

## Estado Actual de la Energía Hidroeléctrica en Honduras. Análisis del 2007 al 2017

## Current status of hydroelectric power in Honduras. Analysis from 2007 to 2017

T. ZELAYA-BERTRAND<sup>1</sup> | H. ÁLVAREZ<sup>2</sup>

*Recibido: 14 de diciembre de 2019 / Aceptado: 17 de junio de 2020*

Esta investigación versa sobre la generación de energía eléctrica en Honduras a través de proyectos hidroeléctricos. Se hizo un análisis de los diferentes proyectos que funcionan en el país, así como la potencia instalada y la energía generada. El estudio se centra en la evolución que se dio de 2007 a 2017; no obstante, también expone proyectos futuros contemplados por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica.

This research deals with the generation of electricity in Honduras through hydroelectric projects. An analysis was made of the different projects that work in the country, as well as the installed power and the generated energy. The study focuses on the evolution that took place from 2007 to 2017; however, it also exposes future projects contemplated by the National Electric Energy Company.

### PALABRAS CLAVES

Energía, Hidroeléctrica, Generación, Electricidad, ENEE

### KEYWORDS

Energy, Hydroelectric, Generation, Electricity, ENEE

<sup>1</sup>Escuela de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Tegucigalpa. email: teresa.zelaya@unah.hn

<sup>2</sup>Escuela de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Tegucigalpa. email: herson.tabora@unah.edu.hn

### Agradecimientos

El autor agradece a todos los involucrados en el desarrollo de esta investigación. En especial al MSc. Herson Álvarez, catedrático, por los conocimientos impartidos. Al Ingeniero Sergio Monroy, por el apoyo que brindó al momento de la visita técnica a la central hidroeléctrica "Francisco Morazán; y a MSc. Gisèle Zelaya, mi madre, por la asistencia facilitada durante el proceso investigativo y la redacción de los resultados obtenidos.

### Especial Thanks

\* Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial 4.0 Internacional 

\* This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. 

## I | INTRODUCCIÓN

**H**ONDURAS es un país montañoso que cuenta con muchos ríos que fluyen hacia el mar Caribe y hacia la bahía del Golfo de Fonseca. Sumado a estas corrientes fluviales, Honduras cuenta con fuentes lacustres: el lago de Yojoa o Taulabé, ubicado entre los departamentos de Comayagua, Cortés y Santa Bárbara, además de varias lagunas que colindan con el Caribe hondureño. A pesar de estos recursos, hasta la segunda mitad del siglo XX, Honduras, no aprovechaba las fuentes hídricas para generar energía eléctrica. En lugar de ello, las comunidades donde esta existía era proporcionada por las alcaldías utilizando motores de combustible fósiles o centrales térmicas.

En 1957, “Harza Engineering Comapany” realizó estudios para ver la posibilidad de emplear las aguas del Lago de Yojoa para la generación de energía eléctrica (. ENEE, 2016). Este estudio sentó las bases de la construcción de “Cañaverl” (conocida popularmente como “Río Lindo”), la primera central hidroeléctrica de Honduras. Aunque “Río Lindo” inició la distribución de energía en 1964, operó en totalidad a partir de 1978. Dos años después, alimentada por el río Comayagua, se inició la construcción de “Francisco Morazán” (“El Cajón”), la planta hidroeléctrica y de control de inundaciones más grande de Honduras (ASCE, 2007). A pesar de estos proyectos, gran parte del territorio hondureño continuaba careciendo de electricidad.

El 4 de julio de 1982, Las centrales de energía térmica que abastecían a los entonces municipios de Comayagüela y de Tegucigalpa fueron destruidas por un atentado terrorista ejecutado por el Movimiento Popular de Liberación “**Cinchonero**” (MPL-C). La falta de electricidad originada por esta acción terrorista obligó al Gobierno Central a acelerar el funcionamiento de “El Cajón” que se concluyó en 1985 (. ENEE, 2007) y a buscar nuevas fuentes de generación de electricidad. Este artículo se centra en el funcionamiento de las centrales hidroeléctricas en el periodo que va de 2007 y 2016, periodo en el cual hubo mayor generación de este tipo de proyectos. No obstante, se agrega información sobre el manejo que se ha dado a este tipo de proyectos en los años 2018 hasta mayo de 2019. Durante este lapso, el cambio climático ha originado alteraciones en el comportamiento pluvial que ha coadyuvado al descenso de los niveles en las diferentes represas del país; por tanto, ha mermado la potencia de las turbinas que generan hidroelectricidad en las mismas. Se espera que el documento satisfaga las expectativas del lector. A la vez, se exhorta a que se continúe la investigación a fin de verificar la ejecución – o cancelación – de los proyectos diseñados por las diferentes administraciones que han manejado la política energética de Honduras.

## II | RESEÑA DE LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

La energía hidráulica es la energía cinética del movimiento de masas de agua y la energía potencial del agua disponible a una cierta altura. Los antiguos romanos y griegos aprovechaban la energía del agua para moler trigo. Sin embargo, la facilidad de emplear esclavos y animales era la potencia que generaba la electricidad. No fue sino a finales del siglo XIX, cuando la humanidad decidió aprovechar la fuerza motriz de las corrientes fluviales, lacustres y marítimas (Maldonado Castro, 2011).

Aunque los ingleses reconocieron el valor de la potencia del agua para generar electricidad, la primera presa hidroeléctrica fue construida en Wisconsin por la Compañía de Luz Appleton Edison aprovechando la fuerza del río Fox. Antes de la Appleton Edison, se utilizaba el vapor de agua para la generación de energía. H.F. Rogers, propietario de la firma, se le ocurrió que el agua pasando a través de una turbina podría generar electricidad también. En 1870, se construyó Cragside Rothbury, Inglaterra la

Rango	Categoría	Honduras posee
Hasta 10 kW	Pico	0
10 a 100 kW	Micro	0
100 kW a 1 MW	Mini	5
1 a 10 MW	Pequeña	27
10 MW a 100 MW	Media	8
Mayor que 100 MW	Grande	1

*Tabla 1: Categorías de las Hidroeléctricas. Fuente: ENEE 2017*

primera central hidroeléctrica que se utilizó en Inglaterra. En 1879, las fuerzas de las cataratas del Niágara se utilizaron para construir la Central hidroeléctrica que en 1871 convertiría a Niágara Falls en la primera ciudad iluminada por energía hidroeléctrica (Tavalán Hernández, 2004). A partir de entonces, los Estados reconocieron el valor de invertir en producir energía hidroeléctrica.

Actualmente, las centrales hidroeléctricas están caracterizadas, para obtener un mejor aprovechamiento de las mismas. Como se muestra en la tabla 1.

### III | PRIMERAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS EN HONDURAS

La empresa fue creada el 20 de febrero de 1957 como una empresa autónoma responsable de la producción, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica en Honduras. Como ya se expuso el primer proyecto a gran escala de la Empresa fue la primera planta de producción de energía eléctrica, “Cañaveral”. Esta comenzó a operar en 1964 generando 29 MW, como parte del desarrollo potencial del Lago de Yojoa.

Aunque para muchos Cañaveral y Río Lindo es la misma central hidroeléctrica, Lo cierto es que esta última se desarrolló con una capacidad nominal de 80 MW, mucho después. De allí que se afirma que el proyecto Cañaveral-Río Lindo comenzó operaciones a partir de 1978. Se creyó que la construcción de tres líneas de transmisión y subestaciones de alto voltaje, necesarias para conectar estas centrales con los principales centros de demanda del país (ENEE, 2014). Fue la génesis del Sistema Interconectado Nacional. Es decir, una red de transmisión eléctrica que cubre las principales regiones del país, a la que están conectadas las centrales generadoras y los diferentes centros de consumo.

