

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTA DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE:
INGENIERO ELÉCTRICO**

TEMA:

**“DIAGNÓSTICO DE LAS CENTRALES DE GENERACIÓN
ELÉCTRICA DE MANABÍ ANTES Y DESPUÉS DEL 16 ABRIL
DEL 2016”.**

AUTOR:

NEXAR ADRIÁN PINOARGOTE GARCÍA

TUTOR:

ING. EDWIN PONCE MINAYA, MBA MGA

Diciembre - 2016
Manta - Ecuador

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Director de proyecto investigativo:

Haber dirigido y revisado el documento de la Investigación sobre el tema: **“Diagnóstico de las Centrales de Generación Eléctrica de Manabí antes y después del 16 Abril del 2016”** desarrollado por el egresado Pinoargote Garcia Nexar Adrian, por tanto, doy fe que fue desarrollado bajo las normas técnicas para la elaboración de una investigación, de cuyo análisis se desprende una amplia concepción teórica y práctica, con carácter de originalidad propia de un trabajo académico universitario.

El documento contiene los elementos necesarios aplicables al caso investigado y demuestra un apropiado conocimiento del tema, el cual se lo expone con solvencia, cumpliendo con elementos técnicos y metodológicos exigidos por la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Me permito dar a conocer la culminación de este trabajo investigativo, con mi aprobación y responsabilidad correspondiente.

Ing. Edwin Ponce Minaya, MBA MGA

Director de Proyecto Investigativo

Aprobación del trabajo

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“Diagnóstico de las Centrales de Generación Eléctrica de Manabí antes y después del 16 Abril del 2016”** elaborado por el egresado: Pinoargote Garcia Nexar Adrian, de la Facultad de Ingeniería Eléctrica.

Manta, diciembre de 2016

Ing. Msc. Darío Páez Cornejo

Decano

Ing. Edwin Ponce Minaya, MBA MGA

Tutor de Proyecto Investigativo

Miembro del tribunal

Miembro del tribunal

Miembro del tribunal

Secretaría

AGRADECIMIENTO

Le agradezco principalmente a Dios por darme fuerza para seguir creciendo como persona y profesional.

A mi familia y amigos que brindado su apoyo incondicional en la realización de este trabajo.

A los docentes de la faculta ingeniería eléctrica que fueron parte de mi carrera académica.

Y un especial agradecimiento al director de este proyecto investigativo el Ing. Edwin Ponce, por su ayuda y gestión para culminar con éxito este esfuerzo académico.

DEDICATORIA

Este proyecto investigativo lo dedico a mis padres por haberme dado la oportunidad de estudiar que con sus apoyos y el de Dios hago posible la realización de este proyecto.

A mis compañeros y amigos que sin esperar nada a cambio me brindaron su apoyo y conocimiento durante toda esta etapa de mi vida, creciendo junto a ellos y cumpliendo una más de mis metas.

Resumen

El objetivo de este proyecto de titulación fue la determinación de la afectación que sufrieron las centrales de generación de electricidad en la provincia de Manabí debido al terremoto del 16 de abril del 2016. Para la misma se recurre a un marco teórico necesario y suficiente de la abundante bibliografía y se citan los textos de conceptos esenciales que sustentan el presente proyecto investigativo.

Mediante visitas y recolección de información en las centrales eléctricas, se determinó que algunas instalaciones fueron mayormente afectadas tales como Pedernales y Miraflores, se evidenció que la central Pedernales no estaba construida adecuadamente por lo que fue la más afectada, y la central Miraflores ya tiene muchos años en funcionamiento. Aunque se corrigieron las afectaciones causadas por el terremoto estas dos centrales necesitan una reestructuración integral. Además con la información obtenida de (CELEC EP TERMOESMERALDAS, 2016), se confirmó el poco uso de la central térmica Miraflores.

Los resultados obtenidos de las mediciones de (CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO MANABÍ, noviembre 2016) de los puntos de entrega de Manabí y la generación térmica de las centrales, en la tabla 31 se evidencia la recuperación de estos puntos de carga pero no de la central de generación en su totalidad debido a que no era necesario generar si el SNI fue capaz de cumplir con la energía demandada en estos puntos. Y en la tabla 33 de la recuperación del alimentador 22 de la subestación Manta II se registra que la generación de la central Enersol comenzó a inyectar su energía normalmente en cinco días después de 16 de abril del 2016.

SUMMARY

The objective of this project of qualification was the determination of the affectation that suffered them Central of generation of electricity in the province of Manabí due to the earthquake of the 16 of April of the 2016. For the same is uses to a framework theoretical necessary and sufficient of the abundant bibliography and is cite them texts of concepts essential that sustain the present project investigative.

Through visits and gathering information in the power stations, determined that some facilities were mostly affected such as flints and Miraflores, evidenced that Flint central was not built properly for what was the worst hit, and the Miraflores central already has many years in operation. Although is corrected the effects caused by the earthquake these two central need a restructuring integral. In addition to the information obtained from (CELEC EP TERMOESMERALDAS, 2016), confirmed the little use of the thermal power plant Miraflores.

The results of measurements (CNEL EP MANABI, November 2016 BUSINESS UNIT) of the points of delivery of Manabí and the thermal generation of plants, table 31 is evident recovery from these points of load but not the power generation in its entirety since it was not necessary to generate if the SNI was able to meet the energy demand in these areas. And in table 33 recovery of 22 of the Manta II substation feeder register that plant Enersol generation began to inject their energy usually in five days after April 16, 2016.

Índice

CERTIFICACIÓN	II
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
Resumen	VI
SUMMARY.....	VII
Índice.....	VIII
Índice de Ilustraciones.....	XV
Índice de Gráficos	XIX
Índice de tablas.....	XXII
CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES.....	1
1.1 Introducción.	1
1.2 Planteamiento del problema.	2
1.3 Delimitación del problema	2
1.3.1 Delimitación del contenido.	2
1.3.2 Delimitación espacial.	2
1.3.3 Variables.....	3
1.4 Objeto.....	3
1.4.1 Objetivo general.	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.5 Justificación.....	4
CAPÍTULO II.....	5
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	5
2.1 Fuentes de energía.	5
2.2 Energías renovables.....	5
2.2.1 Energía hidráulica.....	6
2.2.1.1 Generación hidroeléctrica en el mundo.....	6

2.2.1.2 Capacidad hidráulica mundial de los seis países líderes y el resto del mundo, 2015.....	7
2.2.1.3 Capacidad actual instalada hidroeléctrica en Ecuador.	8
2.2.1.4 Desarrollo generación hidroeléctrica de Ecuador.	8
2.2.2 Energía biomasa.	10
2.2.2.1 Biomasa en el mundo.	11
2.2.2.2 Uso de la biomasa en el mundo.....	11
2.2.2.3 Desarrollo de biomasa en Ecuador.....	12
2.2.2.4 Centrales de biomasa en Ecuador.	13
2.2.3 Energía eólica.	16
2.2.3.1 Energía eólica en el mundo.	16
2.2.3.2 Grafico de capacidad y adiciones anuales mundiales de energía eólica, 2005-2015.....	17
2.2.3.3 Generación eólica en Ecuador.....	18
2.2.4 Energía solar.....	19
2.2.4.1 Generación eléctrica solar fotovoltaica (FV) en el mundo.	20
2.2.4.2 Gráfico de capacidad y adiciones anuales de energía solar FV, 2005-2015.	21
2.2.4.3 Energía solar en Ecuador.	22
2.2.5 Energía geotérmica.	23
2.2.5.1 Energía geotérmica mundial.	24
2.2.5.2 Grafico de adiciones de energía geotérmica del 2015 en el mundo.	24
2.2.5.3 Energía geotérmica en Ecuador.	25
2.2.6 Energía marina.	27
2.2.6.1 Energía mareomotriz.	28
2.2.6.2 Generación eléctrica mareomotriz en el mundo.....	28
2.2.6.3 Gráfico de inversión mundial de energía oceánica.	29
2.2.6.4 Energía oceánica en Ecuador.	29
2.2.7 Resumen de capacidad instalada de la generación eléctrica renovable en el planeta.30	
2.2.8 Resumen del crecimiento de las energías renovables a nivel mundial.	31
2.2.9 Países de América Latina que más invierten en energías renovables.....	32
2.2.10 Gráfico de capacidad instalada de la generación eléctrica renovable en Ecuador... 33	
2.3 Energía no renovable.....	34
1.3.1 Combustibles fósiles.....	34
1.3.2 Energías nucleares.	34
<i>CAPÍTULO III.....</i>	35

TIPOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EXISTENTES EN LA PROVINCIA DE MANABÍ.....	35
3.1 Centrales termoeléctricas.....	35
3.1.1 Central de turbinas de gas.....	35
3.1.1.1 Funcionamiento de una turbina a gas.....	36
3.1.2 Central de grupos electrógenos.....	36
3.1.2.1 Partes de un grupo electrógeno.....	37
3.1.2.1.1 Motor de combustión interna.....	37
3.1.2.1.2 Sistema de refrigeración.....	37
3.1.2.1.3 Alternador.....	38
3.1.2.1.4 Depósito de combustible.....	39
3.1.2.1.5 Sistema de control.....	39
3.1.2.1.6 Interruptor automático de salida.....	39
3.1.2.1.7 Regulación del motor.....	39
3.2 Central fotovoltaica.....	39
3.2.1 Definición de central fotovoltaica.....	40
3.2.2 Componentes de una central fotovoltaica.....	40
3.2.2.1 Células fotovoltaicas.....	40
3.2.2.2 Torre meteorológica.....	41
3.2.2.3 Armario de corriente continua.....	42
3.2.2.4 Inversor.....	43
3.2.2.5 Armario de protección y control de la corriente alterna.....	43
3.2.2.6 Centro de transformación.....	43
3.2.2.7 Líneas de transporte.....	44
3.2.3 Funcionamiento de una central fotovoltaica.....	44
CAPÍTULO IV.....	46
DIAGNOSTICO DE LAS CENTRALES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DE MANABÍ.....	46
4.1 Central de generación eléctrica Jaramijó.....	47
4.1.1 Grupos electrógenos.....	47
4.1.2 El centro de transformación.....	48
4.1.3 Centro de transformación de servicios auxiliares.....	49
4.1.4 Sala de control.....	49
4.1.5 Sistema de almacenaje de combustible.....	49

