

PROYECTO CIER 14 – Fase II

***“Estudio de referenciamiento
internacional (Benchmarking)
costos de Administración,
Operación, Mantenimiento y
Gestión Ambiental (AOMG) en
plantas de generación de energía
eléctrica”***

Informe Ejecutivo

Noviembre 2015



Tabla de Contenido

1. Objetivos y Alcance Proyecto CIER 14	4
2. Metodología para el Referenciamiento	8
<hr/>	
2.1. Visión general de la metodología	8
2.1.1. Paso 1. Selección de la muestra de países y empresas	10
2.1.2. Paso 2. Caracterización de la actividad de generación	26
2.1.3. Paso 3. Homologación de la información de costos de AOM	27
2.1.4. Paso 4. Ajuste macroeconómico	27
2.1.5. Paso 5. Referenciamiento propiamente dicho	29
2.1.6. Paso 6. Desarrollo de los sistemas de información	33

Objetivos y Alcance
Proyecto CIER 14

1. *Objetivos y Alcance Proyecto CIER 14*

La Comisión de Integración Eléctrica Regional (CIER), dentro de su política de propender por el mejoramiento de la eficiencia empresarial de sus asociados y de la calidad del suministro a tarifas adecuadas, ha venido estructurando sistemas de referenciamiento internacional que permitan implementar herramientas de mejoramiento de gestión de los costos AOM asociados a cada actividad de la cadena de la industria eléctrica. Teniendo en cuenta el éxito alcanzado por el proyecto CIER 14 Fase I para el Área de Generación, la CIER dentro de su plan de trabajo decidió el desarrollo del Proyecto CIER 14 “Estudio de Referenciamiento Internacional (Benchmarking, Costos de Administración, Operación y Mantenimiento (AOM) en plantas de generación de energía eléctrica 2009-2013” Fase II, el cual ha sido financiado y liderado por empresas de generación eléctrica de 3 países de América del Sur y 1 de América Central, contando con la participación de los Comités Nacionales de estos países y el Coordinador Internacional de Generación de la CIER.

El Proyecto CIER 14 Fase II ha tenido por objeto realizar un estudio de referenciamiento internacional de Costos AOMG de plantas de generación, que permita a las empresas generadoras de energía participantes en el proyecto, compararse entre sí con el uso de una metodología diseñada de acuerdo con las necesidades, utilizando indicadores y parámetros apropiados, de tal manera que las Empresas obtengan herramientas para contribuir con el mejoramiento continuo de las Plantas y la toma de decisiones estratégicas.

Este proyecto responde a los requerimientos que sobre esta materia han venido manifestando empresas de generación de la CIER, así como al aprovechamiento de la experiencia positiva de los proyectos CIER 11 “Estudio de referenciamiento internacional para empresas de transporte de energía: “Estructura de Costos de Administración, Operación y Mantenimiento (AOM) e indicadores técnicos” en sus fase I, II, III y IV y CIER 17 “Estudio de referenciamiento internacional para empresas de distribución de energía: “Estructura de Costos de Administración, Operación y Mantenimiento (AOM) e indicadores técnicos” Fase I . Con base en la experiencia, desarrollo y resultados positivos de dichos proyectos y la Fase I del proyecto CIER 14, y teniendo en cuenta que se deseaba continuar con una estructura de referenciamiento similar a la de la Fase I de Generación, el Comité Directivo y el Grupo de Trabajo analizó y decidió la contratación directa de PricewaterhouseCoopers, ya que dichos consultores han venido realizando los proyectos de referenciamiento citados anteriormente, y así poder aprovechar las lecciones aprendidas y la economía en tiempo y conocimientos.

En particular, se establecieron los siguientes objetivos para el proyecto:

- Integrar un mayor número de empresas al proyecto, con énfasis en plantas térmicas a carbón y gas, geotérmicas y eólicas, con el fin de que la muestra sea cada vez más representativa de la población y por ende, se mejoren las estimaciones del modelo.
- Construir escenarios en SIRGEN BI que permitan el análisis para las plantas de generación eólica y geotérmica.

-
- Revisar la metodología del referenciamiento y hacer los ajustes necesarios, que garanticen el logro de los objetivos del proyecto.
 - Seleccionar un conjunto de variables, tal que expliquen significativamente los sobrecostos de AOMG en las empresas participantes.
 - Hacer las modificaciones necesarias en las herramientas de recolección de información y análisis de datos, que permita una gestión adecuada de la información.
 - Calcular la eficiencia económica para cada una de las plantas hidroeléctricas, térmicas, eólicas y geotérmicas, en la medida que exista un número suficiente de plantas de cada tipo que permita dicho análisis. Analizar, desagregar el delta de ineficiencia y explicar éstos resultados.
 - Incluir un análisis de correlación entre las variaciones de costos respecto a la curva de eficiencia y los indicadores de A, O, M y Gestión ambiental para cada empresa.
 - Medir la productividad de las plantas de generación, mediante la implementación de una metodología aplicable a las características de las empresas participantes en este proyecto.
 - Desarrollar e implementar una metodología para la identificación de las mejores prácticas de AOMG, para las plantas hidroeléctricas y térmicas, considerando el análisis de correlación.
 - Disponer de una estructura básica de referenciamiento permanente en el tiempo, con actualización anual de la base de datos del estudio y asegurar de esta forma que las empresas dispongan de la información en forma oportuna y homologada, según los criterios acordados

Para llevar a cabo este proyecto, la CIER contrató a PricewaterhouseCoopers como consultor internacional de reconocida capacidad técnica en el tema, quién desarrolló el trabajo de acuerdo con los Términos de Referencia. Para el desarrollo del proyecto se conformó un Grupo de Trabajo, el cual se encargó de analizar y aprobar los informes entregados por el consultor, integrado por representantes de las empresas de generación participantes en el estudio y el Coordinador Internacional de Generación de la CIER a quien se le delegó la coordinación del proyecto, también se creó el Comité Directivo integrado por representantes de la Región Andina y América Central, el cual tuvo dentro de sus responsabilidades el proceso de elaboración de los Términos de Referencia, solicitud de ofertas, análisis, selección y designación del consultor contratado, así como el seguimiento a las actividades previstas en el cronograma de trabajo durante toda la consultoría.

Dadas las características del proyecto, en la CIER se diseñó un esquema que permitiera su ejecución con financiación directa y voluntaria de Empresas de Generación a través de un convenio con CIER para la contratación de la consultoría.

Este proyecto fue promovido por la CIER, consiguiendo la vinculación de 14 empresas de generación de Energía Eléctrica de tres países de Sudamérica (Colombia, Ecuador y Uruguay) y un país de América Central (Costa Rica). Las empresas participantes fueron: Isagen S.A. E.S.P, Termotasajero S.A. E.S.P., Urra S.A. E.S.P., Empresas Públicas de Medellín E.S.P, Central Hidroeléctrica de Caldas S.A. E.S.P., Emgesa S.A. E.S.P., Gecelca S.A. E.S.P., Celsia S.A., Celsia Grupo Epsa, Electro Generadora del Austro - ELECAUSTRO S.A. , UTE, el Instituto Costarricense de Electricidad - ICE y Compañía Nacional de Fuerza y Luz – CNFL.

Como todo estudio de referenciamiento y especialmente los relacionados con costos se debió trabajar con sumo cuidado por parte del consultor y el Grupo de Trabajo, tanto para conseguir la información confiable y comparable, como para el manejo y procesamiento de la misma debido a la confidencialidad de la información. Este documento presenta el Informe General del proyecto con los resultados e información resumida y más relevante de acuerdo con los compromisos de confidencialidad que el tipo de estudio manejó para hacer posible su realización.

La CIER por medio de la Coordinación Internacional de Generación y su Grupo de Trabajo de Benchmarking AOM de Generación y los Consultores de PricewaterhouseCoopers-PwC-, quienes conjuntamente lo desarrollaron, entregan sus resultados como un aporte más a su compromiso de apoyar estudios y proyectos que permitan a las empresas encontrar respuestas a situaciones comunes para mejorar su gestión empresarial.

La CIER agradece a las empresas de generación participantes, al Comité Colombiano-COCIER por su apoyo logístico, a los integrantes del Grupo de Trabajo y al Comité Directivo conformado por el Ingeniero Mauricio Arango de ISAGEN Colombia como Coordinador Técnico Internacional del Proyecto quien estuvo a cargo de su dirección técnica junto con los Ingenieros Laura Paniagua y Andrés Rodríguez de ICE de Costa Rica, los Ingenieros Olga Milena Valencia y Luis Felipe Cotes de ISAGEN, Luz Marina Escobar, Gabriel Jaime Escobar y Yurley Martínez por parte de EPM Colombia, liderados por el Ingeniero Oscar Ferreño, Coordinador Internacional del Área de Generación, a la Secretaría Ejecutiva por su apoyo administrativo, a los Consultores contratados para este estudio: PricewaterhouseCoopers, quienes han hecho posible que podamos entregar el resultado del Proyecto CIER 14 Fase II, el cual estamos seguros que será un valioso aporte y documento referencia para los estudios, investigaciones y desarrollos de proyectos futuros sobre referenciamiento y costeo en otras actividades de la industria eléctrica.

