



Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

Selección de portafolio de generación de energía eléctrica en México

GERARDO GABRIEL ALFARO CALDERÓN¹

ROBERTO JOSÉ TABOADA GONZÁLEZ*

VÍCTOR GERARDO ALFARO GARCÍA²

Resumen

El presente trabajo tiene por objeto mostrar la utilidad de la Teoría Moderna de Portafolio, para la planeación de Centrales de Generación Eléctricas en México. Se presentan los conceptos fundamentales de la Teoría Moderna de Portafolio, así como un ejemplo acotado a siete tecnologías de generación, sin restricciones de capacidad. El resultado es que al aplicar esta herramienta se puede disminuir el riesgo y aumentar los rendimientos, no se pretende que sustituya a ningún método de planeación actual sino de ser una herramienta adicional para la toma de decisiones.

Palabras clave: Portafolio, Riesgo, Incertidumbre, Inversión, Planeación

Abstract

This paper is intended to show the utility of modern portfolio theory, for planning Electric Power Generation in Mexico. It presents the fundamental concepts of modern portfolio theory and a seven-dimensional example generation technologies. The result is that by applying this tool can reduce risk and increase returns, are not intended to replace any current planning method without being an additional tool for decision making

Key words: Portfolio, Risk, Uncertainty, Investment, Planning

¹ *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

² Universidad de Barcelona

Introducción

La teoría de portafolio fue desarrollada por Harry Markowitz en 1952 en su artículo “Portfolio Selection” y después ha sido enriquecida por otros autores como Sharpe y Tobin, solo por mencionar algunos, siendo el enfoque principal la conformación de portafolios de activos financieros, (acciones, bonos, papel de deuda, etc.). Ésta establece la creación de portafolios de instrumentos financieros con un mínimo riesgo a un nivel de rendimientos esperado. En el presente trabajo se muestra una aplicación para la selección de centrales de generación, utilizando cuatro tecnologías y un periodo de 10 años de datos estadísticos de cada una, el resultado obtenido es un portafolio de tecnologías de generación que minimiza el riesgo a un rendimiento dado.

Generación de energía eléctrica en México

De acuerdo a la constitución política de México, todas las actividades para generar energía eléctrica, están reservadas a la Comisión Federal de Electricidad (CFE), empresa paraestatal con patrimonio propio.

“...Corresponde exclusivamente a la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines. ...” (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Art. 27).

A partir de 1992, por medio de una reforma a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE), se permitió a particulares la generación de energía en las modalidades de autoabastecimiento, cogeneración, producción independiente, pequeña producción o de importación o exportación.

La generación de energía eléctrica en la Comisión Federal de Electricidad se realiza mediante diferentes procesos tecnológicos entre los cuales destacan: generación hidroeléctrica, termoeléctrica, eólica y nuclear.

En la tabla 1 se presenta la generación de energía al cierre del 2010 contrastada con la generación del escenario de planeación para el año 2026.

Tabla 1. Generación de Energía (GWh). Servicio Público
Escenario de Planeación

Tipo de generación	Generación % 2010 242,538 GWh	Generación % 2026 446,234 GWh
Termoeléctrica convencional	18.6%	2.4%
Ciclo Combinado	47.6%	63.4%
Carbón	13.2%	13.9%
Nuclear	2.4%	2.7%
Hidraulica	15.2%	9.4%
Geotermia	2.7%	1.9%
Eolica	0.1%	5.7%
Solar	0.0%	.003%

Fuente: Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2012

Tabla 2. Evolución de la generación (GWh)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
CFE	169.3	159.5	170.0	162.4	157.51	157.16	154.14	160.37	170.42	175.8
PIE	31.62	45.85	45.56	59.43	70.98	74.23	76.5	78.44	84.26	81.73
Total	200.9	205.3	215.6	221.9	228.49	231.4	230.64	238.81	254.68	257.53

Fuente: <http://www.cfe.gob.mx>

En la tabla anterior se puede observar como la participación de los productores independientes de energía (PIE) se ha incrementado, bajo el marco regulatorio de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, a partir del año 2000 en el cual entro el primer productor independiente de energía.

La planeación de la generación se realiza actualmente en base al costo mínimo, sin considerar el riesgo inherente a cada tecnología principalmente debido al suministro de los combustibles.

