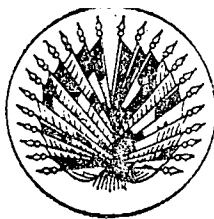
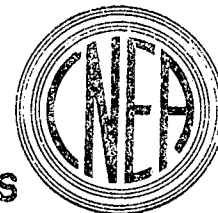


08-78.01



COMISION INTERAMERICANA DE ENERGIA NUCLEAR Y
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA DE LA REPUBLICA ARGENTINA

CURSO LATINOAMERICANO DE INGENIERIA NUCLEAR
ORIENTADO A LA CAPACITACION BASICA PARA LA
IMPLEMENTACION DE PROGRAMAS NUCLEOELECTRICOS



C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº	AÑO
1	1978

CNEA AC-83/78

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE CENTRALES
NUCLEARES

Prof.: DR. WALTER BARAN

BUENOS AIRES - ARGENTINA

OCTUBRE - 1978

INTRODUCCION

El proceso de una obra de ingeniería comprende, desde el momento en que una cierta necesidad humana se manifiesta como tal, hasta que ésta queda satisfecha con recursos técnicos, las siguientes etapas, las cuales exigen el ejercicio de una función determinada.

- 1) Exámen del problema de satisfacer la necesidad.
- 2) Creación o adaptación de medios y métodos existentes.
- 3) Evaluación preliminar del proyecto.
- 4) Plan financiero del proyecto.
- 5) Organización de la cooperación de esfuerzos.
- 6) Promoción del proyecto.
- 7) Replanteo del proyecto.
- 8) Replanteo y construcción de las instalaciones, servicios y servicios auxiliares.
- 9) Dirección de la ejecución y producción que incluye:
 - a) Conservación de las instalaciones.
 - b) Controles de materias primas y productos.
 - c) Inspección de las instalaciones.
 - d) Seguridad del trabajo.
- 10) Venta y distribución del producto.

En varias fases del proceso técnico, el ingeniero ha de decidir entre varias posibles soluciones, la decisión no la hará por una idea seductora, o por un pensamiento o impulsos repentinos, sino atendiendo al aspecto de la economía ingenieril.

Ordinariamente, en todo proyecto debe hacerse un estudio económico, para determinar, entre las soluciones posibles, la más conveniente. Tal estudio implica la comparación entre el costo y el beneficio de los diferentes planes a seguir, pudiendo servir de referencia algún modelo anterior, también se tendrán en cuenta aspectos que no son económicos y que muchas veces tienen un enorme peso, políticas, encuadres legales, etc..

La economía ingenieril comprende las siguientes fases del proyecto:

- 1) Análisis económico.
- 2) Análisis financiero.
- 3) Análisis de imponderables.

Un análisis económico es la determinación de todos los factores que afectan a la economía del proyecto valorados en unidades monetarias. Pretende averiguar los costos de ejecución y conservación del proyecto, los ingresos probables que puedan obtenerse y si es o no beneficioso o rentable. La materia propia de este análisis son los factores económicos del proyecto, susceptible de ser medidos.

Un análisis financiero estudia el problema de financiar el proyecto. Determina el monto de dinero necesario y elige el método de financiación más conveniente.

Un análisis de imponderables estudia los hechos que conciernen al proyecto y que no se pueden cuantificar monetariamente. Muchas veces se lo denomina factores de criterio ya que su evaluación depende del criterio de la persona o personas que realizan la estimación.

La comparación técnico-económica-financiera ante distintas variantes de equipamiento es un elemento esencial para la planificación del desarrollo de un mercado eléctrico (área de generación, distribución y comercialización de la energía eléctrica). En todos los casos, la solución óptima depende de una serie de datos y factores (demanda de potencia y energía, producción hidráulica, tamaño y tipo de las unidades de generación existentes, etc.) cuya interdependencia impone un tratamiento coordinado a través de un programa que tome en consideración todos los elementos involucrados en el problema.

La necesidad de tal análisis global surge de la estrecha relación que existe entre las decisiones concernientes a un año determinado y aquellas que deben adoptarse en años sucesivos ya que toda unidad de generación nuclear o no, agregada al sistema afecta el régimen de operación de las ya existentes y de las que se instalen en el futuro inmediato.

Para la ejecución del proyecto en estudio, resulta necesario efectuar una serie de inversiones que pueden ser divididas en: a) las necesarias para construirlo (costo de instalación), b) las que se requieren para el funcionamiento de la instalación durante su vida útil (costos de explotación). Sobre la base de ciertas hipótesis es posible conocer el flujo de fondos descontado con lo que

es posible establecer el equipamiento más conveniente desde el punto de vista económico-financiero.