4.1.6 Generación de la central Jaramijó en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.....	50
4.1.7 Horas de utilización de cada grupo de generación de la central Jaramijó durante los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.	52
4.1.8 Generación diaria del mes de abril del año 2016.....	53
4.1.9 Factor de planta de la central Jaramijó en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.....	54
4.1.10 Afectaciones de la central Jaramijó por el terremoto del 16 de Abril del 2016.	55
4.2 Central de generación eléctrica Manta II.....	56
4.2.1 Grupos electrógenos.	58
4.2.2 Centro de transformación.	59
4.2.3 Centro de transformación de servicios auxiliares.....	60
4.2.4 Sala de control.	60
4.2.5 Sistema de almacenaje de combustible.	61
4.2.6 Generación de la central Manta II en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.....	62
4.2.7 Horas de utilización de cada grupo de generación de la central Manta II durante los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.	63
4.2.8 Generación diaria del mes de abril del año 2016.....	64
4.2.9 Factor de planta de la central Manta II en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.....	65
4.2.10 Afectaciones de la central Manta II por el terremoto del 16 de abril del 2016.	67
4.3 Central de generación eléctrica Miraflores.	68
4.3.1 La turbina de generación de la central Miraflores.....	69
4.3.1.1 Centro de transformación de la turbina.	69
4.3.1.2 Centro de transformación de los servicios auxiliares.....	70
4.3.1.3 Sala de control.....	70
4.3.1.4 Sistema de almacenaje de combustible.	71
4.3.1.5 Generación de la turbina Miraflores en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.....	72
4.3.1.6 Horas de utilización de la turbina Miraflores durante los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.	73
4.3.1.7 Generación diaria del mes de abril del año 2016.	74
4.3.1.8 Factor de planta de la turbina Miraflores en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.	75

4.3.1.9 Afectaciones de la turbina de Miraflores por el terremoto del 16 de Abril del 2016.....	76
4.3.2 Los grupos electrógenos de la central Miraflores.....	77
4.3.2.1 Centro de transformación.....	78
4.3.2.2 Centro de transformación de los servicios auxiliares.....	79
4.3.2.3 Salas de control.....	79
4.3.2.4 Sistema de almacenaje de combustible.....	81
4.3.2.5 Generación de los grupos electrógenos de la central Miraflores en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.....	82
4.3.2.6 Horas de utilización de cada grupo electrógeno de la central Miraflores durante los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.....	84
4.3.2.7 Generación de los grupos electrógenos diaria del mes de abril del año 2016....	85
4.3.2.8 Factor de planta de los grupos electrógenos de la central Miraflores en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.....	86
4.3.2.9 Afectaciones de las bahías de los motores de generación de la central Miraflores por el terremoto del 16 Abril del 2016.....	87
4.4 Central de generación eléctrica Pedernales.....	87
4.4.1 Grupos electrógenos.....	88
4.4.2 Centro de transformación.....	89
4.4.3 Centro de transformación de los servicios auxiliares.....	91
4.4.4 Sala de control.....	91
4.4.5 Sistema de almacenaje de combustible.....	92
4.4.6 Generación de la central térmica Pedernales en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.....	93
4.4.7 Horas de utilización de cada grupo de generación de la central Pedernales durante los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.....	94
4.4.8 Generación diaria del mes de abril del año 2016.....	95
4.4.9 Factor de planta de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.....	96
4.4.10 Afectaciones de la central Pedernales por el terremoto del 16 Abril del 2016.....	97
4.5 Central de generación eléctrica fotovoltaica Enersol.....	100
4.5.1 Paneles fotovoltaicos.....	101
4.5.2 Armarios de corriente continua.....	101
4.5.3 Inversores.....	102
4.5.4 Sala de control.....	102
4.5.5 Centro de transformación.....	103

4.5.6 Generación de la central Enersol en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.	103
4.5.7 Horas de utilización de la central Enersol.	104
4.5.8 Generación diaria del mes de abril del año 2016.....	105
4.5.9 Factor de planta de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.	106
4.5.10 Afectaciones de la central Enersol por el terremoto del 16 de Abril del 2016.	107
4.6 Central de generación eléctrica fotovoltaica Cabal Energy.....	108
4.6.1 Paneles fotovoltaicos.	109
4.6.2 Armarios de corriente continua.	109
4.6.3 Inversor.....	110
4.6.4 Sala de control.	110
4.6.5 Centro de transformación.	110
4.6.6 Generación de la central Cabal Energy en MWH en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.....	110
4.6.7 Horas de utilización de la central Cabal Energy.....	111
4.6.8 Generación diaria del mes de abril del año 2016.....	113
4.6.9 Factor de planta de la central Cabal Energy de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.....	114
4.6.10 Afectaciones de la central Cabal Energy por el terremoto del 16 de Abril del 2016.	115
4.7 Resumen de la recuperación de la demanda de Manabí después del terremoto del 16 de abril del 2016.	116
4.7.1 Recuperación por punto de entrega donde aporta la generación eléctrica de las centrales de Manabí.....	117
4.7.1.1 Recuperación del punto de entrega Montecristi, Manta donde influye la generación eléctrica de la central térmica Jaramijó.	118
4.7.1.2 Recuperación del punto de entrega Manta donde influye la generación eléctrica de las centrales térmicas Manta II y Miraflores.	120
4.7.1.4 Recuperación del alimentador 22 de la subestación Manta II donde influye la generación eléctrica de la central fotovoltaica Enersol.	121
4.7.1.5 Recuperación del alimentador 2 de la subestación San Vicente donde influye la generación eléctrica de la central fotovoltaica Cabal Energy.	122
<i>CAPÍTULO V</i>.....	123
<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>.....	123

5.1 Conclusiones.....	123
5.2 Recomendaciones.....	124
GLOSARIO DE DEFINICIONES.....	126
<i>Bibliografía.....</i>	<i>130</i>
<i>ANEXO.....</i>	<i>135</i>
DIAGRAMAS UNIFILARES.....	135

Índice de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1: ENERGÍAS RENOVABLES.	5
ILUSTRACIÓN 2: ESQUEMA DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA.	6
ILUSTRACIÓN 3: LOS OCHO PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS EMBLEMÁTICOS DE ECUADOR.	9
ILUSTRACIÓN 4: ESQUEMA UNA CENTRAL DE BIOMAS.	11
ILUSTRACIÓN 5: PIÑÓN, CACAO Y PALMA AFRICANA COMO BIOCOMBUSTIBLES EN ECUADOR.	13
ILUSTRACIÓN 6: CENTRAL INDUSTRIAL SAN CARLOS S.A.	14
ILUSTRACIÓN 7: CENTRAL ECOELECTRIC S.A.	15
ILUSTRACIÓN 8: CENTRAL ECUDOS S.A.	15
ILUSTRACIÓN 9: PARQUE EÓLICO.	16
ILUSTRACIÓN 10: CENTRAL VILLONACO (16.5 MW).	18
ILUSTRACIÓN 11: PARQUE EÓLICO DE LA ISLA BALTRA (2.25 MW).	19
ILUSTRACIÓN 12: PARQUE EÓLICO SAN CRISTÓBAL (2.4 MW).	19
ILUSTRACIÓN 13: CENTRAL FOTOVOLTAICA ENERSOL.	19
ILUSTRACIÓN 14: CENTRAL TERMOSOLAR.	20
ILUSTRACIÓN 15: LA CENTRAL GONZAENERGY (1 MW).	23
ILUSTRACIÓN 16: CENTRAL FOTOVOLTAICO SOLSANTROS (1MW).	23
ILUSTRACIÓN 17: CENTRAL GEOTÉRMICA DE MÉXICO.	23
ILUSTRACIÓN 18: TUFÍÑO-CHILES.	26
ILUSTRACIÓN 19: CHACANA.	26
ILUSTRACIÓN 20: CHACHIMBIRO.	26
ILUSTRACIÓN 21: CHALPATÁN.	27
ILUSTRACIÓN 22: CHALUPAS.	27
ILUSTRACIÓN 23: EL MAR COMO FUERTE DE ENERGÍA.	28
ILUSTRACIÓN 24: ENERGÍAS NO RENOVABLES.	34
ILUSTRACIÓN 25: ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA TURBINA A GAS.	36
ILUSTRACIÓN 26: PARTES DE UN GRUPO ELECTRÓGENO.	37

ILUSTRACIÓN 27: PARTES DE UN ALTERNADOR.....	38
ILUSTRACIÓN 28: CÉLULA FOTOVOLTAICA.....	41
ILUSTRACIÓN 29: TORRE METEOROLÓGICA.....	42
ILUSTRACIÓN 30: ARMARIO DE CORRIENTE CONTINUA.....	42
ILUSTRACIÓN 31: INVERSOR.	43
ILUSTRACIÓN 32: TRANSFORMADOR DE POTENCIA.	44
ILUSTRACIÓN 33: PARTES DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA.	45
ILUSTRACIÓN 34: UBICACIÓN DE LA CENTRAL JARAMIJÓ.	47
ILUSTRACIÓN 35: SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN DE CENTRAL DE JARAMIJÓ.....	48
ILUSTRACIÓN 36: SALA DE CONTROL Y MONITOREO DE LA CENTRAL JARAMIJÓ.	49
ILUSTRACIÓN 37: TANQUES DE ALMACENAMIENTOS DE LA CENTRAL DE JARAMIJÓ.	50
ILUSTRACIÓN 38: DAÑO EN EL CIELO RASO DE LA CENTRAL DE JARAMIJÓ.....	55
ILUSTRACIÓN 39: UBICACIÓN DE LA CENTRAL MANTA II.	57
ILUSTRACIÓN 40: UNO DE LOS 12 MOTORES QUE TIENE LA CENTRAL DE MANTA II.	58
ILUSTRACIÓN 41: PLACA DE CARACTERÍSTICAS DE UNO DE LOS 12 GENERADORES.....	59
ILUSTRACIÓN 42: SUBESTACIÓN DE LA CENTRAL MANTA II.	59
ILUSTRACIÓN 43: PLACA DE IDENTIFICACIÓN DE UNO DE LOS TRES TRASFORMADOR.	60
ILUSTRACIÓN 44: TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DIÉSEL.....	61
ILUSTRACIÓN 45: TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITO LIMPIO A LA IZQUIERDA Y A LA DERECHA EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE USADO.....	61
ILUSTRACIÓN 46: TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE LODOS DE LA CENTRAL MANTA II.	62
ILUSTRACIÓN 47: DAÑO DE LA BALANZA DE LA CENTRAL MANTA II POR EL TERREMOTO DEL 16 DE ABRIL DEL AÑO 2016.	67
ILUSTRACIÓN 48: UBICACIÓN DE LA CENTRAL MIRAFLORES.	68
ILUSTRACIÓN 49: TURBINA DE LA CENTRAL MIRAFLORES.....	69
ILUSTRACIÓN 50: SUBESTACIÓN DE LA TURBINA MIRAFLORES.	70
ILUSTRACIÓN 51: TRANSFORMADOR GENERAL ELECTRIC DE 500 KVA.	70
ILUSTRACIÓN 52: TABLEROS DE CONTROL DE LA GENERACIÓN DE LA TURBINA Y DE LA SINCRONIZACIÓN.	71