En el presente trabajo se realiza un portafolio de generación en base al riesgo y al rendimiento, aplicando el modelo de Markowitz.

Teoría moderna de portafolio

Riesgo e incertidumbre

Los conceptos de riesgo e incertidumbre son necesarios para poder entender las teorías de valuación de activos de capital.

En su acepción más pura se puede definir el riesgo como la posibilidad de perder, una forma de entenderlo es mirándolo como la desviación del rendimiento real respecto al rendimiento esperado de una inversión. Lo anterior implica que la persona que toma las decisiones conoce los posibles resultados.

La incertidumbre es la falta de certeza del resultado de alguna inversión, es decir el tomador de decisiones no sabe de antemano los posibles resultados de su inversión.

Riesgo y rendimiento de un activo

Cuando se realiza una inversión se espera que el activo tenga los mayores rendimientos posibles, sin embargo se sabe que es muy posible que el rendimiento real sea diferente al rendimiento esperado, la medición más fácil del riesgo es la desviación del rendimiento esperado, definida como la diferencia entre el rendimiento real menos el esperado. Pero un inversionista no se quedaría tan tranquilo, solo con una sola estimación del rendimiento esperado, para conocer más acerca de su inversión se imagina diferentes escenarios futuros, aparte del rendimiento esperado normal, le gustaría saber que pasaría en un escenario optimista y en otro pesimista, asignándole probabilidades de que ocurra cada escenario, con este conjunto de eventos probables se puede construir una distribución de probabilidades, con lo anterior esta en posibilidades de conocer el riesgo y el rendimiento esperado de su inversión.

Para ejemplificar lo anterior, si se tiene un proyecto con tres escenarios posibles, en el escenario más probable se espera un rendimiento del 25% con una probabilidad de ocurrencia del 50%, en el escenario optimista el rendimiento es del 30%, la probabilidad de ocurrencia del 20% y por último en el pesimista el rendimiento es del 15% y la probabilidad de que ocurra es del 30%.

Escenario	Rendimiento	Probabilidad
Optimista	30%	20%
Más Probable	25%	50%
Pesimista	15%	30%

Atendiendo a la amplitud del resultado el riesgo sería del 15%, que es la diferencia del rendimiento del escenario optimista menos el rendimiento del pesimista.

Rendimiento

El rendimiento de la inversión, bajo incertidumbre, estaría dado por el rendimiento promedio ponderado en la siguiente expresión:

$$R_x = \sum_{i=1}^n r_i * P_i$$

Dónde:

R_x rendimiento de la inversión en el activo x

r_i rendimiento para el iésimo escenario

P_i probabilidad de ocurrencia del iésimo rendimiento

n número de escenarios considerados

Calculando el rendimiento esperado para el ejemplo con la formula anterior sería de 23%.

Tabla 3. Rendimiento esperado de una inversión

	Rendimiento	Probabilidad	r _i * P _i
Optimista	30%	20%	0.06
Más Probable	25%	50%	0.125
Pesimista	15%	30%	0.045
Rendimiento esperado R _x =			0.23

Fuente: Elaboración propia

Varianza y desviación estándar

Aunque algunas veces el riesgo puede quedar medido con la amplitud de rendimientos, la desviación estándar es una forma más precisa de estimarlo.

La varianza es el promedio del cuadrado de las diferencias del rendimiento real menos el rendimiento esperado y queda expresado mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma_R^2 = \sum_{i=1}^n (r_i - R_x)^2 P_i$$

$$\sigma_R = \sqrt{\sum_{i=1}^n (r_i - R_x)^2 * Pr_i}$$

Tabla 4. Riesgo de un portafolio de inversión

Escenario	Rend ki	Rend. Prom \bar{k}	(Ki- \bar{k})	(Ki- \bar{k}) ²	(ki- \bar{k}) ² *Pri
Optimista	.30	.23	-0.07	0.0049	0.0010
Más Probable	.25	.23	-0.02	0.0004	0.0002
Pesimista	.15	.23	0.08	0.0064	0.0019
Varianza					0.0031
Desviación estándar					0.056