El costo de instalación comprende la suma de todos los costos correspondientes a gastos que deben realizarse hasta el momento de la puesta en servicio definitivo de la central.

A los efectos de sistematizar el cálculo, se lo subdivide en:

- 1.- Costos directos.
- 2.- Costos indirectos.
- 3.- Intereses intercalares.

1.- Los costos directos son los costos de equipamiento y comprenden los correspondientes por gastos provenientes de la provisión, transporte, montaje y construcción de los distintos elementos que integran la central. En general comprende los siguientes items: obras civiles y estructuras de la central, con sus servicios y servicios auxiliares; reactor y equipos auxiliares incluyendo el moderador y el refrigerante, turbogenerador y equipos auxiliares, que incluyen también la estación transformadora principal.

En la determinación de los costos directos que dependen fuertemente de la potencia de la central, es importante conocer la participación de la industria nacional en la ejecución de la central en estudio. Para aquellos componentes que deben importarse, se deben tener presente los gastos para el traslado, aduaneros, si existen, etc.

2.- Los costos indirectos son prácticamente independientes de la potencia de la central y comprenden los costos por gastos correspondientes a : terreno y mejoras; ingeniería, control y administración, honorarios del contratista; eventuales.

3.- Los intereses intercalares tienen en cuenta la inmovilización de los capitales utilizados durante la construcción y se los aplica al costo de las obras (costos directos e indirectos) de acuerdo con el escalonamiento de las inversiones.

Estructura del costo de la energía nucleoelectrica

El análisis del costo de producción o explotación en una central nucleoelectrica (y en términos generales para cual-

quier central) conduce a una primera distinción entre costos fijos y costos variables mientras que los primeros son independientes de las cantidades de energía efectivamente producidas, los otros varían en forma directamente proporcional a dichas cantidades.

Los costos fijos comprenden:

a) Los costos de capital, debidos a la inmovilización de los recursos invertidos en la construcción e instalación de la central. Constituyen la parte más importante de los costos fijos y dependen de los siguientes factores: inversión inicial, vida útil de la central, tipo de amortización utilizada, tasa de interés adoptado.

b) Los costos de operación y mantenimiento que dependen de los gastos efectuados en los siguientes rubros: personal de operación y mantenimiento, repuestos y materiales de consumo, seguros. Estos rubros pueden considerarse fijos en general, aún cuando algunos gastos por materiales de consumo D_2O por ejemplo dependen de la producción de la central. Sin embargo constituyen una pequeña fracción del total y el hecho de considerarlos como fijos no introduce diferencias apreciables. La mayor o menor participación de los costos fijos en el costo del KWh generado, depende del factor de utilización de la central. Los costos variables están constituidos fundamentalmente por la suma de los gastos que se realizan en concepto del consumo del combustible.

Los costos de operación y mantenimiento más los costos correspondientes al consumo de combustible, constituyen los costos de explotación de la central.

Dividiendo el costo de capital y el costo de explotación correspondiente a un determinado período por la energía generada en dicho período, se obtienen las cargas de capital y explotación, respectivamente, cuya suma compone el costo del KWh producido por la central. Normalmente las cargas de capital son mucho mayores que las cargas de explotación en la generación nuclear, sucede lo contrario en las centrales convencionales. Esto se debe a que las centrales nucleares se caracterizan por un costo de combustible reducido, lo que constituye el factor fundamental de su competitividad económica.

El costo de combustible en la central nuclear reúne todos los correspondientes a gastos en que se incurre al realizarse el denominado ciclo de combustible que comprende un conjunto de operaciones tales como: la prospección y extracción de mineral de uranio, lixiviación (solubilidad del uranio mediante ácido sulfúrico o carbonatos alcalinos $(\text{SO}_4 \text{ UO}_2$ ó $(\text{CO}_3)_2 \text{ UO}_2 \text{ Na}_2$), separación sólido líquido, concentración y purificación parcial del uranio, precipitación del diuranato de amonio o sodio $\text{U}_2\text{O}_7 (\text{NH}_4)_2$ ó $\text{U}_2\text{O}_7 \text{ Na}_2$ (torta amarilla yellow cake 75 a 90 % de U_3O_8), purificación del concentrado (solubilización con NO_3H , extracción líquido con éter o con fosfato de tributilo), transformación a UO_2 , el eventual enriquecimiento pasando por el F_6U , la fabricación de los elementos combustibles, la irradiación en el reactor nuclear y el eventual reprocesamiento del combustible utilizado, para recuperar los materiales fisiónables que pueden servir para comenzar otro ciclo de combustible.