En lo que se refiere a la popular central hidroeléctrica “El Cajón” los estudios del aprovechamiento del río Humuya de Comayagua comenzaron en 1967 por la compañía Motor Columbus Ingenieros Consultores de Suiza, quienes estuvieron a cargo del diagnóstico de factibilidad del Proyecto. Los estudios prosiguieron por un período de varios años. Incluyeron análisis comparativos de rentabilidad con otros proyectos, concluyendo en que “El Cajón” era la mejor alternativa.

Las obras civiles se iniciaron oficialmente el 15 de junio de 1980, bajo la responsabilidad de dos consorcios contratistas. “Consortio El Cajón” (CELCA) formados por las firmas “Impregilo” de Italia, “Losinger” de Suiza y “Lublin” de Alemania Federal, al cual se le confió la construcción de la presa y obras accesorias; y “Consortio Internacional El Cajón” (CONINCA) integrado por las firmas: “Astaldi” de Italia, “Codelfa” de Italia y “Columbus Panamericana” con sede en Panamá. Aunque se esperaba que



*Figura 1: Vista del embalse de la Represa Hidroeléctrica Francisco Morazán. Fuente: Cuadro de Ficha Técnica ENEE*

“El Cajón” satisficiera todas las demandas energéticas de Honduras y que incluso se pudiese exportar electricidad a otros países del istmo, los servicios prestados por las centrales térmicas que iluminaban la ciudad capital, satisfacían las necesidades de las autoridades gubernamentales quienes postergaban la inauguración del megaproyecto.

En 1982, el Movimiento Popular de Liberación “Cinchonero” (MPL-C) realizó un atentado terrorista contra la central térmica de Santa Fe, al norte de la ciudad de Comayagüela. Este puso de manifiesto la vulnerabilidad de estas centrales. La capital estuvo en total oscuridad por más de dos semanas. Esto representó pérdidas para los negocios, a excepción de aquellos que vendían motores generadores de energía. El Estado urgió a Astaldi y a Columbus a que aceleraran la construcción del Proyecto hidroeléctrico diseñado. El nombre de Francisco Morazán lo adquirió en 1992, durante la Administración Callejas (1990-1994) en ocasión del bicentenario del nacimiento del prócer centroamericano del mismo nombre (Tavalán Hernández, 2004).

En 1994. Durante el gobierno del presidente Carlos Roberto Reina (1994-1998), la región se vio afectado por un descenso del régimen pluvial. Los embalses de “Cañaverl - Río Lindo” y de “Francisco Morazán” se vieron afectados y por tanto, la Presidencia tuvo que ordenar el racionamiento del suministro de energía eléctrica. Debido a que la Empresa de Energía Eléctrica proporcionaba servicios solo a las ciudades importantes del país, los habitantes del Municipio de Santa María del Real en Olancho, habían invertido en construir una mini-represa en las aguas del río del mismo nombre. Esta iluminaba las ciudades de Catacamas y de Santa María del Real. Por tanto, no padecieron los racionamientos ordenados por el Poder Ejecutivo.

A partir de entonces, el Estado visualizó la posibilidad de construir represas a lo largo del territorio, aprovechando los recursos hídricos disponibles en los lugares. Todos ellos serían administrados y mantenidos por la empresa estatal. En 1998, Centroamérica se vio afectada por el hidrometeoro Mitch. Evento que retrasó la ejecución de estos proyectos. Había otras necesidades que satisfacer y rehabilitar

N.	Empresa Proponente	Nombre del Proyecto	Departamento	Potencia Estimada en MW
1	ENEE	Hidroeléctrica Francisco Morazán	Cortes	300.00
2	Compañía Consultora Harza Engineering	Hidroeléctrica Rio Lindo	Cortes	80.00
3	Compañía Consultora Harza Engineering	Hidroeléctrica Cañaverall	Cortes	29
4	Compañía Consultora Harza Engineering	Hidroeléctrica El Nispero	Copán	22.5
5	ENEE	Hidroeléctrica Santa María del Real	Olancho	1.2
6	ENEE	Hidroeléctrica El Coyolar	Comayagua	1.7
7	ENEE	Hidroeléctrica Nacaome	Valle	30

Tabla 2: Matriz de Centrales Hidroeléctricas Estatales Construidas en Honduras. Fuente: ENEE, 2017

más importantes que la ejecución de estos proyectos de construcción de represas hidroeléctricas ya que muchas de estas fueron afectadas por el paso del Huracán mencionado. (Ordóñez Soto, 14 de febrero de 2017)

#### IV | CENTRALES HIDROELÉCTRICAS PROYECTADAS DE 2007 A 2017

La administración Zelaya Rosales (2006 – 2010) consciente de que para lograr la recuperación y el desarrollo del país era necesario mejorar el servicio de energía eléctrica dispuso que se rehabilitaran los anteproyectos diseñados antes de Mitch. La necesidad energética estaban siendo satisfechas por muchas empresas privadas que no solo comenzaron a vender al país energía térmica si no también habían facilitado trabajo con mejores sueldo al recurso humano que trabajaba para la estatal y por motivos políticos había sido reemplazado. Muchas empresas privadas habían creado más hidroeléctricas y le vendían sus servicios al país. Por ello, se observó un crecimiento del 2007 al 2017 de 43 hidroeléctricas. De las cuales, treinta y seis son privadas; y siete estatales. La tabla 2 describe las características de las centrales hidroeléctricas que operan en Honduras (ENEE, 2017).

En contraste, la tabla 3 ilustra el número de centrales eléctricas que hasta 2017 funcionaba en el país y que en su mayoría estaban en manos de la empresa privada. Podemos observar en el mapa de la Figura 2 la ubicación de cada hidroeléctrica en Honduras.

De 18 departamentos solo 11 de ellos tienen hidroeléctricas. En el departamento de Cortés es donde opera la mayor cantidad de hidroeléctricas, con 10 proyectos que generan en conjunto un total de 439.56 MW de 675.80 MW instalados en todo el país. Obteniendo 65 % de toda la potencia instalada en Honduras, los empresarios del departamento más industrializado de Honduras están conscientes de la necesidad de abastecerse de electricidad para que sus fábricas funcionen debidamente a lo largo de los 12 meses del año. En la Figura 4, se muestra la distribución de plantas hidroeléctricas que operan