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de variación

El coeficiente de variación mide el riesgo por unidad de rendimiento, es útil cuando se tienen activos con diferentes rendimientos, se calcula dividiendo la desviación estándar entre el rendimiento esperado del activo

$$CV = \frac{\sigma_R}{R_x}$$

Teoría Media – Varianza

Los conceptos anteriores consideran el rendimiento y la varianza para un solo activo, en esta sección se explicará brevemente el trabajo desarrollado por Harry Markowitz inicialmente en su artículo publicado en 1952 “Portfolio Selection”, donde introduce la idea hacia hasta aquel momento. En este artículo expone, que el proceso de selección de un portafolio se divide en dos etapas. La primera inicia con la observación y experiencia y termina con creencias acerca del desempeño futuro de las acciones. La segunda inicia con las creencias relevantes y termina con la selección de un portafolio. En este modelo a partir de los rendimientos estimados de las acciones individuales se calcula el rendimiento del portafolio (media) y de las varianzas de las acciones la varianza total del portafolio, a este modelo se le conoce como “Media – Varianza”.

El objetivo es maximizar el rendimiento al menor riesgo aceptable (Markowitz, 1952). Cuando se tiene todo el dinero puesto en un activo, si algo sale mal se puede perder, la idea principal de crear un portafolio de activos, no es otra cosa que diversificar el riesgo. Markowitz nos dice que la regla de selección de un portafolio sólo con el criterio de maximizar los rendimientos, no necesariamente nos ofrece el mejor portafolio si no se consideran la varianza del portafolio.

Un concepto muy importante es la correlación, esta es una medida estadística que sirve para saber en qué grado se correlacionan los datos de dos variables para series de tiempo, si se mueven dos series en el mismo sentido, entonces se correlacionan positivamente, si por el contrario se mueven en sentidos opuestos se correlacionan negativamente. Ésta se mide con el coeficiente de correlación r , y el resultado varía entre -1 y 1, para las series correlacionadas positivamente los valores son mayores que cero y hasta uno, por el contrario para las series correlacionadas negativamente los valores son menores de cero y hasta menos uno.

$r > 0$	Correlación positiva
$r < 0$	Correlación negativa
$r = 1$	Correlación perfectamente positiva
$r = -1$	Correlación perfectamente negativa

La idea principal de la diversificación es que los activos que componen la cartera tengan correlaciones negativas para disminuir el riesgo es decir se reduce la variabilidad total de los rendimientos.

El riesgo tiene dos componentes según la naturaleza de las fuentes que lo ocasionan, riesgo específico o diversificable y riesgo de mercado o riesgo no diversificable. El riesgo diversificable es la parte del riesgo ocasionada con eventos aleatorios, situaciones que hacen ganar o perder a la empresa en un momento determinado, esta parte del riesgo es posible diversificarla, mediante portafolios de inversión. El riesgo no diversificable es la parte del riesgo que no es posible diversificar y lo constituye el movimiento del mercado, por ejemplo cuando toda la bolsa baja a consecuencia de algún problema internacional.

Un inversionista no debe colocar todos sus recursos en un solo activo o en un número relativamente pequeño de activos, sino en un número grande de instrumentos de inversión. De este modo los posibles malos resultados en ciertos activos se compensan con los buenos resultados de otras. La diversificación le permite al inversionista disminuir el riesgo de su portafolio sin sacrificar rendimientos.

Aunque la idea de la diversificación ya era conocida, fue Harry Markowitz quien inició el estudio de cómo estructurar un portafolio de acciones de empresas, considerando el riesgo de cada acción de manera que el portafolio maximice el rendimiento conjunto a un determinado nivel de riesgo, lo anterior fue planteado por Markowitz en su trabajo publicado en 1952 y sin duda es la base a partir de la cual evolucionaron otros modelos de portafolio.

La tasa de rendimiento de un portafolio es el promedio ponderado de los rendimientos esperados de los activos individuales que lo componen, expresándose como sigue:

$$R_p = w_1r_1 + w_2r_2 + \dots + w_nr_n$$

Donde:

R_p rendimiento del portafolio

w_i factor de ponderación, fracción del activo i contenido en el portafolio

\bar{r}_i rendimiento del activo i

El cálculo de la varianza de un portafolio, es diferente que el rendimiento ya que no es el promedio ponderado de las varianzas de los activos. Para el caso de tener dos activos A y B la varianza expresamos la varianza de la siguiente manera:

$$\sigma_p^2 = w_A^2\sigma_A^2 + 2w_Aw_B\sigma_{A,B} + w_B^2\sigma_B^2$$

Donde:

σ_p^2 = Varianza del portafolio

σ_i^2 = Varianza de la acción i

w_i = factor de ponderación, fracción del activo i contenido en el portafolio

$\sigma_{A,B}$ = Covarianza entre las acciones A y B.

