

Anexo VI.

INSTRUMENTACIÓN

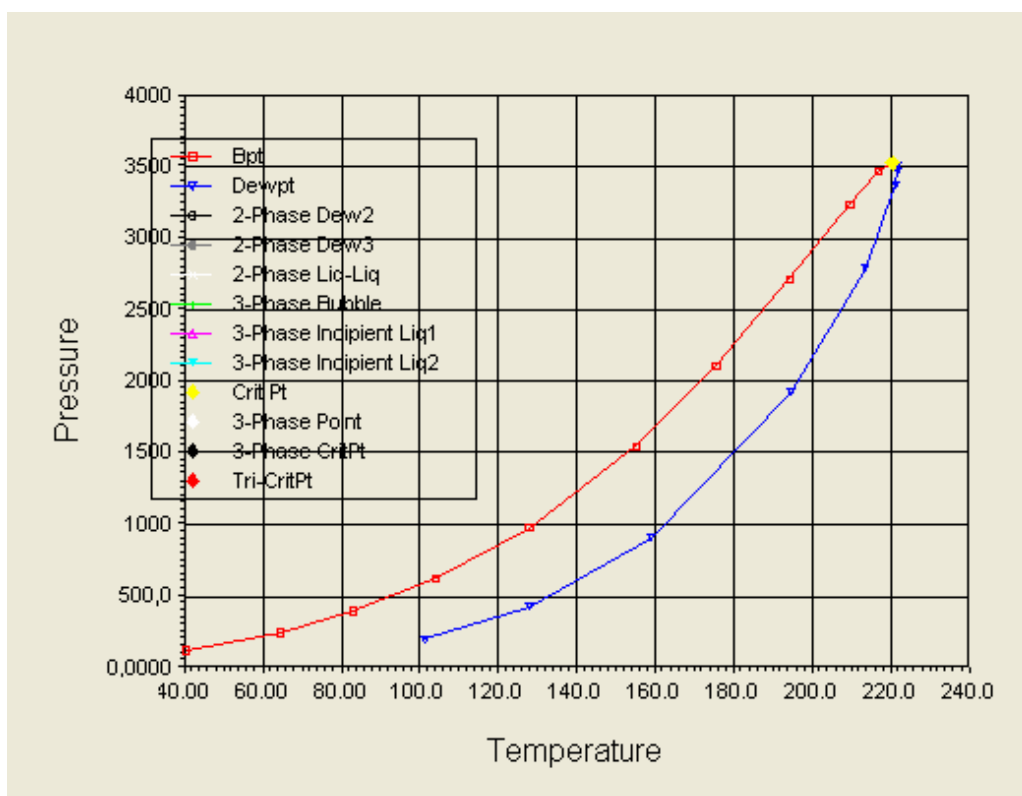
1. Datos del proceso

Los datos del proceso son los siguientes:

| Fluidos | P _s (bar) | P _{ms} (bar) | T _s (°C) | T _{ms} (°C) | T _{mis} (°C) | ? 20°C (g/cm ³) | P _{critica} (hPa) | P _{vapor} (hPa) |
|-----------|-------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Isooctano | 1,67 | 1,96 | 150 | 160 | 38 | 0,69 | f (comp) | f (T,comp) |
| n-Pentano | | | | | | 0,63 | | |

El fluido de trabajo será una mezcla de isooctano (C8) y n-pentano (C5). Se tomará una al 20% iC5, un valor admisible del proceso a la vez que restrictivo para el cálculo de la constante K_{vs} de la válvula.

