



MX0500273

XVI Congreso Anual de la SNM y XXIII Reunión Anual de la SMSR
XVI SNM Annual Meeting and XXIII SMSR Annual Meeting
Oaxaca, Oaxaca, México, Julio 10-13, 2005 / Oaxaca, Oaxaca, México, July 10-13, 2005

Determinación de costos nivelados de generación eléctrica para plantas de gas, carbón y nucleares

Gustavo Alonso, Javier C. Palacios, J. Ramón Ramírez, Armando Gómez
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
Km 36.5 Carretera Mex-Toluca, Salazar Edo. de México
galonso@nuclear.inin.mx ; palacios@nuclear.inin.mx , jrrs@nuclear.inin.mx
amgt@nuclear.inin.mx

Resumen

El presente trabajo analiza los costos nivelados de generación eléctrica para diferentes tipos de reactores nucleares de los conocidos como Generación III, estos costos se comparan con los costos nivelados de generación eléctrica de plantas a base de gas natural y carbón. En el estudio se utilizaron varias tasas de descuento para determinar su impacto en la inversión inicial. Los resultados obtenidos son comparables con estudios similares y muestran que sobre la base del costo nivelado la opción nuclear es bastante competitiva en México. Además en este estudio también se plantea la viabilidad económica de una nueva central nuclear en México.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la prospectiva del sector eléctrico 2004-2013, de la Secretaría de Energía, asume que el programa mexicano de expansión eléctrica debe darse primordialmente a través de centrales cuya operación este basada en el uso de gas natural, lo anterior debido a que estas centrales minimizaban los costos de inversión y operación. Sin embargo la alta volatilidad reciente de los precios del gas no minimiza los gastos de operación y hace cuestionable esta propuesta dando origen a que se revisen otras opciones, entre ellas la nuclear.

Muchas centrales nucleares existentes en el mundo han conseguido alta disponibilidad, y están produciendo electricidad a costos de producción bajos y competitivos (combustible, operación y mantenimiento). Muchas de ellas están casi o completamente amortizadas, lo que da como resultado un aumento en la rentabilidad operativa. El aumento de potencia y la extensión de la vida útil son también opciones económicamente atractivas. Además, exceptuando la energía nuclear y la hidroeléctrica (la cual tiene limitado su crecimiento), actualmente no hay otras opciones cuyas emisiones de gases de efecto invernadero sean mínimas y que sean económicamente viables para la generación de electricidad de carga base.

En los pasados 50 años, la energía nuclear ha ido evolucionando hasta llegar a tener una importante contribución en la producción de energía eléctrica en los más de 30 países que la usan. En el 2003, los 438 reactores que operaron en el mundo produjeron 2525 millones de MWh de electricidad [1], estos reactores tienen una capacidad de 364,680 MWe. El promedio mundial de factor de carga fue del 79%, casi dos terceras partes de los reactores en el mundo tuvieron factores de carga superiores al 80% comparado con menos de un cuarto que lo tenían en 1990. Por otra parte países como España, Bélgica, Suiza, Estados Unidos, Corea del Sur y Finlandia tuvieron factores de capacidad promedio alrededor del 90%, en el caso de México ésta fue del 80%. Todo esto da una idea de la competitividad de la energía nuclear ante otras fuentes de energía.

Aunque en estos tiempos se están construyendo menos reactores nucleares que durante la década de los 70's y de los 80's, la electricidad que produjeron los que operan actualmente tuvo un incremento de generación de 298 TWh en los pasados cinco años, lo que equivale a la construcción de 40 nuevas plantas. Sin embargo sólo se construyeron 22 nuevas plantas, el resto se debe a mejoras en la operación de los reactores existentes y aumentos de potencia.

Durante 2004 cuatro nuevos reactores nucleares fueron conectados a la red eléctrica, estos son:

- Qinshan 2-2, un PWR con una potencia de 610 MWe en China
- Hamaoka 5, un ABWR con una potencia de 1325 MWe ABWR en Japón
- Khmelnitski 2, un WWER con una potencia de 950 MWe en Ucrania
- Rovno 4, un WWER con una potencia de 950 MWe en Ucrania

La construcción de proyectos nucleares en varios países, entre ellos la del quinto reactor en Finlandia, el anuncio en 2004 de AREVA de la construcción de un EPR en Flamanville, Francia, la posibilidad de nuevas unidades en Estados Unidos, y la adición de reactores principalmente en el Medio Oriente, son una prueba de que la energía nuclear continúa vigente.

China ha emitido una nueva licitación para un reactor del tipo PWR, en esta licitación se encuentran participando el EPR y el AP1000. Por otra parte el ACR-700 es uno de los reactores que ha estado considerando la compañía Dominion como una probable elección para la construcción de un nuevo reactor nuclear en Estados Unidos en su planta de North Anna.