Frontera eficiente

La frontera eficiente es un concepto geométrico para entender mejor como funciona la teoría de portafolio de Markowitz. Para la construcción de la gráfica de la frontera eficiente se requiere conocer el rendimiento de cada activo, la varianza del mismo y las covarianzas entre activos y se supone la fracción de activo en el contenido de la mezcla

Si suponemos que tenemos dos activos A y B con los siguientes datos:

Tabla 5. Comparación de 2 inversiones.

	Acción A	Acción B
Rendimiento	0.175	0.055
Desv. estándar	0.25860201	0.115
Varianza	0.066875	0.013225
$\sigma_{A,B}$ (Cov AB)	-0.004875	
$\rho_{A,B}$ (Correl AB)	-0.1639248	

Fuente: Elaboración propia

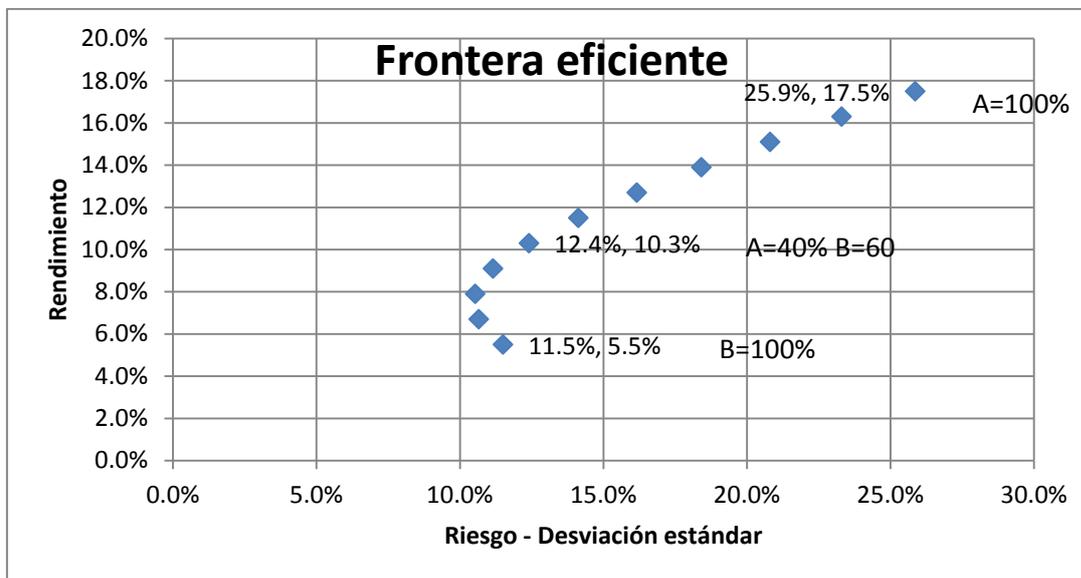
La siguiente tabla muestra diferentes resultados de un portafolio de acuerdo a la composición del portafolio, el primer renglón para un portafolio L se tiene el 100% de acción A y 0% de acción B con un rendimiento del 17.5%, que es el mayor posible pero riesgo más alto del 25.9%, denotado por la desviación estándar, también se puede observar el portafolio T con una composición del 20% del activo A y 80% del activo B en este portafolio se tiene el menor riesgo posible, que es del 10.5% y un rendimiento del 7.9%, de esta manera un inversionista puede seleccionar un portafolio con el nivel de riesgo que está dispuesto a tolerar y así sucesivamente en los demás renglones.