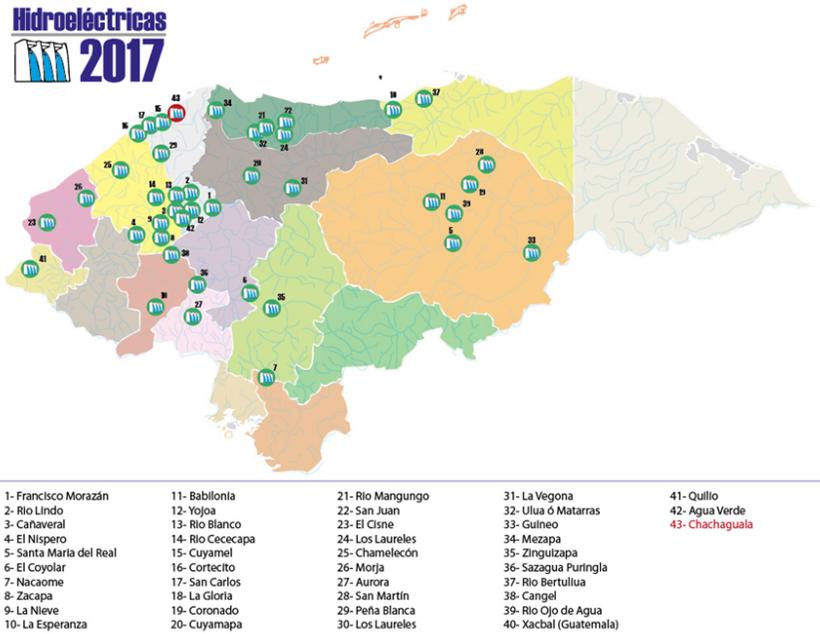


Figura 2: Distribución de las Hidroeléctricas de Honduras

No	Empresa proponente	Nombre del proyecto	Ubicación	Potencia est. en MW
1	Cenit S.A DE C.V	Hidroeléctrica Zacapa	Santa Barbara	0.53
2	Empresa Sociedad Hidroeléctricas La Nieve S.A. de C.V.	Hidroeléctrica La Nieve	Santa Bárbara	0.5
3	Consorcio de Inversiones S.A DE C.V	Hidroeléctrica La Esperanza	la Esperanza	12.7
4	Energisa S.A DE C.V	Hidroeléctrio Babilonia	Olancho	4.4
5	Hidroeléctrica Yojoa S.A DE C.V(Hidroyojoa)	Hidroeléctrica Yojoa	Cortes	0.63
6	Hidroeléctrica Río Blanco S.A DE C.V	Hidroeléctrica Río Blanco	Cortés	5.00
7	Compañía De Generación Eléctrica S.A DE C.V.	Hidroeléctrico Río Cececapa	Santa Bárbara	2.85
8	Compañía Hidroeléctrica Cuyamel S.A DE C.V. (Cohcuy)	Cuyamel	Cortés	7.80
9	Hidrocentrales De Hondura S.A de C.V.	Hidroeléctrico Cortecito	Cortes	5.30
10	Hidrocentrales De Hondura S.A de C.V.	Hidroeléctrico San Carlos	Cortés	4.00
11	Sociedad Electrotecnia	Hidroeléctrico La Gloria	Colón	5.80

12	Energisa S DE RL De C.V	Hidroeléctrico Coronado	Olancho	6.00
13	Energía y Transmisión SA de CV Enetran	Proyecto Hidroeléctrico Cuyamapa	Yoro	12.2
14	Empresa Centroamericana De Energía S.A de C.V	Proyecto Hidroeléctrico Río Mangungo	Atlántida	1.20
15	Industrias Comtempo S de RL	Central Hidroeléctrica San Juan	Atlántida	6.20
16	Hidroeléctrica El Cisne S.A. De C.V.	El Cisne	Copán	0.70
17	Genera	Los Laureles	Atlantida	4.80
18	Sociedad de Energía Renovable S.A. (Gersa)	Hidroeléctrico Chamelecon 280	Santa Barbara	11.00
19	Ingeniería Tecnica S.A de C.V	Hidroeléctrico Morja	Copán	8.9
20	Inversiones Aurora S.A de C.V.	Aurora	La Paz	9.32
21	Inversiones San Martin S.A. de C.V.	Hidroeléctrico San Martín	Olancho	4.65
22	"Peña Blanca S.A. de C.V."	Hidroeléctrico Peña Blanca	Cortes	1.83
23	Genera	Los Laureles(genera)	Atlantida	4.80
24	Compañía Hondureña de Energía Renovable S.A. (Cohersa)	La Vegona	Yoro	38.50
25	Empresa Centroamericana De Energía S.A de C.V	Proyecto Hidroeléctrico Uluas o Matarras	Atlántida	3.50
26	Ecoenergía	Hidroeléctrico Guineo	Olancho	1.15
27	Eléctrica Mesoamérica S.A De C.V.	Hidroeléctrico Mezapa	Atlántida	9.40
28	G.A. Energy	Ph. Río Zinguizapa I,II	Francisco Morazan	4.00
29	Compañía Electrica Centroamericana S.A. de C.V	Hidroeléctrico Sazagua Puringla	La Paz	9.60
30	General Equipment supply S.A. de C.V.	Cuenca del Río Bertulia	Colón	9.10
31	Sociedad Mercantil Blue Energy S.A. de C.V	Río Cangel	Santa Bárbara	2.56
32	Olanchana S.A de C.V	Río Ojo de agua	Olancho	30.75
33	Grupo Terra	Hidroeléctrica Xacbal	Guatemala	94.00
34	Hidroeléctrica Agua Verde S.A. de C.V	Hidroeléctrico Agua Verde	Cortes	0.60

*Tabla 3: Centrales Hidroeléctricas Existentes en el País hasta el 2017*

en el departamento de Cortés.

No	Hidroeléctrica	Estatad / privada	Potencia en MW
1	Cuyamel	privada	7.8
2	Río Lindo	estatal	80
3	Cañaveral	estatal	29
4	Francisco Morazán	estatal	300
5	Río Blanco	privada	5
6	Yojoa	privada	0.63
7	Agua Verde	privada	0.6
8	Cortecito	privada	5.3
9	Peña Blanca	privada	1.83
10	San Carlos	privada	4
11	Chachaguala	privada	5.4
		Total	439.56

Tabla 4: Centrales Hidroeléctricas que Operan en Cortes, Fuente: ENEE.2017

Hidroeléctrica	Fecha de Contrato	Duración	Precio
Yojoa	8 de mayo 2000	30 años	0.057 US\$ por kWh
Babilonia	19 de mayo 2000	30 años	0.057 US\$ por kWh
San Carlos	16 de marzo 2002	15 años	0.06296 US\$ por kWh
Cececapa	27 de marzo del 2002	15 años	0.06296 US\$ por kWh
Río Blanco	2 de abril 2002	15 años	0.06296 US\$ por kWh
La Esperanza	24 de mayo del 2002	15 años	0.06296 US\$ por kWh
La Nieves	2 de septiembre 2002	15 años	0.06296 US\$ por kWh
Cortecito	9 de septiembre 2002	15 años	0.06296 US\$ por kWh
La Gloria	17 de octubre del 2002	15 años	0.06296 US\$ por kWh
Zacapa	19 de marzo 2004	5 años	0.061 US\$ por kWh

Tabla 5: Condiciones de los contratos firmados por el Estado hondureños con las empresas generadoras privadas, Fuente: ENEE, 2017

## Contratos

La crisis dejada por Mitch y los daños provocados a las instalaciones del Estado obligó a que el Estado, lejos de ser el proveedor y exportador de energía eléctrica, el Estado se convirtiera en cliente de estas empresas que generan electricidad. Por ello, la Administración Flores Faccusé (1998 – 2002) firmó los primeros contratos empresas privadas, para la generación de este servicios a diferentes ciudades del país. Este comportamiento lo mantuvo la administración Maduro Hoesch (2002-2006). Las condiciones de estos fueron aprobadas por el Poder Legislativo y publicadas en el Diario Oficial “la Gaceta”. Donde se estipula tanto la duración de los contratos y el pago de los mismos en dólares estadounidenses,

año/mes	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Total
2007	81.6	82.2	102.3	123.6	155.2	115.4	102.3	102.9	87.0		90.7	86.1	1129.3
2008	89.6	91.0	98.3	103.5	114.5	109.2	98.6	105.5	96.9	108.1	146.1	137.9	1299.2
2009	151.1	130.7	137.5	144.0	168.4	179.0	161.3	132.9	132.7	134.0	109.9	112.0	1693.5
2010	107.0	101.4	105.8	113.3	120.3	157.1	164.3	180.2	192.0	190.9	191.5	188.3	1812.1
2011	131.0	98.9	112.4	121.5	132.0	126.8	160.4	166.9	151.7	128.3	112.9	113.2	1556.0
2012	112.2	102.2	111.1	107.5	145.7	140.9	145.0	122.0	128.6	134.2	127.3	131.8	1508.5
2013	127.3	112.6	121.9	129.6	124.5	104.9	113.0	116.1	111.2	120.5	122.4	107.5	1411.5
2014	98.9	96.3	121.9	106.5	108.6	103.9	109.2	100.4	78.5	82.8	72.4	62.8	1142.2
2015	59.5	67.3	96.4	99.1	98.6	76.5	87.8	85.6	78.7	75.1	80.0	64.4	969.0
2016	66.1	53.7	83.2	95.1	95.1	93.3	90.9	93.9	87.1	88.1	75.8	79.3	1001.6
2017	53.6	70.2	80.2	87.9	106.9	86.3	89.5	129.9	129.0	154.5	141.8	131.2	1261.0

