

Diseño Plantas Para Ingenieros Químicos

Jaime Santillana Soto

Julia Salinas de Santillana

Ing. Químicos, M.S. in Chemical Engineering

Evaluación de Proyectos

Proyectos EPC internacionales

- *Inversionistas*
 - **Gobiernos/ Empresas Públicas**
 - **Corporaciones internacionales.**
- *Localización del Proyecto. Internacional*
- *Financiamiento*
 - **Préstamos de gobiernos**
 - **Accionistas**
 - **Proyecto financiado por el propietario (Instituciones financieras y bancos comerciales)**
 - **Proyecto financiado por el contratista (EXIM Bank y bancos comerciales)**
- *Actores*
 - **Compañías internacionales de E&C (ingeniería y construcción) de países desarrollados**

Proyectos EPC internacionales

- ***E: Engineering & Design (Ingeniería y diseño)***
 - ***Process Design (PFD) (Diseño Procesos)***
 - ***Basic Design (FEED) (Diseño Básico)***
 - ***Detailed Design (Diseño Detallado)***
- ***P: Supply of Equipment & Materials (Sumnistro equipo y materiales)***
 - ***Ps: Procurement Service (Servicio de Adquisiciones)***
- ***C: Construction (Construcción)***
 - ***Cm: Construction Management Service (Servicio Gerencia Construcción)***
 - ***Ca: Construction Advisory Service (Servicio Asesoría en la Construcción)***
- ***K: Commissioning & Start-UP (Comisionado y arranque)***

Proyectos EPC internacionales

- **Se da en: Procesado Gas, Industrias proceso químico (Refinerías, petroúímicas y químicas, etc.); Plantas Eléctricas (a carbón, gas, hidoelectricidad, nuclear,e ólica, etc.); Infraestructura (trenes, carreteras, puertso,a eropuertso, desalinizadoras); Medio ambiente (Tratamiento de aguasm incineración desechos municipales,, De-Nox, De-Sox).**
- **Proyectos en auge en paíes con mercados enormes o muy bajo costo de materias primas: Medio Oriente, China.**
- **Son Proyectos de tamaño Mega y son complejos: escalas mundiales, Complejos Integrados.**
- **Se requiere financiamiento para estos proyectos y aparecen muchos socios financieros**

Desarrollo de Proyectos EPC internacionalesx

- **Planeamiento del Proyecto y Fase de Preparación:**
 - **Estudio factibilidad y Definición de Alcances.**
 - **Aprobaciones Gubernamentales y Regulatorias.**
 - **Financiamiento**
- **Definición Fases Proyecto:**
 - **Tecnología / Selección Licencias**
 - **PMC (Project Management Consultan)/ Selección Ingeniería**
 - **Diseño Procesos / Diseño Básico**
- **Fase Implementación**
 - **Pre-Calificación de Postores Potenciales**
 - **EPC Bid (ITB, Site Visit, Clarifications, Bid Submittal)**
 - **Contract Award (Clarificación & Negociación)**
 - **Ejecución Proyecto**
 - **Pre-Comisionamiento & Comisionamiento**
- **Fase O&M**
 - **Start-Up & Operación**
 - **Mantenimiento**

Evaluación de Proyectos

- **Grado de necesidad**
No está basado en atractivos económicos.
Normalmente están basados en consideraciones de seguridad, confiabilidad (reliability) y/o regulaciones medio ambientales
- **Tiempo Repago (Payout period)**
- **Tasa Neta de Retorno (Net rate of return)**
- **Flujo Fondos Descontados (Discounted cash flow (DCF, IRR))**
- **Valor Presente Neto (Net present value (NPV))**

Evaluación Rentabilidad sin efecto del dinero en el tiempo

Tiempo PBP

Tiempo Repago

Caja CCP
CCR

Se recupera la inversión Capital Fijo
Posición Caja Acumulativa
Ratio de Acumulador de Posición Caja.

CCR =

$$\frac{\text{Suma Flujos positivos}}{\text{Suma Flujos Negativos}}$$

$$CCR = 1 + \frac{CCP}{\text{Terreno} + \text{Capital Trabajo} + FCI_L}$$

Tasa ROROI
interés

Tasa de Retorno sobre la Inversión

Metodos de Evaluacion :

Flujo Fondo Descontados (DCF)

- **Un inversionista compra una serie de ingresos futuros anuales o flujos de efectivo**
- **DCF es una medida de la rentabilidad de un proyecto que toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo.**
- **Tambien considera el máximo interés al cual se puede prestar dinero con un proyecto en “break-even” al final de la vida del proyecto.**
- **El DCF mínimo aceptable debe ser mayor que la tasa de interés más alta del mercado.**

ECONOMICOS CON DESCUENTOS

Evaluación Rentabilidad con efecto del dinero en el tiempo

CRITERIO TIEMPO	Periodo Repago Descontado	DPBP
	Similar al no descontado El Proyecto con el menor tiempo de repago es el mejor	
CRITERIO CAJA	La Posición de Caja Descontada Acumulada	
	Valor presente Neto VPN VPN = Posición acumulada de caja al final del proyecto El VPN esta fuertemente influenciado por el FCI_L Un mejor criterio es Ratio de Valor Presente (PVR) $\text{PVR} = \frac{\text{Valor presente Flujos Positivos}}{\text{Valor presente Flujos Negativos}}$ Un PVR de 1 es una situacion tipo break even. $\text{PVR} > 1$ es un proyecto rentable $\text{PVR} < 1$ es un proyecto no rentable	
CRITERIO TASA INTERES	TIR Tasa Interna Retorno Descontada	
	Es la tasa de interés en la que el VPN se hace 0 Es la máxima tasa interes para quedar break even (ni gano ni pierdo) Si el TIR > que la tasa de descuento el proyecto es aceptable Para calcular el Tir hago lo siguiente Busco objetivo sobre la tasa de interes en los flujos descontados a dicha tasa de interes de manera que el VPN sea cero	