A continuación pueden verse los diagramas P-T de varias mezclas:



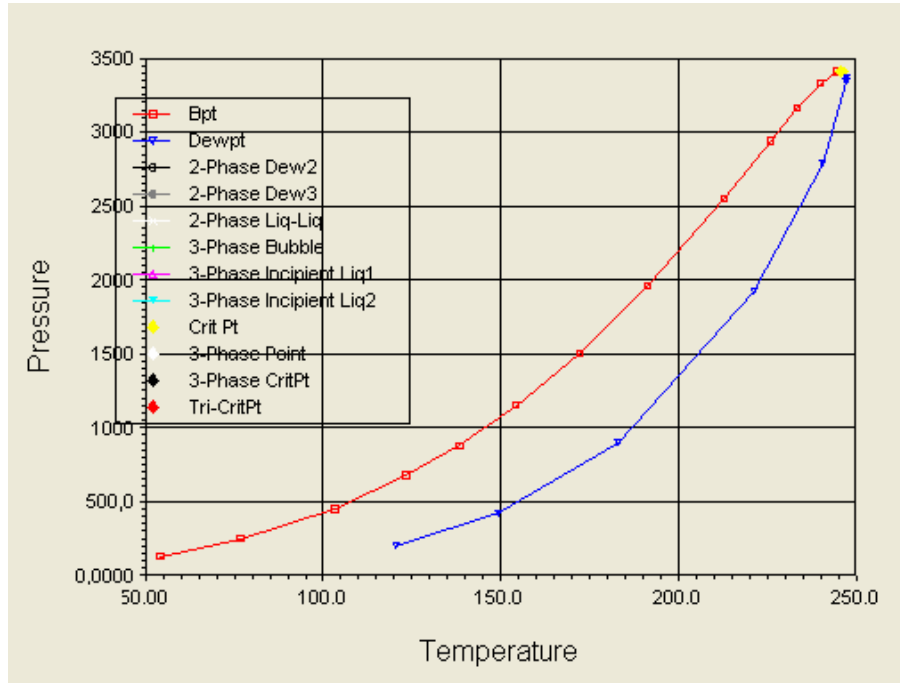


Fig 1.2: Diagrama P-T mezcla 40% i-C5 (P en hPa y T en °C)

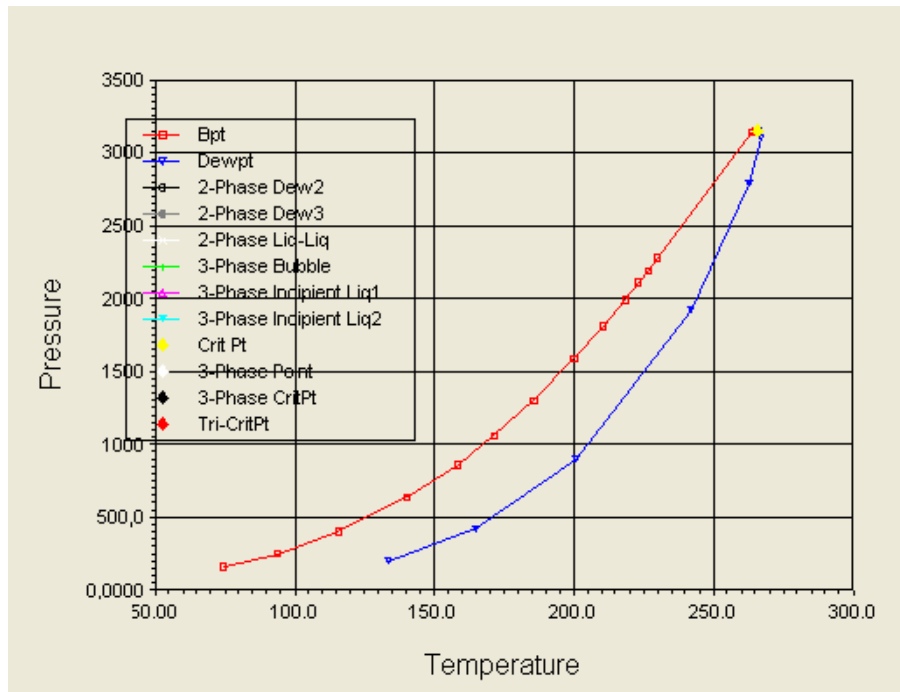


Fig 1.3: Diagrama P-T mezcla 60% i-C5 (P en hPa y T en °C)

