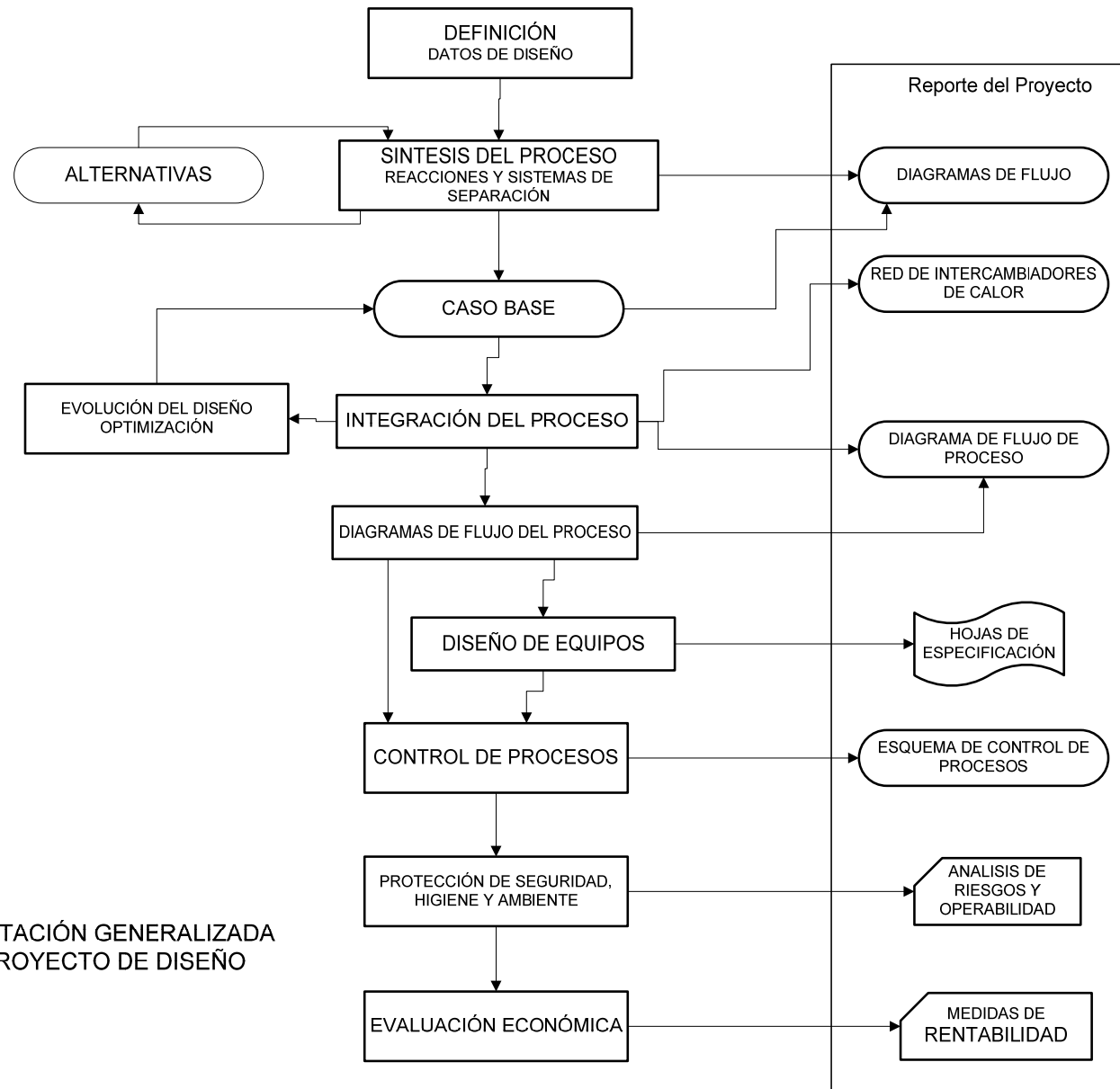


DISEÑO DE PLANTAS I

DEFINICIÓN DEL PROYECTO



REPRESENTACIÓN GENERALIZADA
DE UN PROYECTO DE DISEÑO



DISEÑO DE PLANTAS I

DEFINICIÓN DEL PROYECTO

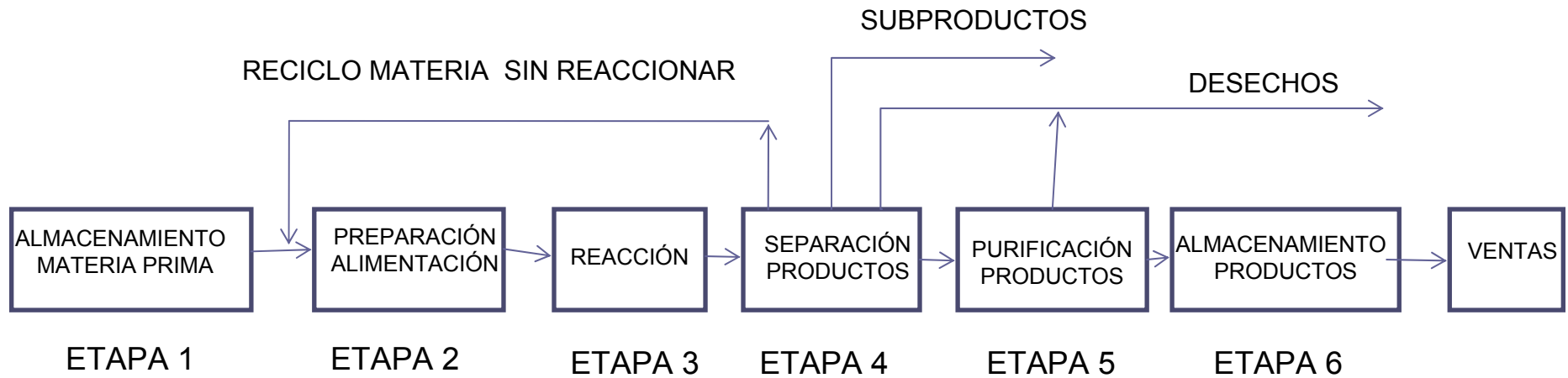
- 1.-RECOLECCIÓN DE DATOS DE INGENIERÍA: QUÍMICA Y CONDICIONES DE REACCIÓN, CONSTANTES DE EQUILIBRIO, PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LOS COMPUESTOS Y MEZCLAS, IDENTIFICACIÓN DE AZEÓTROPAS, COMPONENTES CLAVE.
- 2.-LA ESTRUCTURA BÁSICA DEL DIAGRAMA VIENE DADO POR EL REACTOR Y LA SEPARACIÓN. USE LA SIMULACIÓN PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO DE DIFERENTES ALTERNATIVAS.
- 3.-SELECCIONE UN BUEN CASO BASE. INTEGRE EL PROCESO. OPTIMICE LOS SERVICIOS INDUSTRIALES. ESTABLEZCA OBJETIVOS DE DESEMPEÑO PARA LOS EQUIPOS. OPTIMICE EL DIAGRAMA DE FLUJO FINAL.
- 4.-DESARROLLE EL DISEÑO DE LOS EQUIPOS
- 5.-EXAMINE LOS ASPECTOS DE CONTROL GLOBALES DE LA PLANTA
- 6.-EXAMINE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
- 7.-DESARROLLE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA
- 8.-ELABORE EL REPORTE DEL DISEÑO

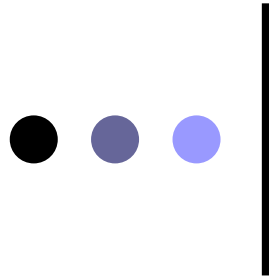


DISEÑO DE PLANTAS I

DEFINICIÓN DEL PROYECTO

ANATOMÍA DE UN PROYECTO





DISEÑO DE PLANTAS I

DEFINICIÓN DEL PROYECTO

ANATOMÍA DE UN PROYECTO

ETAPA 1: Debe proveerse almacenamiento para minimizar fluctuaciones o interrupciones de suministro.

ETAPA 2: Generalmente se requiere de alguna preparación o purificación de la materia prima antes de entrar a la etapa de reacción.

ETAPA 3: La etapa de reacción es el corazón del proceso de manufactura químico. En él las materias primas se juntan bajo ciertas condiciones para producir el producto deseado. Siempre se tienen subproductos y productos no deseados (impurezas).

ETAPA 4: En esta etapa los productos y los subproductos se separan del material que no reaccionó, que puede ser reciclado.