Figura 3: Energía Disponible en la Central Hidroeléctrica Francisco Morazán. Fuente: ENEE, 2017

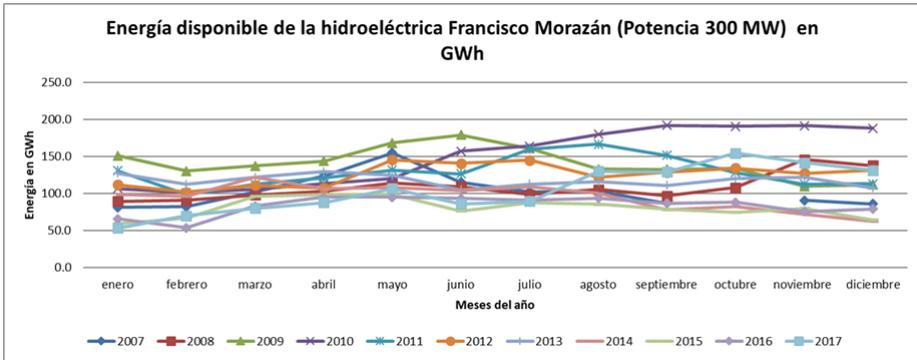


Figura 4: Gráfico Energía Disponible Hidroeléctrica Francisco Morazán

a pesar de que las empresas son nacionales y la moneda oficial de Honduras es el Lempira (ver Figura 5).

Obsérvese en la Figura 5 que los contratos firmados en el año 2000 tienen una fecha de duración de 30 años y su precio es el más bajo que todo los demás contratos, En cambio los firmados por el Presidente Maduro tienen un periodo de duración de 15 años y su precio por KWh es de 0.06296 US\$. Con la hidroeléctrica Zacapa hay una diferencia de duración de contrato que solo es de 5 años y de precio 0.061 US\$ da un promedio del 0.061572 US\$ por KWh. Cabe destacar que los contratos, en su mayoría han sido renovados.

**Meses de Mayor Producción estatal**

Es importante identificar los meses de mayor producción para una hidroeléctrica. Hay más de cuarenta hidroeléctricas, sin embargo, solo se consideraron cuatro: dos estatales y dos privadas. Se comienza con la central hidroeléctrica Francisco Morazán que tiene una potencia de 300 MW. A continuación las tablas que se presentan de energía disponible de las diferentes centrales las unidades son GWh.

Los datos recabados a partir de la tabla de la Figura 3 y el gráfico de la Figura 4, fueron utilizados para generar la tabla de la Figura 5.

En la central hidroeléctrica, se observó un crecimiento anual del 2007 a 2010. Del 2010 hasta el 2015,

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
mayo	mayo	junio	septiembre	agosto	mayo	abril	marzo	abril	abril	abril
abril	noviembre	mayo	octubre	julio	julio	mayo	julio	mayo	mayo	mayo
junio	diciembre	julio	noviembre	septiembre	junio	marzo	mayo	marzo	agosto	agosto

Figura 5: Meses de mayor producción hidroeléctrica Francisco Morazán

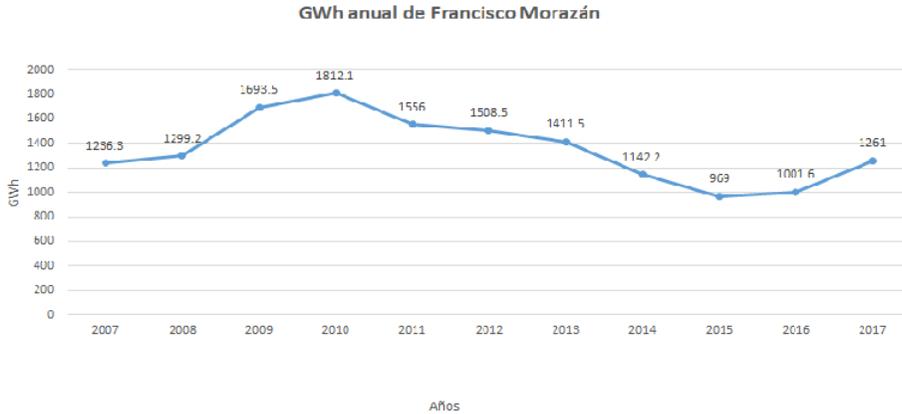


Figura 6: Producción Anual en GWh de la Hidroeléctrica "Francisco Morazán" del 2007 al 2017

sin embargo esta producción desciende. De 2016 al 2017, la producción vuelve a crecer (ver Figura 6).

Con respecto al rendimiento de la Central Hidroeléctrica “El Cañaveral”(que genera una potencia de 29MW), se obtuvieron los datos que se muestran en las Figuras 7 y 8.

A partir de las anteriores, se infirió que los meses de mayor producción en la Cañaveral son los que se muestran en la Figura 9.

A partir de la Figura 8, se infiere que el comportamiento energético de “Cañaveral” difiere del de la central hidroeléctrica Francisco Morazán.

Como podrá percibir el lector, la demanda de energía no varió mucho entre los años 2009 y 2013. Se observa un descenso a partir del 2014. Esto es debido a trabajos de mantenimiento que se hicieron en la planta. La demanda aumenta a partir del 2016 (ver Figura 10).

**Meses de mayor producción en las hidroeléctricas privadas**

Debido a la cantidad de empresas hidroeléctricas privadas, se decidió arbitrariamente analizar las empresas Zacapa y La Esperanza. Las siguientes ilustran el funcionamiento observado en estas.

La planta hidroeléctrica de Zacapa con una potencia de 0.53 MW. Esta opera en el departamento de Santa Bárbara. La Figura 11 ilustra el funcionamiento de esta.