ILUSTRACIÓN 53: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE DIÉSEL.....	71
ILUSTRACIÓN 54: INSTALACIÓN DE LA TURBINA DE MIRAFLORES COMPUESTO POR CUATRO TRÁILER (EL DE LA TURBINA, EL DEL GENERADOR, EL DE LOS GASES DE ESCAPES Y EL DE LA SALA DE CONTROL LOCAL).....	76
ILUSTRACIÓN 55: UNO DE LOS SEIS MOTORES GENERAL MOTORS DE LA CENTRAL MIRAFLORES.....	77
ILUSTRACIÓN 56: TRANSFORMADORES Y PLACA DE CARACTERÍSTICAS DE UNOS DE LOS TRANSFORMADORES DE LA BAHÍA BAJA DE LA CENTRAL MIRAFLORES.....	78
ILUSTRACIÓN 57: PLACAS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS TRASFORMADORES DE LA BAHÍA SUPERIOR DE LA CENTRAL MIRAFLORES.....	79
ILUSTRACIÓN 58: SALA DE CONTROL Y DE SINCRONIZACIÓN DEL MOTOR GENERAL MOTORS (No.18) DE LA CENTRAL MIRAFLORES.....	80
ILUSTRACIÓN 59: SALA DE CONTROL Y DE SINCRONIZACIÓN DE LOS MOTORES MITSUBISHI (No.11 Y No.12) DE LA CENTRAL MIRAFLORES.....	80
ILUSTRACIÓN 60: TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES.....	81
ILUSTRACIÓN 61: TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE LIMPIO.....	81
ILUSTRACIÓN 62: SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO.....	82
ILUSTRACIÓN 63: PUENTE GRÚA DE LA CENTRAL MIRAFLORES.....	87
ILUSTRACIÓN 64: UBICACIÓN DE LA CENTRAL PEDERNALES.....	88
ILUSTRACIÓN 65: LOS DOS CONTENEDORES DONDE SE ENCUENTRA LAS UNIDADES DE GENERACIÓN.....	89
ILUSTRACIÓN 66: TRANSFORMADOR 5 MVA DE LA CENTRAL PEDERNALES.....	90
ILUSTRACIÓN 67: LA SUBESTACIÓN UNO DE CNEL SANTO DOMINGO DE 10 MVA (34.5 KV/69 KV).....	90
ILUSTRACIÓN 68: BANCO DE TRANSFORMADORES 75 KVA (34.5 KV/0.120, 0.240 KV).....	91
ILUSTRACIÓN 69: TABLEROS DE SINCRONIZACIÓN DA LAS UNIDADES (No.10 Y No.15).....	91
ILUSTRACIÓN 70: TANQUES DE ACEITES.....	92
ILUSTRACIÓN 71: TANQUES ALMACENAMIENTO DE AGUA.....	93
ILUSTRACIÓN 72: DAÑOS DE LA SALA DE CONTROL.....	98
ILUSTRACIÓN 73: DAÑOS DE LA BOMBA POR EL DESPLAZAMIENTO DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE.....	98
ILUSTRACIÓN 74: DAÑOS DE LA TUBERÍA DE COMBUSTIBLE POR EL DESPLAZAMIENTO DEL CONTENEDOR DE LA UNIDAD.....	99

ILUSTRACIÓN 75: DERRAME DE ACEITE DEL TRASFORMADOR.	99
ILUSTRACIÓN 76: UBICACIÓN DE LA CENTRAL ENERSOL.	100
ILUSTRACIÓN 77: PANELES DE LA CENTRAL ENERSOL.	101
ILUSTRACIÓN 78: UNO DE LOS OCHO ARMARIOS DE LA CENTRAL ENERSOL.	102
ILUSTRACIÓN 79: BASES DE LOS STRINGS LA CENTRAL ENERSOL.	107
ILUSTRACIÓN 80: UBICACIÓN DE LA CENTRAL ENERGY.	108
ILUSTRACIÓN 81: PANELES DE LA CENTRAL ENERGY.	109
ILUSTRACIÓN 82: BASES Y ESTRUCTURA DE LOS STRINGS DE LA CENTRAL ENERGY.	115

Índice de Gráficos

GRÁFICO 1: CAPACIDAD HIDRÁULICA MUNDIAL.	7
GRÁFICO 2: CAPACIDAD HIDRÁULICA MUNDIAL POR PAÍSES.	7
GRÁFICO 3: CAPACIDAD DE LOS PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS DE ECUADOR.	8
GRÁFICO 4: USO DE LA BIOMASA EN EL MUNDO.....	12
GRÁFICO 5: GENERACIÓN DE BIOENERGÍA POR PAÍSES Y REGIONES.	12
GRÁFICO 6: CENTRALES DE BIOMASA EN ECUADOR.	14
GRÁFICO 7: CAPACIDAD Y ADICIONES DE ENERGÍA EÓLICA EN LOS DIEZ PAÍSES LÍDERES DEL 2015.....	17
GRÁFICO 8: CAPACIDAD Y ADICIONES ANUAL MUNDIAL DE ENERGÍA EÓLICA	17
GRÁFICO 9: CAPACIDAD INSTALADA DE ENERGÍA EÓLICA EN ECUADOR.....	18
GRÁFICO 10: CAPACIDAD Y ADICIONES DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL 2015.....	21
GRÁFICO 11: CAPACIDAD Y ADICIONES ANUALES DE ENERGÍA FV.....	21
GRÁFICO 12: ADICIONES DE ENERGÍA GEOTÉRMICA EN EL MUDO (2015).	24
GRÁFICO 13: CAPACIDAD Y ADICIONES DE ENERGÍA GEOTÉRMICA EN LOS DIEZ PAÍSES LÍDERES.	25
GRÁFICO 14: INVERSIÓN MUNDIAL EN ENERGÍA OCEÁNICA.	29
GRÁFICO 15: CAPACIDAD INSTALADA DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN EL PLANETA.	30
GRÁFICO 16: CAPACIDAD INSTALADA DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN EL PLANETA.	31
GRÁFICO 17: ESTIMACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD EN EL MUNDO.....	32
GRÁFICO 18: PAÍSES QUE MÁS INVIERTEN EN ENERGÍAS RENOVABLES EN LATINO AMÉRICA EN EL 2015.	33
GRÁFICO 19: CAPACIDAD INSTALADA DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN ECUADOR.....	33
GRÁFICO 20: GENERACIÓN DE LA CENTRAL JARAMIJÓ EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.....	51
GRÁFICO 21: HORAS DE GENERACIÓN DE LA CENTRAL DE JARAMIJÓ DURANTE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	52

GRÁFICO 22: GENERACIÓN DE LA CENTRAL JARAMIJÓ EN EL MES DE ABRIL DEL 2016.	53
GRÁFICO 23: FACTOR DE PLANTA DE LA CENTRAL DE JARAMIJÓ DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	54
GRÁFICO 24: GENERACIÓN DE CENTRAL MANTA II EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	63
GRÁFICO 25: HORAS DE UTILIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	64
GRÁFICO 26: GENERACIÓN DEL MES DE ABRIL DEL AÑO 2016.	65
GRÁFICO 27: FACTOR DE PLANTA DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016. ...	66
GRÁFICO 28: GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD DE LA TURBINA MIRAFLORES EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	72
GRÁFICO 29: HORAS DE UTILIZACIÓN DE LA TURBINA MIRAFLORES EN LOS AÑOS 2014, Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	73
GRÁFICO 30: GENERACIÓN DE LA TURBINA MIRAFLORES EN EL MES DE ABRIL DEL AÑO 2016. 74	
GRÁFICO 31: FACTOR DE PLANTA DE LA TURBINA MIRAFLORES EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	75
GRÁFICO 32: GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	83
GRÁFICO 33: HORAS DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD DE CADA UNIDAD EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	84
GRÁFICO 34: GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD DEL MES DE ABRIL DEL AÑO 2016.	85
GRÁFICO 35: FACTOR DE PLANTA DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016. ...	86
GRÁFICO 36: GENERACIÓN DE LA CENTRAL PEDERNALES EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	94
GRÁFICO 37: HORAS DE UTILIZACIÓN DE CADA GRUPO DE GENERACIÓN DE LA CENTRAL PEDERNALES DURANTE LOS AÑOS 2014, Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	95
GRÁFICO 38: GENERACIÓN DIARIA DEL MES DE ABRIL DEL AÑO 2016.	96
GRÁFICO 39: FACTOR DE PLANTA DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016. ...	97
GRÁFICO 40: GENERACIÓN DE LA CENTRAL ENERSOL.	103
GRÁFICO 41: GENERACIÓN EL 16 DE ABRIL DEL 2016 EN LA CENTRAL ENERSOL.	104
GRÁFICO 42: GENERACIÓN DEL MES DE ABRIL DEL 2016 EN LA CENTRAL ENERSOL.	105
GRÁFICO 43: FACTOR DE PLANTA DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016 DE LA CENTRAL ENERSOL.	106

GRÁFICO 44: GENERACIÓN DE LA CENTRAL CABAL ENERGY EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.....	111
GRÁFICO 45: GENERACIÓN DEL 16 DE ABRIL DE LA CENTRAL CABAL ENERGY.....	112
GRÁFICO 46: GENERACIÓN DEL MES DE ABRIL DE LA CENTRAL CABAL ENERGY.....	113
GRÁFICO 47: FACTOR DE PLANTA DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016 DE LA CENTRAL CABAL ENERGY.....	114
GRÁFICO 48: RECUPERACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA DE MANABÍ.....	117
GRÁFICO 49: RECUPERACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA MONTECRISTI Y MANTA II.....	119
GRÁFICO 50: RECUPERACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA MANTA.....	120
GRÁFICO 51: RECUPERACIÓN DEL ALIMENTADOR 22 DE LA SUBESTACIÓN MANTA II.....	121
GRÁFICO 52: RECUPERACIÓN DEL ALIMENTADOR 2 DE SAN VICENTE.....	122

Índice de tablas

TABLA 1: CENTRALES FV EN FUNCIONAMIENTO EN ECUADOR.....	22
TABLA 2: GENERACIÓN DE LA CENTRAL JARAMIJÓ EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.....	51
TABLA 3: HORAS DE GENERACIÓN DE LA CENTRAL DURANTE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.....	52
TABLA 4: LA GENERACIÓN DE LA CENTRAL DE JARAMIJÓ EN EL MES DE ABRIL DEL 2016.	53
TABLA 5: FACTOR DE PLANTA DE LA CENTRAL DE JARAMIJÓ EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.....	54
TABLA 6: GENERACIÓN DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.....	63
TABLA 7: HORAS DE UTILIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.....	64
TABLA 8: GENERACIÓN EN GWH DE LA CENTRAL DE MANTA II EN ABRIL DEL AÑO 2016.....	65
TABLA 9: FACTOR DE PLANTA DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	66
TABLA 10: GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD DE LA TURBINA MIRAFLORES EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	72
TABLA 11: HORAS DE UTILIZACIÓN DE LA TURBINA MIRAFLORES EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	73
TABLA 12: GENERACIÓN DE LA TURBINA MIRAFLORES EN EL MES DE ABRIL DEL AÑO 2016....	74
TABLA 13: FACTOR DE PLANTA DE LA TURBINA MIRAFLORES EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.....	75
TABLA 14: GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016, EN GWH.	83
TABLA 15: HORAS DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD DE CADA UNIDAD EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	84
TABLA 16: GENERACIÓN DE LOS MOTORES DE LA CENTRAL MIRAFLORES EN EL MES DE ABRIL DEL AÑO 2016.....	85
TABLA 17: FACTOR DE PLANTA DE LOS MOTORES DE LA CENTRAL MIRAFLORES EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.....	86
TABLA 18: GENERACIÓN DE LA CENTRAL PEDERNALES EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.....	94
TABLA 19: HORAS DE UTILIZACIÓN DE CADA GRUPO DE GENERACIÓN DURANTE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	95