Metodología para el Referenciamiento

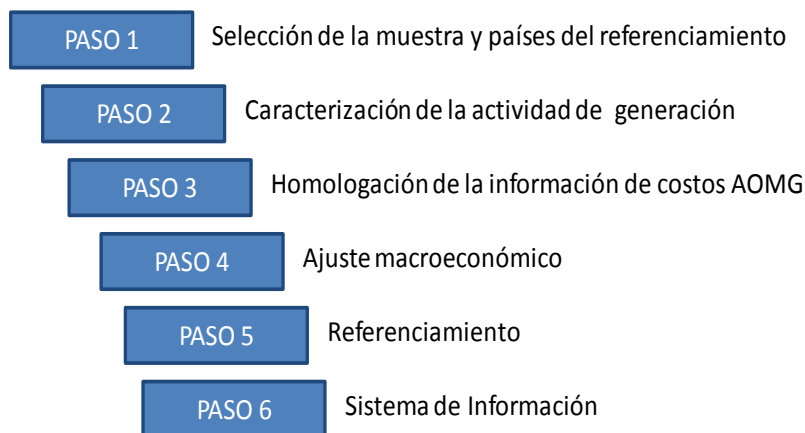
2. Metodología para el Referenciamiento

Para el desarrollo del referenciamiento (“benchmarking” como se conoce en idioma inglés) se definió una metodología que consta de seis pasos que se describen a continuación.

Se presenta inicialmente una visión general de la misma y posteriormente se desarrollan en detalle cada uno de los elementos (o pasos) que la componen.

2.1. Visión general de la metodología

A continuación se describe de manera sucinta la forma como se abordó el problema del referenciamiento (o “benchmarking” como se conoce en idioma inglés) de plantas de generación. Los grandes pasos, son los siguientes:



- **Paso 1. Selección de la muestra de países y de empresas.** Consiste en escoger el conjunto de empresas cuyas plantas serán objeto del referenciamiento. Como se verá se contó con información de cinco años (2009, 2010, 2011, 2012 y 2013) para un número de 13 de empresas de 3 países de Suramérica y 1 de América Central, con gran variabilidad en sus características en cuanto a propiedad, integración vertical y horizontal, tamaños, tipos y tecnologías de plantas de generación.
- **Paso 2. Caracterización de la actividad de generación.** Consiste en definir tanto la actividad de generación de electricidad como la cadena de valor genérica para los diferentes tipos de generación: hidroeléctrica, termoeléctrica, eólica y geotérmica. La importancia de este trabajo radica en establecer una base común de comparación, no solo en términos de léxico y de significados, sino a nivel de los macro procesos, procesos y actividades que constituyen la actividad

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

de generación. Para el caso de empresas integradas (verticalmente¹ u horizontalmente²), la caracterización de la actividad y la definición precisa de la estructura de sus procesos es determinante para una correcta comparación. Debe resaltarse que la caracterización fue el resultado del trabajo conjunto entre los participantes de las empresas y los consultores de PwC.

- **Paso 3. Homologación de la información de costos de AOMG.** La información de costos de AOMG³ está conformada por: (i) la proveniente de los egresos incurridos por las empresas en la administración, operación, mantenimiento y gestión ambiental y social de los sistemas de generación, los cuales aparecen de manera explícita en los estados de resultados de la contabilidad, y (ii) la proveniente de activos fijos propios de AOMG⁴. La homologación de la información de costos consistió en: (i) verter la información contable propia de las empresas, a los formatos desarrollados por la consultoría para cada tipo de planta y de esta manera reflejar la cadena de valor unificada por tipo de generación del Paso 2, (ii) eliminar información que no es comparable, como impuestos (incluido el de renta) y contribuciones, gastos asociados a eventos inesperados de gran cuantía (como por ejemplo, atentados terroristas de altos costos de reparación), y (iii) en el caso de empresas integradas, filtrar la información que no corresponde a la actividad de generación. Esta labor de homologación fue realizada directamente por las empresas con el apoyo, orientación y discusión de PwC.
- **Paso 4. Ajuste macroeconómico.** Dado que uno de los aspectos de gran incidencia en los costos de AOMG de las plantas es el relativo al entorno macro económico en donde se desenvuelven, es necesario realizar ajustes en las cifras económicas para hacerlas comparables. La metodología utilizada para hacer esta corrección es la que se deriva de examinar la paridad del poder de compra (“purchasing power parity” o PPP⁵) del dinero en los distintos países, a partir del análisis de canastas de bienes y servicios generales y comunes. Los factores de PPP aplicados en el presente trabajo son los calculados periódicamente por el Banco Mundial.
- **Paso 5. Referenciamiento propiamente dicho.** La fase de referenciamiento se desarrolló para los siguientes cuatro niveles:
 - **Referenciamiento de costos de AOMG.** Como se describe más abajo, la metodología que se utilizó es el Análisis de Frontera Estocástica (“Stochastic Frontier Analysis” o SFA), el cual consiste en construir la frontera de costos de AOMG eficientes, relativa al conjunto de plantas de la muestra y estimar los sobrecostos de cada planta de generación con relación a dicha frontera.
 - **Análisis de indicadores técnicos.** En primer lugar, con la participación de las empresas de la muestra, se definieron indicadores técnicos orientados a medir el desempeño y la productividad de los procesos de operación y de mantenimiento de la actividad de generación. Posteriormente, las empresas suministraron la información para el

¹ Es decir, empresas que realizan actividades de la industria eléctrica adicionales a la generación, como la transmisión, la distribución o el despacho de carga.

² Es decir, empresas que ejercen la actividad de la generación pero que desarrollan actividades en otras industrias distintas a la eléctrica, como las telecomunicaciones, el gas natural, etc.

³ A: administración (soporte), O: operación, M: mantenimiento, G: gestión ambiental y social.

⁴ Es decir, todos los activos distintos a los activos propios de generación. Los activos de generación son los inherentes a esta actividad tales como el embalse y la presa, las conducciones, los equipos de generación (calderas, turbinas, condensadores y generadores), los equipos de la subestación, etc.

⁵ La PPP corresponde a un tipo de cambio equivalente (o a un factor para corregir el tipo de cambio corriente) derivado de la paridad percibida del poder adquisitivo de una moneda local de un país con respecto a la moneda local de otro país que sirve como referencia. En otras palabras, consiste en determinar el tipo de cambio “real” que haría equivalentes los poderes adquisitivos de las monedas de los dos países (el que se analiza y el de referencia) para comprar el mismo tipo de bienes y servicios. En el presente trabajo se considera a los Estados Unidos de América como el país de referencia para todos los demás, tal como es la práctica del Banco Mundial en su metodología.

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

cálculo de dichos indicadores. Y finalmente, se realizó un análisis de correlación entre los indicadores a fin de determinar las dependencias mutuas entre los mismos.

- **Análisis de prácticas:** Se desarrollaron cuestionarios para hacer el análisis de las prácticas de operación, mantenimiento, gestión ambiental y social; así como para los procesos de soporte de las empresas participantes en el Referenciamiento.
- **Referenciamiento global.** Con el propósito de examinar el desempeño en costos y desempeño técnico, se procedió a examinar los vínculos entre éstas variables.
- **Paso 6. Desarrollo del sistema de información.** Con el propósito de (i) configurar una base de información de costos y técnica comparable que, además de permitir el manejo de la información del proyecto, sirva para continuar el trabajo en el futuro, y (ii) contar con una herramienta de uso fácil para que las empresas participantes puedan examinar su nivel de gestión en procesos específicos, se desarrollaron los siguientes dos sistemas de información: SIRGEN BD para la captura vía Web de información general, de plantas de generación, de indicadores técnicos y de productividad y de activos distintos a los propios de la generación, y SIRGEN BI un sistema de información de inteligencia de negocios para el análisis de costos, indicadores, prácticas y eficiencia económica.

2.1.1. Paso 1. Selección de la muestra de países y empresas

Consiste en escoger el conjunto de empresas con sus plantas que participarán en el referenciamiento. De acuerdo con la definición conjunta entre el Consultor y el Comité Directivo del Proyecto, la invitación para participar en el estudio se hizo extensiva a empresas dedicadas a la generación de energía eléctrica, o que siendo integradas verticalmente, pudieran identificar claramente las cuentas del servicio de generación y que además estuvieran interesadas en el proyecto y a cumplir con lo exigido en los términos de referencia.

De las invitadas, 13 empresas de 4 países de Sur y Centro América aceptaron participar en la Fase II del Proyecto CIER 14, permitiendo construir una muestra de plantas con diferentes características técnicas, propiedad, grado de integración (vertical y horizontal) y entorno en el cual desarrollan su actividad. Cada una de las empresas aportó información de tres años (2009, 2010, 2011, 2012 y 2013).

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

<p>COLOMBIA</p> 	 <p>CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CALDAS S.A. E.S.P. – COLOMBIA</p> <p>JUAN ALARCÓN Profesional Planeación Generación Energía</p> <p>SEBASTIÁN ARANGO NOREÑA Profesional Planeación Generación Energía</p> <p>FREDY LEONARDO GIRALDO Profesional Planeación Generación Energía</p>	  <p>Emgesa es una empresa del Grupo Enel</p> <p>EMGESA S.A. E.S.P - COLOMBIA</p> <p>MIGUEL FERNANDO REY Gerente</p> <p>JULIÁN RICARDO RIVEROS Profesional Planificación y Control</p>
<p>COLOMBIA</p> 	 <p>EPM – COLOMBIA</p> <p>LUZ MARINA ESCOBAR ARANGO Directora Operaciones Generación de Energía</p> <p>GABRIEL JAIME ESCOBAR Profesional Generación de Energía</p> <p>YURLEY ALEIDY MARTÍNEZ Dirección Costos y Presupuesto</p>	 <p>GECELCA S.A. E.S.P. – COLOMBIA</p> <p>OMAR NIEBLES BARRIOS Analista Transacciones</p> <p>MIRLEY VARGAS Analista Contable</p>
<p>COLOMBIA</p> 	 <p>ISAGEN S.A. E.S.P. – COLOMBIA</p> <p>MAURICIO ARANGO Director de Mantenimiento</p>	 <p>TERMOTASAJERO S.A. E.S.P. – COLOMBIA</p> <p>FELIPE PIMIENTO Director Planeación Financiera &</p>