Costos de Inversión en Capital Fijo

AÑO

0

n-1

n

(INVERSION)

INGRESOS
(EGRESOS)

MARGEN BRUTO

(DEPRECIACION)

MARGEN ANTES

IMPUESTOS

(IMPUESTOS)

UTILIDAD NETA

INGRESOS
(EGRESOS)

MARGEN BRUTO

(DEPRECIACION)

MARGEN ANTES

IMPUESTOS

(IMPUESTOS)

UTILIDAD NETA

(INVERSION)

UTILIDAD NETA
DEPRECIACION

UTILIDAD NETA
DEPRECIACION

FLUJO NETO
FONDOS

FLUJO NETO
FONDOS

FLUJO NETO
FONDOS

Ingreso = Precio x Volumen

Los requerimientos de Capital

- Para evaluar los impactos económicos y sociales de una nueva (o existente) planta productiva, se requiere conocer los antecedentes económicos del proyecto.
- Los antecedentes económicos de un proceso son los costos (requerimientos) de capital, los costos de operación y la ingeniería financiera para poner marcha (o modificar) un planta.
- Los requerimientos de capital son los recursos que se requieren por una vez - normalmente al inicio o en sumas fijas en instancias definidas a lo largo del proyecto.

- Para la realización de un proyecto industrial hay que introducir Capital en el Flujo de los Fondos
- La fórmula es: **TCI = FCI + WC**
- FCI es la Inversión de Capital Fija
- WC es el Capital de Trabajo
- TCI es la Inversión de Capital Total
- Una evaluación de un Proyecto requiere:
 - Colectar información relevante
 - Estimar costos de capital
 - Realziar una evaluación financiera
 - Efectuar un análisis de Sensibilidad
 - Comparar proyectos

Tipos de Estimaciones de Capital

- Estimación del Orden de Magnitud
- Estimación a nivel de Estudio
- Estudio Preliminar
- Estimación definitiva
- Estimación a nivel de los detalles

Data Costo Capital

- **Se obtiene data de vendedores de tecnología, equipos, de compras pasadas, por el metodo de factores de equipos.**
- **Se ajusta por tamaño de planta**
- **Se ajusta por el tiempo**
 - **Inflacion/descuento**
- **Ajuste por localización y tamaño**
 - **Efectos de inflación diferencial**
 - **Efectos de productividad de mano de obra.**
 - **Data se presenta como un porcentaje o ratio respecto a una base.**

Data Costo Capital

- Generalmente existe items relacionados con la ubicación y el proyecto específico:
 - Materiales directos y mano de obra.
 - Catalizadores
 - Ingeniería y construcción
 - Contingencias
 - Costos de tierra y capital de trabajo.

- Ajustes por tamaño de Planta

A: Atributo costo equipo

C: Costo compra

n : exponente de costo,

a: atributo buscado, b atributo base

$$\frac{C_A}{C_B} = \left(\frac{A_A}{A_B} \right)^n$$

- Inflación de costos

Chemical Engineering Plant cost Index

Marshall & Swift Process Industry Index

Nelson Refinery construction index

$$\frac{C_A}{C_B} = \left(\frac{I_A}{I_B} \right)$$

Efecto de la capacidad en el Costo de Equipos o Plantas

$$\frac{C_a}{C_b} = \left(\frac{A_a}{A_b} \right)^n$$

A: atributo del equipo (volumen, capacidad, tipo, etc.)

C: precio de compra

n: factor exponencial de escalamiento

Ejemplos de Exponentes de escalamiento de costos

Tipo Equipo	Rango Correlación	Capacidad	Exponente
Compresores	220-3000	kW	0,70
Intercambiadores de calor	5-50	m ²	0,44
Estanque de acero vertical	1-40	m ³	0,52
Soplador una etapa	0,5-4	m ² /s	0,64
Hervidor con revestimiento vidrio	3-10	m ³	0,65

Otros factores a tomar en cuenta al estimar costos

- Variaciones en el tiempo de compra

$$C_{t2} = C_{t1} \left(I_{t2}/I_{t1} \right)$$

C: precio compra I: indice de costos
t1: base de costeo a tiempo t1 t2: tiempo

INDICES

Chemical Eng Plant Cost Index
Marshall & Swift Equipment
Cost Index

8

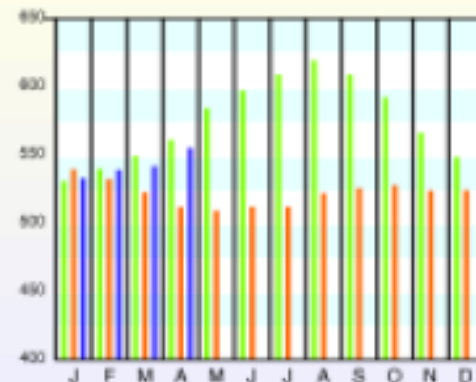
DOWNLOAD THE **CEPCI** TWO WEEKS SOONER AT WWW.CHE.COM/PCI

CHEMICAL ENGINEERING PLANT COST INDEX (CEPCI)

(1957-59 = 100)

CE Index	Apr.'10 Prelim.	Mar.'10 Final	Apr.'09 Final
Equipment	555.2	541.8	511.7
Heat exchangers & tanks	656.0	645.5	600.4
Process machinery	622.6	592.5	534.2
Pipe, valves & fittings	625.4	614.0	584.9
Process instruments	829.5	801.7	752.5
Pumps & compressors	426.7	421.0	390.1
Electrical equipment	902.4	903.4	897.5
Structural supports & misc.	472.5	472.1	460.2
Construction labor	686.7	665.6	609.0
Buildings	326.8	328.2	326.5
Engineering & supervision	506.7	504.3	487.9
	341.4	341.8	348.5

Annual Index:
 2002 = 395.6
 2003 = 402.0
 2004 = 444.2
 2005 = 466.2
 2006 = 486.6
 2007 = 525.4
 2008 = 525.4
 2009 = 521.9

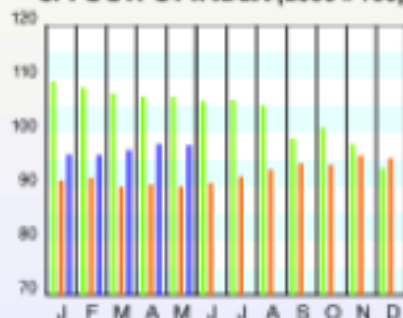


Starting with the April 2007 Final numbers, several of the data series for labor and compressors have been converted to accommodate series IDs that were discontinued by the U.S. Bureau of Labor Statistics.