TABLA 20: GENERACIÓN DIARIA DEL MES DE ABRIL DEL AÑO 2016.	96
TABLA 21: FACTOR DE PLANTA DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.	97
TABLA 22: GENERACIÓN DE LA CENTRAL ENERSOL.....	103
TABLA 23: GENERACIÓN EL 16 DE ABRIL DEL 2016 EN LA CENTRAL ENERSOL.	104
TABLA 24: GENERACIÓN DEL MES DE ABRIL DEL 2016 EN LA CENTRAL ENERSOL.	105
TABLA 25: FACTOR DE PLANTA DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016 DE LA CENTRAL ENERSOL.....	106
TABLA 26: GENERACIÓN DE LA CENTRAL CABAL ENERGY EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016.....	111
TABLA 27: GENERACIÓN DEL DÍA 16 DE ABRIL DEL 2016 DE LA CENTRAL CABAL ENERGY....	112
TABLA 28: GENERACIÓN DEL MES DE ABRIL DE LA CENTRAL CABAL ENERGY.	113
TABLA 29: FACTOR DE PLANTA DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y HASTA SEPTIEMBRE DEL 2016 DE LA CENTRAL CABAL ENERGY.....	114
TABLA 30: RECUPERACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA DE MANABÍ.....	116
TABLA 31: RECUPERACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA MONTECRISTI Y MANTA II.....	118
TABLA 32: RECUPERACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA MANTA.....	120
TABLA 33: RECUPERACIÓN DEL ALIMENTADOR 22 DE LA SUBESTACIÓN MANTA II.....	121
TABLA 34: RECUPERACIÓN DEL ALIMENTADOR 2 DE SAN VICENTE.	122

CAPÍTULO I

1 GENERALIDADES

1.1 Introducción.

El presente proyecto investigativo busca determinar las afectaciones ocurridas por el terremoto que azotó la Provincia de Manabí en el mes de abril de 2016, sobre las instalaciones de las centrales de generación eléctrica de la provincia y su afectación a la demanda total de energía de Manabí.

El proyecto se desarrolla para establecer el actual estado físico y técnico de las instalaciones de las centrales de generación eléctrica en la provincia de Manabí.

Manta al ser una ciudad en crecimiento industrial y tener una demanda significativa, consta con dos centrales termoeléctricas ubicadas en lugares estratégicos que tienen un papel importante en el S.N.I, que son pertenecientes a CELEC EP- Termoesmeraldas.

Así también en Jaramijó y Pedernales cuenta con centrales termoeléctricas que aportan una importante cantidad de energía eléctrica al S.N.I. también pertenecientes a CELEC EP- Termoesmeraldas; por eso la importancia de conocer su situación actual y el desarrollo de esta investigación.

Existe a su vez generación privada no convencional, GENERACION SOLAR MANABITA S.A ENERSOL y BRINEFORCORP S.A CABAL ENERGY, empresas que generan electricidad fotovoltaica en la provincia de Manabí y que colocan su energía como agentes del Mercado Eléctrico Mayorista a través de las redes de distribución de CNEL EP-Unidad de Negocio Manabí.

Se recurre a un marco teórico necesario y suficiente de la abundante bibliografía y se citan los textos de conceptos esenciales que sustentan la presente proyecto investigativo.

Mediante mediciones de energía generada y horas de uso, se comparan estadísticas de tal forma que los valores y resultados que se encuentren nos darán un desempeño de las instalaciones estudiadas.

Se realiza la descripción y análisis de los resultados tanto de los formularios de recolección de información así como de los datos de las mediciones registradas tanto por CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO MANABÍ y CELEC EP TERMOESMERALDAS ZONA MANABÍ, para concluir con conclusiones y recomendaciones sobre la temática planteada.

1.2 Planteamiento del problema.

La provincia de Manabí al estar ubicada en las costas del océano Pacífico y tener el puerto marítimo de Manta que impulsa el desarrollo industrial y el aumento de la demanda eléctrica, es necesario saber en qué estado se encuentran las centrales de generación eléctrica de la provincia.

1.3 Delimitación del problema

En este punto se establecerá la delimitación del contenido, la delimitación espacial y la delimitación temporal de la siguiente manera:

1.3.1 Delimitación del contenido.

Campo: Energía Eléctrica

Área: Generación Eléctrica

Aspecto: Determinación de la afectación por el terremoto de las centrales de generación eléctrica existentes en la provincia de Manabí.

1.3.2 Delimitación espacial.

La investigación se realizará en Manabí en todas las centrales de generación eléctricas en funcionamiento en la actualidad.

Delimitación temporal.

El trabajo de investigación se realizó en el período agosto a noviembre del 2016 en lo concerniente a recorridos de campo, recolección de información e inspecciones visuales.

1.3.3 Variables.

X = Variable Independiente= Estado de las centrales de generación eléctrica existentes.

Y = Variable Dependiente= Calidad de servicio entregado al sistema eléctrico de Manabí.

1.4 Objeto.

Las instalaciones de las centrales de generación eléctrica de Manabí y las fuentes de energía que se disponen.

1.4.1 Objetivo general.

Desarrollar un diagnóstico general basado en la información recopilada sobre las centrales de generación y la inspección visual correspondiente de las instalaciones, para establecer el estado físico y técnico de las centrales de generación eléctrica que se encuentran en funcionamiento en la provincia de Manabí, como consecuencia del terremoto del 16 de abril del 2016.

1.4.2 Objetivos específicos.

Definir la importancia de las centrales de generación eléctrica de Manabí y su ubicación actual.

Analizar la aportación de energía eléctrica de las centrales de Manabí durante los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Detallar las afectaciones de las centrales de generación eléctrica de Manabí por el terremoto del 16 de abril del 2016.

Determinar recomendaciones para el mejoramiento posterremoto de las instalaciones de generación eléctrica existentes en la provincia de Manabí.

1. 5 Justificación.

Este tema de proyecto investigativo se justifica porque en la provincia de Manabí no se ha realizado un diagnóstico de la generación eléctrica existente después del terremoto del 16 de Abril del 2016, lo que permite conocer cuál es el impacto que sufrieron las centrales de generación eléctrica y las posibles dificultades técnicas que presentaron en su instalaciones.

CAPÍTULO II

2 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

La generación de energía eléctrica consiste en usar alguna tipo de fuente de energía se renovable o no renovable para transformarla en energía eléctrica.

2.1 Fuentes de energía.

“La energía es la capacidad de los cuerpos para realizar un trabajo y producir cambios en el mismos o en otros cuerpos. Es decir, la energía es la capacidad de hacer funcionar las cosas” (Endesa Educa, 2014).

Las fuentes de energía se clasifican en dos grandes grupos: renovables y no renovables.

2.2 Energías renovables.

Las fuentes de energías renovables son aquellas que se obtienen de fuentes naturales inagotables a escala humana. Esto puede deberse a dos causas, o bien el recurso dispone de una cantidad de energía ilimitada (el Sol, el viento, etc.) o bien porque el recurso tiene la capacidad de regenerarse de manera natural (las mareas, olas, materia forestal, etc.) (El blog de la energía sostenible, 2014).

Ilustración 1: Energías renovables.

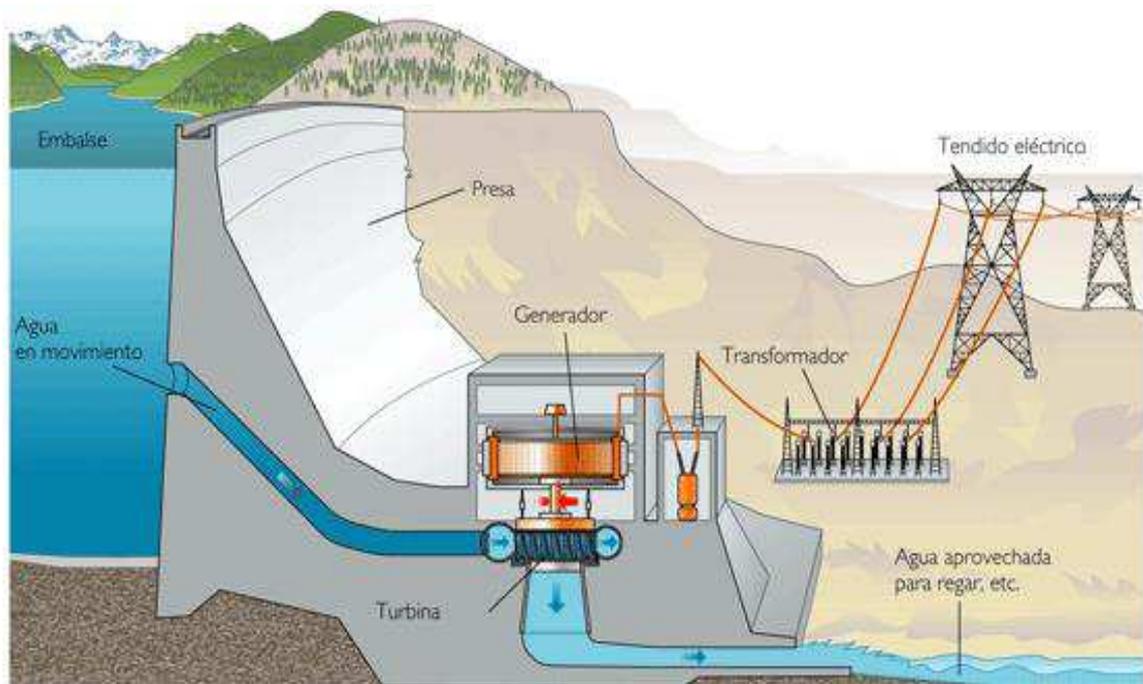


Fuente: (CUBADEBATE, 2014).

2.2.1 Energía hidráulica.

La energía hidráulica o energía hídrica se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente del agua o los saltos de agua naturales. En el proceso, la energía potencial, durante la caída del agua, se convierte en cinética y mueve una turbina para aprovechar esa energía (Twenergy, 2012).

Ilustración 2: Esquema de una central hidroeléctrica.



Fuente: (APS Maroc energías renovable, 2011).

