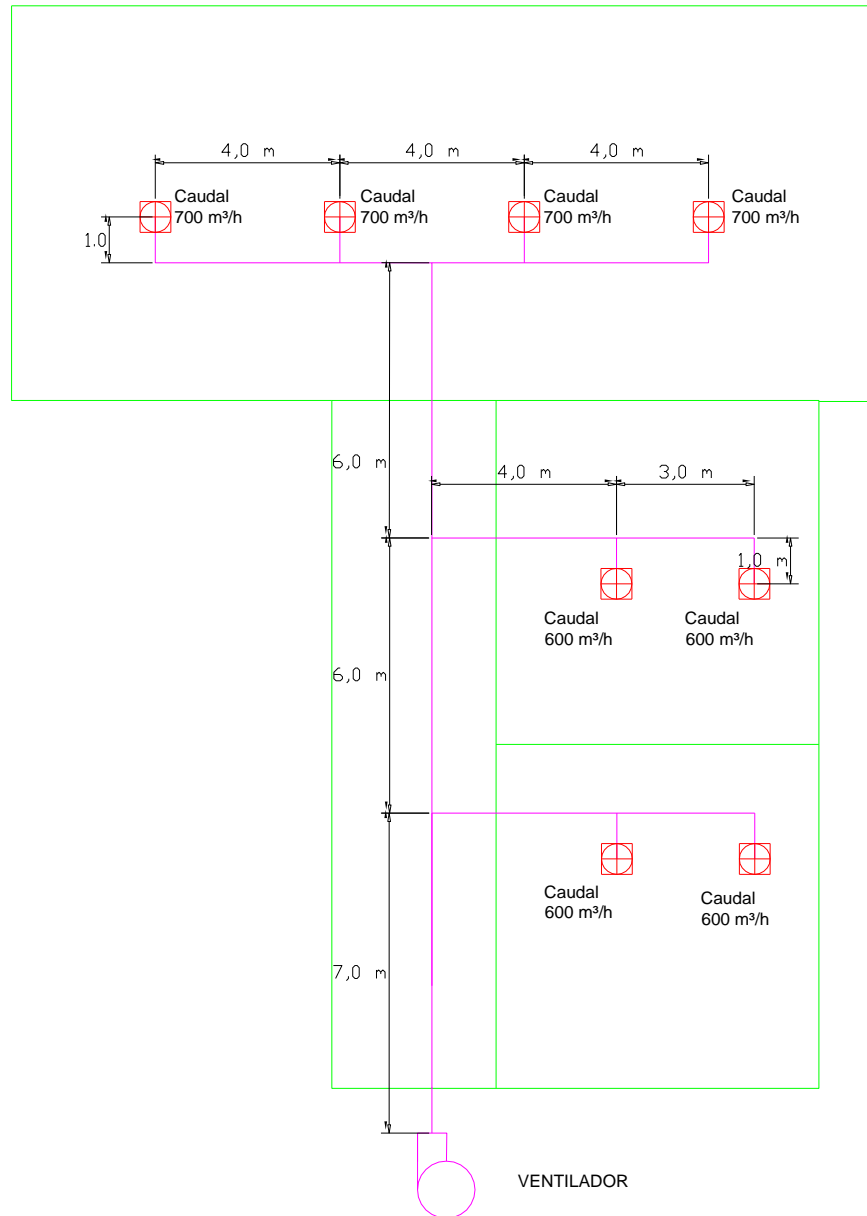


Fig.2 Medición de la instalación y caudales por boca

1.3. Datos de entrada

La fase de introducción de datos para la ejecución de los programas concluye teniendo en cuenta que no todo el software empleado describe el trazado de la red de la misma manera. La numeración que le corresponde a cada tramo y/o nudo se indica gráficamente mediante un plano y dicho plano se complementa con las particularidades de los accesorios acoplados a cada tramo, que se mostrarán en forma de tablas con el formato aconsejado por el manual de cálculo de cada programa.

En los apartados siguientes se presentan los planos y tablas con los datos de entrada de la descripción de la red de conductos en las diferentes aplicaciones.