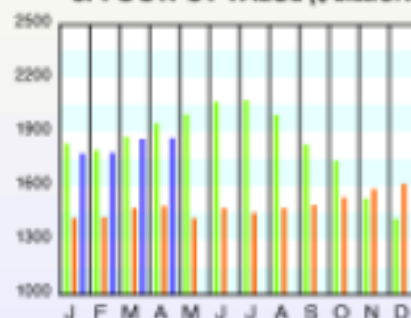
CURRENT BUSINESS INDICATORS

	LATEST	PREVIOUS	YEAR AGO
CPI output index (2000 = 100)	May '10 = 97.7	Apr. '10 = 97.9	May '09 = 90.1
CPI value of output, \$ billions	Apr. '10 = 1,870.4	Mar. '10 = 1,866.7	Apr. '09 = 1,492.4
CPI operating rate, %	May '10 = 73.0	Apr. '10 = 72.9	May '09 = 65.8
Producer prices, industrial chemicals (1982 = 100)	May '10 = 272.8	Apr. '10 = 274.0	May '09 = 223.4
Industrial Production in Manufacturing (2002 = 100)*	May '10 = 102.3	Apr. '10 = 101.4	May '09 = 94.8
Hourly earnings index, chemical & allied products (1992 = 100)	May '10 = 153.9	Apr. '10 = 151.4	May '09 = 147.4
Productivity index, chemicals & allied products (1992 = 100)	May '10 = 136.0	Apr. '10 = 137.9	May '09 = 133.4

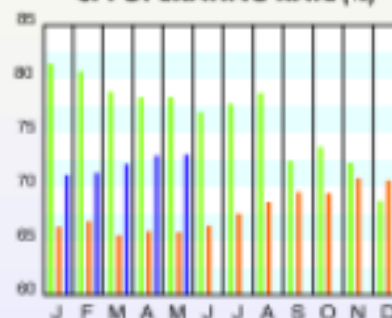
CPI OUTPUT INDEX (2000 = 100)

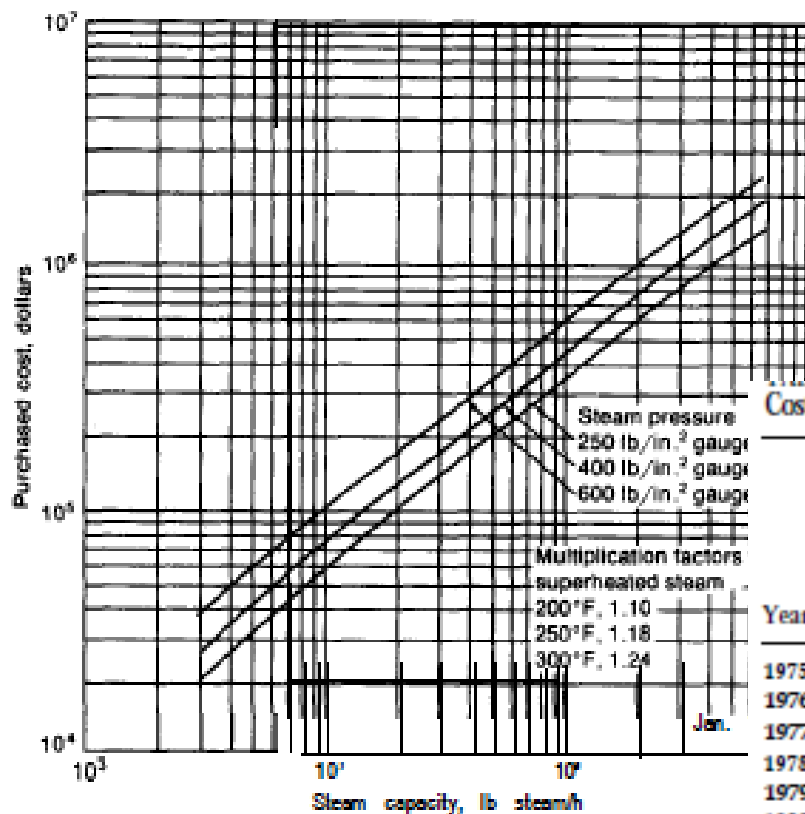


CPI OUTPUT VALUE (\$ BILLIONS)



CPI OPERATING RATE (%)





Data 1990

CEPI 1990 = 435

MS 1990 = 924

Cost indexes as annual averages

Year	Marshall and Swift installed-equipment indexes, 1926 = 100		Eng. News-Record construction index			Nelson-Farrar refinery construction index, 1946 = 100	Chemical engineering plant cost index 1957-1959 = 100
	All- industry	Process- industry	1913 = 100	1949 = 100	1967 = 100		
1975	444	452	2412	461	207	576	182
1976	472	479	2401	503	224	616	192
1977	505	514	2576	540	241	653	204
1978	545	552	2776	582	259	701	219
1979	599	607	3003	630	281	757	239
1980	560	675	3237	679	303	823	261
1981	721	745	3535	741	330	904	297
1982	746	774	3825	802	357	977	314
1983	761	786	4066	852	380	1026	317
1984	780	806	4146	869	387	1061	323
1985	790	813	4195	879	392	1074	325
1986	798	817	4295	900	401	1090	318
1987	814	830	4406	924	412	1122	324
1988	852	870	4519	947	422	1165	343
1989	885	914	4606	965	429	1194	355
1990 (Jan.)	904†	924	4673	979	435	1203	356

† All costs presented in this text are based on this value of the Marshall and Swift index unless otherwise indicated.

