

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Administración para el Desarrollo

**El impacto tanto económico, como ambiental y social de instalar
hidroeléctricas en lugares estratégicos en el Ecuador**

Francisco José Darquea Jaramillo

Alexandra Velasco, MBA., Directora de Tesis

Tesis de grado presentada para la obtención del título de Licenciado en Administración de
Empresas

Quito, mayo de 2014

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Administración para el Desarrollo

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

El impacto tanto económico, como ambiental y social de instalar hidroeléctricas en lugares estratégicos en el Ecuador

Francisco José Darquea Jaramillo

Alexandra Velasco, MBA
Directora de la tesis

Arturo Paredes, M.Sc
Coordinador de área

Thomas Gura, Ph.D
Decano del Colegio de Administración
para el Desarrollo

Quito, mayo de 2014

© **Página derechos de autor**

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: Francisco José Darquea Jaramillo

C. I.: 1716756273

Quito, mayo de 2014

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Alexandra Velasco, profesora de la Universidad San Francisco de Quito en el Colegio de Administración para el Desarrollo, una persona dedicada, apasionada sobre el tema y con la facilidad y emoción de poder enseñar y desarrollar ciertos aspectos que el autor ha podido aprender de ella.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todos los profesores, entidades, familiares y amigos para que esta tesis se pueda llevar a cabo y dar a conocer el futuro que el gobierno quiere implementar en la vida cotidiana y rutinaria de los ciudadanos ecuatorianos. Se le agradece de manera grandiosa de nuevo a Alexandra Velasco quien tuvo durante toda la tesis la misma pasión e interés que tuvo desde el comienzo de esta tesis.

RESUMEN

La tesis a continuación trata sobre el cambio de la matriz energética del país. Actualmente el país tiene una matriz energética en donde predomina la producción energética proveniente del petróleo. El gobierno, conjuntamente con el Plan del Buen Vivir ha estado planeando cambiar la matriz energética del país creando una mayor participación en el área de hidroelectricidad. La forma en que el gobierno lo quiere cambiar es construyendo ocho nuevas hidroeléctricas en diferentes puntos del Ecuador con financiamiento de empresas chinas. Por ende, lo que trata esta tesis es entonces analizar los aspectos que propone el gobierno para el cambio de la matriz energética, los aspectos económicos, ambientales y sociales que pueden traer un cambio de aquella matriz y finalmente analizar cuál podría ser un numero optimo si es que el gobierno estaría en lo incorrecto.

ABSTRACT

El propósito de esta investigación es saber cuál es el beneficio de instalar las ocho hidroeléctricas que propone el gobierno ecuatoriano en aspectos ambientales, económicos y sociales. Por lo tanto, lo que se quiere analizar son los lugares de ubicación de las ocho hidroeléctricas, los *trade offs* de implementar mas hidroeléctricas en la matriz energética pero siempre enfocándose en la rentabilidad o viabilidad del proyecto, y finalmente se quiere analizar la matriz energética en temas de cuanto cambiaria/beneficiaria al país al instalar aquellas hidroeléctricas.

Tabla de Contenidos

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
TABLAS	11
GRAFICOS	12
FIGURAS	13
CAPITULO 1: INTRODUCCION AL PROBLEMA	14
Antecedentes	14
Antecedentes Hidroeléctricos	14
Antecedentes Petroleros	17
El Problema	19
Problema Petrolero	19
Problema Hidroeléctrico	26
Hipótesis	30
Hipótesis para el Estudio	30
Hipótesis Alternativa	32
Hipótesis Nula	34
Preguntas de Investigación	37
Objetivos Específicos	38
Contexto y Marco Teórico	39
El propósito del estudio	42
El significado del estudio	45
Definición de Términos	47
Presunciones del Autor	49
CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LA LITERATURA	51
Géneros de Literatura incluidos en la Revisión	51
Fuentes	51
Pasos en el Proceso de Revisión de la Literatura	52
Formato de la Revisión de la Literatura	54
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	55
Justificación de la Metodología Seleccionada	55

Herramienta de Investigación Utilizada.....	56
Características especiales relacionadas con el estudio.	58
Crecimiento del PIB	58
Crecimiento de la Población:.....	60
Fuentes de Información.	62
Características de los Documentos.	63
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE DATOS.....	64
Detalles del Análisis.....	64
Cambio de factor de emisión en la matriz energética del Ecuador.	64
Demanda y Producción actual del Ecuador de manera anual.....	67
Impacto Económico, empleos directos e indirectos.	72
El Ecuador en comparación con otros países hidroeléctricos.....	75
Confirmación análisis de cálculos del gobierno sobre el aporte hidroeléctrico.	79
Estudio Histórico del Clima en el Ecuador.	83
Importancia del Estudio	85
Resumen de Sesgos del Autor.....	86
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES	88
Respuestas a las preguntas de Investigación.....	88
Limitaciones del Estudio.....	94
Recomendaciones para el Futuro	94
Resumen General	95
Referencias.....	104

TABLAS

Table 1 Precios del Petróleo 1998-2011 según OPEP	24
Table 2 Proyección del Consumo Unitario Anual del Servicio Eléctrico	32
Table 3 Crecimiento Anual PIB Ecuador 2005-2012	60
Table 4 Crecimiento de provincias del Ecuador 2001 y 2010	61
Table 5 Proyectos Hidroeléctricos Colombia	76
Table 6 Proyectos Hidroeléctricos Perú.....	78
Table 7 Proyectos Hidroeléctricos Chile	79
Table 8 Proyectos Hidroeléctricos en construcción en Ecuador.....	81
Table 9 Consumo de Energía Eléctrica y Crecimiento en el periodo 2001-2010.....	82
Table 10 Ecuador en comparación con los países hidroeléctricos.....	83

GRAFICOS

Gráfico 1 Electricidad demandada en Ecuador por fuente	15
Gráfico 2 Potencia de Generación 1997 y 2006	16
Gráfico 3 Porcentaje de cada Empresa. Gráfico elaborado por autor, 2013.....	18
Gráfico 4 Composición de la Matriz Energética,.....	20
Gráfico 5 Precios del Petróleo desde 1970 hasta 2013	21
Gráfico 6 Demanda de energía primaria total de Ecuador por fuente	28
Gráfico 7 Demanda de energía primaria total de Ecuador por fuente	31
Gráfico 8 Proyectos del CONELEC por área. Gráfico elaborado por autor, 2013.....	34
Gráfico 9 Proyectos del CONELEC por área según potencia. Gráfico elaborado por autor, 2013	34
Gráfico 10 Crecimiento de la demanda de energía primaria en Sudamérica (1985-2008).....	43
Gráfico 11 Composición de la matriz energética de los países andinos en 2008	44
Gráfico 12 Emisiones de CO2	45
Gráfico 13 Producto Interno Bruto hasta enero 2014.....	59
Gráfico 14 Crecimiento de la Población de Pichincha	69
Gráfico 15 Crecimiento de la Población del Guayas	70
Gráfico 16 Balanza Comercial No Petrolera como Porcentaje del PIB.....	74
Gráfico 17 Matriz Energética actual	93
Gráfico 18 Proyección Matriz Energética.....	93
Gráfico 19 Supuesto del autor sobre cómo debería quedar nueva Matriz Energética	93

FIGURAS

Figure 1 Porcentaje de Variación de la Precipitación 2012.....	36
Figure 2 Total días con Precipitación	37
Figure 3 Índice de Polución para China.....	65

CAPITULO 1: INTRODUCCION AL PROBLEMA

Antecedentes

Hay que primero entender no solamente cuáles son los antecedentes del problema en el tema de las hidroeléctricas que ya están siendo construidas y que van a estar a disposición de los ecuatorianos sino también la factibilidad de energía renovable por medio de estudios fuera del país.

Antecedentes Hidroeléctricos

La inversión privada en plantas de hidroeléctricas en el Ecuador ha sido un tema de muy poca conversación al igual de poca actividad en los últimos años debido a situaciones políticas y económicas que el Ecuador ha sufrido. La planta hidroeléctrica más importante del país ubicado en Paute está en manos del gobierno y solamente es el estado ecuatoriano junto con el Ministerio de Electricidad quienes han podido iniciar las construcciones de nuevas plantas hidroeléctricas en los pasados años. Gabriel Salazar Yépez, coordinador de electricidad del CONELEC junto con Hugh Rudnick, profesor de la Universidad Católica de Chile y colega del IEEE han analizado la situación económica del Ecuador acerca del tema de las hidroeléctricas. El artículo que ambos escribieron está en inglés, pero el autor de esta tesis lo tradujo al español. Ellos dicen que “esto revela el fracaso del modelo de mercado competitivo existente que ha estado en vigor durante los últimos 10 años, particularmente en relación con incentivos para la inversión privada. Los argumentos se plantean son volver a un esquema de planificación centralizada obligatoria, bajo la dirección del gobierno, donde las inversiones hidroeléctricas importantes son tomadas por los inversores del Estado mientras que los inversores privados se quedan con los proyectos termoeléctricos y pequeñas centrales hidroeléctricas” (Salazar Gabriel. Rudnick, Hugh. 1). Lo que Salazar y Rudnick dicen y lo que se ha dicho anteriormente, es que los proyectos

hidroeléctricos cuya inversión requiere grandes montos de capital están siendo tratados por el gobierno mientras que los proyectos más pequeños o bien, otros proyectos de energía limpia están siendo direccionados hacia los inversionistas privados. Esto puede ser por dos razones. La primera razón es porque la única persona o entidad quien puede invertir tanta capital es el gobierno. Y la segunda razón, la cual va ligada a la primera razón es porque el gobierno quiere estar a cargo de cómo y cuanto cambiar la matriz productiva del país.

Conjuntamente, se enseña en el grafico uno cómo la demanda de hidroenergía ha sido la que mayores ingresos pueden traer al gobierno ecuatoriana dejando a empresas privadas un mercado niche con Térmica e Interconectados.

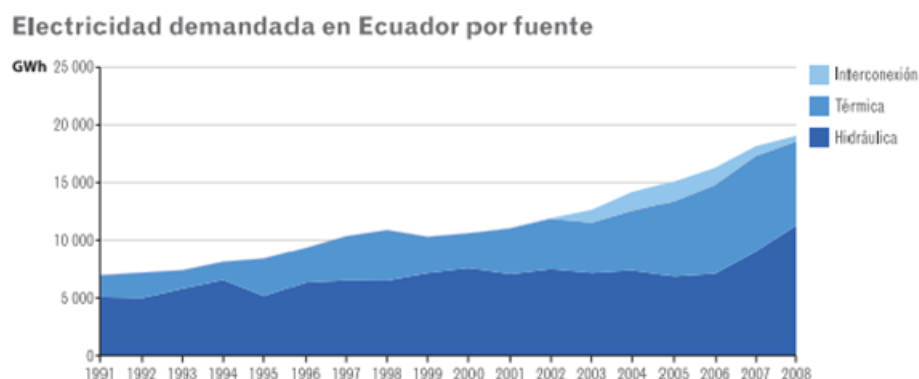


Gráfico 1 Electricidad demandada en Ecuador por fuente

Fuente: CONELEC

Aunque ambas energías están en alza, la que mas toma en cuenta el gobierno ecuatoriano y en la que mayor participación quiere estar es en la energía hidro. Pero, tal es el caso ecuatoriano que toda la energía producida es controlada por el estado. Las empresas dedicadas a producir energía en el Ecuador tienen la obligación de venderle al estado a un precio de mercado

para que luego el estado pueda distribuir equitativamente la energía a los diferentes sectores del país.

Volviendo al análisis hecho por Salazar y Rudnick se puede observar en el gráfico dos datos entre 1997 y del 2006. En 1997 había un uso del 55% mientras que en el 2006 bajó a 48% ya que entraron nuevos sistemas de energías como por ejemplo *Nafta*, *Diesel*, *Fuel Oil*, Biomasa, Gas Natural e Importaciones

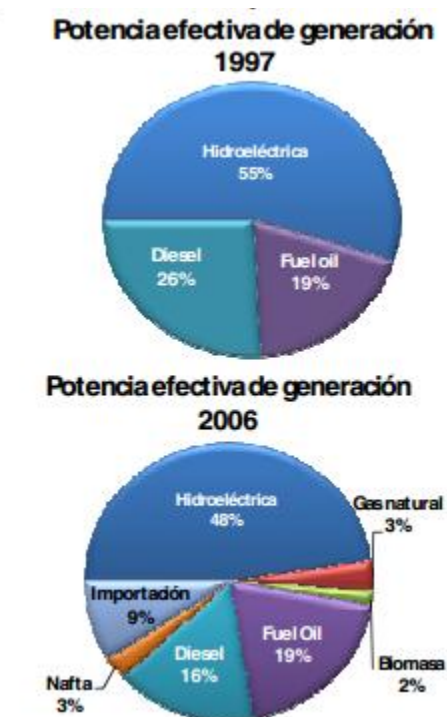


Gráfico 2 Potencia de Generación 1997 y 2006

Hace unos años, el Ecuador experimentó una crisis energética a causa de sequías y decisiones extremas tomadas por Colombia. Colombia le estaría suministrando alrededor de 5,000 megavatios hora por día pero dado el caso que aquel país también estaba experimentando con sequías, se redujo a 1,000 megavatios. Las hidroeléctricas que operaban en ese entonces en Ecuador podían operar a su mínimo, con 20 o 30 metros cúbicos por segundo. La hidroeléctrica

más importante del Ecuador de ese entonces, Paute, solo podía operar con tres de las diez turbinas. Aquí es cuando se tuvo que tomar medidas extremas las cuales fueron usar energía térmica (que operaban a su 65%), importar barriles de diesel del Golfo de México y consecuentemente, tener apagones en las ciudades de alrededor de 5 horas diarias.

Antecedentes Petroleros

Segundo tema, el Ecuador es un país rico en el recurso no renovable más utilizado hasta ahorita en el mundo; petróleo. Dado que el precio del barril del petróleo está en cifras altas, alrededor de \$91.92 WTI (West Texas Instruments), \$107.1 BRENT y lo que el Banco Central del Ecuador ha sacado el 10 de enero del 2014 \$93.43. El gobierno ha podido hacer numerosos gastos públicos ya que han tenido fondos suficientes para tales proyectos cuya inversión es muy alta y muy riesgosa para el inversionista privado. A pesar de que el Ecuador tenga ahorita un gran fondo de reservas, ha usado el financiamiento de empresas extranjeras, especialmente empresas provenientes de China para la construcción de proyectos cuya inversión es de un tamaño que no puede ser atractivo para el inversionista común y corriente. Por ejemplo, la refinería que está siendo construida actualmente en el Ecuador, conocido como la Refinería del Pacífico tiene dos empresas extranjeras para poder financiar una inversión de \$12,500 millones. La primera es PDVSA la cual está a manos del gobierno venezolano y consecuentemente CNPC (*China National Petroleum Corp*), la cual es considerada la empresa petrolera más grande del mundo según Jorge Glas.

Se puede apreciar en el siguiente gráfico cuánto porcentaje tendrá cada empresa; PDVSA, CNPC y Petroecuador en temas de la Refinería del Pacífico.

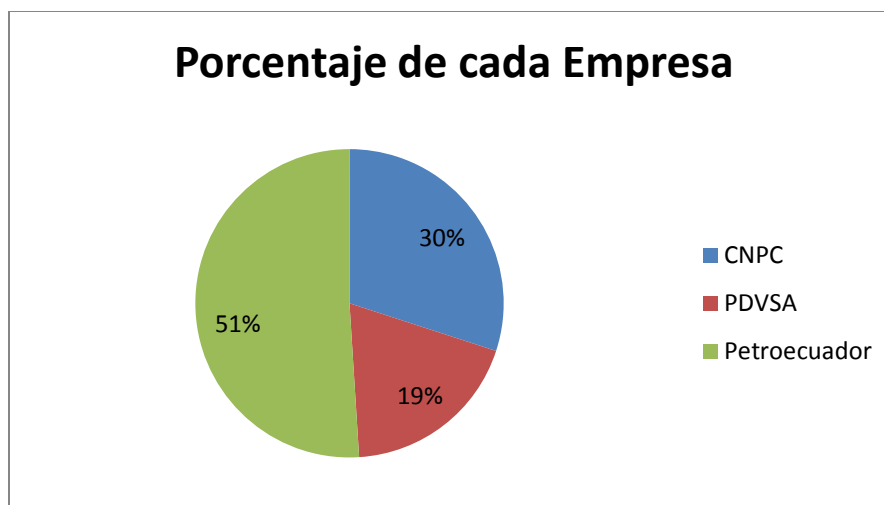


Gráfico 3 Porcentaje de cada Empresa. Gráfico elaborado por autor, 2013

Se puede ver que la empresa con mayor participación en el proyecto será la estatal del Ecuador, Petroecuador, siguiendo con CNPC y finalmente con PDVSA. Se puede considerar como algo satisfactorio de que la empresa ecuatoriana tendrá el mayor pedazo del pastel para que así pueda establecer y mantener regulaciones y también creando que parte del dinero que está siendo proveniente de la refinería se quede en el país.

Lo que esta tesis analizará será el futuro del Ecuador, un futuro en donde el Ecuador no basara la mayor parte de su economía en el petróleo y buscará otras fuentes de ingresos al igual que de energía para poder seguir satisfaciendo la demanda que la sociedad ecuatoriana exige. El análisis estará enfocado en términos económicos/administrativos, ambientales y sociales. Se analizara la mejora de implementar nuevas hidroeléctricas en el país dependiendo del punto geográfico en la que están para poder así satisfacer la demanda pero siempre pensando en el tamaño de la inversión. Además de lo mencionado, lo que también se estará analizando es la mejora de energía por la parte publica, es decir el gobierno y también por la parte privada.

El Problema

Problema Petrolero

El problema que el Ecuador tiene en este momento es que basa la mayor parte del PIB en la producción y exportación del recurso no renovable que se encontró en el oriente ecuatoriano en los años 70; petróleo. Para poder enfocarse más al tema, el problema que se analizará en esta sección son los inconvenientes que el Ecuador ha tenido en el mercado internacional al igual que en su propio mercado en cuanto al petróleo. Se discutirá la matriz energética que el país tiene actual, el mercado internacional del petróleo, el mercado nacional del petróleo y también las dificultades que el país tiene con sus refinerías.

La matriz energética está compuesto por tres factores importantes; petróleo, hidroeléctrica y biomasa. Se puede ver en el grafico 4 que se presenta abajo información del 2011 dada por la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburifero que el 90% de la matriz energética está compuesta por petróleo, seguido por gas natural con 4.04%, hidroenergía con 3.31% y leña y productos de caña con un total de 2.49%. Así se ha mantenido la matriz energética durante los últimos años en donde el Ecuador ha podido sacar provecho de los recursos petroleros que se ha podido encontrar en la amazonia ecuatoriana.

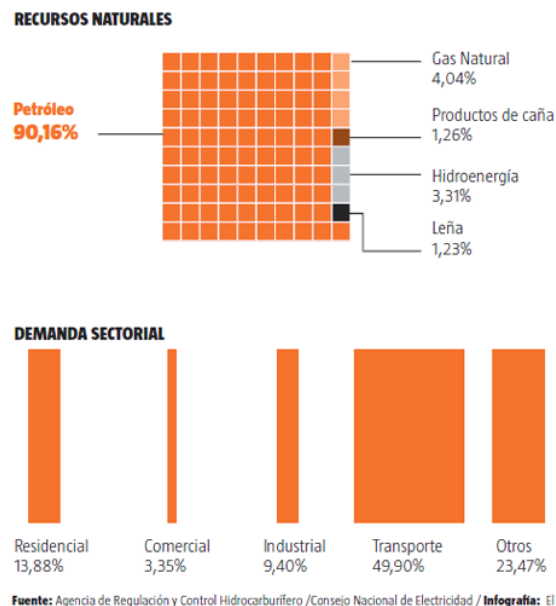


Gráfico 4 Composición de la Matriz Energética,

Fuente: El Telégrafo, 2013

Dado que el petróleo es un factor importante dentro de la matriz del Ecuador al igual que un factor económico crucial, se debe analizar con más profundidad este aspecto en lo internacional al igual que en lo nacional.

El petróleo es un recurso volátil en el mercado internacional. Es volátil ya que muchos están a la espera de alguna noticia o alguna circunstancia que puede favorecer o no al mercado internacional ya que mucho de la oferta y demanda es especulación. La gente siempre está a la expectativa de alguna noticia mundial para poder invertir o no en el petróleo. Además, el petróleo puede estar en una alza durante semanas pero si se destaca alguna guerra entre países, o si es que existe una guerra civil, si es que algún país desarrollado está por aproximar su techo de deuda, o si es que un fenómeno natural pasa cerca de los lugares petroleros, el precio del petróleo puede caer sustancialmente. El gráfico que podemos ver abajo, gráfico cinco, nos da a conocer como ha fluctuado el precio del petróleo durante los últimos años. Podemos ver que en los últimos 30-35 años el petróleo ha tenido dos alzas importantes en el mercado mundial; año 80 y

año 2008, pero también podemos ver que siempre que hay alguna alza circunstancial, ha habido bajas que ha afectado a los países exportadores.

