MESAS REDONDAS DE PLANTAS DE ÁCIDO SULFÚRICO. CHILE

- Recibir nueva información de los diferentes presentadores.
- Establecer contacto con personas con experiencia en nuestro ámbito de trabajo.
- Compartir ideas en diversos temas con personas referentes.
- Evaluar tecnologías que potencialmente pueden aplicarse en nuestra organización.
- Conocer diferentes opciones de equipamientos para un proceso.
- Conocer hechos y estadísticas que colaboran a comprender mejor el mercado y la industria.
- Contactarse directamente con representantes de empresas proveedoras para lograr ventajas técnicas y comerciales.
- Establecer vínculos personales entre los participantes de diversos ámbitos.

MESAS REDONDAS DE PLANTAS DE ÁCIDO SULFÚRICO. CHILE

- 2003 Antofagasta
- 2005 Puyehue
- 2008 Arica
- 2010 Puerto Varas
- 2012 Antofagasta
- 2014 Punta Arenas
- 2016 Olmué

XI MESA REDONDA DE PLANTAS DE ÁCIDO SULFÚRICO
Olmué, octubre de 2016

Cincuenta años en la Industria del Ácido Sulfúrico.

Acad. Ing. Quím. David F. Mardero
INDUSTRIA SULFÚRICA S.A. ISUSA, URUGUAY

Introducción

- Historia
- Procesos
- Equipos
  - Cañerías
  - Bombas
  - Enfriadores
  - Torres de ácido
- Conclusiones

Historia

- Información de su utilización en los siglos VIII al X.
- Primera mención científica en el siglo XV (Valentinus)
- En Uruguay primera fábrica de ácido sulfúrico en concesión estatal para la producción de velas de estearina (1842)
- Instalación en el Instituto de Química Industrial (Estatal, 1912) de planta de producción de ácido sulfúrico. Ley del 12 de julio de 1918. Ampliaciones en 1928 y 1948. (Cerrada en 1970)

Historia

- Luego de la crisis de 1930 y la 2da. Guerra Mundial se establecen en el país políticas proteccionista intentando diversificar las exportaciones con más valor agregado. Es en esta etapa que se establecen nuevas empresas nacionales y extranjeras. (Caucho, textiles, química, papel, farmacéutica) En el 1950 se instalan dos plantas de producción de ácido sulfúrico en las cercanías de Montevideo: Quimur S.A. de capitales argentinos (Bunge & Born) de tecnología inglesa (Simon Carves) de 25 TPD (Cerrada en 1980) e ISUSA de capitales uruguayos y tecnología francesa (Krebs y Cia) de 20 TPD. Ambas plantas utilizaban el ácido para la producción de fertilizantes (SSP).

Historia

Primera planta de ISUSA (Industria Sulfúrica S.A.) 1950

Procesos

- **Proceso de Cámaras**.

En la nitración o proceso de Cámaras (introducido en 1746), compuestos de nitrógeno se utilizan para mejorar la reacción de oxidación en fase gaseosa del dióxido de azufre con oxígeno. Las reacciones son complejas con la formación del ácido nitrosilsulfúrico intermedio (SO_5NH), seguido de su descomposición por el agua para formar ácido sulfúrico y óxido de nitrógeno (NO). El óxido de nitrógeno formado se oxida con oxígeno o aire para formar el dióxido de nitrógeno (NO_2), y se reincorpora a la etapa de oxidación del dióxido de azufre. La reacción se desarrollaba en grandes cámaras de plomo. Se obtiene buena conversión y ácido 78%.

Procesos

- **Proceso de Cámaras.**

Ocasionalmente reaparecen aplicaciones.

En la década de 1980 este proceso fue ofrecido por una importante empresa como una vía para reducir las emisiones de dióxido de azufre de los gases de chimenea de una central eléctrica.

En la década del 2000 se presentaron trabajos (AIChE y ACHEMA) para reducir las emisiones de SO_2 en plantas usando este proceso en la Producción de Ácido Sulfúrico por contacto.