MARSHALL & SWIFT EQUIPMENT COST INDEX

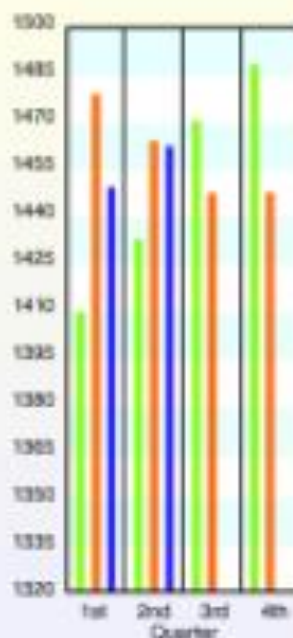
(1926 = 100)

	2nd Q 2010	1st Q 2010	4th Q 2009	3rd Q 2009	2nd Q 2009
M & S INDEX	1,461.3	1,448.3	1,445.5	1,446.4	1,462.9
Process industries, average	1,522.1	1,510.3	1,511.9	1,515.1	1,534.2
Cement	1,519.2	1,508.1	1,508.2	1,509.7	1,532.5
Chemicals	1,493.5	1,481.8	1,483.1	1,485.8	1,504.8
Clay products	1,505.6	1,496.0	1,494.3	1,495.8	1,512.9
Glass	1,416.4	1,403.0	1,403.1	1,400.4	1,420.1
Paint	1,527.6	1,515.1	1,514.1	1,515.1	1,535.9
Paper	1,430.1	1,416.4	1,415.8	1,416.3	1,435.6
Petroleum products	1,625.9	1,615.6	1,617.6	1,625.2	1,643.5
Rubber	1,564.2	1,551.0	1,560.5	1,560.7	1,581.1
Related industries					
Electrical power	1,414.0	1,389.6	1,377.3	1,370.8	1,394.7
Mining, milling	1,569.1	1,552.1	1,548.1	1,547.6	1,562.9
Refrigeration	1,786.9	1,772.2	1,769.5	1,767.3	1,789.0
Steam power	1,488.0	1,475.0	1,470.8	1,471.4	1,490.8

Annual Index:

2002 = 1,104.2	2004 = 1,178.5	2006 = 1,302.3	2008 = 1,449.3
2003 = 1,123.8	2005 = 1,244.5	2007 = 1,373.3	2009 = 1,468.6

Source: Marshall & Swift's Marshall Valuation Service manual. Reprinted and published with permission of Marshall & Swift/Boeckh, LLC and its licensors. copyright 2010. May not be reprinted, copied, automated or used for valuation without permission.



CURRENT TRENDS

Capital equipment prices (as reflected in the April CE Plant Cost Index) continue to climb according to a typical mid-year trend, but the deficit between 2010 and 2008 prices has widened a bit.

Overall production in the chemical process industries fell by 0.9% in May, following a 0.4% gain in April, the American Chemistry Council (ACC; Arlington, Va.; www.americanchemistry.com) says. Among the five major segments of U.S. Federal Reserve Board data that ACC analyzes, production rose for agricultural chemicals and specialty chemicals, but was weak in consumer products, pharmaceuticals and basic chemicals.

Visit www.che.com/pci for more on capital cost trends. ■

Efecto de la capacidad en el Costo de Equipos o Plantas

$$\frac{C_a}{C_b} = \left(\frac{A_a}{A_b} \right)^n$$

A: atributo del equipo (volumen, capacidad, tipo, etc.)

C: precio de compra

n: factor exponencial de escalamiento

Ejemplos de Exponentes de escalamiento de costos

Tipo Equipo	Rango Correlación	Capacidad	Exponente
Compresores	220-3000	kW	0,70
Intercambiadores de calor	5-50	m ²	0,44
Estanque de acero vertical	1-40	m ³	0,52
Soplador una etapa	0,5-4	m ² /s	0,64
Hervidor con revestimiento vidrio	3-10	m ³	0,65