Año/mes	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Total
2007	13.1	11.4	12.1	15.2	18.9	15.6	14.6	14.5	13.2		11.4	11.1	151.1
2008	9.9	10.0	9.6	10.4	13.0	14.1	13.0	15.4	15.0	15.1	13.1	13.5	152.1
2009	8.1	11.3	15.7	17.8	18.8	17.0	16.6	16.2	16.5	14.6	16.6	17.1	186.3
2010	13.7	12.4	13.8	14.1	14.9	16.4	17.6	16.5	15.7	15.9	16.3	16.5	183.8
2011	14.7	13.1	15.0	15.1	15.5	16.8	17.1	17.9	17.4	15.8	14.5	15.9	188.8
2012	15.4	14.7	15.9	15.4	16.6	16.4	16.0	16.9	15.8	15.3	13.9	14.2	186.5
2013	14.0	13.9	14.9	16.4	17.5	15.2	16.0	16.7	15.9	16.4	14.8	14.4	186.1
2014	14.6	13.7	16.0	15.8	16.0	15.2	13.1	11.4	7.9	10.6	10.0	10.6	154.9
2015	10.3	11.3	13.8	14.5	15.6	13.0	13.6	14.3	12.5	12.1	8.8	8.7	148.5
2016	9.3	8.3	10.5	10.5	11.1	3.2	1.0	1.2	0.6	0.3	0.3	1.1	57.4
2017	8.5	8.5	10.8	10.8	11.75	9.47	8.23	12.42	12.51	11.57	9.1	9.0	122.6

Figura 7: Energía disponible Hidroeléctrica Cañaverál (Fuente: ENEE,2017)

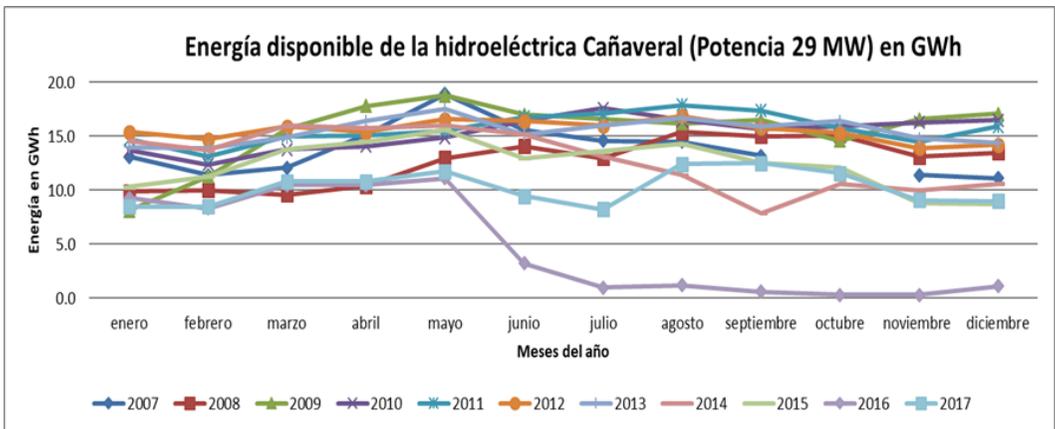


Figura 8: Gráfico Energía Disponible Hidroeléctrica Cañaverál

El gráfico de la Figura 12 muestra cómo varía la generación de energía en varios años.

En la tabla de la Figura 13, se percibe que el mes en este caso de la Hidroeléctrica Zacapa realmente obsérvese que son 3 meses que se ven muy frecuentes los cuales son noviembre, septiembre, octubre cabe recalcar que la hidroeléctrica queda en lo que es el departamento de Santa Bárbara, el río que utiliza es el de Zacapa de allí su nombre.

El crecimiento anual de la planta de Zacapa, ver Figura 14. Hay un decaimiento de energía del 2010 hasta el 2016, el único año que tuvo un crecimiento grande fue en el año 2008 que obtuvo más de 3.0.

Recuérdese que el contrato suscrito con esta empresa expiraba en 2011. La otra empresa que se discute es “La Esperanza” cuyo contrato fue suscrito en 2002 y expiraba en 2017. La planta opera en La Esperanza, Intibucá y tiene una potencia nominal de 12.7 MW. Ver Figura 15.

El funcionamiento se ilustra en la Figura 16.

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
mayo	agosto	mayo	julio	agosto	mayo	mayo	mayo	mayo	mayo	mayo
abril	septiembre	abril	junio	septiembre	agosto	abril	abril	abril	marzo	agosto
junio	octubre	diciembre	diciembre	julio	junio	agosto	marzo	agosto	abril	septiembre

Figura 9: Meses de Mayor producción Energética de 2007 a 2017 en Cañaveral

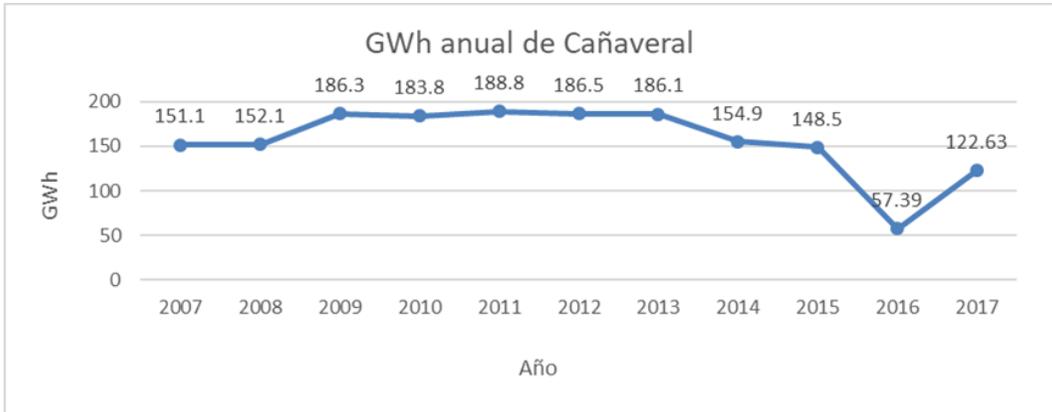


Figura 10: Producción Anual en GWh de la Hidroeléctrica Cañaveral

A través de la Figura 17 se determina que los meses de mayor demanda el estudio que se realizó fue el mismo que para las demás hidroeléctricas, Obsérvese que los meses con mayor producción son julio, septiembre y octubre. Los meses de febrero y marzo son de generación hidroeléctrica muy baja. Desde el mes de octubre va en decaimiento y va en crecimiento en el mes de abril. El mes de menor energía es marzo, De allí surge la tabla siguiente.

En la figura 18 muestra el comportamiento irregular en la generación de potencia de la planta hidroeléctrica de La Esperanza.

En el siguiente apartado se expone cómo se da la producción anual de la energía eléctrica.

## V | PRODUCCIÓN ANUAL DE LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA EN HONDURAS

Al estudiar la producción anual de la energía hidroeléctrica se debe tener en cuenta que las necesidades han aumentado en el país. El uso de aparatos recargables y de aquellos manejados por control remoto, así como la apertura y cierre de empresas que demandan este servicio son factores que inciden en estos resultados.

Según la ilustración (Figura 19), en la producción anual que un cambio ligeramente pequeño en el año 2010. Ya que de 2006-2008 los valores son constantes. Del 2011 al 2016,, la generación decae a pesar de

Año/mes	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Total
2007	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3		0.4	0.2	2.0
2008	0.2	0.1	0.1	0.0	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	3.2
2009	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	3.2
2010	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	3.0
2011	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	2.9
2012	0.2	0.4	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4	0.3	0.2	2.7
2013	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	2.7
2014	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	2.4
2015	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	2.1
2016	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	1.5
2017	0.2	0	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3	0.2	2.5

Figura 11: Energía disponible Hidroeléctrica Zacapa

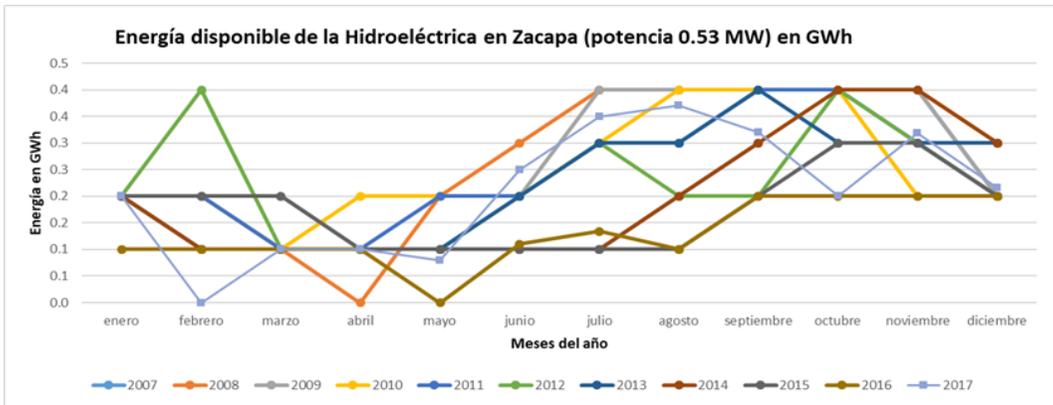


Figura 12: Gráfico Energía disponible Hidroeléctrica Zacapa

que el número de hidroeléctricas han aumentado a través de los años. Sin embargo este es el periodo en el que muchas empresas se han declarado en quiebra por el aumento de los impuestos que exigen tanto el Estado y los antisociales. En el año 2017 vuelve a incrementarse y supera los datos reflejados en 2010.

