

MÉTODO DE GUTHRIE

El método comienza con la estimación de un costo base en función de alguna dimensión del equipo. Ese costo base implica acero al carbón como material de construcción, una geometría base del equipo, una presión de operación moderada y un año base de 1968. Ese costo debe corregirse luego al incorporar los datos de material de construcción, geometría, presión y año para la estimación del equipo deseado. En las siguientes figuras se muestran los costos base para varios equipos de procesos. Para cada módulo se incluyen las tablas que contienen las ecuaciones básicas de estimación de inversiones, así como los valores de los factores de ajuste respectivos.

Tabla 3.2 Factores de módulos.

Unidad	Factor del módulo
Hornos de proceso	2.30
Calentadores de fuego directo	2.30
Intercambiadores de calor	3.39
Enfriadores de aire	2.54
Recipientes verticales	4.34
Recipientes horizontales	3.29
Bombas	3.48
Compresores	3.21

- Obtener el costo base para una geometría base, acero al carbón y 1968, C_b .
- Ajustar el costo base por efecto de la geometría requerida para el equipo y el material de construcción. Se obtiene el costo C_{fob} , que implica que no se incluyen costos de transporte y por la base de datos usados este costo se aplica al año 1968.
- Para obtener el costo del módulo:

- usar el factor del módulo desnudo: $C_b \times \text{factor} = C_{md}$
- sumar diferencia entre la unidad deseada y la base:

$$C_{md} + (C_{fob} - C_b) = C_{mda}$$

- ajustar el costo hacia el año deseado usando índices de costos como los del *Chemical Engineering*
- añadir contingencias. Guthrie recomienda usar un factor de 15%:

$$C_{\text{módulo}} = 1.15 C_{mda}$$

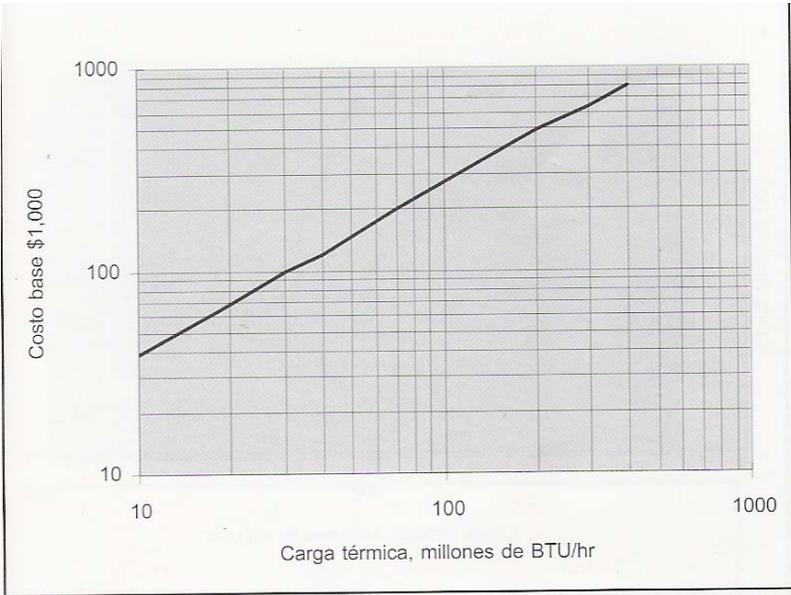


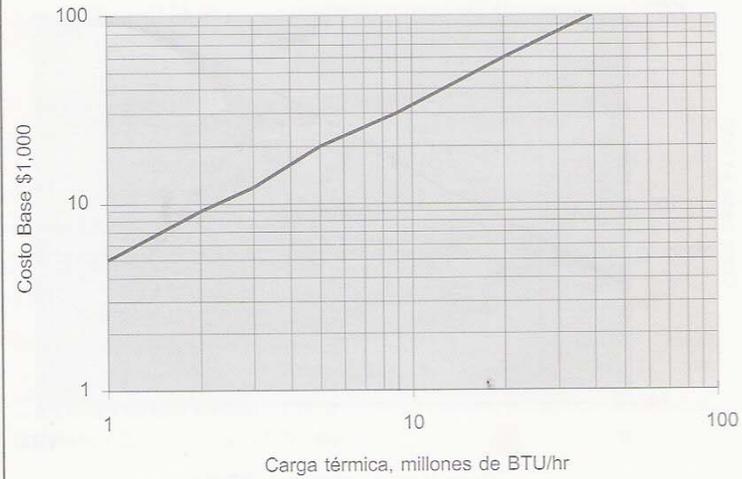
FIGURA 3.1
Costo base para hornos de proceso.

HORNOS DE PROCESO

Costo de un horno de proceso, \$ = [costo base(Fd + Fm + Fp)]
Costo de horno reformador o de pirólisis, \$ = [costo base(Fd + Fp)]

Factores de ajuste

Tipo de diseño	Fd	Material de la tubería	Fm	Presión de diseño (psi)	Fp
Calentador	1.00	Acero al carbón	0.00	Inferior a 500	0.00
Pirólisis	1.10	Cromo/molibdeno	0.35	1000	0.10
Reformador (sin catalizador)	1.35	Inoxidable	0.75	1500	0.15
				2000	0.25
				2500	0.40
				3000	0.60



3.2
 ase para calentadores de fue-
 cto.

CALENTADORES A FUEGO DIRECTO

Costo del calentador a fuego directo	$\$ = [\text{costo base}(\text{Fd} + \text{Fm} + \text{Fp})]$
--------------------------------------	---

Factores de ajuste

Tipo de diseño	Fd	Material de la tubería	Fm	Presión de diseño (psi)	Fp
Cilíndrico	1.00	Acero al carbón	0.00	Inferior a 500	0.00
Dowtherm	1.33	Cromo/molibdeno	0.45	1000	0.15
		Acero inoxidable	0.50	1500	0.20

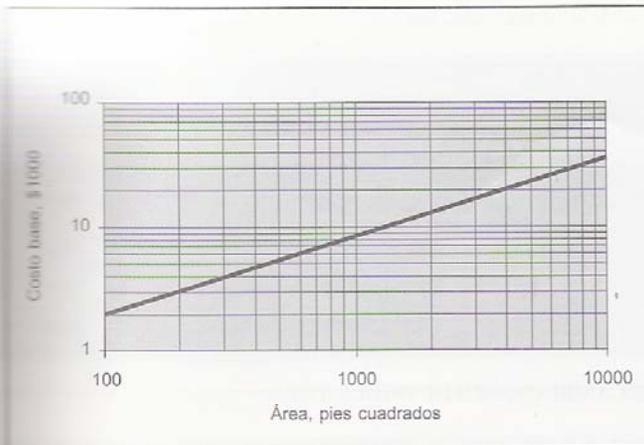


FIGURA 3.3
Costo base de intercambiadores de calor.

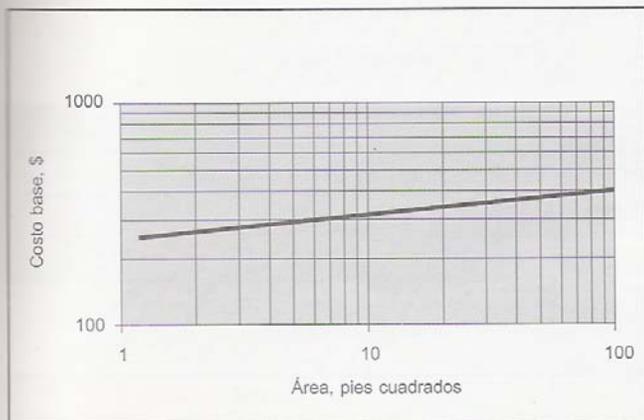


FIGURA 3.4
Costo de intercambiadores de calor (áreas pequeñas).