En el cálculo del costo del ciclo de combustible intervienen las siguientes características:

- 1.- El precio de los combustibles.
- 2.- El costo de las operaciones involucradas en la fabricación de los elementos combustibles y en el procesamiento de los mismos luego de sus empleo en el reactor.
- 3.- Características técnicas del reactor y de los elementos combustibles, como ser la potencia térmica, el quemado promedio (burnp up) y el proceso de carga y descarga del combustible.
- 4.- La tasa de interés a aplicar sobre el capital inmovilizado en concepto de combustible.

Los valores 1 y 2 y las características indicadas en 3 dependen del tipo ciclo que se considere (ciclos que corresponden a los reactores alimentados con uranio natural GCR, HWR y PHWR y ciclos que corresponden a los reactores que emplean uranio levemente enriquecido PWR, BWR).

En el ciclo del uranio natural el combustible nuclear

contiene U_{235} en un 0,712 % expresado en masa bajo la forma de UO_2 (HWR, PHWR) o uranio metálico (GCR).

La carga y descarga de combustible en estos reactores constituyen un proceso continuo y se efectúa sin detener la marcha del reactor. Si bien los elementos irradiados contienen plutonio, el valor obtenible por este material fisiónable no compensa económicamente, por ahora, el gasto de reprocesamiento de los mismos.

En el ciclo del uranio ligeramente enriquecido el uranio bajo la forma de UO_2 (BWR y PWR) contienen entre un 2 a 4 % en masa de U_{235} , por ello resulta económicamente conveniente el reprocesamiento químico dado el alto valor residual del combustible irradiado. Cuando se realizó el estudio de factibilidad de la Central Atucha se supuso que tal reprocesamiento sería efectuado en plantas existentes en el extranjero considerando el transporte de los elementos combustibles irradiados y factores conexos a este problema como por ejemplo el enriquecimiento tarifado (toll enrichment).

Costo de producción actualizado o de valor presente: Dicho costo se obtiene actualizando los gastos de instalación y los gastos anuales de operación y mantenimiento, correspondiente a cada tipo de central. Como fecha de actualización se establece la de entrada en servicio rutinario de la planta pudiéndose utilizar diversas tasas de interés.

Relacionando ambos valores actualizados con el correspondiente a la energía total generada a lo largo de la vida útil de la central, también actualizada, se obtienen las cargas de capital y las de operación de mantenimiento. Sumando estas cargas con el valor actualizado correspondiente al costo del combustible, se obtiene el costo de producción para cada una de las variantes analizadas.

$$C = \frac{\sum_{J=0}^n \frac{G_J - I_J}{(1+i)^J}}{\sum_{J=0}^n \frac{E_J}{(1+i)^J}}$$

C = costo de producción actualizado

t = número de período que comprende la instalación de la planta hasta su servicio de rutina.

n = número de períodos que comprende la vida útil de la planta, calculada desde la entrada en servicio rutinario.

G_J = gastos efectuados durante el período J

I_j = ingresos obtenidos durante el período J (excluyendo los correspondientes a la venta de energía)

E_j = Energía generada durante el período J

i = tasa de actualización (que es la misma para todos los parámetros que actualizen)

Esto es válido para las cargas de capital, operación, mantenimiento y combustibles.

Costo de producción equivalente anual: Dicho costo considera los gastos anuales correspondientes a capital y explotación. Los gastos anuales de capital, que comprenden interés más depreciación se calculan sobre la inversión inicial, aplicando los correspondientes factores de recuperación del capital para la vida útil de la central y con diversas tasas de interés que se adopta. La inversión aquí mencionada incluye el costo correspondiente del primer núcleo de combustible, con lo cual las cargas de capital involucrado el combustible se comparan junto con las correspondientes al costo de instalación. Los gastos de ex-

plotación considerados para este cálculo comprenden los de operación y mantenimiento y los correspondientes al consumo de combustible. La suma de los gastos anuales de capital y explotación dividida por el número de KWh producidos anualmente por la planta, demuestra el costo de la energía para cada uno de los años de funcionamiento de la central.

Aspectos financieros: Con el objeto de establecer una probable estructura con la que haya de contar la entidad responsable de la ejecución del proyecto en estudio, se elaboran bajo ciertas hipótesis, esquemas que permiten establecer las rentabilidades de los capitales invertidos que sirven para evaluar el proyecto.