Estos datos contradicen lo reflejado en otra ilustración que presenta la Empresa, en MW. Compárelos con la ilustración de la Figura 20.

Se esperaría que las ilustraciones fuesen iguales. Pero según la ilustración anterior la producción energética anual no ha decaído en momento alguno en el intervalo comprendido entre 2007 y 2017. Lo único que ha cambiado son las unidades de medida; pero se está midiendo en mismo factor. No debería existir esta discrepancia, especialmente si los datos son proporcionados por la misma empresa. Al utilizar los porcentajes de la energía generada, se puede generar la matriz de contribución energética que las centrales hidroeléctricas han dado al país.

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
noviembre	noviembre	septiembre	agosto	septiembre	febrero	septiembre	octubre	octubre	octubre	julio
septiembre	octubre	octubre	septiembre	octubre	octubre	octubre	noviembre	noviembre	noviembre	agosto
diciembre	septiembre	noviembre	octubre	noviembre	julio	noviembre	diciembre	diciembre	diciembre	noviembre

Figura 13: Meses de Mayor Producción Hidroeléctrica Zacapa

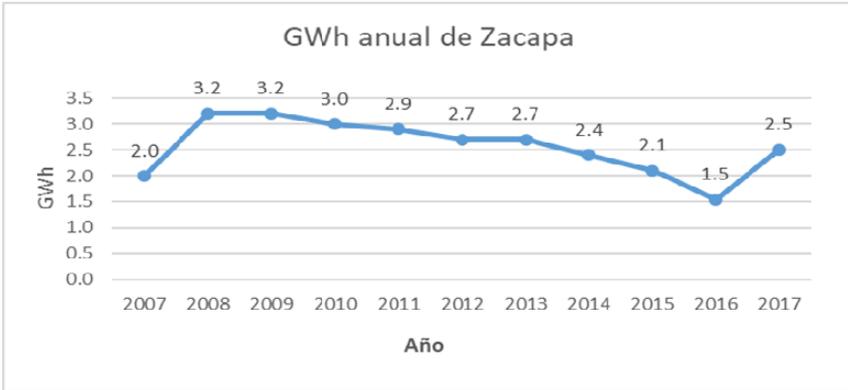


Figura 14: Producción anual en GWh de la Hidroeléctrica Zacapa

## VI | CONTRIBUCIÓN EN LA MATRIZ ENERGÉTICA

Los datos reflejados en la Figura son más consistentes con la información facilitada por ilustración de la Figura 19. Es decir que la contribución energética de las centrales hidroeléctricas ha ido en descenso. Como resultado, la situación financiera de la estatal está en crisis. Por tanto, se ha de recurrir al estudio de las condiciones reales de la ENEE. (Redacción, 2019).

## VII | PROYECTOS QUE EN 2017 CONTINUABAN EN FASE DE PROGRAMADOS A FUTURO

Es de hacer notar que por una u otra razón, los proyectos que estaban proyectados desde 2017, aún no se han ejecutado.

### Proyecto Hidroeléctrico Patuca

Patuca I, II y III se llama el plan para construir una planta hidroeléctrica en el Río Patuca, que involucrase tres departamentos: Olancho, El Paraíso y Colón. La construcción de la represa debía ser un proyecto sostenible y armónico con la reserva ecológica que será su vecino inmediato. Patuca I generaría 270 MW; Patuca II, 150MW; y Patuca III, 104 MW.

Se inicio primero construyendo Patuca III. Se decidió iniciar con Patuca III, el 17 Mayo 2010 se entrega

Año/mes	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Total
2007	1.2	0.7	0.7	0.8	1.0	0.4	2.1	4.2	6.9		3.2	1.8	23.0
2008	1.4	0.9	0.9	1.1	1.5	2.7	7.4	5.4	7.0	8.2	4.5	2.2	43.2
2009	1.4	1.2	1.0	0.6	2.5	6.1	4.5	2.6	3.7	2.8	1.1	1.5	34.0
2010	1.3	0.7	0.6	2.6	3.4	8.6	8.4	9.1	8.6	5.7	2.2	1.7	52.9
2011	1.1	1.1	1.1	1.4	3.5	5.4	7.9	7.9	7.1	8.3	3.7	2.4	50.9
2012	1.7	1.2	0.9	1.0	2.9	5.2	2.0	4.5	6.2	7.3	2.2	1.5	36.6
2013	1.2	0.7	0.8	0.8	1.7	2.2	4.2	2.6	8.1	7.0	3.1	1.6	34.0
2014	1.3	0.8	0.6	0.5	1.7	4.3	1.2	2.0	7.2	7.1	3.2	2.1	32.0
2015	1.2	0.6	0.7	0.6	0.7	0.3	1.0	0.8	4.7	6.5	4.0	1.5	22.6
2016	0.8	0.9	0.6	0.6	1.0	3.7	2.0	3.2	3.9	2.0	1.1	0.7	20.5
2017	0.7	0.7	0.5	0.8	4.1	4.8	4.6	4.5	7.8	7.8	3.7	2.1	42.2

Figura 15: Energía disponible Hidroeléctrica La Esperanza 2007-2017

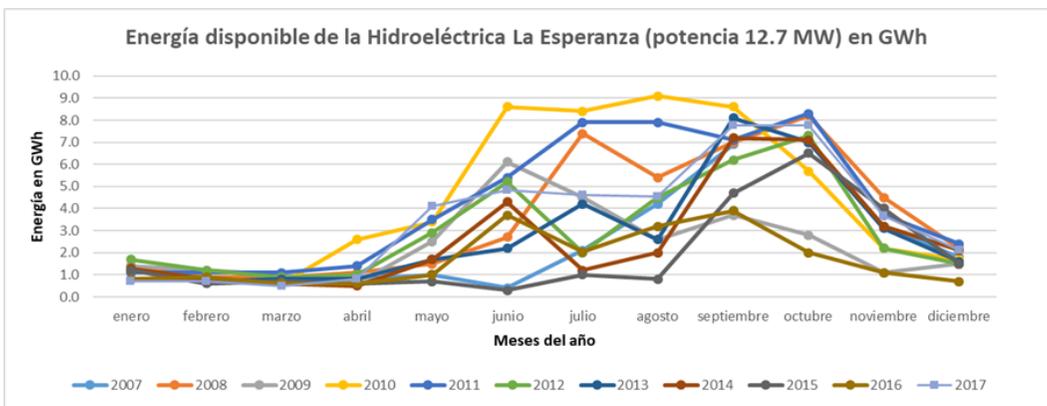


Figura 16: Gráfico Energía disponible Hidroeléctrica La Esperanza

por parte del gobierno de Taiwán, los documentos del diseño básico para la construcción del proyecto Patuca III; El 16 de mayo del 2011, El Presidente de la República, Porfirio Lobo Sosa, colocó la primera piedra en el sitio del campamento, dando así, inicio de la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Patuca III del 2011-2017 hubo muchos percances de sociabilidad para poder lograr la culminación de dicha hidroeléctrica actualmente solo le falta 2% para dicha hidroeléctrica inicie a funcionar, se calculó que para inicio del 2019 estaría en funcionamiento (Ferrufino, 2015).