1.3.1. DAWIN

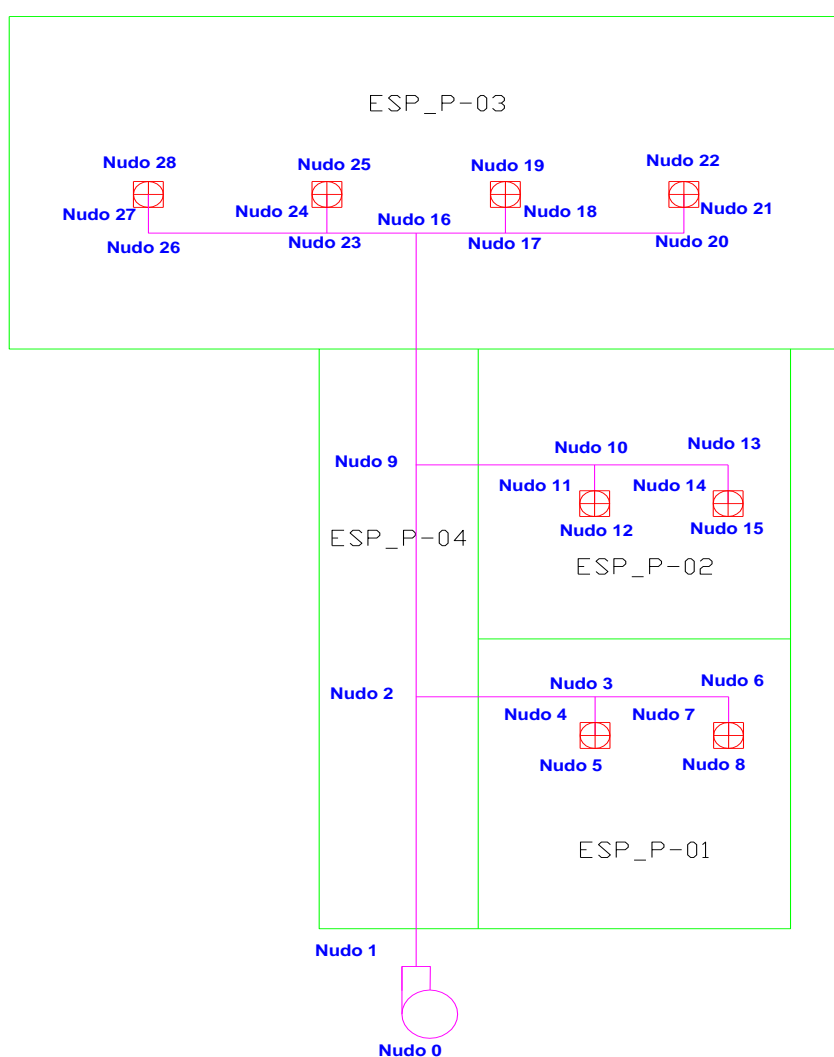


Fig. 3. Numeración de los tramos según DAWIN

Para el cálculo de una red de conductos, previamente a insertar su trazado, aparecerá una pantalla inicial pidiendo los datos generales referidos a la instalación que se enumeran en la tabla. En algunos de los datos a introducir el programa ofrece varias opciones, a elegir una. Nosotros tomaremos para el estudio de entre las mostradas la opción sombreada.

DaWin tiene la peculiaridad de que muchos de los datos necesarios para definir todos los elementos se introducen una vez dibujado el elemento, y conectado con los otros elementos del sistema, como por ejemplo el método de cálculo.

DATOS GENERALES	
Tipo de instalación	-Distribución de aire -Extracción forzada aparcamientos -Ventilación forzada de locales -Chimeneas productos de combustión
Altitud geográfica (m)	0
Uso del edificio	-Administrativo y de oficinas -Hospitalario -Comercial -Viviendas -Garajes y aparcamientos
Modelo de conducto	-Circular aluminio -Circular chapa -Circular PVC -Rectangular fibra -Rectangular chapa -Rectangular obra -Plenum
Tipo de transformación	Codo curvo R/H Codo recto sin deflectores Codo recto con deflectores Codo recto achaflanado
Relación R/H codos	1,5
Altura máxima (m)	0,4
Modelos de boca impulsión	-Difusor circular -Difusor lineal -Rejilla impulsión -Tobera orientable -Descarga libre
Modelos de boca retorno	-Rejilla retorno -Rejilla reticular

Tabla 4. Datos generales de DAWIN

Una vez seleccionado el método de dimensionamiento debemos fijar un parámetro inicial para toda la instalación o para el primer tramo según el método elegido.

METODOS DE DIMENSIONAMIENTO	
PERDIDA DE CARGA CTE	RECUPERACION ESTATICA
Pérdida de carga por unidad de Longitud (Pa/m): 1	Velocidad en el primer tramo (m/s) ---
---	Pérdida de carga por metro (Pa/m): 1

Tabla 5. Métodos de dimensionamiento de DAWIN

El programa DaWin tiene la entrada de datos se realiza de forma gráfica, por lo que la numeración de los tramos debe realizarse en orden creciente teniendo en cuenta que el nudo 1 será la salida del ventilador y asignara de forma automática el “Tramo 1-2” a el tramo entre dos nudos consecutivos y así de forma secuencial el resto de los tramos. Una vez representados y numerados todos los tramos y nudos de la red se procederá al replanteo de los accesorios y de los difusores, sabiendo que estos últimos también no deben de ordenarse numéricamente y en orden creciente. Como podemos observar en la figura.