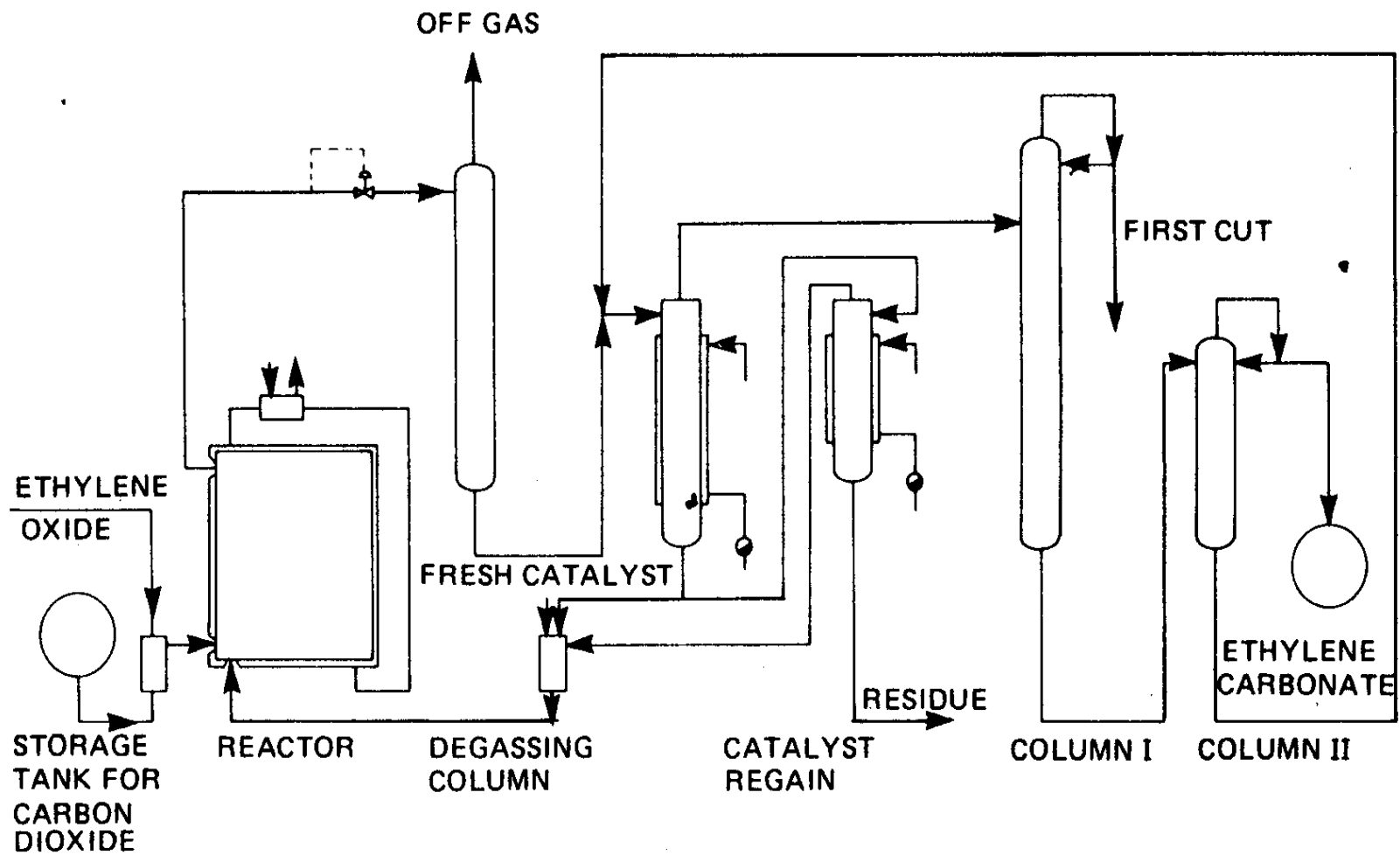
ETAPA 5: Usualmente se requiere alguna purificación para cumplir con las especificaciones de venta del producto.

ETAPA 6: Se debe mantener un inventario de productos terminados para equilibrar la producción con las ventas. El inventario a mantener depende de la naturaleza del producto y de la demanda.



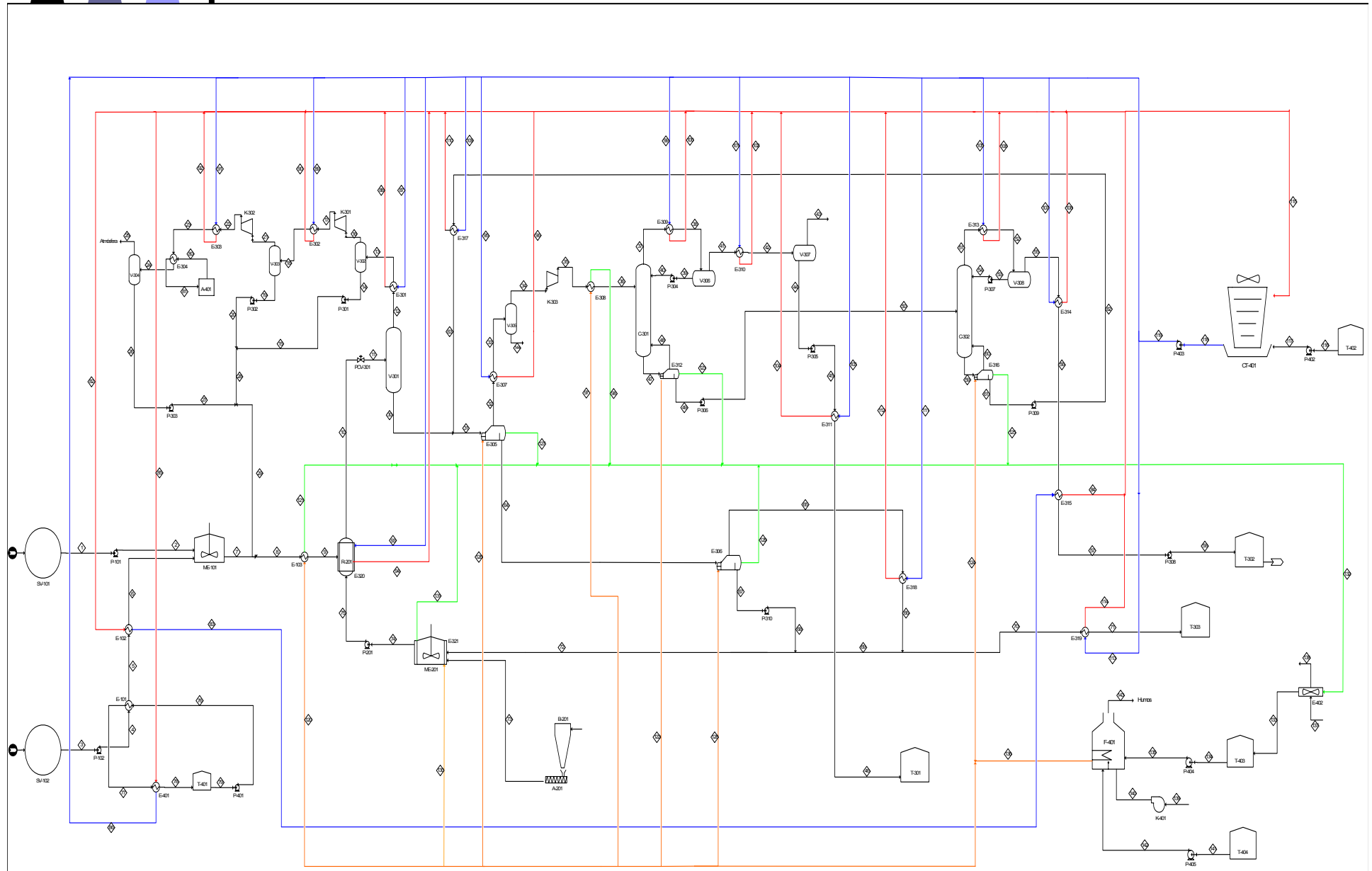
DISEÑO DE PLANTAS I

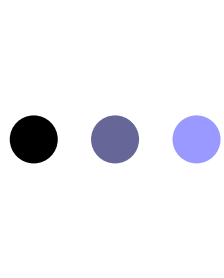
DIAGRAMA INICIAL



DISEÑO DE PLANTAS I

DIAGRAMA FINAL





DISEÑO DE PLANTAS I

FALLAS ENCONTRADAS EN LA GENERACIÓN DEL PFD

A continuación se enumeraran algunas de las fallas encontradas en los PFD elaborados por los estudiantes.