Ya en el segundo semestre del 2019, a pesar de estar construidas las instalaciones físicas, Patuca III (Figura 22) no entra en funcionamiento porque el Estado tiene deudas pendientes con los propietarios de las tierras que se emplearon para su construcción (Rodríguez, 12 de agosto de 2019).

### Proyecto Hidroeléctrico Jicatuyo y Los Llanitos

Los Llanitos y Jicatuyo fueron identificados en estudios de evaluación del potencial hidroeléctrico que vienen desarrollándose desde hace 32 años.

El Proyecto Los Llanitos, en el “Plan Maestro de Control de Avenidas en el Valle de Sula”, del Consorcio Harza–Cinsa en 1979. El Proyecto Jicatuyo, en la “Actualización del Inventario del Potencial

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
septiembre	octubre	junio	agosto	octubre	octubre	octubre	octubre	octubre	septiembre	septiembre
agosto	julio	julio	septiembre	julio	septiembre	septiembre	septiembre	septiembre	agosto	octubre
noviembre	septiembre	septiembre	junio	agosto	junio	junio	junio	noviembre	junio	junio

Figura 17: Meses de mayor producción hidroeléctrica La Esperanza

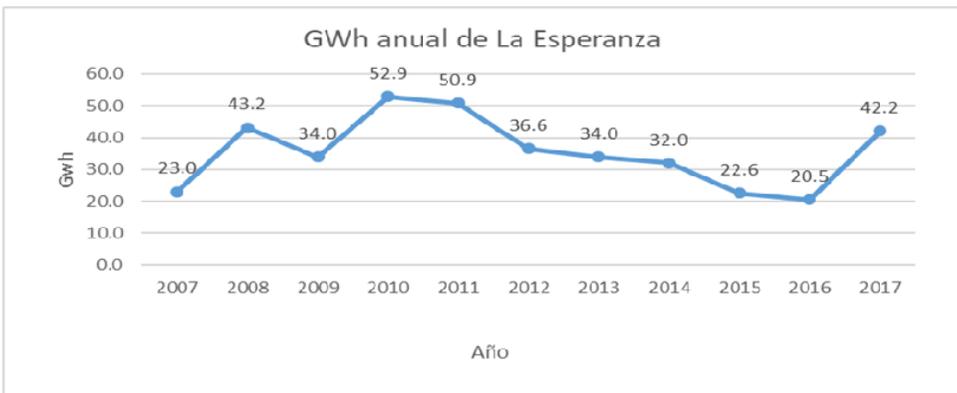


Figura 18: Producción anual en GWh de la Hidroeléctrica La Esperanza

Hidroeléctrico de Honduras”, desarrollado por C. T. Main y ENEE en 1984.

El Plan Maestro del Sistema Eléctrico (PLAMSE) realizado por SNC-Shawinigan-Cinsa y ENEE, en 1994, recomendó en la nueva evaluación realizada, que se iniciara con la implementación del proyecto de Los Llanitos. En 1997, la ENEE realizó el estudio de prefactibilidad de Los Llanitos, con Statkraft Engineering, donde se propuso un proyecto con capacidad de 94 MW. Se concluyó que Los Llanitos era atractivo para ser desarrollado por el sector público o que se consideren los otros usos del agua (mitigación de crecidas). (ENEE, 2014)

En 2001, se realizó el estudio de viabilidad con TYPESA, a solicitud de la Comisión Ejecutiva del Valle de Sula (CEVS). Se recomienda un desarrollo en cascada para mejorar la rentabilidad, con Los Llanitos de una capacidad instalada de 94 MW Y el proyecto Jicatuyo, aguas abajo de Los Llanitos, de 174.8 MW. Al 2017, se asumía que el proyecto desarrollaría bajo cofinanciamiento de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social del Brasil (BNDES) y la Constructora Norberto Odebrecht (CNO). Los Llanitos, con 80 MW de capacidad instalada y una generación promedio anual de 370 GWh, desarrolla su espejo de agua a la cota 300 msnm. ENEE (2014a) Jicatuyo, con 210 MW de capacidad instalada y una generación promedio anual de 880 GWh (UEPER, 2016).

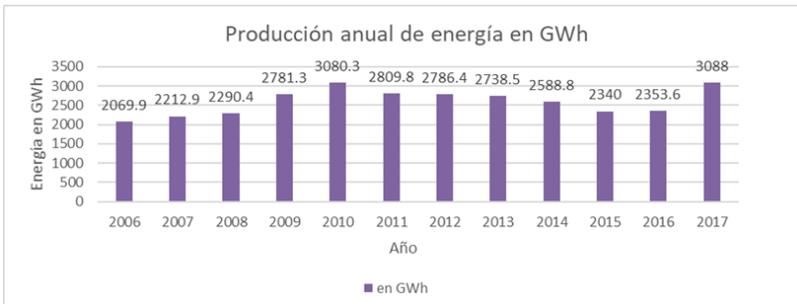


Figura 19: Gráfico de la Producción Anual de la Energía Hidroeléctrica

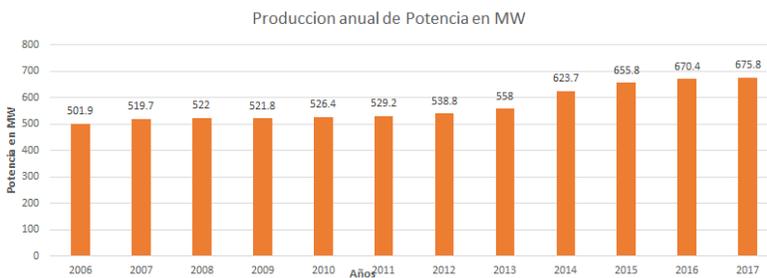


Figura 20: Gráfico de la Producción Anual de la Potencia

## VIII | VISITA TÉCNICA A LA HIDROELÉCTRICA FRANCISCO MORAZÁN

### Hidroeléctrica Francisco Morazán

La visita técnica a la Central Hidroeléctrica Francisco Morazán verificó información encontrada en la literatura escrita y permitió hacer tomas de las estancias permitidas por la Jefatura de la Planta. A continuación se presentan los datos proporcionados durante una gira técnica in situ. La Hidroeléctrica Francisco Morazán, mejor conocido como “El Cajón”, posee 4 turbinas tipo Francis verticales de las cuales el fabricante es de Suiza. El 15 de junio de 1985 entró en funcionamiento la Central Hidroeléctrica “Francisco Morazán” hasta el día de hoy. La producción estimada anual de 300 MW. La planta genera 1,050,000 KWh. La demanda de energía es mayor en los meses de marzo, abril por el calor. La planta debe generar 1,050,000 KWh. La demanda de energía es mayor en los meses de marzo y abril por el calor. Por medio de unos sensores tiene el control de los que son las 4 turbinas con respecto de cómo están trabajando. Se realiza una visita cada 8 semanas se cambian los carbones de excitación del rotor, para las turbinas se realiza una inspección para lo que es un cambio de alguna maquinaria una vez al año.