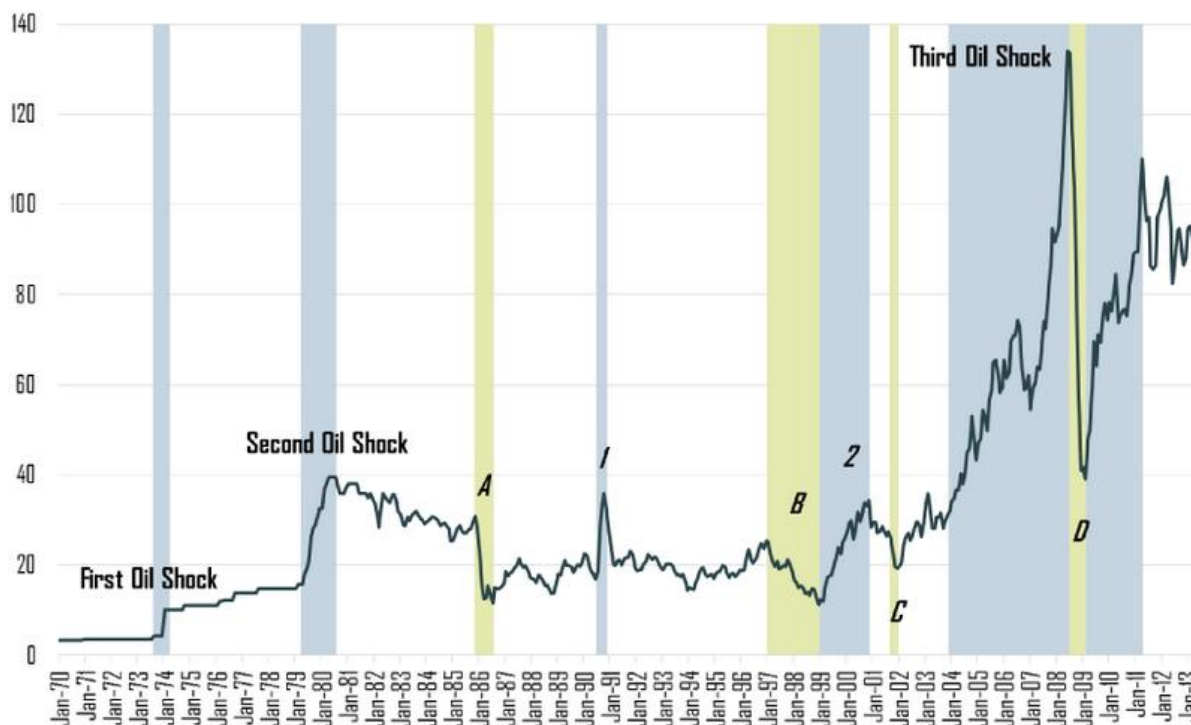


Gráfico 5 Precios del Petróleo desde 1970 hasta 2013

Fuente: The Geography of Transport Systems, 2014

Se puede observar que en 1980 hubo un superávit del crudo, el precio del barril en ese tiempo era de \$35 dólares el barril a lo que ahora sería alrededor de \$100 tomando en consideración inflación. Esto se dio por algunas razones. Una razón que se puede encontrar es por la revolución iraní y también por la guerra entre Iraq – Irán en donde el precio del petróleo se multiplico dos veces lo que valía antes. Durante esa época, los beneficiados eran los exportadores del crudo mientras que los perjudicados eran los compradores como EEUU, Japón, algunos países europeos y países sub desarrollados.

Adicionalmente, un papel importante que juega esta alza en los precios petroleros es la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo), en donde los países que eran miembros de esta organización tenían voz y voto en cuanto a fijar los precios del petróleo en el mercado mundial.

Pero, como se puede ver en el grafico cinco, luego de 1980 hubo un gran bajón en el precio del petróleo. Esto se dio por algunas razones. La primera es porque muchas empresas empezaron a explorar diferentes países con potencial de tener petróleo que aun no se descubría, lo que causo una baja en la demanda del crudo de la OPEP. También porque Arabia Saudita reaccionó de manera agresiva recortando su producción y extracción a un mínimo de 2 mb/d en 1985. Luego de numerosas advertencias, Arabia Saudita incrementó su producción llegando cerca a la producción máxima lo que provocó un desmoronamiento en el precio del petróleo.

Las mismas circunstancias se pueden ver en el 2008 en donde el precio del petróleo llegó a un record de \$140 dólares y donde a veces se vendía hasta \$168. Esto pudo ser por algunos de los factores que se mencionaron al comienzo de la sección. El huracán Katrina llegó a EEUU en el 2005 por el golfo de México en donde se ubican la mayoría de las refinerías de EEUU. Otro aspecto pudo haber sido por los ataques terroristas que se ocasionaron en el medio oriente durante esa época. Y como tercero, por alguna especulación dentro del mercado de compra y venta de petróleo. Como se menciono antes, las personas que invierten su dinero en el mercado del petróleo siempre están a la expectativa de alguna especulación. Puede ser que durante esa época, hubo mayor demanda en el mercado asiático y también considerando los factores que se tomó en cuenta antes, la gente especuló que el precio iba a seguir incrementando.

Lo mismo se puede comparar con datos más recientes en el Ecuador. El Ecuador también depende mucho del mercado internacional y de todos los factores que se han mencionado antes. Lo que el Ecuador hace con el petróleo es extraer el crudo, exportarlo a países extranjeros al precio del mercado internacional ya que forma parte de la OPEP y luego importa lo refinado para que se pueda usar. Esto en todo caso afecta a la economía del país en algunos aspectos que se mencionarán conjuntamente vaya avanzando el análisis.

Datos dados por el Boletín Estadístico Anual del OPEP del 2012 se puede observar la fluctuación de precios del petróleo en el Ecuador vs. los otros países miembros de la OPEP. Se puede ver además el precio referencial que la OPEP da a los países. Se puede apreciar en la tabla uno que durante esos años, el Ecuador se ha mantenido debajo del precio referencial pero más o menos cerca el.

Table 1 Precios del Petróleo 1998-2011 según OPEP

Spot OPEC Reference Basket prices, 1998–2007 (\$/b)

	Algeria Saharan Blend	Angola Girassol	Ecuador Oriente	Indo- nesia Minas	IR Iran Iran Heavy	Iraq Basra Light	Kuwait Kuwait Export	SP Libyan AJ Ess Sider	Nigeria Bonny Light	Qatar Marine	Saudi Arabia Arab Light	UAE Murban	Venezuela BCF-17	OPEC Reference Basket
1998	13.02	na	11.17	12.31	11.45	10.77	11.26	12.90	12.77	12.23	12.20	12.67	na	12.28
1999	18.12	na	16.95	17.84	16.93	16.28	16.75	18.04	18.07	17.38	17.45	17.89	na	17.48
2000	28.77	na	27.37	28.75	26.02	24.92	25.78	28.62	28.49	26.63	26.81	27.75	na	27.60
2001	24.74	na	21.78	21.67	na	21.37	24.70	24.50	23.23	23.06	24.02	na	na	23.12
2002	24.91	31.02	21.95	23.09	23.32	23.61	24.55	25.15	23.99	24.32	24.87	na	na	24.36
2003	28.73	28.33	25.42	26.34	26.60	26.89	28.21	28.77	27.05	27.69	28.25	na	na	28.10
2004	38.35	35.77	30.31	33.06	34.60	34.08	36.58	38.27	34.04	34.53	36.65	na	na	36.05
2005	54.64	51.33	43.43	47.99	48.33	48.66	52.62	55.67	50.49	50.21	54.09	40.53	na	50.64
2006	66.05	63.06	53.93	59.27	57.97	58.88	63.35	66.84	62.64	61.10	66.06	52.01	na	61.08
2007	74.66	70.88	61.55	67.06	66.40	66.35	71.41	75.14	69.30	68.75	72.87	61.80	na	69.08
2008	98.96	95.64	85.43	91.49	92.08	91.16	96.65	100.60	94.86	95.16	99.03	86.73	na	94.45
2009	62.35	61.81	55.84	60.62	60.50	60.68	61.45	63.25	62.38	61.38	63.78	55.90	na	61.06
2010	80.35	79.53	72.82	76.74	76.79	76.32	79.13	81.07	78.18	77.82	79.94	69.70	na	77.45
2011	112.92	111.57	101.03	106.11	106.17	105.63	111.90	114.15	106.53	107.82	109.77	97.94	na	107.46

Fuente: OPEP,2012

Se ha escogido ciertos datos para poder analizar con lo que había pasado durante la época de los 80s en el mercado mundial. Hay que tener en cuenta que el Ecuador no entró a la OPEP hasta el 2007, así que para poder analizar con mayor precisión se toma cifras que la OPEP nos otorga.

Como se pudo ver antes en la tabla uno, en donde se muestran los precios mundiales, el precio del barril alrededor de 1998 estaba a más o menos \$13, lo que ahora sería alrededor de \$24 considerando inflación. Podemos ver que el precio referencial de la OPEP fue de \$12.28 mientras que el Ecuador lo estaba vendiendo a \$11.17. El mismo aspecto se puede ver en los años 2008 y 2009. En el 2008 se puede ver que el precio al que el Ecuador vendía su petróleo estaba en \$80.43 mientras que lo referencial estaba en 94.45 y luego vemos que dado la crisis financiera que paso en EEUU, no solamente afectó al Ecuador sino a todos los países exportadores de petróleo en donde el precio descendió a un precio referencial de \$61.06 en donde el Ecuador vendía a \$55.84.

El ciclo de extraer, exportar e importar petróleo también ha sido un problema para el Ecuador. El Ecuador extrae de la amazonia el petróleo, exporta el crudo al precio del mercado y luego importa lo refinado a un precio más alto. Esto se da por la falta de refinerías y también por la cantidad de petróleo que es llevado por las transnacionales.

El primer punto es por la falta de refinerías que hay en el Ecuador. El país tiene dos refinerías y una tercera que sigue en construcción. Las dos refinerías que existe en el Ecuador son; Esmeraldas y La Libertad y la que en unos años está por completarse, Refinería del Pacifico. Los costos para mantener las refinerías son una inversión extremadamente grandes en las cuales el gobierno ecuatoriano no ha puesto tanta prioridad. Se dio a conocer por Terra que hasta el 2015, el Ecuador va a invertir alrededor de \$2,150 millones para modernizar sus refinerías. También se dio a conocer que la refinería de Esmeraldas ya ha estado aprobado alrededor de \$700 millones para poder reconstruir y modernizar lo que es ahorita la refinería más importante del país ya que en el año 2010 fue declarada como estado de emergencia por ocasionar tres derrames en el año.

El país depende mucho de la refinería que está siendo actualmente construida, Refinería del Pacifico. Las empresas que están actualmente financiando el proyecto de esta refinería es PDVSA de Venezuela al igual que la Compañía Nacional de Petróleo China. Se espera que la Compañía Nacional de Petróleo de China financie el proyecto con alrededor de \$12,000 millones en donde tendrá alrededor del 30% de las acciones mientras que las acciones de PDVSA de diluirán a 19%.

Dado que una nueva refinería se está construyendo en el Ecuador, existen algunos problemas que se deben determinar. El primer problema yace por la explotación del ITT. El

proyecto no tuvo previsto dicha decisión por parte del gobierno. Lo que esta refinería esperaba aportar era por lo proveniente del Napo y el crudo proveniente de Venezuela. El segundo problema es que el Ecuador produce en promedio de 500,000 barriles diarios. “160,000 se refina en Esmeraldas, Shushufindi y Libertad y los restantes 370,000 barriles quedarían como saldo para la Refinería del Pacífico” (El Comercio, 2013). Como nota, los 370,000 barriles no toman en cuenta lo que proviene del Napo o de Venezuela.

Siguiente problema que surge es lo que el Ecuador tiene comprometido con China y con las compañías especies. Con China tiene comprometido alrededor de 180,000 barriles de venta diarios y con las empresas especies tienen una tarifa de descuento por sus servicios lo que llevaría a cabo una exportación de alrededor de 100,000 barriles lo cual no es un número significativo en el mercado internacional. Finalmente, un último dilema que este proyecto tiene es la posibilidad de que Venezuela pueda cumplir con lo que ha dicho. Venezuela dio a conocer que contribuiría con 100,000 barriles diarios al proyecto para que pueda estar en constante refinación. A pesar de que Venezuela tiene petróleo en su demografía que pueda mantenerse así por 20 años mas, debe poder seguir con su palabra en contribuir con 100,000 barriles diarios a la Refinería del Pacífico.

Problema Hidroeléctrico

Ahora bien, como este análisis se basa en las hidroeléctricas en el Ecuador, se debe exponer algunos problemas que este cambio en la matriz energética pueda tener. Como se ha mencionado antes y como se ha apreciado en el gráfico 4, el 90% de la matriz energética proviene del petróleo, lo cual es el mayor ingreso para el país. El implementar ocho hidroeléctricas en diferentes partes del país significa que la matriz cambiará radicalmente. Se considera que la matriz energética va a cambiar circunstancialmente, especialmente el porcentaje

de las hidroeléctricas. Se vio en la imagen anteriormente dicha que ahorita hidroeléctricas representa un 4% de la matriz energética. Lo que el Ecuador quiere hacer es incrementarlo a un 10% o más para poder convertirse en un país limpio y exportador de energía limpia.

El primer problema que el Ecuador puede enfrentar aquí son las compañías petroleras multinacionales al igual que su propia empresa Petroecuador ya que si la matriz energética cambia, esto se traduce a menos ingresos en sus libros. Toda empresa que se ve afectado económicamente por el gobierno o por alguna empresa nueva siempre intentara establecer alguna barrera de entrada. Tocando este tema más a profundo son las pocas prioridades y las tantas restricciones que han tenido las empresas petroleras en el Ecuador. El Ecuador se ha situado en números bien bajos de confiabilidad al igual de transparencia. En el 2013 ocupó el puesto 102 con un puntaje de 35 CPI dado por el *Transparency International* mientras que en el 2012 ocupó el puesto 118 junto con Egipto y República Dominicana con un puntaje de 32 CPI. A pesar de que el Ecuador ha subido de puestos, el país tiene aun un puntaje bien bajo comparado con un país vecino como Colombia que se ha situado en los dos últimos años en el puesto 94. Se considera un problema porque con tantas restricciones y pocas prioridades, las empresas petroleras pueden salir del país causando temor y especulación a no solamente empresas petroleras pero a empresas situados en diversas industrias.

El segundo problema son los *trade offs* o compensaciones al implementar las hidroeléctricas en el Ecuador. Una compensación que se ha visto en los últimos años que fue acogida por el gobierno ecuatoriano fue la financiación con empresas de China para poder construir algunas de las ocho hidroeléctricas en el Ecuador. Se conoce que China tiene escasos recursos renovables y con un medio ambiente dañino para la salud, lo cual lo hace interesante el financiar estos proyectos de tanta magnitud pero a cambio exigen una cantidad determinada de

energía que el Ecuador tal vez no pueda ofertar. Según el Observatorio Iberoamericano de Asia – Pacífico, se dio a conocer que el financiamiento de algunos de los proyectos hidroeléctricos en el Ecuador escalan a una totalidad de acerca de \$3.500 millones con la empresa *Hydrochina Corporation*. Lo que China pide a cambio es básicamente una importación de esa energía limpia proveniente de las hidroeléctricas del Ecuador para la población china. Lo que el Ecuador se beneficiaría es poder cambiar la matriz energética del país a una matriz más limpia cuyo mayor fuente de ingresos y demanda es petrolera. Se puede ver en el siguiente gráfico, gráfico seis como ha ido incrementando la demanda tanto petrolera como hidroeléctrica. Con el plan del Buen Vivir que el gobierno ha puesto en marcha, lo que se intenta es disminuir la tanta demanda del petróleo y poder incrementar la demanda de energía limpia, no solamente hidroeléctrica sino también Térmica o Biomasa.

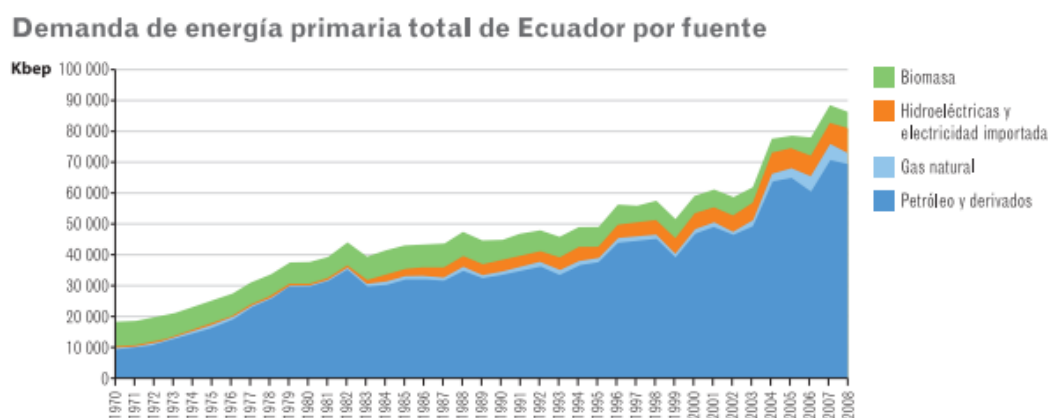


Gráfico 6 Demanda de energía primaria total de Ecuador por fuente

Fuente: OLADE, 2011

El tercer problema que uno se encuentra son los acuerdos que se tiene con Colombia y Perú de exportar hidroenergía. En el 2007, el Ministro de Electricidad y Energía Renovable Esteban Albornoz dio a conocer al país que con las ocho hidroeléctricas se va a poder ofertar un total de 2,700 MW pero el Ecuador demandará alrededor de 3,100MW. Esto quiere decir que

existe una brecha de 400MW de déficit de la cual el Ecuador tendría tres opciones; comprar a países vecinos, incrementar porcentaje de producción en sus hidroeléctricas o bien implementar una novena hidroeléctrica. Este problema que se ha mencionado se extiende aun más ya que estas tres opciones se traducen a costos y la busca de dónde optimizar y recortar gastos. En cuanto a la primera opción, importar energía limpia puede causar a comprar aquella energía al precio del mercado. La segunda opción, incrementar porcentaje de producción también conlleva a un mayor problema ya que toda hidroeléctrica no opera a su 100% sino siempre entre su 80%-90% de capacidad. Incrementarlo significaría un alza en costos y lo que se conoce como idle time. La tercera opción, construir una novena hidroeléctrica significaría un nuevo financiamiento, mayor endeudamiento por parte del país y la busca de un nuevo lugar estratégico demográfico para implementarlo.

Finalmente, un cuarto problema que se tiene en el tema de hidroeléctricas es el capital humano que no existe en el Ecuador. En la actualidad, el Ecuador no se ha destacado en desarrollar el *know how* sobre desarrollo sostenible como lo ha hecho Australia en sus universidades o bien en entidades públicas. No existen muchas personas que saben sobre el tema de recursos renovables y al igual que poder ir en transición de la matriz energética de una manera no dañina para el medio ambiente. Es por tal razón que el Ecuador ha tenido que acudir a países extranjeros que saben del tema creando desperdicio, daños al medio ambiente y también un gran gasto para el estado.

Hipótesis

Para poder entender la tesis que a continuación se va a investigar, primero se debe dar a conocer cuáles son las hipótesis para el estudio, hipótesis alternativa y la hipótesis nula. Se dará una breve explicación sobre cada una de las hipótesis para que el lector esté al tanto sobre lo que se está investigando en esta tesis.

Hipótesis para el Estudio

Las ocho hidroeléctricas que están siendo construidas en el Ecuador es el punto óptimo para poder maximizar el bienestar de la sociedad sin sobrepasar la cantidad invertida planeada, así poder reducir en un futuro el uso de las energías no renovables.

Las ocho hidroeléctricas están situadas en diferentes puntos en la zona demográfica del país cuyo proyectos se considera que van a poder cambiar la matriz energética del país haciéndole un país más limpio con recursos renovables y con menos dependencia del petróleo. Estas proyectos son; Coca Codo Sinclair, Sopladora, Toachi Pilaton, Minas San Francisco, Mazar-Dudas, Manduriacu, Delsitanisagua y Quijos en donde están siendo construidas en zonas estratégicas que el gobierno ha considerado importantes.

En general, las tres mayores fuentes de energía del país son petróleo, hidroelectricidad y biomasa. (Grafico 7). Un estudio hecho por el CEDA (Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental) nos da a conocer que en el 2008 la energía se reparte como sigue; 81% petróleo, 10% hidroelectricidad y 6% biomasa (CEDA, 57). El siguiente grafico da a conocer sobre la demanda de energía en el Ecuador desde 1970 hasta el 2008. Se puede ver que el grafico representa lo que se dio a conocer antes en donde petróleo es el recurso que más se demanda en el país al pasar de

los años. Lo que también se puede observar en el mismo gráfico es que durante el pasar de los años la energía biomasa se va reduciendo y la energía hidroeléctrica incrementa poco a poco.

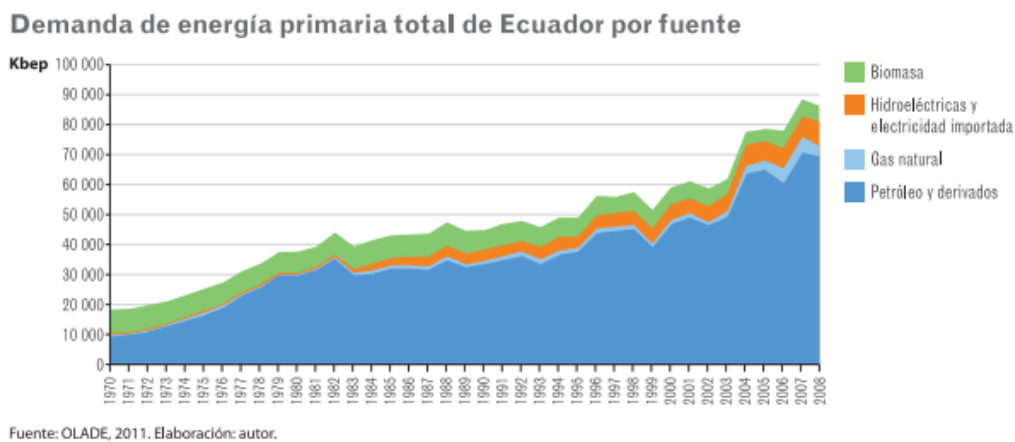


Gráfico 7 Demanda de energía primaria total de Ecuador por fuente

Fuente: Ceda y OLADE 2011

El segundo aspecto que hay que considerar sobre el hipótesis de estudio es la oferta que las hidroeléctricas van a poder ofrecer vs. la demanda del Ecuador. Como se dio a conocer antes, ocho son los proyectos en donde el gobierno ecuatoriano ha considerado como óptimo para poder satisfacer la demanda del país. En todo caso, se dio a conocer que las ocho hidroeléctricas que están siendo construidas van a poder ofertar 2700MW al país mientras que el país demandaría alrededor de 3100MW. Se puede ver que existiría una escasez de energía de la cual el Ecuador tendría que comprar a sus países vecinos Colombia o Perú. Tabla dos presentada por el Plan Maestro de Electrificación 2012-2021 hecha por el CONELEC da a conocer sobre la demanda que el país necesitaría dependiendo del área. Se puede apreciar en la tabla dada abajo que el sector que más demanda energía eléctrica es la industrial con 6.9% mientras que la que menos demanda es la comercial con 2.6%. En todo caso, lo que se espera de las ocho hidroeléctricas es poder contribuir con lo que cada sector demanda. Hay que tomar en cuenta que

el 100% de la energía que se va a producir en los sectores dados abajo no es solamente hidroeléctrica sino también con la ayuda de la energía de petróleo o biomasa para poder satisfacer con dichas proyecciones.

