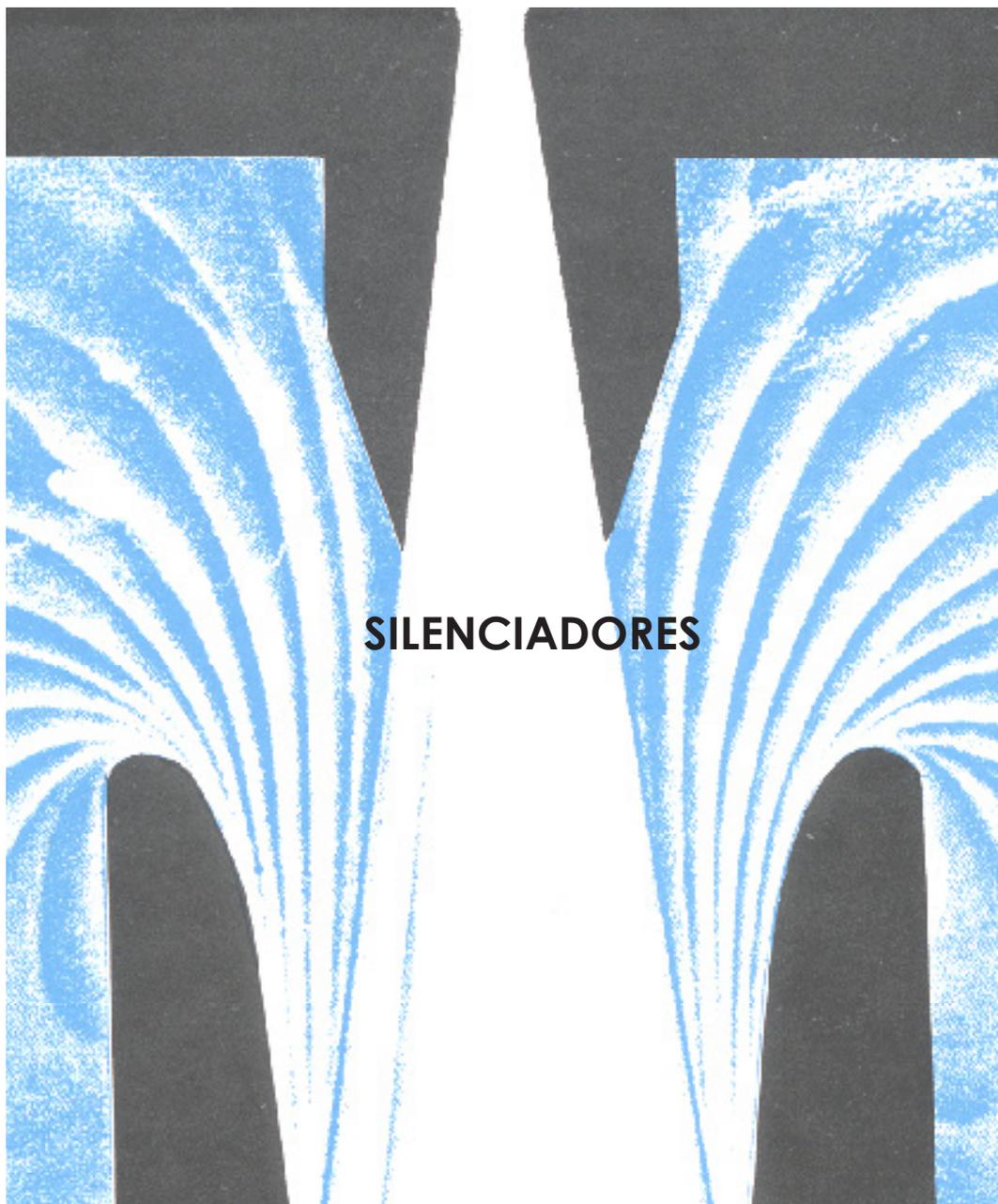


**INGENIERÍA BERNOULLI S.A.**  
**FLUIDODINÁMICA Y VACÍO**  
**TECNOLOGÍA DE PELÍCULA DELGADA Y AGITADA**



Eduardo Costa 1220  
B1641AFP - Acassuso  
Buenos Aires – Argentina  
mail : [info@ibernoulli.com](mailto:info@ibernoulli.com)

