



**VARIABLES QUE INCIDEN EN EL PRECIO DE LA BOLSA DE ENERGIA Y SU
CORRELACION CON LOS CONTRATOS DE LARGO PLAZO**

TRABAJO DE GRADO

Elaborado por

JESUS ARISTOBULO BETANCOURT V.

OSCAR ANDRES CABANILLAS R.

Director del Trabajo de Grado

LUIS BERGGRUN

UNIVERSIDAD ICESI

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN CON ÉNFASIS

SANTIAGO DE CALI

2012

TABLA DE CONTENIDO

1. ASPECTOS GENERALES Y ENTORNO REGULATORIO	10
1.1 Actividades de la cadena de producción de energía	10
1.2 Contexto colombiano.....	11
1.3 Marco Regulatorio	11
2. DESCRIPCION DEL MERCADO Y DEMANDA DE ENERGIA.....	14
2.1 MERCADO DE LOS GRANDES CONSUMIDORES.....	17
2.2 Demanda de Energía:	17
3. DEMANDA, OFERTA Y TRANSACCIONES EN BOLSA Y CONTRATOS.....	21
3.1 Demanda de energía, Bolsa y Contratos.....	21
3.2 Generación de Energía.	24
4. VARIABLES QUE INCIDEN EN LA CONFORMACIÓN DEL PRECIO Y CORRELACION CON CONTRATOS DE ENERGIA A LARGO PLAZO.....	29
4.1 Precios en Bolsa y Contratos	30
4.2 Variables que influyen en el precio de energía:.....	32
4.3 Matriz de correlación y regresión lineal	35

RESUMEN

Dada la importancia de la evolución de los precios en bolsa de la energía, se elaboró el presente estudio mediante el cual se analizarían las variables que conforman el precio y sus características e impactos en el mercado de la energía eléctrica. Se analizó la regulación colombiana vigente, se identificaron las variables que más peso tienen y se estableció una similitud con respecto a los precios de contratos.

El periodo de análisis de acuerdo a la información que se tenía disponible de los archivos históricos de XM- Expertos en Mercados, fue del año 2009 a junio de 2011. Igualmente se hace mención de ciertos comportamientos durante años anteriores, que marcaron cierta tendencia en los precios y específicamente por efectos climáticos como lo fueron el fenómeno de la Niña y del Niño.

Como una de las mayores conclusiones que se obtuvieron es que la hidrología (que se refleja por las temporadas de invierno y verano) marca una tendencia muy importante en el precio, tal como era de esperarse en un mercado estable donde la abundancia genera tendencias de precios bajos y la escasez genera tendencias alcistas. Lo que define que en el mercado de energía colombiano los precios responden de manera cercana a los fundamentales.

SUMMARY

Given the importance of evolution in prices of energy stock market, this paper was done in order to analyze the variables that constitute the price and its characteristics, as well as its impact in electric energy market. The current Colombian regulation was analyzed and the most important variables were identified; a similarity according to contract prices was also established.

This analysis period, according to the information available in the historical archives from XM – Market Experts, was from 2009 to June 2011. On the same hand, some behaviors from previous years are also mentioned, which labeled certain tendency in prices, caused by some weather conditions like “la Niña” and “el Niño” phenomenon.

One of the greatest conclusions obtained, is that hydrology (reflected in summer and winter seasons) marks a very important tendency in price, just like it was to be expected in a stable market, in which abundance generates low prices tendencies and shortage generates high tendencies. This defines in Colombian energy market that prices respond in a closer way to the fundamental ones.

PALABRAS CLAVES

Agente comercializador: Es la empresa registrada ante el Administrador de Intercambios comerciales y cuya función que realiza es la comercialización de energía.

C.R.E.G: Comisión de Regulación de Energía y Gas, es la entidad encargada de regular las actividades de los servicios de energía eléctrica y gas en Colombia, logrando que se presten al mayor número de usuarios de una manera eficiente tanto para el usuario como para las empresas prestadoras del servicio.

Bolsa de energía: Sistema de información, manejado por el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales, sometido a las reglas establecidas por la resolución CREG 024 de 1995, en donde los generadores y comercializadores del mercado mayorista ejecutan actos de intercambio de ofertas y demandas de energía, hora a hora, para que el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales ejecute los contratos resultantes en la bolsa de energía, y liquide, recaude y distribuya los valores monetarios correspondientes a las partes y a los transportadores.

Contratos de Energía a largo plazo: son aquellos en que generadores y comercializadores pactan libremente las condiciones, cantidades, y precios para la compra y venta de energía eléctrica a largo plazo.

Contratos de Energía en la Bolsa: Son aquellos que se celebran a través del Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales, para la enajenación hora a hora de energía, y cuyos precios, cantidades, garantías, liquidación y recaudo se determinan por la regulación vigente y por el acuerdo de las partes.

Keywords

Agent marketer: Is the company registered with the Administrator of trade and whose function it performs is the marketing of energy.

CREG: “Comisión de Regulación de Energía y Gas”, is the entity responsible for regulating the activities of electric utilities and gas in Colombia, making lend themselves to more users in an efficient manner for both the user and the service providers service.

Power Exchange: Information System, managed by the System Administrator Trades, subject to the rules established by the CREG Resolution 024 of 1995, where generators and marketers in the wholesale market of exchange executed acts of supply and demand of energy, hour by hour, so that the system

administrator run trading contracts resulting in energy exchange and liquidate, collect and distribute the monetary values for parts and conveyors.

Energy contracts long term: are those in which generators and marketers freely agreed conditions, quantities, and prices for the purchase and sale of electricity in the long term.

Energy Contracts on the Exchange: Those that are held by the Administrator of Comercial System Interchange, for the transfer of power by the hour, and the prices, quantities, guarantees, payment and collection are determined by CREG and the agreement parties.

GLOSARIO

ASIC: administrador de los sistemas de intercambios comerciales

MEM: Mercado de Energía Mayorista

OEF: Obligaciones de Energía Firme

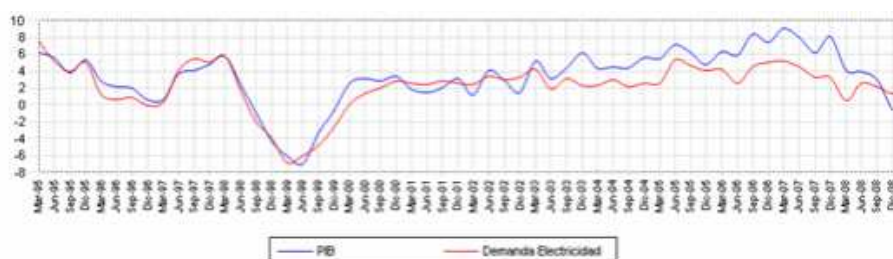
SIC: Sistema de Intercambios Comerciales

SIN: Sistema interconectado Nacional

INTRODUCCIÓN

La relación directa existente entre el Producto Interno Bruto (PIB) y la demanda de energía, tal como se observa en la Figura 1, lleva a que el sector productivo sea sensible a los precios de la energía dado el alto impacto en sus costos directos.

Figura 1: Evolución PIB y Demanda Energía (años 2005 al 2009)



Fuente: <http://www.xm.com.co/BoletinXM/Pages/MECjun24.aspx>

Conocer las variables y situaciones que afectan el precio en la bolsa de energía le permite a los Comercializadores de energía o grandes consumidores, realizar proyecciones para decidir el momento y periodo apropiado para contratar la energía requerida y cubrir su demanda a precios que le garanticen competitividad.

Por lo tanto es necesario establecer el nivel de incidencia y volatilidad de las variables críticas en la conformación del precio de la energía en la bolsa y su relación directa con los contratos de largo plazo, considerando aspectos como:

- La regulación vigente sobre el funcionamiento del mercado eléctrico y su similitud con los principios de oferta y demanda que rigen los mercados.
- El nivel de incidencia de las variables que conforman el precio de la bolsa de energía.

