



INFORMACIÓN TÉCNICA ITSI-07

DESGASIFICACIÓN TÉRMICA

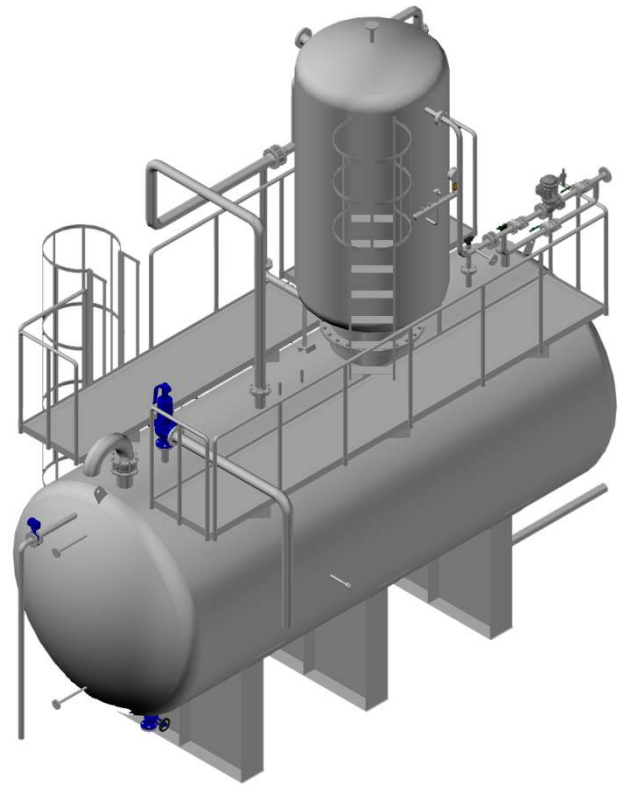
Versión 3.00

mayo de 2018

Sistemas Industriales de Calderas, S.L.

1.1 Descripción y ventajas de la desgasificación térmica

El desgasificador es un equipo que elimina el oxígeno y otros gases contenidos en el agua de alimentación de modo que se evite la corrosión de elementos y tramos que componen el circuito agua-vapor de una planta. En medio acuoso, el hierro se oxida a hidróxido ferroso por la acción del ión hidroxilo. Este, por acción de oxígeno en disolución pasa a hidróxido férrico (de color rojizo), que implica corrosión. A elevadas temperaturas el hidróxido ferroso se convierte en una capa densa de protección de color negro denominada magnetita, que protege el metal del agua y del oxígeno. Sin embargo, esta capa que va creciendo conforme a las horas de funcionamiento de la planta, puede provocar graves averías porque su apilamiento genera grietas en los tubos y conductos de los equipos, que se someten a altas temperaturas, motivadas por la escasa transferencia de calor y a otros fenómenos mecánicos como desgarramientos producidos por la consecuente dilatación térmica descontrolada. Debido a esto se requiere de una adecuada intervención que impida la presencia de O_2 y otros gases en un medio acuoso como el que se trata en plantas con vapor como fluido caloportador.



En una planta de producción de vapor este equipo tiene las siguientes funciones:

- Eliminación de gases:

Elimina, gracias al aumento de temperatura del agua, los gases disueltos que pueda contener como CO_2 y O_2 . Aprovecha la solubilidad inversa de los gases, según la cual los gases son menos solubles en agua a alta temperatura.

- Precalentamiento del agua:

Precalienta el agua con una nueva extracción de vapor del circuito de vapor de la propia instalación, de manera que se consigue elevar la temperatura del agua mezclando ésta con dicho vapor.

- Acumulador de agua:

Acumular agua a alta temperatura para alimentar las bombas de alta presión, con las que se inyecta el agua condensada al generador de vapor.

- Evita cavitación:

Proporcionar la presión hidrostática necesaria (NPSH) para evitar el fenómeno de cavitación de las bombas de alimentación.