Tel. (54-11) 4792 - 0392  
Fax (54-11) 4792 - 0982  
web : [www.ibernoulli.com](http://www.ibernoulli.com)

## SILENCIADORES DE VENTEO

Entre las tres clases de silenciadores disponibles: reactivo, disipativo y reactivo-disipativo, éste es el que admite atenuar el ruido dentro de la más amplia gama de frecuencias; de ahí que se lo utilice para descarga de válvulas de seguridad, de eyectores de evacuación para arranque de plantas y otros venteos de condiciones muy desfavorables desde el punto de vista acústico, pues el ruido generado se compone de ondas que van desde muy altas a bajas frecuencias. Su versatilidad permite aplicarlo a otras condiciones de servicio menos críticas, donde algunas de las otras clases que se enumeran más adelante también son aplicables.

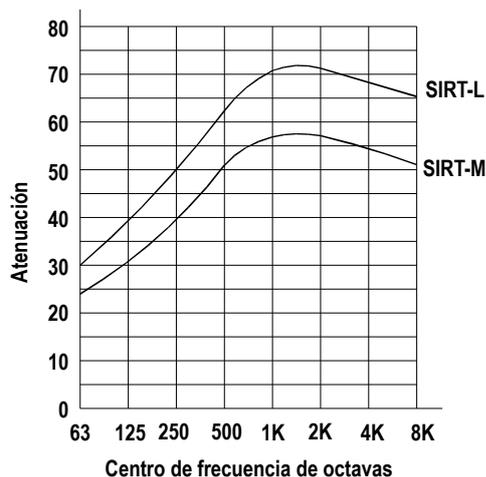


Figura 1 : Silenciador reactivo disipativo. Curvas de atenuación típica.

### Silenciador reactivo-disipativo multitubo (SRDT)

El silenciador tipo multitubo, figura 2, es especialmente indicado para obtener una gran atenuación del ruido en líneas de venteo de mediana y baja velocidad, como se presenta en el caso de descarga de eyectores de evacuación para arranque de plantas petroquímicas y de refinación. También es aplicable en venteo de válvulas de seguridad. Por su excepcional atenuación de ruidos de distintas gamas de frecuencia, es el medio que permite resolver los problemas de contaminación acústica más difíciles que se presentan en fuentes de ruido que descargan a la atmósfera.

El vapor o el gas que ingresa, se derrama por una serie de orificios dispuestos sobre el difusor central, que están orientados para que los chorros se dirijan hacia la cámara interior cilíndrica y doblen 90 grados hacia arriba. El área de los orificios y el volumen de la cámara son los necesarios para formar una efectiva barrera reflexiva al ruido proveniente de la fuente. Además, esta subdivisión, cambio de dirección y de velocidad

TABLA 1 : SILENCIADOR REACTIVO-DISIPATIVO MULTITUBULAR .  
Dimensiones generales.

SRDT	$\phi_1$ max	$\phi_2$	$\phi_p$	D	ZM	ZL
20	40	50	20	219	850	1035
25	50	80	20	273	1025	1248
30	65	100	20	324	1230	1500
35	80	125	20	356	1375	1673
40	100	150	20	406	1550	1895
45	150	200	25	457	1755	2158
50	200	300	25	508	1920	2380
60	250	350	25	610	2240	2795
70	300	400	40	711	2570	3220
85	400	500	40	863	3090	3905
100	500	700	40	1000	3540	4485
120	600	800	40	1200	3750	4585
140	700	900	40	1400	4000	4850
160	750	1000	40	1600	4320	5195
180	900	1200	50	1800	4950	6010
200	1000	1400	50	2000	5390	6465
220	1200	1500	50	2200	5710	6795
240	1200	1700	50	2400	5940	7050
260	1400	1800	50	2600	6410	7535
280	1400	2000	50	2800	6710	7853
300	1500	2100	50	3000	7050	8203

ZM : Altura Z del silenciador mediano.

ZL : Altura Z del silenciador largo.

Nota: El diámetro del difusor es igual a  $\phi_1$  max pero la brida puede ser menor, de acuerdo a las condiciones operativas.