Lo anterior demuestra que la industria nuclear se encuentra activa, otra prueba de ello es que 27 reactores se encuentran en construcción y 37 más han sido ordenados o se encuentran planeados.

2. REACTORES NUCLEARES

Actualmente, la energía nuclear juega un papel importante en la generación mundial de electricidad con una contribución del 16%, esto se muestra en la Figura 1.

Con sus más de 50 años de experiencia, la industria nuclear ha incorporado en el desarrollo de los nuevos reactores todos los avances en materia de seguridad y tecnología, evolucionando hasta llegar a la llamada Generación III, éstos reactores se encuentran en el estado del arte y están disponibles para ser construidos en el país que así lo requiera. Aunado a esta evolución se

encuentran los avances en otras áreas de la ingeniería permitiendo que las plantas nucleares sean no solo más eficientes y seguras, sino que sus tiempos de construcción y costos de generación se vean reducidos apreciablemente.

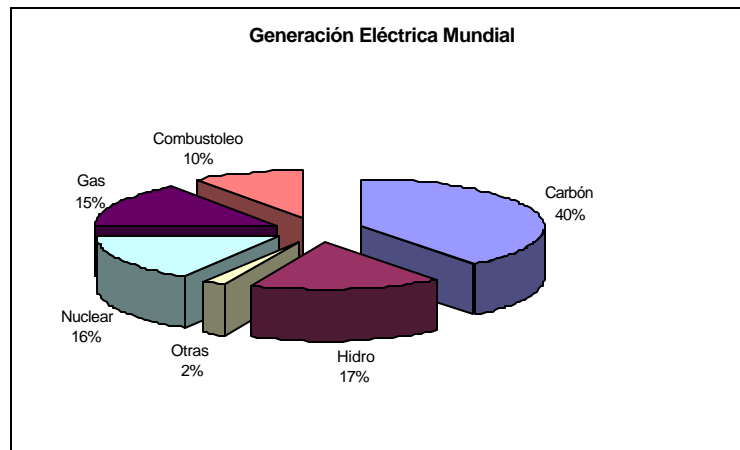


Figura 1. Distribución porcentual de la producción de electricidad en el 2003 [2].

Por las razones anteriores, el análisis económico que se presenta en este documento contempla únicamente reactores pertenecientes a la Generación III, de entre los cuales se seleccionaron los siguientes:

- Advanced Boiling Water Reactor de la compañía General Electric (ABWR)
- Advanced Pressurized Reactor de la compañía Westinghouse (AP1000)
- Advanced CANDU Reactor de la compañía AECL (ACR)
- European Pressurized Reactor de la compañía FRAMATOME (EPR)

Cabe decir que el ABWR es el único que tiene experiencia operacional con 3 unidades operando en Japón (1995, 1996 y 2004) y otras dos unidades en construcción en Taiwán, que entrarán en operación en 2006 y 2007. El EPR actualmente se encuentra en construcción en Finlandia y se espera entre en operación en 2009, y una segunda unidad se encuentra anunciada en Francia. En tanto que el AP1000 y el ACR-700 son diseños que no han sido construidos aún. El AP1000 recibió la certificación de diseño por parte de la NRC en octubre del año pasado y el ACR-700 se encuentra en ese proceso.

Por otra parte, los métodos de construcción de estos nuevos reactores incorporan los últimos desarrollos tecnológicos de construcción como son el uso de modelos basados en AUTOCAD que permiten una adecuada planeación que elimina retrasos, así como la técnica conocida “de arriba hacia abajo” (top to bottom) mediante ensamblaje modular. La construcción inicia en el sitio seleccionado y los equipos y mucho de los componentes principales son ensamblados en diferentes sitios formando módulos los cuales posteriormente, mediante el empleo de grandes grúas, se introducen por la parte superior de la construcción, evitando así el retraso en la construcción y el almacenamiento de estos componentes. Todas estas técnicas permiten que los tiempos de construcción, de acuerdo al tipo de reactor, oscilen entre cuatro y cinco años desde la firma del contrato hasta la entrada en operación del mismo. Prueba de estas técnicas han sido los

reactores ABWR construidos en Japón y los CANDU-6 construidos en China (los predecesores del ACR-700 y que entraron en operación en 2003), estos reactores han sido construidos de acuerdo a lo programado y dentro del presupuesto originalmente planeado.

Además, todos estos diseños incorporan un aumento en su seguridad con diseños integrales los cuales reducen las dimensiones de las construcciones de manera que existe un ahorro sustancial en su costo, todos estos reactores se ofrecen en el intervalo de 1250 a 1450 USD/kWe [3], por lo que los costos de inversión se ven reducidos en comparación a los 2000 USD/kWe de los años 80's y con tiempos de construcción aproximadamente de 5 años en comparación con los 8 años de los 80's. Estas mejoras producen un ahorro significativo en la inversión requerida haciéndolos más competitivos con otras fuentes de generación eléctrica.