La función de eliminar el oxígeno disuelto es de elevada importancia por ser causante de fenómenos de corrosión muy peligrosos conocidos como “pitting”. Por ello, la norma UNE 9-075 o equivalentes indica que el contenido de O₂ disuelto en el agua ha de ser menor de 0,2 mg/L (ppm). El fenómeno de corrosión conocido como “pitting” consiste en la reacción del oxígeno disuelto en el agua con los componentes metálicos de la caldera (en contacto con el agua), provocando su disolución o conversión en óxidos insolubles.

Dado que la corrosión por oxígeno se produce por la acción del oxígeno disuelto en el agua, esta puede producirse también cuando la caldera se encuentra fuera de servicio e ingresa aire (oxígeno).

La prevención de la corrosión por oxígeno se consigue mediante el control del oxígeno disuelto en el agua de alimentación, el cual se puede realizar de dos formas: mediante la adición química de secuestrantes como Hidracinas, Aminas o Sulfito Sódico, o mediante el sistema de calentamiento del agua de alimentación hasta una temperatura de 105 °C, temperatura en la que el agua no dispone de gases en disolución. Debido a la toxicidad de algunos compuestos empleados en la desgasificación química, se suelen usar los desgasificadores térmicos.

Entre las ventajas principales de incluir este tipo de equipos en nuestra instalación tenemos:

- Disponibilidad:

Se trata de un equipo que no requiere un mantenimiento constante, lo cual significa una mayor disponibilidad de la planta y una mayor rentabilidad.

- Versatilidad:

Mediante pequeñas modificaciones en el sistema se puede proporcionar una correcta adaptación a todos tipos de plantas de generación de vapor y todas las condiciones de funcionamiento.

- Ahorro económico:

La demanda de agentes químicos en caldera se reduce al realizar una desgasificación térmica en lugar de una química.

- Ahorro energético:

Al disolver menos productos químicos en el agua de alimentación, por tratar el agua con un desgasificador en lugar de hacerlo exclusivamente con agentes químicos, la purga de la caldera disminuirá. Con lo que el agua de reposición necesaria será menor y serán menores las pérdidas de energía por purgas.

- Fatiga térmica:

Ante un caudal de combustible más reducido, se producirán menos problemas por gradiente de temperaturas en el interior del hogar. Lo cual lleva arraigado un menor coste por mantenimiento.

- Demanda de carga:

La disponibilidad de un tanque de almacenamiento en el equipo permite un mejor comportamiento en operación de caldera debido a la rápida respuesta del sistema ante variaciones de carga.

1.2 Principios físicos de la desgasificación térmica

En este proceso, la desgasificación se consigue aportando energía térmica al agua de alimentación del generador de vapor.

Se basa en tres principios fundamentales: la Ley de Henry, la Ley de Dalton y el concepto de solubilidad.

Ley de Henry: La concentración de un gas disuelto es proporcional a la presión del gas en la atmósfera en equilibrio con la solución.

$$p = H x$$

Donde:

- p es la presión parcial del gas [atm].
- H es la constante de Henry, que depende de la naturaleza del gas, la temperatura y el líquido [atm/(mol soluto/mol solución)].
- x es la concentración del gas (solubilidad). Se mide en [mol soluto/mol solución].

Ley de Dalton: La presión total de mezcla de gases es igual a la suma de sus presiones parciales.

$$P = \sum_{i=1}^n p_i$$

Donde:

- P es la presión total del volumen de gases [atm].
- p_i es la presión parcial del gas 'i' dentro del volumen de control de gases [atm].

Solubilidad: La solubilidad de un gas en un líquido decrece con el aumento de temperatura:

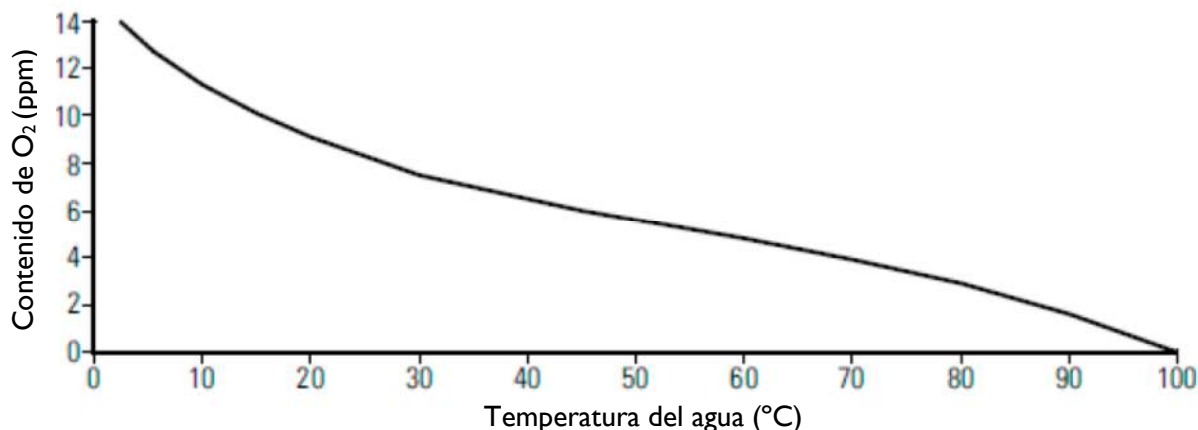


Figura 1. Evolución de la concentración de O₂ con la temperatura del agua.

La figura 1 muestra la evolución del O₂ disuelto en el agua ante el incremento de temperatura. En la figura 1 se observa que a medida que la temperatura del agua aumenta el oxígeno disuelto disminuye. Igual ocurre con otros gases como el nitrógeno y el dióxido de carbono. Si el líquido se encuentra a su temperatura de saturación, la solubilidad de un gas en él es nula, aunque se le deberá proporcionar la agitación adecuada para asegurar la desgasificación completa. La temperatura que debe tener el agua será, como mínimo, lo suficientemente alta como para garantizar que la solubilidad de los gases entra dentro de lo aceptable, siendo en el mejor de los casos nula.

La tabla 1 muestra valores de la constante de Henry para diferentes temperaturas para el O₂ y para el N₂ ($H \times 10^{-4}$), donde H viene expresada en atm. soluto gas / (moles soluto / moles solución):

T (°C)	H (O ₂)	H (N ₂)
0	2.55	5.29
10	3.27	6.68
20	4.01	8.04
30	4.75	9.24
40	5.35	10.4
50	5.88	11.3
60	6.29	12.0
80	6.87	12.6
100	7.01	12.6

Tabla 1. Evolución de Constante de Henry con la temperatura. (Perry, tablas 3.141 y 3.139)

Versión 300

Con la información mostrada en la tabla I se puede determinar que la relación de concentraciones O_2/N_2 es diferente en aire que en agua. En la atmósfera la relación es 21/79 mientras que el aire disuelto en agua tiene una concentración de 34/66, lo cual indica que el oxígeno en agua es más soluble. Esto sería otro modo de ver la necesidad de someter a un cierto calentamiento el agua ciclo de un proceso para eliminar el oxígeno disuelto.

Otra de las razones por la que se debe elevar la temperatura del agua de alimentación es para evitar someter a excesiva fatiga térmica en la caldera. Cuanto más fría entre el agua de alimentación a la caldera más gradiente térmico habrá y más posibilidades de tener problemas mecánicos.

Con lo que aplicando los tres enunciados previos, para un correcto tratamiento del agua de alimentación, debemos limitar el grado de gases disueltos trabajando a alta temperatura. Esto permitirá alargar el funcionamiento y la vida útil de los equipos que conforman la instalación de vapor.

Descripción sistema desgasificador SINCAL

El sistema de alimentación de agua desgasificada es un conjunto formado por un tanque de alimentación de agua a caldera TA y una campana desgasificadora CD diseñados para remover, mediante un proceso de desgasificación térmica explicado anteriormente, los gases disueltos de agua de alimentación a caldera como pueden ser el dióxido de carbono, el oxígeno y otro tipo de gases no condensables en dicho agua y el agua de reposición de caldera.

El agua en el equipo deberá ser tratada, en función del tipo de caldera, según las normas EN 12952 parte 12 o EN 12953 parte 10.