A la hora de elegir el método de cálculo en el caso de DaWin nos permite elegir varias opciones en cuanto a la forma de equilibrado de la instalación y el criterio de selección de lados, en nuestro caso elegiremos ajustar los ramales terminales, en cuanto al equilibrado y los dos lados iguales para el criterio de selección de lados.

A continuación se muestra la tabla de datos de DaWin, en la que se describe para cada tramo su longitud real, caudal que lo atraviesa, descripción del accesorio que lleva acoplado, cuando se trata de un accesorio personalizado se indica su coeficiente de pérdida dinámica C . Además si el tramo es de impulsión en la tabla también se recogen otros datos relativos al difusor asociado como la sección de entrada al difusor, velocidad de entrada al difusor, pérdida de presión total en el difusor y pérdida de presión estática en el difusor.

Tramo	Tramo anterior	Long.(m)	Vel.(m/s)	Forma conducto	Tipo limitación cond.	Dimensión límite. (m)	Relación V/H	Posición de conducto	Material conducto	Tipo de conducto	Acoplamiento conducto/bocina	Caudal (m ³ /h)	Vel. Salida boca
1	ventilador	7,00	5,36	Rectangular	Vertical	0,4	2	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H			
2	1	4,01	5,36	Rectangular	Vertical	0,4	2	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H			
3	2	1,00	5,41	Rectangular	Vertical	0,4	2	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	Conexión con conducto flexible	584,4	6,43
4	2	3,99	5,31	Rectangular	Vertical	0,4	2	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	Conexión con conducto flexible	574,0	6,31
5	1	6,00	6,24	Rectangular	Vertical	0,4	2	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H			
6	5	4,00	5,63	Rectangular	Vertical	0,4	2	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H			
7	6	1,00	4,19	Rectangular	Vertical	0,4	2	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	Conexión con conducto flexible	602,7	6,63
8	6	3,99	4,26	Rectangular	Vertical	0,4	2	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	Conexión con conducto flexible	613,2	6,75
9	5	6,00	4,36	Rectangular	Vertical	0,4	2	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H			
10	9	2,00	5,23	Rectangular	Vertical	0,4	2	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H			
11	10	1,00	3,91	Rectangular	Vertical	0,4	2	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	Conexión con conducto flexible	704,0	7,74
12	10	5,00	3,94	Rectangular	Vertical	0,4	2	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	Conexión con conducto flexible	708,8	7,80
13	9	2,00	5,23	Rectangular	Vertical	0,4	2	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H			
14	13	1,00	3,91	Rectangular	Vertical	0,4	2	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	Conexión con conducto flexible	704,0	7,74
15	13	5,00	3,94	Rectangular	Vertical	0,4	2	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	Conexión con conducto flexible	708,8	7,80