Otros factores a tomar en cuenta al estimar costos

- Variaciones en el tiempo de compra

$$C_{t2} = C_{t1} \left(I_{t2}/I_{t1} \right)$$

C: precio compra I: indice de costos

t1: base de costeo a tiempo t1 t2: tiempo

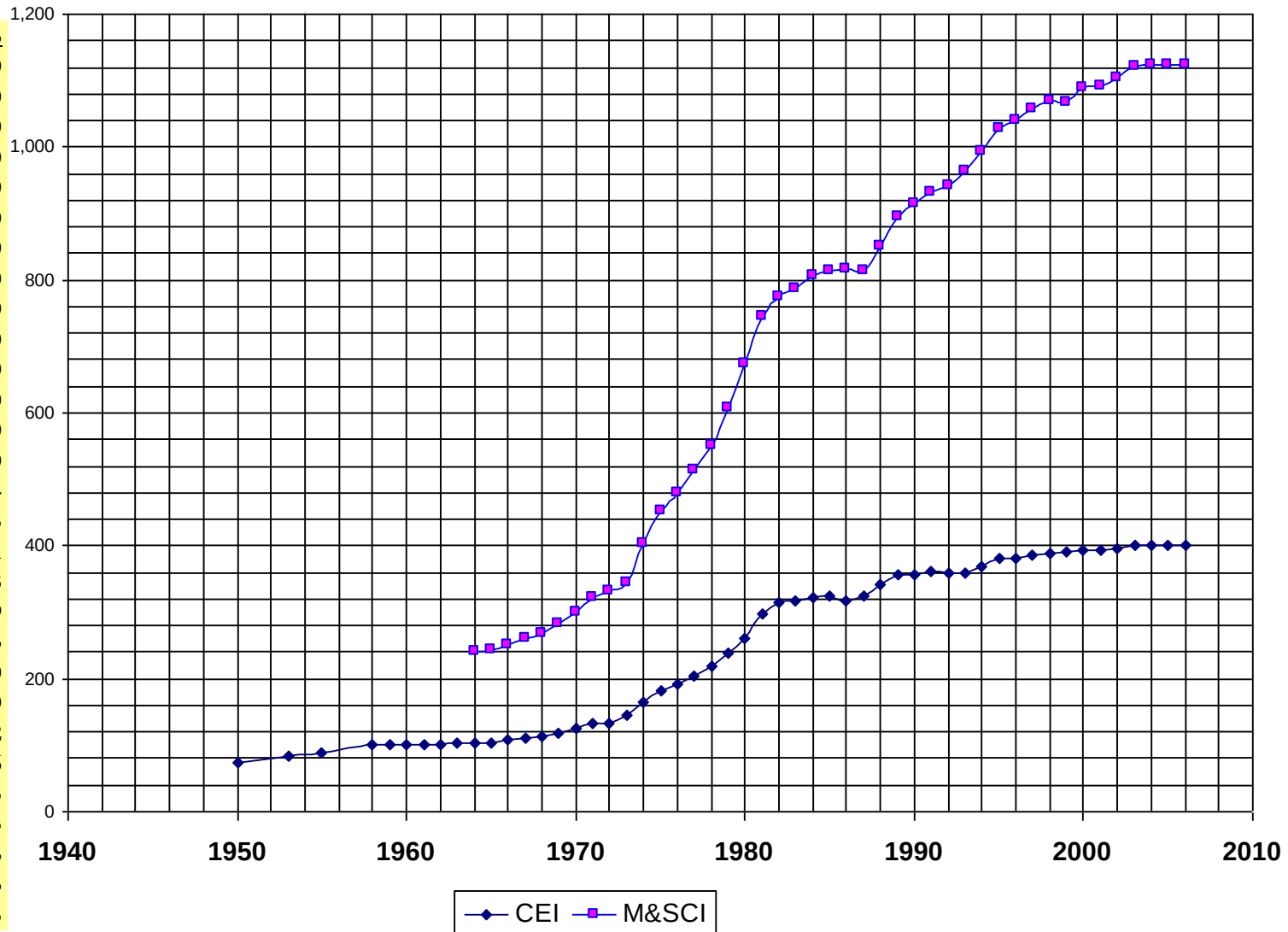
INDICES

Chemical Eng Plant Cost Index
Marshall & Swift Equipment
Cost Index

8

Chemical Engineering Plant Cost, M&S Index from 1950 to 2008

<u>YEAR</u>	<u>CEI</u>	<u>M&S</u>
1980	261.2	675.0
1981	297.0	745.0
1982	314.0	774.0
1983	316.9	786.0
1984	322.7	806.0
1985	325.3	813.0
1986	318.4	817.0
1987	323.8	814.0
1988	342.5	852.0
1989	355.4	895.0
1990	357.6	915.0
1991	361.3	931.0
1992	358.2	943.0
1993	359.2	964.0
1994	368.1	993.4
1995	381.1	1,027.5
1996	381.7	1,039.1
1997	386.5	1,056.8
1998	389.5	1,069.9
1999	390.6	1,068.3
2000	394.1	1,089.0
2001	394.3	1,093.0
2002	395.6	1,104.2
2003	402.0	1,123.6
2004	442.2	1,178.5
2005	468.2	1,244.5
2006	499.6	1,302.3
2007	525.9	1,373.3
2008	528.2	1,469.5



<http://www.matche.com/toc.htm>

<http://www.matche.com/PlantCost/index.htm>

Matches' Process Equipment Cost Estimates

Matches provides conceptual (order-of-magnitude) process and cost engineering services to the chemical and metallurgical industry. We provide this educational process equipment content to establish project scope to assist you in evaluation process alternatives. We hope you will comment (below).

Cost Estimates - Click on the type of process equipment for which you desire a capital cost. Your browser must interpret JavaScript for you to obtain an estimate. An estimated costs is helpful during a project's early phase of development and budgeting. The actual cost of a piece of equipment depend upon many factors. You should exercise caution in use of this educational content.



Matches provides conceptual process, cost and optimization engineering services to the chemical and metallurgical industry. This educational content should assist you in the evaluation of process alternatives. We hope you will comment (below).

Fired Heater Cost Estimate - An interactive **JavaScript** equipment capital cost estimating aid (order-of-magnitude) . These costs are helpful during a project's early development and budgeting. The actual cost of a piece of equipment depend upon many factors. You should exercise caution in use of this educational content.

Furnace Type:
Duty should be between 20 and 650 Million BTU/hr
Duty : Million BTU/hr
Tube Material:
Internal Tube Pressure:

Select For Cost

Cost 2000 US \$: **1097700**

F.O.B. Gulf Coast U.S.A.

[\[ZForm.htm\]](#)

Send mail to webmaster@matche.com with questions or comments about this web site.

Copyright © 2000, 2003 Matches

Last modified: October 15, 2003



Matches provides conceptual process, cost and optimization engineering services to the chemical and metallurgical industry. This educational content should assist you in the evaluation of process alternatives. We hope you will comment (below).

Heat Exchanger Cost Estimate - An interactive **JavaScript** equipment capital cost estimating aid (order-of-magnitude) . These costs are helpful during a project's early development and budgeting. The actual cost of a piece of equipment depend upon many factors. You should exercise caution in use of this educational content.

Exchanger Type:

Area should be between 100 and 1000 ft²

Area : ft²

Material:

Internal Pressure:

Cost 2000 US \$: **39400**

F.O.B. Gulf Coast U.S.A.

[\[ZForm.htm\]](#)

Send mail to webmaster@matche.com with questions or comments about this web site.