Procesos

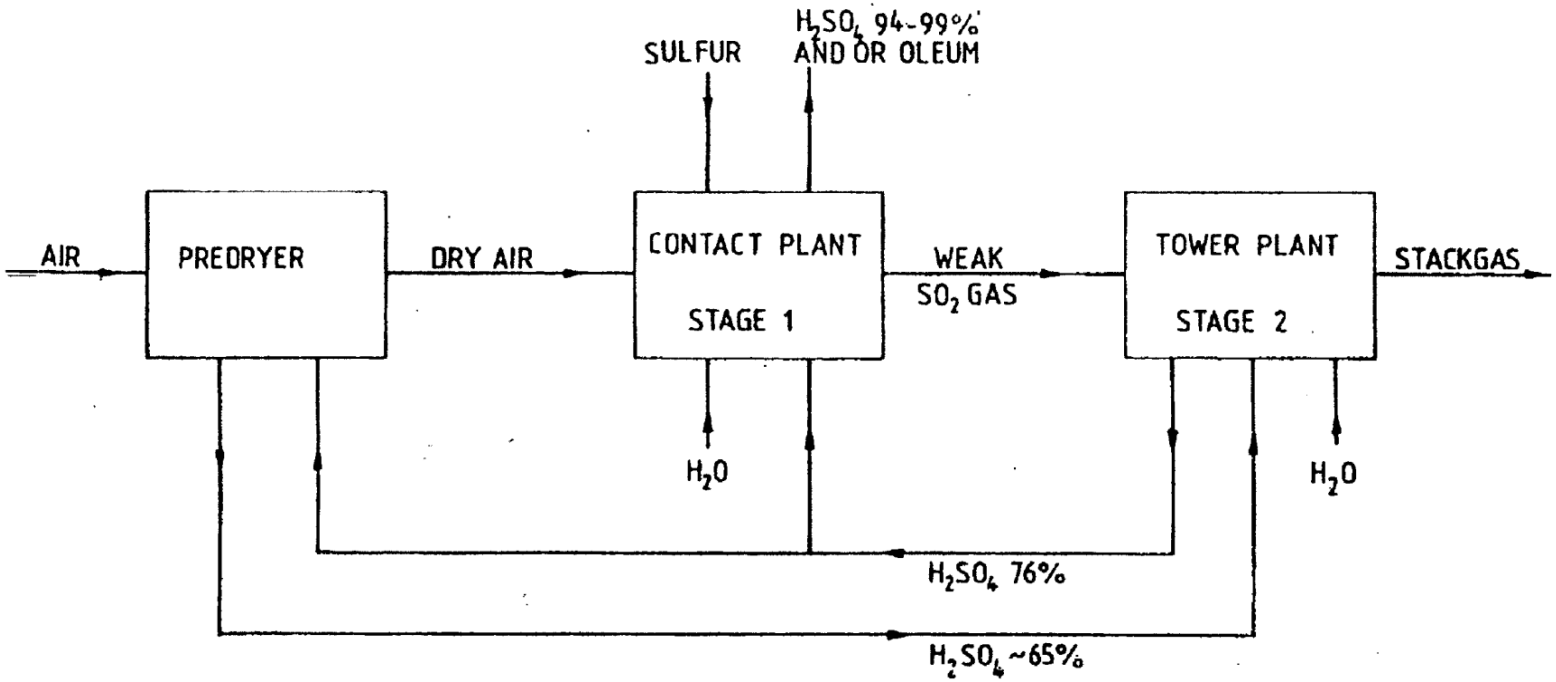
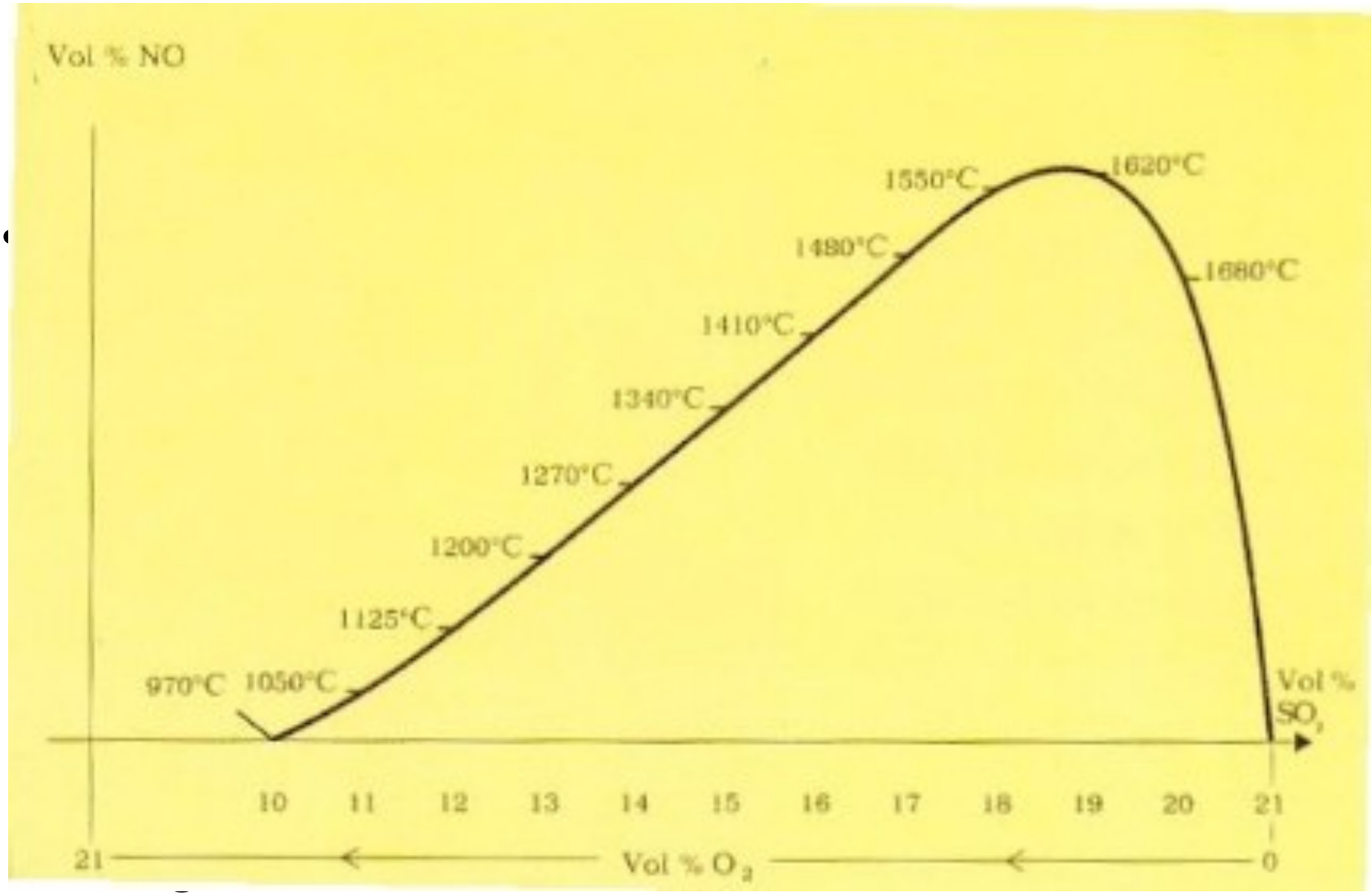
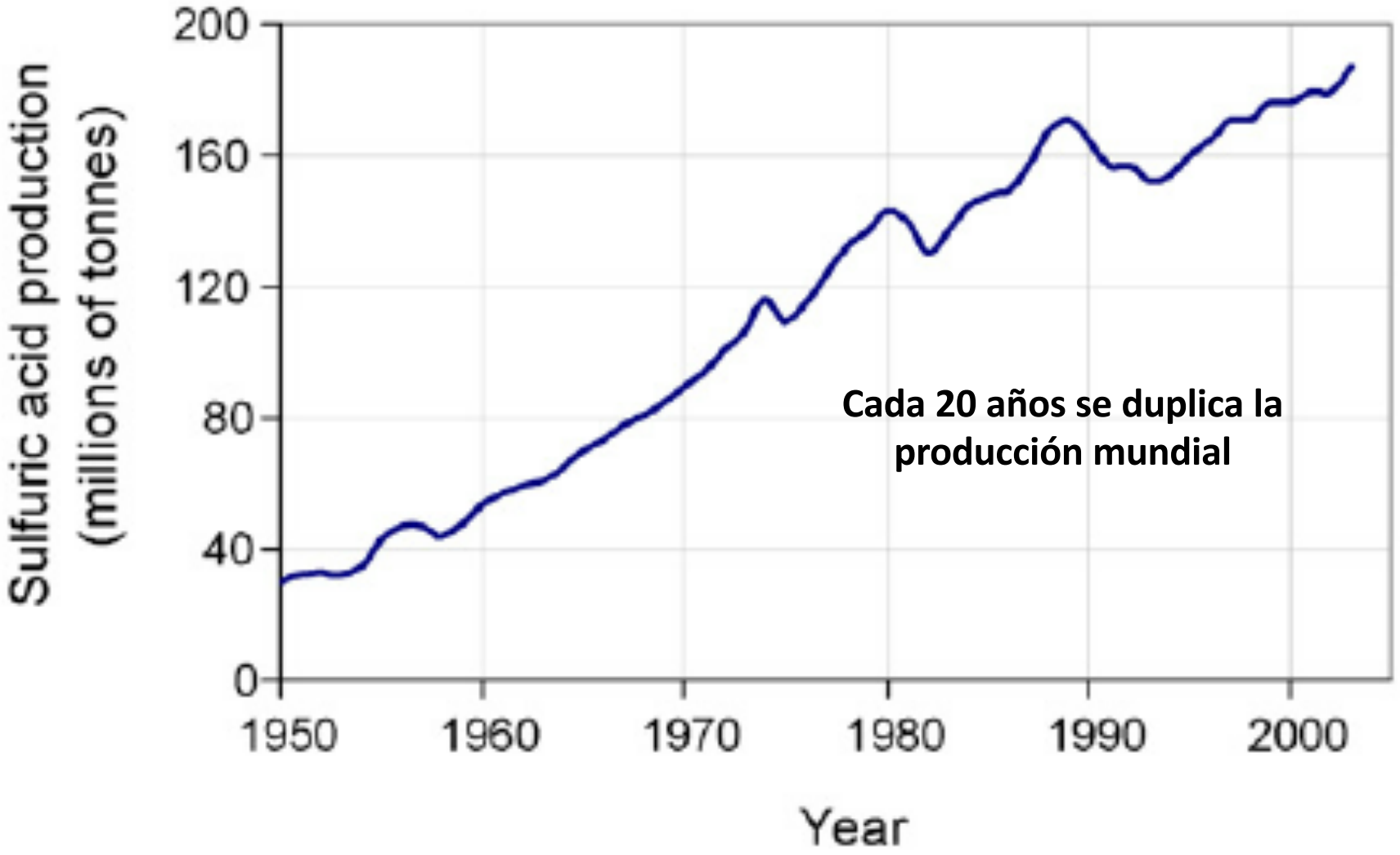


FIG. 1 2 STAGE SULFURIC ACID PLANT (based on elemental Sulfur)


Vol % NO
1620°C
1550°C
1480°C
1680°C
1410°C
1340°C
1270°C
1200°C
1125°C
970°C
1050°C
Vol %
SO2
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
21
Vol % O2
0

Procesos


Sulfuric acid production
(millions of tonnes)
200
160
120
80
40
0
1950
1960
1970
1980
1990
2000
Year
Cada 20 años se duplica la
producción mundial

Evolución de los equipos en el circuito en la recirculación de ácido

- **Cañerías.**
- Fundición de hierro.(Gris y nodular)

  Requerimientos:

  Baja velocidad (hasta 2 m/s)

  Temperatura (hasta 80°C-100°C)

  Concentración (93% a 99%)

Cañerías

- Ventajas:

  Suministro local de accesorios, fundición gris.

  Rango amplio de las concentraciones del ácido.

- Desventajas:

  Peso y soportes.

  Uso de caños y accesorios con bridas y las correspondientes juntas y protecciones.

  Importante stock de repuestos.