Tabla 6. Datos de DAWIN

1.3.2 Condu_2d

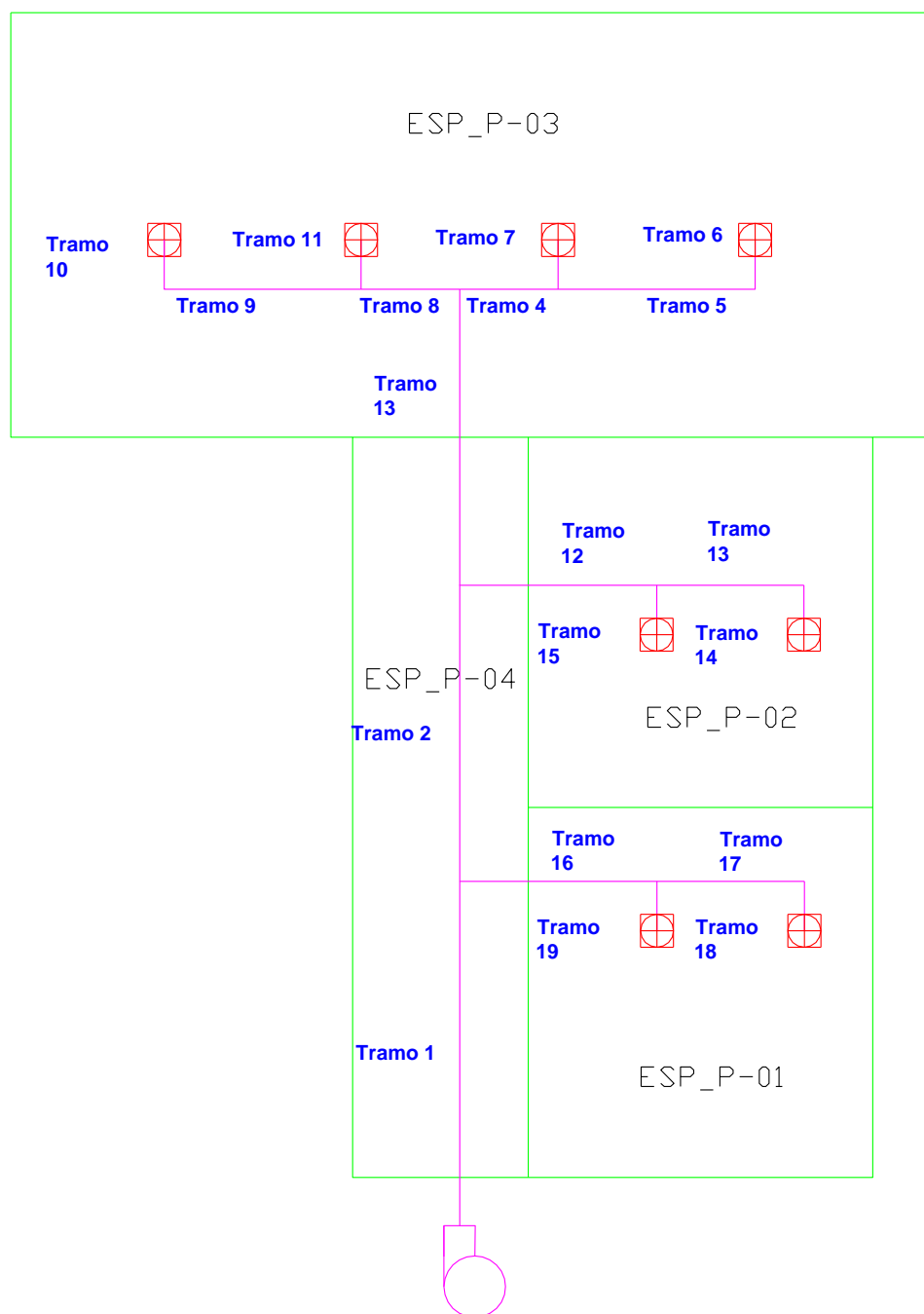


Fig. 4. Numeración de los tramos según CONDU_2D

Al presentarse como una aplicación dentro de autocad podemos realizar el diseño previo de la red y la introducción del tipo de accesorios como bifurcaciones codos etc las hace de forma automática tan solo podemos ajustar algunos parámetros como radio, relación radio /ancho etc..

Nosotros tomaremos para el estudio de entre las mostradas la opción sombreada.

DATOS GENERALES	
Tipo de instalación	-Distribución de aire -Aire acondicionado
Material	-Fibra -Chapa
Modelo de conducto	-Circular -Rectangular
Método de calculo	-Pérdida de carga constante - Recuperación estática
Relación R/H codos	1,5
Altura máxima (m)	0,4
Caudal boca	- m ³ /h
Velocidad del aire	- 6 m/s
% de desperdicio material	- 1,5
Rendimiento máximo ventilador	- 45%
Margen de seguridad del ventilador	-30 %

Tabla 7. Datos generales de CONDU_2D

Una vez seleccionado el método de dimensionamiento debemos fijar un parámetro inicial para toda la instalación o para el primer tramo según el método elegido.

METODOS DE DIMENSIONAMIENTO	
PERDIDA DE CARGA CTE	RECUPERACION ESTATICA
Pérdida de carga por unidad de Longitud (Pa/m): 1	Velocidad en el primer tramo (m/s) 6
---	---

Tabla 8. Métodos de dimensionamiento de CONDU_2D

El programa Condu_2D tiene la entrada de datos se realiza de forma gráfica, por lo que la numeración de los tramos debe realizarse en orden creciente teniendo en cuenta que el nudo 1 será la salida del ventilador y asignara de forma automática el “Tramo 1-2” a el tramo entre dos nudos consecutivos y así de forma secuencial el resto de los tramos.