Tabla 6. Comparación de dos portafolios de inversión

Portafolio	Fracción activo A w_A	Fracción activo B w_B	Varianza Portafolio	Desv est. Portafolio σ_p	Rend A-B
			$\sigma_p^2 = w_A^2\sigma_A^2 + 2w_Aw_B\sigma_{A,B} + w_B^2\sigma_B^2$		
L	100%	0%	6.7%	25.9%	17.5%
M	90%	10%	5.4%	23.3%	16.3%
N	80%	20%	4.3%	20.8%	15.1%
O	70%	30%	3.4%	18.4%	13.9%
P	60%	40%	2.6%	16.2%	12.7%
Q	50%	50%	2.0%	14.1%	11.5%
R	40%	60%	1.5%	12.4%	10.3%
S	30%	70%	1.2%	11.2%	9.1%
T	20%	80%	1.1%	10.5%	7.9%
U	10%	90%	1.1%	10.7%	6.7%
V	0%	100%	1.3%	11.5%	5.5%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 1. Frontera eficiente de dos acciones.



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica anterior se muestra la curva que forman los resultados para todos los posibles portafolios de las combinaciones de las acciones A y B, la curva ilustrada es la frontera eficiente, si se quiere tener una cartera eficiente esta sólo debe ser elegida de los posibles puntos de la curva, cualquier punto fuera de la curva nos da una combinación de acciones no eficiente para un nivel de riesgo determinado.

Aplicación al mercado eléctrico mexicano con 7 tecnologías de Generación

Se presenta un ejemplo basado en los costos obtenidos del Manual de Costos y Parámetros de CFE de los años 1992 a 2011, para el cual se agrupan en siete tecnologías, Combustóleo, Ciclo Combinado, Carbón, Nuclear, Geotérmica, Hidroeléctrica y Eólica, para simplificar no existen restricciones de retiro de capacidad y demanda de cada central. Se realiza una corrida sin restricciones de capacidad.

Las centrales generadoras a base de combustóleo son muy económicas en inversión y dado que el precio del combustible varía con el precio del petróleo en los últimos años el costo nivelado total se ha elevado mucho, las centrales de ciclo combinado resultan ser de las más económicas tanto en inversión como en generación, la geotermia es elevado el costo de inversión debido a la exploración y perforación de pozos, pero el costo de combustible resulta ser muy económico, para las centrales de carbón se agrupan con las duales, la energía nuclear el costo de inversión es muy elevado, aunque el uranio resulta ser muy económico los costos relativos a su operación y

mantenimiento se elevan, las centrales hidroeléctricas son muy elevadas en lo referente a costo de inversión y por último las eólicas que en los últimos 10 años su costo de inversión ha venido bajando debido al aumento de capacidad por cada aerogenerador, las centrales diesel no son consideradas porque representan menos del 1% de la generación.

En la siguiente tabla se presentan los costos nivelados totales, estos incluyen inversión, operación y mantenimiento de centrales y de combustible.

Para la obtención del rendimiento de cada tecnología se toma el precio de venta promedio de la energía y se le resta el costo nivelado de generación y se divide entre el costo nivelado.

Tabla 7. Rendimientos por tecnología.

AÑO	RENDIMIENTOS POR TECNOLOGIA DE GENERACIÓN \$/kWh						
	TC	CCC	CAR	NUC	GEO	HIDR	EOL
1992	- 0.27	0.54	0.19	0.08	0.20	0.18	0.06
1993	- 0.42	0.65	0.33	0.29	0.35	0.25	0.35
1994	- 0.46	0.54	0.30	0.20	0.35	0.11	- 0.21
1995	- 0.60	0.44	0.16	- 0.25	- 0.11	- 0.10	- 0.33
1996	- 0.56	0.59	0.32	- 0.24	- 0.13	- 0.15	- 0.12
1997	- 0.47	1.04	0.48	- 0.10	0.00	- 0.09	0.20
1998	- 0.45	1.04	0.46	0.08	0.54	- 0.11	0.18
1999	- 0.39	0.95	0.50	0.06	0.52	- 0.11	0.44
2000	- 0.37	1.06	0.58	0.17	0.71	- 0.05	0.51
2001	- 0.39	1.01	0.54	0.18	0.77	- 0.07	0.62
2002	- 0.11	1.17	0.61	0.34	0.97	0.13	0.53
2003	- 0.15	1.14	0.51	0.21	0.81	0.02	0.77
2004	- 0.14	1.01	0.65	1.04	0.92	0.08	0.97
2005	- 0.18	0.80	0.67	1.14	0.92	0.08	1.19
2006	- 0.24	0.68	1.02	1.19	0.99	0.11	1.26
2007	- 0.24	0.70	0.78	0.89	0.91	0.00	1.04
2008	- 0.23	0.69	0.78	0.81	0.58	0.09	0.75
2009	- 0.49	0.20	0.09	- 0.27	0.07	- 0.26	0.52
2010	- 0.46	0.22	0.25	0.09	0.13	- 0.18	0.61
2011	- 0.22	0.80	1.15	0.20	0.21	0.18	0.44