3. COSTO NIVELADO TOTAL DE GENERACIÓN

Las tecnologías para generar energía eléctrica de carga base, consideradas en éste estudio son:

1. Centrales de ciclo combinado (gas natural)
2. Centrales carboeléctricas
3. Centrales nucleares

Cada tecnología empleada para generar electricidad tiene características específicas de construcción, inversión, operación, mantenimiento y vida útil, entre otras. Dada la diferencia de estas características entre diferentes tecnologías es difícil compararlas únicamente por alguno de los rubros antes mencionados. Para solventar este problema se puede considerar la energía total que producirá la planta, sus costos de operación y mantenimiento y los costos de inversión e intereses devengados durante la construcción, todo ello llevado a costos a valor presente de tal manera que se obtiene el costo unitario por MWh generado en valor presente, a esta metodología se le conoce como metodología de costo nivelado y es la que aquí se utilizará para llevar a cabo la comparación económica de las tecnologías consideradas

El Costo Total Nivelado de Generación (CTNG) es la suma de los tres siguientes conceptos:

- a) Costo Nivelado de Inversión (CNI)
- b) Costo Nivelado del Combustible (CNC)
- c) Costo Nivelado de Operación y Mantenimiento (CNO&M)

El costo nivelado de inversión se obtiene del cociente del valor futuro de la inversión entre el valor presente de la energía generada neta anual, es decir el valor futuro de la inversión considera los intereses generados debido a la construcción de la central considerada así como costos indirectos generados en éste período.

El costo nivelado por combustible es el producto del precio unitario de generación por la energía generada bruta anual. En el caso de la energía nuclear este costo también considera un costo que será empleado para el manejo y disposición de los combustibles gastados.

En tanto que el costo nivelado por operación y mantenimiento esta formado por la suma de los costos fijos, los costos variables y los de desmantelamiento de la planta al final de su vida útil.

Los escenarios considerados en éste estudio toman en cuenta las siguientes variables: tasa de descuento anual, precio del gas natural, precio del combustible nuclear, el desmantelamiento o no de la central y la vida útil de la central nuclear. La Tabla I contiene los valores empleados en éste estudio y la Tabla II contiene los datos técnicos de las centrales consideradas [3].

Tabla I. Escenarios considerados en el estudio de costo nivelado de generación

Tasa de descuento anual	5%
	8%
	10%
	12%
Precio del gas natural [5]	4.44 dls/mmbtu
	5.20 dls/mmbtu
	7.00 dls/mmbtu
Precio del combustible nuclear [6]	6.125 USD/MWh
Precio del Carbón [7]	1.769 usd/mmbtu (45% de transporte)
Desmantelamiento de la central	Con desmantelamiento
	Sin desmantelamiento
Vida útil de la central nuclear	40 años

Tabla II. Datos técnicos de las centrales

CONCEPTOS	CC	Carbón	ABWR	ACR ¹	AP1000	EPR
CAPACIDAD (MW)	560	700	1,356	1,506	1,117	1,600
FACTOR DE PLANTA (%)	80%	75%	90%	95%	90%	91%
COSTO UNITARIO DE INVERSION (USD/kW)	450	1,000	1,500	1,200	1,200	1,450
CONSTRUCCION (Años)	2	4	4	5	5	5
VIDA ECONÓMICA (Años)	25	40	40	40	40	40

¹ Se tomo basado en 2 unidades gemelas de 753 MW, conforme a la información del fabricante.

Podemos mencionar que aunque la licencia de operación de una central nuclear se expide inicialmente por 40 años, el escenario que considera 60 años de operación de la central nuclear podría ser considerado como base de la energía extra que puede obtenerse de una planta nuclear y calcular sus costos asociados. La extensión de vida por otros 20 años es un trámite que se solicita por lo menos 5 años antes de que venza la licencia, cabe señalar que a la fecha 26 reactores en Estados Unidos han sido autorizadas su extensión de licencia por 20 años más y 18 se encuentran en el proceso de solicitud de extensión de licencia lo que demuestra que esto es posible en la mayor parte de los reactores nucleares de agua ligera (BWR y PWR).

Con base en la información de la Tabla II y el flujo de efectivo para cada proyecto, se llevó a cabo el cálculo del costo nivelado de inversión. La Tabla III muestra los costos de inversión para todas las tecnologías consideradas de acuerdo a la tasa de descuento considerada, así como los costos nivelados por concepto de inversión, en este caso el costo de inversión para la central de ciclo combinado es el mismo independientemente del precio del gas.