Las inversiones necesarias para el funcionamiento de la empresa se encuentran formadas por: a) costo total de instalación incluyendo los intereses intercalares, y b) capital circulante.

Se supone que los capitales requeridos para dichas inversiones se forman por: capital propio, créditos en moneda nacional y créditos en moneda extranjera. Los ingresos provienen exclusivamente de las ventas de la energía entregada a la red y se admite un cierto tipo de depreciación a lo largo de la vida útil de la planta.

Teniendo en cuenta las hipótesis adoptadas precedentemente y los parámetros técnico-económicos se realizan esquemas económicos financieros para cada variante estudiada que se presentan en los denominados "Cuadros de Fuentes y Usos de Fondos", "Presupuesto de Ingresos y Gastos" y "Estructura Patrimonial".

RUBRO	AÑO																													
	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1. FUENTES																														
1.1 INGRESOS DE EXPLOTACION																														
1.1a INGRESOS NETOS DE EXPLOTACION					7,87	10,28	10,98	13,82	13,82	13,82	13,82	13,82	13,82	13,82	13,82	13,82	13,82	13,82	13,82	11,40	11,40	-11,40	11,40	11,40	11,40	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91
1.1b DEPRECIACION					2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,40	2,40
1.1c TOTAL (1.1a + 1.1b)					10,57	13,08	13,68	16,22	16,22	16,22	16,22	16,22	16,22	16,22	16,22	16,22	16,22	16,22	16,22	14,10	14,10	14,10	14,10	14,10	14,10	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91
1.2 CAPITAL PROPIO																														
1.2a MONEDA NACIONAL	2,60	4,70	7,60	9,90																										
1.3 CREDITOS																														
1.3a MONEDA NACIONAL	0,85	1,55	2,60	3,40																										
1.3b MONEDA EXTRANJERA	8,15	9,35	18,00	20,05																										
1.3c TOTAL (1.3a + 1.3b)	6,00	10,90	17,60	23,45																										
1.4 TOTAL INGRESOS (1.1c + 1.2a + 1.3c)	8,60	15,60	25,00	33,35	10,57	13,08	13,68	16,22	16,22	16,22	16,22	16,22	16,22	16,22	16,22	16,22	16,22	16,22	16,22	14,10	14,10	14,10	14,10	14,10	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91	
2. USOS																														
2.1 INSTALACION																														
2.1a GASTOS MONEDA NACIONAL	6,60	8,40	11,70	17,00																										
2.1b GASTOS MONEDA EXTRANJERA	2,00	7,20	13,30	14,00																										
2.1c TOTAL (2.1a + 2.1b)	8,60	15,60	25,00	31,00																										
2.2 SERVICIO DE LA DEUDA																														
2.2a MONEDA NACIONAL					0,52	0,58	0,63	0,70	0,77	0,84	0,93	1,02	1,12	1,24																
2.2a ₁ Amortización					0,33	0,77	0,72	0,65	0,58	0,51	0,42	0,33	0,23	0,11																
2.2a ₂ Intereses					1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35																
2.2a ₃ TOTAL (2.2a ₁ + 2.2a ₂)					1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35																
2.2b MONEDA EXTRANJERA					1,22	1,30	1,39	1,49	1,59	1,71	1,82	1,93	2,09	2,23	2,39	2,56	2,74	2,99	3,13	3,35	3,59	3,84	4,11	4,08						
2.2b ₁ Amortización					3,40	3,38	3,29	3,19	3,09	2,97	2,86	2,73	2,59	2,45	2,29	2,12	1,94	1,75	1,55	1,33	1,09	0,84	0,57	0,28						
2.2b ₂ Intereses					4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,36						
2.2b ₃ TOTAL (2.2b ₁ + 2.2b ₂)					6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	4,08	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,36						
2.2c TOTAL SERVICIOS DE LA DEUDA (2.2a ₃ + 2.2b ₃)					6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	4,08	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,36						
2.3 CAPITAL CIRCULANTE																														
2.3a OPERACION Y MANTENIMIENTO					0,50																									
2.3b CONSUMO DE COMBUSTIBLE					0,95																									
2.3c TOTAL (2.3a + 2.3b)					1,45																									
2.4 TOTAL EGRESOS (2.1c + 2.2c + 2.3c)	8,60	15,60	25,00	31,00	7,48	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	4,48	4,58	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,36						
3. SUPERAVIT O DEFICIT ANUAL (1.4 - 2.4)				1,45	3,09	7,05	7,65	10,19	10,19	10,19	10,19	10,19	10,19	10,19	11,54	11,51	11,54	11,54	11,54	9,42	9,42	9,42	9,42	9,74	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91	
MONTOS DISPONIBLES																														
AL PRINCIPIO DEL AÑO					1,45	4,54	12,10	19,84	30,03	40,22	50,41	60,60	70,79	80,98	91,17	102,71	114,25	125,79	137,33	148,87	158,29	167,71	177,13	186,55	196,29	207,20	218,11	229,02	239,93	
AL FIN DEL AÑO				1,45	4,54	12,19	19,84	30,03	40,22	50,41	60,60	70,79	80,98	91,17	102,71	114,25	125,79	137,33	148,87	158,29	167,71	177,13	186,55	196,29	207,20	218,11	229,02	239,93	250,84	