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

	<p>OLGA MILENA VALENCIA Profesional Costos y Presupuesto</p> <p>LUIS FELIPE COTES Profesional Estrategia y Desarrollo Financiero</p>	<p>Tesorería</p> <p>BEATRIZ PÉREZ CONTRERAS Planeación y Predictivo</p>
<p>COLOMBIA</p> 	 <p>CELSIA GRUPO EPSA – COLOMBIA</p> <p>CARMEN ELENA OROZCO Gestor de Recursos – Gerencia de Generación</p> <p>DIEGO BEJARANO Gestor de Control Técnico</p>	 <p>CELSIA S.A.– COLOMBIA</p> <p>LUIS GABRIEL DÍAZ GUAO Ingeniería de Calidad- Gestión Técnica</p> <p>NATALY MENESES Analista Financiero</p>
<p>COLOMBIA</p> 	 <p>EMPRESA</p> <p>URRÁ S.A. E.S.P. URRÁ S.A. E.S.P. – COLOMBIA</p> <p>ISDALDO RUIZ Jefe Sección Equipos Eléctricos</p> <p>ALEJANDRO APONTE Asistente Contable</p>	
<p>COSTA RICA</p> 	 <p>ICE – COSTA RICA</p>	

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

	<p>LAURA PANIAGUA Directora</p> <p>ANDRÉS MOLINA RODRÍGUEZ Profesional Mejora Continua</p> <p>GERMÁN CASTILLO Apoyo Técnico</p>
--	---

<p>COSTA RICA</p> 	 <p>COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ – CNFL – COSTA RICA</p> <p>JORGE BLANCO MORA Director</p> <p>HASSEL GONZÁLEZ QUIROZ Mantenimiento Plantas de Generación</p>
--	--

<p>ECUADOR</p> 	 <p>ELECTRO GENERADORA DEL AUSTRO S.A. – ECUADOR</p> <p>RAÚL LEÓN PIEDRE Director Planificación</p> <p>BEATRIZ GONZÁLEZ Contador</p> <p>FRANCISCO ANDRADE Ingeniero de Planificación</p>
---	---

<p>URUGUAY</p> 	 <p>UTE – URUGUAY</p> <p>La energía que nos une</p>
---	--

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

	<p>TACUABÉ CABRERA ZIEGLER Gerente División de Generación Térmica MARIO ALBORNOZ Gerente División de Generación Hidráulica PONCIANO TORRADO Economista</p>
--	--

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

Actividades de las Empresas Participantes

País	Empresa	Propiedad ⁶	Actividades
Colombia	CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CALDAS S.A. E.S.P. – COLOMBIA	Pública	Generación hidroeléctrica, distribución y comercialización de energía.
Colombia	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN S.A. E.S.P. – COLOMBIA	Pública	EE.PP.M desarrolla actividades en los sectores de electricidad (generación, transmisión y distribución), distribución de gas natural por red, aguas (acueducto y alcantarillado) y telecomunicaciones.
Colombia	ISAGEN S.A. E.S.P. – COLOMBIA	Pública	ISAGEN se dedica adicional a la generación, a la comercialización de energía eléctrica, a la comercialización de gas natural por redes, la comercialización de carbón, vapor y otros energéticos de uso industrial y la promoción y ejecución de proyectos de generación en el ámbito nacional.
Colombia	TERMOTASAJERO S.A. E.S.P. – COLOMBIA	Privada	Generación Térmica y comercialización de energía eléctrica.
Colombia	URRA S.A. E.S.P. – COLOMBIA	Pública	El objetivo principal de la Empresa es la prestación de los servicios públicos de generación y comercialización de energía eléctrica y la dirección, coordinación, programación, contratación, ejecución y control de la Central Hidroeléctrica de URRÁ I y sus obras complementarias.
Colombia	EMGESA S.A. E.S.P. - COLOMBIA	Privada	El objetivo principal de la Empresa es la prestación de los servicios públicos de generación hidroeléctrica y térmica. Adicionalmente se dedica a la comercialización de energía a clientes no regulados (industrias, comercio o usuarios cuya capacidad instalada es superior a 0,1 MW y/o el consumo mensual es superior 55.000 kWh) y

⁶ Algunas de las empresas poseen capital público y privado. Sin embargo, en esta tabla se han clasificado de tal manera que se refleje la naturaleza de la propiedad (pública o privada) que domina en la toma de las decisiones estratégicas, como son la selección de inversiones, el nombramiento de los administradores, etc.

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

País	Empresa	Propiedad ⁶	Actividades
			venta de servicios a estos mismos clientes (servicios técnicos, alquiler de medidores, infraestructura eléctrica, atención de emergencias, entre otros).
Colombia	CELSIA GRUPO EPSA	Privada	El objetivo principal de la Empresa es la prestación de los servicios públicos de generación, distribución y comercialización energía.
Colombia	CELSIA S.A.	Privada	El objetivo principal de la Empresa es la prestación de los servicios públicos de generación, distribución y comercialización energía.
Colombia	GECELCA S.A. E.S.P. - COLOMBIA	Pública	El objetivo principal de la Empresa es la prestación de los servicios públicos de generación térmica. Adicionalmente se dedica a la comercialización de energía.
Ecuador	ELECTRO GENERADORA DEL AUSTRO ELECAUSTRO S.A.	Pública	El objeto social de la empresa es la explotación económica de una o varias centrales de generación eléctrica de cualquier tipo y colocar su producción total o parcialmente en el Mercado Eléctrico Mayorista para su comercialización, de conformidad con las disposiciones de las leyes de la República del Ecuador.
Costa Rica	INSTITUTO COSTARICENSE DE ELECTRICIDAD ICE- COSTA RICA	Pública	Mediante el decreto de ley No. 449, se le encarga el desarrollo de las fuentes productoras de energía de la Nación en todo el territorio nacional, a partir de la generación hidroeléctrica, térmica, eólica y geotérmica. Adicionalmente se dedica a la transmisión y distribución de la electricidad. El 28 de octubre de 1963, se agrega a la funciones del ICE, establecer, mejorar, extender y operar los servicios de comunicaciones telefónicas, telegráficas, radiotelegráficas y radiotelefónicas, asignándosele finalmente el 18 de junio de 1964, mediante la ley No. 3293, la explotación de los servicios de telecomunicaciones.

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

País	Empresa	Propiedad ⁶	Actividades
Costa Rica	COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ - CNFL	Pública	La generación hidroeléctrica, térmica y eólica. Adicionalmente se dedica a la distribución y comercialización de la electricidad.
Uruguay	UTE	Pública	Generación hidroeléctrica, térmica y eólica, así como la distribución y comercialización de energía eléctrica; servicios auxiliares complementarios de consultoría como: Operación y Mantenimiento de SSEE, Líneas y Cables; la ejecución y control de Obras de Transmisión, tanto las de reposición como las ampliaciones; los Estudios y proyectos de Transmisión; el Mantenimiento y las puestas en servicios de las Protecciones; las Obras y mantenimiento de Equipos de Electrónica de Potencia y Telecontrol de Instalaciones. También incluye a las actividades de Telecomunicaciones que brindan servicio también a otras actividades y negocios de UTE y al Despacho nacional de Cargas y la Planificación de la Explotación y Estudios asociados a la actividad Energética.

Caracterización de la muestra de plantas de generación

En la Figura 1, puede observarse el tipo de generación utilizada en las empresas participantes del estudio de referenciamiento, el cual conto con un total de 13 empresas latinoamericanas, con un total de 109 plantas de generación Hídrica, Térmica, Geotérmica y Eólica para el período 2009-2013.

Figura 1. Distribución de empresas participantes por países

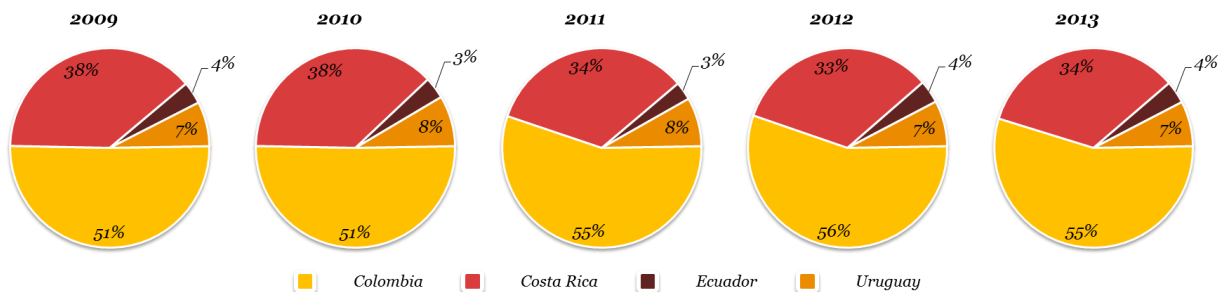
La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados



Fuente: CIER 14 – PwC

Figura 2. Participación de las plantas por país



Fuente: CIER 14- PwC

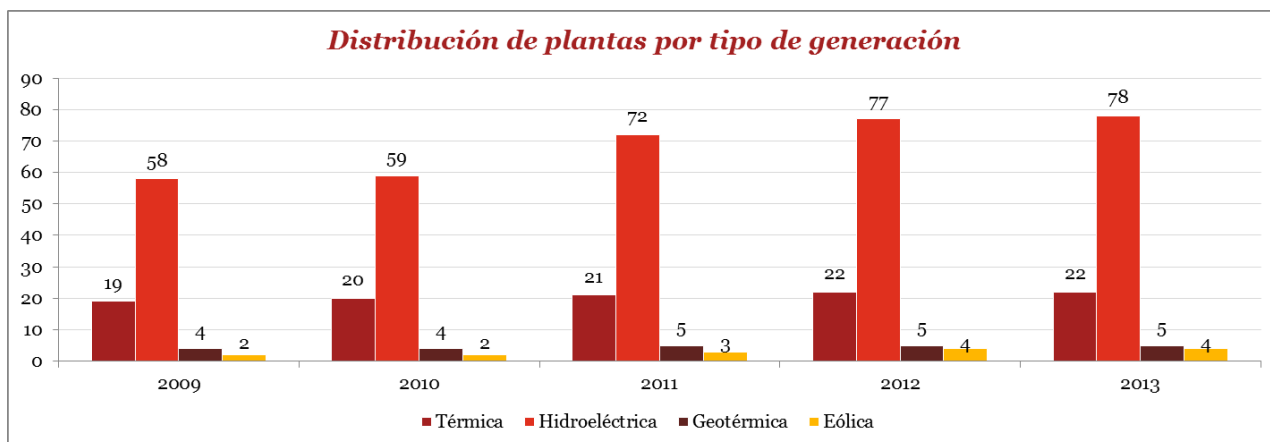
Plantas de generación

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

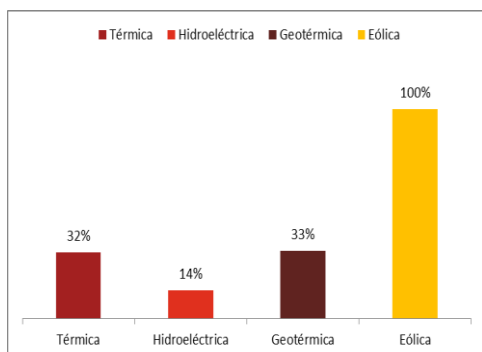
© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

Dentro del estudio se contó con una distribución para los años 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013 con 83, 85, 101, 108 y 109 plantas de generación respectivamente, lo cual puede visualizarse en la Figura 3, de acuerdo con el tipo de generación.

Figura 3. Clasificación de plantas por tipo de generación



Fuente: CIER 14- PwC



En la Figura 3 se puede observar el crecimiento en las plantas de generación objeto del estudio, siendo la más representativa la energía eólica la cual creció en un 100%, seguida de la generación geotérmica en un 33%, térmica 32% e hidroeléctrica en un 14%. Lo anterior se explica en el crecimiento de la capacidad neta de generación entre los años 2009 y 2013, en cada uno de los tipos de generación analizados en las empresas participantes.

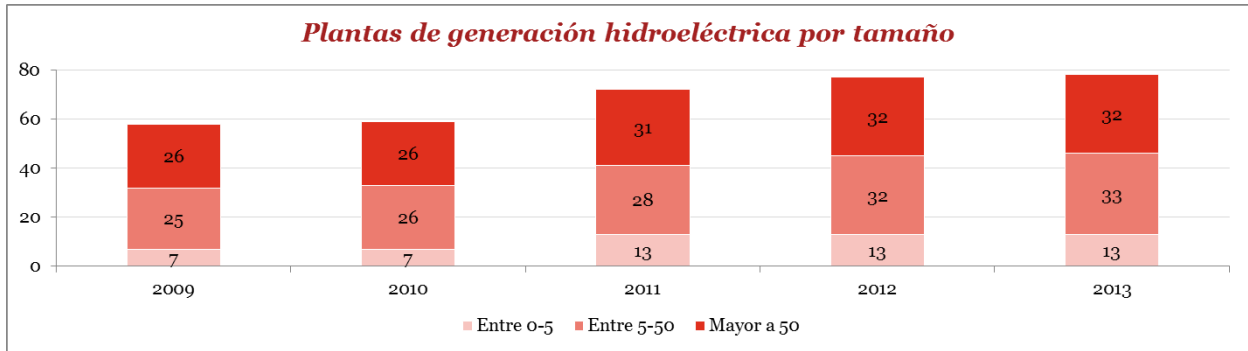
Plantas de generación hídrica

Con el fin de contar con un análisis más detallado y que permita generar comparaciones dentro de las plantas de generación hidroeléctrica, se clasificaron de acuerdo a la capacidad instalada de generación y la distribución de las plantas participantes en el referenciamiento se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Plantas de generación hidroeléctrica por tamaño

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados



Fuente: CIER 14- PwC

Las plantas pequeñas entre 0 y 5 MW, crecieron en un 79% la capacidad neta de generación, pasando de 16,05 MW a 28,74 MW, entre el año 2009 y el año 2013, esto por el crecimiento en el número de plantas iniciando con 7 plantas en el 2009 y finalizando con 13 plantas en el 2013.

Las plantas medianas entre 5 y 50 MW, crecieron en un 33% la capacidad neta de generación, pasando de 521.12 MW a 694.92 MW, entre el año 2009 y el año 2013, esto por el crecimiento en el número de plantas iniciando con 25 plantas en el 2009 y finalizando con 33 plantas en el 2013.

Las plantas grandes mayores a 50 MW crecieron en un 12% la capacidad neta de generación pasando de 8147 MW a 9148 MW, entre el año 2009 y el año 2013, esto por el crecimiento en el número de plantas iniciando con 26 plantas en el 2009 y finalizando con 32 plantas en el 2013.

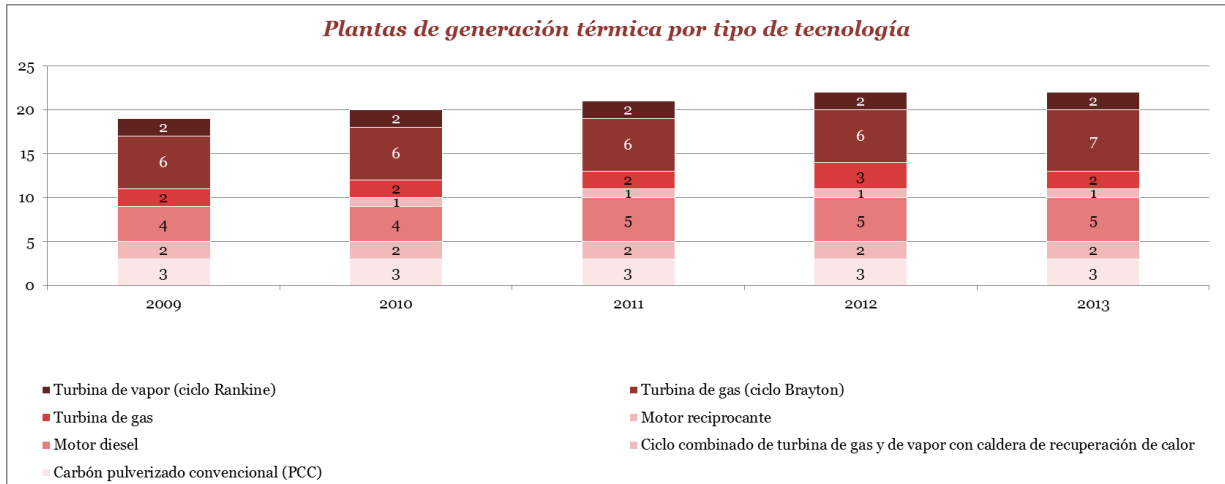
Plantas de generación térmica

De la misma forma para facilitar el análisis de las plantas de generación térmicas se utilizó la clasificación, de acuerdo con el tipo de tecnología utilizada para generar energía, el tipo de combustible y el combustible utilizado, lo cual puede observarse en la Figura 5, Figura 6 y Figura 7 respectivamente.

Figura 5. Plantas de generación térmica por tipo de tecnología

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

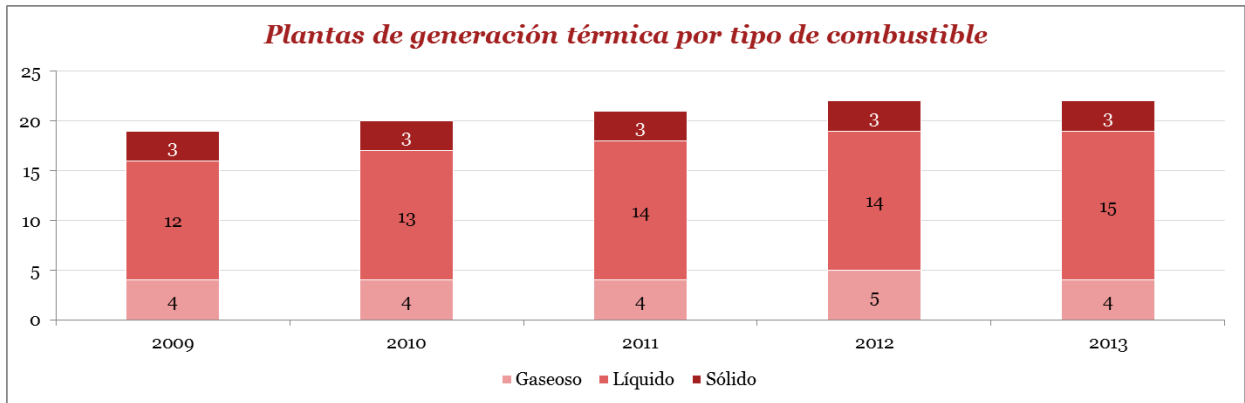
© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados



Fuente: CIER 14- PwC

En las plantas de generación térmica se puede ver que las que más se presentan son las de combustibles líquidos siendo el 68% del total de plantas. Las plantas de combustibles líquidos se incrementaron durante el periodo de análisis pasando de 12 a 15, representado el 61,9% del total de la generación térmica al finalizar el año 2013.