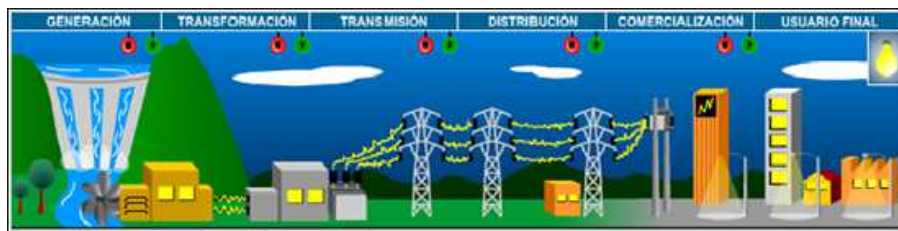
El análisis se ha realizado basado en la regulación Colombiana vigente, el histórico de precios de la bolsa de energía y los contratos a largo plazo, y los fenómenos económicos, regulatorios y climáticos presentados entre los años 2009 y 2011.

1. ASPECTOS GENERALES Y ENTORNO REGULATORIO

1.1 Actividades de la cadena de producción de energía

La cadena de producción de energía se compone de un conjunto de actividades, que inicia desde la generación de energía, pasando por el transporte por redes de alto voltaje y culminando a través de la distribución y posterior comercialización a los usuarios finales.

Figura 2: Cadena productiva de la energía



Fuente: <http://www2.epm.com.co/bibliotecaepm>

La generación de energía consiste en transformar cualquier tipo de energía, por ejemplo dinámica, en energía eléctrica mediante generadores movidos por turbinas por la acción de caída de agua (centrales hidráulicas) o presión de vapor (centrales térmicas).

Posterior al proceso de generación de la energía, esta deber ser transportada a los centros urbanos mediante líneas de transmisión en altos voltajes (y bajas corrientes, con el fin de disminuir las pérdidas por efectos de calor).

En los centros urbanos la energía es distribuida y entregada al usuario final donde los comercializadores hacen la función de comercialización.

1.2 Contexto colombiano

En Colombia se tiene una oferta de electricidad conformada principalmente por centrales hidráulicas y térmicas a gas y a carbón, con una participación mayoritaria de las centrales hidráulicas. La capacidad efectiva neta del Sistema Interconectado Nacional a diciembre 31 de 2010 alcanzó un valor de 13289,5 MW. La capacidad hidráulica representó el 71.9% del total de la capacidad efectiva del SIN, la térmica el 27.4% y menores y cogeneradores el 0.4%.

El sector eléctrico se fundamenta en el hecho de que las empresas comercializadoras y los grandes consumidores adquieren la energía y potencia en un mercado de grandes bloques de energía, el cual opera libremente de acuerdo con las condiciones de oferta y demanda.

1.3 Marco Regulatorio

Para el establecimiento del marco ordenado por la Constitución de 1991, se expidió la Ley de Servicios Públicos Domiciliarios (Ley 142 de 1994) y la Ley Eléctrica (Ley 143 de 1994), y específicamente la resolución CREG 024 de 1995

por la cual se reglamentan los aspectos comerciales del mercado mayorista de energía en el sistema interconectado nacional, que hacen parte del Reglamento de Operación y todas las normas y/o resoluciones que la modifiquen. Mediante esta normativa se definen los criterios generales y las políticas que deberán regir la prestación de los servicios públicos domiciliarios en el país y los procedimientos y mecanismos para su regulación, control y vigilancia.

La resolución CREG 024 de 1995 estableció:

OBJETIVOS

- Establecer un conjunto de reglas que regulen el funcionamiento del mercado mayorista en los aspectos relacionados con las transacciones comerciales realizadas entre los agentes que participan en ese mercado: contratos de energía a largo plazo, contratos de energía en la bolsa, prestación de servicios asociados de generación y tratamiento de las restricciones en las redes de transmisión y distribución.
- Proveer a los agentes participantes del mercado mayorista de un conjunto de reglas que faciliten la formación de actos y contratos que tengan por objeto la enajenación y adquisición de energía eléctrica en la bolsa de energía, y su cumplimiento con la ayuda del Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales.

- Fijar las reglas que permitan determinar, liquidar, y pagar las obligaciones pecuniarias que resulten entre los agentes participantes del mercado mayorista, por los actos o contratos sobre energía que se efectúen en la bolsa de energía.
- Facilitar la competencia entre todos los agentes participantes del mercado mayorista.

OBJETIVOS DE LA BOLSA DE ENERGIA:

- Establecer y operar un sistema de transacciones de energía en bloque que dé incentivos a generadores y comercializadores para asegurar que se produzcan y consuman cantidades óptimas de electricidad en la forma mas eficiente posible.
- Proveer un conjunto de reglas que determinen las obligaciones y acreencias financieras de los agentes participantes en la bolsa, por concepto de transacciones de energía y del suministro de servicios complementarios de energía.
- Facilitar el establecimiento de un mercado competitivo de electricidad.

2. DESCRIPCION DEL MERCADO Y DEMANDA DE ENERGIA

La CREG expide, con vigencia de cinco años, fórmulas generales que permiten a los comercializadores de electricidad establecer los costos de prestación del servicio a usuarios regulados en el Sistema Interconectado Nacional (SIN).

La fórmula tarifaria vigente para los usuarios regulados del servicio público de energía eléctrica establece valores máximos a cobrar, mediante el cálculo y actualización del costo unitario en el tiempo con índices de precios, incluyendo indicadores de eficiencia y productividad.

El costo unitario es específico para cada empresa según sean sus costos y para cada usuario en relación con el nivel de tensión al que esté conectado. Esta fórmula es un referente directo para la negociación de los contratos entre los usuarios no regulados y sus proveedores de energía.

El costo unitario monomio determinado por la Resolución CREG 119 de 2007, que se constituye en la fórmula tarifaria vigente al 2013, incluye los siguientes componentes: generación, transmisión, distribución, comercialización y otros.

Costo de Generación (G).

El costo máximo de compra de energía en el mercado mayorista que el comercializador puede trasladar a sus clientes regulados en las tarifas, se calcula a partir de una ponderación entre las compras realizadas por la empresa durante

un año para abastecer su mercado regulado y el promedio de las compras que realizan todas las empresas con el mismo fin, dando un peso mayor a las compras realizadas por la empresa en el último mes, buscando agilizar el traslado de las señales de precio del mercado a los usuarios. La resolución 119 de 2007 establece el costo máximo de compra a trasladar al usuario final regulado con la siguiente expresión.

$$G_{m,i,j} = Q_{c_{m-1,i}} * (\alpha_{i,j} * P_{c_{m-1,i}} + (1 - \alpha_{i,j}) * M_{c_{m-1}}) + (1 - Q_{c_{m-1,i}}) * P_{b_{m-1,i}} + A_{J_{m,i}}$$

Donde,

$$Q_{c_{m-1,i}} = \text{Min} \left[1, \frac{C_{c_{m-1,i}}}{DCR_{i,m-1}} \right]$$

Donde:

- m* : Mes para el cual se calcula el Costo Unitario de Prestación del Servicio.
- i* : Comercializador Minorista *i*.
- j* : Mercado de Comercialización *j*.
- $DCR_{i,m-1}$: Demanda Comercial Regulada del Comercializador Minorista *i* en el mes *m-1*.
- $Q_{c_{m-1,i}}$: Es el menor valor entre 1 y el resultante de la relación energía comprada por el Comercializador Minorista *i* mediante contratos bilaterales con destino al mercado regulado y la Demanda Comercial del mercado regulado del Comercializador Minorista, en el mes *m-1*.
- $C_{c_{m-1,i}}$: Energía comprada mediante contratos bilaterales por el Comercializador Minorista *i* con destino al mercado regulado en el mes *m-1*.
- $P_{c_{m-1,i}}$: Costo Promedio ponderado por energía, expresado en \$/kWh, de las compras propias del Comercializador Minorista *i* mediante

contratos bilaterales con destino al mercado regulado, liquidados en el mes $m-1$.

Mc_{m-1} : Costo Promedio ponderado por energía, expresado en \$/kWh, de todos los contratos bilaterales liquidados en el Mercado de Energía Mayorista en el mes $m-1$ con destino al mercado regulado.