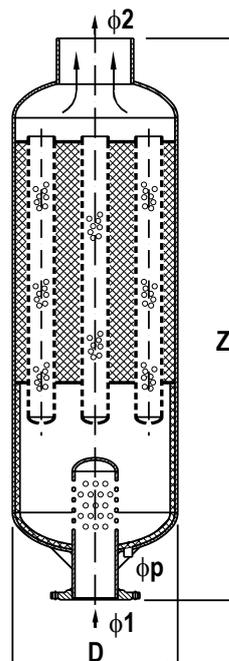


Figura 2 : Silenciador reactivo disipativo multitubular.

transforma la energía sonora de bajas frecuencias en otras de frecuencias más altas, que son más fáciles de atenuar. El fluido entra luego a la etapa disipativa por un conjunto de orificios y se desplaza hacia arriba dentro de un haz de tubos perforados, que está inmerso en el material acústico absorbente (lana mineral de fibra larga) que llena el espacio entre los mismos y el casco, lo que produce una fuerte atenuación en las bandas de las frecuencias altas. Finalmente, las corrientes que emergen de los tubos se unifican en el cabezal superior y el fluido sale, a moderada velocidad, por la conexión de descarga.

Mecánicamente, la disposición permite que el haz se dilate libremente, pues sólo la placa tubo inferior es fija, mientras que la superior es flotante. También facilita el escurrimiento de la humedad condensada, que puede purgarse por la conexión dispuesta en el cabezal inferior.

La protección del material acústico consiste en un lienzo de vidrio que envuelve a cada uno de los tubos o malla de acero inoxidable, según el servicio.

Se construyen en dos modelos, el estándar ó mediano, para los casos más comunes, y el de tubos largos cuando el nivel de ruido que debe atenuarse es muy elevado. Cuando el vapor ó gas llega a velocidad muy alta, se provee con una ampliación en el caño de ingreso al difusor.

La curva de la figura 1 muestra las atenuaciones típicas obtenibles y en la tabla 1 se indican sus dimensiones generales.

Siempre que sea posible, como ocurre en válvulas de seguridad de vapor de media y de alta, el difusor se calcula para tener una presión de entrada igual a 1/4 de la de la entrada a la válvula de venteo. Con ello se baja la velocidad en el caño y se puede reducir el diámetro del caño.

Como regla general, no se debe superar un número de Match igual a 0,2 (excepcionalmente 0,3).

### Silenciador unitubular (SRDU)

Este modelo, figura 3, responde a idénticos principios que el multitubular, sólo que está diseñado para pequeños diámetros nominales de entrada -DN 6 (1/8") a DN 50 (2")-. Puesto que, el pequeño espacio disponible en el casco no permite alojar varios tubos, se coloca uno solamente.

En la tabla 2 se indican sus dimensiones generales.

**TABLA 2 : SILENCIADOR REACTIVO-DISIPATIVO UNITUBULAR .**  
Dimensiones generales.

SRDU	$\phi_1$	$\phi_2$	D	Z
5	8 a 15	20	50	173
8	20	25	80	263
10	25	40	100	326
12	40	50	120	389
15	50	80	150	482

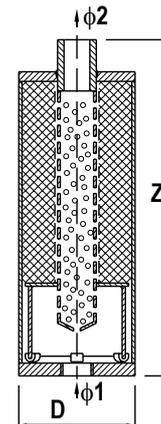


Figura 3 : Silenciador reactivo disipativo unitubular.

### Silenciador reactivo-disipativo anular (SRDA)

El silenciador reactivo-disipativo anular (fig. 4) es un aparato más económico que el multitubular, pero con una atenuación menor, la que, sin embargo, es suficiente para numerosos servicios donde las condiciones no son extremas.

Como en el caso del multitubular, el vapor ó gas ingresa por un difusor con múltiples agujeros que, con la cámara donde descarga, están sintonizados para atenuar los ruidos de baja frecuencia y además trnsformarlos en otros de alta frecuencia, más fáciles de absorber.

Los gases suben por un tubo central y el ó los espacios anulares en que se subdivide la sección del cuerpo. El número de anillos aumenta a medida que se incrementa el diámetro del casco y las paredes son de chapa perforada con una protección de tela de vidrio. En los espacios donde no circula gas, va el relleno de lana mineral, que es el medio absorbente indicado para el uso. Esta etapa disipativa elimina los ruidos de frecuencias elevadas. La descarga es directa a objeto de lograr una baja velocidad de salida, reducir la altura y el costo