2.2.1.1 Generación hidroeléctrica en el mundo.

En 2015 se registró una nueva capacidad de energía hidráulica de aproximadamente 28GW (con excepción del almacenamiento por bombeo), aumentando así la capacidad mundial total a unos 1.064 GW. Se calcula que la producción mundial aumentó al menos 1% con respecto al 2014, es decir, alrededor de 3.920 TWh. Las constantes sequías continuaron afectando de manera negativa a la producción de energía hidroeléctrica en muchas regiones, incluyendo América y el sureste de Asia. El mercado interno de China continuó disminuyendo, aun así conservó su liderazgo mundial por un amplio margen, con 16 GW añadidos. De igual modo, una capacidad considerable se

añadió en Brasil, Turquía, India, Vietnam, Malasia, Canadá, Colombia y Laos (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 10).

2.2.1.2 Capacidad hidráulica mundial de los seis países líderes y el resto del mundo, 2015.

En el grafico 1 se muestra como China tiene el 28% de la capacidad instalada en el mundo.

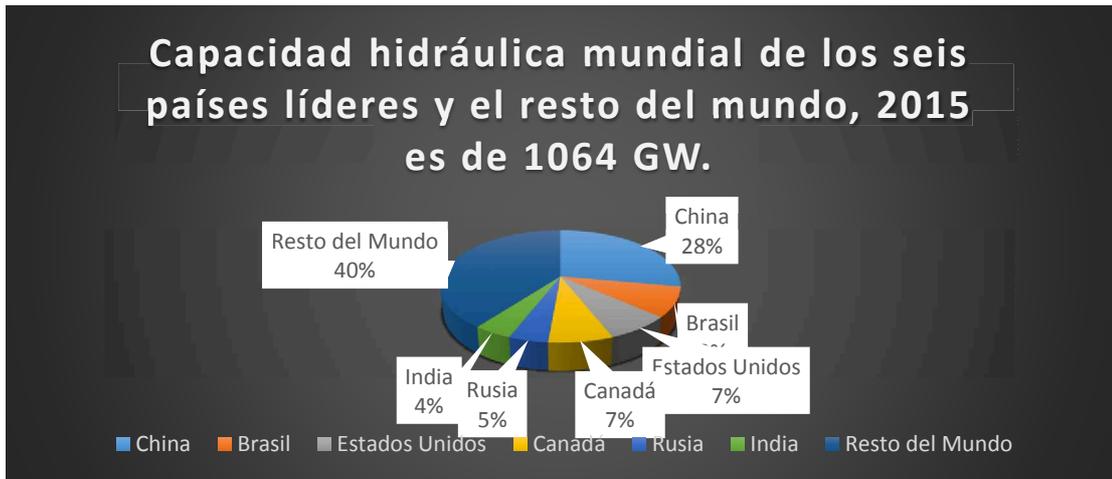


Gráfico 1: Capacidad hidráulica mundial.

Fuente: (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 21) Elaboración: Autor.

En el grafico 2 se muestra como China es el principal país con la mayor cantidad de GW instalado en el mundo.

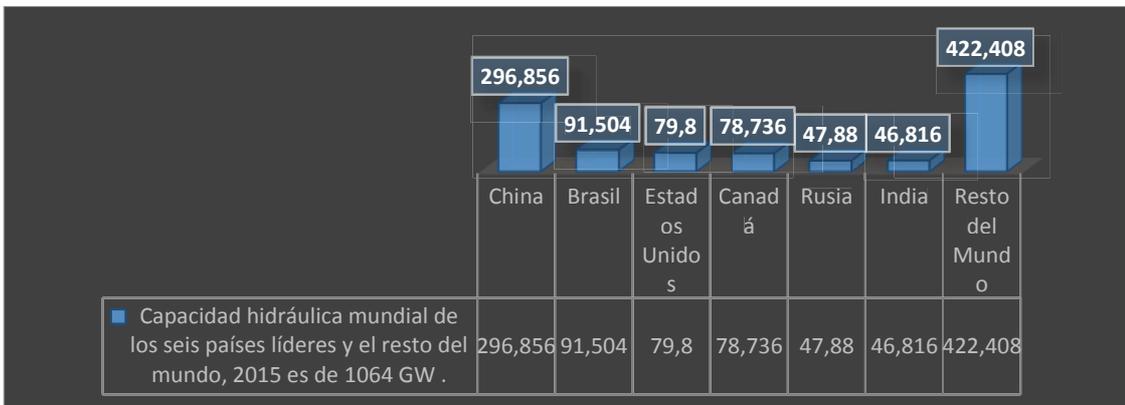


Gráfico 2: Capacidad hidráulica mundial por países.

Fuente: (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 21) Elaboración: Autor.

2.2.1.3 Capacidad actual instalada hidroeléctrica en Ecuador.

En la actualidad Ecuador consta de una capacidad hidráulica 4403,01 MW que representa el 54% de la capacidad total de todas las fuentes de generación (renovables y no renovables), esta capacidad está basada al balance nacional de energía de agosto del 2016 y el nuevo incremento de Coca Codo Sinclair del 18 de noviembre del 2016 (ARCONEL, 2016).

2.2.1.4 Desarrollo generación hidroeléctrica de Ecuador.

El Ecuador ha inaugurado tres hidroeléctricas de los ocho proyectos emblemáticos, los proyectos hidroeléctricos inaugurados son: Manduriacu el 19 de marzo del 2015, Sopladora el 25 de agosto del 2016, Coca Codo Sinclair el 18 de noviembre del 2016. Quedando pendiente cinco centrales como son: Minas San Francisco, Delsitanisagua, Mazar Dudas, Toachi Pilatón y Quijos; estos cinco proyectos pendientes suman 780,4 MW de energía renovable (MEER, 2016).

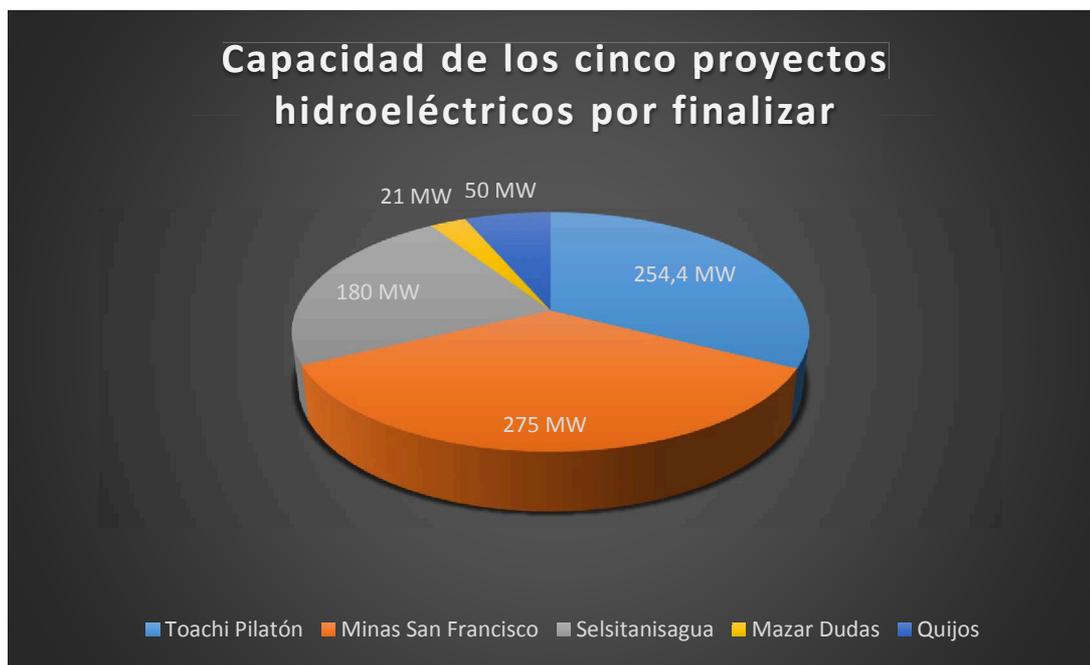
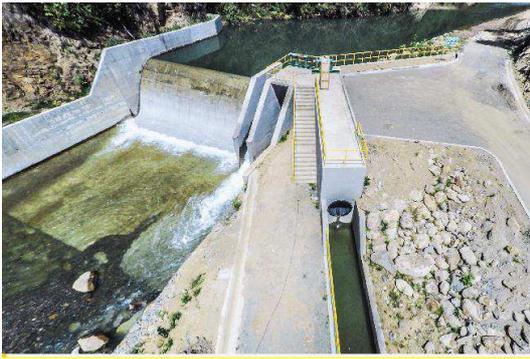
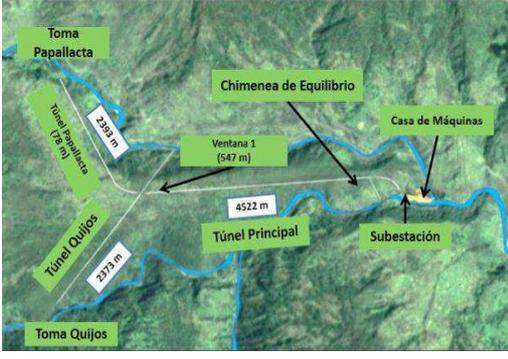


Gráfico 3: Capacidad de los proyectos hidroeléctricos de Ecuador.

Fuente: (MEER, 2016) Elaboración: Autor.

Ilustración 3: Los ocho proyectos hidroeléctricos emblemáticos de Ecuador.

	
<p>El proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair. Inaugurado</p>	<p>El proyecto hidroeléctrico Delsitanisagua. En construcción</p>
	
<p>La central hidroeléctrica Manduriacu. Inaugurado.</p>	<p>El proyecto hidroeléctrico Mazar Dudas. En construcción.</p>
	
<p>El proyecto Hidroeléctrico Minas San</p>	<p>El proyecto hidroeléctrico Quijos.</p>

Francisco. En construcción.	En construcción.
 <p data-bbox="316 768 847 857">La central hidroeléctrica Sopladora. Inaugurada.</p>	 <p data-bbox="874 768 1310 857">El proyecto hidroeléctrico Toachi Pilatón. En construcción.</p>

Fuente: (MEER, 2016).

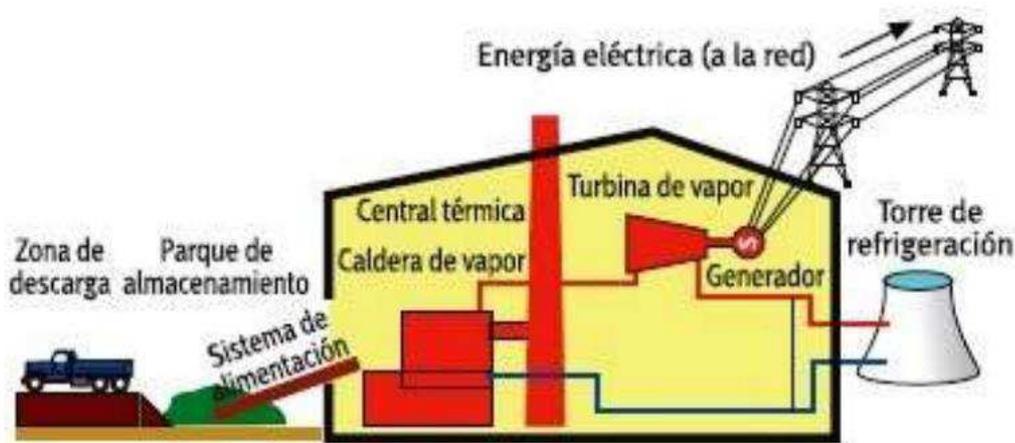
2.2.2 Energía biomasa.