$\alpha_{i,j}$: Valor de α del Comercializador Minorista i en el Mercado de Comercialización j para el mes de enero de 2007, calculado conforme la metodología de la Resolución CREG 031 de 1997.

$Pb_{m-1,i}$: Precio de la energía comprada en Bolsa por el Comercializador Minorista i , en el mes $m-1$, expresado en \$/kWh, cuando las cantidades adquiridas en las subastas del MOR y en contratos bilaterales no cubran la totalidad de la demanda regulada.

$$Pb_{m-1,i} = \frac{\sum_{h=1}^n P_{h,m-1} \times D_{i,h,m-1}}{\left(\sum_{h=1}^n D_{h,i,m-1} \right)}$$

Donde,

$P_{h,m-1}$: Precio de Bolsa en la hora h (\$/kWh), del mes $m-1$.

$D_{i,h,m-1}$: Compras en Bolsa del Comercializador Minorista i (kWh) en la hora h , del mes $m-1$.

n : Número de horas del mes $m-1$.

$AJ_{m,i}$: Factor de ajuste que se aplica al costo máximo de compra de energía, expresado en \$/kWh, del Comercializador i para el mes m , calculado conforme al Anexo 1 de la presente resolución.

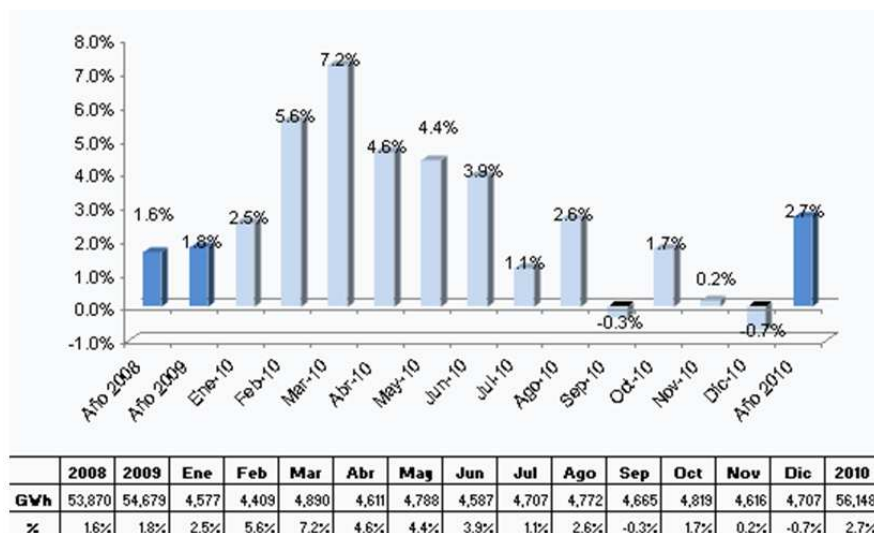
2.1 MERCADO DE LOS GRANDES CONSUMIDORES

En general los grandes consumidores se constituyen en usuarios no regulados, que corresponden a aquellos cuya demanda máxima es mayor que 0.1 MW o su consumo es superior o igual a 55 MWh-mes. Los grandes consumidores pertenecen al sector industrial y comercial. Cualquier usuario puede elegir su proveedor de energía, quienes pueden firmar contratos de compraventa con uno o varios comercializadores con condiciones y precios mutuamente acordados. Los contratos se inscriben en el ASIC y hay transacciones en bolsa, por lo que los usuarios no regulados actúan como agentes del mercado a través de la empresa comercializadora que los representa.

2.2 Demanda de Energía:

Durante el año 2010 la demanda de energía en Colombia fue de 56,147.6 GWh, la cual creció el 2.7% con respecto al año 2009, se nota un alto crecimiento en el primer semestre debido a la presencia de El Niño con altas temperaturas y un bajo crecimiento en el segundo semestre por La Niña con bajas temperaturas. Por tipo de días, los domingos y festivos fueron los que presentaron un mayor crecimiento 3.6%. En la gráfica 3 se observa dicha apreciación:

Gráfica 3: comportamiento de la demanda mensual de energía año 2010



Fuente: <http://www.xm.com.co/Pages/DescripciondelSistemaElectricoColombiano.aspx>

En la tabla 1 se presenta el consumo de energía por segmento (residencial, comercial, industrial y otros) y la participación porcentual de cada uno de los segmentos respecto a la demanda de energía total.

Tabla 1: Demanda y participación año 2010

(a) demanda por segmento

Segmento	DEMANDA POR SEGMENTO (GWh)			
	Residencial	Comercial y Oficial	Industrial	Otros
NACIONAL	23.245	13.532	18.023	1.348
VALLE DEL CAUCA	1.889	1.443	1.755	173

(b) Porcentaje participación de la demanda

Segmento	PARTICIPACION			
	Residencial	Comercial y Oficial	Industrial	Otros
NACIONAL	41,4%	24,1%	32,1%	2,4%
VALLE DEL CAUCA	35,9%	27,4%	33,4%	3,3%

Consumo de energía por subsegmento

En razón a que después del segmento residencial, el segmento industrial es el de mayor participación en la demanda nacional y departamental, lo cual es determinante en la competitividad del sector, la tabla 2 muestra la participación porcentual para algunos de los subsegmentos industriales.

Tabla 2: Participación porcentual de la demanda por subsegmento industrial.

Subsegmento	Participación de la demanda (%)
Alimentos bebidas y tabaco	19.4%
Textil y confecciones	6.9%
Calzado y cueros	0.4%
Maderas y muebles	1.0%
Papel e imprenta	10.9%
Químicos	18.7%
Cemento	22.6%
Piedras vidrio y cerámicas	19.4%
Hierro acero y no ferrosos	6.9%
Maquinaria y equipos	0.4%
Otros	1.0%

Según experiencias recogidas en desarrollos de programas de eficiencia energética en empresas del sector industrial, se ha encontrado que en procesos

convencionales, el costo de la energía representa entre un 2% y el 6% de sus costos totales de producción, sin embargo la Cámara de Grandes Consumidores de Energía y Gas de la ANDI ha establecido que para el sector de gases representa el 70% de los costos de producción y el 35% en el subsector de industria textil.

3. DEMANDA, OFERTA Y TRANSACCIONES EN BOLSA Y CONTRATOS.

En el presente capítulo se presenta la serie histórica entre julio de 2009 y junio de 2011, de la energía generada en el País, la demanda de energía y las transacciones que se realizaron en la bolsa de energía y entre agentes para atender dicha demanda.

3.1 Demanda de energía, Bolsa y Contratos

En la Tabla 3 se presenta la demanda de energía total del País y su distribución entre el mercado regulado y no regulado, además de cómo esta demanda fue atendida a través de despachos de contratos entre agentes y compras en la bolsa de energía.

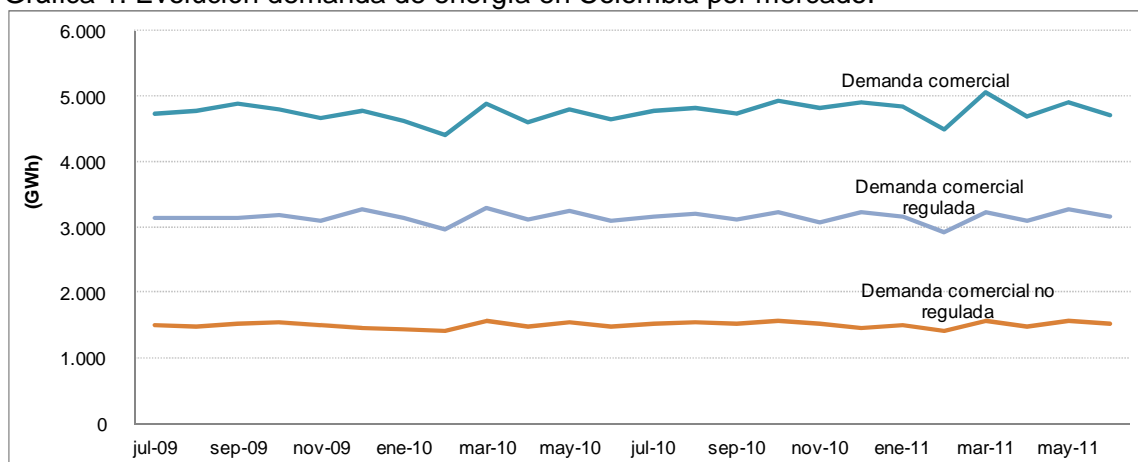
En la Gráfica 1 se muestra la evolución de la demanda de energía total en Colombia y de los mercados regulado y no regulado. Se observa la tendencia estable de la demanda regulada y las variaciones de la demanda de energía no regulada, seguramente como resultado de los cambios productivos del sector industrial.