Table 2 Proyección del Consumo Unitario Anual del Servicio Eléctrico

PROYECCIÓN DEL CONSUMO UNITARIO ANUAL DEL SERVICIO ELÉCTRICO (Escenario de crecimiento medio)

CONSUMO UNITARIO ANUAL (kWh)					
AÑO	Residencial (kWh)	Comercial (kWh)	Industrial (kWh)	Alumb. Público y Otros (kWh)	Total (kWh)
2011	1.444	6.878	96.608	16.608	298
2012	1.429	6.837	97.609	19.272	357
2013	1.454	6.883	105.838	19.677	362
2014	1.517	7.064	122.774	20.194	369
2015	1.580	7.657	130.019	20.727	378
2016	1.651	7.823	170.637	21.235	387
2017	1.769	8.018	184.475	22.040	397
2018	1.884	8.224	184.919	22.863	408
2019	1.977	8.431	185.866	23.765	420
2020	2.056	8.630	186.727	24.631	432
2021	2.106	8.887	188.824	25.445	445
Crecimiento anual promedio 2011-2021	3,8%	2,6%	6,9%	4,4%	4,1%

Fuente: CONELEC, 2012

Hipótesis Alternativa

Dentro de todos los proyectos que tiene el CONELEC en inventario, existen más de ocho proyectos viables por su tamaño de inversión y posición estratégico que puede beneficiar a la sociedad del Ecuador.

Los proyectos hidroeléctricos en el CONELEC se dividen en cuatro segmentos; Potencia mayor a 100MW, potencia 10-100MW, potencia 1-10MW y potencia 0-1MW. Cada segmento tiene entre 15 a 80 proyectos en donde se puede ver el nombre del proyecto, nivel de estudio,

cuanta potencia puede ofertar, lugar, vertiente, caída bruta, altura de presa y diferentes estimaciones de energía.

Lo interesante para este análisis es el nivel de estudio en donde la mayoría de los proyectos están en Inventario. Cuando están en inventario esto quiere decir que el gobierno reconoce el proyecto, lo considera viable pero tiene en mente otro proyecto en donde el beneficio es mayor que el costo. Estos proyectos que se tomaron en cuenta para el desarrollo son diferenciados como Prefactibilidad en donde se explora la idea de poder establecer una hidroeléctrica. Es la etapa exploratoria del proyecto para poder ver si es que es viable y si es que puede satisfacer con lo que el proyectista demanda.

Para proyectos en el área de 0-1MW se puede ver que dentro de los 83 proyectos, solamente siete son los que tienen descrito como pre factibilidad o con mayor avance. En el área de 1-10MW, de los 54 proyectos que el CONELEC ha podido establecer, solamente 17 son los han podido ser pre factibles o más. Para el área de 10-100MW, de los 66 proyectos, 24 son los que tienen los aspectos anteriormente dichos y finalmente los proyectos con potencia mayor a 100MW, de los 15 solamente cuatro han podido estar en el paso de pre factibilidad o mayor. Grafico ocho puede presenta la diferencia entre cada área vs. cuántos proyectos han podido estar en la etapa de pre factibilidad o mayor. Se puede ver que el área de 10-100MW son los que más proyectos han podido llegar a la etapa de pre factibilidad o más mientras que el menor en cuestión de porcentajes y número de proyectos totales es el segmento de 0-1MW.

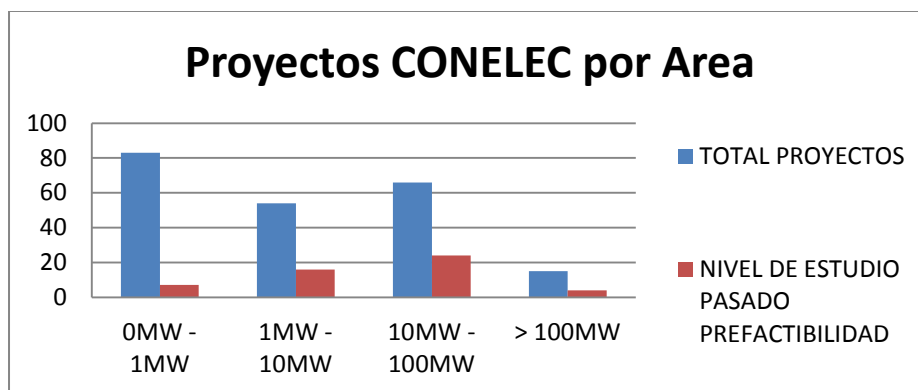


Gráfico 8 Proyectos del CONELEC por área. Gráfico elaborado por autor, 2013

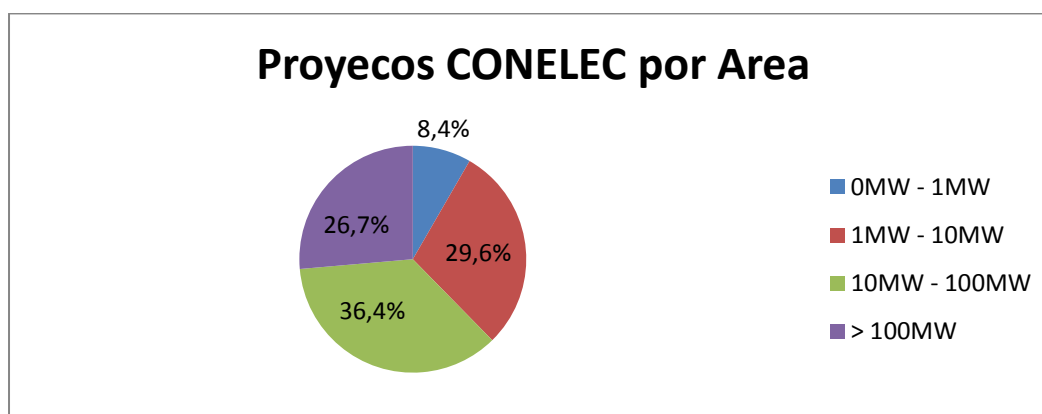


Gráfico 9 Proyectos del CONELEC por área según potencia. Gráfico elaborado por autor, 2013

Hipótesis Nula

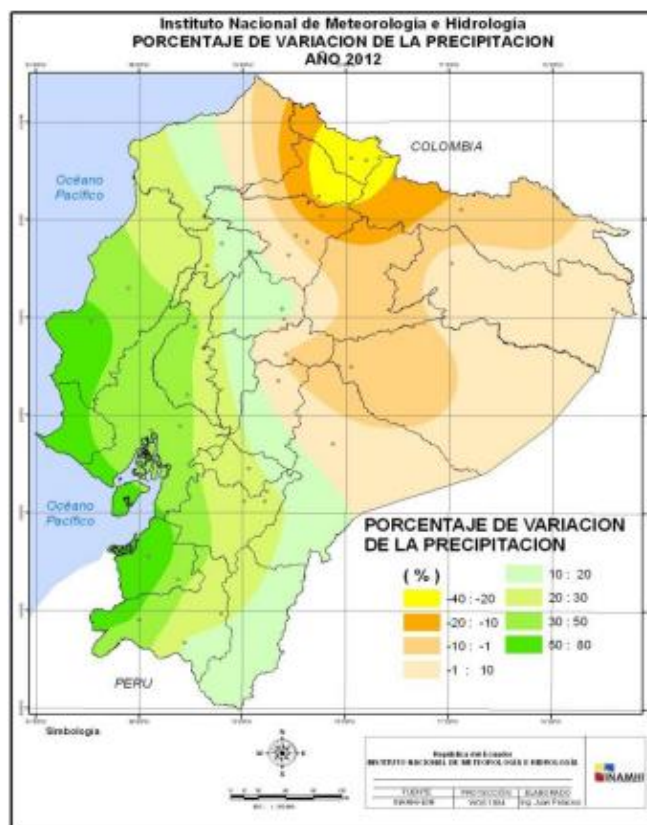
Las ocho hidroeléctricas que están siendo construidas en el Ecuador **no** es el punto óptimo para poder maximizar la demanda del país y consecuentemente habría que importar energía limpia de otros países.

Dado que pudimos ver en la hipótesis de investigación, el Ecuador demandaría alrededor de 3100MW mientras que solo puede ofertar 2100MW. Además de este dato dado, también se puede analizar las proyecciones hasta el 2021 que tiene el país con la energía eléctrica la cual afectaría mucho la oferta que las ocho hidroeléctricas.

Dado el caso de la hipótesis nula en donde se considera que las ocho hidroeléctricas no son suficientes por cuestiones de escasez, lo que se toma en cuenta aquí es el poder de financiamiento o también el tamaño de deuda que el país podría soportar para poder construir otra hidroeléctrica. Según datos dado por el Ministro de Electricidad, Esteban Albornoz dio a conocer que se ha invertido alrededor de cinco mil millones de dólares en los ocho proyectos (El Ciudadano, 2013). Un noveno proyecto incrementaría ese tamaño de endeudamiento y habría que buscar posibles inversionistas que estén dispuestos a invertir en un proyecto cuyos riesgos son altos. Se tendría que analizar qué tipo de proyecto puede ser el óptimo. En otras palabras, habría que acudir a las diferentes áreas que se mencionaron antes que tiene el CONELEC y ver cuánto costaría un nuevo proyecto.

Adicionalmente, si se basaría en la hipótesis nula en donde ocho hidroeléctricas no es suficiente para el país, entonces se debe tomar en cuenta la posición geográfica en donde se podría construir la novena hidroeléctrica. Las figuras una y dos facilitado por la INAHMI (Instituto Nacional de Meteorológica e Hidrología) muestran los lugares en donde más llueve dependiendo de la época y también si es que se tuvo el fenómeno del Niño o la Niña.

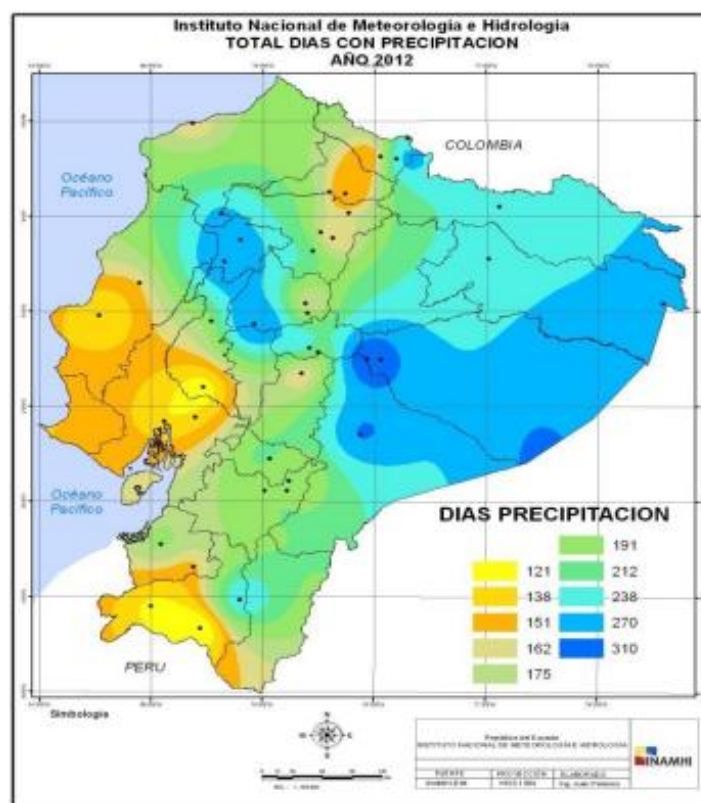
Figure 1 Porcentaje de Variación de la Precipitación 2012



Mapa No. 1. Porcentaje de variación de la precipitación. Año 2012.

Fuente: INAMHI, 2012

Figure 2 Total días con Precipitación



Mapa No. 2. Total días con precipitación. Año 2012.

Fuente: INAMHI, 2012

De nuevo, en la figura uno se puede apreciar el porcentaje de lluvia dependiendo de la zona mientras que en la figura 2 se puede analizar la cantidad en días que llovió en el año pasado. Para poder tener una idea donde se puede colocar una nueva hidroeléctrica se tiene que tener en consideración las zonas lluviosas del país al igual que ríos que pasan por esas zonas para que la hidroeléctrica pueda estar funcionando.

Preguntas de Investigación

Como se ha visto antes, se ha podido extraer tres tipos de hipótesis; la de estudio, la alternativa y la nula. Por temas de tiempo, esta tesis se basará en la hipótesis nula la cual es: Las

ocho hidroeléctricas que están siendo construidas en el Ecuador **no** es el punto óptimo para poder maximizar la demanda del país y consecuentemente habría que importar energía limpia de otros países.

Ya que la hipótesis nula es el aspecto central del estudio, se puede sacar algunas preguntas de investigación.

1. ¿Cómo y hasta qué punto un mayor número de hidroeléctricas en el Ecuador afectan a la futura matriz energética y consecuentemente alcanzar la demanda exigida para el país?
2. ¿Cómo se ven afectadas la matriz energética por los patrones de clima en el Ecuador?
3. ¿Cómo y hasta qué punto afectaría al medio ambiente un número mayor de las ocho hidroeléctricas que planean construir el gobierno Ecuatoriano?
4. ¿Cómo y hasta qué punto puede afectar el socioeconómico por donde pasa la represa con más de ocho hidroeléctricas?

Objetivos Específicos

Con las preguntas de investigación que se dieron a conocer arriba, se pudo construir un número de objetivos para el avance de la tesis. Estos objetivos están hechos específicamente para el análisis de cada pregunta de investigación.

1. Ver el cambio de factor de emisión en la matriz energética
2. Cuanto necesita al año, conocer la demanda del país anual y cuanta está produciendo el país actualmente.
3. Verificar si la cantidad que dice el gobierno Ecuatoriano que se puede producir es cierta.

Se tendría que usar matemáticas y cálculos que da Ohio State Physics Dpt: ***POWER (kW)***
= 5.9 x FLOW x HEAD

4. Ver los patrones de cambios climáticos en el Ecuador. Cuando el Ecuador le llega la niña y el niño.
5. Entender los *trade offs* entre la matriz de ahora vs. la matriz que se quiere llegar con la hidroeléctrica. Puede haber menos co2 pero el impacto ambiental de crear las hidroeléctricas puede afectar biodiversidad, paisaje. Ver forma utilitaria. Existe algún precio del co2 vs. el precio de la biodiversidad.
6. Enfoque administrativo. Quienes son los responsables de las hidroeléctricas durante y después de la construcción
7. Países que podrían estar interesados en financiar una nueva hidroeléctrica cuya imagen global corporativa sea interesante y llamativa

Contexto y Marco Teórico

En esta área de la tesis, lo que se propone es definir la perspectiva que se utilizará para el análisis del problema de las hidroeléctricas. En este caso el problema que tiene el Ecuador es el desarrollo, administración y el número de hidroeléctricas que el gobierno dijo ser suficiente para poder cambiar la matriz energética del país y consecuentemente poder ser un país exportador de recursos limpios. El enfoque que este estudio tendrá será de forma administrativa, económica y también un poco ambiental ya que hay varios aspectos que uno debe considerar al construir una hidroeléctrica en un país como el Ecuador.

Cuando se habla del enfoque administrativo, hay que tener que analizar el responsable o responsables que deben llevar a cabo esta tarea al igual que su personal y qué tan capacitados están. En la administración también hay que analizar la forma que el dinero que está siendo

invertido por las empresas Chinas está siendo usado y con qué fin. Adicionalmente, la administración de recursos también es un aspecto importante para las hidroeléctricas. Hay que analizar la forma que la energía producida por las ocho hidroeléctricas está siendo distribuida entre provincias, sectores y como espera el gobierno exportar a otros países vecinos. Hay que tomar en cuenta ahorita que las ocho hidroeléctricas que están siendo construidas en el Ecuador no están totalmente listas, aun quedan un par de años para que puedan entrar a funcionar. No obstante, lo que se intenta es de una manera proyectar lo que sería el Ecuador dentro de unos años cuando se haya podido cambiar la matriz energética. Cuando se habla sobre el *management*, y quien será la persona encargada, aun no se puede nombrar a una persona ya que la represa no esta lista. En todo caso, lo que se tiene a la mano y lo que se ha podido estudiar anteriormente, es que una entidad que estará a cargo de tales represas es el CONELEC (Consejo Nacional de Electricidad) y el CELEC (Corporación Eléctrica del Ecuador). Estas dos entidades basan el mayor de sus conocimientos en el área eléctrica, por ende uno debe esperar y aspirar que la persona a cargo de tales puestos será una persona que conoce profundamente el tema de energía renovable.

En cuanto al enfoque económico, es muy importante tener en cuenta factores como por ejemplo el PIB del país, cuánto beneficiaría al país tener más energía renovable, cuantos empleos directos e indirectos se ha podido dar durante y después de la construcción de las ocho hidroeléctricas entre otros aspectos. Cuando se habla del PIB del país, hay que analizar cuánto beneficia la producción de energía de las hidroeléctricas en relación al PIB. Esto en otras palabras quiere decir cuánto beneficiaría al PIB del Ecuador el cambio de la matriz energética que tiene ahorita, 2013 vs. el que puede tener en 10, 15 años. Además, como se dijo anteriormente, hay que analizar los trabajos directos e indirectos que las ocho hidroeléctricas van

a poder ofertar. El ministro Albornoz dio a conocer que se ha creado alrededor de 9000 empleos directos. Hay que analizar el número de trabajadores que van a estar posicionados en cada hidroeléctrica, cual es el trabajo que tienen y luego estudiar en un sentido demográfico el impacto de trabajos indirectos que las hidroeléctricas pudieron dar. Conjuntamente, lo que también se espera analizar en el enfoque económico es ver la demanda y la oferta de tal energía. Se tiene que analizar la demanda y oferta de la hidroenergía para poder ver si es que el Ecuador va a tener escases con las ocho hidroeléctricas o va a tener sobre producción lo cual implicaría otro gasto para el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, CONELEC y para el CELEC.

Como tercer enfoque, el ambiental. No se analizara mucho en temas ambientales ya que es una tesis basada en administración. Pero todo administrador debe estar consciente de la parte de ética ambiental y las consecuencias que hidroeléctricas pueden traer al medio ambiente ecuatoriano. En este enfoque se analizara la forma ética ambiental que las empresas chinas y ecuatorianas han tenido al construir las ocho hidroeléctricas. Además de ética ambiental, se estudiara también los *trade-offs* que traen las hidroeléctricas. En otras palabras, qué gana el Ecuador al construir ocho o más, y qué pierde el Ecuador. *Trade-offs* quiere decir compensación, así que el Ecuador de seguro va a tener alguna compensación al construir ocho o más hidroeléctricas. También se tomara en cuenta el factor climático dentro del país. El Ecuador ha presenciado a la niña y al niño lo cual beneficia pero también perjudica varios sectores del país. Lo que se analizará en este punto es el punto estratégico que las ocho hidroeléctricas están siendo construidas vs. la cantidad de agua que cae del río y también la cantidad de lluvia que cae en el sector.

El propósito del estudio

Lo que se espera encontrar durante todo el análisis de la tesis es el número óptimo de hidroeléctricas que el Ecuador podría construir para poder satisfacer la demanda del país y consecuentemente ser un prominente exportador de energía limpia. Como se ha mencionado antes, el Ecuador ha estado construyendo ocho hidroeléctricas que actualmente tienen una inversión total de \$5,000 millones. Como son ocho hidroeléctricas que están siendo construidas, la propuesta es ver hasta qué número puede el Ecuador construir hidroeléctricas que pueda beneficiar a la matriz energética del país, pero siempre teniendo en cuenta el tamaño de la inversión, la deuda que tendría si es que se financia con un país extranjero, y también de forma general, ambiental.

Al explicar brevemente lo que se dijo anteriormente, lo que el autor espera tener como resultados es un número mayor de ocho hidroeléctricas en el país. Además, un país extranjero confiable que pueda financiar parte del proyecto cuya economía sea estable, con un gobierno creíble y serio y, consecuentemente, que la empresa encargada pueda construir un proyecto con tal magnitud que tenga un daño mínimo en el ambiente.

Esto se puede observar en el gráfico diez que se presenta a continuación que el crecimiento de energía primaria ha ido incrementando entre los años 97 hasta 2008. El país con mayor crecimiento de energía primaria es Chile, ahora un país desarrollado con 4.7% mientras que el Ecuador ha tenido un crecimiento de 2.9 la cual está unos puntos debajo del promedio sudamericano.