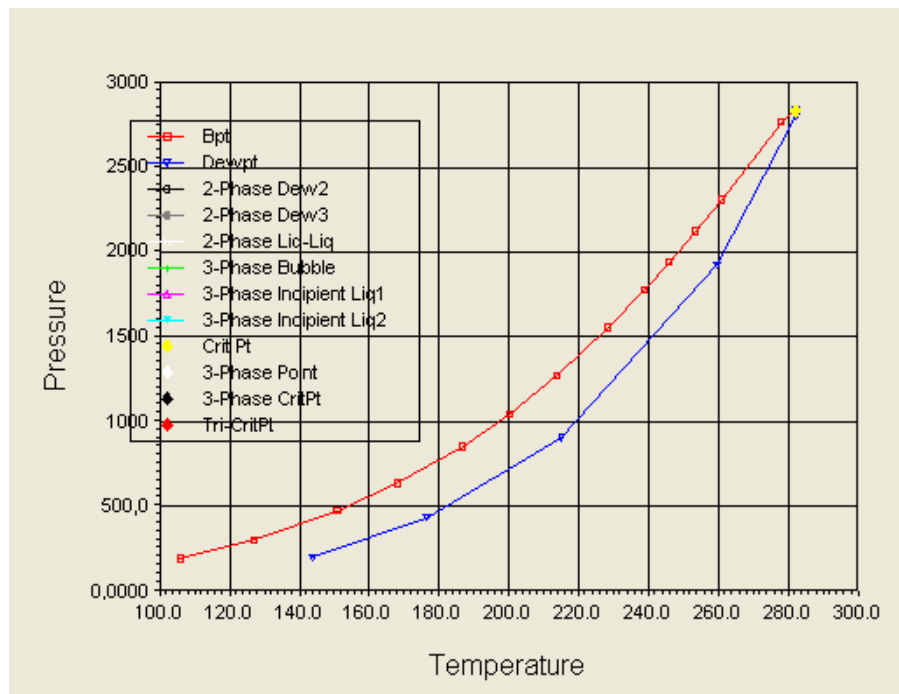


Fig 1.4: Diagrama P-T mezcla 80% i-C5 (P en hPa y T en °C)

2. Control de llenado

Tal como se indica en las Instrucciones (Anexo V) el nivel del depósito debe ser controlado. El sistema de control lo componen una válvula de control, un sensor de nivel y un controlador PID industrial, y la comunicación entre ellos se llevará a cabo mediante una señal de 4-20 mA.

El bucle de control será el siguiente, en el que la entrada será la especificación de nivel que se dará al controlador, la salida el propio nivel y como perturbación tendremos la demanda de combustible.

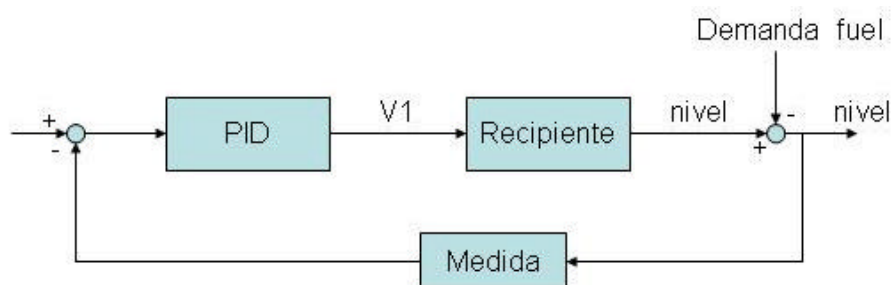


Fig 2: Esquema de control

2.1 Válvula de control

Conectada en la tubuladura E, la válvula de control elegida será neumática de paso recto, y llevará acoplado un posicionador electroneumático que transformará la señal del controlador (4-20 mA) en la presión de mando (0-6 bar) sobre el actuador de la válvula.

- Modelo: SAMSON Tipo 3241-7.