Por medio de unos sensores tiene el control de los que son las 4 turbinas con respecto de cómo están trabajando (Figura 23). Se realiza una visita cada 8 semanas se cambian los carbones de excitación del rotor, para las turbinas se realiza una inspección para lo que es un cambio de alguna maquinaria una vez al año ya sea el sistema mecánico y el sistema electrónico El nivel del embalse se monitorea

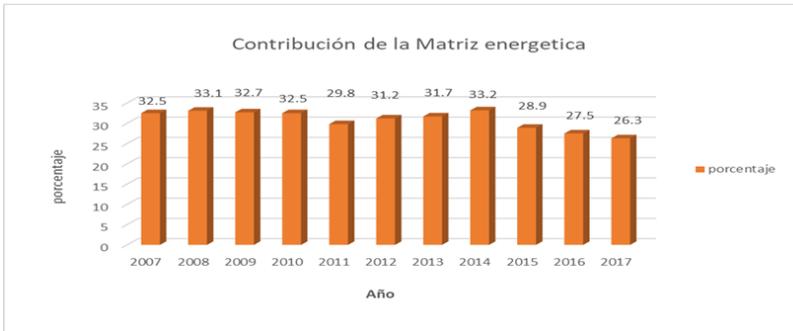


Figura 21: Gráfico de la Contribución de la Matriz Energética



Figura 22: Vista de Patuca III

constantemente. Ya que si este sube mucho podría ocasionar desastre a las poblaciones cercanas. Si está muy bajo, podría ocasionar daños a las turbinas que podrían llenarse de sedimento nocivo a las mismas. La planta cuenta con personal que guía a los visitantes a lo largo de las instalaciones y les proporciona la información permitida.

El nivel del embalse un rango entre 220 y 285 pero hay 5 más para manejar inundaciones, en 290 tenemos presiones muy altas y peligrosas para el equipo y en 220 está muy cerca la toma de agua del nivel se podría generar un remolino que podrían dañar lo que son las tuberías. En la siguiente figura se puede visualizar el nivel de embalse de la hidroeléctrica el cual en ese momento era de 274.60 m. (Ferrufino, 2015)

## IX | INCIDENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA DE 2018 AL 2020

En noviembre de 2017, República Dominicana y Panamá publicaron un estudio en el que vinculaban el cambio climático con la energía hidráulica. Ya que el agua era la primera fuente que los Gobiernos empleaban para iluminar sus respectivos territorios. El estudio fue financiado entre otros por el Banco



Figura 23: Turbinas de la Hidroeléctrica Francisco Morazán



(a) Sensores de las Cuatro Turbinas



(b) Nivel del Embalse en Tiempo Real

Interamericano de Desarrollo (BID), por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y por la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). Los resultados serían de utilidad para el resto de los países miembros. En el apartado correspondiente a la relación entre Hidroelectricidad y cambio climático, el equipo de investigación arrojó los hallazgos siguientes:

- La hidroelectricidad es un tipo de energía generada por vías renovables, de las más eficientes en costos y recursos,
- La generación hidroeléctrica se ve afectada por el cambio climático.
- El afán de fomentar la producción y el uso de energías limpias conlleva el propósito de frenar las consecuencias adversas del cambio climático, incluso en la generación de la energía misma.
- Existen variaciones climáticas (aumento de la temperatura, variación de los niveles de precipitación en volumen), que afectan los cambios morfológicos de cuencas, de la dirección de caudales y de la capacidad de los embalses.
- El exceso de precipitación sobre la capacidad de almacenamiento de una presa puede provocar el desbordamiento de caudales y provocar daños inmensos en las comunidades río abajo.
- Las vulnerabilidades al cambio climático y sus consecuencias para la producción hidroeléctrica son

asimétricas, y afectan en diferentes grados a distintas regiones.

- Las regiones más pobres, como las de Centroamérica, son las que padecen las peores consecuencias por ser las más vulnerables, con menos infraestructura o infraestructura más frágil, en contextos institucionales menos capaces de reaccionar con planes alternativos ante emergencias.
- No hay industria hidroeléctrica inmune a riesgos del cambio climático en cualquier parte del mundo (NUCEPAL, 2017)

Los hallazgos publicados, unidos a los racionamientos que se tendrían que hacer por la escasez de agua; el sacrificio de los bosques que eran eliminados para construir las represas; además de la crisis financiera que los contratos firmados en los primeros años del siglo XXI acarrearón para el país, obligaron a que el Estado hondureño considerara otro medio de generar electricidad aprovechando los recursos gratuitos que la naturaleza da. De esta no afectarían los recursos que la población aledaña prefiere usar para sus actividades cotidianas.

Pese a que la electricidad es de utilidad para el progreso, en Honduras, existen comunidades indígenas que no están de acuerdo en que desvíen las aguas de sus ríos para construir proyectos de este tipo. La tesis de muchos ambientalistas es que los proyectos son innecesarios cuando su construcción conlleva la pérdida de la tierra para sembrar y del agua para lavar y satisfacer necesidades higiénicas. Por ello, destruyen las instalaciones de este tipo lo que genera pérdidas para las compañías constructoras. Por tanto, muchos de los proyectos de generación hidroeléctrica fueron parados.

## I REFERENCIAS

- ASCE, . (2007, 2). American Society of Civil Engineers. Hydropower Task Committee. *American Society of Civil Engineers, United States, 1*. (New York: ASCE Publications.)
- ENEE, . (2007). *Represa Hidroeléctrica Francisco Morazán, El Cajón*. (Distrito Central)
- ENEE, . (2016). *Central Hidroeléctrica Cañaverl, Campaña Institucional.5*. (Distrito Central)
- ENEE. (2014). *Boletines estadísticos*. Recuperado de: <http://www.enee.hn/index.php/planificacion/icono/182-boletines-estadisticos>. (Tegucigalpa)
- ENEE. (2017). *Informe de haberes de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica de Honduras*. (Municipio del Distrito Central, ENEE)
- Ferrufino, D. (2015, 2). *Impacto de las inversiones chinas en Honduras durante la administración presidencial Lobo Sosa en el Proyecto Hidroeléctrico Patuca III. taiwán*. (Honduras)
- Maldonado Castro, M. (2011, 2). *Impacto esperado por la construcción de la Represa Guacerique II en el complejo militar mdc*. (Municipio del Distrito Central: Centro de Altos Estudios Militares)
- NUCEPAL. (2017). *En impactos potenciales del cambio climático en el ámbito Hidroeléctrico en Panamá y la República Dominicana*. Recuperado de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42426-impactos-potenciales-cambio-climatico-ambito-hidroelectrico-panama-la-republica>.
- Ordóñez Soto, S. (14 de febrero de 2017, 2). *Entrevista*. (T. M. Zelaya Bertrand, Entrevistador)
- Redacción. (2019). *Con auditorías buscarán las cifras reales de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica*. *the world news*, 16. El Heraldó. (Honduras)
- Rodríguez, D. (12 de agosto de 2019). *Patuca iii otro fiasco de la ENEE que tendrán que pagar los abonados*. *la prensa*, págs. 23-24. La Prensa. (Honduras)
- Tavalán Hernández, A. (2004). *Represas Hidroeléctricas en Mesoamérica*. Recuperado de: [https://www.ecoportel.net/temas-especiales/energias/represas\\_hidroelectricas\\_en\\_mesoamerica/](https://www.ecoportel.net/temas-especiales/energias/represas_hidroelectricas_en_mesoamerica/). (San Salvador)
- UEPER. (2016). *Socialización de Proyecto del Gobierno*. (Tegucigalpa, MDC: Gobierno de la República.)