Tabla 3: Serie histórica de la demanda de energía en Colombia

Periodo	Demanda comercial (GWh)	Demanda comercial no regulada (GWh)	Demanda comercial regulada (GWh)	Demanda comercial atendida en bolsa (GWh)	Demanda comercial atendida en contratos (GWh)
jul-09	4.720	1.487	3.140	1.322	3.399
ago-09	4.783	1.477	3.143	1.291	3.492
sep-09	4.880	1.509	3.135	1.318	3.563
oct-09	4.785	1.535	3.173	1.435	3.349
nov-09	4.663	1.495	3.086	1.399	3.264
dic-09	4.764	1.460	3.258	1.620	3.144
ene-10	4.618	1.422	3.134	1.570	3.048
feb-10	4.412	1.420	2.970	1.544	2.868
mar-10	4.889	1.571	3.295	1.613	3.275
abr-10	4.608	1.468	3.120	1.659	2.949
may-10	4.785	1.531	3.235	1.340	3.445
jun-10	4.638	1.469	3.089	1.484	3.154
jul-10	4.763	1.516	3.162	1.619	3.143
ago-10	4.821	1.542	3.199	1.543	3.278
sep-10	4.733	1.523	3.112	1.373	3.361
oct-10	4.924	1.572	3.214	1.379	3.545
nov-10	4.813	1.510	3.075	1.492	3.321
dic-10	4.895	1.459	3.217	1.664	3.231
ene-11	4.843	1.495	3.146	1.550	3.293
feb-11	4.480	1.405	2.923	1.299	3.181
mar-11	5.052	1.553	3.211	1.415	3.638
abr-11	4.675	1.472	3.084	1.356	3.320
may-11	4.903	1.565	3.265	1.422	3.481
jun-11	4.708	1.509	3.157	1.271	3.437
TOTAL	114.154	35.964	75.542	34.977	79.177

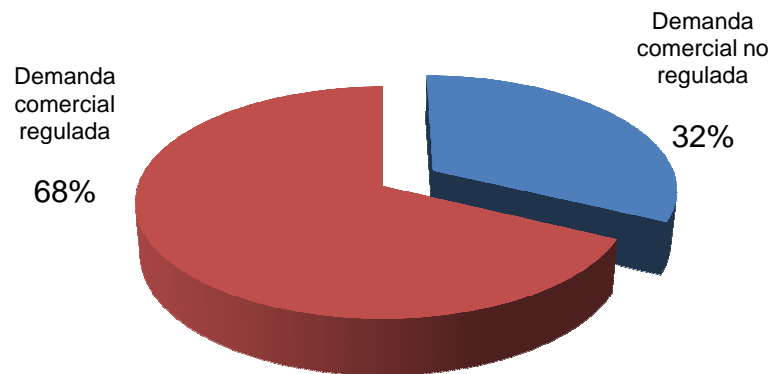
Fuente: XM (Expertos en Mercados)

Gráfica 1: Evolución demanda de energía en Colombia por mercado.



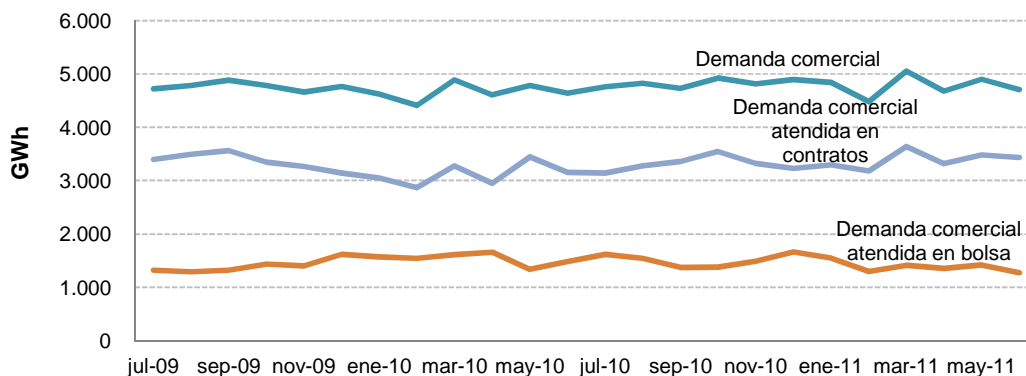
En la Gráfica 2 se muestra la participación porcentual de la demanda de energía entre los mercados regulado y no regulado. El 68% corresponde al mercado regulado y el 32% al mercado no regulado. Aunque en el 32% está incluido el segmento industrial de mayor consumo, por la regulación actual solo acceden los que cumplen las condiciones descritas en el numeral 2.1, es decir la pequeña industria se encuentra en el mercado regulado.

Gráfica 2: Composición porcentual de la demanda por mercado.

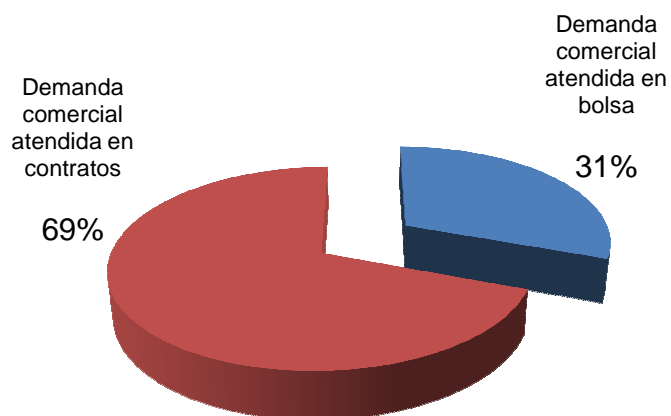


En la Gráfica 3 se muestra la evolución de la demanda de energía atendida en contratos y en la bolsa de energía. Se observa la tendencia a lo largo del periodo analizado de atender la demanda regulada a través de contratos de largo plazo entre agentes. En la Gráfica 4 se muestra la participación porcentual, confirmando la baja exposición a bolsa por parte de los comercializadores de energía que atienden la demanda final.

Gráfica 3: Evolución demanda de energía atendida en contratos y bolsa.



Gráfica 4: Composición porcentual de la demanda por bolsa y contratos.



3.2 Generación de Energía.

En la Tabla 4 se presenta la generación de energía total en Colombia y su distribución entre Hidráulica, Térmica y Cogeneración.