1. Balances de Energía: Cálculo de Calor Específico de mezclas. Diferenciación entre Calor Sensible y Calor Latente. Evaluación de entalpías con/sin cambio de fase.
2. Limitaciones del Método Corto Fenske-Underwood-Gilliland. Definición de las variables en las ecuaciones: R_{min} ; θ .
3. Cálculo del calor en el rehervidor de torres de destilación. Balance de energía en columna completa →
 $Q_r = f(Q_c, H_F, H_B, h_D)$
4. Balance de materia en adsorbedores. Fijar capacidad de sorción (Perry)
5. Revisión de parámetros de diseño de absorbedores (L/G ; ΔP)
6. Balance de materia y energía en reactores. Diferenciar conversión, rendimiento y selectividad
7. Definición clara de las variables. Presentar nomenclatura
8. Cálculo del ΔP en intercambiadores de calor



DISEÑO DE PLANTAS I

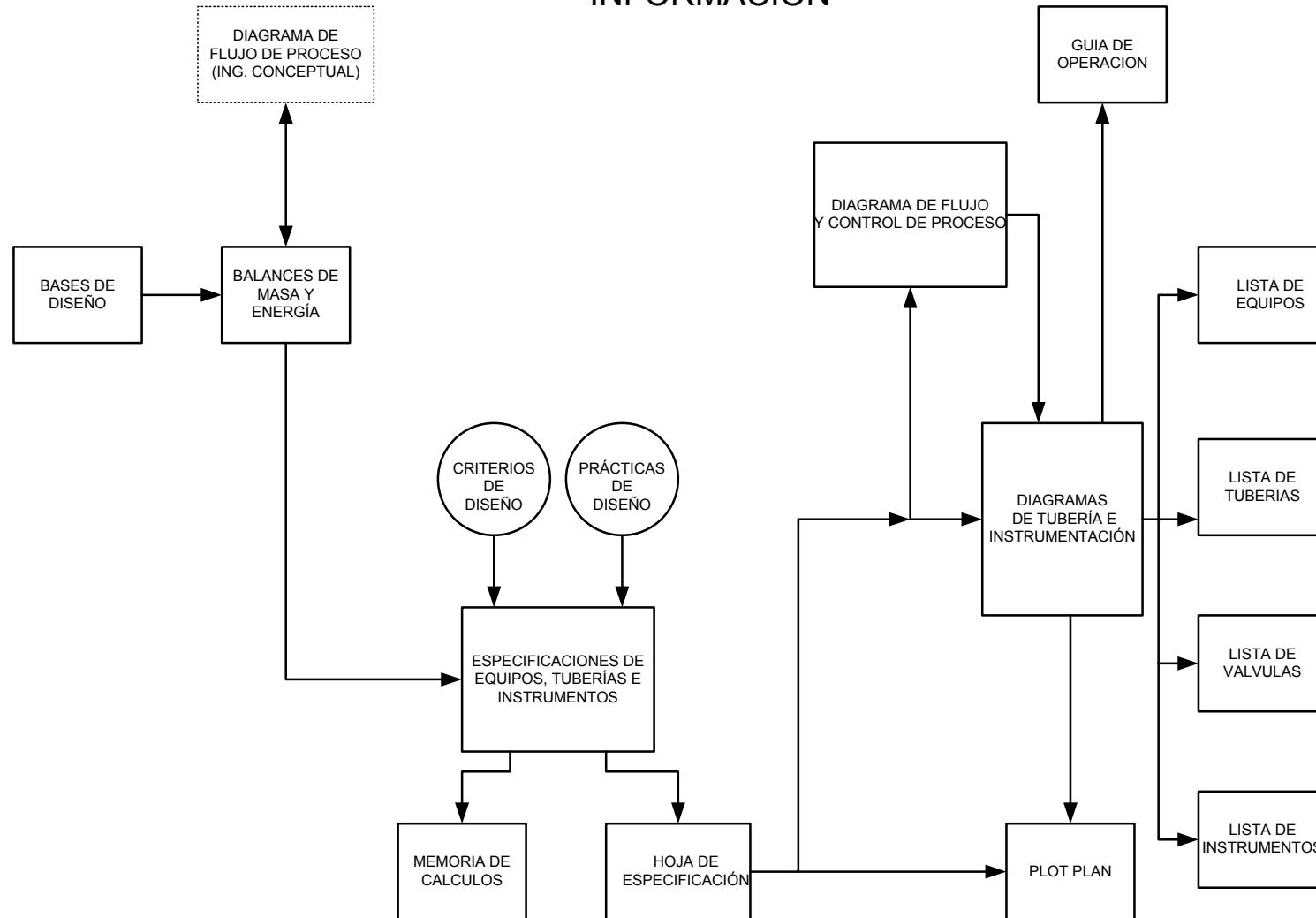
FUENTES DE INFORMACIÓN

- .-**Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology**, John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- .-**Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry**, John Wiley & Sons, 2008.
- .-**Encyclopedia of Chemical Processing and Design**, John J. McKetta, M. Dekker, 1995.
- .-**International Critical Tables of Numerical Data, Physics, Chemistry and Technology**, Washburn, E.W. 1926 - 1930;2003 Knovel,(1st Electronic Edition).
- .-**API Technical Data Book**, 8th Edition.
- .-**The Properties of Gases and Liquids**, Bruce E. Poling, John M. Prausnitz, and John P. O'Connell, 2000.
- .-**The Yaws Handbook of Thermodynamic Properties for Hydrocarbons and Chemicals: Heat Capacities, Enthalpies of Formation, Gibbs Energies of Formation, Entropies, ... Properties. Gases, Liquids, and Solids**, Carl L. Yaws, 2007.
- .-**A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics**, Ulrich, Wiley, 1984.
- .-**Plant Design and Economics for Chemical Engineers**, Max S. Peters, K.D. Timmerhaus, Ronald E. West, 2003.
- .-**Chemical Process Equipment, Selection and Design**, Stanley M. Walas, Butterworth-Heinemann, 1990.
- .- **Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, Volumes 1,2 & 3**, 3rd Edition, Ernest E. Ludwig, 2001.
- .-**Rules of Thumb for Chemical Engineers**, Carl R. Branan Ed, 2002.
- .-**Encyclopedia of Physical Science and Technology, Chemical Engineering**, 2005.

DISEÑO DE PLANTAS I

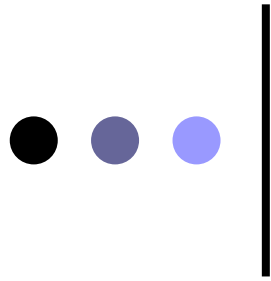
INFORMACIÓN PARA EL DISEÑO

DIAGRAMA DE FLUJO DE INFORMACIÓN

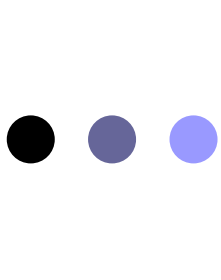


DISEÑO DE PLANTAS I

BASES DE DISEÑO



- INFORMACIÓN GENERAL
- CAPACIDAD DE LA PLANTA
- INSTALACIONES EXISTENTES
- CARACTERIZACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN
- ESPECIFICACIONES Y RENDIMIENTO DE LOS PRODUCTOS
- REQUERIMIENTOS DEL PROCESO
- DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS INDUSTRIALES
- FACTOR DE SERVICIO
- MANEJO DE EFLUENTES
- REQUERIMIENTO DE INSTALACIONES PARA ALMACENAMIENTO
- REGULACIONES AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD
- INFORMACIÓN SOBRE EL SITIO



DISEÑO DE PLANTAS I BASES DE DISEÑO A APLICAR

- MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS ALMACENADOS COMO LÍQUIDO A PRESIÓN ATMOSFÉRICA
- SÓLIDOS EN TOLVAS, SILOS. APILAMIENTO DE SÓLIDOS DEPENDIENDO DEL FLUJO DE CONSUMO
- TEMPERATURA AMBIENTE: 35°C
- AGUA DE ENFRIAMIENTO: ENTRADA INTERCAMBIADORES:32°C, SALIDA: 50°C MAX
- VAPOR DE CALENTAMIENTO: VAPOR SATURADO PRESIÓN MAX 200 PSIG. NO SOBRECALENTADO
- USAR AGUA HELADA SI SE REQUIEREN TEMPERATURAS ENTRE 5°C Y 18°C
- UTILIZAR AMONÍACO, FREON, ETILENO, PROPILENO U OTRO REFRIGERANTE SI “T” ES MENOR DE 5°C
- UTILIZAR HIDRÓXIDO DE SODIO AL 50%P, COMO BASE DISPONIBLE EN EL MERCADO
- UTILIZAR ÁCIDO CLORHÍDRICO AL 32%P COMO ÁCIDO DISPONIBLE EN EL MERCADO
- UTILIZAR ÁCIDO SULFÚRICO AL 98%P COMO ÁCIDO DISPONIBLE EN EL MERCADO
- CONSIDERAR EL AGUA PARA DILUCIÓN DE ÁCIDOS Y BASES SI ES REQUERIDO
- CONSIDERAR EQUIPOS EN PARALELO CUANDO SE TENGA ADSORCIÓN Y USO DE CATALIZADORES PARA REGENERACIÓN. CONSIDERAR EQUIPOS Y SECUENCIAS PARA REGENERACIÓN
- UTILIZAR FUEL OIL COMO COMBUSTIBLE
- PRESENTAR ESQUEMA DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE VAPOR