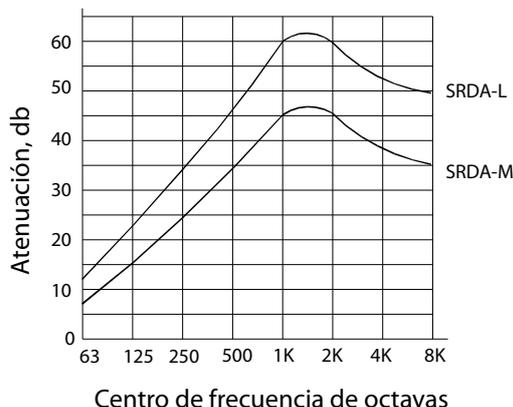


Figura 5 : Silenciador reactivo disipativo anular.  
Curvas de atenuación típica.

del silenciador. Cada modelo se presenta en el tamaño estándar (M) o largo (L) para máxima atenuación. En la tabla 3 se indican las dimensiones de los distintos modelos y la figura 5, muestra una curva típica de atenuación vs. frecuencia.

Los anillos con relleno absorbente son flotantes para permitir su libre dilatación. El conjunto es autodrenante, la humedad condensada ó el agua de las lluvias escurre y se purga por una conexión en el cabezal inferior.

En este modelo, valen los comentarios finales hechos para el tipo multitubular (SRDT).

TABLA 3 : SILENCIADOR REACTIVO-DISIPATIVO ANULAR . Dimensiones generales.

SRDA	$\phi$ 1 max	$\phi$ P	D	ZM	ZL
50	200	25	457	1460	1850
60	250	25	610	1695	2145
70	300	40	711	1960	2485
85	400	40	863	2390	3040
100	500	40	965	2730	3480
120	600	40	1200	3230	4130
140	700	40	1400	3750	4800
160	750	40	1600	4260	5460
180	900	50	1800	4810	6160
200	1000	50	2000	5220	6720
220	1200	50	2200	5730	7380
240	1200	50	2400	6590	8390
260	1400	50	2600	7230	9180
280	1400	50	2800	7730	9830
300	1500	50	3000	8290	10540

ZM : Altura Z del silenciador mediano.

ZL : Altura Z del silenciador largo.

Nota: El diámetro del difusor es igual a  $\phi$ 1 max pero la brida puede ser menor, de acuerdo a las condiciones operativas.

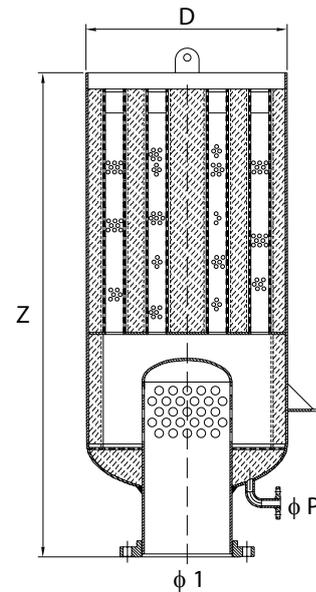


Figura 4 : Silenciador reactivo disipativo anular.

### Silenciadores Disipativos (SDU,SDA)

El silenciador disipativo se aplica para atenuar ruidos donde prevalecen las bandas de frecuencia alta. El modelo SDU, figura 8, tubular, es el más indicado para diámetros pequeños, mientras que el SDA, anular, figura 10, conviene para diámetros mayores de 300 mm y cuando se requiere gran atenuación.

En ambos casos, el dispositivo de absorción de ruido es un anillo ó un anillo y un inserto de chapa perforada, relleno de lana mineral. La superficie del relleno absorbente está protegida con tela de vidrio para evitar que sea arrastrada por la corriente de gas. En la tabla 4 y 5 se indican las dimensiones generales de estos modelos.

La atenuación de estos silenciadores será mayor cuanto más largo sea el aparato. Las curvas de la fig.6 y 7 muestran como varía, para distintas frecuencias.

Otro tipo muy usado en conductos de ventilación es el silenciador disipativo modular (fig.9), de forma rectangular, que lleva varios módulos, cuyo número aumenta a medida que es mayor la sección del conducto donde va intercalado.

El ancho y el largo de los módulos y el espacio entre ellos varía según la atenuación requerida y la pérdida de carga admitida.