La biomasa está formada por un conjunto de organismos vivos que existen sobre los continentes y en los océanos, pueden ser microorganismos, plantas o animales. Sin embargo, el uso de la energía de biomasa se basa, principalmente en las plantas y en los árboles (Erenovable, 2015).

El funcionamiento de una central de biomasa es similar a la central térmica convencional de turbinas de vapor una de sus diferencias es que las centrales de vapor convencional usa combustibles fósiles y las centrales de biomasa utiliza los residuos orgánicos de la actualidad para generar el calor necesario para producir el vapor de agua, en la ilustración 4 está un esquema de una central térmica de turbina de vapor que produce electricidad usando biomasa.

Ilustración 4: Esquema una central de biomasa.

Esquema de una planta de producción de electricidad con biomasa



Fuente: (Vergara, 2012).

2.2.2.1 Biomasa en el mundo.

El uso de bioenergía ha prosperado con mayor rapidez a un promedio anual de 8% aproximadamente con un crecimiento acelerado, particularmente notable en la producción de China, Japón, Alemania y Reino Unido. Las regiones y los países desarrollados, incluyendo Australia, Europa, Japón y América del Norte, han experimentado un crecimiento significativo con respecto a la cantidad de consumidores residenciales e industriales que producen su propia electricidad (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 10).

2.2.2.2 Uso de la biomasa en el mundo.

Como se ve en el gráfico 4 el 64% de la biomasa se utiliza para la calefacción de edificios tradicionales y que en la calefacción industrial el 16%, mientras que solo el 3% en la generación de electricidad.

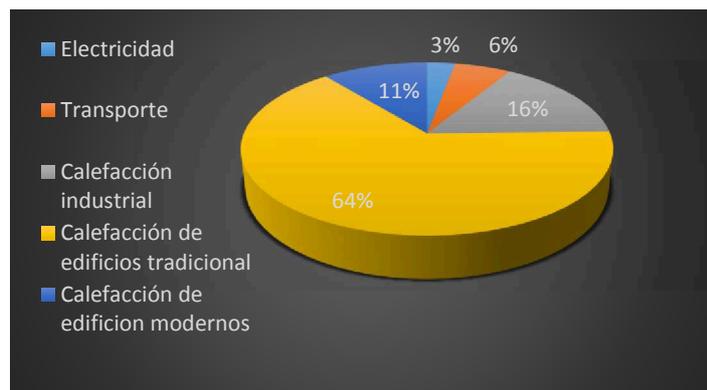


Gráfico 4: Uso de la biomasa en el mundo.

Fuente: (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 19) Elaboración: Autor.

Generación mundial de bio-energía, por país y región, 2005-2015

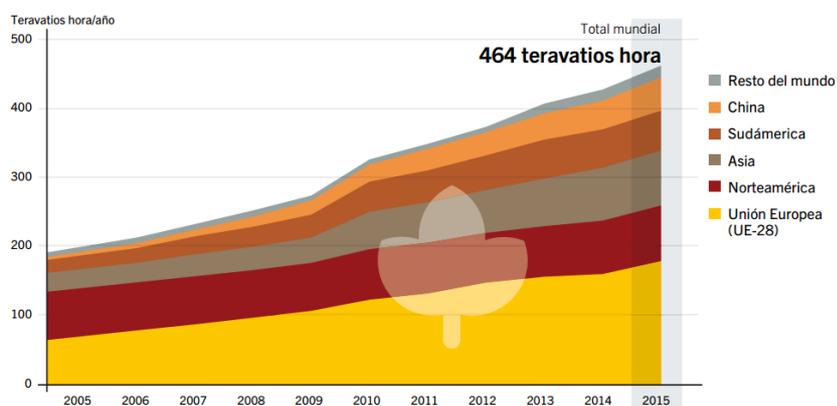


Gráfico 5: Generación de bioenergía por países y regiones.

Fuente: (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 19).

2.2.2.3 Desarrollo de biomasa en Ecuador.

En Ecuador los principales cultivos con potencial energético y mayor volumen de producción de residuos son: la palma africana que genera cerca de 6,9 millones de toneladas anuales (equivalente a la energía contenida en 653 millones de galones de diésel) y el cacao que produce 2 millones de toneladas anuales, que es equivalente a 101 millones de galones de diésel (CELEC EP, 2016).

Ilustración 5: piñón, cacao y palma Africana como biocombustibles en Ecuador.



Fuente (CELEC EP, 2016).

2.2.2.4 Centrales de biomasa en Ecuador.

Una central de biomasa es una instalación que permite el aprovechamiento de la biomasa para la producción de electricidad. Tiene un ciclo térmico similar al de las centrales térmicas convencionales: la energía calorífica que se produce en un determinado foco es transformada en energía mecánica rotatoria mediante una turbina y, posteriormente, en energía eléctrica a través de un generador. La diferencia está en que el combustible principal utilizado para producir la energía calorífica en el caso de las centrales de biomasa lo constituyen principalmente los residuos forestales, los cultivos de plantas energéticas, o los residuos agrícolas (Vergara, 2012).

En Ecuador existen tres centrales de generación eléctrica de biomasa con una capacidad instalada total de 144.3 MW, siendo la de mayor potencia instalada la central San Carlos S.A. con 78 MW, Ecoelectric 36.5 MW y la central Ecudos con 29.8 MW. Las mismas que se representan en el gráfico 6.

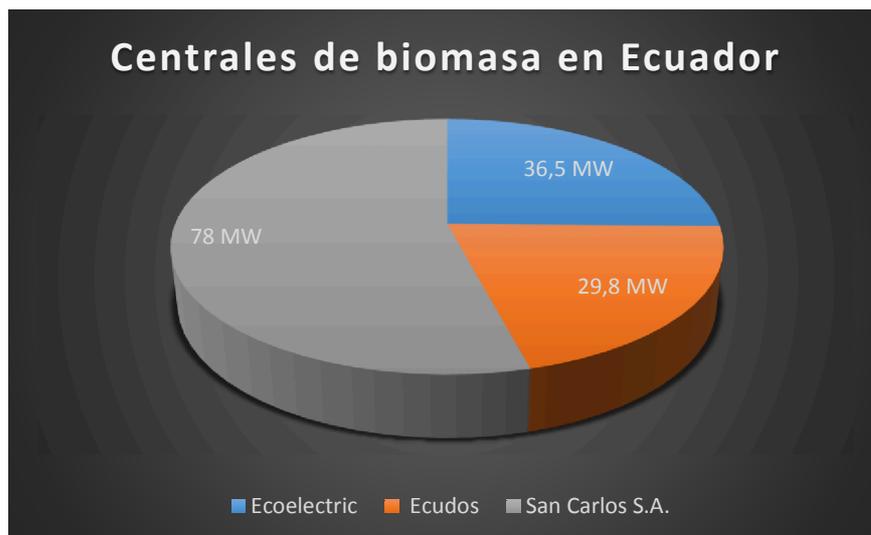


Gráfico 6: Centrales de biomasa en Ecuador.

Fuente: (ARCONEL, 2016) Elaboración: Autor.

Ilustración 6: Central Industrial San Carlos S.A.



Autor: San Carlos, Fuente: (ARCONEL, 2016, pág. 62).

Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S.A. (78 MW)

Ilustración 7: Central Ecoelectric S.A



Fuente: (ARCONEL, 2016, pág. 45).

Compañía Azucarera Valdez S.A. (Ecoelectric S.A). (36.5 MW)

Ilustración 8: Central Ecudos S.A



Fuente: (ARCONEL, 2016, pág. 46).

Ingenio La Troncal S.A. (Ecudos S.A). (29.8 MW)

2.2.3 Energía eólica.

La energía eólica es la energía renovable más madura y desarrollada. Genera electricidad a través de la fuerza del viento, mediante la utilización de la energía cinética producida por efecto de las corrientes de aire. Se trata de una fuente de energía limpia e inagotable, que reduce la emisión de gases de efecto invernadero y preserva el medioambiente (Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, 2015).

Ilustración 9: Parque eólico.



Fuente: (Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, 2015).

2.2.3.1 Energía eólica en el mundo.

En 2015, la energía eólica fue la principal fuente de nueva capacidad generadora de electricidad en Europa y Estados Unidos, y la segunda más importante en China. A nivel mundial, se añadió un récord de 63 GW, sumando un total aproximado de 433 GW. Los países fuera de la OCDE, fueron responsables de la mayoría de las instalaciones (liderados por China), gracias a lo cual surgieron nuevos mercados a lo largo de África, Asia y América Latina (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 11).

En el gráfico 7 se muestra el incremento de en GW de los 10 países que más añadieron potencia en el 2015.

Capacidad y adiciones de energía eólica, 10 países líderes, 2015

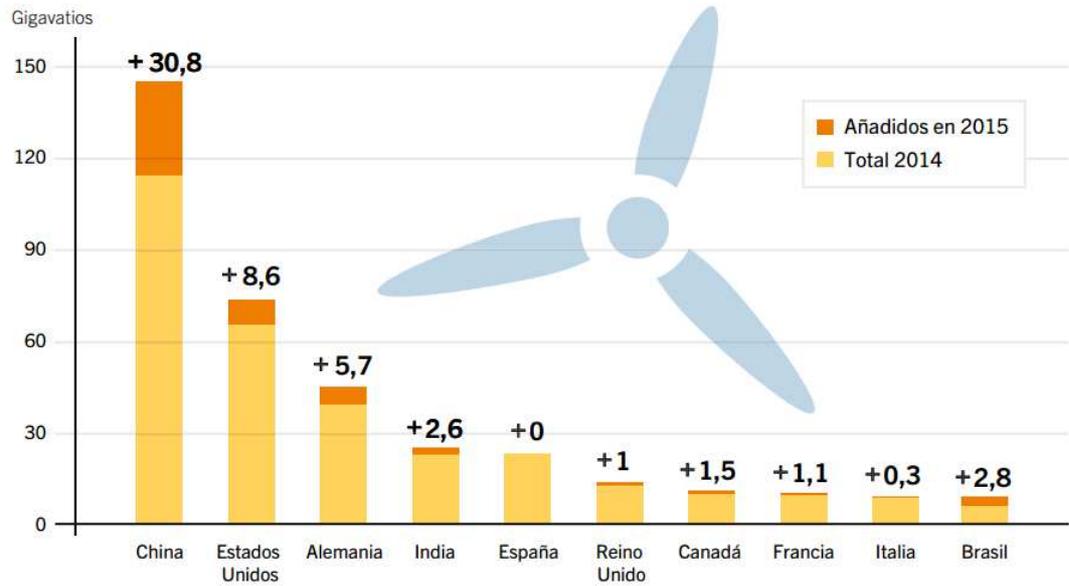


Gráfico 7: Capacidad y adiciones de energía eólica en los diez países líderes del 2015.