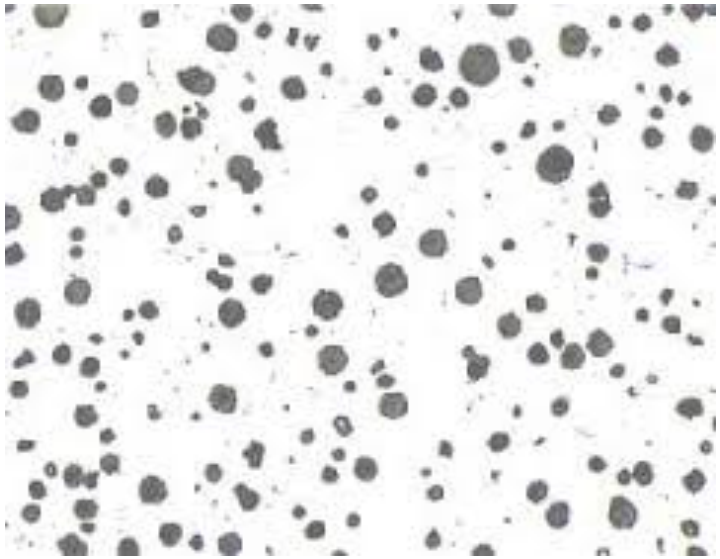
  Baja velocidad (Diámetros mayores)

  Fragilidad (Fundición gris)

Cañerías

- **Fundición de hierro gris y nodular.**

Fundición gris



Fundición nodular

Cañerías

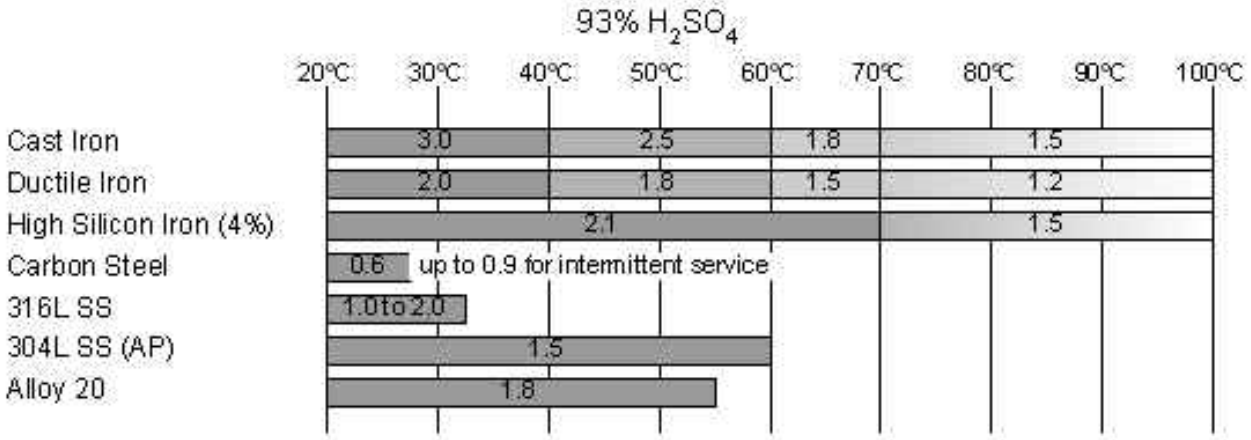
Cañerías

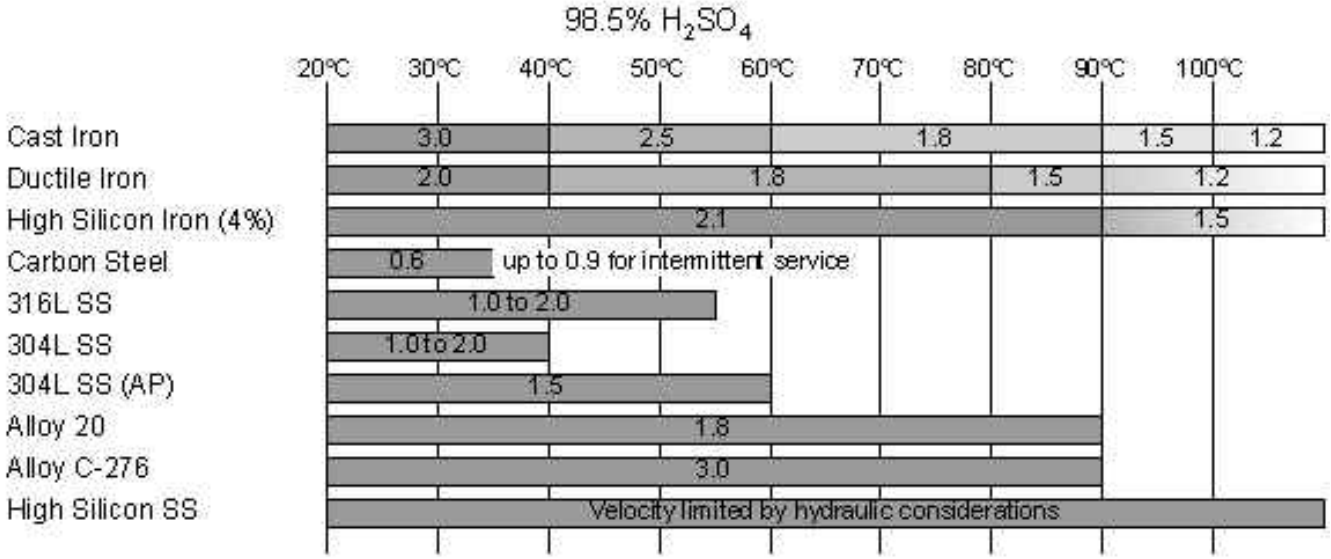
- **Cañerías de aleaciones especiales.**

Cañerías

- Menor diámetro de las cañerías por el aumento la velocidad del ácido (5 m/s) y menor espesor de pared. (Como causa de su baja tasa de corrosión)
- Sistemas soldados que minimizan en número de bridas y juntas.
- Mayor flexibilidad en el diseño.
- Menor costo de instalación y mantenimiento.
- Menor número de repuestos.

Cañerías


93% H_2SO_4
20°C
30°C
40°C
50°C
60°C
70°C
80°C
90°C
100°C
Cast Iron
Ductile Iron
High Silicon Iron (4%)
Carbon Steel
316L SS
304L SS (AP)
Alloy 20
3.0
2.5
1.8
1.5
2.0
1.8
1.5
1.2
2.1
1.5
0.6
up to 0.9 for intermittent service
1.0 to 2.0
1.5
1.8

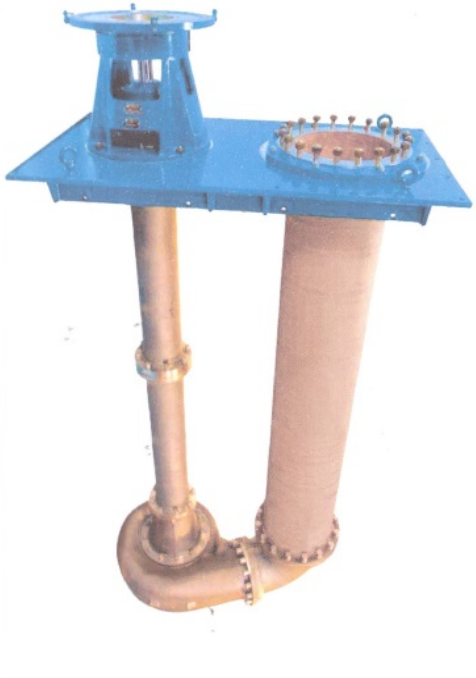

98.5% H_2SO_4
20°C
30°C
40°C
50°C
60°C
70°C
80°C
90°C
100°C
Cast Iron
Ductile Iron
High Silicon Iron (4%)
Carbon Steel
316L SS
304L SS
304L SS (AP)
Alloy 20
Alloy C-276
High Silicon SS
3.0
2.5
1.8
1.5
1.2
2.0
1.8
1.5
1.2
2.1
1.5
0.6
up to 0.9 for intermittent service
1.0 to 2.0
1.0 to 2.0
1.5
1.8
3.0
Velocity limited by hydraulic considerations

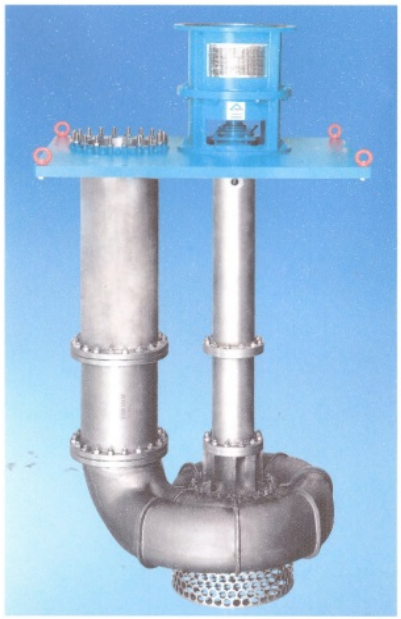
Cañerías

- Se han utilizado cañerías de acero recubiertas interiormente con PTFE hasta 200°C.
- No requieren limitaciones en la velocidad del fluido.
- el PTFE puede presentar permeabilidad (permeation) y agrietamiento por tensión ambiental (Environmental Stress Cracking)

Bombas

- Para la recirculación del ácido en las torres de absorción y secado en las plantas de ácido sulfúrico se utilizan bombas centrífugas. (Caudal y altura)
- Por problemas de sellado existe preferencia por las bombas verticales sumergidas.