Figura 6. Plantas de generación térmica por tipo de combustible

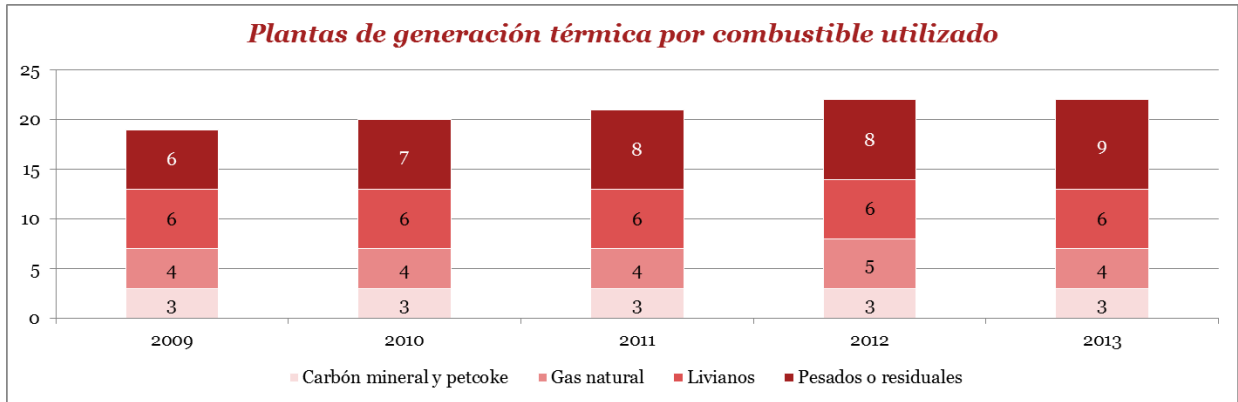


Fuente: CIER 14- PwC

Figura 7. Plantas de generación térmica por combustible utilizado

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados



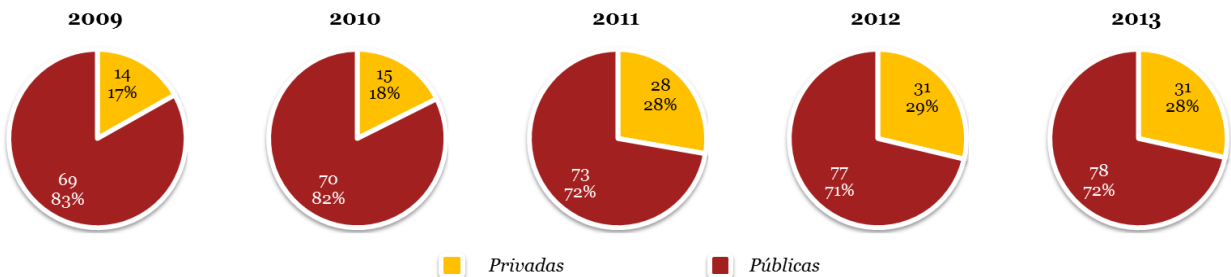
Fuente: CIER 14- PwC

Plantas por tipo de negocio, por año y tipo de propiedad

De acuerdo con el tipo de propiedad de las plantas de generación, se presenta un crecimiento en los dos sectores; sin embargo en el sector privado el crecimiento se da por encima del 100%, pasando de ser 14 plantas en el año 2009 a 31 plantas en el año 2013. La capacidad neta máxima de generación del sector privado objeto del estudio creció en un 639% con respecto al año 2009, indicando que el sector de generación sigue siendo atractivo para la inversión privada, en los países que lo permiten.

De la misma manera se evidencia un crecimiento en el sector público del 13% en el número de plantas y en la capacidad máxima de generación en las empresas participantes en el referenciamiento.

Figura 8. Plantas de generación por el tipo de propiedad



Fuente: CIER 14- PwC

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

Tabla 1. Plantas de generación por tipo de negocio, por año y tipo de propiedad

<i>Tipo negocio por año</i>	<i>Privada</i>	<i>Pública</i>	<i>Total</i>
G: Generación únicamente			
2009	14	10	24
2010	15	10	25
2011	15	10	25
2012	15	11	26
2013	15	11	26
GD: Generación y distribución			
2009		14	14
2010		14	14
2011		14	14
2012		16	16
2013		16	16
GTD: Generación, transmisión y distribución			
2009		45	45
2010		46	46
2011	13	49	62
2012	16	50	66
2013	16	51	67

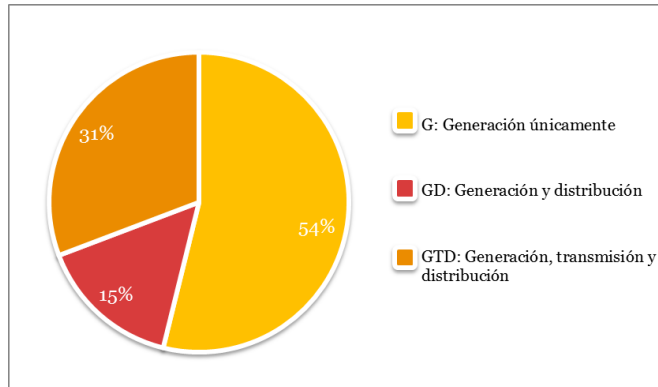
Fuente: CIER 14- PwC

La muestra de empresas, clasificada por la naturaleza de su propiedad y por el grado de integración (vertical en el sector eléctrico y horizontal con otros sectores) se presenta en la Figura 9. En la cual puede observarse que el 54% de las empresas participantes en el estudio de referenciamiento tienen como dedicación principal el negocio de generación eléctrica, el 15% se dedican al negocio de la generación y distribución de energía eléctrica y el 31% se encuentran dedicadas al negocio de generación, transmisión y distribución eléctrica.

Figura 9. Integración vertical del sector eléctrico

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

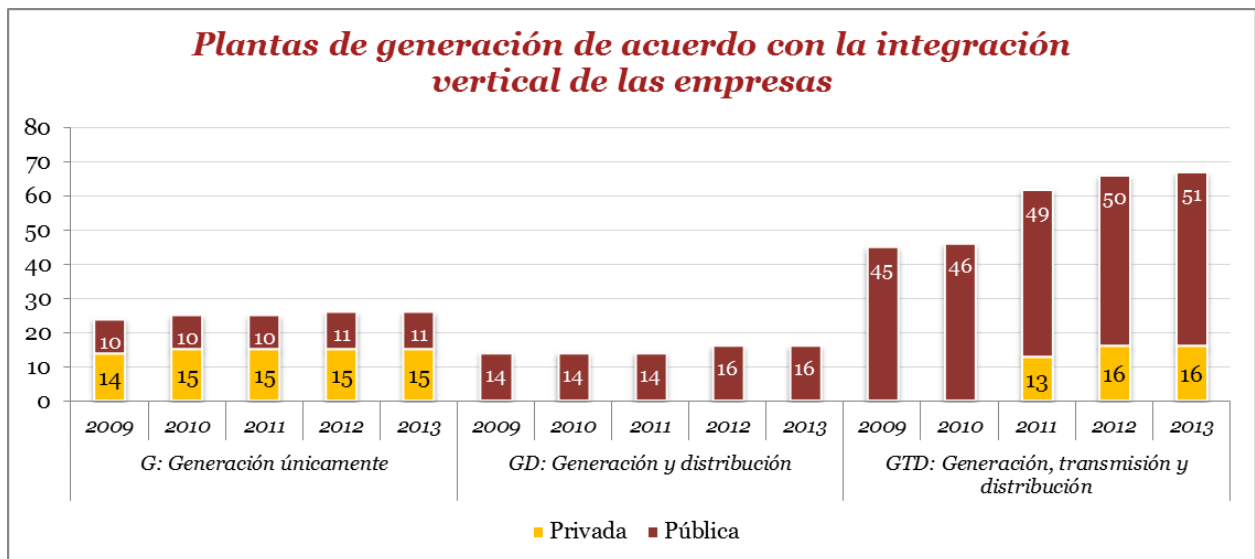
© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados



Fuente: CIER 14- PwC

En la Figura 10, se puede observar la distribución de las plantas de generación pertenecientes al sector privado y público de acuerdo con la integración vertical de las empresas en el sector eléctrico.

Figura 10. Plantas de generación de acuerdo con la integración vertical de las empresas



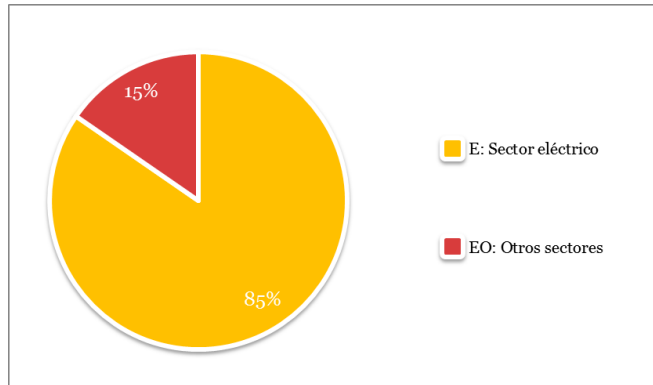
Fuente: CIER 14- PwC

El 15% de las empresas tienen una integración horizontal con otros sectores y el 85% de las empresas se dedican exclusivamente al sector eléctrico, lo cual puede apreciarse en la Figura 11.