El agua de alimentación de calderas debe estar libre de componentes de durezas con el fin de evitar la formación de incrustaciones en las superficies de calefacción de la caldera. El sistema desgasificador se diseña a medida para cada aplicación, para cumplir los requisitos termodinámicos y para lograr un rendimiento óptimo.

El sistema desgasificador es del tipo, dentro los desgasificadores térmicos, presurizado con inyección de agua de reposición y condensados sobre bandejas. Es un sistema mixto bandejas-sprays, lo cual logramos una desgasificación con un contenido en oxígeno por debajo de 0.02 mg/l. El sistema SINCAL se encuadra en desgasificadores térmicos presurizados de la más alta eliminación de oxígeno y gases disueltos.

En las siguientes hojas se adjuntan los datos técnicos tanto del equipo desgasificador o campana CD, y el tanque de alimentación TA.

Diseño

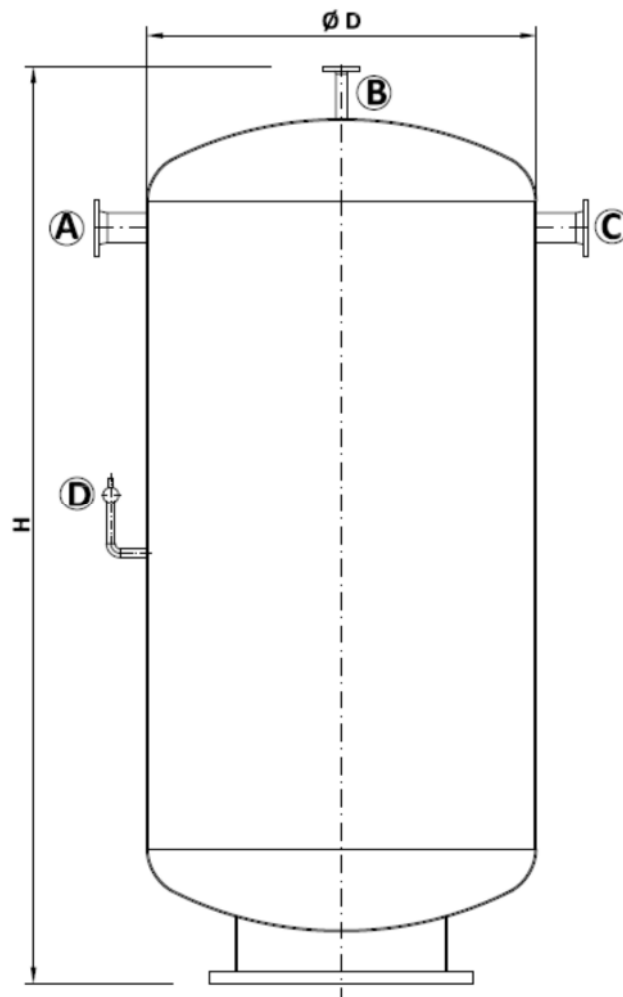
Campana desgasificadora CD

Realizada acero inoxidable, con bandejas de goteo, brida de conexión para el depósito de agua de alimentación sin accesorios. Para otros materiales consultar.

Datos técnicos

Presión máxima de servicio	0,5 barg
Temperatura máxima de servicio	111 ° C
Capacidad	0,5 m ³ / h hasta 120 m ³ / h

Los datos dimensionales son orientativos, cada equipo se estudiará en función de las características de la instalación.



Versión 300

TIPO CD	250	350	450	500	600	600.1
Capacidad desgasificación máxima [m ³ /h]	1	2	3	4	5	6
Diámetro campana (D) [mm]	250	350	450	500	600	600
Altura total campana (H) [mm]	1300	1635	1675	1692	1732	1882
Aireación Campana (B) DN	15	20	25	32	32	40
Retorno de condensados (A) DN	Según necesidades de la instalación					
Agua de reposición (C) DN	15	20	25	25	25	25
Colector instrumentos DN	50					
Peso [kg]	195	230	260	276	309	323