Bombas

- Desarrollo de materiales especiales para elementos sometidos a desgaste.(Lewmet®, Sulfem©, RHSX)
- Para evitar la corrosión externa de la bomba se puede ubicar exteriormente no sumergida con retorno de fugas al tanque de recirculación.

Enfriadores

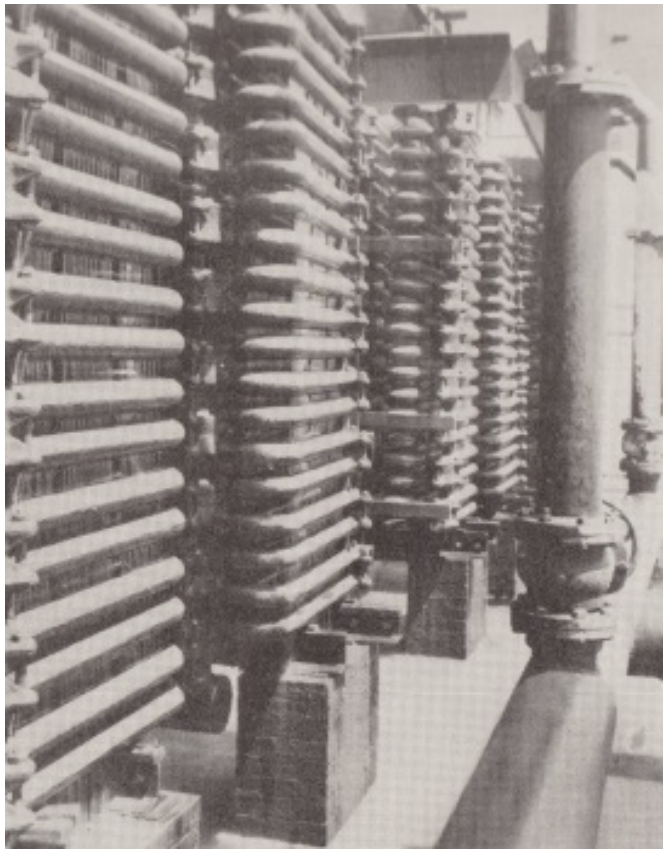
Enfriadores de Cascada

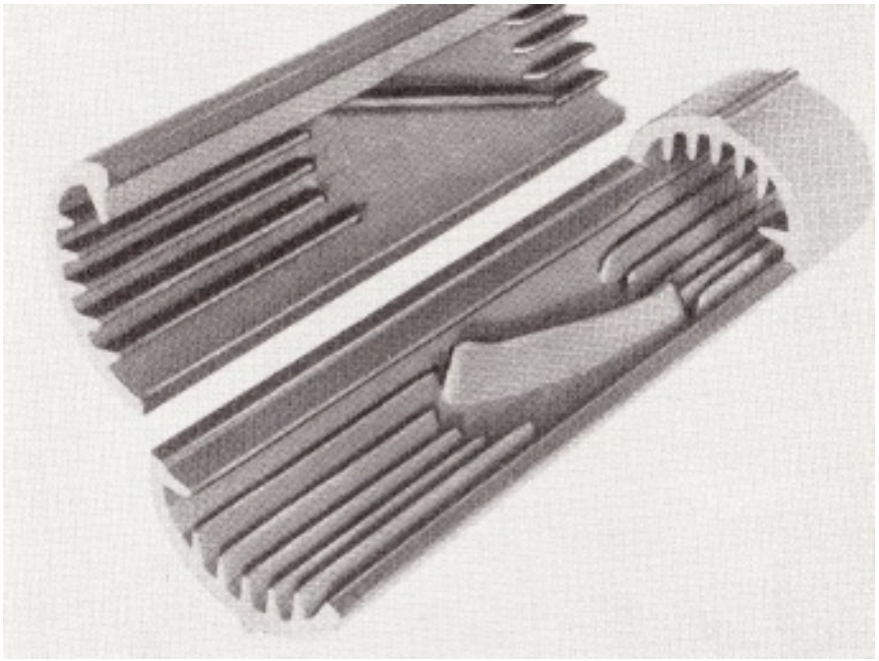
Características

- Bajo coeficiente de transferencia de calor.
- Gran tamaño.
- Generación de plumas de vapor.
- Gran cantidad de bridas y piezas de fundición.
- Baja pérdida de presión del lado del ácido

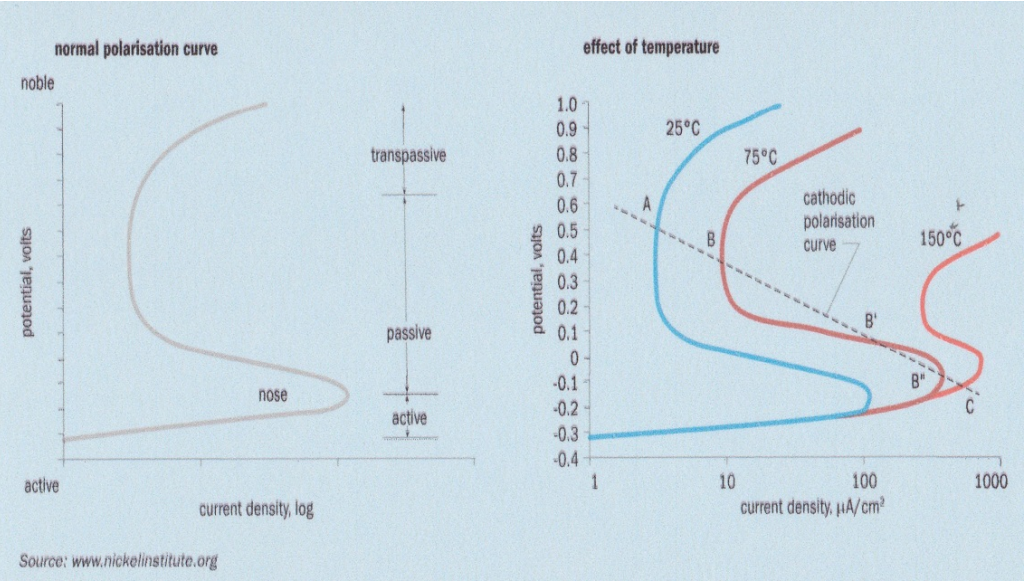
Enfriadores

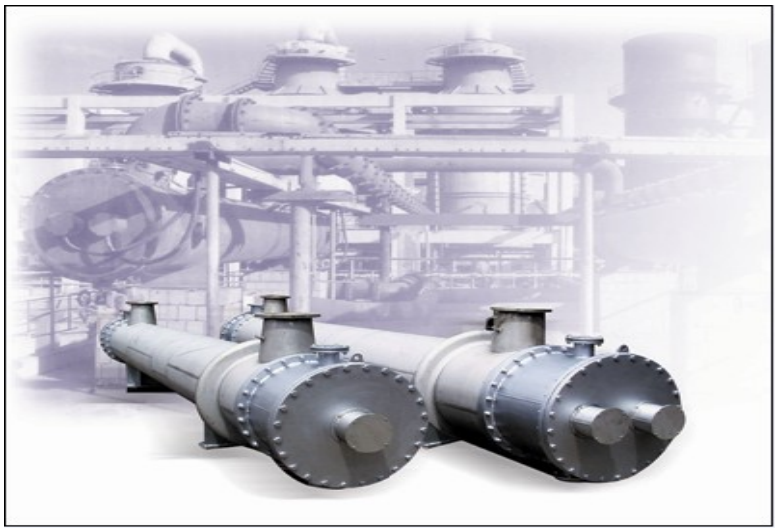
Trombone coolers, serpentine coolers o enfriadores cascada