Figura 11. Integración horizontal con otros sectores

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

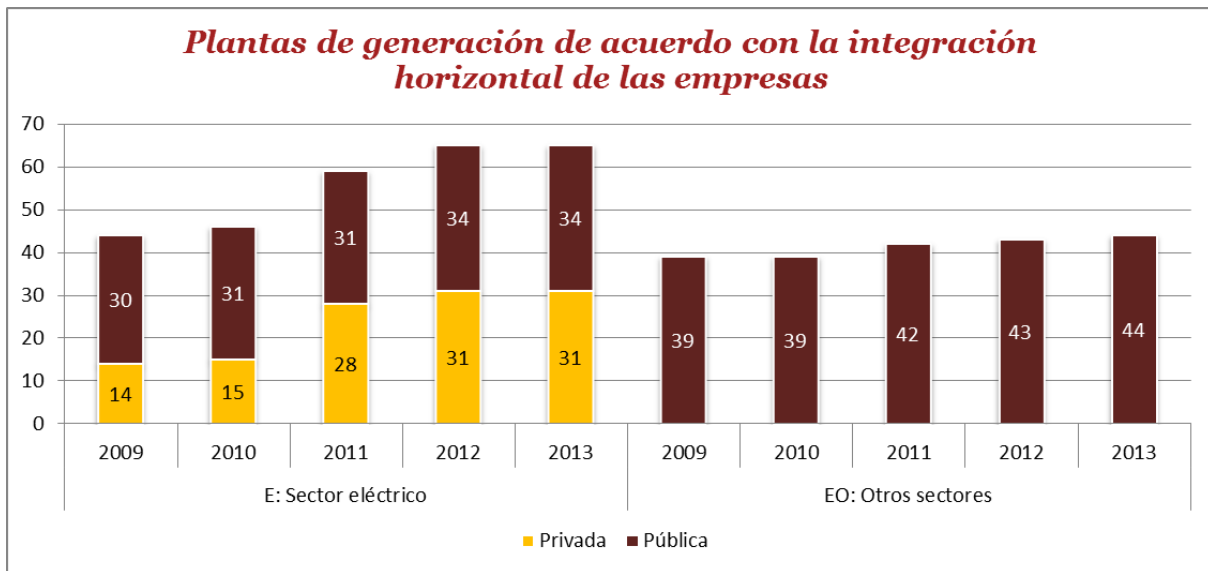
© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados



Fuente: CIER 14- PwC

Al analizar la distribución de las plantas de las empresas en la integración horizontal, se puede identificar que las empresas pertenecientes al sector público son las que cuentan con integración horizontal con otros sectores diferentes al sector eléctrico.

Figura 12. Plantas de generación de acuerdo con la integración horizontal de las empresas



Fuente: CIER 14- PwC

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

2.1.2. Paso 2. Caracterización de la actividad de generación

Para propósitos del referenciamiento se ha acordado la siguiente definición para la actividad de generación:

“Consiste en la aplicación coordinada de un conjunto de procesos dirigidos a la de conversión a gran escala de una fuente de energía (primaria o secundaria) en energía eléctrica, con destino a ser inyectada a una red de conducción de potencia eléctrica (típicamente de transmisión, pero en ocasiones también de distribución).

La cadena de valor es un conjunto de actividades que se ejecutan para diseñar, producir, llevar al mercado, entregar y apoyar a sus productos o servicios.

La cadena de valor está conformada por dos tipos de actividades: actividades de negocio y actividades de soporte o administración.

Las actividades de negocio son aquellas que se deben ejecutar para producir y entregarle a los clientes productos o servicios.

Macroprocesos de Negocio



Para propósitos del referenciamiento, las actividades de negocio⁷ están clasificadas en Desarrollar proyectos de generación (infraestructura), Realizar el manejo ambiental y social, Operar centrales de generación, Realizar mantenimiento a centrales de generación y Gestión Comercial. Sin embargo, dado que el referenciamiento se centra exclusivamente en los costos de AOMG, los costos relacionados con la ejecución de las actividades de Desarrollar proyectos de generación (infraestructura) y Gestión Comercial no han sido tenidos en cuenta en el presente estudio.

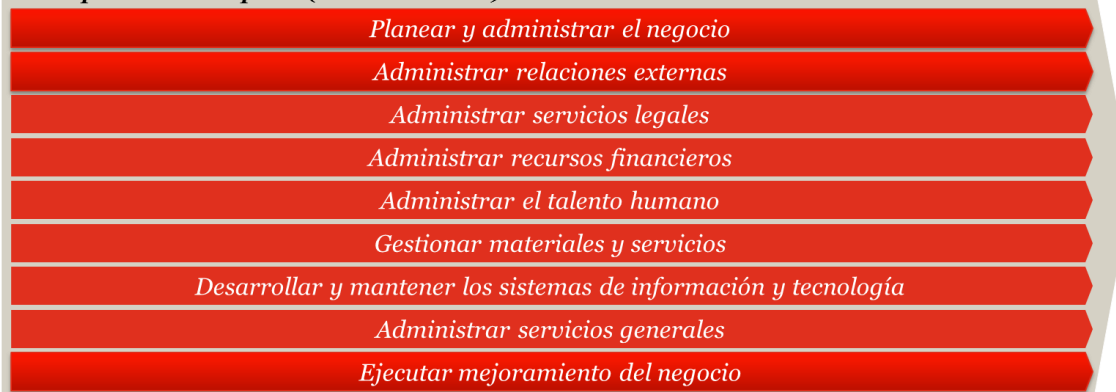
Los procesos de soporte o administración son aquellos que se ejecutan para apoyar los procesos de negocio y son comunes en todos los tipos de generación: térmica, hidroeléctrica, eólica y geotérmica.

⁷ Se mantiene la terminología de Porter, pero no debe conducir a confusión. La palabra “negocio” en este informe se refiere a macroprocesos de la “actividad de generación” y no del “negocio de generación”.

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

Macroprocesos de soporte (Administración)



2.1.3. Paso 3. Homologación de la información de costos de AOM

Para recolectar la información de **costos** de AOMG se diseñaron formatos específicos en SIRGEN BD que reflejan, de un lado, los macro procesos de negocio, los procesos y las actividades de la cadena de valor unificada, y de otro, los recursos empleados en tales procesos, donde se precisó la descripción de la información recolectada y la homologación de la que fue objeto.

De otra parte, dado que (i) las empresas generalmente poseen un conjunto de activos no propios de generación de AOMG que inciden en el nivel de gastos de AOMG, (ii) que existen otros costos escondidos de AOMG que es preciso revelar, (iii) que hay diferentes prácticas contables para registrar en el gasto o en el activo fijo el valor de las erogaciones realizadas para la reposición de los activos eléctricos, y (iv) así que existe un costo financiero de los repuestos de activos de generación, fue necesario desarrollar una metodología para poder tener en cuenta estos elementos en una correcta comparación.

2.1.4. Paso 4. Ajuste macroeconómico

Como se mencionó, el ajuste macroeconómico de las cifras de costos de AOMG (gastos y costos de inversión y de oportunidad), se hizo utilizando factores de corrección por PPP.

El Programa de Comparación Internacional (Internacional Comparison Program – ICP) calcula las Paridades de Poder Adquisitivo (PPP) para comparar los volúmenes del Producto Bruto Interno (PIB) entre diferentes países. Las PPP se basan en un estudio global de precios.

Para poder comparar los *volúmenes* de PIB u otros gastos totales, es necesario no sólo expresarlos en una misma moneda sino que a un mismo nivel de precios.

El tipo de cambio simplemente convierte los PIB a una misma unidad monetaria. Aun cuando estén valuados en la misma unidad monetaria, en varios países todavía se deben dividir las razones de los PIB en sus componentes de volumen y precio.

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

El ICP se origina en el hecho de que existen muchas pruebas acumuladas a lo largo de las décadas para mostrar que, después de convertir los flujos de gastos a una misma moneda en diferentes países, como por ejemplo a dólar, utilizando **tipos de cambios**, los precios en *dólares* no son los mismos para todos los países. No sólo son diferentes los precios de los servicios y productos individuales, sino que existen diferencias sistemáticas en los niveles de precios entre los países. Por lo tanto, es necesario ajustar estas diferencias en los niveles de precios para poder realizar las comparaciones de volúmenes.

Como el nombre lo indica, una Paridad de Poder Adquisitivo es la tasa de conversión monetaria por la que una cantidad determinada de moneda compre el mismo volumen de productos y servicios en dos países diferentes. Otra forma de definir a la PPP, es que al utilizarse como conversor de monedas, los niveles de precios son los mismos en ambos países.

La PPP entre dos países se define como la tasa a la que la moneda de un país necesita ser convertida a la moneda de otro país para garantizar que una cantidad determinada de moneda de ese primer país pueda comprar el mismo volumen de productos y servicios en el segundo país.

El concepto de PPP es claro y simple cuando se trata de un producto o servicio en particular, por ejemplo, la sal. Si el precio del kilo de sal en el país A es PA unidades de moneda y el precio en el país B es PB unidades de moneda, la PPPAB para la sal se define como la razón PB / PA . La razón generalmente se normaliza llevando PA a uno, entonces la PPP puede expresarse como un número determinado de unidades de moneda B por unidad de moneda A.

Si una cantidad determinada de moneda del país A es convertida a la moneda del país B a la tasa PPP PB / PA de sal, debe por definición de la PPP, poder comprar la misma cantidad de sal en el país B como en el A, de allí el nombre de “paridad de poder adquisitivo”. Sin embargo, las mediciones de las PPP entran en los problemas de números índices tradicionales tales como los que se presentan en los índices de precios inter-temporales cuando más de un producto o servicio está en juego.

En la práctica, los precios *relativos* de los distintos productos y servicios varían de país en país ya que las condiciones de oferta y demanda también varían. Si la variación en los precios relativos entre dos países es mayor, la variación en las PPP individuales para los diversos productos y servicios también será mayor. Para poder obtener una PPP integral que abarque una mayor cantidad de productos y servicios, como por ejemplo los servicios y productos de consumo familiar, es necesario considerar algún tipo de promedio de las PPP individuales. También deben medirse para que puedan reflejar la importancia relativa de los diversos productos y servicios.