Fuente: (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 24).

2.2.3.2 Gráfico de capacidad y adiciones anuales mundiales de energía eólica, 2005-2015.

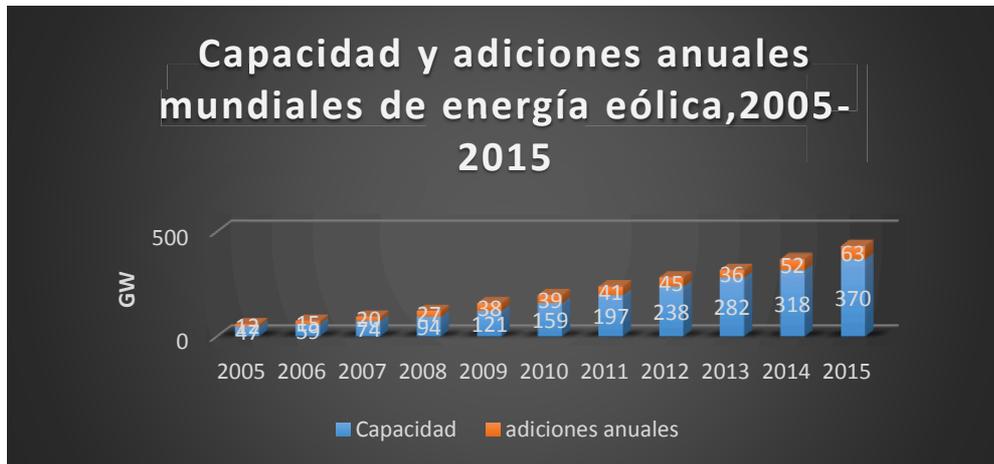


Gráfico 8: Capacidad y adiciones anual mundial de energía eólica

Fuente: (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 24). Elaboración: Autor.

2.2.3.3 Generación eólica en Ecuador.

En Ecuador, la energía eólica se está aprovechando en la isla San Cristóbal con una capacidad de 2,4 MW y en la provincia de Loja, en el cerro Villonaco con una potencia instalada de 16.5 MW, isla Baltra con una capacidad de 2.25 MW. El equivalente de la energía proporcionada por estos proyectos puede abastecer los hogares de 150 mil ecuatorianos (MEER, 2015).

En el grafico 9 se puede apreciar las capacidades instaladas de energía eólica en Ecuador en MW.

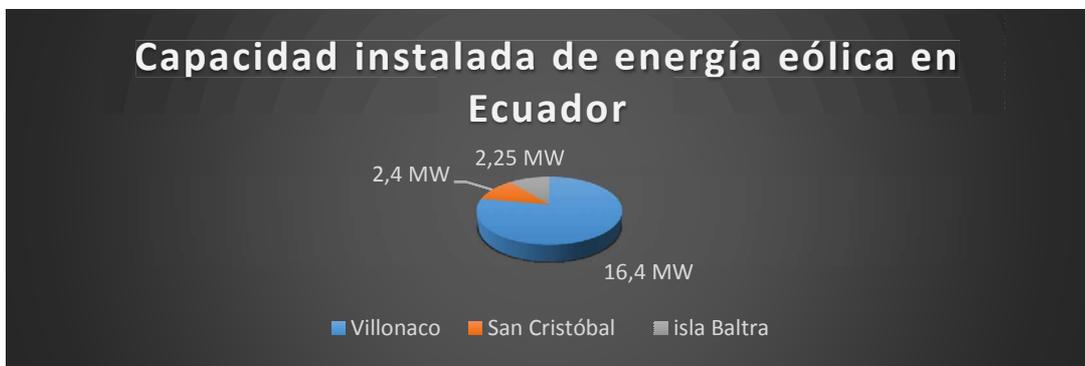


Gráfico 9: Capacidad instalada de energía eólica en Ecuador.

Fuente: (ARCONEL, 2016) Elaboración: Autor.

Ilustración 10: Central Villonaco (16.5 MW).



Fuente: (MEER, 2016).

Ilustración 11: Parque eólico de la Isla Baltra (2.25 MW).



Fuente: (MEER, 2014).

Ilustración 12: Parque eólico San Cristóbal (2.4 MW).



Fuente: (INER, 2013).

2.2.4 Energía solar.

La energía solar termoeléctrica o energía termosolar es la tecnología que usa el calor del sol para generar electricidad. Este proceso se lleva a cabo en las llamadas centrales termosolares, que se empezaron a construir en Europa y Japón a principios de los 80. Las ventajas de esta fuente de energía es que es limpia, abundante y renovable: cada diez días, la Tierra recibe una energía del Sol que equivale a todas las reservas conocidas de petróleo, gas y carbón (Solarweb.net, 2015).

Ilustración 13: Central fotovoltaica Enersol.



Fuente: Autor.

Ilustración 14: Central termosolar.



Fuente: (Solarweb.net, 2015).

2.2.4.1 Generación eléctrica solar fotovoltaica (FV) en el mundo.

El mercado de la energía solar FV se incrementó un 25% con respecto al 2014, rompiendo un récord de 50 GW y aumentando el total mundial a 227 GW. La capacidad mundial de energía solar FV en el mercado anual del 2015 fue 10 veces mayor a la de hace una década. China, Japón y Estados Unidos reportaron la mayor parte en la capacidad añadida; sin embargo, los mercados emergentes en todos los continentes contribuyeron de manera significativa al crecimiento mundial, impulsados en gran medida por el aumento de la competitividad de los costos de energía solar FV (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016).

En el grafico 10 se detalla la potencia instalada en GW de los países más significativos.

Capacidad y adiciones de energía solar FV, diez países líderes, 2015

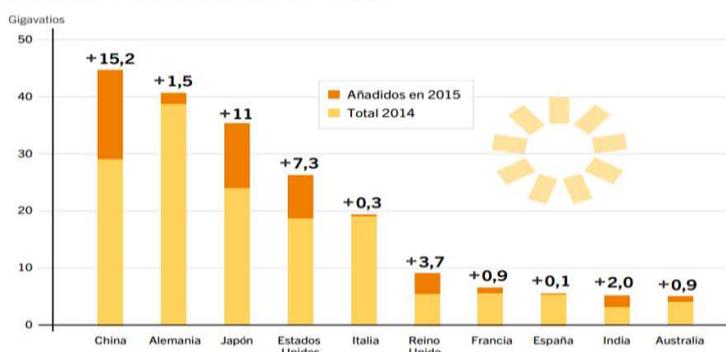


Gráfico 10: Capacidad y adiciones de energía fotovoltaica en el 2015.

Fuente: (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 24).

A fines de 2015, aproximadamente unos 22 países tenían suficiente capacidad para cumplir con más del 1% de la demanda en electricidad; incluso en algunos países se presentaban cuotas mucho más altas (Italia 7,8%, Grecia 6,5% y Alemania 6,4%). China alcanzó el 100% de electrificación, en parte gracias a la energía solar FV instalada fuera de la red desde 2012 (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, págs. 10-11).

2.2.4.2 Gráfico de capacidad y adiciones anuales de energía solar FV, 2005-2015.

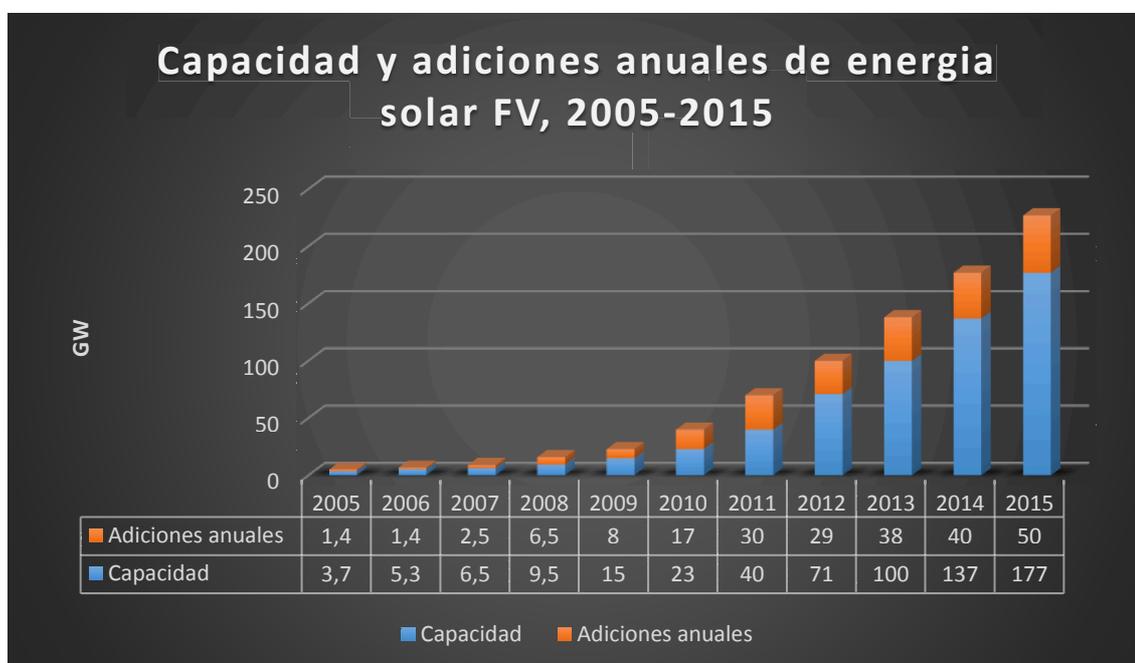


Gráfico 11: Capacidad y adiciones anuales de energía FV.

Fuente: (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 22) Elaboración: Autor.

2.2.4.3 Energía solar en Ecuador.

El Ecuador dispone de un importante recurso solar gracias a su ubicación geográfica. Lo cual lo hace factible el aprovechamiento de este recurso mediante las centrales fotovoltaicas que es la tecnología disponible y más usada en Ecuador en el aprovechamiento de esta energía.

El Ecuador ya cuenta con centrales fotovoltaicas que aporta energía al sistema nacional interconectado y esta las presentaremos en la siguiente tabla 1:

Tabla 1: Centrales FV en funcionamiento en Ecuador.