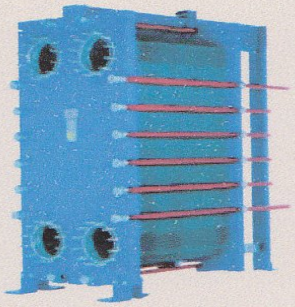
Enfriadores





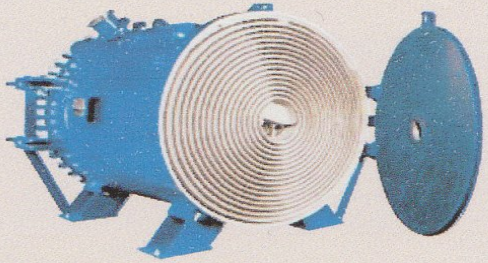
Enfriadores de carcasa y tubos con Protección Anódica

- Uso de aceros inoxidables comunes (serie 300).
- Sistema eléctrico y de control para proveer la corriente de polarización.
- Tecnología probada.
- Mantenimiento de electrodos e instalación



Gasketed and semi-welded plate heat exchangers for absorption tower acid cooling, drying tower acid cooling and scrubber acid cooling

DIABON® plate heat exchangers for scrubber acid cooling



Spiral heat exchangers for cooling and condensing moist gas

Spiral heat exchangers and plate heat exchangers for oleum cooling and oleum/ oleum interchange

Enfriadores

Enfriadores de placa y de espiral de aleaciones especiales.

- Alto coeficiente de transferencia de calor (Tamaño reducido)
- Aleaciones especiales. (Hastelloy D205) resistente al ácido a altas temperaturas.
- Placas semisoldadas.
- Uso de juntas entre placas y en tapas.

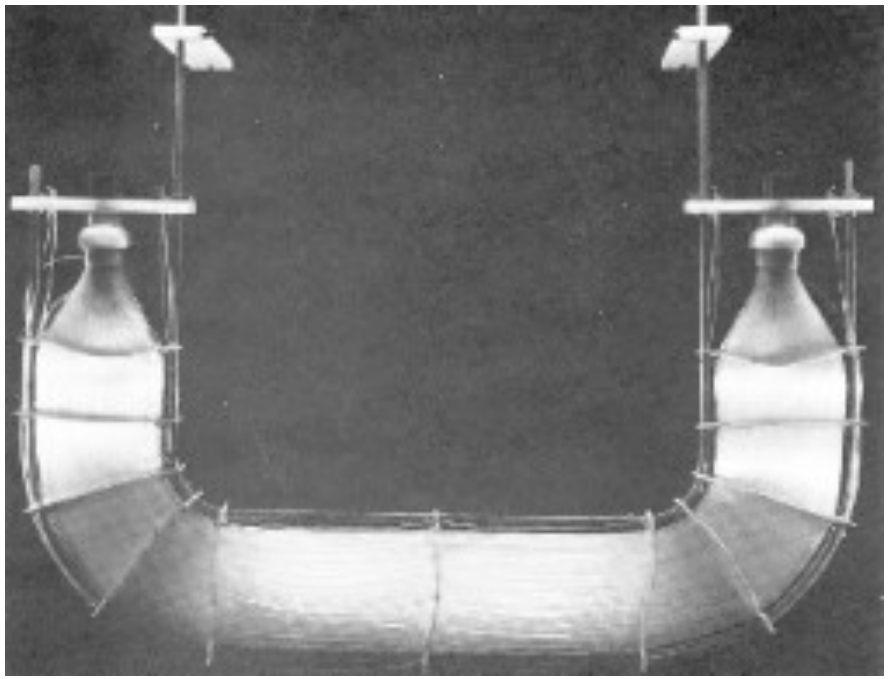
Enfriadores

De carcasa y tubos sin Protección Anódica.

- Posibilidad de utilizar diferentes materiales dependiendo de temperaturas y calidad del agua.
- Coeficientes de transferencia adecuados.
- Tubos totalmente soldados.