Las cantidades relativas varían bastante entre los países en respuesta a las variaciones en los precios relativos.

Los patrones de consumo también varían bastante entre los países debido a: los diversos precios relativos, climas, gustos, culturas, niveles de ingresos, etc. Determinados productos y servicios pueden no consumirse nunca en algunos países. Por lo tanto, la PPP promedio para un grupo de productos en particular variará de acuerdo al patrón de consumo de país que se utilice para proporcionar dichas medidas.

Una vez homologadas las monedas de los diferentes países utilizando las técnicas descritas anteriormente, se procedió a calcular el factor de conversión para aplicarlo a los costos de cada año y llevarlos a precios de 2013.

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

2.1.5. Paso 5. Referenciamiento propiamente dicho

La comparación de plantas de generación (“benchmarking”) de una clase particular comparable tiene por objetivo identificar las que exhiben mayor eficiencia y muestran indicadores de calidad sobresalientes en su generación.

Existen varias técnicas de “benchmarking”, las cuales se pueden clasificar en:

- 1) Técnicas cuantitativas, que a su vez pueden ser divididas en técnicas estadísticas simples, técnicas estocásticas paramétricas y técnicas no paramétricas. Las primeras se refieren a estadísticos que describen el desempeño de las empresas, las segundas y terceras a sistemas matemáticos que intentan definir relaciones entre los datos económicos.
 - Estadísticos muestrales: La aproximación más simple es la utilización de estadísticos (media, mediana, moda, desviación estándar, etc.) de variables de interés (como el costo unitario). Los indicadores de las empresas se comparan contra esta medida que puede considerarse representativa de las características de la muestra y se establece la posición relativa de cada empresa. Cuando se tienen series de tiempo de estos estadísticos es posible examinar la evolución del desempeño de la empresa.
 - Fronteras de eficiencia estocásticas basadas en regresión (Stochastic Frontier Análisis, SFA) Los análisis de regresión, derivan relaciones entre el desempeño de las empresas y variables relacionadas con las condiciones del mercado, del entorno y de producción. Una vez establecida la frontera eficiente, los datos de las empresas se comparan para evaluar su desempeño.
 - Fronteras de eficiencia no paramétricas (Data Envelopment Análisis, DEA). Utiliza observaciones de desempeño de las empresas para determinar la mejor práctica sectorial. Las empresas con niveles comparables de input, pero menor output, se separan de la frontera (la medida en que se desvían con respecto a la mejor práctica sectorial proporciona la medida de ineficiencia relativa).
- 2) Técnicas cualitativas que son aquellas relacionadas con analizar los procesos específicos de las empresas, sus políticas de administración, las maquinarias que utiliza, sus tecnologías, etc.

Referenciamiento de costos de AOMG (análisis de eficiencia económica)

El enfoque seleccionado para examinar la eficiencia económica relativa⁸ de las plantas de la muestra pertenecientes a un mismo tipo es el Análisis de Frontera Estocástica (SFA⁹ por sus iniciales en idioma inglés), que corresponde a un enfoque econométrico para estimar la *frontera de eficiencia* de los costos de AOMG¹⁰. Dicha estimación se realiza a partir de la información homologada y corregida por ajuste macro económico suministrada por las empresas y aplicando las herramientas estadísticas de regresión.

⁸ Es decir, la eficiencia de cada empresa se estima en relación con el conjunto de empresas de la muestra.

⁹ SFA: Stochastic Frontier Análisis

¹⁰ Una visión global y sencilla de las técnicas disponibles para medir eficiencia se presenta en el libro “UNA INTRODUCCIÓN A LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA - PARA REGULADORES DE SERVICIOS PÚBLICOS Y DE TRANSPORTE” escrito por Tim Coelli, Antonio Estache, Sergio Perelman y Lourdes Trujillo y editado por el Banco Mundial y Alfaomega. 2003. Este libro adicionalmente contiene referencias de publicaciones en donde se tratan con mayor profundidad las distintas metodologías.

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

El enfoque SFA reconoce de manera explícita que una vez descontados los efectos de las variables de entorno (es decir, los factores no controlables por los administradores de las empresas), los sobrecostos en AOMG observados en una planta específica (es decir, la diferencia entre los costos reales de la planta y el costo predicho por la frontera eficiente), pueden deberse no solo a ineficiencias atribuibles a la empresa, sino también a eventos aleatorios no controlables por los administradores de ésta.

Para compilar la información de las variables de entorno y las características de las plantas de generación se elaboraron formatos Web que fueron diligenciados por las empresas en el sistema SIRGEN BD.

La metodología de estimación de la frontera de eficiencia de los costos AOMG consiste en los siguientes pasos:

1. Formulación de la función de costos AOMG

La formulación de la función de costos AOMG se realizó a partir de la información suministrada por las empresas de la muestra. La variable dependiente escogida es el costo total anual de AOMG por kW neto, y como variables independientes características de la planta (como capacidad, edad, tipo, tecnología, combustible, etc.) y de la empresa propietaria (como propiedad, grado de integración, número de plantas que posee, etc.). Las formas funcionales utilizadas fueron “intrínsecamente lineales” como funciones lineales o funciones que al ser transformadas resultan en formas lineales.

2. Análisis y estimación de la función de costos AOMG mínimo cuadrática

La definición de las variables X (es decir, la decisión de cuáles variables independientes deben considerarse) es el resultado de un proceso estadístico de regresión múltiple que implica un análisis secuencial e iterativo. Parte de postular un conjunto de variables independientes candidatas plausibles desde el punto de vista técnico, sigue con una estimación de los parámetros del modelo de regresión, continua con la verificación de la bondad del ajuste del modelo y finalmente retroalimenta el proceso con los resultados obtenidos hasta obtener el modelo satisfactorio. La retroalimentación consiste en introducir (o eliminar) variables candidatas del modelo corriente y termina cuando el modelo satisface los postulados teóricos de un buen modelo de regresión lineal.

3. Estimación de la frontera estocástica de los costos (eficientes) de AOMG

Una vez determinado un buen modelo de regresión (paso anterior), el método de SFA comienza por redefinir el modelo original para reconocer que el término del error no solamente da cuenta de las variaciones al azar, sino que involucra ineficiencias¹¹.

¹¹ El modelo de frontera estocástica **de producción** fue propuesto de manera independiente en 1977 por dos equipos de investigadores: i) Aigner, Lovell y Schmidt, y ii) Meeusen y van den Broeck. El planteamiento original contempló una forma funcional específica para información tipo “corte transversal” (es decir, datos para un determinado La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

Una exposición del tema se encuentra en Kumbhakar y Lovell (2000), no obstante se presentarán las ideas básicas del asunto. El concepto de eficiencia técnica se refiere a la capacidad de una unidad productiva para maximizar un producto a partir de un conjunto de insumos. La frontera de producción está conformada por las unidades más productivas pero, dado que esta frontera es desconocida, debe estimarse a partir de la información con que se cuenta. Para el presente estudio la frontera no se refiere a la producción sino a la frontera de costos, y particularmente a los costos de AOMG.

Las ideas pioneras de frontera de producción/costos estocástica fueron introducidas por Aigner, Lovell & Schmidt (1977)¹² y por Meeusen & Van Der Broeck (1977)¹³. La función de costos que se utiliza en este documento para propósitos de estimación es $\mathbf{c} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}$. En este caso \mathbf{c} es el vector del logaritmo natural de los costos de AOMG por kW neto de capacidad. La matriz \mathbf{X} está compuesta por una columna de unos y por el grupo de variables explicativas involucradas en el proceso y que se mencionan más adelante. $\boldsymbol{\beta}$ es el parámetro que asocia variables con costos y $\boldsymbol{\varepsilon}$ es el término estocástico de perturbación.

El grupo de las variables dependientes pertenece a tres tipos: las que caracterizan la planta, las que se refieren al entorno físico donde se localizan las plantas, y, finalmente, las de tipo administrativo.

En el SFA el término estocástico (ε) adquiere una gran notoriedad. Se considera compuesto por dos elementos v_i y u_i de tal forma que $\varepsilon_i = v_i + u_i$. Para la i -ésima empresa bajo análisis en el término aleatorio se incluye un ruido simétrico v_i , normalmente distribuido ($v_i \sim N[0, \sigma_v^2]$), y un término no negativo de ineficiencia (u_i , distribuido como seminormal: $u_i \sim N^+[\mu, \sigma_u^2]$), los cuales se distribuyen entre sí de manera independiente. Del trabajo de Greene (1990)¹⁴ se desprende que el uso de una distribución como la seminormal da resultados alentadores en la definición de las ineficiencias de las unidades involucradas.

Para un conjunto de k insumos x_j , la función de costos de la i -ésima empresa puede expresarse como $C_i = f(x_{i1}, \dots, x_{ki}; \beta) \exp(v_i + u_i)$. El nivel eficiente de costos de la frontera estimada excluye al término de ineficiencia u y por tanto se representa como $C_i = f(x_{i1}, \dots, x_{ki}; \beta) \exp(v_i)$. De esta manera, la razón de costos de la firma con respecto a la de la frontera es $\exp(-u_i)$, y esta razón, es una medición de la eficiencia de costos de la i -ésima unidad analizada $EC_i = \exp(-u_i)$, donde EC_i se refiere a la eficiencia de costos de la i -ésima planta.