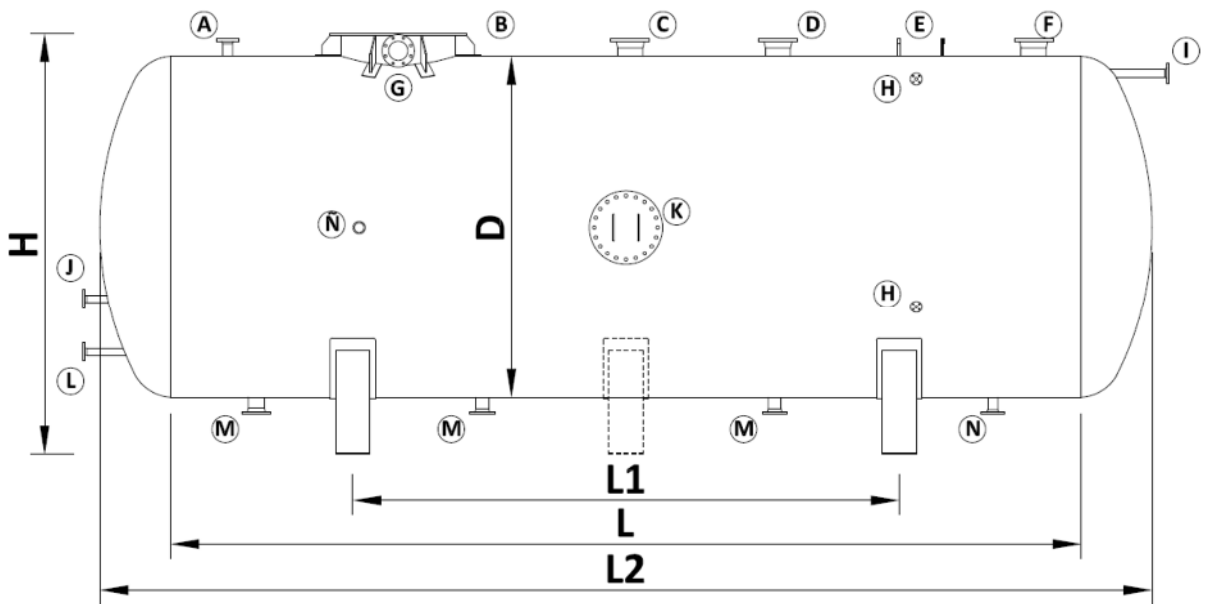
TIPO CD	700	700.1	800	900	900.1	1000
Capacidad desgasificación máxima [m ³ /h]	7	8	10	12	14	16
Diámetro campana (D) [mm]	700	700	800	900	900	1000
Altura total campana (H) [mm]	1772	1922	1962	2152	2302	2342
Aireación Campana (B) DN	50	50	65	65	80	80
Retorno de condensados (A) DN	Según necesidades de la instalación					
Agua de reposición (C) DN	25	32	40	40	50	50
Colector instrumentos DN	50					
Peso [kg]	334	359	398	459	480	527

TIPO CD	1100	1200	1300	1400	1500	1600
Capacidad desgasificación máxima [m ³ /h]	18	20	30	40	50	60
Diámetro campana (D) [mm]	1100	1200	1300	1400	1500	1600
Altura total campana (H) [mm]	2532	2572	2912	3252	3292	3632
Aireación Campana (B) DN	50	50	65	65	80	80
Retorno de condensados (A) DN	Según necesidades de la instalación					
Agua de reposición (C) DN	50	50	50	65	65	65
Colector instrumentos DN	50					
Peso [kg]	600	653	767	891	959	1101

TIPO CD	1700	1800	1900	2000	2000.1	2000.2
Capacidad desgasificación máxima [m3/h]	70	80	90	100	110	120
Diámetro campana (D) [mm]	1700	1800	1900	2000	2000	2000
Altura total campana (H) [mm]	3672	3712	3752	3592	3742	3892
Aireación Campana (B) DN	50	50	65	65	80	80
Retorno de condensados (A) DN	Según necesidades de la instalación					
Agua de reposición (C) DN	65	65	65	65	80	80
Colector instrumentos DN	50					
Peso [kg]	1177	1254	1334	1355	1400	1446

Depósito Alimentación de Agua TA

Realizada acero inoxidable sin accesorios. Para otros materiales consultar.