CENTRAL PWR 300 MW - CUADRO DE FUENTES Y USOS DE FONDOS
MILLONES U\$S

Costo de Instalación-Potencia (MW)

Tipo de Central	
<u>Costos directos:</u>	
Edificio y estructura	
Reactor y auxiliares	
Turbogenerador y auxiliares	
Total	
<u>Costos indirectos:</u>	
Terreno y mejoras	
Gastos de ingeniería y administración	
Imprevistos	
Total	
Subtotal	
Intereses intercalares	
Total	
Moneda nacional	
Moneda extranjera	

Costo Anual de Operación y Mantenimiento - Potencia(MW)

Tipo de Central	
Personal Repuestos y materiales de consumo Seguros Gastos Varios	
Total costos anuales	

Costo de explotación - Potencia(MW)

Tipo de Central	
Costo anual de operación y mantenimiento Costo anual promedio del consumo de combustible	
Costo anual promedio de explotación	
Costo total de explotación a lo largo de la vida útil	

Características técnico-económicas de las centrales de uranio
natural

Rubro	
Potencia térmica (MWt) Quemado promedio (MWd/t) Carga inicial (t U) Producción de plutonio (g/KgU) Costos de los elementos combustibles: Precio del combustible (U\$/KgU) Costo de fabricación (U\$/KgU)	
Total (U\$/KgU)	
Costo total de la carga inicial o primer núcleo	

Características técnico-económicas de las centrales li-
geramente enriquecido

Rubro	
Potencia Térmica (MWt) Quemado promedio (MWt d/t) Enriquecimiento inicial (%) Enriquecimiento final (%) Producción de plutonio (g/KgU) Carga inicial (t U) Necesidades de Uranio para la carga inicial (t U) Costo de los elementos combustibles Precio del combustible con el enriquecimiento inicial (U\$/KgU) Costo de fabricación (U\$/KgU)	
Total (U\$/KgU) Precio del combustible con el enriquecimiento final (U\$/KgU)	
Costo total de la carga inicial o primer núcleo	

Costo ciclo del combustible

Valores actualizados (mills/KWh)

Tipo de central	
Potencia (MW)	
Tasas de Interés	a %
	b %
	c %

Costo de producción actualizado

(mills/KWh)

Tipo de Central		
Potencia (MW)		
Tasa de Interés a %	Carga de Capital Carga de explotación	
	Total	
b %	Carga de Capital Carga de explotación	
	Total	
c %	Carga de capital Carga de explotación	
	Total	

Costo de Producción Equivalente Anual Promedio

(mills/KWh)

Tipo de Central		
Tasa de Interés a %	Potencia (MW)	
	Carga de capital	
	Carga de explotación	
	Total	
b %	Carga de capital	
	Carga de explotación	
	Total	
c %	Carga de capital	
	Carga de explotación	
	Total	

Resultados económico-financieros

Tipo de Central	
Potencia (MW) Inversión total (U\$S) Patrimonio inicial (U\$S) Créditos: Moneda nacional (U\$S) Moneda extranjera (U\$S)	
Total (U\$S) Rentabilidad promedio sobre la inversión inicial (%) Rentabilidad promedio sobre la inversión neta (%) Tasa de retorno de la inversión inicial (%) Financiación de la deuda a n años de plazo Beneficio neto acumulado (U\$S) Gasto acumulado de divisas (U\$S) Tasa interna de retorno del patrimonio inicial (%)	

ESTIMACION DEL COSTO TOTAL DEL PRODUCTO(SUBDIVIDIDO EN SUS COMPONENTES)

Los porcentajes indicados en el resumen que sigue, que indican los diversos costos que intervienen en la operación completa de una planta fabril, son aproximaciones aplicables a planta comunes de procesos químicos. Se debe tener en cuenta que los valores indicados pueden variar de acuerdo con numerosos factores, como la localización de la planta, el tipo de proceso y la política de la compañía.

