
	<b>CRISTALERÍA ESPAÑOLA, S.A.</b> <b>División Aislamiento</b>	<b>FABRICA DE AZUQUECA DE HENARES</b> Avda. del Vidrio, s/n Azuqueca de Henares Guadalajara	 ER-0043/2/92
		<b>LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICOS E HIDRAÚLICOS</b>	
REF. N°	INFORME	FECHA	N° Pgs.
EH-048 / 99	PÉRDIDAS DE CARGA EN CODOS CLIMAVER	Febrero - 99	7

## INFORME DE ENSAYO

### PÉRDIDAS DE CARGA EN CONDUCTOS CLIMAVER

#### **1- OBJETO:**

Análisis comparativo de las pérdidas de carga entre los dos sistemas más habituales de fabricación de figuras para redes de conductos realizadas a partir de paneles de lana de vidrio CLIMAVER PLUS, revestidos por la cara interior con lámina de aluminio.

#### **2- ANTECEDENTES:**

El sistema de fabricación de conductos más tradicional o comunmente denominado “por tapas”, permite realizar redes de conductos con codos y figuras de envolventes de superficie curvas.

Este sistema presenta el inconveniente de que la calidad de las figuras y especialmente la de los codos, como figura más sencilla y habitual, esta muy condicionada a la habilidad de ejecución del operario, y en todo caso, las superficies internas de la pieza presentan un elevado número de cortes interiores y por tanto juntas.

Dichas juntas, si no están correctamente ejecutadas pueden suponer zonas de acumulación de suciedad y de debilidad de las figuras.

El presente estudio pretende valorar las pérdidas de carga teniendo en cuenta, entre otros factores, la posible influencia en la fricción del aire de juntas interiores realizadas correctamente.

A partir de los sistemas de montaje empleados en los Estados Unidos de América, que descartan el sistema “por tapas” y las superficies curvas, Cristalería Española, S.A. ha desarrollado toda una metodología de montaje basada en la fabricación de figuras y, por tanto, de codos a partir de conductos rectos. Los elementos necesarios para realizar desviaciones en la distribución del aire en un ángulo de 90° se realizan con este método mediante dos cambios de dirección de 45 ° separados por una distancia mínima de 15 cm.

Las ventajas evidentes de este sistema, con un reducido número de juntas y una calidad y resistencia de las figuras muy superior, parecían no presentar más inconveniente que la eventual mayor pérdida de carga del nuevo tipo de codo, teniendo en cuenta una geometría aparentemente más desfavorable.

En todo caso, no debería existir una diferencia apreciable en pérdida de carga, ya que existían consideraciones favorables al nuevo sistema en este aspecto, (menor rugosidad superficial por tener menor número de cortes). Esto último lo avalaban experiencias de calculistas consultados sobre obras reales.

Para confirmar todo lo anterior, se decidió hacer el ensayo de evaluación que ha dado lugar al presente informe.

### **3- ENSAYO.**

#### **3.1- MONTAJES:**

Se construyeron montajes de igual geometría de conductos CLIMAVER PLUS, conectados a la salida de un ventilador centrífugo con motor de velocidad variable, capaz de producir al límite 8 m<sup>3</sup>/s, con una presión de 110 mm.c.a.