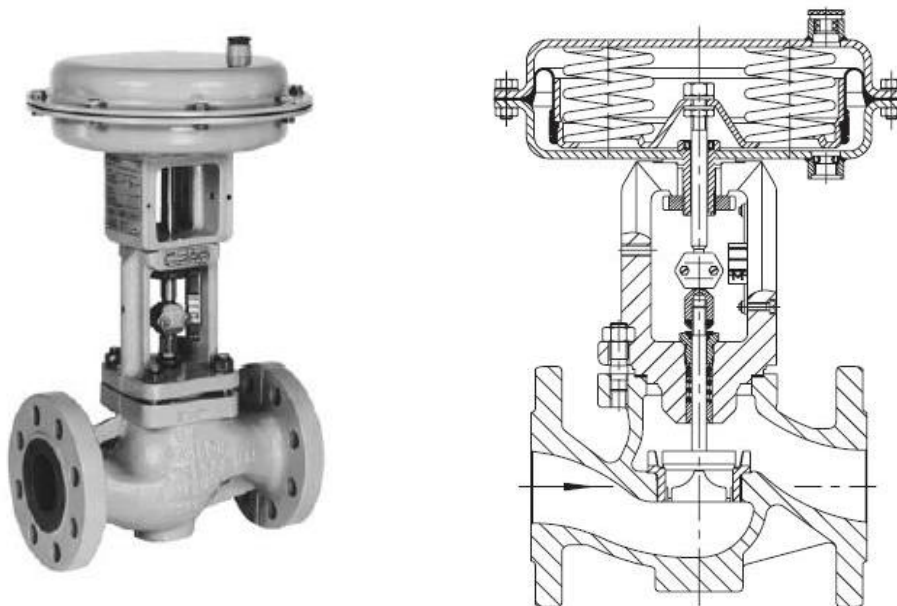


Fig 3: Válvula de control SAMSON tipo 3241, vista externa y corte

- Válvula de paso recto: tipo 3241, de simple asiento.
- Paso nominal: 6"
- Presión nominal: ANSI CLASS 150.
- Material del cuerpo: A 216 WCC
- Asiento y obturador: cierre metálico lapeado. EN 1.4006 (AISI 410). Obturador compensado: PTFE con carbón.

- Material casquillo guía: EN 1.4104 (AISI 430F)
- Empaquetadura de anillos en V de PTFE con carbón.
- Tipo de conexiones: bridas (RF).
- Característica: isoporcentual.
- Relación de regulación: 30:1.
- Accionamiento neumático: tipo 3277.
- Posición de seguridad: válvula CERRADA. Aire para abrir (OA).
- Caudal máximo: 100,7 m³/h.
- Presiones (p_1 , p_2): 2,5 y 1,96 bar.
- Accesorios: posicionador electroneumático modelo 4763-1 con protección “EEx ia IIC T6”, homologado para lugares con peligro de explosión.



Fig 4: Posicionador SAMSON tipo 4763

- Dimensionado de la válvula: consiste en el cálculo de K_{vs} , constante capacidad de la válvula, y en la elección sobre el catálogo de un K_{vs} inmediatamente superior.

Las expresiones a utilizar para su cálculo son las siguientes:

$$(Ec. 1) \quad \Delta p_m = C_f^2 \left[p_1 - \left(0,96 - 0,28 \sqrt{p_v / p_c} \right) p_v \right]$$

$$(Ec. 2) \quad \Delta p_v = p_1 - p_2$$

$$(Ec. 3) \quad K_{vs} = \frac{F}{\sqrt{\Delta p_v / \rho_l}}$$

donde:

- Δp_v caída de presión en la válvula
- Δp_m caída de presión máxima en la válvula
- p_1 presión a la entrada (bar)
- p_2 presión a la salida (bar)
- p_v presión de vapor (bar)
- p_c presión crítica (bar)
- F caudal máximo (m³/h)
- ρ_l densidad relativa respecto al agua a 15°C (1g/cm³)
- C_f coeficiente de recuperación de presión, propio de cada tipo de válvula

Cabe reseñar que cuando $\Delta p_v = \Delta p_m$, se usará Δp_m en lugar de Δp_v en la expresión de K_{vs} .