En Condu_2D los accesorios se van introduciendo conforme vamos necesitando y definimos los parámetros que nos piden que son la longitud del tramo posterior o posteriores en el caso de una bifurcación y los grados entre 0 y 90 que nos desviamos. En cuanto a las bocas se introducen igual que el resto de accesorios al final de cada tramo y debemos introducir el caudal que necesitemos en cada caso. Añadir que tiene una herramienta una vez vayamos a introducir en la que por cada tramo podemos insertar 2 bocas de forma simétrica formando un “T” con distintos caudales. A la hora de elegir el método de cálculo solo tendremos 2 opciones, las más comunes, recuperación estática y pérdida de carga constante.

A continuación se muestra la tabla de datos de Condu_2D, en la que se describe para cada tramo su longitud real, descripción del accesorio que lleva acoplado, datos relativos al difusor la pérdida máxima de carga, pérdida de presión total en el difusor y pérdida de presión estática en el difusor, material, forma del conducto y caudal por tramo.

Tramo	Tramo anterior	Long.(m)	Forma conducto	Tipo limitación cond.	Dimensión límite. (m)	Relación V/H	Caudal por tramo	Material conducto	Tipo de codo	Accesorio a final de tramo	Desviación (G)	Perdida a carga máx. boca
1	ventilador	6,98	Rectangular	Vertical	0,4	2	5200	Fibra vidrio	Curvo R/H	Derivación	90	
16	1	4,01	Rectangular	Vertical	0,4	2	1200	Fibra vidrio	Curvo R/H	Derivación	90	
19	16	1,00	Rectangular	Vertical	0,4	2	600	Fibra vidrio	Curvo R/H	Boca		3 mm
17+18	16	3,99	Rectangular	Vertical	0,4	2	600	Fibra vidrio	Curvo R/H	Codo + boca	90	3 mm
2	1	6,00	Rectangular	Vertical	0,4	2	4000	Fibra vidrio	Curvo R/H	Derivación	90	
12	2	4,00	Rectangular	Vertical	0,4	2	1200	Fibra vidrio	Curvo R/H	Derivación	90	
15	12	1,00	Rectangular	Vertical	0,4	2	600	Fibra vidrio	Curvo R/H	Boca		3 mm
13+14	12	3,99	Rectangular	Vertical	0,4	2	600	Fibra vidrio	Curvo R/H	Codo + boca	90	3 mm
3	2	6,00	Rectangular	Vertical	0,4	2	2800	Fibra vidrio	Curvo R/H	Cola de milano	90+90	
4	3	2,00	Rectangular	Vertical	0,4	2	1400	Fibra vidrio	Curvo R/H	Derivación	90	
7	4	1,00	Rectangular	Vertical	0,4	2	700	Fibra vidrio	Curvo R/H	Boca		3 mm
5+6	4	5,00	Rectangular	Vertical	0,4	2	700	Fibra vidrio	Curvo R/H	Codo + boca	90	3 mm
8	3	2,00	Rectangular	Vertical	0,4	2	1400	Fibra vidrio	Curvo R/H	Derivación	90	
11	8	1,00	Rectangular	Vertical	0,4	2	700	Fibra vidrio	Curvo R/H	Boca		3 mm
9+10	8	5,00	Rectangular	Vertical	0,4	2	700	Fibra vidrio	Curvo R/H	Codo + boca	90	3 mm