DISEÑO DE PLANTAS I

CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

- CRITERIOS PARA EL SOBREDIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS
- FACILIDADES PARA FUTURAS EXPANSIONES
- PRIORIDADES PARA LA SELECCIÓN DE MEDIOS DE ENFRIAMIENTO DE CORRIENTES CALIENTES (AIRE, AGUA SALADA, AGUA DULCE)
- CRITERIOS PARA REDUNDANCIA DE EQUIPOS, COMO BOMBAS, COMPRESORES, HORNOS
- CRITERIOS DE FLEXIBILIDAD OPERACIONAL DEBIDO A VARIACIONES EN CARACTERÍSTICAS Y FLUJOS
- POLÍTICAS PARA INTEGRACIÓN TÉRMICA
- LINEAMIENTOS DE SISTEMAS DE CONTROL Y SEGURIDAD
- CRITERIOS PARA DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS
- CRITERIOS PARA EL ESPACIAMIENTO DE EQUIPOS
- CRITERIOS ECONÓMICOS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS
- CRITERIOS DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS



DISEÑO DE PLANTAS I

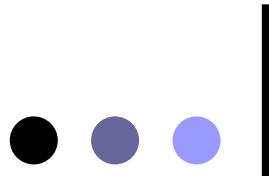
CRITERIOS DE DISEÑO

DEFINICIÓN

LOS CRITERIOS DE DISEÑO FORMAN LA BASE DEL DISEÑO DE LOS COMPONENTES Y SISTEMAS QUÍMICOS DEL PROYECTO. MUCHOS DE ELLOS SON PRODUCTO DE LA EXPERIENCIA Y OTROS DE LAS MEJORES PRÁCTICAS. PUEDEN SER GENERALES O ESPECÍFICOS PARA CADA EQUIPO

DISEÑO DE PLANTAS I

CRITERIOS DE DISEÑO



PUMPS

4.3.1 Rated Capacity

<u>Service</u>	<u>Rated Capacity Over Normal, %</u>
Overhead Reflux	20
Reboiler Feed	15
Intermittent	0
Chemical Injection	20
All Other Service	10

4.3.2 Rated Head

The rated pump head is that required, at pump rated capacity, to overcome process pressure, line and equipment pressure losses, static head, control valve pressure drop, and contingency. The head contingency should be 10% of the net differential pressure or a minimum of 5 psi and a maximum of 50 psi.

HEAT EXCHANGERS

4.5.1 Exchangers shall be designed in accordance with TEMA and ASME. Both shell and tube side shall be stamped. Exchangers fabricated outside of Venezuela shall be registered with the National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors.

<u>Service</u>	<u>Shellside</u>	<u>Tubeside</u>
Cooling Water		X
Condensing Vapors	X	
Lower Allowable ΔP	X	
Larger Flow with Similar Properties on Both Sides	X	
Clean Viscous Fluids	X	
High Pressure Fluids		X
Corrosive Fluids/Alloy Construction		X
High Fouling Factors		X
Vaporizing Fluid	X	

DISEÑO DE PLANTAS I

CRITERIOS DE DISEÑO

Centrifugal Pump Discharge Lines (See paragraph I for reciprocating pumps)

Allowable Pressure Drop

Below 2 psi/100 feet.
Below 1.0 psi/100 feet for long headers (800 equivalent feet and greater).
In some cases larger pressure drops may be acceptable based on overall pressure drop and maximum allowable fluid velocity.

Pipe Diameter

≤ 4"
6"
≥ 8"

Allowable Velocity, ft/sec

7 max.
10 max.
12 max.

Reboiler Lines

Reboiler Trap-out

Allowable Pressure Drop Below 0.2 PSI/100 feet
Allowable Velocity Below 4 feet/second

Description

Velocity ft/sec

Reboiler Downcomer(Liquid)	3 to 7
Reboiler Riser(Liquid/Vapor)	35 to 45
Overhead Condenser	25 to 100
Two Phase Flow	35 to 75
Compressor Suction	75 to 200
Compressor Discharge	100 to 250
Inlet, Steam Turbine	120 to 320
Inlet, Gas Turbine	150 to 350
Vacuum Exhaust Lines	450 max.

3.0 VELOCITY GUIDELINES - VAPORS

Nominal Pipe Size (in)	Sat Steam or Vapor	Superheated Steam or Vapor/Gas	
	Low Pressure	Medium Pressure	High Pressure
	<u>Velocity ft/sec.</u>		
2 or less	45 to 100	40 to 80	30 to 60
3 to 4	50 to 110	45 to 90	35 to 70
6	60 to 120	50 to 120	45 to 90
8-10	65 to 125	80 to 160	65 to 125
12-14	70 to 130	100 to 190	80 to 145
16-18	75 to 135	110 to 210	90 to 160
20	80 to 140	120 to 220	100 to 170

Service	Definition	Max. Vel. (ft/sec)
Caustic	Solutions involving NaOH, KOH & water mixtures of these solutions and hydrocarbons in which the caustic is more than 5% of the mixture by volume.	4
Concentrated H ₂ SO ₄	Water solutions of 80% to 100% concentration by weight & mixtures of these solutions with hydrocarbons in which the acid is 5% or more of the mixture by volume.	4
Phenolic water	Solutions of 1% or more by volume	3
Wet phenolic vapor	Carbolic acid	60
Aqueous amine solution	MEA, DEA	10
Salt water	Includes brackish waters (>1000 ppm chlorides).	6

Centrifugal Pump Suction Lines (See paragraph I for reciprocating pumps)

	Pipe Diam < 8"		Pipe Diam ≥ 8"
	Allow. Velocity ft/sec	Max. Allow. P. psi/100ft	Allow. Velocity ft/sec
Nonboiling Liquid	below 5	0.6	5
Boiling Liquid (pump NPSHA > 30 ft)	below 3	0.3	5
Boiling Liquid (pump NPSHA < 30 ft)	below 3	0.3	3
<u>Carbon Steel Pipe</u>	<u>Velocity</u>		<u>Reason</u>
Phenolic Water	3'/sec. max.		corrosion/erosion
Sulfuric Acid (conc.)	4'/sec. max.		corrosion/erosion
Salt Water	6'/sec. max.		corrosion/erosion
Wet Vacuum Exhaust	450'/sec. max.		erosion
<u>Stainless Steel Pipe</u>			
CO ₂ Rich Amine Liquid	10'/sec. max.		corrosion/erosion
CO ₂ Gas-Amine Liq. Mix	75'/sec. max.		corrosion/erosion
<u>Cement or Coal Tar Enamel Lined Pipe</u>			
Salt Water	15'/sec. max.		erosion
<u>Elastic or Rubber Lined Pipe</u>			
Liquid	10'/sec. max.		erosion
Liquid with suspended solids	3'/sec. min.		to avoid settling

DISEÑO DE PLANTAS I

CRITERIOS DE DISEÑO

RECOMMENDED VELOCITY AND MAXIMUM ΔP FOR CARBON STEEL LIQUID LINES

LIQUID LINES IN PROCESS AND EQUIPMENT SERVICE

<u>Type of Service</u>	<u>Velocity ft/sec</u>	<u>Maximum ΔP psi/100 ft</u>
1. General Recommendation	5 - 15	4
2. Laminar Flow	4 - 5	
3. Turbulent Flow		
<u>Liquid density, lb/cu ft</u>		
100	5 - 8	
50	6 - 10	
20	10 - 15	
4. Pump Suction		
Boiling liquid	2 - 6	0.5
Non-boiling liquid	4 - 8	1
5. Pump Discharge		
0 - 250 GPM	6 - 8	6
250 - 700 GPM	8 - 10	4
> 700 GPM	10 - 15	2
6. Bottoms Outlet	4 - 6	0.6
7. Reboiler Trapout	1 - 4	0.15
8. Liquid from Condenser	3 - 6	0.5
9. Liquid to Chillers	4 - 6	
10. Refrigerant Lines	2 - 4	0.4
11. Gravity Run Lines	3 - 8	0.4
12. Liquid Feed to Towers	4 - 6	