INTERCAMBIADORES DE CALOR

Costo del intercambiador $\$ = [\text{costo base } (F_d + F_p) * F_m]$

Factores de ajuste

Tipo de diseño	F _d	Presión de diseño (psi)	F _p
Reboiler, Kettle	1.35	Inferior a 150	0.00
Cabezal flotante	1.00	300	0.10
Tubo U	0.85	400	0.25
Hoja de tubos fijos	0.80	800	0.52
		1000	0.55

Material de la coraza / tubo, Fm

Área, ft ²	AC/AC	AC/Latón	AC/Mo	AC/Al	Al/Al	AC/Monel	Monel/Monel	AC/Ti	Ti/Ti
Inf. a 100	1.00	1.05	1.60	1.54	2.50	2.00	3.20	4.10	10.28
100 a 500	1.00	1.10	1.75	1.78	3.10	2.30	3.50	5.20	10.60
500 a 1000	1.00	1.15	1.82	2.25	3.26	2.50	3.65	6.15	10.75
1000 a 5000	1.00	1.30	2.15	2.81	3.75	3.10	4.25	8.95	13.05
5000 a 10000	1.00	1.52	2.50	3.52	4.50	3.75	4.95	11.1	16.60

INTERCAMBIADORES DE DOBLE TUBO

Costo de intercambiadores de doble tubo (para procesos con requerimientos menores a 100 ft² con especificación de unidades de doble tubo).

Factores de ajuste

Material	Fm	Presión (psi)	Fp
AC/AC	1.00	Inferior a 600	1.00
AC/Al	1.85	900	1.10
		1000	1.25

Factores de módulo

Instalación de campo	1.35
Factor de módulo (normalizado)	1.83

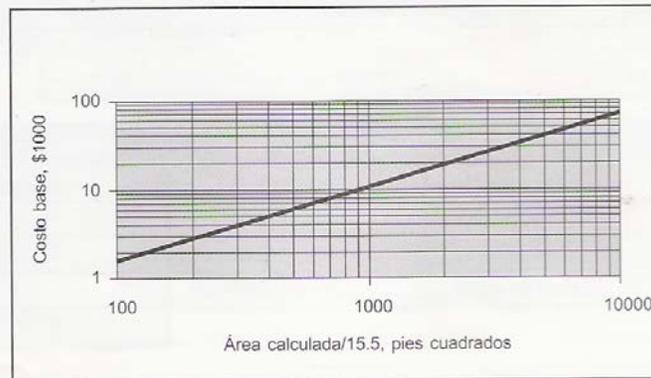


FIGURA 3.5
Costo de enfriadores de aire.

FRIADORES DE AIRE

Costo de un enfriador	$\$ = [\text{costo base} (F_p + F_t + F_m)]$
-----------------------	--

Factores de ajuste

Presión (psi)	F _p	Longitud de tubo (ft)	F _t	Material del tubo	F _m
150	1.00	16	0.00	acero al carbón	0.00
250	1.05	20	0.05	aluminio	0.50
500	1.10	24	0.10	acero inoxidable	1.85
1000	1.15	30	0.15	monel	2.20