Enfriadores

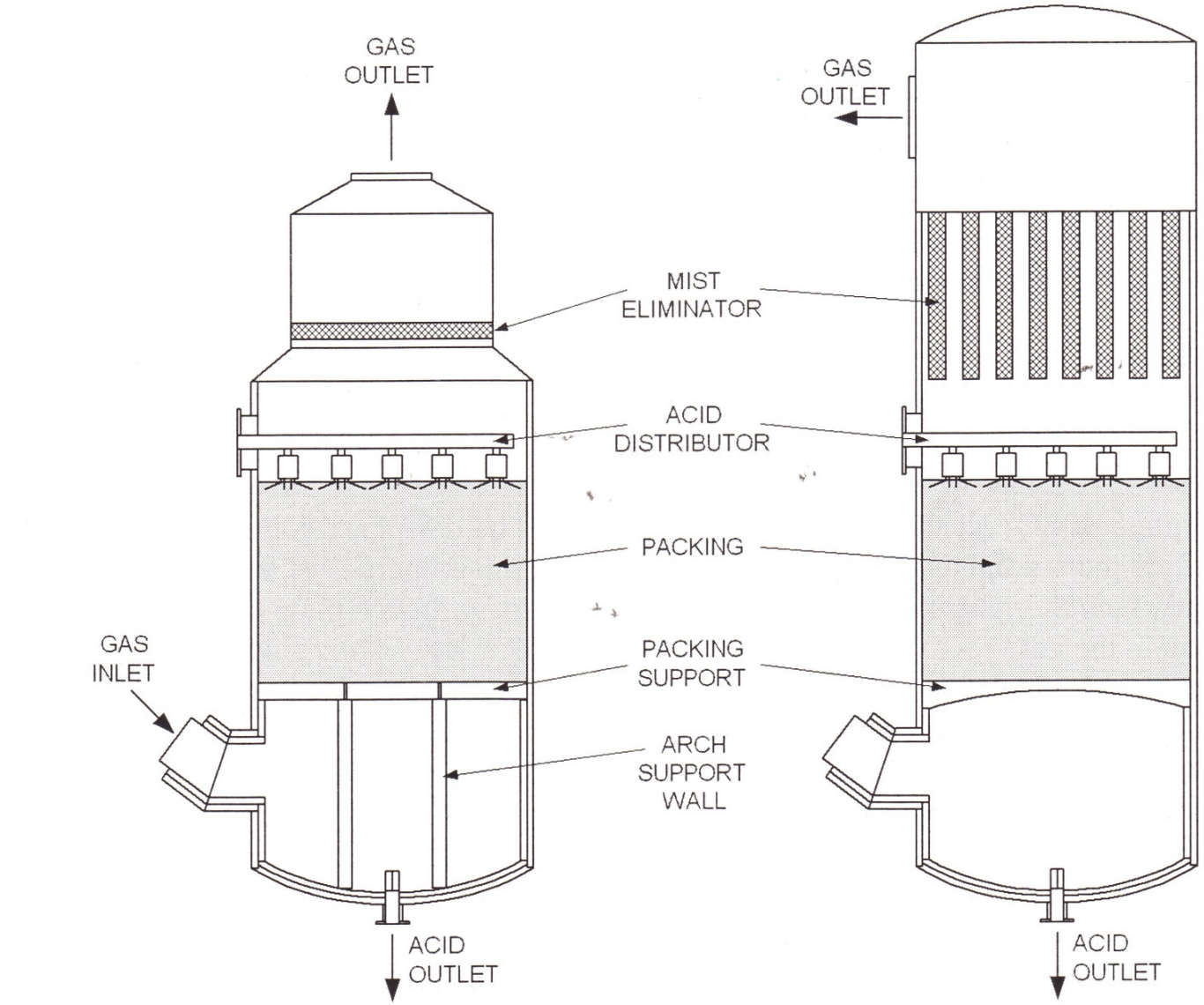
Sumergidos en PTFE



Aéreos

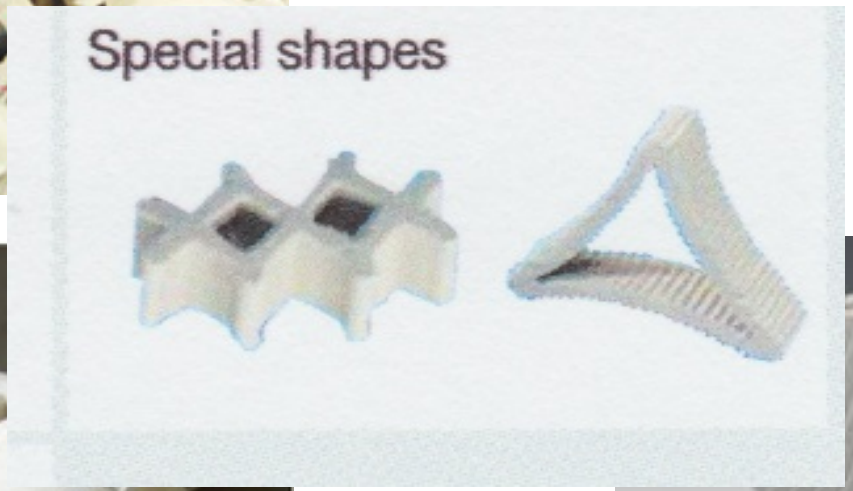
- Baja transferencia de calor con requerimientos de gran tamaño.
- Control de la temperatura