Tabla III. Costos de Inversión

TD	Inversión sin intereses	Inversión con intereses Millones de USD				Costo Nivelado de Inversión USD/MWh			
	0%	5%	8%	10%	12%	5%	8%	10%	12%
Gas	265.4	287.3	300.8	310	319.3	5.1	6.86	8.16	9.56
Carbón	787.5	882.3	942.7	984.5	1,027.4	12.82	18.19	22.27	26.71
ABWR	2,031.9	2,256.9	2,399.3	2,497.4	2,598.1	12.09	17.98	22.41	27.16
ACR	1,728.5	2,065.6	2,293.2	2,456.2	2,628.8	9.8	15.22	19.51	24.33
AP1000	1,411.4	1,639.7	1,790.7	1,897.6	2,009.6	10.67	16.29	20.67	25.51
EPR	2,358.79	2,673.7	2,876.9	3,018.4	3,164.9	12.01	18.07	22.7	27.74

El costo del combustible no depende de la tasa de descuento ni de la vida útil de la planta ni de si la central es o no desmantelada al final de su vida útil, así que la Tabla IV muestra el costo nivelado del combustible, el cual en caso nuclear fue estimado a partir del documento de la OECD "Nuclear Electricity Generation: What Are the External Costs" [6], obteniéndose un costo del combustible nuclear de 6.125 USD/MWh, el cual incluye los costos de conversión, enriquecimiento, fabricación, transporte, almacenamiento y disposición final.

Tabla IV. Costos Nivelados de Combustible

	Precios de Combustible *USD/mmBTU +USD/MWh	Costo Nivelado de Combustible (USD/MWh)
Gas 1*	4.44	30.58
Gas 2*	5.2	35.81
Gas 3*	7.0	48.21
Carbón*	1.769	17.49
ABWR ⁺	6.125	6.32
ACR ⁺	6.125	6.56
AP1000 ⁺	6.125	6.32
EPR ⁺	6.125	6.32

*USD/mmBTU, +USD/MWh

En el caso de los costos de operación y mantenimiento la única se consideró también el incluir el desmantelamiento al final de la vida útil de la planta. La Tabla V muestra los costos de operación y mantenimiento para las diferentes plantas de generación eléctrica. La Tabla VI muestra el costo

total nivelado de generación, el cual se obtiene mediante la suma de los costos nivelados de inversión, combustible y operación y mantenimiento,

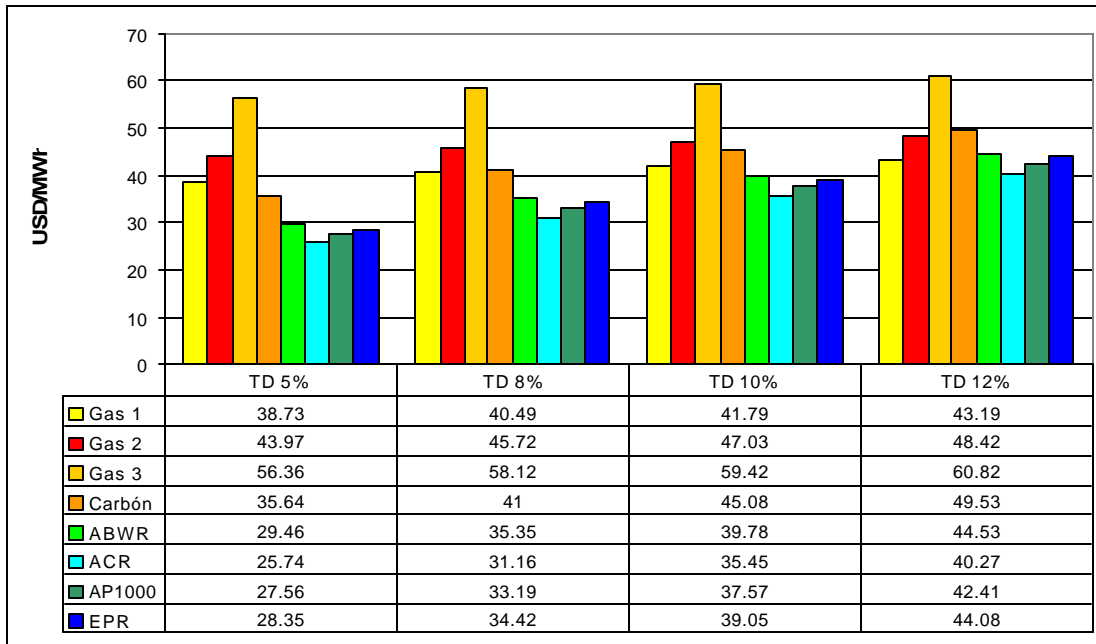
Tabla V. Costos Nivelados de Operación y Mantenimiento