Copyright © 2000, 2003 Matches

Last modified: October 15, 2003

22,000 US\$ en 1990

EI 2000:

$22000 \times (394.1/357.6)$

Es 24246 US\$

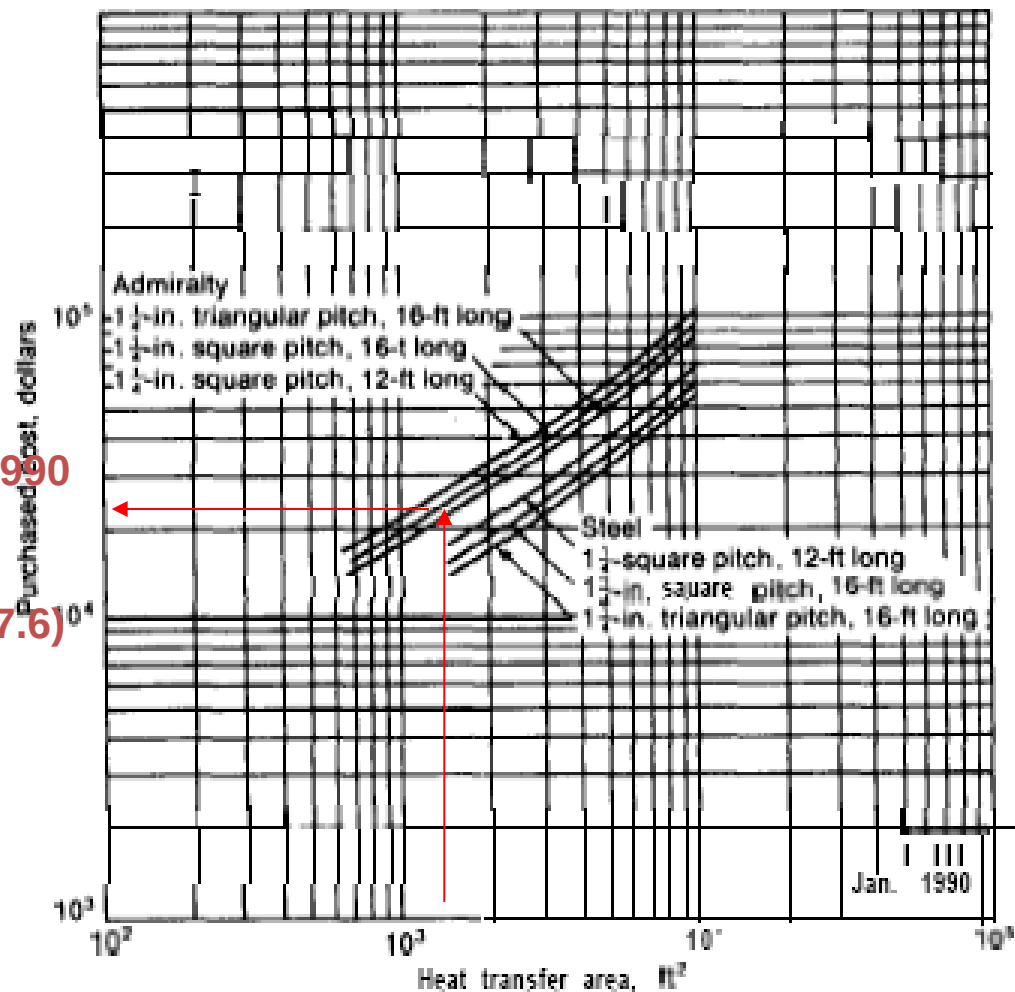


FIGURE 15-14

Finned-tube floating-head exchangers at 150 psi. Cost is for 1-in. OD Tube fin tubes.

Costo estimado planta hidrogeno

$$C_2 = \frac{C_1}{S_1^n} \times S_2^n = a S_2^n$$

Process	Licensors	Capacity Units	S_{lower}	S_{upper}	a	n
Hydrogen by steam methane reforming	Foster Wheeler	MMscf/d	10	50	1.759	0.79
Hydrotreating by Unionfining	UOP	bpd	10,000	40,000	0.0532	0.68

Example 6.1

The process for making cyclohexane by saturation of benzene consists of a feed-effluent heat exchanger, a saturation reactor, and a product stabilizer column. Estimate the cost of a plant that produces 200,000 metric tons per year (200 kMTA) of cyclohexane using the correlation in Table 6.2 and Bridgewater's method.

Solution

From Table 6.2, the cost correlation for the Axens process for benzene saturation gives

$$\begin{aligned}
 C &= 0.0061(S)^{0.6} \\
 &= 0.0061(2 \times 10^5)^{0.6} \\
 &= \underline{\underline{\$9.2 \text{ MM}}} \text{ expressed on a January 2006 USGC basis.}
 \end{aligned}$$

Graficos de Costos Inversión Capital Fijo

- Disponible de diversas fuentes (Brennan, Ulrich, ...)
- Requiere actualizar basados en índices de costos (CEPCI, Marshall & Swift)
- A menudo incorporan ajustes por:
 - presión
 - Materiales
 - Complejidad
- Permiten estimar el costo base