La obtención de los estimadores máximo-verosímiles requiere la maximización de la función asociada al modelo inicial de cuadrados mínimos ordinarios. Una vez encontrado el conjunto de estimados, se continúa con la obtención de la eficiencia para cada elemento. Como se cuenta con los estimados de $\varepsilon_i = v_i + u_i$, se posee información sobre u_i . Si $\varepsilon_i > 0$, entonces u_i es grande ($E v_i = 0$) lo cual sugiere que esta

intervalo de tiempo de una muestra de empresas) con un término del error de dos componentes: uno para dar cuenta de los efectos aleatorios (ruido) y otro para dar cuenta de las ineficiencias técnicas. Posteriormente se desarrolló para fronteras estocásticas **de costos** y se amplió para considerar una forma funcional más general que permitió trabajar con información tipo "panel" (es decir, datos para una secuencia de intervalos de tiempo de una muestra de empresas) y así facilitar análisis de eficiencias que varían con el tiempo. Igualmente se ha venido trabajando arduamente sobre los supuestos del término de ineficiencias para hacerlo más general.

¹² Aigner, Lovell & Schmidt, (1977). "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models", *J. of Econometrics* 6:1, (July), 21-37.

¹³ Meeusen & Van Der Broeck (1977). "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error", *International Economic Review* 18:2 (June), 435-44.

¹⁴ Greene, W. H., (1990) "A Gamma-Distributed Stochastic Frontier Model", *J. of Econometrics* 46:11/2 (October/November), 141-64.

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

planta tiene ineficiencias relativas de alguna magnitud. De esta manera, si el sesgo de los residuales del método de cuadrados mínimos ordinarios es cero o negativo, no hay lugar para el modelo de frontera estocástica, o, alternativamente, la especificación de la función de costos no es la correcta. De ahí que un requerimiento inicial mínimo para ver la adecuación del modelo de frontera estocástica es la detección del sesgo positivo, lo cual, aunado a que la distribución de los residuales no sea la normal, abre la posibilidad de la utilización del modelo de frontera estocástica. Una vez calculados los parámetros del modelo se obtienen las eficiencias de costos a través de un estimador como el propuesto por Battese & Coelli (1988)¹⁵, que es uno de los más utilizados en el trabajo empírico.

Análisis de indicadores técnicos y prácticas AOMG

Para el referenciamiento técnico y de productividad de los procesos de administración, operación, mantenimiento y gestión ambiental y social de la actividad de generación fue necesario desarrollar indicadores orientados a medir tanto el desempeño técnico como la productividad de tales procesos, así como las prácticas en cada uno de ellos.

En la Descripción de Indicadores AOMG se presenta el marco conceptual para la caracterización de las plantas de generación, el desarrollo de los indicadores y su descripción detallada.

Con relación a los indicadores técnicos de operación y mantenimiento, se parte de definir lo que significa operar una planta de generación y lo que significa mantener los equipos e instalaciones que conforman dichas plantas. Posteriormente se introducen los tipos de indicadores destinados a medir la calidad de los resultados de los procesos y la productividad (técnica y económica) de los mismos.

Con la información suministrada por las empresas a través de los Formatos del sistema SIRGEN BD se calculan los indicadores y se realiza el análisis para examinar la coherencia y las correlaciones existentes.

Es de anotar que en el sistema de inteligencia de negocios (SIRGEN BI) es posible visualizar los indicadores y hacer comparaciones y sacar conclusiones.

Referenciamiento global

Con los resultados del referenciamiento descrito, respecto a los costos AOMG, los indicadores técnicos y de productividad y las prácticas de AOMG se realiza un análisis conjunto para verificar las relaciones mutuas entre estos aspectos (costos, calidad del servicio y productividad de procesos) y su correlación con las prácticas de AOMG. La herramienta utilizada es la técnica estadística de la correlación.

¹⁵ Battese, G. E. & Coelli, T. J. (1988). "Prediction of Firm-Level Technical Efficiencies with a Generalized Frontier Production Function and Panel Data", *J. of Econometrics* 38, 387-99.

Kumbhakar, S.C. & Lovell, K., (2000). *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press, USA.

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

2.1.6. Paso 6. Desarrollo de los sistemas de información

Con base en los requerimientos del proyecto relacionados con (i) configurar una base de información de costos y técnica comparable que, además de permitir el manejo de la información del proyecto, sirviera para continuar el trabajo en el futuro, y (ii) contar con una herramienta de uso fácil para que las empresas participantes puedan examinar su nivel de gestión en procesos específicos, se desarrollaron dos sistemas de información vía Web: SIRGEN BD para la captura de información y SIRGEN BI para la visualización y análisis de la información del Referenciamiento, con una base de datos común en SQL, accesible a las empresas a través de Internet.

Los sistemas de información desarrollados garantizan la captura y generación automática de los resultados del referenciamiento en el tiempo y permite contar con una herramienta para el análisis de la información resultante de estudio en los costos y gastos homologados a nivel de macroprocesos, procesos, actividades, recursos, indicadores de operación, mantenimiento administración y gestión ambiental y social, prácticas de AOMG y series de tiempo, que las empresas puedan realizar consultas y análisis en forma permanente sobre los resultados del referenciamiento para los años 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013.

Sistemáticamente se tomó la información recolectada de cada una de las empresas participantes en el referenciamiento, tanto a nivel del Pool de Recursos (información de gastos y costos), así como de los formatos diseñados para obtener la información técnica base para el cálculo de los indicadores y de los costos asociados con los activos de no generación y repuestos de administración, operación, mantenimiento y gestión ambiental y social; dicha información fue revisada y depurada conjuntamente con los representantes de las empresas y ajustada en la base de datos en SQL, con el fin de hacer la transformación y análisis estadístico correspondientes. Como producto de dicho análisis se requirió hacer nuevamente depuración de la información y ajuste de datos de entrada que resultaron inconsistentes con el fin de poder generar las estructuras de costos y los indicadores predefinidos; así como para efectuar el análisis de eficiencia económica.

Una vez desarrollada la validación y ajuste se procedió a integrar la base de datos en SQL con la herramienta “SIRGEN BI”, previo diseño de las pantallas de visualización en esta última herramienta.

Para efectos de la comparación de los diferentes indicadores cada planta de generación hidroeléctrica, térmica, eólica y geotérmica ha sido identificada con un código alfanumérico. Dicho código se mantiene en los diferentes indicadores tanto de costos, gastos, series de tiempo y para los indicadores de administración, operación, mantenimiento y gestión ambiental y social, agregados y de grados de integración, prácticas de AOMG, pero varía en los diferentes tipos de generación.

Como resultado del trabajo de diseño e implementación de la herramienta SIRGEN BI, las empresas tendrán a su disposición la visualización de los resultados del referenciamiento de tal forma que podrán acceder a diferentes escenarios. En el Sistema de Información del Referenciamiento de Costos y Gastos – SIRGEN BI, se detallan los escenarios y sus características; como por ejemplo:

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

Menu Principal

- PRACTICAS DE AOMG

- PLANTAS DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICAS

- PLANTAS DE GENERACIÓN TERMOELÉCTRICAS

- PLANTAS DE GENERACIÓN EÓLICAS

- PLANTAS DE GENERACIÓN GEOTÉRMICAS

- EMPRESAS



- Estructura de Costos AOMG Plantas Hidroeléctricas

Estructura de Costos AOMG por Macroproceso - H

Estructura de Costos - Macroproceso de Negocios - H

Estructura de Costos - Macroproceso de Administración - H

Estructura de Costos AOMG por Proceso - H

Estructura de Costos por Proceso de negocio - H

Estructura de Costos por Proceso de Administración - H

Estructura de Costos por Actividad - Procesos de Negocios - H

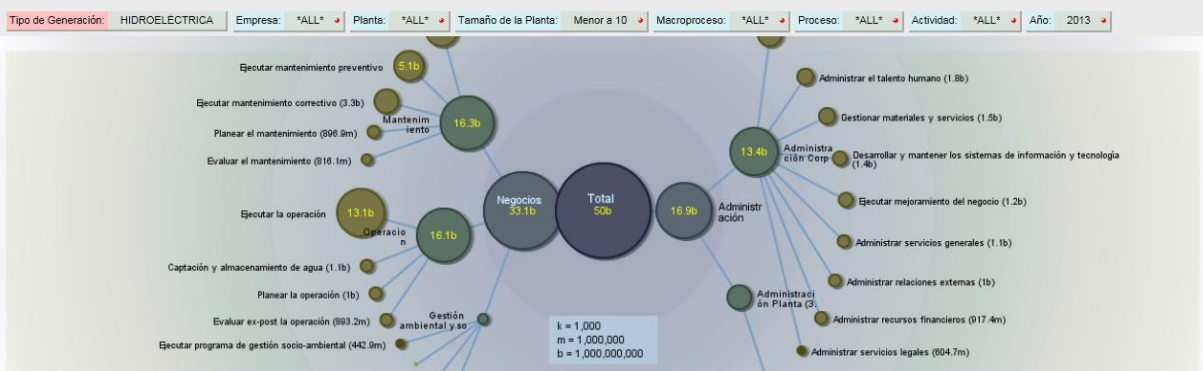
Estructura de Costos por Actividad - Procesos de Administración - H

Estructura de Costos por Grupo de Recursos - H



Estructura de Costos AOMG a nivel de actividad - P.H. - Moneda Local

k=miles m=millones b= miles de millones



La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

- PRACTICAS DE AOMG

- Administración

- Operación

- Mantenimiento

- Gestión Ambiental



La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados

www.pwc.com/co

La red de Firmas PwC suministra servicios de aseguramiento, impuestos y consultoría enfocados a las industrias, para mejorar el valor hacia los clientes. Más de 161,000 profesionales en 154 países que componen nuestra red comparten su pensamiento, experiencias y soluciones para desarrollar perspectivas frescas y proveer una asesoría práctica.

© 2015 PricewaterhouseCoopers. PricewaterhouseCoopers se refiere a las Firmas colombianas que hacen parte de la organización mundial PricewaterhouseCoopers, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Todos los derechos reservados