Central	Costos		Usos propios (%)	Costos de Desmantelamiento Millones de USD	Costo Nivelado USD/MWh	
	Fijos anual USD/MW	Variables USD/MWh			O&M S/D	O&M C/D
Gas 1	16,520.21	0.16	3.10	15	2.77	3.05
Gas 2	16,520.21	0.16	3.10	15	2.77	3.05
Gas 3	16,520.21	0.16	3.10	15	2.77	3.05
Carbón	25,967.05	0.18	7.30	40	4.75	5.32
EPR	41,705.22	1.83	3.10	493.5	7.77	10.03
ABWR	41,705.22	1.83	3.10	595	7.84	11.05
ACR	41,705.22	1.83	6.64	324	7.81	9.38
AP1000	41,705.22	1.83	3.10	416	7.84	10.58

Tabla VI. Costo Total Nivelado de Generación sin y con Desmantelamiento (USD/MWh)

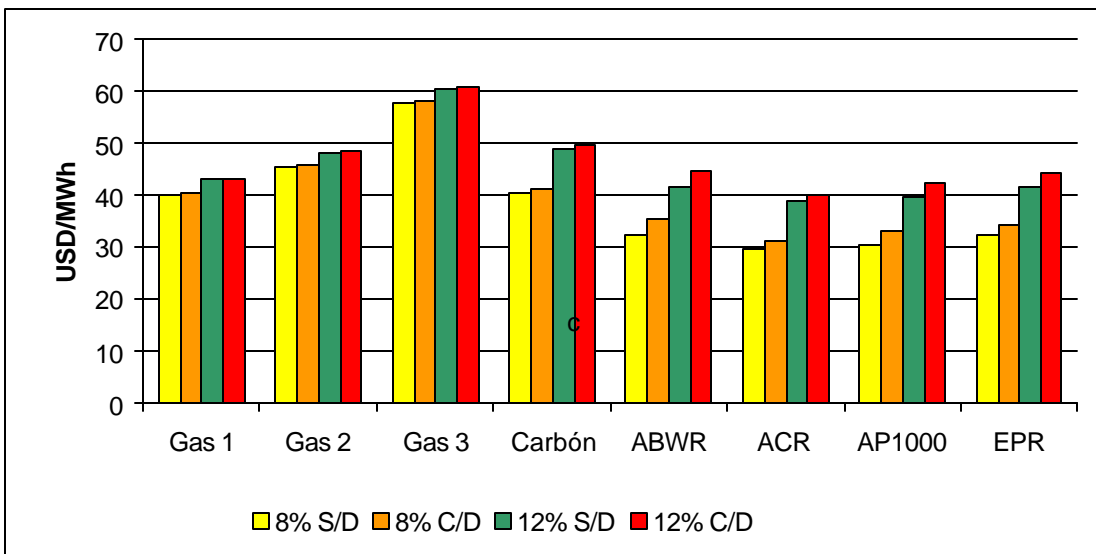
Desmantelamiento.	Tasa de descuento 5%							
	Gas 1	Gas 2	Gas 3	Carbón	ABWR	ACR	AP1000	EPR
No	38.45	43.69	56.09	35.07	26.25	24.17	24.82	26.10
Si	38.73	43.97	56.36	35.64	29.46	25.74	27.56	28.35
	Tasa de descuento 8%							
	Gas 1	Gas 2	Gas 3	Carbón	ABWR	ACR	AP1000	EPR
No	40.21	45.45	57.84	40.43	32.14	29.59	30.45	32.17
Si	40.49	45.72	58.12	41.00	35.35	31.16	33.19	34.42
	Tasa de descuento 10%							
	Gas 1	Gas 2	Gas 3	Carbón	ABWR	ACR	AP1000	EPR
No	41.51	46.75	59.15	44.51	36.57	33.89	34.83	36.80
Si	41.79	47.03	59.42	45.08	39.78	35.45	37.57	39.05
	Tasa de descuento 12%							
	Gas 1	Gas 2	Gas 3	Carbón	ABWR	ACR	AP1000	EPR
No	42.91	48.14	60.54	48.96	41.32	38.71	39.66	41.83
Si	43.19	48.42	60.82	49.53	44.53	40.27	42.41	44.08

En la Figura 2 se muestran los costos nivelados de generación con desmantelamiento, para las diferentes tasas de descuento utilizadas. En la Figura 3 se muestra una comparación de los costos nivelados con y sin desmantelamiento para tasas de descuento de 8% y 12%.



Gas1 4.44 \$/mmBTU; Gas2 5.20 \$/mmBTU; Gas3 7.00 \$/mmBTU

Figura 2. Costo Total Nivelado de Generación sin desmantelamiento



Gas1 4.44 \$/mmBTU; Gas2 5.20 \$/mmBTU; Gas3 7.00 \$/mmBTU

Figura 3. Comparación del Costo Total nivelado de generación con y sin desmantelamiento

4. Viabilidad Económica

Para determinar la viabilidad económica de una central es necesario no sólo considerar su costo nivelado sino también cuales serían los ingresos que se obtendrían de la generación eléctrica de ésta central para saber cuando la inversión es amortizada. Así como considerar el flujo de efectivo para garantizar la solvencia del proyecto.