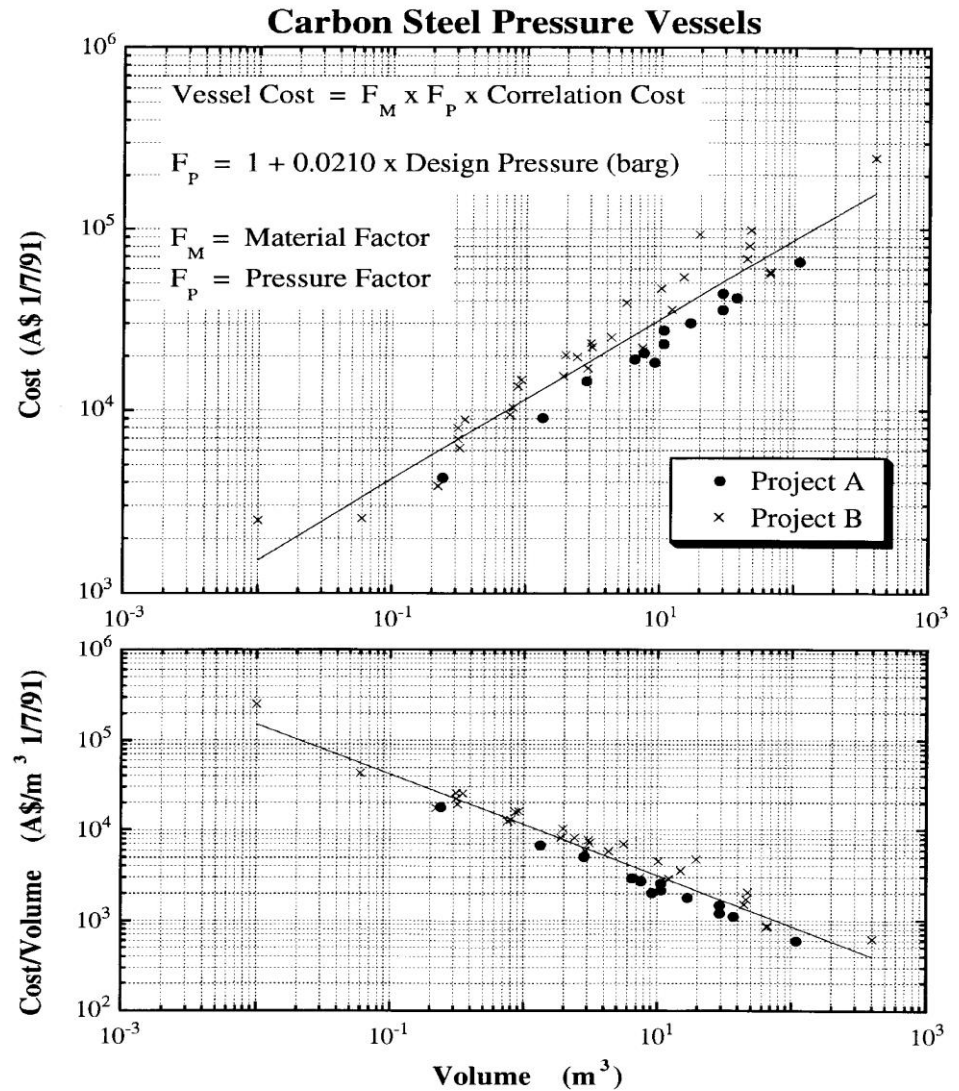


Figure 3.6: Correlation of pressure adjusted Cost (upper portion) and Cost per unit Volume (lower portion) against Volume for **Pressure Vessels** of carbon steel construction for the pressure vessels shown in Figure 3.5.

Costo Inversion en Capital Fijo

Costo Total de Inversión en Planta:

- **Gastos directos del proyecto**
- **Gastos indirectos del proyecto**
- **Contingencias y pagos Fees**
- **Instalaciones Auxiliares (Facilities)**

Dos métodos de cálculo:

- **Empleo del factor de Lange**
- **Método de Factores del Módulo Desnudo (Bare Module Method)**

Factor Lang

$$I_F = C_{TM} = F_{Lang} C_{p,tot}$$

$$\begin{aligned} F_{Lang} &= 4.74 \quad \text{Fluid Processing} \\ &= 3.63 \quad \text{Solid-Fluid Processing} \\ &= 3.10 \quad \text{Solid Processing} \end{aligned}$$

- Se asume que “otros” costos asociados con una planta química son un función lineal de los costos de los equipos myores.
- Si se falla al considerar los “otros” costos es una falta muy grave

Métodos de Factores Estimados

(Bare Module Method)

- Estime el costo de cada pieza mayor de equipo

$C_{p,i}$ = Costo adquisición unidades mayores de equipo

$C_{p,tot} = \sum C_{p,i}$ = Costo adquisición total unidades mayores de equipo

- ¿Qué es un equipo mayor?

Son Items que aparecen en el PFD

No incluye, tuberías, instrumentación y controles.

- Estime el costo de cada pieza mayor de equipo

Especifique el tipo de equipo

Indique material de construcción

Indique presión de operación

- El Bare Module Cost (C_{BM}) toma en cuenta los costos directos e indirectos de cada pieza d equipo

Método del Módulo Desnudo (Bare Module Method)

- El Factor de Costo del Módulo Desnudo (Bare module cost factor) (F_{BM}) toma en cuenta los costos directos e indirectos asociados con el costo de adquisición del equipo (C_P)

$$C_{BM} = C_P \times F_{BM}$$

- Los costos pueden ser ajustados empelando los Factores de Presión (FP) y Factor del Material (FM)
- Ver Ulrich (1984) y Tourton et al (2001)

Método del Modulo Desnudo

Algoritmo de cálculo para cada pieza de equipo de proceso

- ✓ obtain C_p
- ✓ obtain F_p and F_m
- ✓ obtain F_{BM}
- ✓ calculate C_{BM}
- ✓ update cost

1. Determinar el costo de cada equipo
2. Escalar precios a la fecha evaluación proyecto
3. Obtener F_p y F_m y con ellos obtener el FBM
4. Calcular el C_{BM} para cada equipo del PDF
5. Sumar los $(C_{BM})_i$ obtener el Modulo Simple Bases total
6. $CTM = 1.18 \text{ Suma}(C_{BM})_i$
7. Considerar 30%CTM para Plantas grass roots

Método del Módulo Desnudo (Bare Module Method)

Item N°	Identificación del Equipo	Número	Especificación equipo		Costo Adquisición Cp	Año data	Índice año data	Factor presión Fp	Material F _M	Factor Módulo Simple F _{BM}		Costo Módulo simple C _{BM} año base	Costo Módulo simple C _{BM} Año Actual MU\$
										F _P *F _M	F _{BM}		
	Intercambiadores	E-210	9	m ²	1000	1982	315	1.0	1.0	1.0	1.8	1800	3
	Intercambiadores	E-220	25	m ²	6500	1982	315	1.0	1.0	1.0	3.2	20800	34

Método del Módulo Desnudo (Bare Module Method)