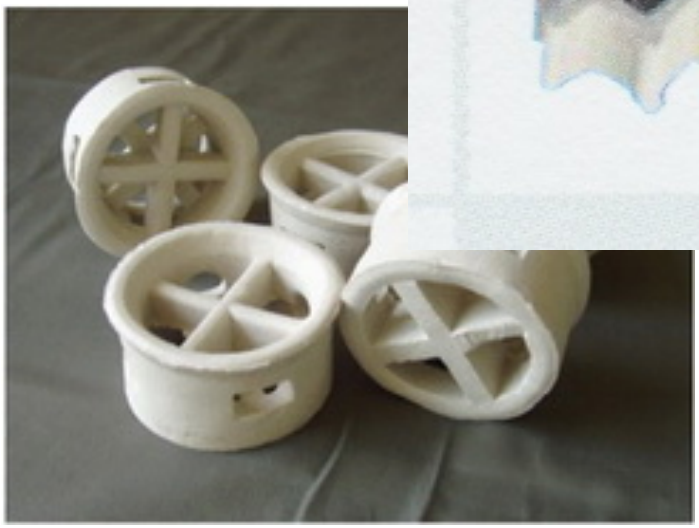
Torres de ácido

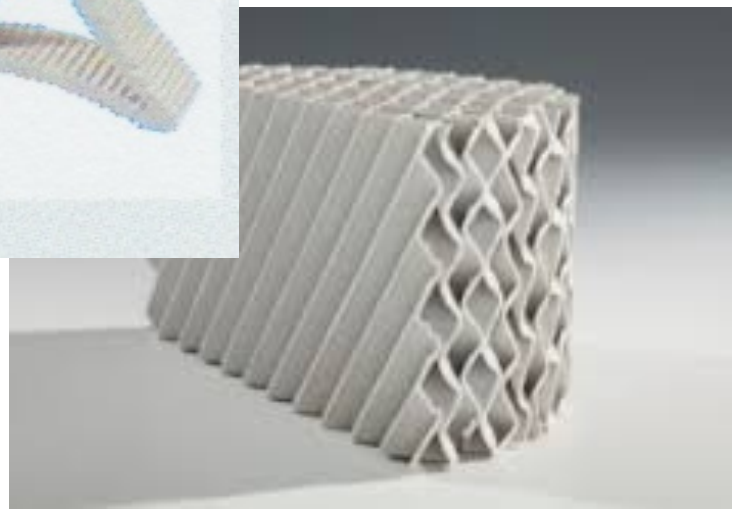


Torres de ácido. Rellenos cerámicos

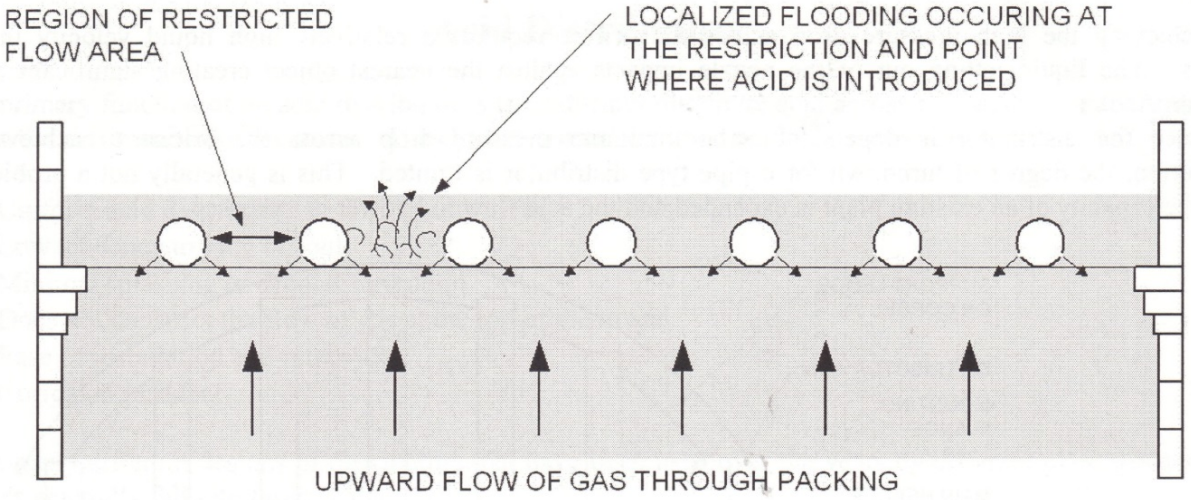
Torres de ácido. Rellenos cerámicos

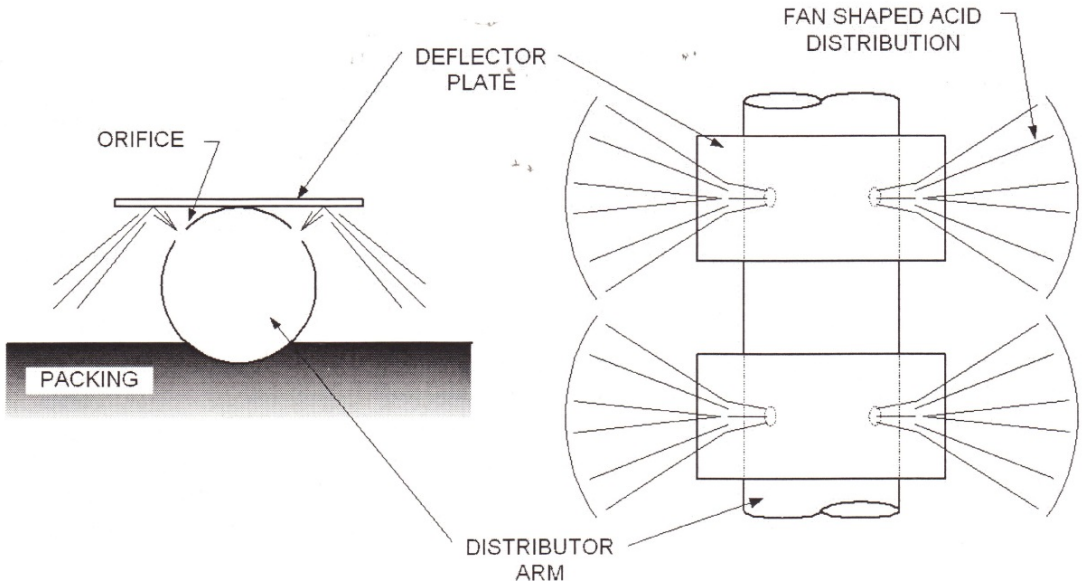




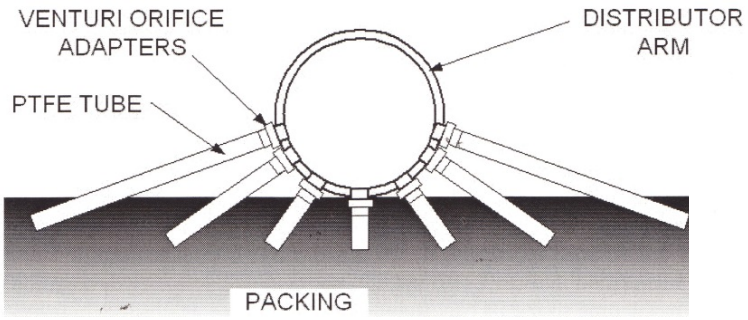


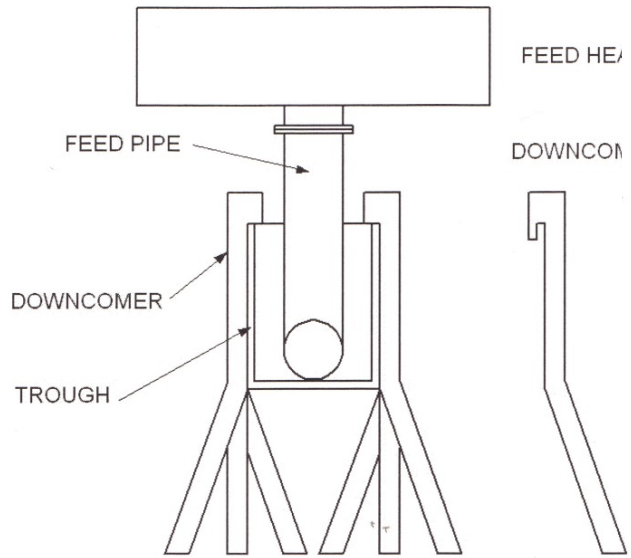
Torres de ácido. Distribuidores.

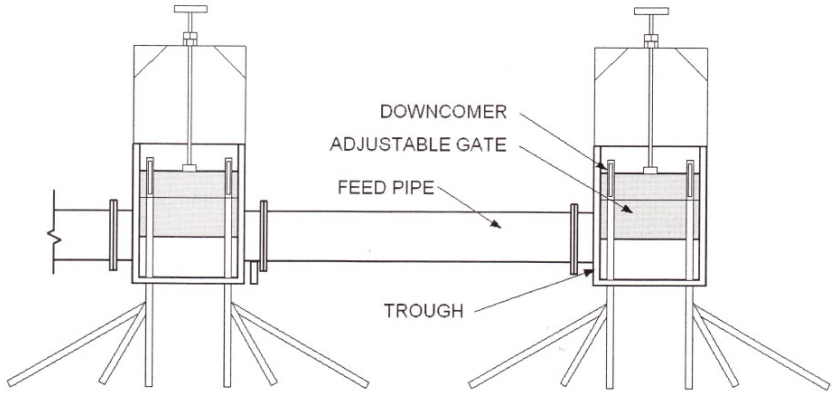


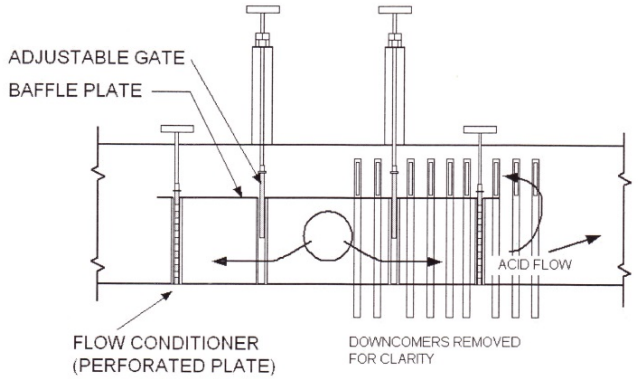


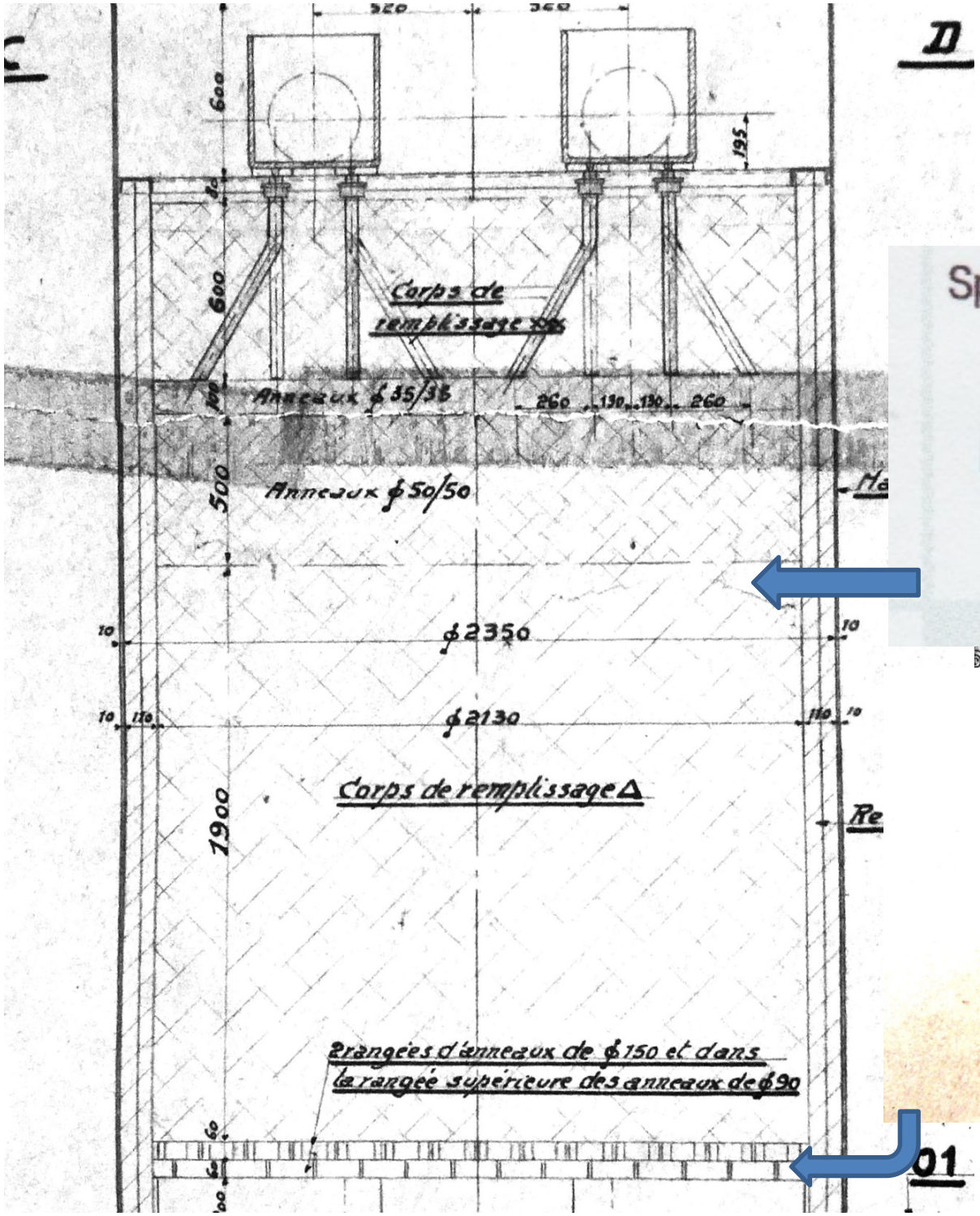
Torres de ácido. Distribuidores.