Los ingresos que se obtendrían de la generación eléctrica se determinan a partir de considerar las tarifas promedio de los estados con mayor requerimiento de energía eléctrica adicional [8], estas se muestran en la Tabla VII.

Tabla VII. Precio Medio de las Tarifas Eléctricas (pesos/kWh) [8]

ESTADO	PRECIO
SONORA	0.7440
CHIHUAHUA	0.7452
VERACRUZ	0.8069
EDOMEX	0.8834
GUERRERO	0.9624

La tarifa que se utilizó para el cálculo de los ingresos de la central nuclear, fue la de Sonora, por ser la más baja, pues se considera que si el proyecto es viable con este precio, cuánto más lo será si las tarifas son más altas.

Los ingresos anuales de la central se obtuvieron de multiplicar el precio medio de Sonora (744 pesos/MWh), por la generación neta de energía de cada una de las centrales, como se muestra en la Tabla VIII.

Tabla VIII. Ingresos Anuales de las Centrales

CENTRAL	MWh	MILLONES DE PESOS	MILLONES DE USD
Gas	3,802,821	2,829.3	248.4
Carbón	4,263,273	3,171.9	278.5
ABWR	10,359,292	7,707.3	676.8
ACR	11,700,745	8,705.4	764.4
AP1000	8,533,429	6,348.9	557.5
EPR	12,359,169	9,195.2	807.4

Para convertir las cifras a dólares se utilizó una paridad de 11.3884 pesos por dólar. La paridad utilizada corresponde al tipo de cambio “fix” de septiembre del 2004 [9], por ser el que se utiliza para solventar obligaciones pagaderas en moneda extranjera y lo establece el Banco de México.

El primer paso para calcular los ingresos totales nivelados de generación (ITNG) es obtener el valor presente de los ingresos en dólares y posteriormente dividirlo entre la energía neta descontada, como sigue:

$$ITNG = \frac{\text{Valor presente de los ingresos}}{END} \quad (1)$$

La cifra calculada fue de 65.33 USD/MWh, cabe señalar que en este caso el ITNG es independiente de la tasa de descuento.

El siguiente paso de la metodología propuesta es calcular las utilidades totales niveladas de generación (UTNG) para lo cual aplica la siguiente operación:

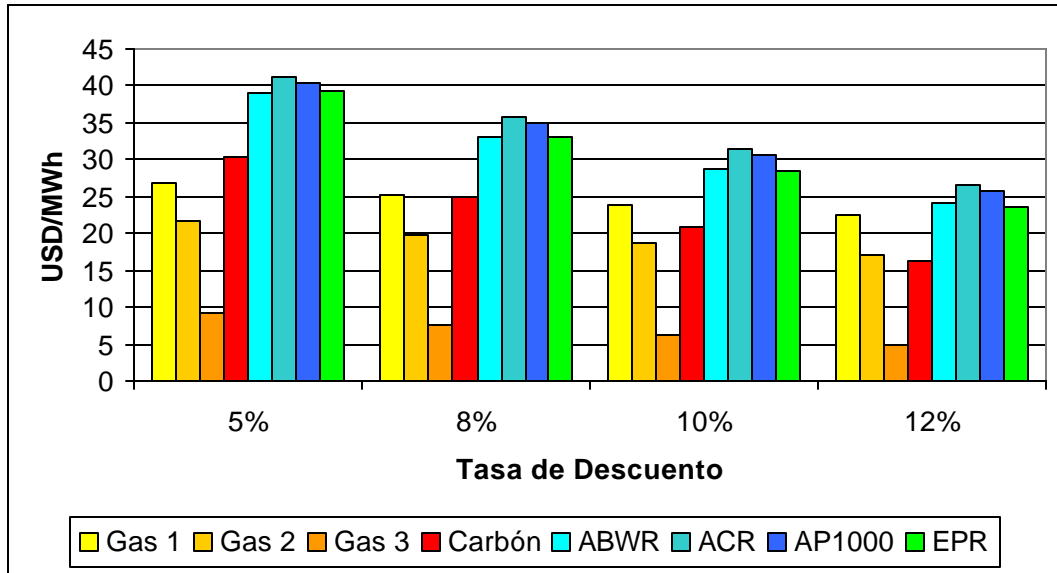
$$UTNG = ITNG - CTNG \quad (2)$$

En la Tabla IX se muestran las UTNG para cada una de las tasas de descuento.