WATER LINES

1. General Service	2 - 16	2
<u>Diameter, inches</u>		
1	2 - 3	
2	3 - 4.5	
4	5 - 7	
6	7 - 9	
8	8 - 10	
10	10 - 12	
12	10 - 14	
16	10 - 15	
20 and up	10 - 16	
2. Pump Suction and Drain	4 - 7	
3. Pump Discharge	5 - 10	
4. Boiler Feed	8 - 15	
5. Refinery Water Lines	2 - 5	2.5
6. Cooling Water	12 - 16	2
7. From Condenser	3 - 5	

DISEÑO DE PLANTAS I

CRITERIOS DE DISEÑO

RECOMMENDED VELOCITY AND MAXIMUM ΔP FOR CARBON STEEL VAPOR LINES

VAPOR LINES IN PROCESS AND EQUIPMENT SERVICE

<u>Type of Service</u>	<u>Recommended Velocity ft/sec</u>	<u>Maximum ΔP psi/100 ft</u>
1. General Recommendation		
Pressure Level, psig		
P > 500		2.0
200 < P ≤ 500		1.5
150 < P ≤ 200		0.6
50 < P ≤ 150		0.3
0 < P ≤ 50		0.15
Subatmospheric		0.1
2. Gas Lines Within Battery Limits		0.5
3. Compressor Piping Suction		0.5
4. Compressor Piping Discharge		1.0
5. Refrigerant Suction Lines	15 - 35	
6. Refrigerant Discharge Lines	35 - 60	
7. Tower Overhead		
Pressure (P > 50 psia)	40 - 50	} 0.2 - 0.5
Atmospheric	60 - 100	
Vacuum (P < 10 psia)	125 - 200	

STEAM LINES

1. General Recommendation		
Maximum: Saturated	200	
Superheated	250	
Steam pressure in psig		
0 - 50		0.25
50 - 150		0.50
150 - 300		1.0
> 300		1.5
2. High Pressure Steam Lines		
Short (L < 600 ft)		1.0
Long (L > 600 ft)		0.5
Short Leads		2.5
3. Exhaust Steam Lines (P > 1 atm)		0.5
Leads to Exhaust Header		1.5
4. Feed Lines to Pumps and Reciprocating Engines	12.5 - 15	
5. Power House Equipment and Process Piping (Saturated at P ≥ 25 psig)	100 - 170	
6. Boiler and Turbine Leads (Superheated to P ≥ 200 psig)	115 - 330	3



DISEÑO DE PLANTAS I

NORMAS Y PRÁCTICAS DE DISEÑO

DEFINICIÓN

**PROCESOS DE SELECCIÓN Y CONSULTA RÁPIDA DE
PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO Y DE NORMAS O
ESPECIFICACIONES DE INGENIERÍA PARA EJECUTAR
EL DISEÑO DE PLANTAS QUÍMICAS**



DISEÑO DE PLANTAS I

NORMAS

¿Qué es una Norma?

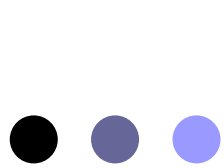
Una Norma es un documento técnico establecido por consenso que:

1. Contiene especificaciones técnicas de aplicación voluntaria.
2. Ha sido elaborado con la participación de las partes interesadas, Fabricantes, Usuarios y consumidores, Centros de investigación y laboratorios, Universidades, Sector oficial, Asociaciones y colegios profesionales
3. Se basa en los resultados consolidados de la ciencia, la tecnología y la experiencia.
4. Provee para el uso común y repetitivo, reglas, directrices o características dirigidas a alcanzar el nivel óptimo de orden en un contexto dado.
5. Es aprobada por un organismo reconocido.

Las normas ofrecen un lenguaje común de comunicación entre las empresas, los usuarios y los consumidores, establecen un equilibrio socioeconómico entre los distintos agentes que participan en las transacciones comerciales, son la base de cualquier economía de mercado y, un patrón necesario de confianza entre cliente y proveedor.

Tipología de normas

Las normas pueden ser cuantitativas (normas de dimensión, por ej. las DIN-A, etc) y cualitativas (las 9000 de calidad, etc.)



DISEÑO DE PLANTAS I NORMAS Y PRÁCTICAS DE DISEÑO

NORMAS PDVSA MANUALES PDVSA

COVENIN COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES

ANSI AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE

API AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE

ASTM AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS

ASME AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS

ISO INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION

DIN DEUTSCHE INSTITUTE FÜR NORMUNG

BSI BRITISH STANDARDS INSTITUTE

AFNOR ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION

AENOR ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN

JIS JAPANESE INDUSTRIALS STANDARDS



DISEÑO DE PLANTAS I PRÁCTICAS DE DISEÑO

ISA INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA

TEMA TUBULAR EXCHANGER MANUFACTURER ASSOCIATION

NFPA NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

GPSA GAS PROCESSORS SUPPLIERS ASSOCIATION

AISC AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION

AGMA AMERICAN GEAR MANUFACTURERS ASSOCIATION

ACI AMERICAN CONCRETE INSTITUTE

MINDUR NORMAS DE COSTRUCCIÓN



DISEÑO DE PLANTAS I
NORMAS

Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries

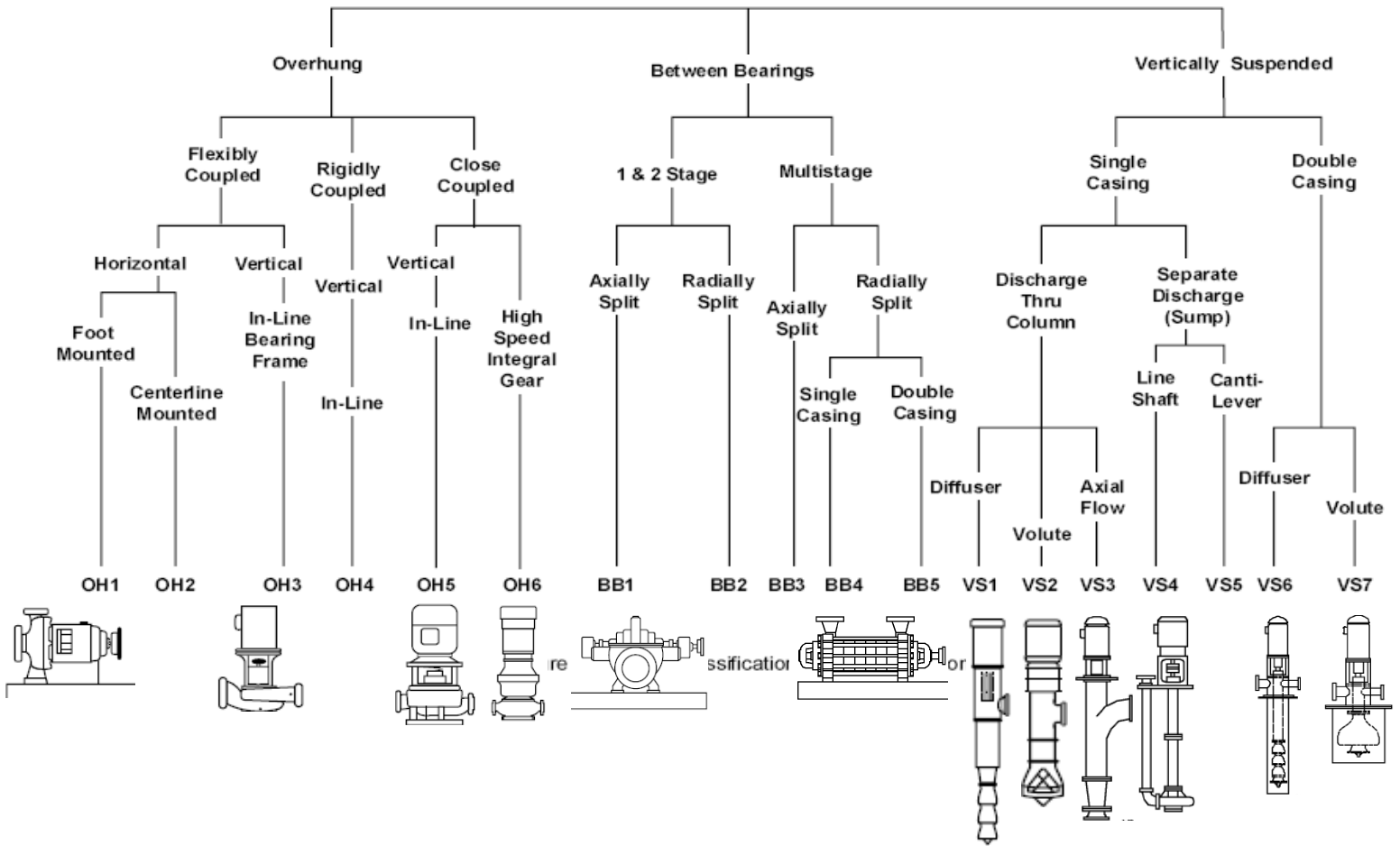
API STANDARD 610
NINTH EDITION, JANUARY 2003

This Standard is Technically Equivalent to the
ISO Final Draft International Standard 13709



DISEÑO DE PLANTAS I NORMAS

CENTRIFUGAL PUMP TYPES



DISEÑO DE PLANTAS I

NORMAS

G-2

API STANDARD 610

Table G-1—Material Class Selection Guide

CAUTION: This table is intended as a general guide for on-plot process plants and off-plot transfer and loading services. It should not be used without a knowledgeable review of the specific services involved.