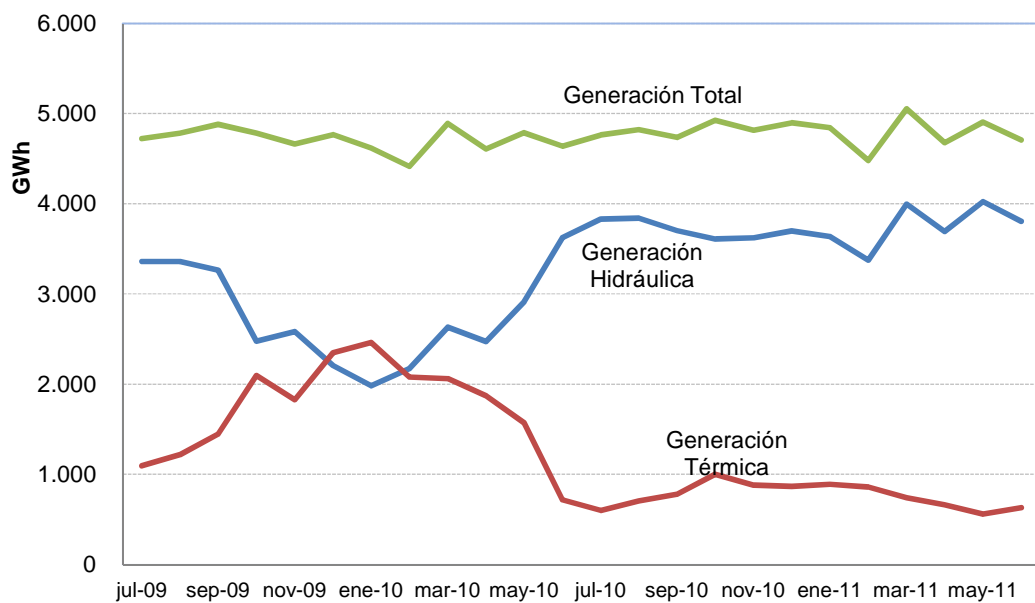
Tabla 4: Serie histórica de generación de energía en Colombia

Periodo	Generación Total (GWh)	Generación Hidráulica (GWh)	Generación Térmica (GWh)	Generación Térmica Carbón (GWh)	Generación Térmica Otros Combustibles (GWh)	Generación Térmica Gas (GWh)	Cogeneración (GWh)
Jul-09	4.720	3.360	1.095	368	ND	727	13
Ago-09	4.783	3.359	1.219	372	3	845	15
Sep-09	4.880	3.264	1.448	366	2	1.081	12
Oct-09	4.785	2.476	2.098	371	101	1.626	11
Nov-09	4.663	2.584	1.828	316	62	1.450	12
Dic-09	4.764	2.206	2.350	470	204	1.673	13
Ene-10	4.618	1.982	2.462	475	225	1.762	13
Feb-10	4.412	2.174	2.077	405	185	1.486	16
Mar-10	4.889	2.630	2.061	423	79	1.559	18
Abr-10	4.608	2.471	1.873	363	61	1.450	15
May-10	4.785	2.909	1.569	394	6	1.169	17
Jun-10	4.638	3.624	716	177	0	539	15
Jul-10	4.763	3.830	602	156	ND	447	16
Ago-10	4.821	3.839	703	235	ND	469	23
Sep-10	4.733	3.703	779	209	4	566	25
Oct-10	4.924	3.607	1.003	316	14	673	26
Nov-10	4.813	3.621	879	218	1	660	17
Dic-10	4.895	3.700	866	195	5	666	21
Ene-11	4.843	3.636	889	176	10	703	25
Feb-11	4.480	3.375	860	183	6	671	20
Mar-11	5.052	3.996	741	195	2	543	24
Abr-11	4.675	3.692	662	115	9	538	20
May-11	4.903	4.024	558	70	4	484	25
Jun-11	4.708	3.804	630	124	3	503	21

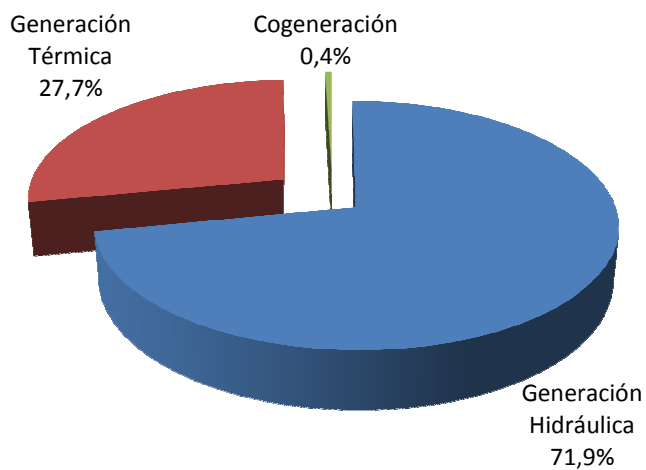
En la Gráfica 5 se muestra la evolución de la energía generada por plantas Hidráulica y Plantas Térmicas. Se observa cómo se invierten las cantidades de energía generadas por cada una dependiendo de los fenómenos climatológicos, lo cual se desarrollará más adelante. En la Gráfica 6 se muestra la participación porcentual, observando claramente la predominancia de la energía generada en plantas hidroeléctricas como resultado de los altos recursos hídricos con que cuenta el País, y la participación de la cogeneración de energía, principalmente

desarrollada por los Ingenios Azucareros, aprovechando la disponibilidad del bagazo de caña como combustible y la gran capacidad de generar vapor de agua para su proceso productivo.

Gráfica 5: Evolución de la Generación de Energía en Colombia.

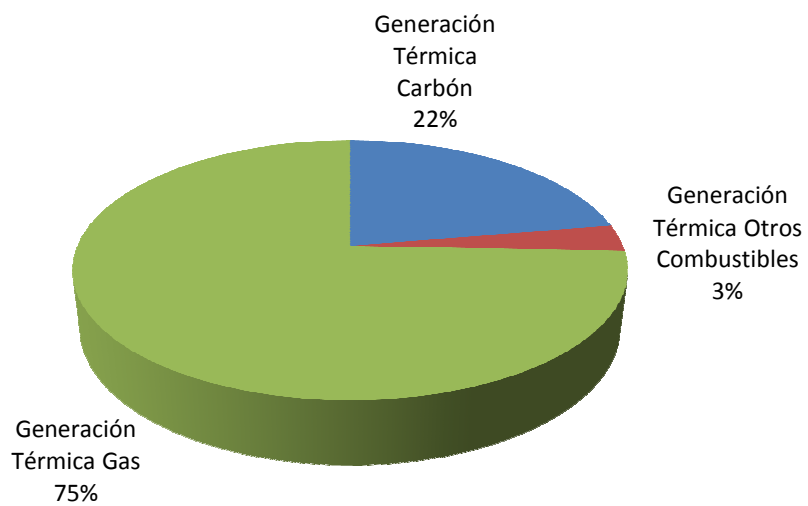


Gráfica 6: Composición porcentual de la generación en Colombia.



En la Grafica 7 se muestra la participación porcentual de los energéticos para la generación térmica en el País. El 75% de la energía eléctrica se genera con gas natural, razón por la cual el precio y disponibilidad de reservas del gas son factores determinantes en la conformación del precio de la energía. Esta relación directa se desarrollará en el capítulo siguiente.

Gráfica 7: Composición porcentual de la generación térmica en Colombia.



4. VARIABLES QUE INCIDEN EN LA CONFORMACIÓN DEL PRECIO Y CORRELACION CON CONTRATOS DE ENERGIA A LARGO PLAZO.

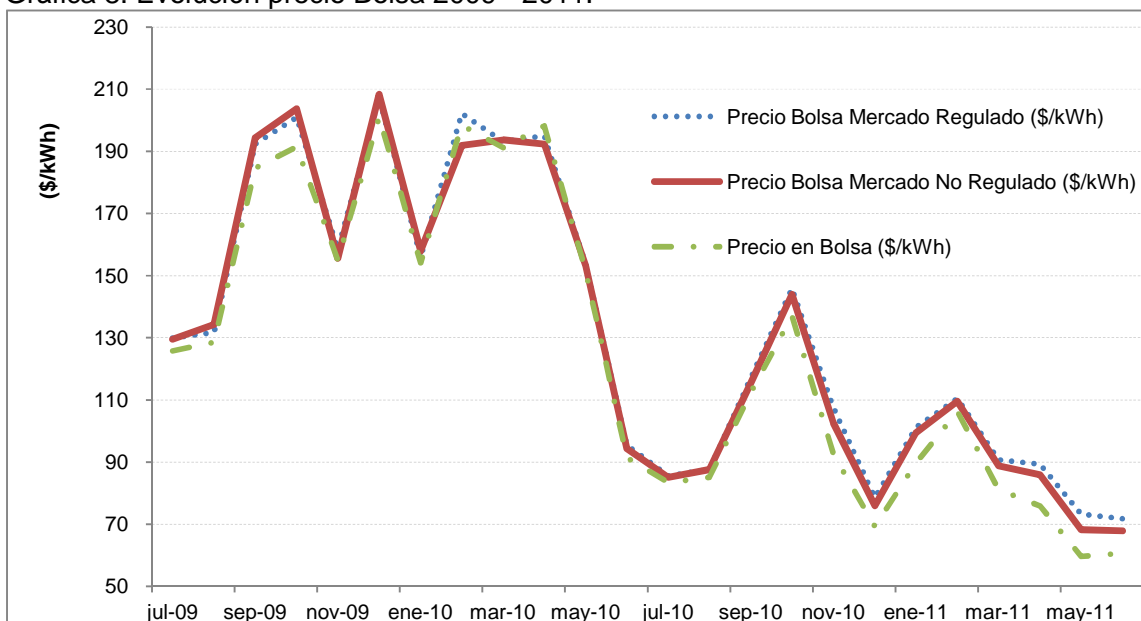
Existe una relación directa entre los precios de bolsa y la hidrología, por lo que la pendiente de precios relaciona la periodicidad del invierno y el verano durante cada año. Esto refleja el hecho que en la generación hidráulica el costo de oportunidad del agua es la variable fundamental para determinar el precio. Las condiciones particularmente húmedas hacen que el comportamiento de los precios de bolsa y contratos sea más bajo que en las temporadas de verano.