Crecimiento de la demanda de energía primaria en Sudamérica (1985-2008)

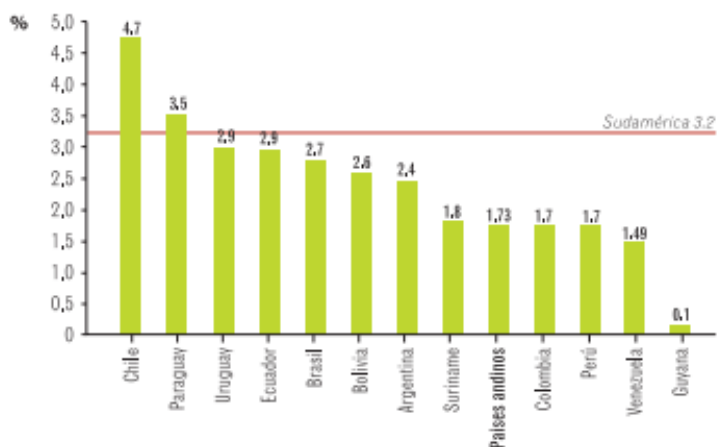


Grafico 10 Crecimiento de la demanda de energía primaria en Sudamérica (1985-2008)

Fuente: CEDA, 2011

Consecuentemente se puede ver en el siguiente gráfico, grafico once, la composición de la matriz energética de algunos países con Ecuador. Como se conoce, el mayor proveniente es de petróleo con alrededor de 80% en la matriz energética. La energía que le sigue es Hidroenergía y electricidad. Es por eso que esta tesis trata de buscar maneras de bajar aquel porcentaje que tiene el petróleo y poder incrementar substancialmente el porcentaje de hidroenergía.

Composición de la matriz energética de los países andinos en 2008

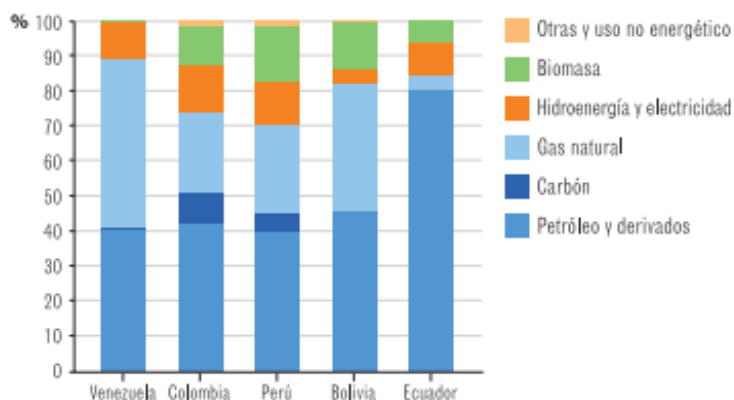


Gráfico 11 Composición de la matriz energética de los países andinos en 2008

Fuente: CEDA, 2011

El propósito del estudio es también entender los trade offs que el Ecuador podría tener al implementar tales números de hidroeléctricas y los países que están ayudando a financiar los proyectos. Como se ha mencionado antes, el contribuidor con el mayor financiamiento es la empresa china Hydrochina Corp con alrededor de \$3.500 millones. Esto le traerá al Ecuador alrededor de cinco nuevas hidroeléctricas que van a poder incrementar la matriz energética que se enseñó anteriormente, al igual que reducir las emisiones de CO_2 . Pero lo que China espera es poder recibir o más bien importar un pedazo de aquella energía limpia a su propio país. Como se dio a conocer anteriormente en el estudio, el país podría ofertar alrededor de 2,700 MW pero demandaría alrededor de 3,100MW lo cual conlleva a una escasez. Consecuentemente, las emisiones de CO_2 se han mantenido de una manera estable pero al alza lo cual quiere decir que en el Ecuador se ha estado quemando de manera excesiva los combustibles fósiles. Se puede ver por el dato dado por el Banco Mundial que en sus últimos datos, las emisiones de CO_2 para el Ecuador fue de 2.2 metric tons.

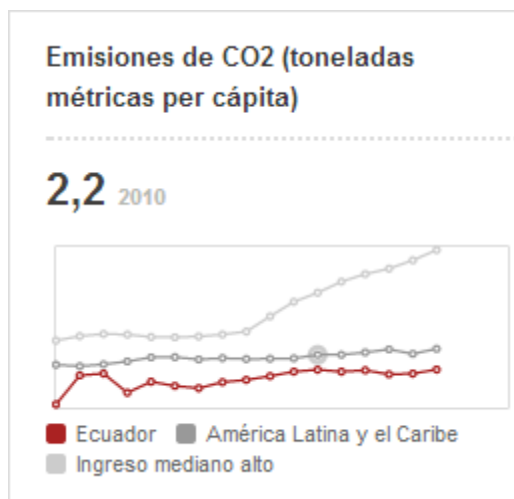


Gráfico 12 Emisiones de CO2

Fuente: Banco Mundial 2010.

El significado del estudio

La tesis que está siendo actualmente tratado puede ser útil para todo tipo de personas. Está siendo analizada de una manera formal pero fácil de entender con varias estadísticas, gráficos, menciones a personas importantes que saben sobre el tema para que el ciudadano del día a día pueda entender lo que pasa. Puede ser útil a varias personas porque es un tema que, a pesar que no ha tenido mucha tendencia en los últimos momentos, es un tema que hay que tener en cuenta para el futuro del Ecuador. El Yasuní es el tema que está en tendencia en la actualidad, pero hay que pensar en el futuro del Ecuador, de cómo podría beneficiarse el ecuatoriano en unos 10-15 años cuando cada hidroeléctrica esté funcionando cerca de su máxima capacidad productiva.

Durante los últimos años la población ha optado por usar, o siquiera intentar usar más energía limpia como por ejemplo la implementación de paneles solares en casas, o simplemente comprar auto híbridos que tienen un impacto ambiental menor que la explotación del combustible fósil. Esta tesis va mas allá, analiza un prospecto de cambiar la matriz energética de un país a una matriz más limpia cuyo porcentaje no sea la mayoría en petróleo.

Dado que es un tema relativamente nuevo, no se ha podido encontrar una tesis que sea similar a lo que se está analizando. Se ha podido encontrar varios documentos, presentaciones y análisis de varias personas que hablan sobre la matriz energética del país y también sobre los proyectos que el Ecuador tiene en mente para poder cambiar la matriz energética. Varios de los documentos que ha ayudado a expandir el análisis y poder seguir ha sido por documentos que tiene el CONELEC denominado como “Plan Maestro de Electrificación” la cual sacan cada año. Adicionalmente, se pudo encontrar un análisis muy interesante hecho por Gabriel Salazar, experto en temas eléctricos y coordinador de electricidad en el OLADE y Hugh Rudnick, profesor de ingeniería eléctrica en la Universidad Católica de Chile la cual dan a conocer sobre el potencial que podrían tener las hidroeléctricas en el Ecuador.

Existen muchos estudios realizados sobre las ocho hidroeléctricas que están siendo construidas en el Ecuador, pero el análisis hecho por el autor se basa en que ocho no son suficiente para satisfacer la demanda del país, por ende, el estudio se basa en la hipótesis nula.

Al poder decir que el estudio se basa en la hipótesis nula, se podría decir que el estudio ahorita es único por la razón de que se está desafiando de alguna manera al pensamiento que el gobierno ecuatoriano tiene. El ministro Albornoz ha salido muchas veces y ha declarado de qué ocho hidroeléctricas es suficiente para satisfacer la demanda y consecuentemente poder ser un

exportador de energía limpia. El autor de una manera estoy cuestionando a lo que el ministro dice y cree ya que durante el análisis el lector podrá darse cuenta la cantidad que el Ecuador demanda de energía vs lo que las ocho hidroeléctricas podrían consumir cuando lleguen a su capacidad máxima de producción.

Otra razón por la cual se considera al estudio como único hasta ahorita es la razón de encontrar otros países que estén interesados en financiar un noveno o decimo o cualquier otro número mayor a ocho hidroeléctricas. Se ha visto que los proyectos hidroeléctricos están siendo financiados por China, algo que podría ser preocupante durante los años. Durante el final del estudio, se intentara analizar brevemente países que podrían estar interesados en financiar otro proyecto cuya imagen global corporativa sea interesante y llamativa para el Ecuador.

Definición de Términos

- Benefit of the Doubt: Beneficio de la duda
- BRENT: importante clasificación comercial de petróleo crudo ligero que sirve como un punto de referencia para la compra de petróleo a nivel mundial.
- CONELEC: Consejo Nacional de Electricidad.
- CELEC: Corporación Eléctrica del Ecuador.
- CEDA: Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental.
- CPI: Consumer Price Index. Se traduce a Índice de Precios al Consumidor.
- CNPC: China National Petroleum Corporation.
- Flow: flujo del río o represa.
- GWh: gigawatt por hora (10^9 vatios hora)

- GW: gigavatios (10^9 vatios)
- Head: potencia de caída de la represa.
- IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- Kbp: mil barriles equivalentes de petróleo
- Kw: kilovatios
- Know How: “saber como”
- Mw: megavatios
- Mb/d: millones de barriles por día
- OLADE: Organización Latinoamericana de Energía
- OPEP: Organización de Países Exportadores de Petróleo
- PDVSA: Petróleos de Venezuela S.A.
- PEA: población económicamente activa
- PIB: Producto Interno Bruto
- Trade Offs: compensaciones
- WTI: West Texas Intermediate. Clasificación de crudo utilizado como punto de referencia en los precios petroleros. El precio del WTI a menudo hace referencia en los informes de noticias sobre los precios del petróleo.

Presunciones del Autor

Los parámetros para el estudio son limitados, es decir se hará un estudio exhaustivo sobre las hidroeléctricas en el Ecuador pero dentro de un tiempo limitado. Lo que mayormente se analizara en este estudio son los aspectos administrativos y los económicos y, si es que el autor tiene el tiempo suficiente, podrá hacer un análisis cuidadoso sobre el aspecto ambiental. Hay que tomar en cuenta que el autor sí analizara el aspecto ambiental pero de una forma rápida ya que no es un experto en esa área.

Segundo, el autor hará un análisis cualitativo a personas que sepan sobre el tema de hidroeléctricas en el país. Son personas cuyos trabajos administrativos están en el área pública y privada. El problema que pueda encontrar el autor haciendo estas entrevistas cualitativas es el tiempo limitado que cada gerente tenga ya que pueden tener reuniones más importantes que estar siendo cuestionado por un universitario. Dentro de lo mismo, otra presunción que el autor tiene sobre estas personas es el derecho que ellos tienen a permanecer en silencio sobre algún dato, problema o información que no pueda ser divulgado. Es decir, puede ser que sepan sobre alguna cifra o algún tipo de información que pueda ser relevante para el estudio del autor pero estas personas puede tener algún tipo de contrato de confidencialidad la cual no le podrían decir.

Tercero, en los análisis cualitativas siempre hay que estar consciente sobre lo que se conoce como *the benefit of the doubt* en donde siempre el autor debe preguntarse una y otra vez qué tan verdad o viable es lo que le están diciendo al autor. Dado este caso, también se utilizara para un mejor análisis la forma cuantitativa.

Cuando se toma en consideración el análisis cuantitativo, uno debe buscar aquella forma que no sesgara de manera excesiva los resultados. Es por eso que se utilizara un método conocido como evaluación de conceptos. La evaluación de conceptos es un método para analizar cuanto valor traen estos conceptos a los usuarios y a los proveedores. Los conceptos se evalúan con una puntuación de un usuario-valor y un proveedor-valor. Luego, los dos resultados se convierten en coordenadas para así representarlos en un diagrama de dispersión para así poder comparar conceptos y tomar decisiones sobre qué conceptos se podrían desarrollar. Para poder estar más cerca al 100% de confiabilidad, el autor buscara gente apta y conocedora del tema para que no esté tan sesgado los resultados. También existe una presunción en la cual el autor confía que la evaluación de conceptos van a ser entregadas dentro el tiempo establecido que se les han dado a las personas cuyos conocimientos son importantes para el fin de la tesis.

CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LA LITERATURA

Géneros de Literatura incluidos en la Revisión

Fuentes

El tema que se está tratando actualmente en esta tesis es un tema relativamente nueva. Es por este caso que no existe tanta información como uno se esperaría. Dado dicho eso, lo que se ha intentado durante este transcurso es recopilar información desde varios sitios para poder tener un amplio margen de análisis sobre las hidroeléctricas que están siendo actualmente construidas en el Ecuador. Es por eso que la información que ha provenido hasta ahora y en adelante para la tesis es obtenida por fuentes de internet, pdfs como por ejemplo El Plan Maestro de Electrificación hecha por el CONELEC, “Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador hecha por el Ceda” y “Observatorio de Energía Renovable en América Latina y el Caribe” hecha por el OLADE.

Cuando se trata sobre fuentes de internet, donde más se ha tratado recopilar información es por las fuentes de .org ya que es información recopilada por organizaciones públicas o privadas. Adicionalmente, información de instituciones públicas como por ejemplo el CONELEC, OLADE, Ministerio de Energía Renovable entre otros han sido de máxima importancia ya que ellos son los que están encargados de proporcionar esta información hacia la sociedad. No muchas instituciones privadas están actualizadas al tema ya que requiere un gran monto de inversión para unos proyectos de tal magnitud como lo es Coca Codo Sinclair. Lo que se ha intentado evitar son las publicaciones hechas por las noticias ya que siempre tienen una opinión *bias* lo que puede causar un sesgamiento en el análisis que se está intentando decir.

Adicionalmente, cuando se trata de pdfs de los que se comento antes, estos son informes anuales que dan las instituciones públicas. Lo que da credibilidad a estos informes es que son hechas a raíz de informar la situación actual de la matriz energética que tiene ahorita el Ecuador y hacia donde se quiere llegar. Son informes completamente profesionales la cual nos dan a conocer las tendencias no solamente del Ecuador sino también comparando con las matrices energéticas, demandas, ofertas entre otros aspectos de los países vecinos y también de América Latina.

Por el otro lado, fuentes como por ejemplo *peer review journals*, libros populares y conferencias no se ha podido extraer información valiosa ya que es un tema de máxima sensibilidad en donde el gobierno ecuatoriano es quien está a cargo de estos proyectos con la ayuda de empresas chinas como por ejemplo Eximbank. Si es que existen datos sobre la elaboración de las hidroeléctricas, es cuando no se aplicaba aun el Plan del Buen Vivir que ha puesto en marcha el actual gobierno.

Pasos en el Proceso de Revisión de la Literatura

Lo que se trata en esta sección es poder explicar como el autor intento generar los temas de la revisión de la literatura. Existen muchas maneras que se puede hacer esto, lo único que se debe hacer es siempre estar conciso con lo que se quiere buscar y encontrar. Va a haber muchas veces en donde lo que se busca no se encuentra, entonces hay que modificar la forma de búsqueda o bien, el tema. En todo caso, lo que se hizo para buscar temas fue comenzar desde puntos muy generales como por ejemplo “hidroeléctricas en el Ecuador” hasta puntos más desarrollados como por ejemplo “El Plan Maestro de Electrificación 2012-2021.”

Primero se comenzó con una lluvia de ideas en donde no se filtra lo que se quiere buscar. Luego de la lluvia de ideas lo que se hace es agrupar todas las ideas similares en grupos para poder ahí sacar algún tema en especial que pueda abarcar todas las ideas en ese mismo grupo. Con la ayuda de la lluvia de ideas, lo que se puede hacer es buscar mucha información relevante y común que luego puede servir o bien se puede rechazar ya que puede desviar al tema trascendental de la tesis. Lo bueno de comenzar con la lluvia de ideas es que la persona recibe mucha información de diferentes sitios, autores, instituciones, profesores entre otros. Lo no ayuda mucho la lluvia de ideas es que tanta información puede actuar como una espada de doble filo, uno cree la información obtenida puede ayudar pero en realidad está desviando del tema principal o bien el tiempo para analizar cada idea puede afectar el tiempo en realizar un buen análisis.

Consecuentemente, dado que la lluvia de ideas ayudo a crear una cantidad de grupos con ideas similares, lo que se hizo luego fue leer autores reconocidos sobre el tema y también enfocarse en las instituciones públicas del país que son aquellos que saben más del tema. Cuando se trata sobre autores reconocidos, se ha podido leer con determinación algunos como por ejemplo a Gabriel Salazar, graduado de la Politécnica de Quito en ingeniería eléctrica, doctorado en ingeniería eléctrica en la Universidad San Juan en Argentina y actualmente director del CONELEC. Además de Salazar, también se ha podido leer más o menos trabajos de Hugh Rudnick, profesor de ingeniería en la Universidad Católica de Chile, y también realizador de varios estudios e investigaciones de las operaciones económicas, planeamiento y regulación de las plantas de energía eléctricas. Además de aquellos y otros autores reconocidos del tema, lo que también se hizo fue analizar la información obtenida por las instituciones públicas como por ejemplo del CONELEC, CEDA, Ministerio de Energía Renovable etc. Estas instituciones están a

cargo por el gobierno lo que hace que deben sacar un informe anual sobre las situaciones de los proyectos no solamente hidroeléctricos sino de todas aquellas que puedan ayudar a cambiar la matriz energética.

Formato de la Revisión de la Literatura

Lo que se intenta explicar en esta sección de la tesis es la forma en que está dividida la tesis. Es decir, si está dividida por tema, cronología, autores entre otros aspectos. Ya que el análisis de las hidroeléctricas en el Ecuador es algo nuevo, novedoso con mucha información, lo que se hará por simplicidad es que el formato de la revisión de la literatura será dividida por tema. Se analizara alrededor de ocho temas principales, cada uno con subtemas que apoyen para poder analizar profundamente la situación actual de las hidroeléctricas y también hacia donde se quiere llegar con el cambio que el gobierno está proponiendo en decir que las ocho hidroeléctricas van a ser los causante del cambio de la matriz energética.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta sección de la tesis trata sobre la metodología que el analista va a utilizar para luego analizar los resultados del análisis. Existen tres tipos de metodologías que se pueden usar; cuantitativo, cualitativo y de tipo híbrido. El método que se va a utilizar durante toda la tesis es la cualitativa por varias razones que se darán a conocer en esta misma sección. La forma en que va a estar dividida este capítulo es por la justificación de la metodología, las herramientas de investigación que se utilizara, descripción de participantes y fuentes y recolección de datos.

Justificación de la Metodología Seleccionada

Se escogió la metodología cualitativa por varias razones. La primera razón que se escojo la cualitativa es porque esta tesis está basada en los “puntos de vista de los individuos, valorar procesos y generar teorías fundamentadas en las perspectivas de los participantes” (Metodología de la Investigación, 525). Dado el caso que la persona que está haciendo esta tesis tiene una limitada experiencia y conocimiento sobre el área de hidroeléctricas, ha tenido que acudir a las instituciones públicas como el CONELEC, CEDA, OLADE entre otras para poder tener un mayor conocimiento sobre los proyectos que está construyendo el gobierno a base de la idea del Plan del Buen Vivir.

La segunda razón que se escogió la metodología cualitativa es porque se “valora la investigación hecha por otros y ser precavidos en nuestro camino por encontrar respuestas a las interrogantes planteadas...” (Metodología de la Investigación, 527). La mayor parte de la investigación está hecha por entidades públicas como las que se mencionaron anteriormente. Es

por eso que mayor parte de la tesis está basado en los resultados de lo que han sacado aquellas entidades pero con una mayor diferencia la cual es la hipótesis que el analista de esta tesis está intentando sacar como resultado. El gobierno nos da a conocer aquellos proyectos hidroeléctricos más importantes en el país que con base del Plan del Buen Vivir van a poder cambiar la matriz energética. Lo que propone el autor de esta tesis es que el número de hidroeléctricas que están siendo construidas por el gobierno con financiamiento externo, no es suficiente para poder cambiar la matriz energética del país.

La tercera razón es basa más bien sobre el papel que la metodología cualitativa desempeña en el marco teórico. El libro escrito por Hernández, Fernández y Baptista “Metodología de la Investigación” nos da a conocer varios factores sobre el papel de desempeño que la investigación cualitativa hace al marco teórico. El punto más importante según el autor de esta tesis es la “utilización de la literatura al final del estudio” en donde la investigación cualitativa expresa que se debe “apoyar o modificar los resultados existentes documentados en la literatura” (Metodología de la Investigación, 531). Eso al final es lo que se trata esta tesis; si bien apoyar el número de hidroeléctricas que se están construyendo para el beneficio de la matriz energética o bien, modificar/cambiar/recomendar un número alterno de lo que comenta el gobierno ecuatoriano.

Herramienta de Investigación Utilizada

Lo que se intenta en esta sección de la tesis es explicar en detalles las herramientas que se van a utilizar para la investigación cualitativa. En todo caso, las herramientas que se van a utilizar para la investigación cualitativa son aquellas que le van a dar al autor un mayor

entendimiento sobre el Plan del Buen Vivir que esta propuesta por el gobierno actual del Ecuador, el rol específico que tienen las hidroeléctricas en la matriz energética, las personas encargadas de tales proyectos durante y luego de la terminación de la hidroeléctrica y también la forma que se va a repagar a las entidades extranjeras que financiaron los proyectos.

Para todo lo que se menciona antes, se necesitara entrevistas con personas que sepan del tema del Plan del Buen Vivir y que también estén dentro del área de energía renovable. Es por eso que se debe acudir a personas en el sector público especialmente aquellos que trabajan en el Ministerio de Energía Renovable o bien a entidades como por ejemplo el CONELEC o el OLADE. Al ir a esas instituciones, la herramienta que se debe utilizar son entrevistas bien planificadas para poder sacar la mayor información posible en el menor tiempo posible ya que los horarios de aquellas personas son limitadas.

La siguiente herramienta que se va a utilizar y que ya se ha estado utilizando son los documentos o más bien dicho, los estudios de casos que son hechos por entidades como por ejemplo el CONELEC, CEDA y el OLADE. Son documentos extensos de mucha información que están publicados en el internet para el uso de la gente común y corriente. Dado que el Plan del Buen Vivir es una idea nueva que se ha puesto en marcha en el país, no existen varios casos/análisis escritos, por lo cual el autor se ha basado y se basara extensamente en los análisis hechos por aquellas entidades que si han logrado escribir algo. Para que esta tesis sea aceptable y para el buen uso de la gente, se debe usar/analizar alrededor de 6-10 casos a profundidad. Es por esta razón que el autor de esta tesis se ha basado mucho en los casos hechos por las entidades públicas que se mencionaron antes.