Service	Temperature Range		Pressure Range	Material Class	See Reference Note
	°C	°F			
Fresh water, condensate, cooling tower water	<100	<212	All	I-1 or I-2	
Boiling water and process water	<120	<250	All	I-1 or I-2	5
	120–175	250–350	All	S-5	5
	>175	>350	All	C-6	5
Boiler feed water	>95	>200	All	C-6	
	>95	>200	All	S-6	
Boiler circulator	>95	>200	All	C-6	
Foul water, reflux drum water, water draw, and hydrocarbons containing these waters, including reflux streams	<175	<350	All	S-3 or S-6	6
	>175	>350	All	C-6	
Propane, butane, liquefied petroleum gas, and ammonia (NH ₃)	<230	<450	All	S-1	
Diesel oil; gasoline; naphtha; kerosene; gas oils; light, medium, and heavy lube oils; fuel oil; residuum; crude oil; asphalt; synthetic crude bottoms	<230	<450	All	S-1	
	230–370	450–700	All	S-6	6, 7
	>370	>700	All	C-6	6
Noncorrosive hydrocarbons, e.g., catalytic reformate, isomaxate, desulfurized oils	230–370	450–700	All	S-4	7
Xylene, toluene, acetone, benzene, furfural, MEK, cumene	<230	<450	All	S-1	
Sodium carbonate, doctor solution	<175	<350	All	I-1	
Caustic (sodium hydroxide) concentration of ≤20%	<100	<210	All	S-1	8
	≥100	≥200	All	—	9
Seawater	<95	<200	All	—	10
Sour water	<260	<470	All	D-1	
Sulfur (liquid state)	All	All	All	S-1	
FCC slurry	<370	<700	All	C-6	
Potassium carbonate	<175	<350	All	C-6	
	<370	<700	All	A-8	
MEA, DEA, TEA-stock solutions	<120	<250	All	S-1	
DEA, TEA-lean solutions	<120	<250	All	S-1	8
MEA-lean solution (CO ₂ only)	80–150	175–300	All	S-9	8
MEA-lean solution (CO ₂ and H ₂ S)	80–150	175–300	All	—	8, 11
MEA, DEA, TEA, rich solutions	<80	<175	All	S-1	8
Sulfuric acid concentration >85%	<38	<100	All	S-1	6
	85% – <1%	<230	All	A-8	6
Hydrofluoric acid concentration of >96%	<38	<100	All	S-9	6

DISEÑO DE PLANTAS I

NORMAS

Table H-1 - Materials for Pump Parts
Material Class and Material Abbreviations^a

Part	Full Compliance Material?	I-1	I-2	S-1	S-3	S-4	S-5	S-6	S-8	S-9	C-6	A-7	A-8	D-1
		CI	CI	STL	STL	STL	STL	STL	STL	STL	STL	12% CHR	AUS	316AUS
		CI	BRZ	CI	NI-RESIST	STL	STL 12% CHR	12% CHR	316 AUS	MONEL	12% CHR	AUS (1&2)	316 AUS(1&2)	DUPLEX
Pressure Casing	Yes	Cast iron	Cast iron	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	12% CHR	AUS	316 AUS	Duplex
Inner case parts (bowls, diffusers, diaphragms)	No	Cast iron	Bronze	Cast iron	Ni-resist	Cast iron	Carbon steel	12% CHR	316 AUS	Monel	12% CHR	AUS	316 AUS	Duplex
Impeller	Yes	Cast iron	Bronze	Cast iron	Ni-resist	Carbon steel	Carbon steel	12% CHR	316 AUS	Monel	12% CHR	AUS	316 AUS	Duplex
Case wear rings	No	Cast iron	Bronze	Cast iron	Ni-resist	Cast iron	12% CHR	12% CHR	Hard Faced 316 AUS (3)	Monel	12% CHR hardened	Hard Faced AUS (3)	Hard Faced 316 AUS (3)	Duplex (3)
Impeller wear rings	No	Cast iron	Bronze	Cast iron	Ni-resist	Cast iron	12% CHR Hardened	12% CHR Hardened	Hard faced 316 AUS (3)	Monel	12% CHR hardened	Hard Faced AUS (3)	Hard Faced 316 AUS (3)	Duplex (3)
Shaft (2)	Yes	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	AISI 4140	AISI 4140 (4)	316 AUS	K-Monel	12% CHR	AUS	316 AUS	Duplex
Shaft sleeves, packed pumps	No	12% CHR hardened	Hard bronze	12% CHR hardened	12% CHR hardened or hard faced	12% CHR hardened or hard faced	12% CHR hardened or hard faced	12% CHR hardened or hard faced	Hard Face 316 AUS (3)	K-Monel, hardened	12% CHR hardened or hard faced	Hard Faced AUS (3)	Hard Faced 316 AUS (3)	Duplex (3)
Shaft sleeves, mechanical seals	No	AUS or 12% CHR	AUS or 12% CHR	AUS or 12% CHR	AUS or 12%CHR	AUS or 12% CHR	AUS or 12% CHR	AUS or 12% CHR	AUS or 12% CHR	K-Monel, hardened	AUS or 12% CHR	AUS	316 AUS	Duplex
Throat bushings	No	Cast iron	Bronze	Cast iron	Ni-resist	Cast iron	12% CHR	12% CHR	316 AUS	Monel	12% CHR hardened	AUS	316 AUS	Duplex
Interstage sleeves	No	Cast iron	Bronze	Cast iron	Ni-resist	Cast iron	12% CHR hardened	12% CHR hardened	Hard Faced 316 AUS (3)	K-Monel, hardened	12% CHR hardened	Hard Faced AUS (3)	Hard Faced 316 AUS (3)	Duplex (3)
Interstage bushings	No	Cast iron	Bronze	Cast iron	Ni-resist	Cast iron	12% CHR hardened	12% CHR hardened	Hard Faced 316 AUS (3)	K-Monel, hardened	12% CHR hardened	Hard Faced AUS (3)	Hard Faced 316 AUS (3)	Duplex (3)
Seal gland	Yes	316 AUS (5)	316 AUS (5)	316 AUS (5)	316 AUS (5)	316 AUS (5)	316 AUS (5)	316 AUS (5)	316 AUS (5)	Monel	316 AUS (5)	316 AUS (5)	316 AUS (5)	Duplex (5)
Case and gland studs	Yes	Carbon steel	Carbon steel	AISI 4140 steel	AISI 4140 steel	AISI 4140 steel	AISI 4140 steel	AISI 4140 steel	AISI 4140 steel	K-Monel, hardened (8)	AISI 4140 steel	AISI 4140 steel	AISI 4140 steel	Duplex (8)
Case gasket	No	AUS, spiral wound (6)	AUS, spiral wound (6)	AUS, spiral wound (6)	AUS, spiral wound (6)	AUS, spiral wound (6)	AUS, spiral wound (6)	AUS, spiral wound (6)	316 AUS, spiral wound (6)	Monel, spiral wound, PTFE filled (6)	AUS, spiral wound (6)	AUS, spiral wound (6)	316 AUS spiral wound (6)	Duplex SS spiral wound (6)
Discharge head / suction can	Yes	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	AUS	AUS	316 AUS	Duplex
Column / bowl shaft bushings	No	Nitrile (7)	Bronze	Filled carbon	Nitrile (7)	Filled carbon	Filled carbon	Filled carbon	Filled carbon	Filled carbon	Filled carbon	Filled carbon	Filled carbon	Filled carbon
Wetted fasteners (bolts)	Yes	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel	316 AUS	316 AUS	316 AUS	K-Monel	316 AUS	316 AUS	316 AUS	Duplex

^a The abbreviations above the diagonal line indicate the core material; the abbreviation below the diagonal line indicates trim material.