A falta de datos sobre la instalación se tomará una presión de entrada de 2,5 bar, y velocidades de fluido de 1, 1,5 y 2 m/s. De este modo para un i-C5 del 20% y para la temperatura y presión máxima de servicio nos queda (ver fig 1.1):

$$p_v \text{ (a } 160^\circ\text{C)} = 1,7 \text{ bar}$$

$$p_c = 3,5 \text{ bar}$$

$$p_1 = 2,5 \text{ bar}$$

$$p_2 = 1,96 \text{ bar}$$

$$\rho_l = 0,2 \cdot 0,63 + 0,8 \cdot 0,69 = 0,68$$

$$C_f = 0,9 \text{ (válvula globo simple asiento)}$$

$$\Delta p_v = 0,54 \text{ bar}$$

$$\Delta p_m = 0,97 \text{ bar}$$

De este modo, para conductos de 6" (standard schedule) obtenemos los siguientes valores de K_{vs} :

| V _{fluido} (m/s) | F (m ³ /h) | K _{vs} |
|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| 1 | 63,13 | 75,36 |
| 1,5 | 100,7 | 113,05 |
| 2 | 134,3 | 150,73 |

Se tomará un $K_{vs} = 160$, correspondiente a una válvula de obturador compensado.

Valores superiores de i-C5 producen los mismos resultados, ya que la caída de presión en la válvula (p_v) es la misma mientras que la caída máxima (p_m) aumenta debido a la disminución de la presión de vapor del fluido con i-C5.

40% i-C5 (ver fig 1.2)

p_v (a 160°C) = 1,25 bar

$p_c = 3,4$ bar

? $p_m = 1,22$ bar

60% i-C5 (ver fig 1.3)

p_v (a 160°C) = 0,75 bar

$p_c = 3,15$ bar

? $p_m = 1,52$ bar

80% i-C5 (ver fig 1.4)

p_v (a 160°C) = 0,55 bar

$p_c = 2,85$ bar

? $p_m = 1,65$ bar

* Por falta de datos se ha usado la densidad del fluido a 20°C en lugar de a 160°C, pero de este modo quedamos del lado de la seguridad. A mayor densidad mayor valor de K_{vs} como puede observarse en la Ec. 3.

2.2 Sensor de nivel

Se ha elegido un sensor magnético con indicación por tubo de vidrio (ver Fig 6) que irá conectado lateralmente al depósito sobre las tubuladuras B1/B2.

- Modelo: MESURA LTL 10 /INOX.

- Características del tanque:

Longitud superficie cilíndrica = 7926 mm

Diámetro interior = 3687 mm

Distancia entre ejes B1 y B2 = 7495 mm

Tanque vertical

- Tipo indicación: por láminas magnéticas bicolor de aluminio.

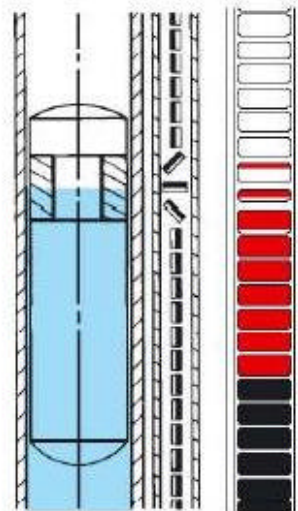


Fig 5: Indicador por láminas magnéticas

- Transmisión de datos: transmisor LTE con salida 4-20 mA.

- Automatismos:

AMM – microrruptor conmutado inversor 3A 220V

AMD – sensor inductivo con relé amplificador 3A 220V seguridad intrínseca

AMR – contactos tipo “reed”, biestables 0,5A 200V 60VA

ADF – caja protección anti-deflagrante (EExd IIC T6)

- Conexión a tanque: bridas DN-25 (1").
- Precisión: $\pm 3-4$ mm.
- Componentes / Materiales: ver tabla.

| Nº | Pieza | Material/es |
|----|----------------|-----------------------|
| 1 | Cuerpo | EN 1.4404 (AISI 316L) |
| 2 | Guía indicador | Burosilicato |
| 3 | Indicador | Aluminio + Imán |
| 4 | Brida cierre | EN 1.4404 (AISI 316L) |
| 5 | Brida montaje | EN 1.4404 (AISI 316L) |
| 6 | Flotador | Titanio |
| 7 | Transmisor | EN 1.4404 (AISI 316L) |
| 8 | Automatismo | |