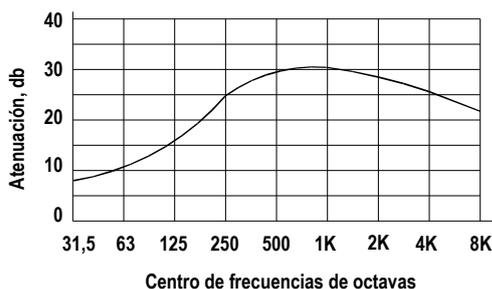


Figura 6 : SILENCIADOR DISIPATIVO TUBULAR . Curva de atenuación.

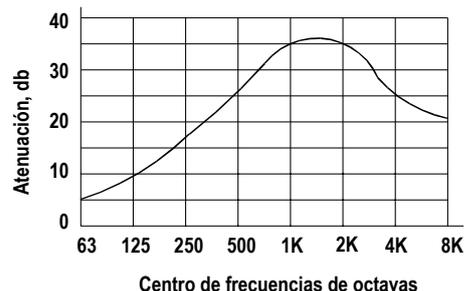


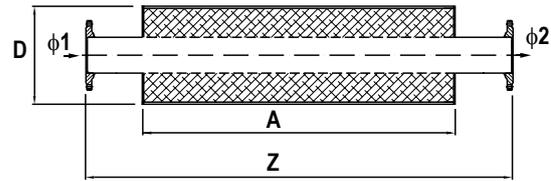
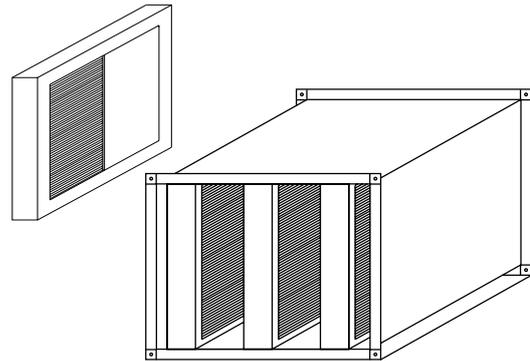
Figura 7 : SILENCIADOR DISIPATIVO ANULAR . Curva de atenuación.

**TABLA 4 : SILENCIADOR DISIPATIVO TUBULAR . Dimensiones generales.**

SDU	$\phi_1$ y $\phi_2$	D	A		Z	
			M	L	M	L
100	25	114	100	200	250	350
125	40	143	200	400	350	550
150	50	168	250	500	400	650
200	80	219	375	750	525	900
250	100	273	500	1000	700	1200
300	150	324	750	1500	950	1700
450	200	457	1000	2000	1250	2250

M : Dimensiones del silenciador mediano.

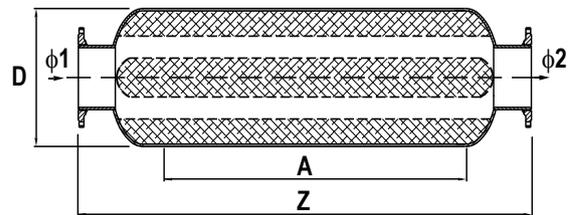
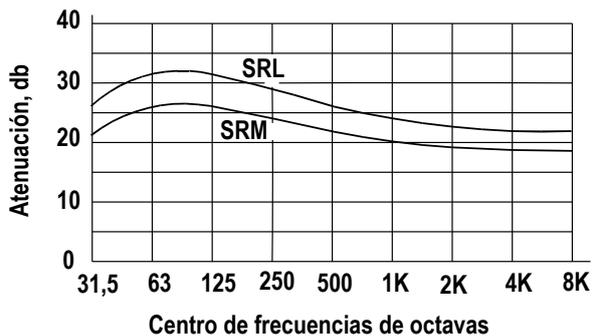
L : Dimensiones del silenciador largo.


**Figura 8 : SILENCIADOR DISIPATIVO TUBULAR.**

**Figura 9 : SILENCIADOR DISIPATIVO MODULAR.**
**TABLA 5 : SILENCIADOR DISIPATIVO ANULAR . Dimensiones generales.**

SDA	$\phi_1$ y $\phi_2$	D	A		Z	
			M	L	M	L
45	200	457	400	600	600	800
50	250	508	500	750	700	950
60	300	610	600	900	800	1100
65	350	660	700	1050	900	1250
70	400	711	800	1200	1000	1400
75	450	762	900	1350	1100	1550
90	500	900	1000	1500	1250	1750
100	600	1000	1200	1800	1450	2050
120	700	1200	1400	2100	1650	2350
140	800	1400	1600	2400	1900	2700
160	1000	1600	2000	3000	2300	3300

M : Dimensiones del silenciador mediano.