No obstante, los vertimientos de agua, ante abundancia de este recurso, no implican que el costo de oportunidad del agua cae a cero, ya que otros factores como las expectativas y el nivel de acumulación entran a jugar un papel importante en determinados momentos.

De otro lado, la generación térmica ejerce una influencia bastante marcada en el precio total, especialmente cuando se necesita para reestablecer el balance del sistema o para completar la demanda.

En la gráfica 8 se observa la evolución del precio de bolsa promedio en el periodo Julio de 2009 a Junio de 2011.

Gráfica 8: Evolución precio Bolsa 2009 - 2011.



4.1 Precios en Bolsa y Contratos

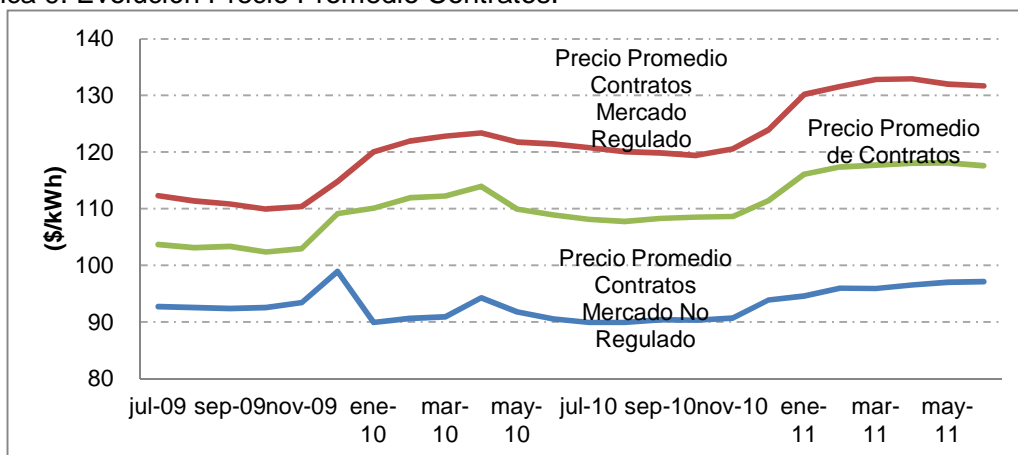
En la tabla 5 se presenta la serie histórica de los precios de bolsa y contratos y de variables como el índice de precios al productor IPP y el nivel agregado de los embalses, con las cuales se establecerá una correlación mas adelante.

Tabla 5: Precios de Bolsa y contratos de Julio 2009 a Junio 2011

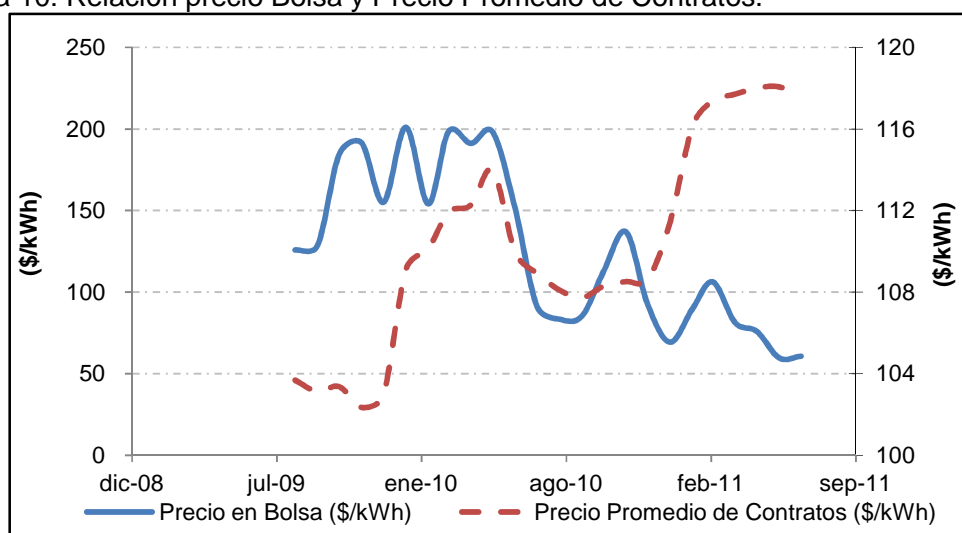
Periodo	Precio Bolsa Mercado Regulado (\$/kWh)	Precio Bolsa Mercado No Regulado (\$/kWh)	Precio en Bolsa (\$/kWh)	Precio Promedio Contratos Mercado No Regulado (\$/kWh)	Precio Promedio Contratos Mercado Regulado (\$/kWh)	Precio Promedio de Contratos (\$/kWh)	IPP	TRM	Nivel Agregado Embalses (%)
Jul-09	130	130	126	93	112	104	109	2.043	69%
Ago-09	132	134	129	93	111	103	108	2.035	73%
Sep-09	192	194	185	92	111	103	108	1.922	68%
Oct-09	201	204	192	93	110	102	107	1.994	68%
Nov-09	159	156	155	93	110	103	107	1.997	69%
Dic-09	207	208	201	99	115	109	108	2.044	66%
Ene-10	156	158	154	90	120	110	109	1.982	59%
Feb-10	202	192	198	91	122	112	110	1.932	51%
Mar-10	193	194	191	91	123	112	111	1.929	43%
Abr-10	195	192	198	94	123	114	111	1.970	45%
May-10	154	153	151	92	122	110	112	1.972	51%
Jun-10	95	94	91	91	121	109	112	1.916	56%
Jul-10	86	85	83	90	121	108	111	1.843	64%
Ago-10	88	88	85	90	120	108	111	1.824	65%
Sep-10	117	115	113	90	120	108	110	1.800	68%
Oct-10	146	144	137	90	119	109	110	1.832	70%
Nov-10	107	103	93	91	121	109	111	1.917	79%
Dic-10	79	76	69	94	124	111	113	1.914	77%
Ene-11	101	99	90	95	130	116	114	1.858	70%
Feb-11	110	110	106	96	132	117	115	1.896	61%
Mar-11	91	89	81	96	133	118	116	1.879	62%
Abr-11	89	86	76	97	133	118	117	1.768	79%
May-11	73	68	60	97	132	118	117	1.817	86%
Jun-11	72	68	61	97	132	118	117	1.780	87%

En las gráficas 9 y 10 se presenta la evolución del precio promedio de contratos y la bolsa de energía, sin que se observe una clara relación entre ellos.

Gráfica 9: Evolución Precio Promedio Contratos.



Gráfica 10: Relación precio Bolsa y Precio Promedio de Contratos.