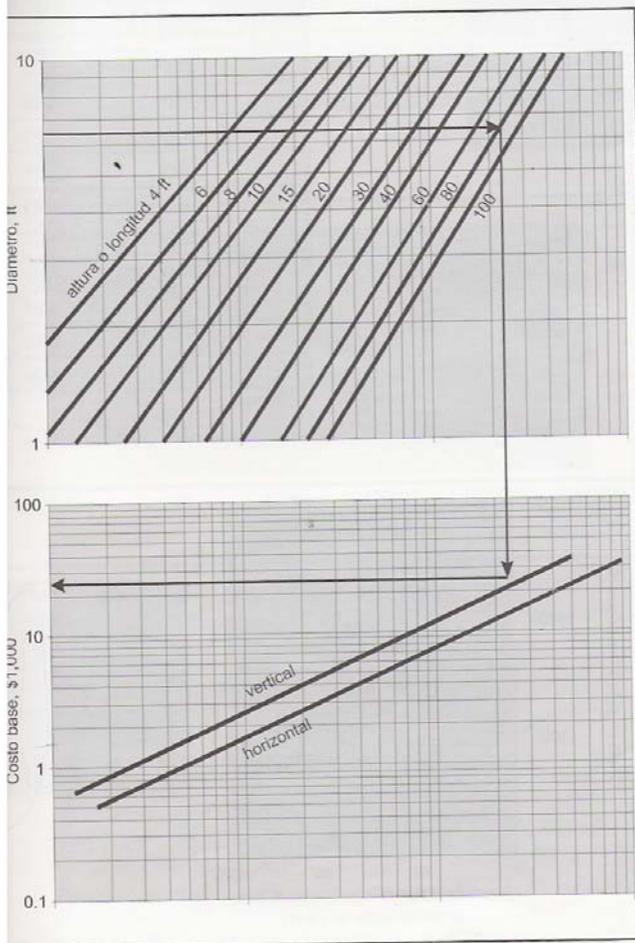


FIGURA 3.6
Costo base de recipientes de proceso.

Para encontrar el costo del recipiente, se usa primero la gráfica superior utilizando el diámetro y la altura o longitud del recipiente para obtener el valor de la abscisa, y con este valor se usa la segunda gráfica para obtener el costo con la curva correspondiente a recipientes horizontales o verticales.

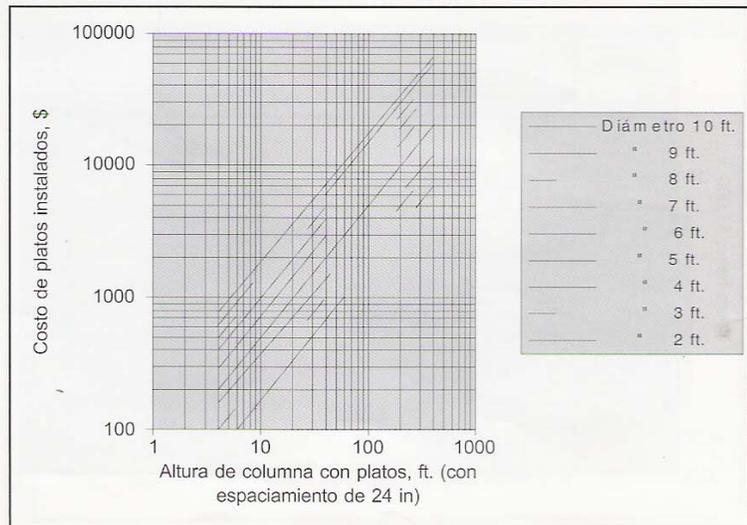
RECIPIENTES DE PROCESO

Costo de recipientes de proceso $\$ = [\text{costo base} * F_m * F_p] = C_{Rob}$

Factores de ajuste

Material de recubrimiento	Fm revestido	Fm sólido
Acero al carbón	1.00	1.00
Inoxidable 316	2.25	3.67
Monel	3.89	6.34
Titanio	4.23	7.89

Factor de presión (Psi)	Fp
Hasta 50	1.00
100	1.05
200	1.15
300	1.20
400	1.35
500	1.45
600	1.60
700	1.80
800	1.90
900	2.30
1000	2.50



A 3.7 de platos para columnas de destilación.