Tabla 9. Datos de CONDU_2D

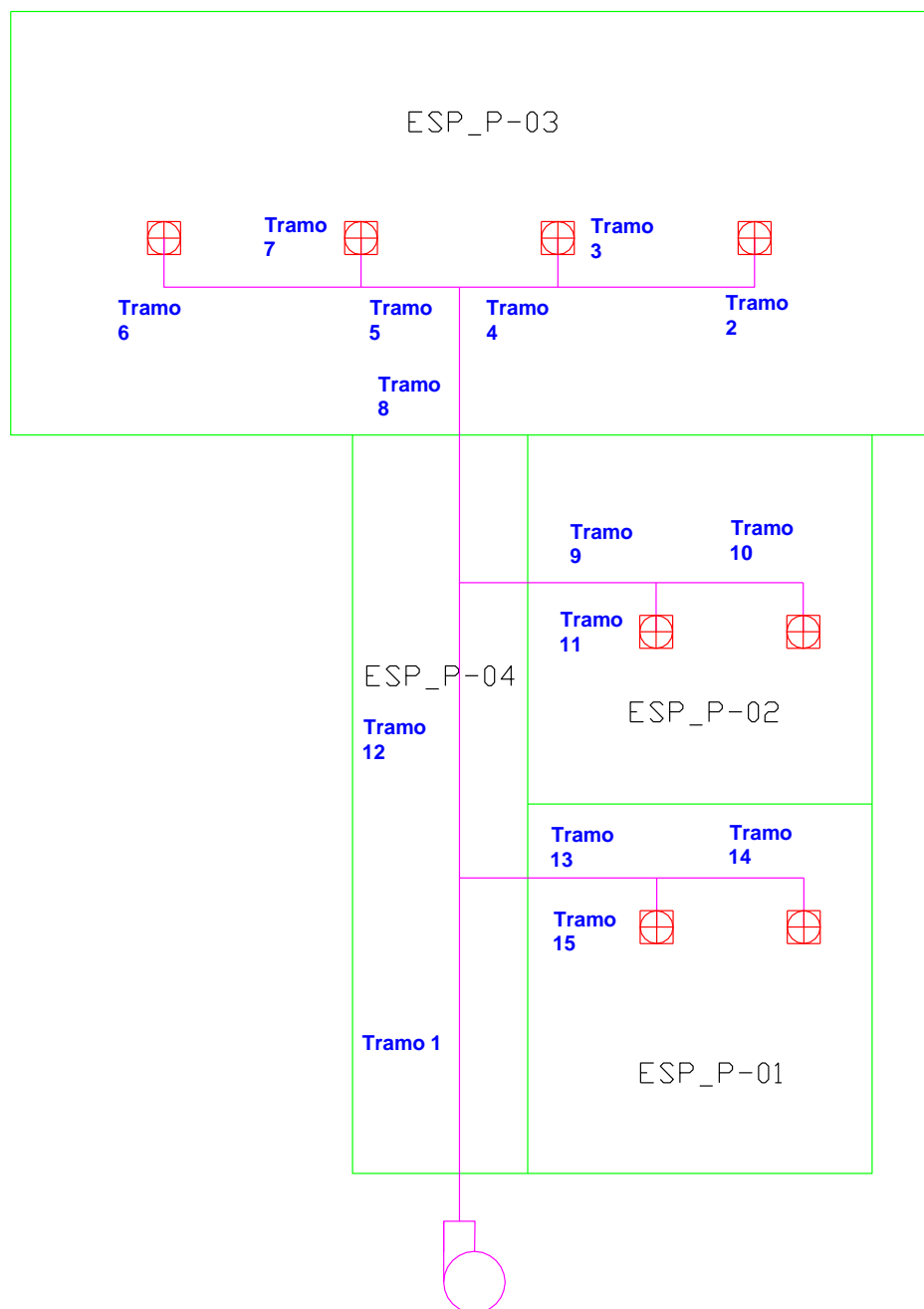
1.3.3. *Mc4*

Fig. 5. Numeración de los tramos según MC4

MC4 se presenta con una interfaz similar a autocad , incluso comparte barras de herramientas como la de dibujo, de esta forma podemos diseñar la red de igual forma, una vez la hayamos diseñado

DATOS GENERALES	
Tipo de calculo	-Temperatura -Caudal fijo
Tipo de central	-Termo ventilación -Climatización
Tipo de calculo	-Todo aire exterior - Todo aire con recirculación -Todo aire con mezcla -Aire primario
Modelo de conducto	-Circular -Rectangular
Método de calculo	-Pérdida de carga constante - Recuperación estática
Relación R/H codos	1,5
Altura máxima (m)	0,4
Ancho máximo (m)	2
Caudal boca	m ³ /h
Relación altura base	1
Temperatura el aire (°C)	20
Humedad relativa del aire	%
Grosor material (mm)	25

Tabla 10. Datos generales de MC4

Una vez seleccionado el método de dimensionamiento debemos fijar un parámetro inicial para toda la instalación o para el primer tramo según el método elegido.

METODOS DE DIMENSIONAMIENTO	
PERDIDA DE CARGA CTE	RECUPERACION ESTATICA
Pérdida de carga por unidad de Longitud (Pa/m): 1	Velocidad en el primer tramo (m/s) 6
Velocidad en el primer tramo (m/s) 6	---

Tabla 11. Métodos de dimensionamiento de MC4

El programa MC4 tiene la entrada de datos se realiza de forma gráfica, por lo que la numeración de los tramos la realiza de forma automática aunque esta puede modificarse, en nuestro ejemplo la hemos dejado tal cual el programa de forma que se pueda apreciar la forma de ordena los tramos.

Para el diseño de la red hay que tener en cuenta que en la bifurcaciones debemos comenzar el trazado del conducto principal justo al final del tramo recto, una flecha nos indica el lugar justo.

A continuación se muestra la tabla de datos de MC4, en la que se describe para cada tramo su longitud real, descripción del accesorio que lleva acoplado, datos relativos al difusor la pérdida máxima de carga, pérdida de presión total en el difusor y pérdida de presión estática en el difusor, material, forma del conducto y caudal por tramo.