Los porcentajes se han indicado sobre una base anual.

- I. Costos de fabricación = costos directos de producción + gastos fijos + gastos generales de la planta.
 - A. Costos directos de producción(alrededor del 60 % del costo total del producto)
 - 1. Materias primas (10 - 50 % del costo total del producto).
 - 2. Mano de obra (10 - 20 % del costo total del producto)
 - 3. Supervisión directa y tareas de oficina (10 - 25 % del costo de la mano de obra).
 - 4. Servicios auxiliares (10 - 20% del costo total de producto)
 - 5. Mantenimiento y reparaciones (2 - 10% de la inversión de capital fijo)
 - 6. Suministros para la operación(10 - 20% del costo del mantenimiento y reparaciones, ó 0,5 - 1% de la inversión de capital fijo)
 - 7. Gastos de laboratorio (10 - 20 % del costo de la mano de obra)
 - 8. Patentes y regalías (0 - 6 % del costo total del producto)
 - B. Gastos fijos (10 - 20 % del costo total del producto)
 - 1. Depreciación (depende de la vida útil, del valor de reventa y del método para calcular las amortizacio-

nes, alrededor del 10 % de la inversión de capital fijo, para maquinarias y equipos y 2 -3 % de su valor, para edificios)

2. Impuestos locales (1 - 4 % de la inversión de capital fijo)
3. Seguros (0,4 - 1% de la inversión de capital fijo)
4. Alquileres (8 - 10 % del valor del terreno o de los edificios alquilados)

C. Gastos generales de la planta (50 - 70 % del costo de la mano de obra, supervisión y mantenimiento , o 5 -15 % del costo total del producto); incluye gastos para: limpieza general, varios, pagos de salarios, embalajes, servicios médicos, seguridad y protección , comedor, recreación, salvaguardia, laboratorios y depósitos .

II. Gastos generales = gastos de administración + gastos de distribución y de marketing + gastos de investigación y desarrollo.

- A. Gastos de administración (alrededor del 15 % del costo de la mano de obra, supervisión y mantenimiento, ó 2 - 5 % del costo total del producto): incluye el costo del salario de los ejecutivos, sueldos de empleados administrativos, derechos legales, suministros para oficinas y comunicaciones.
- B. Gastos de distribución y de marketing (2 - 20 % del costo total del producto); incluye el costo de las oficinas de venta, vendedores, expedición y publicidad.
- C. Gasto de investigación y desarrollo (2 - 5 % de las ventas o alrededor del 5 % del costo total del producto)
- D. Financiación (intereses)* (0 - 7 % de la inversión total de capital)

III. Costo total del producto * = costos de fabricación + gastos generales

IV. Gastos debidos a las utilidades brutas (ganacias o utilidades

brutas = ingresos totales - costos totales de producción; el gasto debido a las ganancias brutas depende de las utilidades brutas de toda la compañía y de las leyes impositivas; en general varía entre el 30 y el 60 % de las ganancias brutas).

- * Los intereses sobre dinero tomado en préstamo se consideran a menudo como un gasto fijo.
- * Si se desea, se puede incluir un factor para tener en cuenta gastos eventuales, aumentando el costo total del producto en 1 - 5 %.

ESTIMACION DEL COSTO DE INVERSION DE CAPITAL FIJO (SUBDIVIDIDO EN SUS COMPONENTES).

Los porcentajes de los diversos costos que constituyen la inversión de capital fijo, indicados en el resumen que sigue, son aproximaciones aplicables a plantas comunes de procesos químicos. Se debe tener en cuenta que los valores que figuran en la tabla pueden sufrir modificaciones debidas a numerosos factores, como la localización de la planta, el tipo de proceso, la complejidad de la instrumentación, etc.