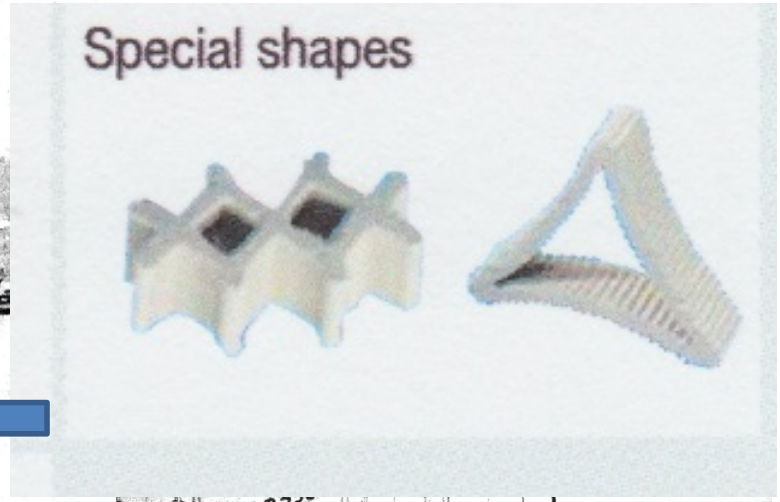








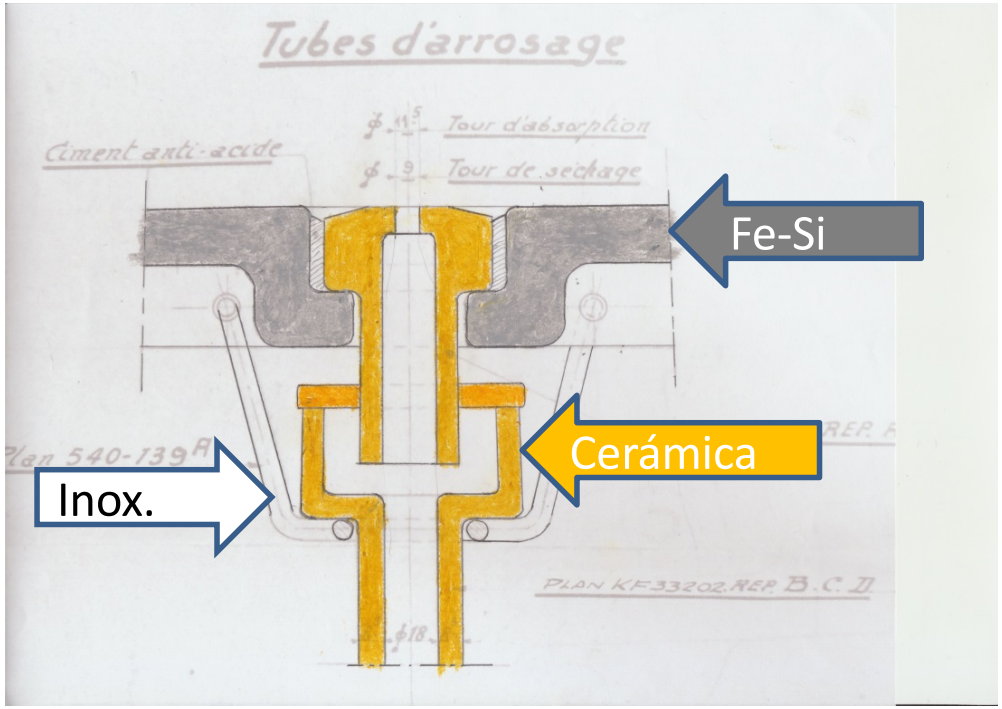

D
600
600
195
Corps de remplissage
Anneaux ϕ 35/35
260
130
130
260
500
Anneaux ϕ 50/50
ϕ 2350
ϕ 2130
10
110
1900
Corps de remplissage Δ
2 rangées d'anneaux de ϕ 150 et dans la rangée supérieure des anneaux de ϕ 90
60
01


Special shapes

Disposition des anneaux
sur la grille

Torres de ácido

Tubo de distribución



Tubos de cerámica

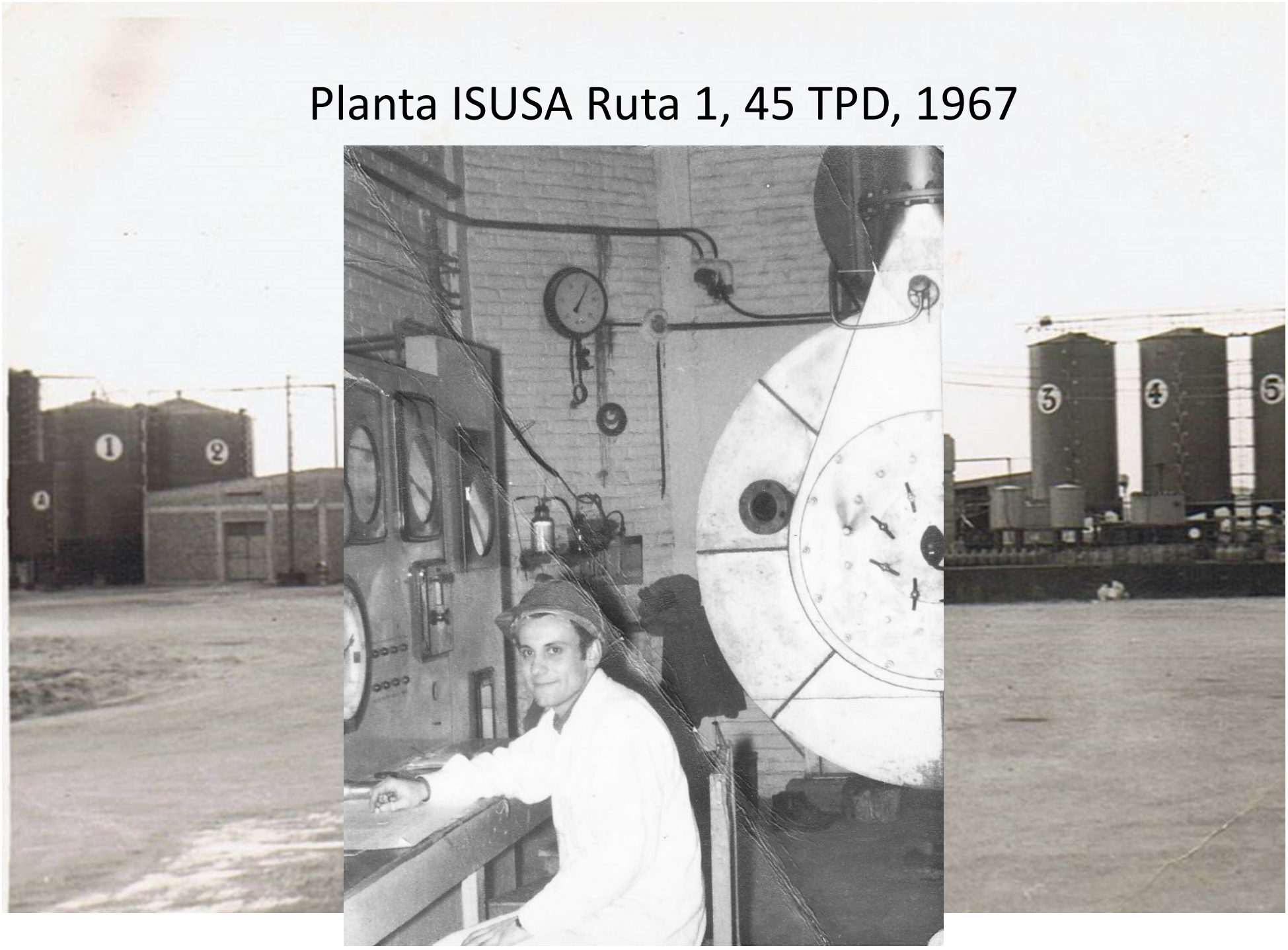
Conclusiones

- Luego de casi 50 años de vinculación con los procesos de fabricación del ácido sulfúrico, se puede aseverar que en muchas situaciones el conocimiento del pasado, ha permitido generar diseños alternativos con ventajas comparativas a lo que se consideraba estándar en la industria.
- Los cambios más destacados en la operación de los circuitos de circulación del ácido sulfúrico, dentro de la planta de producción, se han vinculados con desarrollos en los materiales, la instrumentación y el control.

Conclusiones

- Es importante conocer la evolución histórica de los diferentes elementos dentro de los procesos. Esto permite un mejor diseño y selección de los equipos, con una mayor certeza del cumplimiento con las expectativas y especificaciones planteadas, tanto en la operación como en la confiabilidad y la seguridad.
- Para el futuro se deberá buscar soluciones más sostenibles en lo que respecta con la energía, uso de agua y emisiones al ambiente. Siempre existen desafíos y la historia de los diferentes procesos es, frecuentemente, una fuente de inspiración.

Planta ISUSA Ruta 1, 45 TPD, 1967



Plantas Isusa

Muchas Gracias