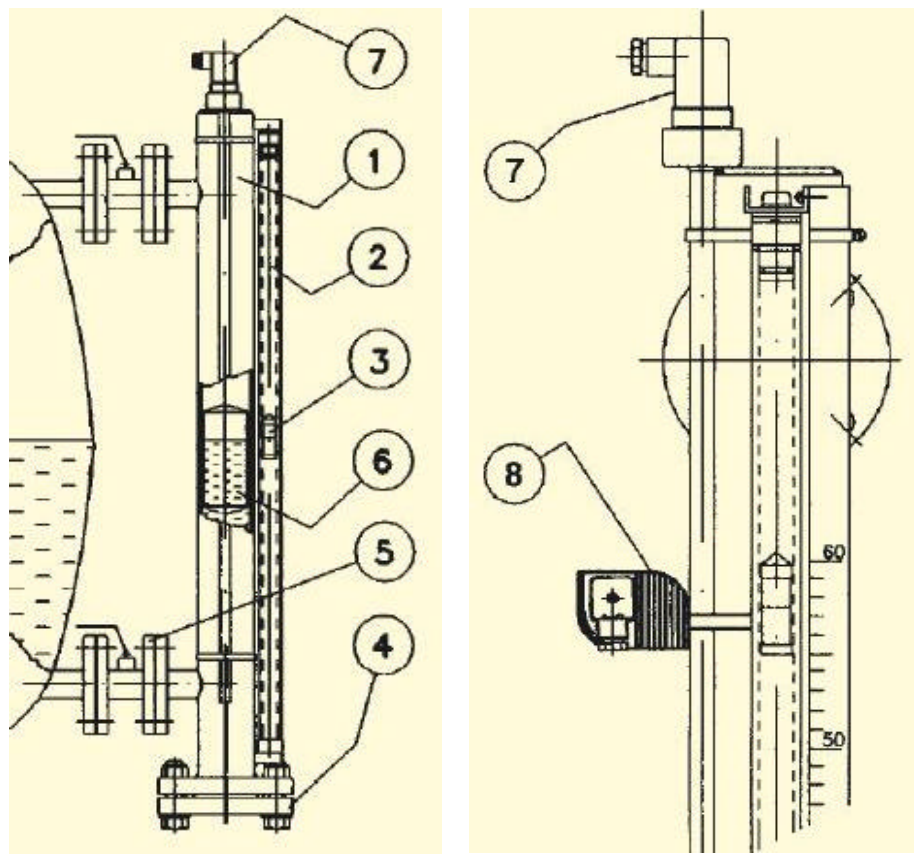


Fig 6: Sensor de nivel por tubo de vidrio

- Válvulas: purga, venteo y dos de acceso (en B1/B2).
- Distancias mínimas: el sensor deberá colocarse a una distancia mínima de 456 mm del suelo y 130 mm del techo para un correcto montaje y desmontaje.

2.3 Controlador

Se usará un controlador digital Omron con entradas analógicas (4-20 mA) para el control de nivel.

Los controladores digitales rastrean la señal analógica que les llega del sensor, la digitalizan, operan mediante un microprocesador y envían otra señal analógica al elemento final de control.

- Modelo: Omron E5CN-C2ML-500.



Fig. 7: PID industrial OMRON EC5N

- Tiempo de muestreo: 250 ms.
- Tipo de salida: corriente (4-20 mA).
- Número de alarmas: 2, de nivel máximo y nivel mínimo.
- Tipo de entrada: analógica (4-20 mA).
- Tamaño: 1/16 DIN (48x48x78)
- Tensión de alimentación: $100-240 V_{ca}$ ó $24 V_{cc}/V_{cc}$.
- Método de control: ON/OFF o 2-PID (con autotuning). El control ON/OFF está indicado para válvulas todo/nada. Se usará un control mediante dos algoritmos PID autoajustables.
- Configuración: digital a través del teclado del panel frontal.