Fuente: Elaboración propia

Con estos datos se calculan los rendimientos y la matriz de covarianzas a continuación se puede observar la matriz de covarianzas.

En la siguiente tabla se muestran los resultados para 10 portafolios con diferentes porcentajes de cada tecnología, se puede observar que para la tecnología de combustóleo el resultado fue de cero, debido al incremento en el costo del combustible. El portafolio 9 es el portafolio óptimo

dato que el índice de Sharpe (es la intersección de la tasa libre de riesgo, 10% y la curva de la frontera eficiente) es el mayor, observándose un portafolio donde participan solo tres tecnologías, ciclo combinado con el 69.7%, carbón con el 28.8% y eólica con el 1.5%, hay que destacar que esta corrida no incluye ninguna restricción.

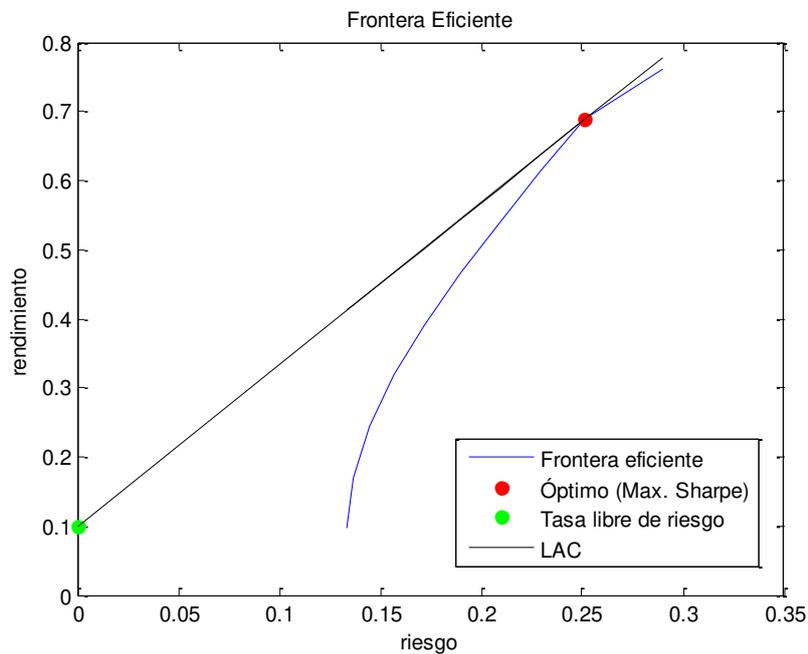
Tabla 8. Portafolio óptimo obtenido con el índice de Sharpe.

Sharpe	Rend	Riesgo	TC	CCC	CARB	NUC	HIDRO	GEO	EOL
- 0.03	9.6%	13.4%	0.6%	10.7%	0.0%	0.0%	0.0%	86.5%	2.2%
0.51	17.0%	13.7%	0.0%	19.4%	0.0%	0.0%	0.0%	77.0%	3.6%
1.00	24.4%	14.5%	0.0%	27.5%	2.0%	0.0%	0.0%	66.3%	4.2%
1.39	31.8%	15.7%	0.0%	34.1%	7.1%	0.0%	0.0%	55.1%	3.8%
1.70	39.2%	17.2%	0.0%	40.7%	12.1%	0.0%	0.0%	43.8%	3.3%
1.93	46.6%	19.0%	0.0%	47.3%	17.2%	0.0%	0.0%	32.6%	2.9%
2.11	54.0%	20.9%	0.0%	53.9%	22.3%	0.0%	0.0%	21.3%	2.5%
2.24	61.4%	23.0%	0.0%	60.6%	27.4%	0.0%	0.0%	10.1%	2.0%
2.34	68.8%	25.1%	0.0%	69.7%	28.8%	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%
2.28	76.2%	29.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Fuente: Elaboración propia

Graficando los datos anteriores se obtiene la gráfica de la frontera eficiente

Gráfica 2. Frontera eficiente de tecnologías.