**Tabla IX. Utilidades Totales Niveladas de Generación (UTNG)
(USD/MWh)**

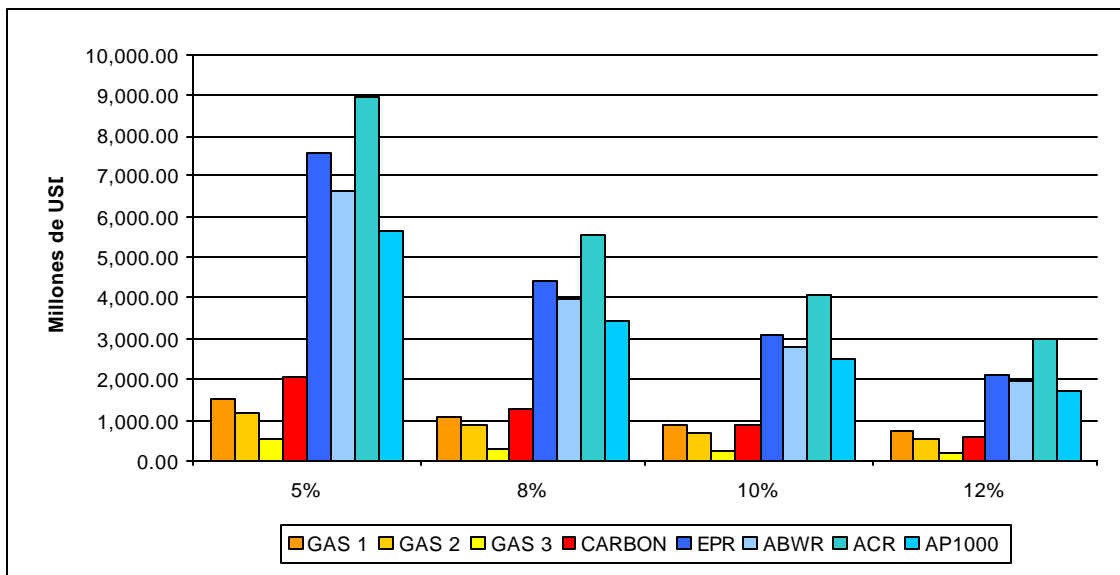
Desmantelamiento.	Tasa de descuento 5%							
	Gas 1	Gas 2	Gas 3	Carbón	ABWR	ACR	AP1000	EPR
Si	26.88	21.64	9.24	30.26	39.08	41.16	40.51	39.23
No	26.60	21.36	8.97	29.69	35.87	39.59	37.77	36.98
	Tasa de descuento 8%							
	Gas 1	Gas 2	Gas 3	Carbón	ABWR	ACR	AP1000	EPR
Si	25.12	19.88	7.49	24.90	33.19	35.74	34.88	33.10
No	24.84	19.61	7.21	24.33	29.98	34.17	32.14	30.91
	Tasa de descuento 10%							
	Gas 1	Gas 2	Gas 3	Carbón	ABWR	ACR	AP1000	EPR
Si	23.82	18.58	6.18	20.82	28.76	31.44	30.50	28.53
No	23.54	18.30	5.91	20.25	25.55	29.88	27.76	26.28
	Tasa de descuento 12%							
	Gas 1	Gas 2	Gas 3	Carbón	ABWR	ACR	AP1000	EPR
Si	22.42	17.19	4.79	16.37	24.01	26.62	25.67	23.50
No	22.14	16.91	4.51	15.80	20.80	25.06	22.92	21.25

En la Figura 4 se muestran las UTNG para diferentes tasas de descuento, en la Figura 5 se muestra el valor presente de las utilidades.



Gas1 4.44 \$/mmBTU; Gas2 5.20 \$/mmBTU; Gas3 7.00 \$/mmBTU

Figura 4. UTNG para los diferentes tipos de central



Gas1 4.44 \$/mmBTU; Gas2 5.20 \$/mmBTU; Gas3 7.00 \$/mmBTU

Figura 5. Valor presente de las utilidades

Finalmente se realizó una comparación del flujo de efectivo de una central nuclear con un reactor ABWR y una central de ciclo combinados, para ello se tomaron los diferentes escenarios de precios del gas, y se normalizó la generación de energía neta anual de la central de ciclo

combinado para hacerla comparable con la generación de una central nuclear, los datos utilizados se muestran en la Tabla X, y los resultados en la Figura 6.

Tabla X. Datos utilizados en el cálculo de flujo de efectivo

Central	Costo Unitario de Inversión USD/kWe	Capacidad de la Planta MWe	Generación Anual de Energía Neta MWe	Costo de O&M x106 USD/año
Ciclo Combinado	450	560	3,802,821	76
ABWR	1300	1356	10,359,292	10