Costo de platos, $S = [\text{costo base } (F_s + F_t + F_m)]$

Factores de ajuste

Espaciamiento entre platos (pulg)	F _s	Tipo de plato	F _t	Material del plato	F _m
24	1.0	Rejilla (sin rebasadero)	0.0	Acero al carbón	0.0
18	1.4	Sieve	0.0	Acero inoxidable	1.7
12	2.2	Válvula	0.4	Monel	8.9
		Campana de burbujeo	1.8		
		Cascada de Koch	3.9		

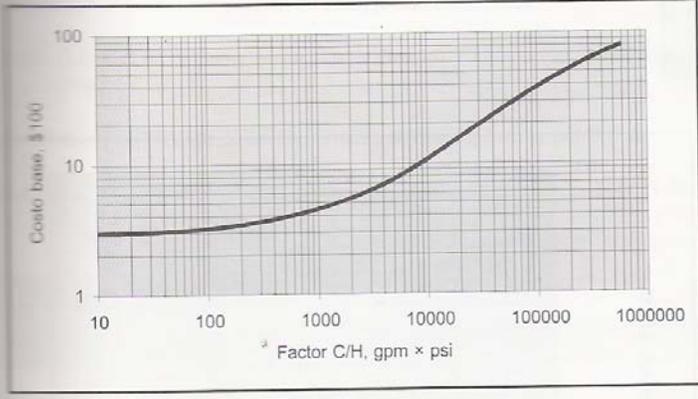


FIGURA 3.8 Costo base de bombas centrífugas. El factor C/H se refiere al producto de la capacidad en gpm por la carga dinámica total en psi.

Costo de bombas centrífugas, $S = [\text{costo base} * F_m * F_o]$

Factores de ajuste

Material	F _m	Límites de operación	Valor máximo		
Hierro moldeado	1.00	Presión de succión, psig	150	500	1000
Bronce	1.28	Temperatura del sistema, °F	250	550	850
Acero colado	1.32				
Acero inoxidable	1.93	Factor F _o	1.0	1.5	1.9
Carpenter 20	2.10				
Worthite	2.44				
Hastelloy C	2.89				
Monel	3.23				
Níquel	3.48				
Titanio	8.98				

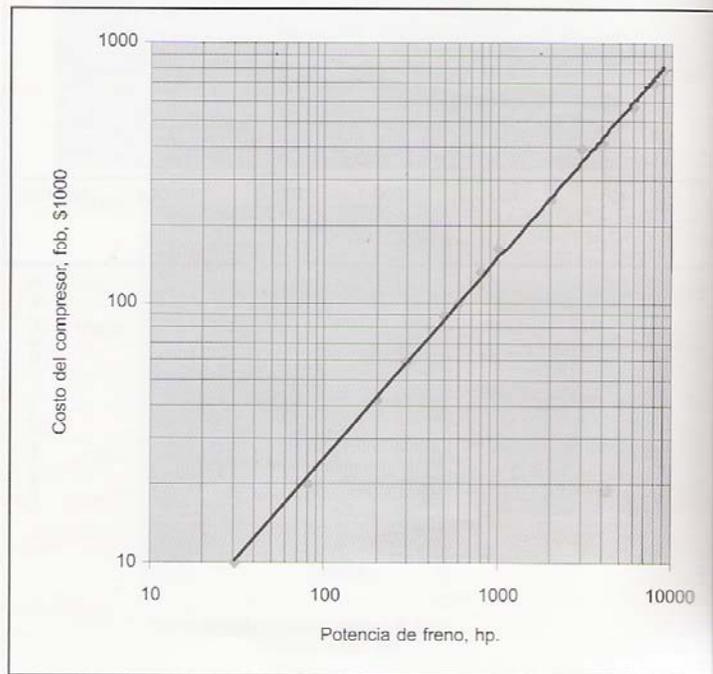


FIGURA 3.9
Costo base de compresores de gases.

COMPRESORES

Costo de compresor, \$ = [costo base * Fd]

Tipo de diseño	Fd
Centrífuga / motor	1.00
Alternativo / vapor *	1.07
Centrífuga / turbina *	1.15
Alternativo / motor *	1.29
Alternativo / máquina de gas *	1.82

Incluyen recipientes de etapas internas y ventiladores pero no empaques u otras divisiones de flujos.