Todas las conexiones son realizadas según DIN-2633 o EN 1092 en PN16. Otras características bajo petición.

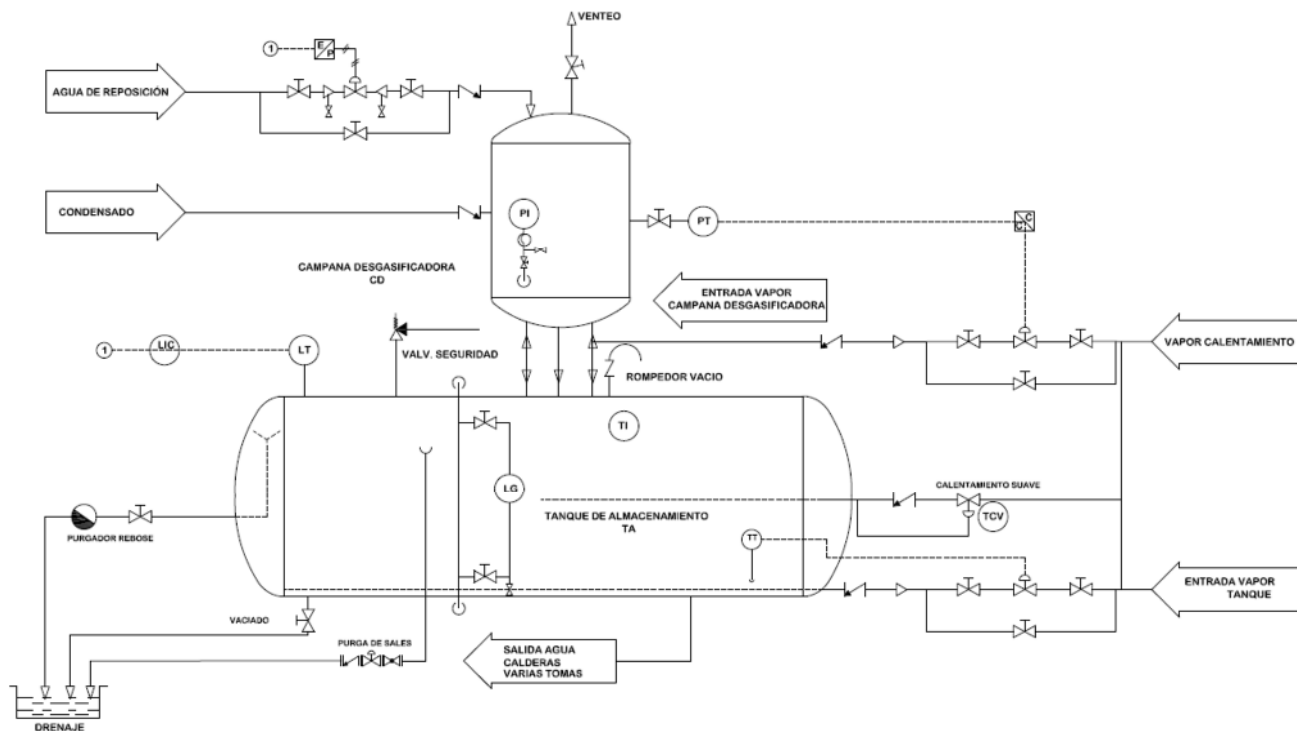
Para depósitos con longitudes superiores a 5 m. será necesaria una tercera soportación.