DISEÑO DE PLANTAS I METODOS DE SEPARACIÓN

METODOS UTILIZADOS PARA LA RECUPERACIÓN Y SEPARACIÓN DE GASES

METODO	PROPIEDAD CARACTERISTICA	CONDICIÓN	OBSERVACIÓN
Condensación	Puntos de ebullición Volatilidad relativa	Diferencia pto ebullición $>40^{\circ}\text{C}$ $\alpha_{ij} > 7$	Optimizar presión y temperatura
Destilación criogénica	Puntos de ebullición Volatilidad relativa	$\alpha_{ij} > 2$	Procesos de gran escala Remover primero los componentes congelables
Absorción física	Solubilidad	$K_i > 4$	Optimizar P y T Reciclar el solvente
Absorción química	Función reactiva como grupos ácidos o básicos	Procesos reversibles	Optimizar la relación de solvente
Tamiz molecular	Tamaño/Forma	Diferencias significativas	Remover primero componentes que ensucian
Adsorción en equilibrio	Coefficiente de adsorción	Adsorción favorable	Remover primero componentes que ensucian
Permeación con membranas	Perselectividad	Perselectividad > 15	Remover primero componentes que ensucian
Oxidación catalítica	Familia química	Impurezas por debajo del 10% del punto de inflamación	Peligro de dioxinas, no usar para orgánicos halogenados
Hydrogenación catalítica	Familia química	Componentes que contienen dobles enlaces	Desarrollar catalizadores selectivos
Tratamiento químico	Familia química	Reacción selectiva	Preferencia tratamiento seco Recuperar agente químico



DISEÑO DE PLANTAS I METODOS DE SEPARACIÓN

Ideas para la separación de gases

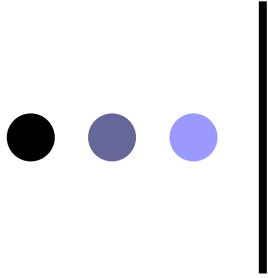
- 1.-Favorecer la condensación para remover compuestos de puntos de ebullición altos de gases no condensables, cuando se usa agua de enfriamiento como agente térmico.
- 2.-Favorecer la absorción con glicol para operaciones de deshumidificación a gran escala de que requieren una depresión de punto de rocío de 27°C o menos.
- 3.-Favorecer la adsorción para operaciones de deshumidificación a pequeña escala.
- 4.-Favorecer la adsorción para procesos que requieren una remoción completa de vapor de agua. Se pueden lograr depresiones de 44°C o más en punto de rocío.
- 5.-Favorecer la conversión catalítica cuando se puedan convertir las impurezas en productos deseables, o cuando se acumulen en reciclos, o cuando produzcan otras impurezas debido a reacciones laterales.



DISEÑO DE PLANTAS I METODOS DE SEPARACIÓN

METODOS UTILIZADOS PARA LA SEPARACIÓN DE LÍQUIDOS

METODO	PROPIEDAD CARACTERISTICA	OBSERVACIÓN
Destilación simple	Volatilidad relativa	Utilizar heurística para secuenciación No es factible para $\alpha < 1,1$
Destilación simple y azeotrópica	Variación en la presión de vapor Punto de ebullición	Verificar estabilidad térmica de componentes
Despojamiento Extracción L-L	Punto de ebullición	Usar para componentes sensibles térmicamente
Cristalización en estado fundido	Punto de congelamiento ácidos o básicos	Diferencia mayores de 20°C
Adsorción cromatográfica	Polaridad	Poner atención en la regeneración del adsorbente
Permeación con membranas	Forma y tamaño	Tecnología emergente
Destilación azeotrópica, Destilación extractiva, Extracción L-L	Familia química	La selección MSA es la clave. El reciclado del MSA aumenta los costos
Extracción L-L, Despojamiento, adsorción, cristalización	Sensibilidad en temperatura	El reciclado del MSA aumenta los costos



DISEÑO DE PLANTAS I METODOS DE SEPARACIÓN

Ideas para la separación de líquidos

- 1.-Remover primero los componentes corrosivos, peligrosos, que ensucien y problemáticos.
- 2.-Envíe los productos de pureza alta como destilados al tope.
- 3.-Cuando la separación por destilación es factible, selecciónela en primer lugar.
- 4.-Aísle las mezclas zeotrópicas y azeotrópicas.
- 5.-Lleve a cabo una separación zeotrópica de último, pero antes que una azeotrópica. Examine otras opciones, como destilación extractiva, extracción L-L, cristalización, adsorción o tamices moleculares.
- 6.-Remover los componentes en orden de porcentaje en la alimentación decreciente. Esta operación reducirá costos en la próxima etapa de separación.
- 7.-Favorecer la separación de componentes 50/50.

DISEÑO DE PLANTAS I

METODOS DE SEPARACIÓN



TABLE 11.1. Chief Mechanical Means of Solid–Liquid Separation

1. Settling
 - a. by gravity
 - i. in thickeners
 - ii. in classifiers
 - b. by centrifugal force
 - c. by air flotation
 - d. by dense media flotation
 - e. by magnetic properties
2. Filtration
 - a. on screens, by gravity
 - b. on filters
 - i. by vacuum
 - ii. by pressure
 - iii. by centrifugation
3. Expression
 - a. with batch presses
 - b. with continuous presses
 - i. screw presses
 - ii. rolls
 - iii. discs

TABLE 11.2. Equipment Selection on the Basis of Rate of Cake Buildup

Process Type	Rate of Cake Buildup	Suitable Equipment
Rapid filtering	0.1–10 cm/sec	gravity pans; horizontal belt or top feed drum; continuous pusher type centrifuge
Medium filtering	0.1–10 cm/min	vacuum drum or disk or pan or belt; peeler type centrifuge
Slow filtering	0.1–10 cm/hr	pressure filters; disc and tubular centrifuges; sedimenting centrifuges
Clarification	negligible cake	cartridges; precoat drums; filter aid systems; sand deep bed filters



DISEÑO DE PLANTAS I

DETERMINACIÓN DE CONDICIONES DE DISEÑO

A. DETERMINAR LOS CONJUNTOS MÁS SEVEROS DE CONDICIONES DE OPERACIÓN NORMAL Y ALTERNATIVA. ENTRE ELLOS TENEMOS:

- LA TEMPERATURA DE FLUIDO MÁS ALTA ESPERADA, EN CONJUNTO CON OTRA CONDICIÓN DE OPERACIÓN COINCIDENTE.
- LA PRESIÓN DE FLUIDO MAS ALTA ESPERADA, EN CONJUNTO CON OTRA CONDICIÓN DE OPERACIÓN COINCIDENTE.
- EL NIVEL DE LÍQUIDO MÁS ALTO ESPERADO, EN CONJUNTO CON OTRA CONDICIÓN DE OPERACIÓN COINCIDENTE.
- LA TEMPERATURA DE FLUIDO MÁS BAJA ESPERADA, INDEPENDIENTEMENTE DE LA PRESIÓN.

B. DETERMINE LAS CONTINGENCIAS DE DISEÑO Y REMOTAS QUE DEBERAN SER CONSIDERADAS (AUTOCONGELACIÓN, ROTURA DE TUBOS)

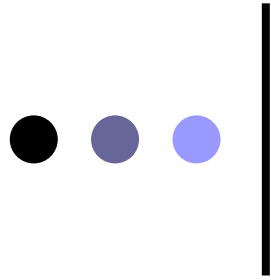
C. AJUSTE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN PARA OBTENER LOS VALORES DE DISEÑO.