#### Las condiciones de ensayo, fueron:

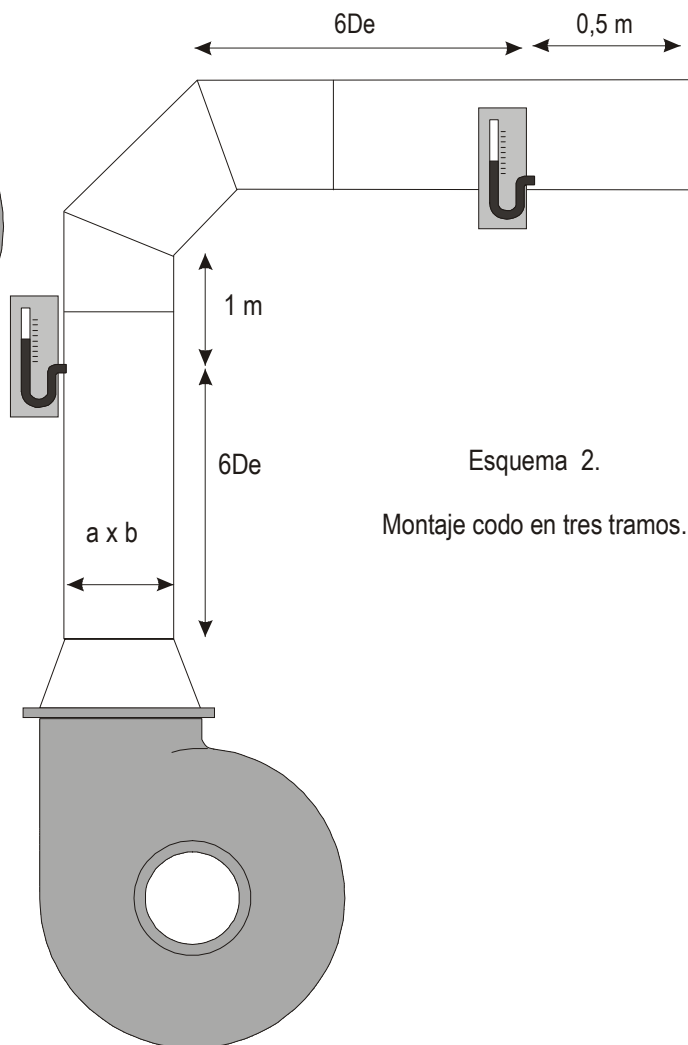
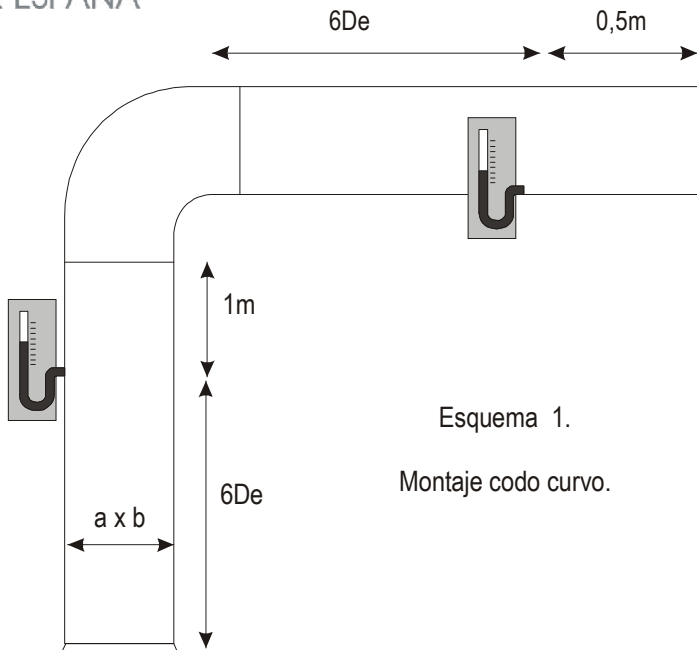
- Los montajes consistían en un tramo recto + un codo + un tramo recto.
- Los tramos rectos, eran de una longitud un metro superior a 6 diámetros de la sección circular equivalente a los conductos rectangulares.

El diámetro equivalente de un conducto rectangular de sección  $axb$ , viene dado por el algoritmo:

$$De = \frac{2 \cdot (axb)}{(a + b)}$$

- Los conductos de ensayo se construyeron con dos secciones de 300×300 mm y 390×310 mm. Para cada sección, se construyeron dos tipos de codos: curvo y de tres piezas, cuidando que los desarrollos longitudinales de los codos fueran iguales para cada sección del conducto.
- La velocidad de circulación del aire, se determinó por un anemómetro situado aguas debajo de los codos, a seis diámetros equivalentes de la salida recta de los mismos + 0,5 m.
- La pérdida de carga del sistema, se determinó por medio de un tubo de Pitot, situando los captadores a 1 m antes de los codos y, aguas debajo de los codos, a seis diámetros equivalentes de la salida recta de los mismos.

El montaje puede observarse en los esquemas adjuntos.



### 3.2- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS:

En el cuadro adjunto (Tabla1), se presentan las medidas reales obtenidas en los ensayos:

TABLA 1

VELOCIDAD m/s	PERDIDAS DE CARGA REALES $\Delta P$ (mm c.a.)			
	Codo Red. 390 mmX310mm	Codo 3 piezas 390mmx310mm	Codo Red. 300mmX300mm	Codo 3 piezas 300mmx300mm
7	2	1,5	1	1
14	8,5	----	---	5
15	----	8,5	6	---
20	20	----	----	---
22	---	20	15	13

La extensión de los resultados al espectro completo de velocidades, se puede realizar por ajuste de los valores reales a los valores teóricos, según:

$$\Delta P = C \times K_{Re} \times v^2/4$$

donde:

- el coeficiente "C", es función de la geometría del codo (sección y forma);
- el valor de " $K_{Re}$ ", depende del Re, pero tiende a 1 para valores de  $v > 5,5$  m/s, para las secciones de ensayo.

En resumen: puede establecerse una aproximación suficiente para las pérdidas de carga, con una curva parabólica de forma:

$$\Delta P = K_i \times v^2$$

con valores de  $K_i$  diferentes para cada geometría, obtenida como promedio de resultados aplicando los valores reales de ensayo.