Versión 300

TIPO TA	1	2	3	4	6	8	10	15	25	30	40	50	60
Volumen [m ³]	1	2	3	4	6	8	10	15	25	30	40	50	60
Diámetro (D) [mm]	800	1000	1200	1250	1500	1550	1650	1900	2000	2250	2500	2750	3000
Longitud sin fondos (L) [mm]	2000	2500	2500	3000	3000	4000	4500	5000	6000	7000	7500	8000	8000
Longitud total (L2) [mm]	2362	2942	3022	3542	3642	4662	5202	5802	6842	7942	8542	9142	9242
Distancia entre soportes (L1) [mm]	1400	1900	1900	2400	2400	2600	2800	2200	2600	3000	3050	3200	3200
Altura total (H) [mm]	1150	1350	1600	1700	1950	2000	2100	2350	2450	2700	2950	3200	3200
Boca de hombre (K) DN	400, PN 6	500, PN 6											
Brida conexión campana (B) DN	100	200	300	350	400	500	600	700	1000	1000	1000	1000	1000
Control de nivel (A) DN	50												
Visor óptico de nivel (H) DN	20												
Calentamiento depósito con vapor (C) DN	Dimensionada de acuerdo con la capacidad de calentamiento												
Válvula de seguridad (D) DN	Dimensionada de acuerdo con la capacidad de calentamiento												
Aditivos químicos (E) G	1/2"												
Rompedora de vacío (F) DN	Dimensionada de acuerdo con la capacidad de calentamiento												
Rebose (I) DN	Dimensionada de acuerdo con el caudal a evacuar												
Calentamiento suave depósito (J) DN	Dimensionada de acuerdo con la capacidad de calentamiento suave												
Termostato (L) DN	Dimensionada de acuerdo con el tamaño del termostato según el calentamiento suave												
Agua alimentación a calderas (M) DN	Dimensionada de acuerdo con el caudal a alimentar a caldera												
Vaciado (N) DN	25	25	32	32	32	40	40	40	40	50	50	50	80
Conexión termómetro (Ñ) G	1/2"												
Peso [kg]	395	570	780	950	1280	1350	1630	3300	3300	3860	9400	9600	10100

Todas las dimensiones especificadas en este documento son orientativas y deben ser consultadas para cada caso.

Esquema de principio:



Versión 300

Filosofía de control

Arranque en frío. Al iniciar la puesta en marcha del equipo desgasificador, una vez realizado el llenado del mismo en su nivel de agua correcto, se procederá a inyectar vapor de forma suave mediante la válvula termostática (TCV) de calentamiento suave. Cuando la temperatura del agua en el tanque alcance los 85-90°C ésta válvula cerrará y dará por concluida la operación del arranque en frío.

Arranque en caliente. Denominaremos arranque en caliente a la fase en la cual la temperatura del tanque está en torno los 85-90°C. En este caso, la válvula de control sita en la entrada de vapor a tanque, realizará el aumento de temperatura mediante inyección de vapor hasta una temperatura de alrededor de 103°C. Ésta válvula estará comandada por temperatura. Una vez alcanzada dicha temperatura estaremos en la fase de funcionamiento en régimen.

Funcionamiento en régimen. Llegado este punto, la válvula de control de entrada de vapor al tanque, mantendrá la temperatura del tanque en torno a los 100-103°C y entrará en funcionamiento la válvula de entrada de vapor a campana desgasificadora. La primera válvula, como ya dijimos anteriormente, seguirá controlada por temperatura. La segunda válvula será controlada por presión para mantenerla en torno a los 0,5 barg.

En la primera puesta en marcha quedará regulada la válvula de aguja de venteo para salida de gases incondensables y salida de vapor.

El agua de aporte o reposición se hará mediante válvula de control comandada por el nivel de agua en el tanque.

Como elementos mecánicos de seguridad el desgasificador lleva:

- Válvula de seguridad para proteger de una presión excesiva.
- Purgador de rebose o sobrellenado para evitar la inundación del tanque y campana.
- Rompedor de vacío para el caso extremo de un funcionamiento en vacío del depósito.

Directiva de equipos a presión (PED)

La campana desgasificadora y el tanque de alimentación cumplen los requisitos dictados por la Presión Directiva de Equipos PED 2014/68/UE, teniendo en cuenta la evaluación de conformidad necesaria aplicable.

La directiva es aplicable a los fluidos del grupo 1 y 2 con marcado CE, excepto si el equipo se diseña de acuerdo con el apartado 3.3. Para más información sobre el cumplimiento de la PED, póngase en contacto con nosotros.

HUGO ALBERTO SIERRA GARCÍA

DIRECTOR TECNICO de SINICAL