- Accesorios: (según condiciones de instalación y proceso)

- Cable de conexión serie USB, para conexión a pc.
- Cubierta de terminales.
- Transformadores de corriente.
- Adaptador para panel.

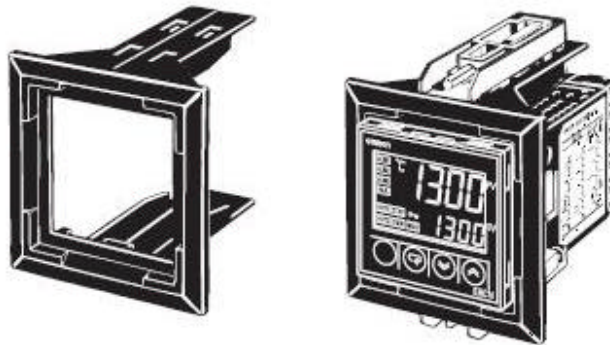


Fig 8: Adaptador para Omron E5CN

3. Válvula de seguridad

Tal como se indica en las Instrucciones (Anexo V) el recipiente debe ir equipado con una válvula de seguridad tarada a la presión de diseño que actúe en caso de sobrepresión.

- Modelo: COMEVAL ARI SAFE Serie 901.

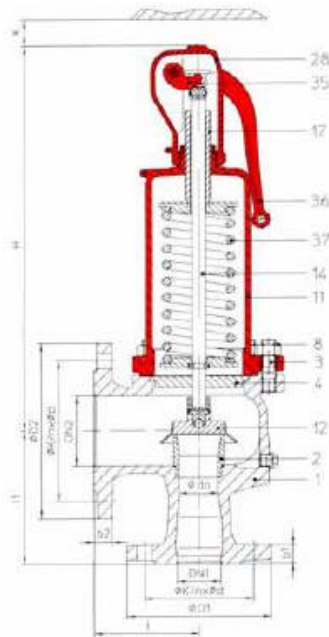


Fig 9: Válvula de seguridad COMEVAL ARI SAFE Serie 901

- Tipo: con palanca, capuchón cerrado y bonete cerrado.
- Paso nominal: 3" x 5".
- Presión nominal: ANSI CLASS 150 (ver fig. 10). PN 16.
- Materiales de cuerpo y bonete: EN 0.6025 (fundición gris).
- Materiales asiento / muelle: EN 1.4571 (AISI 316Ti) / 50 Cr V4
- Tipo de conexiones: bridas DIN EN 1092-2. Taladros DIN 2533/2533.
- Rango de presión de ajuste: desde 0,2 bar manométricos.

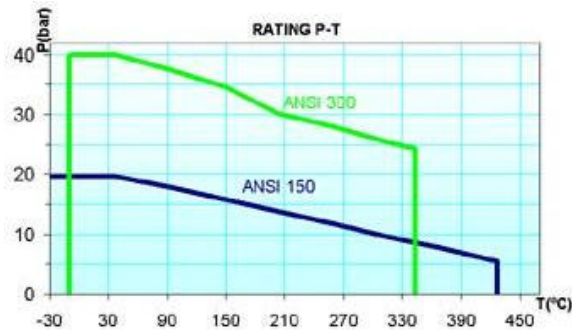


Fig 10: Diagrama P-T de presiones admisibles ANSI CLASS 150

- Capacidad de descarga de vapor saturado: se muestran en la siguiente tabla para varios valores de presión de tarado.

| | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $P_{\text{tarado manom}}$ (bar) | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
| Q_{desc} (kg/h) | 1295 | 1890 | 2120 | 2360 | 2790 | 3245 | 4355 | 4880 | 5855 | 6775 |

4. Otra aparamenta

- Sobre la boca de hombre (tubuladura D) irá colocada una brida ciega.
- En las tubuladuras de venteo (F) y drenaje (G) se colocarán válvulas todo/nada de accionamiento manual -palanca- y/o a distancia.
- En la salida de producto (C) se colocará la válvula y equipos (caudalímetro, etc) que el proceso requiera.

Fdo: Antonio José Soto Moreno

Sevilla, Noviembre de 2007