Características especiales relacionadas con el estudio

Lo que se intenta en esta sección de la tesis es poder incluir algunos de los aspectos demográficos sobre el grupo experimental que sea necesario para entender los límites del estudio del autor. Lo que se tocará brevemente en esta sección es el análisis del crecimiento del PIB del Ecuador y el crecimiento de la población en aquellos sectores en donde las hidroeléctricas están siendo construidas. Se utilizará fuentes tales como el Banco Central del Ecuador, INEC y también *Gapminder*, una página web en donde el estadístico Hans Rosling nos da a conocer varios índices que pueden ser útiles durante esta sección.

Crecimiento del PIB

El crecimiento del PIB del Ecuador ha estado en una tendencia alcista desde el 2005 hasta el 2012 según los datos macroeconómicos que nos da a conocer el BCE (Banco Central del Ecuador). La mayor parte del PIB del Ecuador se da a base de la producción petrolera ubicada en los sectores del oriente del país. Con el descubrimiento del petróleo en el oriente del Ecuador en los años 70, el país se ha beneficiado durante los últimos años con incrementos en el PIB. Así lo podemos ver en el gráfico trece presentado a continuación aportado por el BCE.

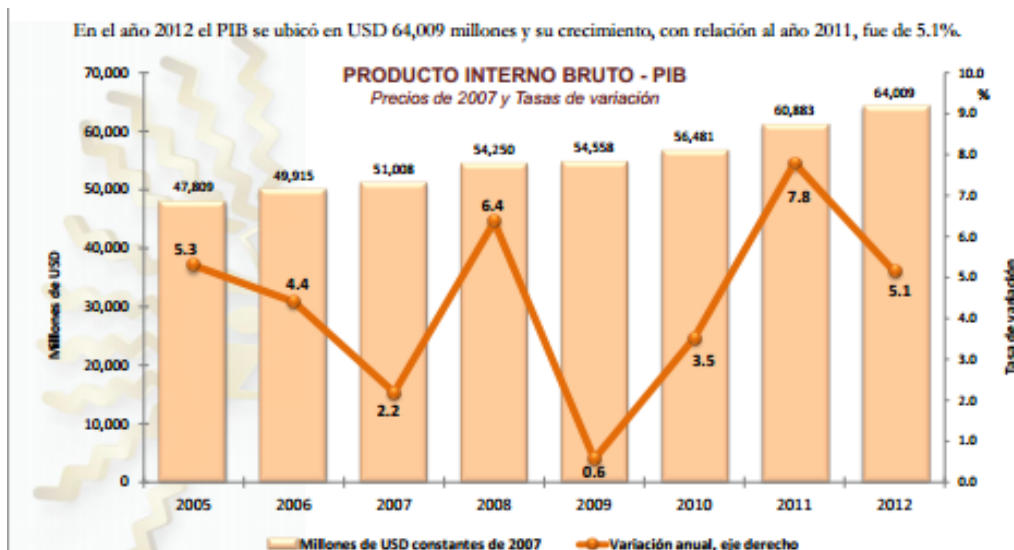


Gráfico 13 Producto Interno Bruto hasta enero 2014

Fuente: Banco Central del Ecuador, enero 2014

Se puede apreciar varios factores en el gráfico que se acaba de presentar. Podemos ver en el eje horizontal los años desde el 2005 hasta el 2012 mientras que en el lado vertical izquierdo podemos observar en millones USD la cantidad aportada y en el lado vertical derecho, la tasa de variación. Se puede ver que durante los últimos 7 años, el PIB del Ecuador ha estado incrementando con un promedio de 4.28%. La tabla a continuación elaborada por el autor presenta un crecimiento anual de los últimos siete años del PIB del Ecuador.

Table 3 Crecimiento Anual PIB Ecuador 2005-2012

Año	Millones	Crecimiento
2005	47,809.00	
2006	49,915.00	4.41%
2007	51,008.00	2.19%
2008	54,250.00	6.36%
2009	54,558.00	.57%
2010	56,481.00	3.52%
2011	60,883.00	7.79%
2012	64,009.00	5.13%
	Promedio	4.28%

Fuente: BCE, Tabla Elaborada por el Autor, 2014

Se puede observar con más delicadeza el crecimiento anual del PIB del Ecuador con la tabla presentada. Se puede ver que durante los últimos 7 años el PIB del Ecuador ha incrementado dado que los millones de dólares que se ha aportado al país también han estado en tendencia alcista. Adicionalmente, se puede ver que durante la crisis del 2008-2009 que se dio alrededor del mundo, el PIB del Ecuador aun fue positivo pero a un crecimiento menor a 1.

Crecimiento de la Población

Para el crecimiento de la población, se toman dos años bases; 2001 y 2010 ya que fueron los últimos censos en el país. Lo que se analizara en el crecimiento de la población es por provincia y también por el sector en que están ubicadas las hidroeléctricas. Son ocho hidroeléctricas que están siendo construidas por el gobierno ecuatoriano, es por eso que se deben tocar las provincias en donde las hidroeléctricas están ubicadas. Aquellos lugares son: Pichincha, Cañar, Azuay, Loja, Zamora Chinchipe, Napo, Imbabura y Morona Santiago. Para poder en

análisis más simple, el autor creó una tabla en la cual enseña los años bases 2001, 2010 al igual que el crecimiento de la población según esos años en aquellos sectores.

Los datos provienen de la entidad pública del INEC pero la tabla fue creada por el autor. Lo que se puede apreciar en la tabla cuatro es el crecimiento de la población en los sectores en donde las hidroeléctricas están siendo construidas. Además, lo que se puede ver en la tabla es que en los sectores en donde las hidroeléctricas están siendo construidas, todas las provincias han incrementado la población desde el censo del 2001 hasta el censo del 2010. Adicionalmente, se sacó un promedio de las ocho provincias en donde están ubicadas las hidroeléctricas la cual da un 19.32%. La población en donde mayor crecimiento hubo fue Napo con un porcentaje de 31.03% mientras que el que menos crecimiento fue la provincia del Cañar con un porcentaje de crecimiento de 8.79%.

Table 4 Crecimiento de provincias del Ecuador 2001 y 2010

Provincia	Año 2001	Año 2010	Crecimiento
Azuay	603,434.00	712,127.00	18.01%
Cañar	206,981.00	225,184.00	8.79%
Imbabura	344,044.00	398,244.00	15.75%
Loja	404,835.00	448,966.00	10.90%
Morona Santiago	115,412.00	147,940.00	28.18%
Napo	79,139.00	103,697.00	31.03%
Pichincha	2,101,080.00	2,576,287.00	22.62%
Zamora Chinchipe	76,601.00	91,376.00	19.29%
		Promedio	19.32%

Fuente: Datos presentados por INEC, tabla elaborada por el autor, 2014

Aquella hidroeléctrica que está ubicada en el Napo es Coca Codo Sinclair que es considerada la hidroeléctrica más grande en construcción en el país con una capacidad de producción de 1,500 MW con una energía media de 8,743 GWh/año.

Dado que la población dentro de aquellas provincias ha estado incrementando durante los años de los censos quiere decir que las hidroeléctricas pueden emplear la mano de obra domestica y no tener que buscar o acudir a diferentes provincias para tener labor, la cual puede beneficiar al sector en donde están viviendo.

Fuentes y Recolección de Datos

En fuentes y recolección de datos se discute sobre dónde se consigue las fuentes de información para la tesis y las características de los documentos encontrados.

Fuentes de Información

Las fuentes de información en donde se ha conseguido y se seguirá consiguiendo y direccionando esta tesis son en aquellas personas aptas y conocedoras del tema de hidroeléctricas. Estas fuentes son entidades públicas ecuatorianas como por ejemplo el CONELEC, OLADE y el CEDA en donde son instituciones que tratan sobre temas de derecho ambiental, electrificación y energía. Son instituciones que operan en el país y que tienen una idea macro sobre el tema que se está analizando en esta tesis. Otras fuentes de información son aquellas que no están establecidas en el país pero juegan un rol no solamente importante para el Ecuador sino también para todo el mundo como lo es el *World Data Bank* y *Gapminder*. Son organizaciones cuyas herramientas de análisis y visualización contiene series de datos sobre una gran variedad de temas, no solamente económica sino también social, ambiental etc.

Características de los Documentos

Son documentos extensos con mucha información en la que la persona se puede perder de inmediato. Es por eso que es esencial tener en mente el tema que se quiere buscar, intentar tener una base sobre lo que se está buscando y luego buscar en aquellos documentos. Son documentos que analizan un mismo caso con diferentes tipos de gráficos y con diferentes tipos de aproximaciones. Es por eso que es de sumamente importancia que el autor de la tesis sepa lo que está buscando y también entienda de manera profunda lo que el caso de la entidad pública está desarrollando.

En los casos que el autor de la tesis ha estado analizando que son provenientes de las entidades públicas del Ecuador, existen muchas abreviaciones, es por eso que antes de analizar el gráfico, tabla o resumen del caso, hay que buscar y tener claro las abreviaciones que el caso está presentando.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE DATOS

Detalles del Análisis

En esta sección de la tesis, lo que se hará es analizar el por qué de los nueve objetivos específicos que se han establecido. Por formas de simplicidad, dentro de la sección “detalles del análisis,” se hará una sub sección de cada objetivo específico para mayor facilidad de entendimiento para el lector. Se tomara en cuenta el panorama general del por qué de cada de los nueve objetivos.

Cambio de factor de emisión en la matriz energética del Ecuador

Como se dio a conocer en las secciones anteriores, la composición de la matriz energética del Ecuador está basada mayormente por petróleo seguido por hidros y luego por energía térmica. Tener una matriz energética cuyo recurso mayoritario es el petróleo, causa que el factor de emisión del país sea alto ya que la quema de combustibles fósiles afecta al medio ambiente. Adicionalmente, como dio a conocer René Parra en su estudio de “Instituciones de Investigaciones Atmosféricas” en la Universidad San Francisco de Quito, la cual también se mostro anteriormente, el combustible que mayor emisiones liberaba al medio ambiente *era fuel oil* seguido por Diesel 2.

Lo que se quiere intentar llegar es poder cambiar la matriz energética del Ecuador para así también poder cambiar la matriz productiva del país. Se necesita cambiar la matriz energética del país por algunos factores que se comentaran a continuación.

El primer factor del por qué hay que cambiar la matriz energética del país es por el alto porcentaje que se depende del petróleo. Dentro de la matriz energética, el petróleo tiene un 80% de participación, hidroeléctrica tiene un 8% y biomasa tiene alrededor del 5% (ver gráfico de la

composición de la matriz energética de los países andinos en 2008). Al decir que el 80% de la matriz energética depende de la búsqueda y del uso del petróleo, el petróleo es un recurso no renovable y, dado que es un recurso no renovable quiere decir que en un determinado tiempo este recurso se agotará. Además de que sea un recurso natural que se agota, el petróleo también causa efectos negativos en el ambiente. El quemar combustibles fósiles se traduce a que el factor de emisión del país incrementa de una manera negativa ya que se está liberando un número determinado de Co2 al ambiente. Según la página web *e-sortment*, aproximadamente el 90% de la energía mundial demandada es generada por el uso de los combustibles fósiles. Al tener un porcentaje tan alto de generación de los combustibles fósiles, esto quiere decir que se está afectando áreas como el aire, agua, acumulación de residuos sólidos, degradación de la tierra y también a la salud humana. Un gran ejemplo que se puede ver como el quemar combustibles fósiles afecta al medio ambiente y consecuentemente a la salud de uno es China. Para poder analizar China y su contaminación de aire, hay que entender los estándares sobre lo que es un aire limpio vs un aire sucio. A continuación se presenta una figura la cual enseña los índices sobre los niveles de contaminación de aire en el país.

Figure 3 Índice de Polución para China

AQI	Air Pollution Level	Health Implications
0 - 50	Good	Air quality is considered satisfactory, and air pollution poses little or no risk
51 -100	Moderate	Air quality is acceptable; however, for some pollutants there may be a moderate health concern for a very small number of people who are unusually sensitive to air pollution.
101-150	Unhealthy for Sensitive Groups	Members of sensitive groups may experience health effects. The general public is not likely to be affected.
151-200	Unhealthy	Everyone may begin to experience health effects; members of sensitive groups may experience more serious health effects
201-300	Very Unhealthy	Health warnings of emergency conditions. The entire population is more likely to be affected.
300+	Hazardous	Health alert: everyone may experience more serious health effects

Fuente: AirNow – Air Pollution in China: A Real-time Air Quality Index Visual Map. 2014

Dada la figura la cual se enseña los índices para que un país tenga una contaminación limpia vs una contaminación sucia, se puede seguir con el análisis de China. Se tomo dos ciudades importantes; Beijing y Tianjin. Si es que se toma la tabla y se analiza el mapa en donde esta Beijing, se puede ver que los índices de Beijing son alrededor de 300 hasta 400 mientras que Tianjin son de 400 hasta 600. Estas dos ciudades se han considerado como unas de las ciudades más toxicas del país, y, probablemente del mundo en donde el índice que nos enseña la tabla les considera como *Hazardous*.

Un siguiente factor del por qué hay que cambiar la matriz energética del país es para incrementar el uso de energía limpia. La energía limpia que se basa esta tesis es sobre las hidroeléctricas, por ende, lo que se discutirá son los beneficios que traen las hidroeléctricas. Las hidroeléctricas es una base de energía que produce energía limpia sin la exposición de emitir Co2 al medio ambiente. Es un recurso en donde lo que se necesita es un rio cuya fluidez sea continua a una potencia continua o bien un rio cuyo sector haya lluvia continua para que siempre haya reservas en caso de épocas de sequias. Adicionalmente, al implementar un sistema cuya energía que se produce es limpia quiere decir que se está tomando en consideración el Protocolo de Kyoto propuesto por las Naciones Unidas.

El Protocolo de Kyoto es un acuerdo entre los países desarrollados en disminuir las emisiones de los gases de efecto del invernadero que son los causales del calentamiento global. Lo que se intenta con el Protocolo de Kyoto es reducir las emisiones, incentivar, actualizar y promover el cambio climático con energías limpias. El implementar hidroeléctricas ayuda a la causa de reducir las emisiones dentro del periodo establecido y, a pesar de que el Ecuador no es considerado como un país desarrollado, estaría ayudando a cumplir con el Protocolo de Kyoto la cual es reducir las emisiones a un 5% mundial por cada periodo.

Un siguiente beneficio de la implementación de hidroeléctricas es que “promueve energía garantizada y precios estables,” tal como lo pone el USGS (*United States Geological Survey*). El agua del río es un bien nacional de uso público, por ende no depende de las fluctuaciones de precio del mercado. Si bien no depende de las fluctuaciones del mercado, si depende de la cantidad que llueve para que pueda sostener la demanda del país. Un gran ejemplo en la cual se debe admirar sobre la producción de energía proveniente de hidroeléctricas es Noruega en donde el Ministerio de Petróleo y Energía dicen que “Noruega tiene la mayor producción de energía hidroeléctrica per cápita del mundo, es el sexto mayor productor de energía hidroeléctrica en el mundo. En un año con precipitaciones normales, la generación de energía hidroeléctrica es de alrededor de 120 TWh, lo que corresponde a aproximadamente el 99% de la producción de energía total de Noruega” (Ministerio de Petróleo y Energía, 2010) Se tomo Noruega como un ejemplo por varias consideraciones. La primera es por su cumplimiento con el Protocolo de Kyoto en la cual es uno de los países que más aporta a la reducción de emisiones en el medio ambiente. La segunda es porque Noruega, a pesar de tener grandes reservas de petróleo en el país, opta por ser un país innovador decidieron implementar y producir lo mas que pueda con energía limpia, especialmente con energía hidroeléctrica.

Demanda y Producción actual del Ecuador de manera anual

Se necesita conocer la demanda anual del país y la cantidad de energía que está demandando actualmente por algunos de los factores que se mencionaran a continuación. El primer factor es entender cuanta energía necesitaría cada ciudad del Ecuador. El siguiente factor es para poder relacionar la demanda y oferta que tiene el Ecuador en cuanto a las interconexiones. Finalmente, el último factor toma en cuenta la matriz energética que

actualmente el 80% proviene del petróleo mientras que los siguientes son hidro y térmica con porcentajes de un solo dígito.

Como se menciona antes, el primer factor para entender el panorama general de la tesis basada en hidroeléctricas y el cambio de la matriz energética, se necesita entender cuanta energía se demanda en cada ciudad. Como se dio a conocer antes, las dos ciudades que necesitan más energía y, en todo caso, las dos ciudades más importantes para el Ecuador son Quito y Guayaquil en donde se nota que solo entre los dos necesitan alrededor de 1,616 MW para el año 2013 (ver tabla proyección de la demanda anual de potencia). Estas proyecciones son creadas por el CONELEC, entidad pública ecuatoriana. En todo caso, lo que no se sabe es bien, son si las proyecciones son basadas antes del Plan del Buen Vivir propuesto por el gobierno o si es que ya se toma en cuenta el Plan del Buen Vivir. Además de establecer que Quito y Guayaquil son las dos ciudades que más energía demanda, la razón es por la población que cada ciudad tienen. La provincia de Pichincha tiene una población de alrededor de 2 millones de ciudadanos mientras de la provincia del Guayas tiene alrededor de 3 millones. El siguiente gráfico creado por el INEC en el último censo del 2010 que se hizo en el Ecuador se puede ver la población de Pichincha desde 1962 hasta el 2010. Se puede ver que al pasar de los años, la población ha estado en incremento en términos de ciudadanos pero en términos de tasa de crecimiento, se puede ver que desde 1990 hasta el último censo, aquella tasa ha estado decreciendo.

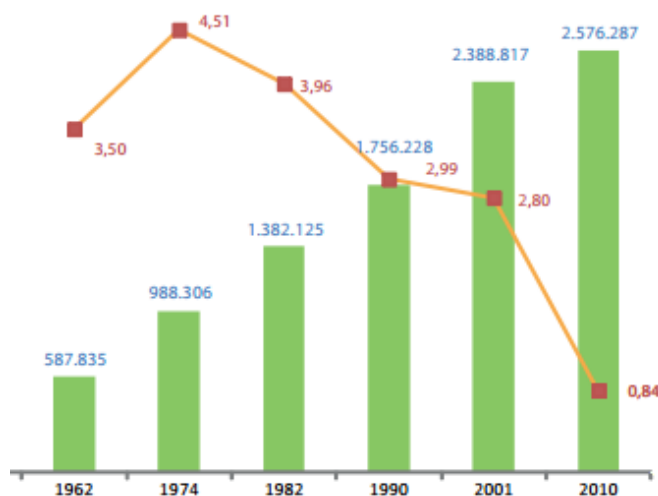


Gráfico 14 Crecimiento de la Población de Pichincha

Fuente: INEC, Resultados del Censo 2010 de la población y vivienda en el Ecuador

Consecuentemente, lo mismo se puede ver en el gráfico creado por el INEC para la provincia del Guayas. Como se mencionó antes, Guayas tiene un número mayor de población que la Pichincha pero también se puede ver que en términos de tasa de crecimiento, esta provincia también ha estado en un declive en los últimos años. Se puede ver comparando el gráfico 14 con el gráfico 15 que en el año 2010 Guayas tuvo 3,645,483 de habitantes mientras que Pichincha tuvo 2,576,287 de habitantes. Hay que distinguir que a pesar de que las dos provincias tienen una tasa de crecimiento en pendiente negativa, Guayas termina en el 2010 con una tasa de crecimiento del 1.08 mientras que Quito tiene una tasa de crecimiento de .84. Se puede concluir que Guayas tiene una tasa de crecimiento mayor que Pichincha y por ende, se puede analizar el por qué Guayas tiene más ciudadanos que Pichincha.

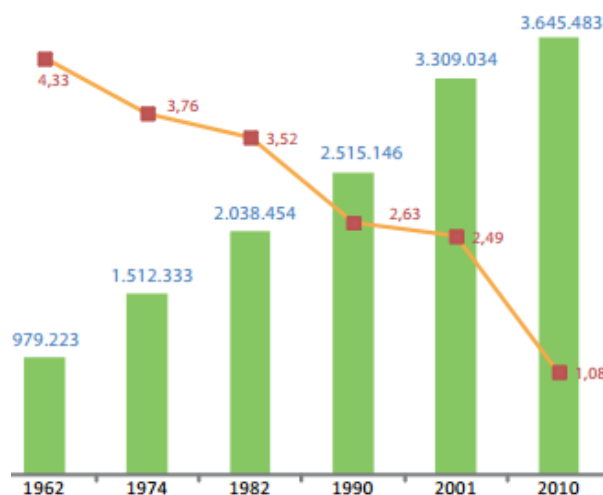


Gráfico 15 Crecimiento de la Población del Guayas

Fuente: INEC, Resultados del Censo 2010 de la población y vivienda en el Ecuador

Si bien estos son las dos provincias que mas habitantes hay en el Ecuador y, por ende es donde más energía se demanda, se necesita también tomar en cuenta aquellas otras provincias y ciudades para el Ecuador. La energía o bien, la luz es un bien común de la gente, por ende se necesita distribuir equitativamente la energía.

El siguiente factor determinante es la relación oferta y demanda que tiene el Ecuador con interconexiones. Como se dio a conocer antes, interconexiones es la compra de energía que el Ecuador hace a sus países vecinos; Colombia y Perú. Igualmente, como se dio a conocer anteriormente en el grafico “Energía Disponible vs Demanda del SIN, incluye Interconexiones” hecho por el CONELEC, se pudo ver que la mayoría de veces la energía disponible sobrepasaba a la energía demandada pero no en una cantidad abrumadora.