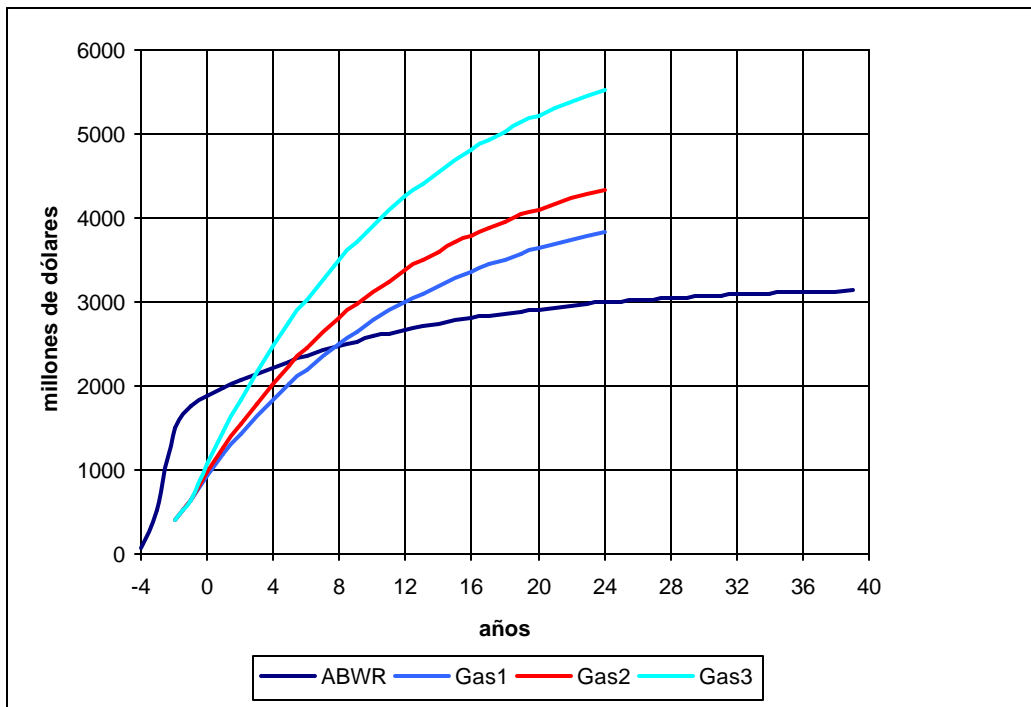


Figura6. Flujo de efectivo

4. CONCLUSIONES

Las Centrales nucleares basadas en reactores de Generación III son más económicas que las Centrales de Ciclo Combinado considerando un costo del gas de 4.44 USD/mmBTU para tasas de descuento hasta del 10% y económicamente competitivas con las Plantas de Gas considerando una tasa de descuento del 12%.

En este estudio se demuestra que los costos de instalación de las centrales nucleares son amortizados a mediano plazo, ya que para la misma generación de energía eléctrica, el flujo de

efectivo es mayor cuando se emplean centrales de ciclo combinado que cuando se emplean centrales nucleares

El costo nivelado de generación en el caso nuclear prácticamente no se ve afectado por variaciones en los costos del combustible, no siendo esto el caso para las centrales de gas y en menor grado para las de carbón. El duplicar el costo del gas significa aumentar en más de un 70% su costo nivelado.

Las Centrales Nucleares son un negocio económicamente rentable como lo muestra el análisis de ingresos y utilidades.

Al internalizar las externalidades, las centrales nucleares, verían poco afectado su costo de generación, mientras que en el caso del carbón y el gas sus costos se incrementarían notablemente

La inclusión de cualquier tipo de estos reactores como parte del Plan de Expansión Eléctrico Mexicano permitiría satisfacer las necesidades futuras de energía eléctrica, evitando la dependencia que conlleva el uso del gas como principal alternativa de crecimiento.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Subdirección de Generación de CFE el financiamiento para la realización de este estudio, y en particular al Ing. Guillermo Ortega la colaboración en el desarrollo de este trabajo.

REFERENCIAS

1. Ian Hore-Lacy, Nuclear Electricity, Seventh edition, Uranium Information Center and World Nuclear Association, 2004.
2. International Energy Outlook, DOE/EIA-04804, USA (2004).
3. Información proporcionada por los proveedores de los siguientes reactores: ABWR (General Electric), AP1000 (Westinghouse), ACR (AECL), EPR (FRAMATOM)
4. CFE, *Costos y Parámetros de Referencia Para la Formulación de Proyectos de Inversión en el Sector Eléctrico*, COPAR, Comisión Federal de Electricidad, Subdirección de Programación 2001
5. *Mercado de futuros con datos de REUTERS & NYMEX*, Gas Natural, “El Economista” Septiembre del 2004.
6. OECD, *Nuclear Electricity Generation: What Are the External Costs?*, NEA4372, ISBN 92-64-02153-1, OECD 2003, pp 28.
7. “*Precios del carbón con transporte*”, <http://www.iea.doe.gov> , Proyecciones 2004-2020.
8. CFE, *Tarifas de la CFE, 2004*. Comisión Federal de Electricidad, 2004.
9. Tipo de cambio FIX, Banco de México, <http://www.banxico.org.mx> , Septiembre del 2004.