Fuente: Elaboración propia

Todos los portafolios obtenidos se encuentran en la curva y son óptimos en cada nivel de riesgo. La empresa deberá seleccionar el nivel de riesgo al que desea trabajar.

En la planeación de sistemas de potencia la frontera eficiente se obtiene resolviendo el modelo de optimización lineal siguiente.

$$\sum_{i=TC}^{i=EOL} Rend_i * W_i$$

S. a:

$$\sum_i^N W_i = 1$$

$W_i \geq 0$ para $i = TC, CC, CARB, NUC, GEO, HIDR, EOL$

Tabla 9. Escenario al 2026 del portafolio.

Tipo de generación	Generación % 2026 Escenario planeación	Generación % 2026 Markowitz sin restricciones
Termoeléctrica convencional	2.4%	0.0%
Ciclo Combinado	63.4%	69.7%
Carbón	13.9%	28.8%
Nuclear	2.7%	0.0%
Hidraulica	9.4%	0.0%
Geotermia	1.9%	0.0%
Eolica	5.7%	1.5%
Solar	.003%	0.0%

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

A la luz de los resultados de la aplicación del modelo de Markowitz al portafolio de generación para el año 2026 sin restricciones se puede observar que el portafolio propuesto en el escenario de planeación difiere en la mayoría de las tecnologías el portafolio eficiente se concentra en tres tecnologías de generación, Ciclo Combinado, Carbón y Eólica esto se debe principalmente a sus correlaciones, obviamente al incluir las restricciones el resultado de Markowitz tenderá a parecerse más al escenario de planeación. Se concluye que el análisis del portafolio se puede aplicar a la planeación de activos de generación, debiendo tener en cuenta que se tienen que considerar las restricciones de capacidad, así como de la demanda, además de que el número de años de datos debe ser cuando menos de 20 años.

Es importante hacer notar que la incertidumbre en los precios de los combustibles, aumentan el riesgo por lo que el modelo puede considerar proyecciones que reflejen estas condiciones.

Referencias

- Awerbuch, S. a. (2008). Using Portfolio Theory to Value Power Generation Investments. In Awerbuch, S. (2002). *Estimating Electricity Costs and Prices*. Paris: IEA.
- Awerbuch, S. a. (2003, Febrero). Making, Applying Portafolio Theory to EU Electricity
- Alfaro, G. (1996). Aplicación del Modelo de Desviación Media Absoluta en la Optimización de Carteras de Inversión. *Tesis*. . Moreilia, Michoacán , México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Baca Urbina, G. (2006). Evaluación de Proyectos. In G. Baca Urbina, *Evaluación de proyectos* (p. 392). México: Mc Graw Hill.
- Barraquand, J. y. (n.d.). Numerical valuation of high dimensional.
- Bazilean, M. &. (2008). *Analytical Methods for Energy Diversity & Security*. Oxford:
- Comisión Federal de Electricidad. (n.d.). Costos y parámetros de referencia para la formulación de proyectos de inversión del sector eléctrico. México, D. F., México.
- Planning and Policy. Paris, France: OECD/IEA.
- Comisión Federal de Electricidad. (n.d.). *Comisión Federal de Electricidad*. Retrieved Septiembre 15, 2011, from www.cfe.gob.mx
- Elsevier. Brealey, R. A. (2003). *Principios de finanzas corporativas*. México, D. F.: Mcgre.
- Brigham, E. F. (2004). *Fundamentos de Administración Financiera*. México, D.F.: CECSA.
- Gitman, L. W. (1986). *Fundamentos de Administración Financiera*. México, D.F.: Harla.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance* , 77-91.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices: A theory of market of equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance* , 425-442.
- Ross, S. A. (2000). *Finanzas Corporativas*. México: Mc Graw Hill.
- Van Horne, J. C. (1988). *Fundamentos de Administración Financiera*. México, D.F.: Prentice Hall.