Adicionalmente, se pudo ver que existió un año, 2009, en donde la energía demandada era mayor a la energía disponible en el Ecuador. Ahí también se puede entender con más claridad cuando entra en juego las interconexiones en donde se tuvo que comprar una buena cantidad de

energía a Colombia. Si bien la energía disponible es mayor a la energía demandada, lo que el autor quiere tratar de aludir es tener una curva de energía disponible sin que sea tan volátil como se muestra el gráfico que ha hecho el CONELEC. Con la implementación de las hidroeléctricas, lo que podría pasar es que la energía disponible siga incrementando pero a un ritmo constante y por ende, reduciendo las interconexiones con Colombia y Perú.

Adicionalmente, el retirar/producir energía de una hidro resulta menos costoso que retirar/producir energía del petróleo. La universidad de Chile en un artículo sobre “Evolución de Costos ERNC” nos da a conocer cierto tipo de información sobre los costos de operación y mantenimiento que necesita una hidroeléctrica. Ellos dicen; “una vez construidas y puestas en funcionamiento, las centrales hidroeléctricas por lo general requieren muy poco mantenimiento y los costos de operación se puede mantener bajos, ya que las plantas hidroeléctricas no tienen los costos recurrentes en cuanto a combustibles. Los costos de O&M se dan generalmente como un porcentaje del costo de inversión por kW. El estudio del Consejo Europeo de Energías Renovables junto con Greenpeace, utiliza un 4% para los costos de O&M, lo que puede ser apropiado para la energía hidroeléctrica a pequeña escala, pero es demasiado alto para las centrales hidroeléctricas de gran escala” (Evolución de Costos ERNC, 2012)

Finalmente, el último factor determinante para entender la demanda actual del país y cuanto está produciendo es analizar la electricidad demandada por fuentes. Como se ha dado a conocer anteriormente, el petróleo es la fuente cuya mayor participación tiene en la matriz energética del país. Lo que se pretende cambiar y lo que ha puesto en marcha el gobierno ecuatoriano es poder cambiar la matriz productiva del país en donde también juega parte la matriz energética. Como se menciono antes, el petróleo es un recurso que se agota, por ende se necesita buscar un recurso que sea limpio y renovable. Se ha visto en los últimos años que el

recurso renovable que ha estado en tendencia ha sido la hidroelectricidad, y eso se puede ver nuevamente en el gráfico de “Electricidad demandada en Ecuador por fuente” también creado por el CONELEC. En los últimos años se ha visto que la tendencia ha estado en un alza en los recursos renovables especialmente para la producción de energía dentro de los países. Un ejemplo son los países nórdicos como por ejemplo Noruega en donde la mayoría de la energía proveniente hacia los hogares y trabajos es creada por hidroeléctrica. Otro ejemplo que se ha dado a conocer últimamente es cuando los ciudadanos apagan por una hora todas las luces de sus casas como una llamada de atención que el planeta esta de una manera “sufriendo.” Ese evento se le conoce como “La Hora del Planeta” en donde se incentiva apagar las luces de las casas, localidades o edificios gubernamentales por una hora de forma voluntaria para dar un sentido de amor hacia el planeta. Se pudo ver en página web de *Earth Hour*, que alrededor de 6,950 ciudades, 152 países contribuyeron a La Hora del Planeta.

Impacto Económico, empleos directos e indirectos

El siguiente análisis tiene que ver sobre el impacto económico y los empleos directos e indirectos que una hidroeléctrica podrían traer al país. La siguiente sub-sección se dividirá en tres panoramas generales; impacto económico, empleos directos y finalizando con empleos indirectos.

En cuanto a impacto económico, dado que cada hidroeléctrica se le toma como un proyecto aparte e independientemente de los otros proyectos hidroeléctricos, esto quiere decir los costos de comenzar cada proyecto son altos. Se necesita una gran cantidad de inversión inicial, de inversionistas públicos como lo serian países interesados en los proyectos o bien inversionistas privados que quieren formar parte del pastel. Entendiendo más el panorama general, Franklin Maiguascha, en su clase Desarrollo Socioeconómico del Ecuador en la USFQ,

presenta un gráfico muy peculiar y a la vez alarmante que se presentará a continuación. El gráfico se le conoce como la Balanza Comercial sin incluir el petróleo para el Ecuador. Lo que se ve en tabla es que la balanza comercial ha estado en saldos negativos durante todos los años menos en el año 1999. Tomando en cuenta que el petróleo es el factor que ha dado una gran cantidad de capital para el país, se puede ver que aquel producto no afecta en casi nada a la balanza comercial del país. Lo cual resulta alarmante porque se tiene que tomar ciertas medidas para poder incrementar la base productiva del país especialmente la balanza comercial. Si es que se quiere seguir con el Plan del Buen Vivir, lo primero que se tiene que analizar es la forma en que la base productiva pueda resultar en cifras positivas tomando en consideración la sustitución de importación que tiene en mente el gobierno y también el cambio en la matriz energética para así poder reducir las interconexiones que se tiene con Colombia y Perú lo cual causa un gasto de alrededor de 2,500 millones en épocas de sequía.

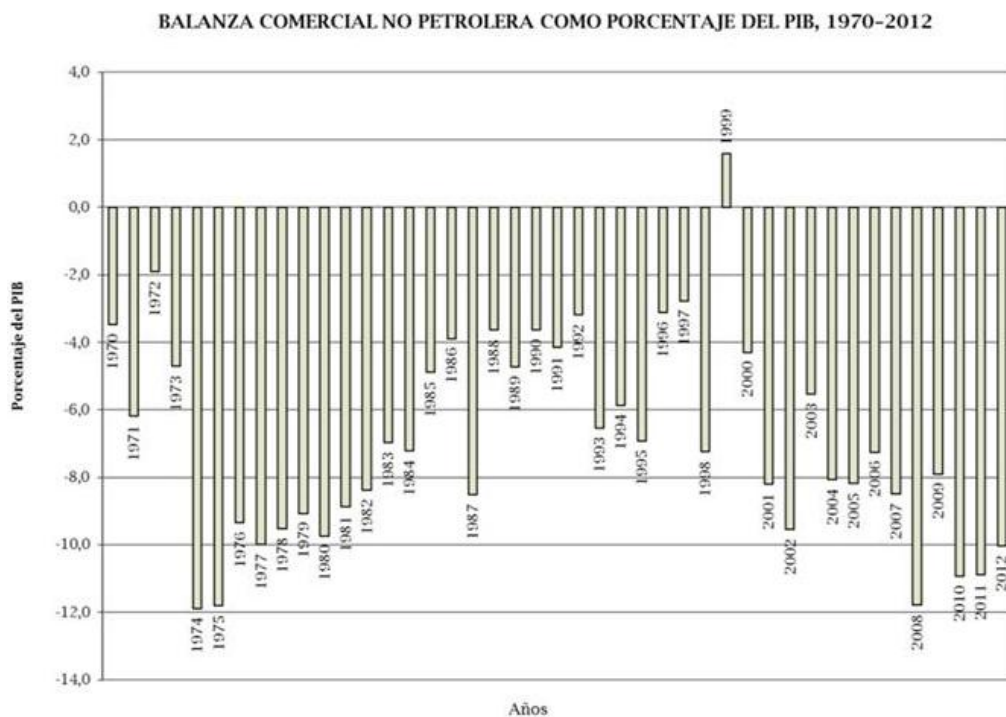


Gráfico 16 Balanza Comercial No Petrolera como Porcentaje del PIB

Fuente: Prof. Franklin Manguashca, Desarrollo Socioeconómico del Ecuador, USFQ

El segundo tema tiene que ver sobre los empleos directos en el Ecuador. Utilizando los datos provenientes del Banco Mundial, el número de la población económicamente activa (PEA) en el Ecuador es de alrededor de 7,387,243 en donde está distribuido entre urbano tales como empresas públicas y privadas y consecuentemente en zonas rurales del país. El crear ocho hidroeléctricas no quiere decir que gente en el área petrolera se trasladaría al área hidroeléctrica (algo que si pudiera pasar). El crear ocho hidroeléctricas significaría un aumento en cuanto a los empleos directos quienes son aquellos construyendo la hidroeléctrica en un determinado número de años y, consecuentemente la gente trabajando en la hidroeléctrica especializada en administración sustentable. Habiendo dicho eso, lo que pasaría es un incremento en el porcentaje

de la gente económicamente activa en el Ecuador y, por ende, un incremento en el PIB del Ecuador.

El último tema trata sobre los empleos indirectos. Los empleos indirectos son aquellas terceras personas que no aportan una “ayuda” directa al proyecto pero tienen un rol fundamental en cuanto a la ayuda a los trabajadores que tienen que estar en el proyecto hasta la entrega. Estos empleos indirectos por ende son los dueños de las tiendas en los sectores, los hostales o bien, el vecino que tiene una ferretería que cobra una cantidad determinada de dinero porque se dañó una pieza esencial en la hidroeléctrica. Esta gente por ende, puede o no puede estar dentro de la gente económicamente activa del PIB del país, pero aun así si aporta a lo que es el consumo del día a día y también con el avance de tal proyecto.

El Ecuador en comparación con otros países hidroeléctricos

Como se ha mencionado durante el transcurso de la tesis, el Ecuador basa un gran porcentaje de su matriz energética en el petróleo. Lo que se analizara en esta sub sección del capítulo cuatro de la tesis es la importancia de cambiar la base de la matriz energética como lo han hecho los países vecinos como Colombia, Perú y consecuentemente Chile.

Colombia produce alrededor del 64% de su energía con hidroelectricidad. Dentro de los proyectos hidroeléctricos que el gobierno colombiano ha propuesto, se ha dicho en el “Portafolio de Proyectos de Generación de Energía” creado por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia que “alrededor del 55% de las inversiones proviene de inversiones privadas.” A continuación se presenta la tabla cinco creado por el autor pero con datos del portafolio en donde se toma nota sobre algunos de los proyectos hidroeléctricos propuestos por el gobierno

colombiano. Lo que se puede observar, Colombia tiene alrededor de ocho proyectos hidroeléctricos nuevos que se quiere poner en marcha para poder expandir su matriz energética. Se puede ver que de energía media, se espera tener 28,924.7 GWh/año adicionales que se puedan distribuir a través la población colombiana.

Table 5 Proyectos Hidroeléctricos Colombia

PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS COLOMBIA		
Nombre	Capacidad (MW)	Energía Media (GWh/año)
Andaqui	665	4,336
Cabrera	605	2,700
Cañaveral	68	414.7
El Neme	512	2,696
Encimadas	94	548
Fonce	420	2,290
Pescadero – Ituango	1,800	11,000
Sogamoso	1,035	4,940
Total	5,199	28,924.7

Fuente: Portafolio de Proyectos de Generación de Energía. Tabla elaborada por autor

Perú es similar al Ecuador. Últimos datos muestra que Perú produce alrededor del 40% de su energía con fuentes del petróleo. Un aspecto interesante que se muestra en la tabla el “Balance Nacional Energético” de Perú es que en los últimos años, la fuente que ha estado en alza ha sido gas natural en lo que es el año 2009. Ahora bien, en cuanto a proyectos hidroeléctricos, Perú ha tenido en mente desde el 2007 incrementar la participación de energía hidroeléctrica dentro de su matriz energética. A continuación se presenta una tabla sobre los proyectos hidroeléctricos que tiene pensado Perú con y sin concesión al igual que ciertos proyectos que consideran que va a ser fruto de exportación a otros países. Los datos provienen

del Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad de Perú pero la tabla fue elaborado por el autor de manera más simple para que el lector pueda entender lo que se quiere analizar. Se puede ver que Perú quiere reducir la matriz energética que mayormente está compuesto por petróleo y, dado ese caso, ha puesto en marcha y en mente la construcción de alrededor de 17 nuevas hidroeléctricas. Se puede ver que Perú tiene planeado de producir alrededor de 57,590 GWh/año adicionales para poder cambiar la matriz energética que tiene. Al poder tener ese número extra dentro de la matriz energética, lo que podrá hacer Perú es reducir la participación del petróleo dentro de la matriz creando energía limpia en el país.

Table 6 Proyectos Hidroeléctricos Perú

PROYECTOS HIDROELECTRICOS PERÚ		
Nombre	Capacidad (MW)	Energía Media (GWh/año)
Machupicchu (segunda fase)	71	N/A
Aricota #3	19	66
Ayapata	80	491
Balsas	915	3,343
Camana	2.8	23
Chadin 2	600	2,120
Chaglla	444	3,159
Culqui	20	133
Cumba 4	825	4,524
Cuquipamba	800	4,900
Huascarán	55	99
La Guitarra	220	1,831
Llamac 2	71	N/A
Man	286	1,737
Olmos	120	675
Pampa Blanca	66	514
Paquizapango	1,379	10,960
Pirca	50	N/A
Puerto Prado	620	4,870
Quiroz – Vilcazan	18	90
Quishuarani I	90	467
Rentema	1,525	6,509
Santa Teresa	109	821
Sumabeni	1,074	8,990
Tablachaca	200	850
Tarucani	49	418
Vizcatán	750	4,800
Total	10,458.8	62,390

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad. Tabla elaborada por autor, 2014

Finalmente se analizara Chile. Chile tiene una matriz energética muy peculiar ya que la mayor fuente de producción energética proviene de las hidros pero tienen dos fuentes que afectan negativamente al medio ambiente. Se da a conocer que Chile tiene otras dos fuentes cuya mayor participación es Gas Natural con 26% y luego Carbón con 21%. Si bien la mayor fuente de producción es hidroeléctrica con 35%, se puede notar que alrededor del 47% de la matriz

energética de Chile está afectando negativamente al medio ambiente. A continuación se presenta diez proyectos hidroeléctricos que tiene pensado el gobierno de Chile para poder incrementar la participación de energía limpia dentro de la matriz energética. Si bien se puede ver en la siguiente tabla, se nota que en cuanto a energía media producida adicionales no es bastante más alto como otros países como Perú o Colombia.

Table 7 Proyectos Hidroeléctricos Chile

PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS CHILE		
Nombre	Capacidad (MW)	Energía Media (GWh/año)
Alto Renaico	1.3	N/A
Baquedano	17.8	N/A
Collil	6.17	23
Los Hierros II	5.1	30
Mutamalal	9	N/A
Neltume	490	1,885
Pangui	9	N/A
Rio Huasco	4.6	26
Trilaleo 2	2.24	8
Tunel Melado	3	15
Total	548.21	1,987

Fuente: La Tercera. Tabla elaborada por autor, 2014

Confirmación análisis de cálculos del gobierno sobre el aporte hidroeléctrico

Dado que se está intentando cambiar la base productiva del país, el gobierno ha estado queriendo poner en marcha lo que se conoce y se ha dado a conocer durante toda la tesis el Plan del Buen Vivir en donde también está siendo afectado el cambio de la matriz productiva. Adicionalmente, la matriz energética del Ecuador, como también se ha mencionado anteriormente y se volverá a repetir, tiene como mayor participante petróleo; un recurso cuya

volatilidad es muy grande y de la cual el país depende mucho de eso. En esta sub sección del capítulo cuatro, lo que se espera analizar es el panorama general sobre un aspecto importante en las hidroeléctricas; el flujo de caída, demanda y oferta.

El flujo de caída puede ser el aspecto más importante que se tiene cuando se considera un proyecto hidroeléctrico. El flujo de caída es básicamente la potencia en que el agua que está en la represa de la hidroeléctrica puede caer para que pueda generar/producir suficiente energía. Para el flujo de caída entonces se debe tomar en cuenta algunos aspectos; la potencia que tiene el río y el tamaño de la hidroeléctrica. Ambos factores se correlacionan positivamente; es decir, un río que tenga flujos relativamente fuertes con una caída alta producirá más energía que una hidroeléctrica pequeña con un río que no pueda generar tanta fuerza. Es por eso que se puede ver a continuación la tabla ocho en la cual se presentan las ocho hidroeléctricas que están siendo construidas por el gobierno ecuatoriano. Lo que se ve en las tablas son dos aspectos, el primero es la capacidad de producción en MW y el segundo es la energía media en Gwh por año. Es importante tomar en cuenta esta tabla ya que presenta la capacidad de producción y la energía media que cada hidroeléctrica va a producir según el gobierno ecuatoriano. Pero, hay que tomar en cuenta que no toda hidroeléctrica puede trabajar a su 100%. Esto quiere decir que la capacidad de producción y la energía media que se ha establecido para cada hidroeléctrica puede tener un margen de error.

Table 8 Proyectos Hidroeléctricos en construcción en Ecuador

PROYECTOS HIDROELECTRICOS ECUADOR		
Nombre	Capacidad (MW)	Energía Media (GWh/año)
Coca Codo Sinclair	1,500	8,743
Sopladora	487.8	2,770
Minas San Francisco	276	1,321
Toachi Pilaton	253	1,100
Delsitanisagua	116	904
Mandruriacu	62	356
Quijos	50	355
Mazar Dudas	21	125
Total	2,765.8	15,644

Fuente: CONELEC, tabla elaborado por autor, 2014

Segundo, la demanda también es un factor determinante dentro de lo que es el panorama general de esta sub sección. La demanda actual se basa dentro de la composición de la matriz energética que el Ecuador tiene ahorita. Es decir; 80% petróleo y consecuentemente hidroeléctrica y térmica con un porcentaje de una sola cifra. La demanda es también un factor determinante ya que resalta la cantidad de energía que se necesita en un país. Cada año se necesita más demanda dentro de los países y eso se puede ver también dentro de la tabla nueve creado por el CONELEC “Consumo de Energía Eléctrica y Crecimiento en el periodo 2001-2010.” Se puede ver que existen cuatro sectores primordiales que la energía es dividida y distribuida; residencial, comercial, industrial y alumbrado público. Por lo tanto, es de la responsabilidad del país y de la entidad pública responsabilizada en distribuir aquella energía en proveer esa cantidad que se necesita. Se necesita tener una cantidad de reservas de energía dentro del país porque podría pasar lo que paso en el 2009 en donde la época de sequía que tuvo el Ecuador le costó alrededor de \$2,500 millones en comprar energía a países como Colombia y Perú.

Table 9 Consumo de Energía Eléctrica y Crecimiento en el periodo 2001-2010

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y CRECIMIENTO EN EL PERÍODO 2001-2010										
AÑO	RESIDENCIAL		COMERCIAL		INDUSTRIAL		ALUMB. PÚBLICO Y OTROS		TOTAL	
	GWh	Variación Anual %	GWh	Variación Anual %	GWh	Variación Anual %	GWh	Variación Anual %	GWh	Variación Anual %
2001	2.897	4,4	1.412	5,0	2.399	9,5	1.421	-6,8	8.129	3,7
2002	3.093	6,8	1.566	10,9	2.423	1,0	1.476	3,9	8.559	5,3
2003	3.248	5,0	1.659	5,9	2.562	5,7	1.511	2,3	8.980	4,9
2004	3.516	8,3	1.807	9,0	2.743	7,0	1.506	-0,3	9.572	6,6
2005	3.677	4,6	1.947	7,7	2.958	7,8	1.593	5,8	10.174	6,3
2006	3.885	5,7	2.116	8,7	3.296	11,4	1.698	6,6	10.996	8,1
2007	4.103	5,6	2.231	5,4	3.617	9,7	1.793	5,6	11.744	6,8
2008	4.372	6,6	2.429	8,9	3.880	7,3	1.834	2,3	12.516	6,6
2009	4.687	7,2	2.581	6,3	3.994	3,0	1.979	7,9	13.241	5,8
2010	5.101	8,8	2.663	3,2	4.416	10,6	1.867	-5,7	14.047	6,1
2011	5.288	3,7	2.921	9,7	4.741	7,3	2.120	13,6	15.070	7,3
Crecimiento Anual promedio 2001-2011	6,2%		7,5%		7,1%		4,1%		6,4%	

Fuente: CONELEC, Plan Maestro de Electrificación 2012-2021

Tercero, siempre que se necesita demanda, se debe tener oferta. Todos los países deben ofertar la misma cantidad que es demandada o bien tener una oferta relativamente mayor que la demanda. No se puede tener una oferta extremadamente alta dado que puede resultar en un excedente que también le afectaría al país. Cuando se tiene un excedente en energía, lo que podría pasar son dos acontecimientos. Uno, la energía es guardada y distribuida según la demanda de cada sector y lo que queda de sobrante se puede vender a países resultando en que el país se podría volver un país exportador de energía. El segundo podría traducirse en gasto. Cuando no se distribuye bien la energía entre los sectores necesitados de energía y por ende crea un excedente, la energía guardada le cuesta al país ese *storage*. Pensando en forma administrativa, cuando el producto que no se vendió y se tuvo que guardar en inventario, aquel inventario se traduce a costos y el costo de mantenimiento podría volverse en un círculo vicioso que acabaría con la empresa.

Finalmente, para terminar con este objetivo, lo que se hizo fue crear una tabla en donde se muestran los cuatro países comparativos con cinco factores importantes; población, número de proyectos hidroeléctricos, total potencia en MW, la participación de hidro en la matriz energética y el factor de emisión de cada país.