4.2 Variables que influyen en el precio de energía:

Climatología: Fenómenos El Niño y La Niña:

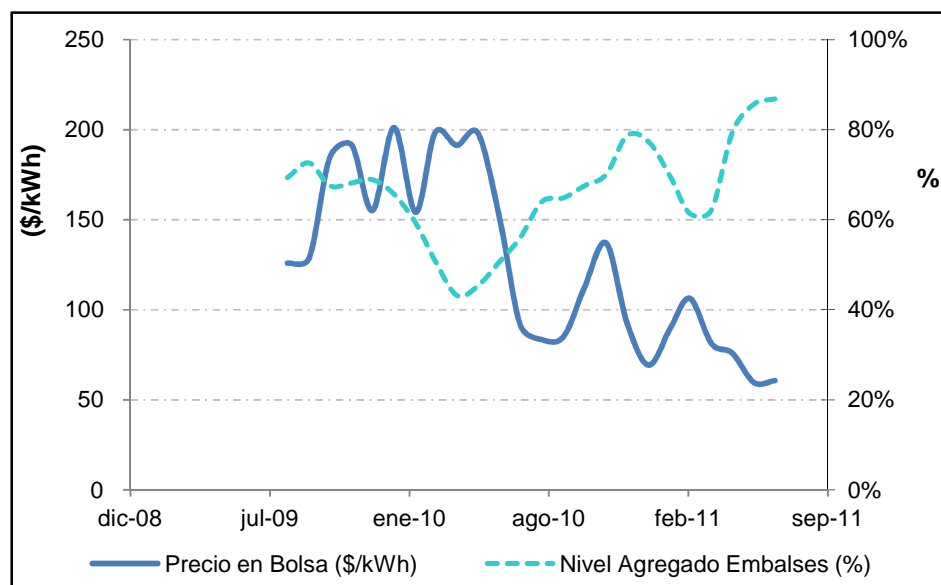
EL NIÑO es un fenómeno de naturaleza marina y atmosférica que se presenta con alguna regularidad (Cada 2 a 7 años) y que dependiendo de la intensidad que

pueda lograr afecta el clima mundial, modificando el comportamiento de los periodos lluviosos y secos. En el caso de Colombia EL NIÑO modifica las temporadas invernales reduciendo la cantidad total de lluvia que se presenta en los departamentos del Caribe y región Andina, principalmente.

El fenómeno de LA NIÑA se llama así porque presenta condiciones contrarias al fenómeno de EL NIÑO y consiste básicamente en la presencia de aguas inusualmente frías en el Océano Pacífico Ecuatorial y ocurre cuando los vientos del este se intensifican por arriba de lo normal.

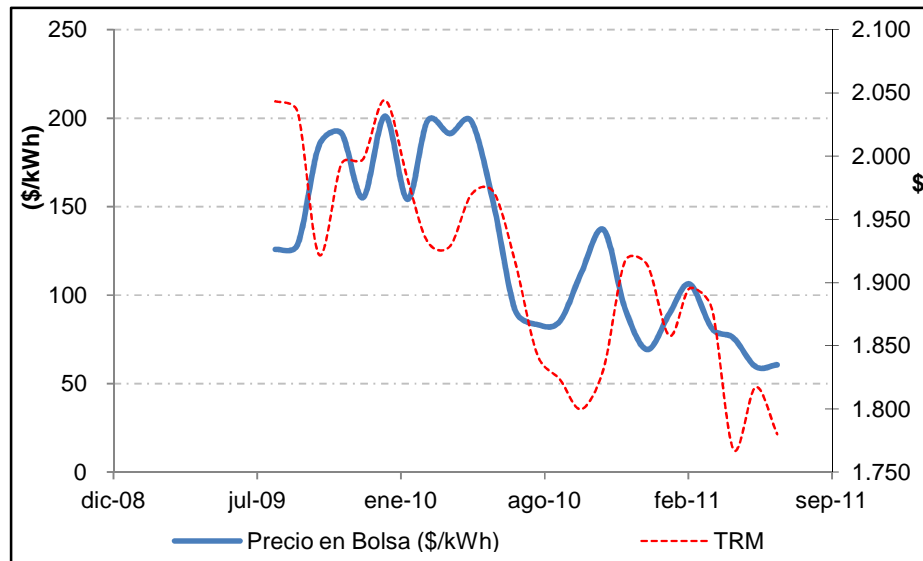
En la gráfica 11 se observa una relación inversa de los precios de bolsa con la condición climatológica reflejado en el nivel de los embalses.

Gráfica 11: Relación Precio Bolsa y Nivel Agregado Embalses.



Tasa Representativa: Algunos determinantes del precio de bolsa como el gas natural y el fuel oil están denominados en dólares de los Estados Unidos (USD), lo que hace que la tasa de cambio se convierta en un factor fundamental del precio de generación, especialmente la térmica. En la gráfica 12 se observa una relación directa entre la evolución del precio de bolsa y la tasa representativa del mercado TRM.

Figura 12: Relación Precios Bolsa y TRM



Adicionalmente, el marco regulatorio, la libre competencia, mayor participación privada, disponibilidad de gas y el balance entre oferta y demanda son factores que inciden en la conformación y expectativa de los precios.

4.3 Matriz de correlación y regresión lineal

Hasta el momento se ha identificado la tendencia entre las variables mencionadas con respecto al precio de bolsa, sin embargo para comprobar su relación o comportamiento entre cada una de ellas vamos a utilizar la matriz de correlación, la cual explica cómo es el grado de asociación lineal entre cada par de variables. Si tiene un valor cero o cercano a cero nos indica que tiene ninguna o poca asociación lineal entre las variables.

Cuando la correlación es positiva, nos indica que la dispersión y proyección de los valores de las variables van a crecer ambas conjuntamente. De otro lado cuando es negativa, nos indica que la dispersión y proyección de los valores son inversamente proporcionales.

A través de la función COEF.DE.CORREL del programa Excel se calculan las respectivas correlaciones de las variables y datos de la tabla 5. Igualmente se hizo uso del programa SPSS para corroborar la información, y cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla 6: Matriz de correlación

	Matriz de Correlación							
	Precio Bolsa Mercado Regulado	Precio Bolsa Mercado No Regulado	Precio en Bolsa	Precio Contratos Mercado No Regulado	Precio Contratos Mercado Regulado	Precio Promedio Contratos	TRM	Nivel Agregado Embalses
Precio Bolsa Mercado Regulado	1	0,998	0,997	-0,158	-0,588	-0,443	0,648	-0,584
Precio Bolsa Mercado No Regulado		1	0,996	-0,161	-0,606	-0,465	0,661	-0,583
Precio en Bolsa			1	-0,188	-0,596	-0,454	0,660	-0,628
Precio Contratos Mercado No Regulado				1	0,441	0,535	-0,040	0,392
Precio Contratos Mercado Regulado					1	0,974	-0,684	0,141
Precio Promedio Contratos						1	-0,585	0,084
TRM							1	-0,384
Nivel Agregado Embalses								1

Su diagonal siempre contendrá el valor de 1 dado que es la variable correlacionada con ella misma. Para efectos prácticos se tomó la matriz superior la cual es similar a la inferior.