Tramo	Tramo anterior	Long.(m)	Vel.(m/s)	Forma conducto	Tipo limitación cond.	Dimensión límite. (m)	Relación V/H	Posición de conducto	Material conducto	Tipo de conducto	Angulo reducciones	Caudal (m³/h)	Tipo de segmento
1	ventilador	7,00	5,36	Rectangular	Vertical	0,4	1	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	20		Tramo
13	1	4,01	5,36	Rectangular	Vertical	0,4	1	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	20		Tramo
15	13	1,00	5,41	Rectangular	Vertical	0,4	1	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	20	600	Terminal
14	15	3,99	5,31	Rectangular	Vertical	0,4	1	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H		600	Terminal
12	14	6,00	6,24	Rectangular	Vertical	0,4	1	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	20		Tramo
9	12	4,00	5,63	Rectangular	Vertical	0,4	1	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	20		Tramo
11	9	1,00	4,19	Rectangular	Vertical	0,4	1	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	20	600	Terminal
10	11	3,99	4,26	Rectangular	Vertical	0,4	1	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H		600	Terminal
8	10	6,00	4,36	Rectangular	Vertical	0,4	1	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	20		Tramo
4	8	2,00	5,23	Rectangular	Vertical	0,4	1	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	20		Tramo
3	4	1,00	3,91	Rectangular	Vertical	0,4	1	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	20	700	Terminal
2	3	5,00	3,94	Rectangular	Vertical	0,4	1	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H		700	Terminal
5	2	2,00	5,23	Rectangular	Vertical	0,4	1	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	20		Tramo
7	5	1,00	3,91	Rectangular	Vertical	0,4	1	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H	20	700	Terminal
6	7	5,00	3,94	Rectangular	Vertical	0,4	1	Centrado con eje	Fibra vidrio	Curvo R/H		700	Terminal

Tabla 12. Datos de DAWIN

El caso de Ángel es en este proyecto es especial ya que es el único que no tiene una interfaz grafica para introducir el diseño de la red. El programa se presenta como una hoja de cálculo de Excel de forma que vamos añadiendo los accesorios por nudos en cada uno de los tramos, y posteriormente asignamos la longitud a cada tramo.

Cada nudo representa un accesorio de tal forma que cada tramo contiene tan solo un accesorio. El nudo cero representa el ventilador, el nudo uno un Ensanchamiento/estrechamiento y así el resto de los nudos. Una vez introducidos todos los nudos para definir los tramos debemos indicar el nudo inicial y el final así como la longitud del mismo.

DATOS GENERALES	
Nombre de proyecto	
Perfil del conducto	-Circular -Rectangular
Velocidad de salida	6 m/s
Velocidad de retorno	6 m/s
Método de calculo	-Pérdida de carga constante - Recuperación estática
Material	-Fibra -Chapa
Altura máxima (m)	0,4
Ancho máximo (m)	2
Caudal boca	m ³ /h
Relación altura base	1
Sección salida ventilador	1 m ²
Sección entrada ventilador	1 m ²
Grosor material (mm)	25
Coefficiente α material	1.125

Tabla 13. Datos generales de ANGEL MENOR

Una vez seleccionado el método de dimensionamiento debemos fijar un parámetro inicial para toda la instalación o para el primer tramo según el método elegido.

METODOS DE DIMENSIONAMIENTO	
PERDIDA DE CARGA CTE	RECUPERACION ESTATICA
Pérdida de carga por unidad de Longitud (Pa/m): 1	Velocidad en el primer tramo (m/s) 6
---	---

Tabla 14 *Métodos de dimensionamiento de ANGEL MENOR*

A continuación se muestra la tabla de datos de Ángel Menor, en la que se describe para cada tramo su longitud real, descripción del accesorio por nudo, pérdida de presión total en el difusor, material, forma del conducto, material, caudal, ángulo del codo.