L : Dimensiones del silenciador largo.


**Figura 10 : SILENCIADOR DISIPATIVO ANULAR .**

**Figura 12 : SILENCIADOR REACTIVO. Curva de atenuación.**

### Silenciadores Reactivos (SR)

El silenciador reactivo es un aparato indicado para atenuar ruidos creados por flujo pulsante, donde predominan las bajas frecuencias ; como el escape de bombas alternativas a vapor , escape de motores de combustión interna de 2 y 4 tiempos, descarga de bombas de vacío, succión y descarga de compresores, etc..

El gas que ingresa a la cámara inferior, pasa por 4 tubos resonadores, perforados ó con una ranura fijados a una placa divisoria, y sale por otros cuatro, soldados a una segunda placa divisoria. Las 2 ó 3

cámaras de resonancia están aisladas acústicamente del exterior por una capa de aire que queda en la doble pared formada por la carcaza y un cilindro de diámetro un poco menor fijado con varios distanciadores.

En la figura 12 se muestra una típica curva de atenuación, según la frecuencia, de este silenciador. En la tabla 6 se indican sus dimensiones.

TABLA 6 : SILENCIADOR REACTIVO. Dimensiones generales.

SR	$\phi_1$ y $\phi_2$	D	A		Z	
			M	L	M	L
20	80	219	600	1000	750	1150
25	100	324	750	1250	900	1400
30	100	324	900	1500	1050	1650
40	150	406	1200	2000	1350	2150
50	200	457	1500	2500	1650	2650
60	250	559	1800	3000	1950	3150
70	300	762	2100	3500	2300	3700
80	350	813	2400	4000	2600	4200
100	400	1016	3000	5000	3200	5200
110	450	1016	3300	5500	3500	5700
120	500	1066	3600	6000	3850	6250
140	600	1371	4200	6500	4450	6750

M : Dimensiones del silenciador mediano.

L : Dimensiones del silenciador largo.

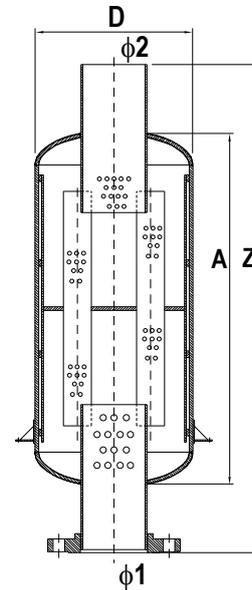


Figura 11 : SILENCIADOR REACTIVO.

### Separadores-Silenciadores (SSRD)

El separador- silenciador SSRD, cumple la doble función de separar el líquido que acompaña a un venteo, y atenuar el ruido a niveles admitidos. La cámara de separación, del tipo ciclónico, sirve también como amortiguador reactivo de ruidos de baja frecuencia. Los gases libres de líquido salen por un difusor en forma de múltiples chorros, que regularizan la turbulencia e ingresan a la cámara disipativa superior con paredes acústicas.

El aparato es especialmente indicado para bombas de vacío de anillo de agua, que generan ruido en la descarga; con este dispositivo, se separa el agua de sello y el ruido se reduce a menos de 85 dba.

TABLA 7 : SEPARADOR - SILENCIADOR REACTIVO - DISIPATIVO. Dimensiones generales.

SSRD	$\phi_{n1}$	$\phi_{n2}$	D	C	Z
10	25	40	141	130	610
15	40	50	168	175	675
20	50	80	219	220	750
25	80	100	273	280	925
30	100	150	324	340	1115
45	150	200	457	535	1640
60	200	250	610	730	2145
75	250	300	762	925	2450
90	300	350	914	1120	3150
100	350	400	1016	1250	3495
120	400	500	1219	1595	4170

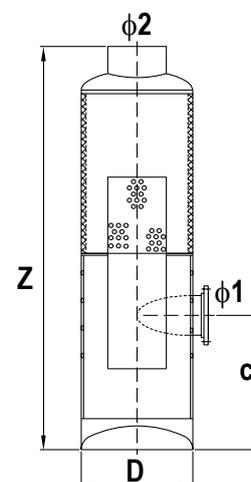


Figura 13 : SEPARADOR - SILENCIADOR REACTIVO - DISIPATIVO