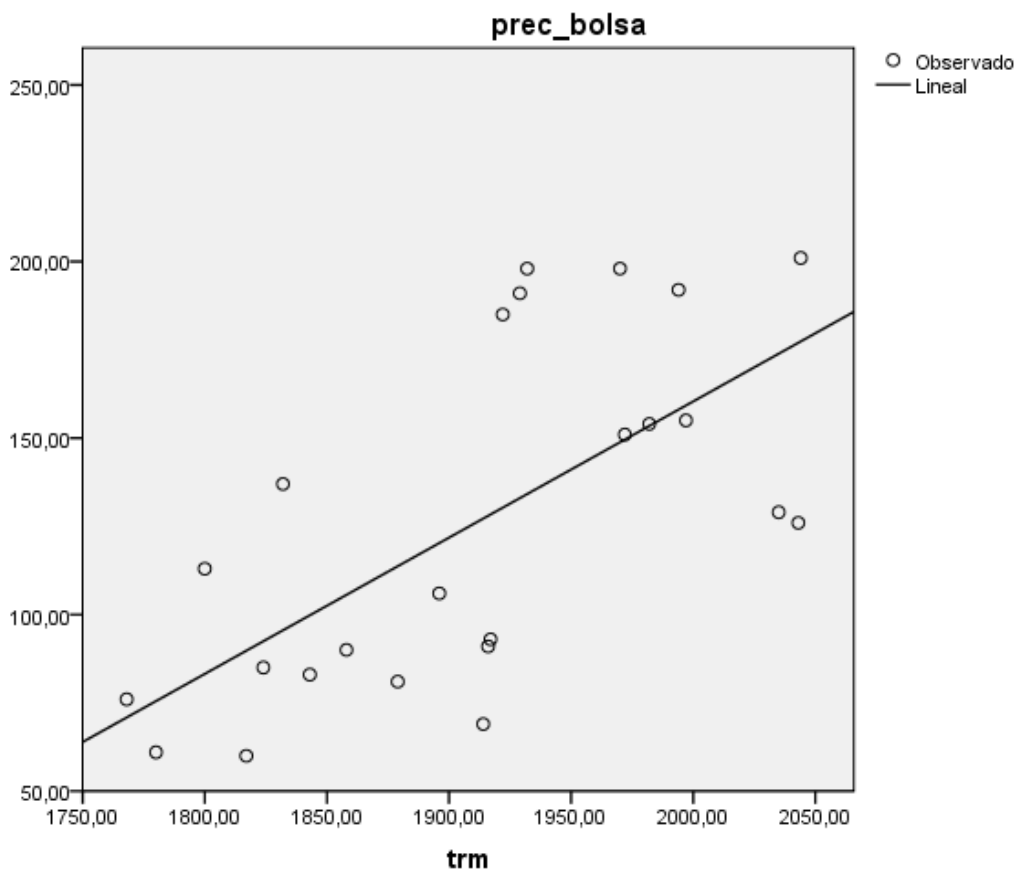
De la tabla se observa que las variables que más correlacionadas se encuentran con respecto al precio de bolsa son la TRM (directamente proporcional) y el Nivel agregado de embalses (inversamente proporcional). Este resultado es consecuente con la información que se ha venido desarrollando y es el reflejo de la dependencia del agua para la generación nacional. Por lo tanto se seleccionan estas dos variables independientes para obtener su regresión lineal.

Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros

Variable dependiente: Precio Bolsa

Variable independiente: TRM

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros	
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1
Lineal	0,435	16,95	1	22	0,00045	-611,430	0,386



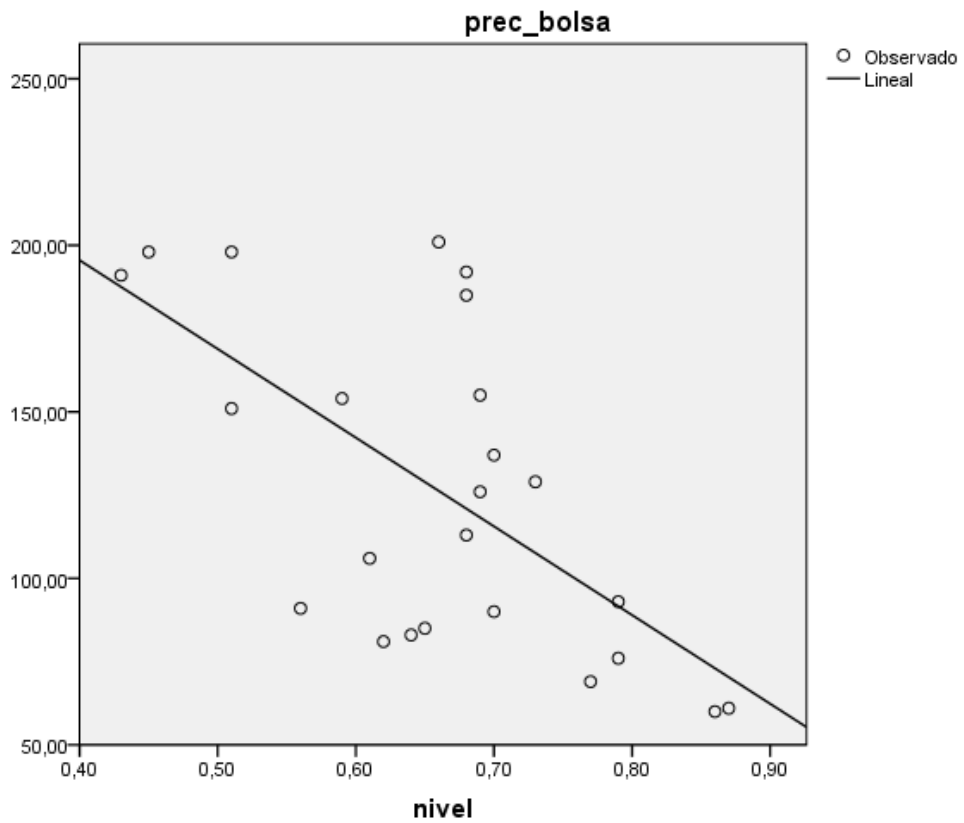
Con la regresión entre el precio de bolsa y la TRM se corrobora que a medida que se incrementa la TRM como variable independiente, el precio de bolsa tiene igual comportamiento, lo cual además nos permitiría hacer un pronóstico del precio de bolsa, estimando la TRM.

Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros

Variable dependiente: Precio Bolsa

Variable independiente: Nivel Agregado de los Embalses

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros	
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1
Lineal	0,3939543	14,3009	1	22	0,00103	302,072	-266,376



Con la regresión entre el precio de bolsa y el nivel agregado de embalses se corrobora que a medida que se incrementa el nivel como variable independiente, el precio de bolsa baja, lo cual además nos permitiría hacer una proyección del precio de bolsa con base en el pronóstico del clima.

CONCLUSIONES

Los análisis de los estudios demuestran que el precio de bolsa está, en gran parte, explicado por las variables fundamentales del mercado de energía mayorista, que se acaban de describir.

Adicionalmente, una de las variables que mayor correlación tiene es el nivel de los embalses que debido a la alta oferta de generación hidráulica, a los fenómenos climatológicos propios de nuestra región, generan cierta dependencia del volumen de agua almacenada en los embalses. Esta variable es y seguirá siendo una de las más importantes en la predicción del precio de la energía en bolsa. Lo que conlleva a las empresas a invertir en tecnologías con el fin de predecir la climatología y pluviosidad en un corto plazo.

La demanda de energía con destino al mercado regulado, se cubre principalmente con contratos a largo plazo entre agentes, en gran medida por la incertidumbre de los fenómenos climáticos y los riesgos de los valores permitidos para transferir a través de la tarifa al usuario final.

El desarrollo del parque de generación térmica en el País permitió que en los meses del año 2010 de mayor intensidad del fenómeno del niño, la demanda de energía haya sido atendida en su mayoría por plantas térmicas, confirmando la necesidad de tener un parque de generación equilibrado y no depender exclusivamente del recurso hídrico, como sucedió en los años 90s, cuando el

Gobierno Nacional debió decretar racionamientos diarios de energía, ocasionando una baja de productividad en el País.

A pesar de ser Colombia un País rico en minerales como el carbón, el parque de generación térmica tiene una alta dependencia del Gas Natural, lo cual genera una alta incertidumbre por las reservas disponibles en los yacimientos principalmente de Cusiana y Ballenas y por el precio del transporte, el cual es un factor determinante para la ubicación de las plantas.

BIBLIOGRAFIA DEL TRABAJO DE INVESTIGACION

Regulación expedida por la Comisión de Energía Gas CREG. Pagina Web www.creg.gov.co

Normativa expedida por el Ministerio de Minas y Energía. Pagina Web www.minminas.gov.co

XM Compañía de Expertos en Mercados S.A. E.S.P., filial de Interconexión Eléctrica Nacional ISA. Pagina Web www.xm.com.co.

Estudio “El Mercado de la Energía Eléctrica en Colombia: Características, Evolución e Impacto sobre otros Sectores- FEDESARROLLO.

Bolsa de Valores de Colombia. Pagina Web www.bvc.com.co