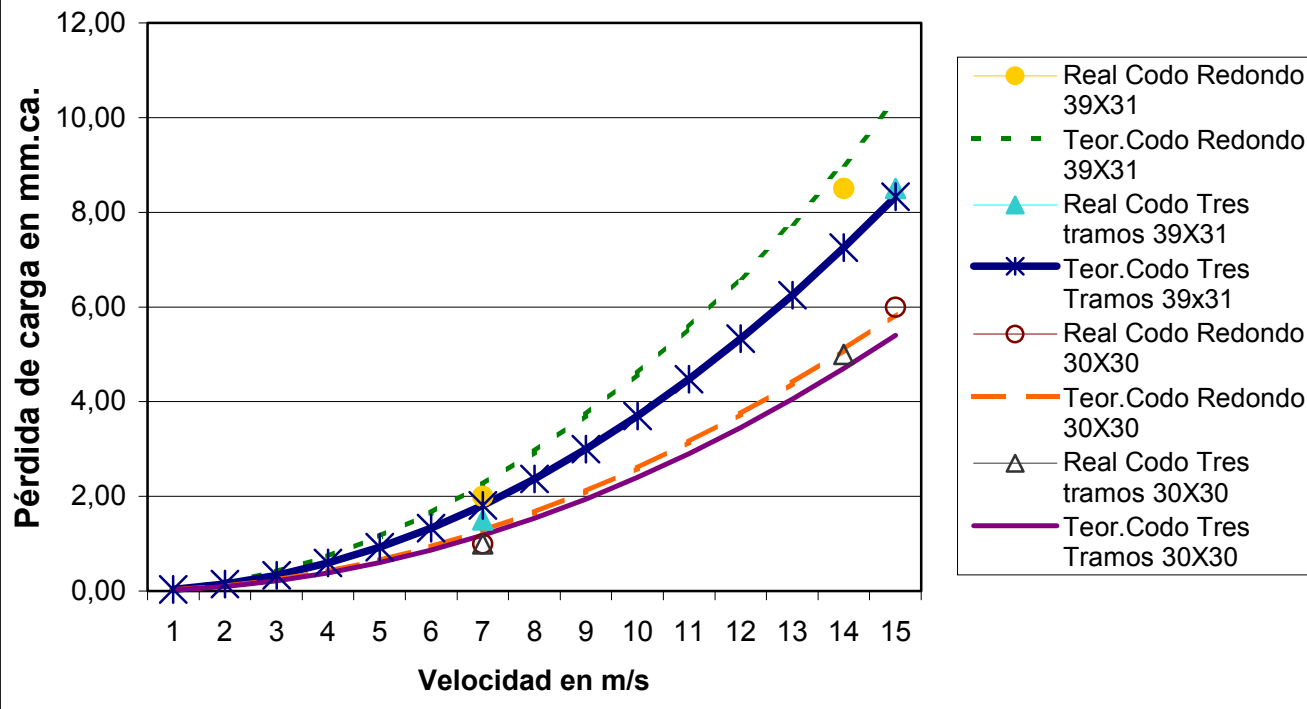
De todo esto resulta la Tabla 2.

**TABLA 2**

VELOCIDAD m/s	PERDIDAS DE CARGA DE CÁLCULO (mm c.a.)			
	Codo Red. 390X310	Codo 3 piezas 390x310	Codo Red. 300X300	Codo 3 piezas 300x300
1	0,05	0,04	0,03	0,02
2	0,18	0,15	0,10	0,10
3	0,41	0,33	0,23	0,22
4	0,74	0,59	0,42	0,38
5	1,15	0,93	0,65	0,60
6	1,66	1,33	0,94	0,86
7	2,25	1,81	1,27	1,18
8	2,94	2,37	1,66	1,54
9	3,73	3,00	2,11	1,94
10	4,60	3,70	2,60	2,40
11	5,57	4,48	3,15	2,90
12	6,62	5,33	3,74	3,46
13	7,77	6,25	4,39	4,06
14	9,02	7,25	5,10	4,70
15	10,35	8,33	5,85	5,40
16	11,78	9,47	6,66	6,14
17	13,29	10,69	7,51	6,94
18	14,90	11,99	8,42	7,78
19	16,61	13,36	9,39	8,66
20	18,40	14,80	10,40	9,60
21	20,29	16,32	11,47	10,58
22	22,26	17,91	12,58	11,62

Cuya representación gráfica sería:

## PERDIDAS DE CARGA EN CODOS CURVOS Y EN CODOS DE 3 TRAMOS RECTOS



#### **4- CONCLUSIONES.**

De los resultados anteriores, se puede concluir:

- a) Para la misma geometría, los codos de tres piezas (2 desvíos de 45°) presentan una ligera menor pérdida de carga con envolventes de superficie circular o curvada.
- b) Las diferencias entre ambos sistemas de codos, son inapreciables para valores de velocidad < 7 m/s.

Los cálculos de pérdidas de carga realizados por los programas informáticos para figuras con superficies curvas (envolventes exteriores e interiores) son de aplicación para los montajes de redes de conductos construidos según el Método del Tramo Recto, sin necesidad de ajustes.

Firmado:



**A. Diez Monforte.**  
**Jefe Laboratorio Físico.**

Vº Bº



**F. Igualador Pascual.**  
**Director Técnico-Comercial.**

Azuqueca de Henares, Febrero - 1.999