Nudo	Nudo anterior	Long.(m) entre nudos	Acceso rio	Forma conducto	Tipo limitación cond.	Dimensión límite. (m)	Angulo codo (°C)	Angulo reducción n(°C)	Material conducto	Caudal (m ³ /h)	Perdida de presión total boca (Pa)
0	---	0	---	Rectang	Vertical	0,4			Fibra		
1	0	0	Estrech/ensanch	Rectang	Vertical	0,4		20	Fibra		
2	1	7	derivación	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
3	2	4	derivación	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
4	3	1	Estrech/ensanch	Rectang	Vertical	0,4		20	Fibra		
5	4	0	Boca	Rectang	Vertical	0,4			Fibra	600	16.5
6	3	3	codo	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
7	6	1	Estrech/ensanch	Rectang	Vertical	0,4		20	Fibra		
8	7	0	Boca	Rectang	Vertical	0,4			Fibra	600	16.5
9	2	6	derivación	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
10	9	4	derivación	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
11	10	1	Estrech/ensanch	Rectang	Vertical	0,4		20	Fibra		
12	11	0	Boca	Rectang	Vertical	0,4			Fibra	600	16.5
13	10	3	codo	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
14	13	1	Estrech/ensanch	Rectang	Vertical	0,4	90	20	Fibra		

Nudo	Nudo anterior	Long.(m) entre nudos	Acceso rio	Forma conducto	Tipo limitación cond.	Dimensión límite. (m)	Angulo codo (°C)	Angulo reducción n(°C)	Material al conducto	Caudal (m ³ /h)	Perdida de presión total boca (Pa)
15	14	0	Boca	Rectang	Vertical	0,4			Fibra	600	16.5
16	9	6	Cola de milano	Rectang	Vertical	0,4	90/90		Fibra		
17	16	2	derivación	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
18	17	1	Estrech/ensanch	Rectang	Vertical	0,4		20	Fibra		
19	18	0	Boca	Rectang	Vertical	0,4			Fibra	700	23
20	17	4	codo	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
21	20	1	Estrech/ensanch	Rectang	Vertical	0,4		20	Fibra		
22	21	0	Boca	Rectang	Vertical	0,4			Fibra	700	23
23	16	2	derivación	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
24	23	1	Estrech/ensanch	Rectang	Vertical	0,4		20	Fibra		
25	24	0	Boca	Rectang	Vertical	0,4			Fibra	700	23
26	23	4	codo	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
27	26	1	Estrech/ensanch	Rectang	Vertical	0,4		20	Fibra		
28	27	0	Boca	Rectang	Vertical	0,4			Fibra	700	23

Tabla 15. Datos de ANGEL MENOR

Tramo	Long.(m) entre nudos	Acceso rio	Forma conduc to	Tipo limitaci ón cond.	Dimens ión límite. (m)	Angulo codo (°C)	Angulo reducció n(°C)	Materi al conduc to	Caudal (m3/h)	Perdida de presión total boca (Pa)
0	0	---	Rectang	Vertical	0,4			Fibra		
1	0	Estrech/ ensanch	Rectang	Vertical	0,4		20	Fibra		
2	7	derivaci ón	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
3	4	derivaci ón	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
4	1	Estrech/ ensanch	Rectang	Vertical	0,4		20	Fibra		
5	0	Boca	Rectang	Vertical	0,4			Fibra	600	16.5
6	3	codo	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
7	1	Estrech/ ensanch	Rectang	Vertical	0,4		20	Fibra		
8	0	Boca	Rectang	Vertical	0,4			Fibra	600	16.5
9	6	derivaci ón	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
10	4	derivaci ón	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
11	1	Estrech/ ensanch	Rectang	Vertical	0,4		20	Fibra		
12	0	Boca	Rectang	Vertical	0,4			Fibra	600	16.5
13	3	codo	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
14	1	Estrech/ ensanch	Rectang	Vertical	0,4	90	20	Fibra		

Nudo	Long.(m) del tramo	Acceso rio	Forma conduc to	Tipo limitaci ón cond.	Dimens ión límite. (m)	Angulo codo (°C)	Angulo reducció n(°C)	Materi al conduc to	Caudal (m3/h)	Perdida de presión total boca (Pa)
15	0	Boca	Rectang	Vertical	0,4			Fibra	600	16.5
16	6	Cola de milano	Rectang	Vertical	0,4	90/90		Fibra		
17	2	derivaci ón	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
18	1	Estrech/ ensanch	Rectang	Vertical	0,4		20	Fibra		
19	0	Boca	Rectang	Vertical	0,4			Fibra	700	23
20	4	codo	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
21	1	Estrech/ ensanch	Rectang	Vertical	0,4		20	Fibra		
22	0	Boca	Rectang	Vertical	0,4			Fibra	700	23
23	2	derivaci ón	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
24	1	Estrech/ ensanch	Rectang	Vertical	0,4		20	Fibra		
25	0	Boca	Rectang	Vertical	0,4			Fibra	700	23
26	4	codo	Rectang	Vertical	0,4	90		Fibra		
27	1	Estrech/ ensanch	Rectang	Vertical	0,4		20	Fibra		
28	0	Boca	Rectang	Vertical	0,4			Fibra	700	23

Tabla16. Datos de ANGEL MENOR