- **Contingencias y Fees** = 18% del C_{BM}
- **Instalaciones Auxiliares** = 50% del C_{BM} .
- **El Costo Total de la Planta se calcula según:**

$$C_{TM} = 1.18 \sum_{i=1}^n C_{BM}$$

$$C_{GR} = C_{TM} + 0.50 \sum_{i=1}^n C_{BM}$$

	Costo Total Módulo Simple	C_{TBM}	379,003
	Imprevistos y Honorarios	$18\% \times C_{TBM}$	68,221
	Costo del Módulo Total	C_{TM}	447,224
	Instalaciones auxiliares	$35\% \times C_{TBM}$	132,651
	CAPITAL BASICO	C_{GR}	579,875

Bibliografia

- Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D. [2003] *Chemical Engineers*. 4th ed. McGraw-Hill.
- Turton R., et al [1998] *Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes*, Prentice Hall.
- Ulrich, G.D. [1983] *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley & Sons, NY (old, but good)

LISTA DE EQUIPOS

LOCALIZACION: Refinería del Sur.

CAPACIDAD ANUAL(MBDC)

Identificación de equipos Numero nombre.	Intercambiadores de calor.			Recipiente de Proceso.		Bombas			Recipientes.		Intercambiadores de Calor.	
	E-123	E-124	E-127	D-120.		L-122	L-125	L-128	F-121	F-126	E-132.	E-134
	Precalentador.	Rehervidor.	Condensador.	Columna de destilación		Alimentación	Fondos	Dest.- Reflu.	R Aliment.	R Conden.	Precalentador	Calentamiento
Corriente del Proceso	1	3	4	1		1	2	4	1	4	7	9
Numero del corriente.	Alimentación	Corriente de	Vapores del	Alimentación		Alimentación	Fondos	Condensado.	Alimentación	Condensado	Alimentación	Reciclo
Nombre.	Hidrocarburo.	Flujo Reher.	Domo.	de Hidrocarburos.		Hidrocarb.	Columna.	Domo.	Hidrocarb.	domo.	Reactor	H2
Orientación del Proceso.	Por la Coraza.	Coraza.	Coraza.	-							Por la Coraza	Coraza.
Fase	Liq. Saturado.	Liq. Sat.	vap. Sat.			Liq. Satu.	Liq. Satur.	Liq. Saturado.	Liqu-Vapor.	Líquido.	Liq-Vap Sat.	Gaseoso.
Temperatura(°C)												
IN	15	144	71	129		15	144	71	15	65	144	108
OUT	129	144	71	-							254	380
Presión(bar).												
IN	1,01	7,6	6,7	6,9		1,01	6,9	6,1	1,0132	6,1	25,6	11,4
OUT	6,9	7	6,1	-		7,8	25,6	7,2			25	10,8
Flujo												
Másico(Kg/s)	0,51	5,1	0,026	0,51		0,5	0,46	0,035	0,51	0,035	0,4834	0,0234
Volumétrico(m³/s)	0,02	0,2	0,0015	0,02		0,0022	0,0011	0,00011	0,02	0,00011	0,0341	0,033
Entalpia(KJ/Kg)												
IN	9,3	8,39	6,39	12,5		9,3	12,87	4..6			12,87	1570
OUT	12,5	11,63	4,36	-							15,51	5524
Numero del corriente.	Fondos de	Vap 2.96 bar	Agua de	5	Fondos						Vap 2.96 bar	Vapor.
Nombre.	D-120.	Sobrecalent.	enfriamiento.	Vap. Domo.	D-120.						Sobrecalent.	Satur. Reactor
Orientación del Proceso	Por los tubos.	Por los tubos.	Por los tubos.	-	-						tubos	tubos
Fase	Líquido	Vapor	líquido.	Vap. Satur.	Vap. Satur.						Vapor.	Vapor.
Temperatura(°C)												
IN	144	427	25	71	144						427	150
OUT	141,4	47	100								257	-
Presión(bar).												
IN	7,6	2,96	3	6,7	7,6						2,96	10,34
OUT	7	-	2,4								-	-
Flujo												
Másico(Kg/s)	0,52	2,1	1,70E-01	0,026	0,484						0,68	5,70E-03
Volumétrico(m³/s)	0,0011		2,00E-04	0,0015	0,0011							
Flujo Molar.				Xhk=0.1982	Xlk=0.434							
Entalpia(KJ/Kg)												
IN	12,87	3275	105	6,39	12,87						3275	2114,3
OUT	12,81	2394	418								2967	-
Cof.Traf.Cal(J/m².s.K)	200	570	300	-							310	280
Eficiencia	96%	96%	96%	Eficiencia platos = 70%							96%	96%
Carga Térmica(KJ/S)	176,7	1628,2	52,4	472,7		Ei = 0.7	Ei = 0.7	Ei = 0.7			184,7	12,1
MLTD(°C)	52,1	121,4	75								140,88	36
FT	0,9	0,9	0,9								0,9	0,9
ΔTm = MLTD*FT(°C)	46,89	109,26	67,5			Ed = 0.77	Ed = 0.78	Ed = 0.78			126,792	32,4
Servicios.												
Electricidad(Kw)						2,14	2,94	0,046				
Agua de enfria(m³/s)			2,00E-04									
Vapor(kg/s)		2,1									0,68	
Presión(bar).		2,96									2,96	
Dimensión del equipo												
Long. O Altura(m).				13,5					3,9	1,36		
ancho o Diámetro(m).				0,77					7,86	0,68		
Area(m²)	16,95	8,65	2,68						200	1	6,36	1,38
Volumen(m³)												
Orientación.	Horizontal.	Horizontal.	Horizontal.	Vertical		Horizontal.	Horizontal.	Horizontal.	Horizontal.	Horizontal.	Horizontal.	Horizontal.
Mater. Constr.	Acero al Carbono					Hierro Fundido			Acero al Carbono.		Acero al Carbono.	

Localización
Fecha Efectiva a la cual se aplica el
estimado

0

42