Table 10 Ecuador en comparación con los países hidroeléctricos

	Ecuador en comparación con los países hidroeléctricos			
	Ecuador	Colombia	Chile	Perú
Población	15,000,000	47,000,000	17,000,000	30,000,000
Posibles Proyectos	8	8	10	28
Total Potencia de las hidro (MW)	2,765.8	5,199	548.21	10,458.8
% hidro de la matriz energética (actual)	10%	64%	35%	10%
Factor de Emisión (CO2)*	354 gCO2/kWh	120 gCO2/kWh	375 gCO2/kWh	195 gCO2/kWh

*Fuente: gaia, Medición de la Huella de Carbono en el Sector Energético. Tabla elaborada por autor, 2014

Estudio Histórico del Clima en el Ecuador

Llegando a la última sub sección del capítulo cuatro, se tiene que analizar de panorama general un estudio histórico del clima ecuatoriano. El Ecuador está dividido en sierra, costa y oriente por ende, en cada región del país llueve de manera distinta y en cantidades distintas. Lo que se hará dentro de esta sección es ir hacia el pasado, tomando como base el año 2011 hasta cifras actuales que pueda proveer el INAMHI. Dado que el Ecuador está en la línea ecuatorial, el

clima puede ser muy diverso en los distintos lugares es por eso que hay que analizar las regiones o bien las provincias en donde más lluvia ha habido dentro de esos tres años. Si es que se quiere implementar hidroeléctricas que puedan cambiar la base energética del país, lo que se necesita son lugares que llueva mucho y de manera constante para que así la represa este siempre llena con reservas para que pueda satisfacer la demanda del país. Adicionalmente, dado que el gobierno ecuatoriano ha dicho que al implementar las ocho hidroeléctricas se volverá un país exportador de energía limpia, hay que tomar en cuenta si es que en aquellos lugares la cantidad de precipitación es alta para que esos proyectos puedan funcionar al casi su 100%. Es por esta razón que en los sectores que ha llovido de manera constante y con una acumulación mayor son los sectores del oriente y litoral. Se puede ver en los anexos 3,4 y 5 tres tablas creadas por el INAMHI en donde muestran la cantidad acumulada normal y la cantidad de precipitación acumulada en el año 2011, 2012 y 2013 respectivamente. De nuevo, se puede tomar en cuenta que las dos zonas con mayor acumulación de precipitación son las zonas litorales y la zona del oriente. La causa de que la zona litoral sea un poco mayor que la zona del oriente es por el numero de sectores que son consideradas como litoral. Se puede que la zona litoral consiste de 11 mientras que la zona del oriente consiste de 7. Esto quiere decir que si se toma en consideración el número en cada zona con su acumulación de precipitación, la zona con mayor acumulación es la litoral. Pero si se toma en cuenta aquellas zonas en donde ha caído más días en el año la lluvia, se puede entender que es la zona oriente, siendo que esas ubicaciones pueden ser zonas estratégicas para implementar hidroeléctricas.

Importancia del Estudio

Potencialmente este estudio podría contribuir al gobierno ecuatoriano que está intentando cambiar la matriz energética del Ecuador. Es un desafío que tiene el gobierno ecuatoriano en cuanto al cambio de la matriz energética y también en decidir el número de hidroeléctricas que se han planteado en construir en estos últimos años. Es un estudio importante dado que un país tiene que ser innovador y poder visualizar cómo se quiere ver en el futuro.

El innovar, cambiar de perspectiva y ver hacia el futuro son unos de los factores para que el Ecuador sea un país atractivo para inversionistas extranjeros; sea de gobiernos o bien inversionistas privados. Dado que es un estudio nuevo y que no se ha mencionado con mucha importancia en los últimos tiempos, se tiene que analizar si es que el Ecuador conjuntamente con las empresas encargadas de los proyectos lo están o no haciendo de manera correcta para que se pueda beneficiar el país en el futuro.

El hecho de que la gente ecuatoriana no sabe cómo está dividida la energía del país ocasiona algunos problemas ya que el simple hecho de prender la luz de un cuarto significa que ya está contaminando al país. No se quiere decir que esta tesis es cambiar la forma de pensar de la gente sobre el uso de la energía. Más bien, unos de los propósitos de esta tesis es evidenciar y dar a conocer la composición de la matriz energética y hacia donde se quiere encaminar para que así el factor ambiental sea un problema mínimo con una composición energética más limpia. Con el cambio de la matriz energética, creando que la hidroenergía tenga una mayor participación ocasiona beneficios para todos los ciudadanos del país. Es por eso que se tiene que tomar en cuenta la cantidad de hidroeléctricas que el Ecuador quiere construir; las cuales actualmente son ocho y con aquellas ocho lo que esperan es cambiar la matriz energética y consecuentemente ser un país exportador. Dado lo que se dijo anteriormente, las presunciones que se tiene en este

estudio es básicamente dar a conocer a la gente común que no sabe mucho del tema pero también a gente conocedora del tema tales como el gobierno que ocho hidroeléctricas no son suficiente para poder cambiar la matriz energética, ser un país exportador de energía limpia y consecuentemente la deuda que se tiene con China con los financiamientos de la mayoría de los proyectos hidroeléctricos.

Resumen de Sesgos del Autor

Existen algunos sesgos en cuanto al análisis de esta tesis. Antes que nada, un sesgo grande que se ha tenido es que la mayoría de la información es proveniente de documentos del gobierno ecuatoriano. Es un tema nuevo dentro del aspecto e ideología ecuatoriana, es por eso que la mayoría de la información que se analizó proviene del CONELEC y del CEDA. Un segundo sesgo es en cuanto a la política del país.

Tomando cifras del Índice de Libertad Económica 2014, el Ecuador se sitúa en la posición 159 con un puntaje del 48.0. Dado que está en el puesto 159, encima de Angola pero debajo de Bolivia, se le ha considerado al Ecuador como un país reprimido por algunos factores tales como “los ingresos del petróleo y los préstamos de China han contrapesado la disminución de la inversión extranjera del Occidente y con una continua fuga de capitales” (2014 *Index of Economic Freedom, Background Ecuador*).

Además de lo que se ha dicho según el Índice de Libertad Económica 2014, el Ecuador tiene otro problema en cuanto a la política del país la cual se conoce como el “*rule of law*” que es básicamente el modelo jurídico que el país tiene; cómo funciona los temas legales dentro del Ecuador. El sistema política ecuatoriano está dividido en tres aspectos; el ejecutivo, judicial y finalmente el legislativo. Dado los últimos años el poder que ha tenido el actual presidente del

país, Rafael Correa, se puede notar que el ejecutivo es quien maneja las otras dos ramas para el beneficio de concentración de poder en un solo lugar. Según el índice, se dice que el Ecuador “ha sufrido durante mucho tiempo de la inestabilidad política y la corrupción. El poder judicial débil y politizado y la falta de capacidad de investigación en los organismos de control del gobierno contribuyen a un clima de impunidad” (2014 *Index of Economic Freedom, Rule of Law Ecuador*).

Un siguiente sesgo que se ha tenido a lo largo del estudio de esta tesis es la distribución de tesis científica vs. tesis numérica. Dado que es una tesis cuyo principal método es el método cualitativo, lo que predomina es un sesgo natural hacia lo administrativo. Es una tesis en donde predominan las tablas, gráficos y estadísticas para poder analizar cómo ha estado el Ecuador años atrás y consecuentemente, en lo que se quiere convertir el Ecuador en el futuro. Es por eso que en cuanto a la tesis científica, lo que se entiende es que toda aquella información ya fue analizada y filtrada por la entidad pública y lo que el autor de esta tesis fue analizar, comentar y también desafiar lo que la entidad pública presentó de una manera constructiva.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

Respuestas a las preguntas de Investigación

Como se puede ver en el capítulo 1 dentro de la sección preguntas de investigación, se obtuvieron 4 preguntas fundamentales para el análisis de esta tesis.

A través de todo el análisis de esta tesis se pudo ver que el objetivo principal del gobierno actual ecuatoriano está planeando o más bien dicho, están en la etapa de construcción de ocho hidroeléctricas para que se pueda cambiar la matriz energética del país. Adicionalmente, habiendo dicho que esta tesis se basaba en la hipótesis nula en donde la cual se decía y se repite de nuevo: *Las ocho hidroeléctricas que están siendo construidas en el Ecuador no es el punto óptimo para poder maximizar la demanda del país y consecuentemente habría que importar energía limpia de otros países*, se puede observar que para cambiar la matriz y satisfacer demanda, ocho hidroeléctricas no sería el punto óptimo. Habiendo tomado en cuenta los países vecinos tales como Colombia, Perú y finalmente Chile, se puede ver que cada país tiene alrededor de ocho a veintiocho proyectos hidroeléctricos que están en la etapa de viabilidad para que se pueda reducir cualquier otro recurso que están utilizando. Se pudo ver que Colombia utiliza alrededor del 64% de su energía proveniente por energía hidro, Perú alrededor del 10% pero con veintiocho proyectos en vías de factibilidad y Chile con alrededor del 34% de energía hidro y con diez proyectos hidroeléctricos para mejorar la composición de su matriz energética. Se puede ver que Colombia al tener 64% de la matriz energética en hidroeléctrica, aun considera invertir en este tipo de energía contribuyendo con una adición de 5,000MW para los ciudadanos. Es por esa razón en donde Colombia ha sido fruto de las exportaciones de energía limpia a Ecuador causando que el sistema interconectado de Ecuador sea más o menos alto cuando son

épocas de sequía. Por el otro lado, Perú, siendo el doble que el Ecuador en términos de población como se puede ver en la tabla diez y teniendo 28 proyectos en pre viabilidad podría producir cinco veces más en energía hidro con una matriz igual. Si es que se diera el caso en donde el Ecuador tuviera una población de 30 millones de habitantes, esto quiere decir que el país tendría que producir el doble, es decir, alrededor de 5,000MW con diez proyectos hidroeléctricos creando que así pueda exportar energía limpia a diferentes países.

Tomando en cuenta la demanda del país y también habiendo presentado los datos provenientes del CEDA y del CONELEC, se puede ver que el Ecuador aun depende mucho de su factor/recurso económico más importante; petróleo. Existe una brecha entre energía disponible y energía demandada, tal como se puede ver en el gráfico proveniente por el CONELEC, pero, si es que se reduce el porcentaje de participación de petróleo en la matriz mientras que se establecen ocho hidroeléctricas, el Ecuador tendría una brecha de alrededor de 1,100MW de la cual entraría el factor compra a países vecinos.

La segunda pregunta de investigación tomaba en cuenta el factor clima en del Ecuador. Para este entonces, lo que se obtuvo a través del INAMHI fueron datos históricos desde el 2011 hasta el 2014 para poder ver aquellos sectores o provincias en donde la precipitación acumulada era mayor. Luego de establecer aquellos lugares en donde más llovía, lo que se hizo fue entrelazar los lugares con mayor precipitación conjuntamente con los establecimientos de los proyectos hidroeléctricos. De nuevo, tomando en cuenta los anexos 3,4 y 5 en donde se muestra la estadística climatológica del INAMHI con todas las provincias del Ecuador y también con las precipitaciones acumuladas de cada año, lo que se pudo observar es que los lugares en donde mayor días de precipitación o mayor precipitación acumulada son los sectores del oriente ecuatoriano. Habiendo dicho eso anteriormente en el análisis de esta tesis y entrelazando los

proyectos hidroeléctricos, había alrededor de cuatro o cinco proyectos hidroeléctricos que estarían funcionando a su mayor potencia mientras que los otros proyectos hidroeléctricos quienes están en la zona litoral del país estarían produciendo a una capacidad menor a lo que se debía. Tomando en cuenta lo que se acaba de decir, lo que el Ecuador entonces debería enfocarse es en la zona oriental pero siempre tomando en cuenta algunos aspectos primordiales que se ha estado discutiendo durante todo el análisis; cuidado ambiental y fuerza/potencia de los ríos a su alrededor que pueda producir una potencia mínima.

En cuanto a cuidado ambiental, se toca la tercera pregunta de investigación la cual toma en cuenta aquel factor predominante. El factor ambiental es un factor que se tiene que tener en mente a todo rato cuando se trata sobre un proyecto de tan grande magnitud como lo es una hidroeléctrica.

Como se menciono anteriormente en el análisis de esta tesis, el factor ambiental fue un tema que se analizo de forma general dado que el autor de esta tesis no se ha enfocado o más bien dicho especializado en aquellas áreas. Pero, dado que el factor ambiental es algo importante y que se debe tomar en consideración, el autor siempre tuvo en cuenta todo lo que son los *trade offs* al construir una hidroeléctrica. Lo que se pudo ver a través de la tesis es que una hidroeléctrica no expone Co2 al ambiente la cual resulta que sea un productor de energía limpia. Como se pudo ver, se tomo en consideración dos países completamente diferentes en cuanto al tema político y también en cuanto al tema de producción energética; Noruega y China. Se pudo ver que Noruega produce alrededor del 98% de su energía con hidroelectricidad mientras que China seguía con la explotación de recursos naturales/mineros causando un ambiente extremadamente dañino para la salud de los ciudadanos.

Adicionalmente, también se analizó de forma general unos de los parques importantes del Ecuador la cual es la Reserva Ecológica Cayambe – Coca en donde su flora y fauna es extremadamente diversa. Se tuvo que analizar los costos-beneficios al tener que implementar en aquella zona una hidroeléctrica en donde tal vez la mayoría de su flora y fauna desapareciera pero con el beneficio de poder cambiar la matriz energética a un recurso limpio, no costoso a comparación de una refinería y también generando empleos directos e indirectos.

Consecuentemente, la última pregunta de investigación toma en cuenta el factor socioeconómico por donde pasaría la hidroeléctrica o la represa. Se pudo ver durante el análisis que un proyecto hidroeléctrico trae beneficios en cuanto a empleos directos e indirectos, no existe una correlación de traslado de empleados de una industria a otra y finalmente existe aceptación social. Se pudo ver durante el análisis que en cuanto a empleos directos e indirectos, el construir una hidroeléctrica creaba un sinnúmero de ambos empleos creando que exista un incremento en el PEA (población económicamente activa). Habiendo un incremento en el PEA se pudo ver consecuentemente que el PIB del Ecuador incrementaba ya que existía gasto o bien inversión y ahorro. Consecuentemente, cuando se tomaba en cuenta el traslado de personas de diferentes industrias para poder trabajar en el sector de energía limpia, se pudo ver que no existía ningún tipo de relación, es más lo que sucedía es que las hidroeléctricas ofrecían trabajos especializados tales como de monitoreo y de mantenimiento. Esto quiere decir que los empleados que trabajan en una refinería no iban a ser despedidos o dados de alta ya que existe menor demanda de la energía petrolera. Finalmente, cuando se tomaba en cuenta aceptación social, se pudo ver que esta es una tendencia que está a la alza. Tal como se pudo ver con el ejemplo dado de “La Hora del Planeta” en donde ya mucha gente está consciente sobre todo lo que es el

calentamiento global, explotación de recursos naturales y como maximizar uso de energía dentro de las empresas y casa de uno.

Finalmente, dado que esta tesis se basa en poder ver cómo la matriz energética podría cambiar según lo que ha dicho el gobierno ecuatoriano, lo que se hizo fue crear tres gráficos. Los dos primeros gráficos tienen que ver sobre la matriz energética actual y la proyección del gobierno mientras que la tercera es cómo el autor de esta tesis cree que debería quedar si es que se implementaría más de ocho hidroeléctricas en el país. En el gráfico diecisiete se tomo datos del CEDA en donde muestra la matriz energética mas reciente del Ecuador, 2008. El gráfico dieciocho enseña la proyección que tiene el gobierno en cuanto al cambio de la matriz energética que se dice que se incrementará hasta una participación del 14%. Finalmente, último gráfico, grafico veinte es por supuestos del autor y cómo el autor cree que debería quedar la matriz al implementar más de ocho hidroeléctricas.

El autor de esta tesis piensa que para que haya una matriz energética más equitativa y más limpia cree que debe alrededor de 10 u 11 proyectos hidroeléctricos puestos en marcha para que pueda beneficiar tanto al país como a países vecinos que quieran importar energía limpia. Se puede ver que en los tres gráficos, el factor que más predomina aun es petróleo dado que es un recurso de mucho uso en el Ecuador. Lo que se debería hacer entonces es poder buscar otras fuentes de energías limpias que puedan compensar lo que está tratando de hacer la energía hidro, producir energía limpia sin exponer emisiones al ambiente y, por ende, tener una matriz energética limpia sin la dependencia del petróleo.

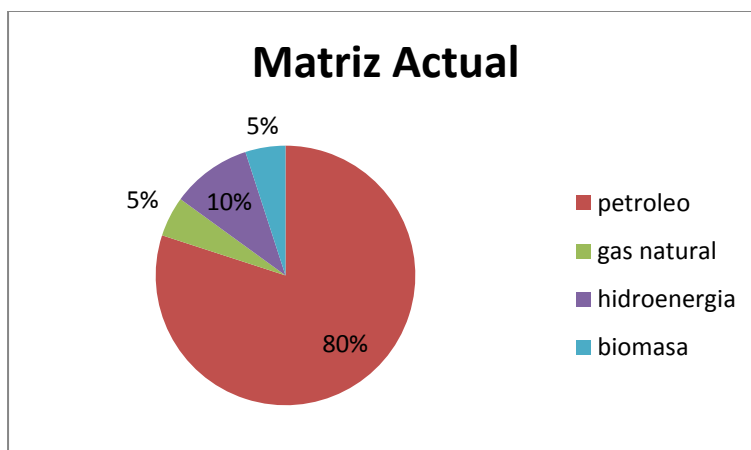


Gráfico 17 Matriz Energética actual

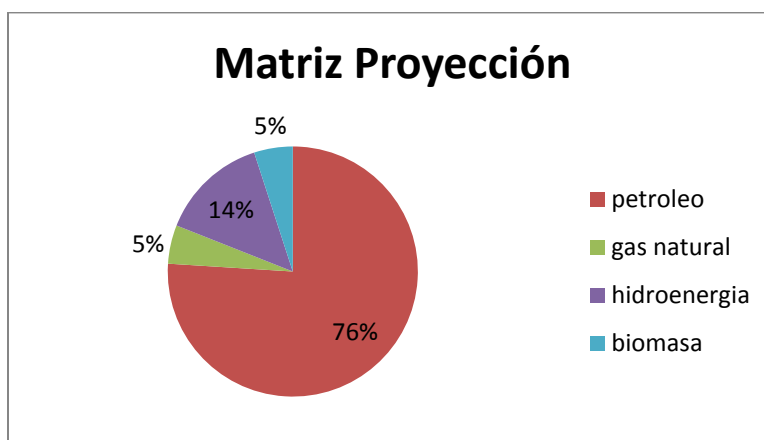


Gráfico 18 Proyección Matriz Energética

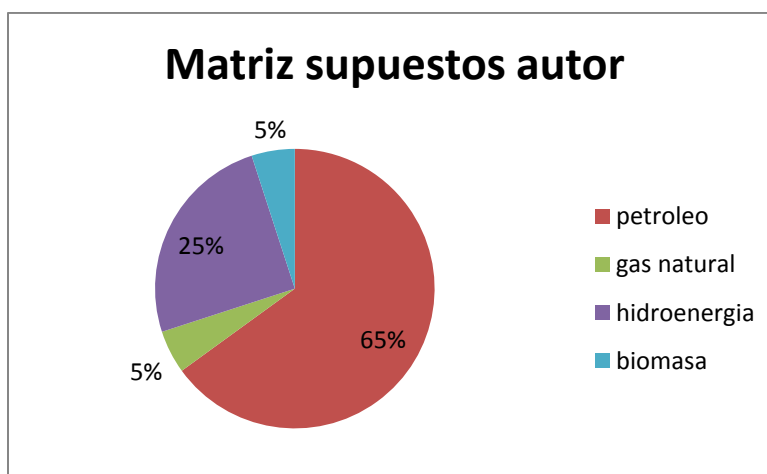


Gráfico 19 Supuesto del autor sobre cómo debería quedar nueva Matriz Energética

Limitaciones del Estudio

Existen algunas limitaciones que se han podido extraer durante todo el análisis de esta tesis. La primera limitación y tal vez la más importante es que mucha de la información sobre hidroelectricidad en el Ecuador está en posesión de entidades públicas del país. Esto quiere decir que es difícil encontrar documentos online o bien pedir ayuda por aquellas entidades ya que ellos lo consideran como documentos privados. Habiendo dicho esto, lo que podría ocurrir es un cierto sesgo hacia lo que las entidades públicas muestran y divulgan para el público. Una segunda limitación es al rango de edad. Dado que es una tesis académica de pregrado, existen algunas palabras, estadísticas, gráficos y análisis de forma profesional y universitaria que una cierta edad no estaría listo para entender a lo que se está llegando. Habiendo dicho lo anterior, se tomaría un tercer límite la cual es el rango de personas que podrían entender esta tesis. A pesar que la tesis está escrita de una manera para que todo el público pueda entender, aquellas personas especializadas en temas ambientales o *sustainable development management* son aquellas personas que mejor entenderían todo el análisis hecho anteriormente.

Recomendaciones para el Futuro

Para personas que quieran en el futuro seguir con un análisis similar a la que el autor ha presentado, se sugieren algunas recomendaciones. La primera que el autor recomienda es esperar hasta que las ocho hidroeléctricas estén en funcionamiento para poder analizar de forma más exacta el factor ambiental y económico. Dado que es un tesis sobre las ocho hidroeléctricas que están siendo actualmente construidas, esto quiere decir que algunos factores se basó en casos y hechos históricos en el Ecuador, en países vecinos y también en países desarrollados. Al esperar algunos años hasta que las ocho hidroeléctricas estén en su funcionamiento, se podrá analizar si bien la proyección que el gobierno ecuatoriano tenía en verdad era cierta o si bien era mayor o

menor. También se podría analizar el impacto y el cambio de la matriz energética y aquellos beneficios que han traído al Ecuador al implementar aquellos cambios.

Una segunda recomendación es esperar o bien encontrar suficiente información de entidades privadas y públicas para no tener un sesgo de la cual el autor podría tener en esta tesis. Mucha de la información proviene del CONELEC y del CEDA, entidades públicas ecuatorianas quienes poseen esta información. Esto es porque la incentivación de parte del gobierno hacia los inversionistas privados es mínima. Esto quiere decir que las ocho hidroeléctricas están en manos del gobierno dado que es una inversión muy alta que muchos inversionistas no quieren correr el riesgo. Al ser los dueños el gobierno ecuatoriano, se puede concluir que mucha de la información no va a ser expuesta para el ciudadano.

Una tercera recomendación tiene que ver sobre el método escogido. El autor de esta tesis escogió el método cualitativo por el hecho de que se tuvo que analizar las propuestas, proyectos, proyecciones y resultados de las entidades públicas. Una sugerencia para la persona que quisiera seguir con el análisis de las hidroeléctricas es utilizar el método híbrido la cual toma en cuenta el método cualitativo y el método cuantitativo. Al utilizar el método híbrido dentro de su análisis, lo que resultaría es una proyección creado por el gobierno vs una proyección creado por el autor. Al tener ambos una proyección, lo que se podrá analizar consecuentemente es en las falencias por parte del gobierno o bien por el autor para así sacar una conclusión más adecuada.