- I. Costos directos = los materiales y la mano de obra necesarios para la instalación de la planta completa (70 - 85% de la inversión de capital fijo).
 - A. Equipos + instalación + instrumentación + cañerías y tuberías + instalación o equipo eléctrico + aislación + pintura (50 - 60% de la inversión de capital fijo).
 - 1. Equipo adquirido (20 - 40% de la inversión de capital fijo).
 - 2. Instalación, incluyendo aislación y pinturas (35 - 45% del costo del equipo adquirido).
 - 3. Instrumentación y controles, instalados (6 - 30% del costo del equipo adquirido).
 - 4. Cañerías y tuberías, instaladas (10 - 80% del costo del equipo adquirido).
 - 5. Instalación o equipo eléctrico (8 - 20% del costo del equipo adquirido).
 - B. Obras civiles (edificios), para el proceso y auxiliares (10 - 70% del costo del equipo adquirido).
 - C. Instalaciones de servicios y mejoras del terreno (40 - 90% del costo del equipo adquirido).
 - D. Terreno (1 - 2% de la inversión de capital fijo ó 4 - 8% del costo del equipo adquirido).

- II. Costos indirectos = gastos no directamente relacionados con los materiales y la mano de obra correspondientes a la instalación de la planta completa (15 - 30 % de la inversión de capital fijo)
- A. Ingeniería y supervisión (5 - 15 % de los costos directos)
 - B. Gastos de construcción y honorarios del contratista (7 - 20 % de los costos directos)
 - C. Eventuales (5 - 15 % de la inversión de capital fijo)
- III. Inversión de capital fijo = costos directos + costos indirectos
- IV Capital de trabajo (10 - 20 % de la inversión total de capital)
- V. Inversión total de capital = inversión de capital fijo + inversión de capital de trabajo

RUBRO	UNIDADES	AÑO																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1. INGRESOS BRUTOS DE EXPLOTACION																										
1.1 ENERGIA VENDIDA	GWh	1,977	1,971	1,971	2,234	2,234	2,234	2,234	2,234	2,234	2,234	2,234	2,234	2,234	2,234	2,234	1,971	1,971	1,971	1,971	1,971	1,577	1,577	1,577	1,577	1,577
1.2 PRECIO DE VENTA	$\frac{\text{milla}}{\text{kWh}}$	16	10	10	16	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1.3 IMPORTE DE LAS VENTAS (1.1 x 1.2)	MILLONES US\$	15,77	19,71	19,71	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	19,71	19,71	19,71	19,71	19,71	15,77	15,77	15,77	15,77	15,77
2. GASTOS DE EXPLOTACION																										
2.1 OPERACION Y MANTENIMIENTO	MILLONES US\$	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
2.2 CONSUMO DE COMBUSTIBLE	MILLONES US\$	3,35	4,18	4,18	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	3,76	3,76	3,76	3,76	3,76	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01
2.3 DEPRECIACION	MILLONES US\$	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,44
2.4 TOTAL (2.1 + 2.2 + 2.3)	MILLONES US\$	7,90	8,73	8,73	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82	8,31	8,31	8,31	8,31	8,31	7,56	7,56	7,56	7,56	7,26
3. INGRESOS NETOS DE EXPLOTACION (1.3 - 2.4)	MILLONES US\$	7,87	10,98	10,98	13,52	13,52	13,52	13,52	13,52	13,52	13,52	13,52	13,52	13,52	13,52	13,52	11,40	11,40	11,40	11,40	11,40	8,21	8,21	8,21	8,21	8,51
4. GASTOS FINANCIEROS																										
4.1 INTERESES DEUDA MONEDA NACIONAL	MILLONES US\$	0,83	0,77	0,72	0,65	0,58	0,51	0,42	0,33	0,23	0,11															
4.2 INTERESES DEUDA MONEDA EXTRANJERA	MILLONES US\$	3,46	3,38	3,29	3,19	3,09	2,97	2,86	2,73	2,59	2,45	2,29	2,12	1,94	1,75	1,55	1,33	1,09	0,84	0,57	0,28					
4.3 TOTAL (4.1 + 4.2)	MILLONES US\$	4,29	4,15	4,01	3,84	3,67	3,48	3,28	3,06	2,82	2,56	2,29	2,12	1,94	1,75	1,55	1,33	1,09	0,84	0,57	0,28					
5. BENEFICIO NETO ANUAL (3. - 4.3)	MILLONES US\$	3,58	6,83	6,97	9,68	9,85	10,04	10,24	10,46	10,70	10,96	11,23	11,40	11,58	11,77	11,97	10,07	10,31	10,56	10,83	11,12	8,21	8,21	8,21	8,21	8,51
6. RENTA DE LAS INVERSIONES																										
6.1 INVERSION INICIAL	MILLONES US\$	82,55																								
6.2 INVERSION NETA (Inversión Inicial - Depreciación Acumulada)	MILLONES US\$	82,55	70,85	77,15	74,45	71,75	69,05	66,35	63,65	60,95	58,25	55,55	52,85	50,15	47,45	44,75	42,05	39,35	36,65	33,95	31,25	28,55	25,85	23,15	20,45	17,75
6.3 RENTABILIDAD ANUAL SOBRE LA INVERSION NETA $\left(\frac{3}{6.2} \times 100\right)$	%	9,53	13,75	14,23	18,16	18,41	19,58	20,38	21,34	22,18	23,21	24,34	25,58	26,88	28,49	30,21	27,11	29,97	31,10	33,58	36,42	38,73	31,76	35,45	40,15	47,24
6.4 RENTABILIDAD ANUAL SOBRE LA INVERSION INICIAL $\left(\frac{3}{6.1} \times 100\right)$	%	9,53	13,30	13,30	16,28	16,38	16,38	16,38	16,38	16,38	16,38	16,38	16,38	16,38	16,38	16,38	13,81	13,81	13,81	13,81	13,81	9,95	9,95	9,95	9,95	10,01