DISEÑO DE PLANTAS I

CONSIDERACIONES PARA ESTABLECER CONDICIONES DE OPERACIÓN

1. ENFRIAMIENTO DEBIDO A AUTOREFRIGERACIÓN
2. OPERACIONES CON VAPOR
3. OPERACIONES DE ARRANQUE Y PARADA
4. RANGOS DE OPERACIÓN DE LAS VARIABLES
5. PURGAS Y LIMPIEZAS
6. CONDICIONES DE PRESIÓN DE VACÍO Y EXTERNAS
7. DERIVACIONES EN INTERCAMBIADORES DE CALOR
8. REGENERACIÓN DE CATALIZADORES
9. TAPONAMIENTO EN INTERCAMBIADORES DE CALOR
10. PULSACIONES EN COMPRESORES RECIPROCANTES
11. NIVELES DE LÍQUIDO
12. CAIDAS DE PRESIÓN EN LOS RECIPIENTES
13. EQUIPOS Y TUBERÍAS ASOCIADOS CON COMPRESORES Y BOMBAS CENTRÍFUGAS



DISEÑO DE PLANTAS I

CONTINGENCIAS DE DISEÑO

1. FALLAS EN SERVICIOS INDUSTRIALES
2. OPERACIÓN INCORRECTA DE VÁLVULAS
3. DERRAMES DE LIQUIDO EN OPERACIONES DE LLENADO
4. CIRCUITOS CERRADOS
5. EQUIPOS INTEGRADOS
6. CONTROL AUTOMÁTICO
7. CONDICIONES DE VACÍO
8. SISTEMAS DE FRACCIONAMIENTO
9. EXPANSIÓN TÉRMICA DE LÍQUIDOS ATRAPADOS
10. INCENDIOS



DISEÑO DE PLANTAS I PRESIÓN Y TEMPERATURA DE DISEÑO

EL INGENIERO DE PROCESOS DETERMINA LA MÁXIMA COMBINACIÓN DE PRESIÓN Y TEMPERATURA A LA CUAL EL PROCESO OPERARÁ. EL DISEÑO MECÁNICO NORMALMENTE ESTABLECE UN MARGEN POR ENCIMA DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN. LA ESCOGENCIA DE MÁRGENES ADECUADOS DE DISEÑO ENVUELVE CONSIDERACIONES DE COSTO Y SEGURIDAD.

LA PRESIÓN LIMITANTE PARA UN SISTEMA GENERALMENTE ESTÁ GOBERNADA POR EL DISEÑO DE LOS RECIPIENTES DE PRESIÓN.

PRESIÓN DE DISEÑO

ES LA PRESIÓN MÁXIMA QUE UN RECIPIENTE U OTRO SISTEMA SOMETIDO A PRESIÓN, TENDRÁ EN UNA BASE CONTINUA. ESTE VALOR SE USA PARA DISEÑAR EL ESPESOR MÍNIMO DE LAS PAREDES DE UN RECIPIENTE. LA TEMPERATURA DEBE ESPECIFICARSE EN CONJUNTO.

TAMBIÉN SE LE REFIERE COMO LA MÁXIMA PRESIÓN DE OPERACIÓN MAS UN MÁRGEN DE SEGURIDAD.



DISEÑO DE PLANTAS I PRESIÓN Y TEMPERATURA DE DISEÑO

MÁXIMA PRESIÓN DE TRABAJO PERMITIDA (MAWP)

ES LA PRESIÓN MANOMÉTRICA MÁXIMA PERMISIBLE EN EL TOPE DE UN RECIPIENTE EN SU POSICIÓN NORMAL DE OPERACIÓN A SU TEMPERATURA DESIGNADA PARA ESA PRESIÓN. SE UTILIZA MAYORMENTE PARA ESPECIFICAR LA MÁXIMA PRESIÓN EN DISPOSITIVOS DE ALIVIO.

PRESIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN

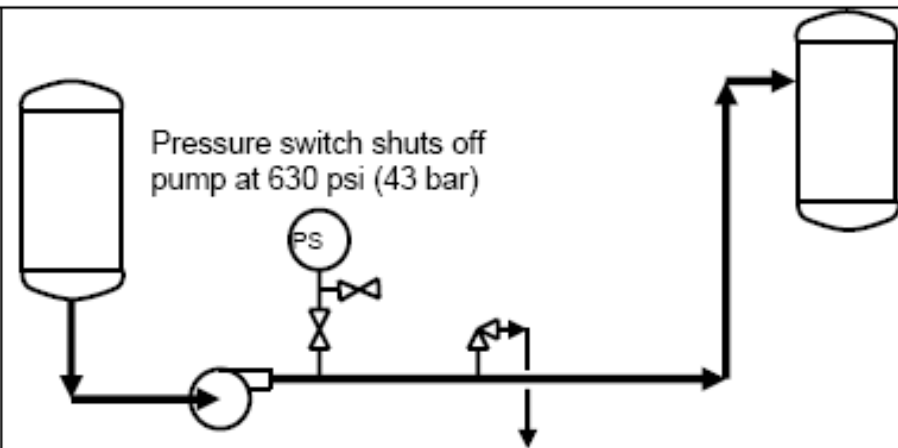
DEBE SER CONSIDERADA COMO UNA PRESIÓN A LA CUAL EL PROCESO PUDIERA OPERAR. NO NECESARIAMENTE ES LA PRESIÓN DE DISEÑO, PERO PUEDE RESULTAR DE LA CONSIDERACIÓN DE: IRREGULARIDADES DE PROCESO, OPERACIONES DE ARRANQUE Y APAGADO.

DISEÑO DE PLANTAS I

PRESIÓN Y TEMPERATURA DE DISEÑO

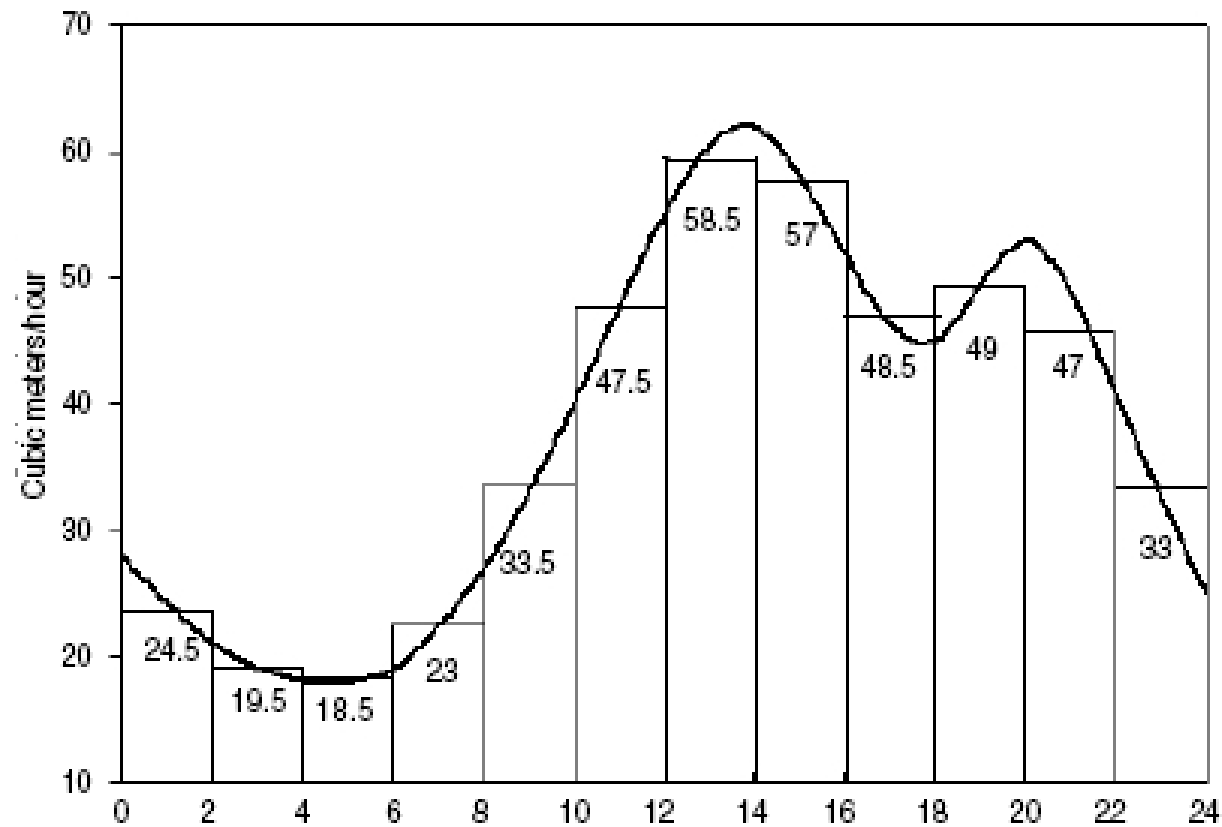
Problem 1: Ambient temperature styrene monomer is pumped from a holding tank to a reactor. The normal discharge pressure is 390 psi (27 bar), and the pressure switch shuts off the positive displacement pump when the pressure reaches 630 psi (43 bar). The material of construction for the line is carbon steel. The piping is capable of 740 psi (51.1 bar).

- What should the design pressure be?
- What should the design temperature be?
- What should the relief valve setting be?



DISEÑO DE PLANTAS I

CAUDAL DE DISEÑO



$$\begin{aligned} \text{Average daily flowrate} &= \{24.5(2)+19.5(2)+18.5(2)+23(2)+33.5(2)+47.5(2)+ \\ &\quad 58.5(2)+57(2)+48.5(2)+49(2)+33(2)\}/24 \\ &= 459.5(2)/24 = 38.29 \text{ cubic meters/hour} \end{aligned}$$