Resumen General

Habiendo analizado el impacto tanto económico, como ambiental y social de instalar hidroeléctricas en lugares estratégicos en el Ecuador, se pudo sacar algunas conclusiones. La

primera conclusión y tomando en cuenta la hipótesis nula del análisis, lo que se concluye es que ocho hidroeléctricas no es suficiente para poder cambiar una matriz energética en el país. Dado que el Ecuador es aun un país dependiente del petróleo, el cambiar la matriz energética para que la participación de hidroeléctricas sea mayor, se necesitan más de ocho hidroeléctricas funcionando. La iniciativa por parte del gobierno es bueno, están innovando y están creando noción que el recurso petróleo no es un bien para producir energía de manera estable y de manera limpia. El tener una idea cambio es bueno, es transformación pero para cambiar algo tan primordial lo deben hacer con mucha exactitud y con un financiador confiable. Aquí es cuando el autor toca su segunda conclusión en donde expone que China no debería ser el que financia a los proyectos hidroeléctricos en el Ecuador. Un país con quien Ecuador debería negociar es con Noruega o bien los países escandinavos en donde entienden a la perfección el tema de producción de energía limpia. Es más, lo que se podría hacer con Noruega crear un modelo de cambio en donde Noruega ofrece al Ecuador todo lo que es traslado de información, capacitación y creación de hidroeléctricas y el Ecuador a cambio le puede vender o dicho de otra manera, exportar desechos/basura ya que es algo que Noruega ha estado haciendo en los últimos tiempos.

Consecuentemente, el Ecuador se debe enfocar en aquellos lugares en donde la cantidad de precipitación es mayor. Debe tomar en cuenta el factor potencia del río y también el factor clima para que así la hidroeléctrica pueda funcionar en épocas de sequía y, consecuentemente, poder ser un país exportador de energía limpia. Lugares tales como el oriente son lugares estratégicos que el Ecuador podría empezar a analizar pero siempre se debe tomar en cuenta el factor cuidado ambiental. Siempre existe un costo-beneficio cuando se trata de eliminar flora y fauna para construir algo. Lo que se debe hacer en este entonces es poder minimizar los daños

que se pueda crear al implementar una hidroeléctrica para que la sociedad de aquellos lugares no tenga un impacto ambiental negativo.

El Ecuador no es un país agrícola, es un país de servicios y manufactura. Es por eso que el Ecuador se debe enfocar enteramente en la producción de servicios y cómo aquellos servicios le pueden beneficiar. Al implementar la cantidad suficiente de hidroeléctricas para que pueda satisfacer la demanda del país y consecuentemente tener un excedente, lo que el Ecuador debería hacer es vender parte de aquel excedente para tener otra forma de ingresos.

ANEXOS

Anexo 1: Factor de emisión de CO₂ debido a la generación de electricidad en el Ecuador durante el periodo 2001-2011

Combustible	Unidad (en millones)	2001 [2]	2002 [3]	2003 [3]	2004 [3]	2005 [3]	2006 [3]	2007 [3]	2008 [3]	2009 [3]	2010 [3]	2011 [3]
Fuel oil	Galones	184.31	190.13	180.11	169.4	201.29	210.61	220.85	191.9	225.01	235.42	232.22
Diesel 2	Galones	88.46	78.65	55.1	91.78	120.14	171.49	166.47	124.31	207.8	315.2	172.52
Nafta	Galones	9.81	7.13	2.28	5.78	26.5	34.44	4	7.94	9.95	14.64	14.71
Gas natural	Pies cúbicos		5.11	8.92	11.32	12.3	15.72	16.46	14.38	19.3	20.04	17.71
Residuo	Galones							0.68		38.95	38.43	67.88
Crudo	Galones				3.68	5.06	5.51	35.33	37.53	57.04	60.53	62.81
Gas licuado de petróleo	Galones						7.59	7.55	0.93	7.58	7.75	7.07
Bagazo de caña	Toneladas					2.05	1.33	1.94	1.31	0.86	0.91	1.06

Tabla 1: Consumo de combustibles para la producción bruta de electricidad en el Ecuador, durante el periodo 2001-2011

Combustible	Poder calorífico			Factor de emisión de CO ₂			Densidad			Observaciones
	Valor	Unidad	Fuente	Valor	Unidad	Fuente	Valor	Unidad	Fuente	
Fuel oil	40.4	TJ Gg ⁻¹	[6]	77 400	kg TJ ⁻¹	[2]	944	kg m ⁻³	[7]	
Diesel 2	43	TJ Gg ⁻¹	[6]	74 100	kg TJ ⁻¹	[2]	845	kg m ⁻³	[7]	
Nafta	44.5	TJ Gg ⁻¹	[6]	73 300	kg TJ ⁻¹	[2]	739	kg m ⁻³	[7]	Se asume la densidad de la gasolina
Gas natural	48	TJ Gg ⁻¹	[6]	56 100	kg TJ ⁻¹	[2]	673	kg m ⁻³	[7]	
Residuo	40.4	TJ Gg ⁻¹	[6]	77 400	kg TJ ⁻¹	[2]	944	kg m ⁻³	[7]	
Crudo	42.3	TJ Gg ⁻¹	[6]	73 300	kg TJ ⁻¹	[2]	874	kg m ⁻³	[7]	
Gas licuado de petróleo	47.3	TJ Gg ⁻¹	[6]	63 100	kg TJ ⁻¹	[2]	528.6	kg m ⁻³	[7]	70 % propano + 30 % butano
Bagazo de caña	2220	kcal kg ⁻¹	[8]	780	kg Mg ⁻¹	[6]				

Tabla 2: Propiedades de los combustibles utilizados para la producción bruta de electricidad en el Ecuador, durante el periodo 2001-2011.

Combustible	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Fuel oil	2059.3	2124.3	2012.3	1892.7	2249.0	2353.1	2467.5	2144.1	2514.0	2630.3	2594.5
Diesel 2	901.5	801.5	561.5	935.3	1224.3	1747.6	1696.5	1266.8	2117.7	3212.1	1758.1
Nafta	89.5	65.1	20.8	52.7	241.8	314.2	36.5	72.4	90.8	133.6	134.2
Gas natural	0.0	262.4	458.1	581.4	631.7	807.3	845.3	738.5	991.2	1029.2	909.5
Residuo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	435.2	429.4	758.4
Crudo	0.0	0.0	0.0	37.7	51.9	56.5	362.4	384.9	585.1	620.9	644.2
Gas licuado de petróleo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.3	45.1	5.6	45.3	46.3	42.2
Bagazo de caña	0.0	0.0	0.0	0.0	1599.0	1037.4	1513.2	1021.8	670.8	709.8	826.8
Emissiones totales netas	3050.2	3253.3	3052.7	3499.8	4398.7	5324.1	5460.9	4612.3	6779.1	8101.7	6841.3

Tabla 3: Emisiones de CO₂ (kt año⁻¹) debido a la generación bruta de electricidad en el Ecuador durante el periodo 2001-2011.

Fuente: USFQ, Avances en Ciencias e Ingenierías. Elaborado por René Parra

Anexo 2: 2014 *Index of Economic Freedom*

FREE (100 - 80)							
RANK	COUNTRY	OVERALL	CHANGE	RANK	COUNTRY	OVERALL	CHANGE
1	Hong Kong	90.1	+0.8 ▲	4	Switzerland	81.6	+0.6 ▲
2	Singapore	89.4	+1.4 ▲	5	New Zealand	81.2	-0.2 ▼
3	Australia	82.0	-0.6 ▼	6	Canada	80.2	+0.8 ▲

REPRESSED (49.9 - 0)							
RANK	COUNTRY	OVERALL	CHANGE	RANK	COUNTRY	OVERALL	CHANGE
152	Togo	49.9	+1.1 ▲	166	Argentina	44.6	-2.1 ▼
153	Micronesia	49.8	-0.3 ▼	167	Chad	44.5	-0.7 ▼
154	Lesotho	49.5	+1.6 ▲	168	Equatorial Guinea	44.4	+2.1 ▲
155	Ukraine	49.3	+3.0 ▲	169	Republic of Congo	43.7	+0.2 ▲
156	Haiti	48.9	+0.8 ▲	170	Timor-Leste	43.2	-0.5 ▼
157	São Tomé and Príncipe	48.8	+0.8 ▲	171	Turkmenistan	42.2	-0.4 ▼
158	Bolivia	48.4	+0.5 ▲	172	Democratic Republic of Congo	40.6	+1.0 ▲
159	Ecuador	48.0	+1.1 ▲	173	Iran	40.3	-2.9 ▼
160	Angola	47.7	+0.4 ▲	174	Eritrea	38.5	+2.2 ▲
161	Central African Republic	46.7	-3.7 ▼	175	Venezuela	36.3	+0.2 ▲
162	Burma	46.5	+7.3 ▲	176	Zimbabwe	35.5	+6.9 ▲
163	Uzbekistan	46.5	+0.5 ▲	177	Cuba	28.7	+0.2 ▲
164	Kiribati	46.3	+0.4 ▲	178	North Korea	1.0	-0.5 ▼
165	Solomon Islands	46.2	+1.2 ▲				

Fuente: Index of Economic Freedom, 2014

Anexo 3: Estadística Climatológica del Ecuador año 2011

ESTADÍSTICA CLIMATOLÓGICA AÑO 2011			
LOCALIDADES	NORMAL ACUMULADA	PRECIPITACION ACUMULADA AÑO 2011	%VAR.
REGION LITORAL			
ESMERALDAS AER.	831.6	479.1	-42
LA CONCORDIA	3295.9	2377.2	-28
STO. DOMINGO AER.	3015.8	2745.0	-9
PUERTO ILA	2917.5	2332.8	-20
PORTOMEJO	550.1	349.9	-36
PICHILINGUE	2228.3	1999.8	-10
BABAHOYO	2296.2	1577.6	-31
MILAGRO	1503.4	916.5	-39
GUAYAQUIL AER.	1200.5	650.8	-46
SANTA ROSA	575.8	448.1	-22
ZARUMA	1402.8	1009.5	-28
REGION INTERANDINA			
TULCAN AER.	918.8	1116.8	22
EL ANGEL	973.3	993.8	2
SAN GABRIEL	952.1	1293.7	36
INGUINCHO	1328.2	1495.0	13
OTAVALO	872	1157.1	33
TOMALON	640.2	804.2	26
QUITO-ÍNAQUITO	1078.7	1330.0	23
LA TOLA	870.3	950.8	9
IZOBAMBA	1442	1502.9	4
LATACUNGA AER.	500.1	633.6	27
EL CORAZON	3200.8	2461.4	-23
RUMIPAMBA	540.7	697.3	29
AMBATO AER.	503.6	1057.6	110
QUEROCHACA	592.3	714.6	21
RIOBAMBA AER.	461.1	628.4	36
CAÑAR	462.7	605.2	31
CUENCA AER.	856	1105.7	29
PAUTE	735.1	583.7	-21
GUALACEO	736.3	667.5	-9
LA ARGELIA	918.6	1304.3	42
LA TOMA AER.	364.2	502.1	38
CELICA	1280.2	899.4	-30
CARIAMANGA	1293.1	630.8	-51
REGION ORIENTAL			
LAGO AGRIO AER.	3219.7	4399.4	37
EL COCA AER.	3211.1	3016.0	-6
NVO. ROCAFUERTE	2862.1	2822.9	-1
TENA AER.	3608.4	3625.9	1
PASTAZA AER.	5325.1	4645.2	-13
PUYO	4524.7	4179.0	-8
MACAS AER.	2489.7	2339.5	-6
REGION INSULAR			
S. CRISTOBAL-GAL.	543.7	620.1	14

Fuente: INAMHI, 2011

Anexo 4: Estadística Climatológica del Ecuador año 2012

LOCALIDADES	Precipitación Normal Acumulada	Precipitación Anual acumulada 2012	% de variación
REGION LITORAL/INSULAR			
ESMERALDAS AER.	814.1	952.8	17
LA CONCORDIA	3279.9	4033.5	23
STD. DOMINGO AER.	2927.9	3488.3	19
PUERTO ILA	2888.3	3266.0	13
CHONE	1250.3	1580.7	26
PORTOVIEJO	565.9	887.5	57
PICHILINGUE	2190.5	3226.4	47
BABAHOYO	2241.0	3017.3	35
MILAGRO	1499.3	2078.1	39
GUAYAQUIL AER.	1235.4	1422.7	15
SANTA ROSA AER.	511.4	938.4	83
ZARUMA	1425.5	1711.6	20
S. CRISTOBAL-GAL.	531.9	787.1	48
REGION INTERANDINA			
TULCAN AER.	907.0	736.3	-19
EL ANGEL	932.7	556.3	-40
SAN GABRIEL	956.3	804.0	-16
INGUINCHO	1314.3	1147.4	-13
OTAVALO	865.9	619.9	-28
TOMALON	621.1	549.0	-12
QUITO-ÑAQUITO	1071.1	1056.0	-1
LA TOLA	873.4	849.2	-3
IZOBAMBA	1435.2	1410.7	-2
LATACUNGA AER.	495.0	661.0	34
EL CORAZON	2782.3	2693.5	-3
RUMIPAMBA	538.3	514.3	-4
AMBATO AER.	504.9	478.7	-5
QUEROCHACA	595.5	553.3	-7
RIOBAMBA AER.	419.9	417.7	-1
CAÑAR	459.4	556.6	21
CUENCA AER.	856.1	902.8	5
PAUTE	685.1	801.5	17
GUALACEO	731.8	989.0	35
LA ARGELIA	914.6	1108.8	21
CELICA	1180.2	1782.9	51
CARIAMANGA	1305.5	1346.7	3
REGION ORIENTAL			
LAGO AGRIO AER.	3251.5	3025.1	-7
EL COCA AER.	3176.3	3419.3	8
NVO. ROCAFUERTE	2866.4	2805.4	-2
PASTAZA AER.	5282.7	4743.3	-10
PLUYO	4519.8	4465.0	-1
MACAS AER.	2516.0	2478.3	-1

Fuente: INAMHI,2012

Anexo 5: Estadística Climatológica del Ecuador año 2013

LOCALIDADES	Precipitación Normal Semestral Acumulada	Precipitación Semestral acumulada 2013	% de variación
REGION LITORAL/INSULAR			
ESMERALDAS AER.	672.9	730.9	9
LA CONCORDIA	2708.5	2549.0	-6
STO. DOMINGO AER.	2370.9	2453.0	3
PUERTO ILA	2320.7	2370.2	2
CHONE	948.6	796.8	-16
PORTOVIEJO	485.5	651.3	34
PICHILINGUE	1871.5	1980.4	6
MILAGRO	1358.8	1024.7	-25
GUAYAQUIL AER.	1091.3	1092.6	0
SANTA ROSA AER.	406.5	331.9	-18
ZARUMA	1156.7	1196.5	3
S. CRISTOBAL-GAL.	451.4	279.4	-38
REGION LITORAL/INSULAR			
TULCAN AER.	496.7	485.5	-2
EL ANGEL	537.3	385.5	-28
SAN GABRIEL	518.0	444.0	-14
INGUINCHO	843.3	651.1	-23
IBARRA	387.1	447.4	16
OTAVALO	529.0	401.9	-24
TOMALON	401.1	411.8	3
QUITO-ÑAQUITO	651.6	547.4	-16
LA TOLA	492.7	434.3	-12
IZOBAMBA	887.1	749.2	-16
LATACUNGA AER.	289.8	314.8	9
EL CORAZON	2634.9	1735.5	-34
RUMIPAMBA	317.2	269.1	-15
AMBATO AER.	285.7	255.3	-11
QUEROCHACA	337.9	298.0	-12
RIOBAMBA AER.	280.4	234.9	-16
CAÑAR	282.6	299.8	6
CUENCA AER.	496.4	448.6	-10
PAUTE	410.2	483.4	18
GUALACEO	415.6	351.4	-15
LA TOMA CATAMAYO	262.7	216.3	-18
LA ARGELIA	568.3	592.8	4
CELICA	1131.5	848.1	-25
CARIAMANGA	1024.7	843.5	-18
REGION ORIENTAL			
LAGO AGRIO AER.	1786.4	2079.2	16
EL COCA AER.	1774.1	1583.9	-11
IND. ROCAFUERTE	1556.1	1534.5	-1
PASTAZA AER.	2825.8	2713.3	-4
PUYO	2419.6	2543.5	5
MACAS AER.	1370.8	1364.1	0

Fuente: INAMHI, 2013

Referencias

2014 Index of Economic Freedom. (2014). *Ecuador*. The Heritage Foundation.

Agencia de Noticias UN. (2010, Febrero 23). *Esclusas abierta para energía hidroeléctrica*. Retrieved Enero 10, 2014, from Plantas Hidroelectricas:

http://www.hidroenergia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=161:colombia-planifica-y-explota-potencial-hidroelectrico&catid=1:ultimas&Itemid=50

Camargo, L. A., Arboleda, M., & Cardona, E. *Producción de Energía Limpia en Colombia, La Base para un Crecimiento Sostenible*. Colombia.

Castro, M. (2011). *Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador*. Quito: CEDA.

CONELEC. (2009). Plan Maestro de Electrificación. In CONELEC, *Demanda Eléctrica* (pp. 168, 183). Quito: CONELEC.

CONELEC. (2012). *Plan Maestro de Electrificación 2012-2021*. Quito: CONELEC.

Conservation Strategy Fund. (2011, Abril 15). *Economía de las Represas Hidroeléctricas*. Retrieved Marzo 20, 2014, from Conservación Estratégica: <http://www.conservation-strategy.org/en/course/econom%C3%AD-de-las-represas-hidroel%C3%A9ctricas#.U2I5qIFdWSp>

Del Campo, S. (2012). *Estrategia Nacional de Energía 2012-2030*. Santiago: Gobierno de Chile.

Earth Hour. (2014). *Earth Hour, About Us*. Retrieved March 30, 2014, from 60+ Earth Hour: <http://www.earthhour.org/about-us>

El Banco Mundial. (2014). *Poblacion activa, total*. Grupo del Banco Mundial.

Hernandez, R. F. (2008). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Compañía Editorial Ultra.

INEC. (2010). *Resultados del Censo 2010 de poblacion y vivienda en el Ecuador: Fasciculo Provincial Guayas*. Guayaquil: INEC.

INEC. (2010). *Resultados del Censo 2010 de poblacion y vivienda en el Ecuador: Fasciculo Provincial Pichincha*. Quito: INEC.

Melandri, A., & Carlos, E. *Development of a New Sustainable Energy Matrix Program IV*. Inter-American Development Bank.

Ministerio de Energía y Minas: Dirección General de Electricidad. (2008). *Portafolio de Proyectos de Generación y Transmisión en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN)*. Lima: Ministerio de Energía y Minas.

Ministerio de Relaciones Laborales. (2012). *El Ministro de Relaciones Laborales: Resolución No. MRL - 2012-*. Quito: Ministerio de Relaciones Laborales.

- Ministry of Petroleum and Energy. (2007, August 30). *Ministry of Petroleum and Energy*. Retrieved March 24, 2014, from Electricity Generation: <http://www.regjeringen.no/en/dep/oed/Subject/energy-in-norway/Electricity-generation.html?id=440487>
- Naciones Unidas 1992. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Naciones Unidas.
- Naranjo, C. A. (2012). *Medición de Huella de Carbono en el Sector Energético*. Bogotá: Gaia Servicios Ambientales.
- NOLEPI. (2010, Diciembre 6). *Vida útil de la tecnología para producción de energía*. Retrieved Febrero 18, 2014, from Renovables Verdes: <http://www.renovablesverdes.com/vida-util-de-la-tecnologia-para-produccion-de-energia/>
- Núñez, M. P. (2012, Mayo 9). *Conoce los diez proyectos hidroeléctricos en proceso de evaluación ambiental en Chile*. Retrieved Abril 20, 2014, from La Tercera: <http://www.latercera.com/noticia/nacional/2012/05/680-459763-9-conoce-los-diez-proyectos-hidroelectricos-en-proceso-de-evaluacion-ambiental-en.shtml>
- Palacios, J., & Ontaneda, G. (2012). *Boletín Climatológico Anual Año 2012*. INAMHI.
- Palacios, J., Condor, A., & Amaya, M. (2012). *Comportamiento de la precipitación y temperaturas extremas en la Región Litoral y Oriental durante junio a septiembre del periodo 2009-2012*. Quito: INAMHI.
- Pontificia Universidad Católica de Chile. (2012, Junio). *Evolución de Costos ERNC*. Retrieved Abril 24, 2014, from Costos Hidroelectricos: http://web.ing.puc.cl/~power/alumno12/costosernc/C._Hidro.html
- Republica de Colombia Ministerio de Minas y Energía. (2007). *Portafolio de Proyectos de Generación de Energía*. Bogotá: BVQI.
- Rodríguez, J. P. (2014). *The Geography of Transport Systems*. New York: Dept. Global Studies & Geography.
- Salazar, G., & Rudnick, H. *Hydro Power Plants in Ecuador: A Technical and Economical Analysis*. 2008.
- Serran, O. (2013). *Percepción de las energías renovables desde la distribución de energía eléctrica*. Colombia: Endesa.
- The World Data Bank. (2010). *CO2 Emissions (metric tons per capita)*. The World Data Bank.
- Villacis, B., & Carrillo, D. (2010). *País Atrevido: la nueva cara sociodemográfica del Ecuador*. Quito: INEC.
- World Air Quality . (2014, Abril 24). *Beijing Air Pollution: Real-time Air Quality Index*. Retrieved Mayo 2, 2014, from Air Pollution in China: Real-time Air Quality Index: <http://aqicn.org/map/china/>