CENTRAL PWR 300 MW - PRESUPUESTO DE INGRESOS Y GASTOS

EURO	AÑO																									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1. ACTIVO																										
1.1 ACTIVO CIRCULANTE	—	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
1.2 ACTIVO FIJO BRUTO	81,10	81,10	78,40	75,70	73,00	70,30	67,60	64,90	62,20	59,50	56,80	54,10	51,40	48,70	46,00	43,30	40,60	37,90	35,20	32,50	29,80	27,10	24,40	21,70	19,00	16,30
1.3 DEPRECIACIÓN	—	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,40
1.4 ACTIVO FIJO NETO (1.2 - 1.3)	81,10	78,40	75,70	73,00	70,30	67,60	64,90	62,20	59,50	56,80	54,10	51,40	48,70	46,00	43,30	40,60	37,90	35,20	32,50	29,80	27,10	24,40	21,70	19,00	16,30	13,90
1.5 DISPONIBILIDAD EN CAJA	1,45	4,54	12,19	19,84	30,03	40,22	50,41	60,60	70,79	80,98	91,17	102,71	114,25	125,79	137,33	148,87	158,29	167,71	177,13	186,55	196,29	207,20	218,11	229,02	239,93	250,84
1.6 TOTAL ACTIVO (1.1 + 1.4 + 1.5)	82,55	84,39	89,34	94,29	101,78	109,27	116,76	124,25	131,74	139,23	146,72	155,56	164,40	173,24	182,08	190,92	197,64	204,36	211,08	217,80	224,84	233,05	241,26	249,47	257,68	266,19
2. PASIVO																										
2.1 CREDITO LARGO PLAZO	57,86	57,86	56,12	54,24	52,22	50,03	47,67	45,12	42,37	39,40	36,19	32,72	30,33	27,77	25,03	22,10	18,97	15,62	12,03	8,19	4,08					
2.2 AMORTIZACIÓN	—	1,74	1,88	2,02	2,19	2,36	2,55	2,75	2,97	3,21	3,47	3,39	2,56	2,74	2,93	3,13	3,35	3,59	3,84	4,11	4,08					
2.3 PASIVO NETO (2.1 - 2.2)	57,86	56,12	54,24	52,22	50,03	47,07	45,12	42,37	39,40	36,19	32,72	30,33	27,77	25,03	22,10	18,97	15,62	12,03	8,19	4,08	—					
3. PATRIMONIO																										
3.1 TOTAL (1.6 - 2.3)	24,69	28,27	35,10	42,07	51,75	61,60	71,64	81,88	92,34	103,04	114,00	125,23	136,63	148,21	159,98	171,95	182,02	192,33	202,80	213,72	224,84	233,05	241,26	249,47	257,68	266,19
3.2 CAPITAL PROPIO INICIAL	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69	24,69
3.3 UTILIDADES ACUMULADAS (3.1 - 3.2)	—	3,58	10,41	17,38	27,06	36,91	46,95	57,10	67,65	78,35	89,31	100,54	111,94	123,52	135,29	147,26	157,33	167,64	178,20	189,03	198,15	208,36	216,57	224,78	232,99	241,50
TOTAL (2.3 + 3.1)	82,55	84,39	89,34	94,29	101,78	109,27	116,76	124,25	131,74	139,23	146,72	155,56	164,40	173,24	182,08	190,92	197,64	204,36	211,08	217,80	224,84	233,05	241,26	249,47	257,68	266,19

CENTRAL PWR 300 MW - ESTRUCTURA PATRIMONIAL
MILLONES U\$S