Centrales Fotovoltaicas en funcionamiento en Ecuador.			
Empresa	Central	Efectiva MW	Energía Bruta (GWh)
Altgenotec	Altgenotec	0,99	0,92
Brineforcorp	Brineforcorp	1	1,4
Electrisol	Paneles Electrisol	1	1,71
Enersol	Enersol	0,49	0,69
Ep fotovoltaica	Mulalo	0,98	1,5
	Pastocalle	1	1,5
Genrenotec	Genrenotec	0,99	1,09
Gonzanergy	Gonzanergy	1	1,56
Gransolar	Salinas	2	3,87
	Tren Salinas	1	1,93
Lojaenergy	Lojaenergy	0,7	1,08
Renova Loja	RENOVALOJA	0,7	0,95
Sabiango solar	SABIANGO SOLAR	0,72	0,59
San Pedro	San Pedro	1	1,58
Sanersol	Sanersol	1	1,34
Sansau	Sansau	1	1,29
Saracaysol	Saracaysol	1	1,35
Solchacras	Solchacras	1	0,99
Solhuaqui	Solhuaqui	1	1,21
Solsantonio	Solsantonio	1	1,15
Solsantros	Solsantros	1	1,38
Surenergy	Surenergy	1	1,46
Valsolar	Central Paragachi	1	1,46
Wildtecsa	Wildtecsa	1	1,29
TOTAL		23,57	33,29

Fuente: (ARCONEL, 2016) Elaboración: Autor.

El la ilustración 15 y 16 se muestran dos de las 24 centrales fotovoltaicas que están en funcionamiento en Ecuador.

Ilustración 15: La central Gonzaenergy (1 MW).



Fuente: (ARCONEL, 2016).

Ilustración 16: Central fotovoltaico Solsantros (1MW).



Fuente: (ARCONEL, 2016).

2.2.5 Energía geotérmica.

Es un recurso renovable conocida como la energía calórica contenida en el interior de la tierra, ésta se transmite por conducción térmica hacia la superficie, obteniendo alta disponibilidad. Los métodos utilizados para la extracción de ésta energía, se conoce como GEOTERMIA. (Geotermia deriva del griego, donde GEO significa Tierra, Thermos: Calor) (Energia Geotérmica, 2008).

Ilustración 17: Central geotérmica de México.



Fuente: (Twenergy, 2015).

2.2.5.1 Energía geotérmica mundial.

Alrededor de 315 MW de nueva capacidad de energía geotérmica entraron en funcionamiento en el 2015, elevando el total mundial a 13.2 GW. La energía geotérmica genera un estimado de 75 tera vatios-horas (TWh) durante todo el año. Turquía lideró el mercado, destacando en cerca de la mitad de las nuevas adiciones de capacidad a nivel mundial (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 10).

En el gráfico 12 se muestran los principales países que añadieron energía geotérmica en MW.

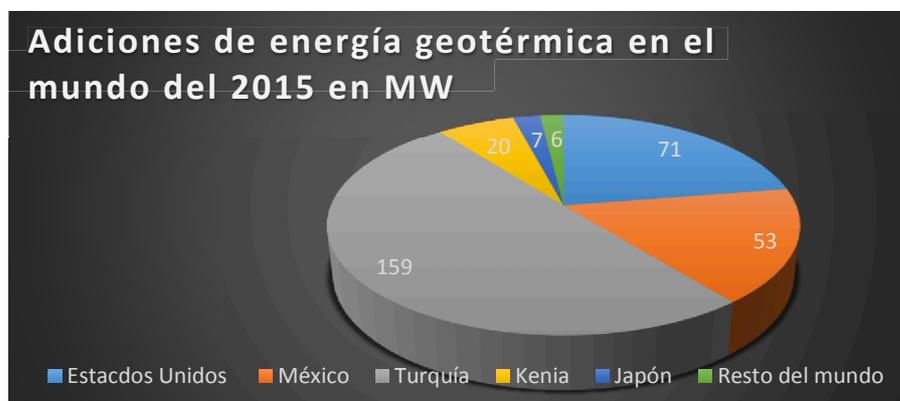


Gráfico 12: Adiciones de energía geotérmica en el mundo (2015).

Fuente: (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 20) Elaboración: Autor.

2.2.5.2 Gráfico de adiciones de energía geotérmica del 2015 en el mundo.

El uso directo de la energía geotérmica aumentó a un estimado de 272 petajoules (PJ) de energía térmica durante el 2015 (75 TWh). Se estima un añadido de cerca de 1.2 GWth en el 2015, con una capacidad total de 21.7 GWth. La tasa anual de crecimiento promedio en el consumo de calor geotérmico de uso directo ha sido un poco más del 3% en los últimos años (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016).

En el gráfico 13 se muestra el total en MW de año 2014 de los diez países líderes y las adiciones del año 2015.

Capacidad y adiciones de energía geotérmica, 10 países líderes y resto del mundo, 2015

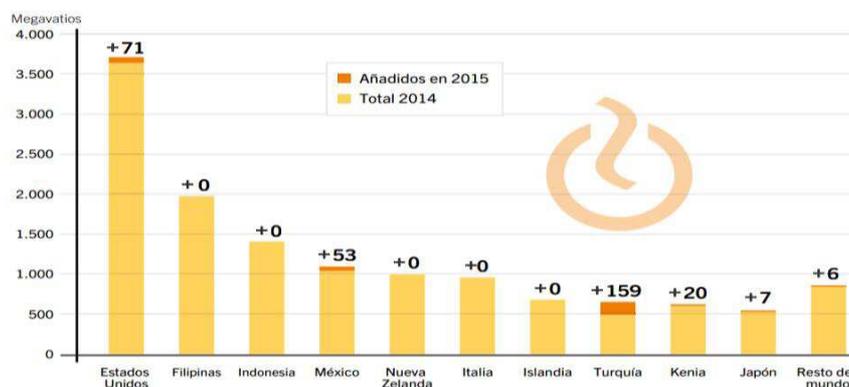


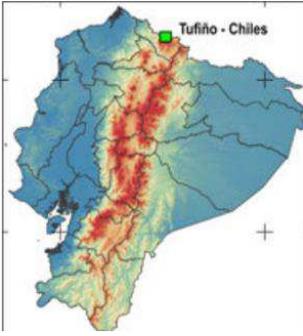
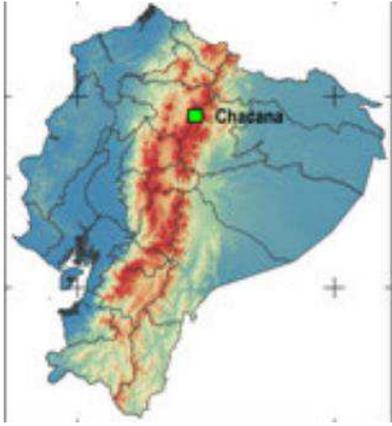
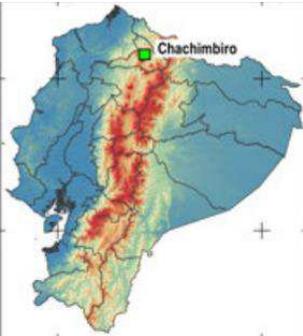
Gráfico 13: Capacidad y adiciones de energía geotérmica en los diez países líderes.

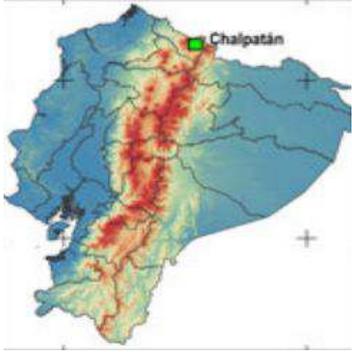
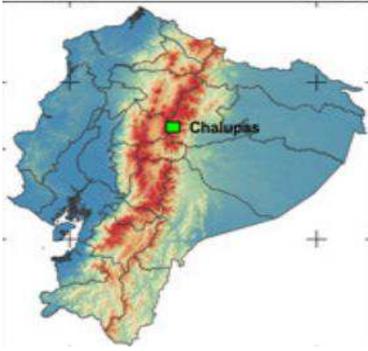
Fuente: (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 20).

2.2.5.3 Energía geotérmica en Ecuador.

La exploración de los recursos geotérmicos en Ecuador se inició en 1979. Tres décadas más tarde, los proyectos geotérmicos de alta entalpía de Chachimbiro, Chacana y Chalpatán han llegado a la etapa de prefactibilidad avanzada, mientras que el proyecto Tufiño-Chiles está actualmente bajo investigación. La actual explotación de los recursos geotérmicos en el Ecuador se limita a balnearios y piscinas. El potencial total geotérmico del país se estima entre 1700 y 8.000 MWe teniendo en cuenta el hecho de que el país está atravesado por más de 40 volcanes activos. La capacidad total instalada de energía geotérmica para usos directos en 2014 fue de 5,16 MWt y hasta la fecha no existe alguna experiencia exitosa en el aprovechamiento del recurso debido al desconocimiento de la tecnología, escasez de personal técnico ecuatoriano especializado, decisión política, marco regulatorio y fuentes de financiamiento para inversiones de riesgo (INER, 2015).

Los cinco proyectos geotérmicos más representativos en Ecuador.

<p><i>Ilustración 18: Tufiño-Chiles.</i></p>  <p>Fuente: (INER, 2015).</p>	<p>Tufiño-Chiles.</p> <p>Temperaturas de 230°C para el reservorio (OLADE, INECEL, ICEL, Aquater, 1987).</p> <p>Datos MT (Magneto-Telúrico) confirman la presencia de un recurso de alta temperatura (ODIN, 1994) (INER, 2015).</p>
<p>Chacana.</p> <p>- El prospecto geotérmico Oyacachi se encuentra en la esquina NNW de la caldera de Chacana con un potencial aproximado de 104 MWe. (Beate et al, 2011).</p> <p>- En la mitad sur de la caldera de Chacana existen 4 áreas con interés geotérmico: Cachiyacu, Jamanco, Chimbauro y Plaza de Armas. Cachiyacu posee un potencial promedio de 39 MWe mientras que Jamanco 13 MWe promedio (CELEC EP, SYR, 2012) (INER, 2015).</p>	<p><i>Ilustración 19: Chacana.</i></p>  <p>Fuente: (INER, 2015).</p>
<p><i>Ilustración 20: Chachimbiro.</i></p>  <p>Fuente: (INER, 2015).</p>	<p>Chachimbiro.</p> <p>-Chachimbiro puede alojar un reservorio geotérmico de tamaño pequeño a moderado. -La capacidad del recurso está en un rango de 13 – 178 MWe con un promedio de 81MWe (CELEC EP, SYR, 2012) (INER, 2015).</p>

<p>Chalpatán.</p> <p>-Temperatura estimada del recurso 120° C (CGS-INP-CELEC EP)</p> <p>-Energía Total: 483889 GWh (CGS-INP-CELEC EP) (INER, 2015).</p>	<p><i>Ilustración 21: Chalpatán.</i></p>  <p>Fuente: (INER, 2015).</p>
<p><i>Ilustración 22: Chalupas.</i></p>  <p>Fuente: (INER, 2015).</p>	<p>Chalupas.</p> <p>A partir de datos de superficie, se estima un potencial de 283 MWe (Almeida E., 1990.) (INER, 2015).</p>

2.2.6 Energía marina.

Se denomina energía marina o energía oceánica a toda aquella que es transportada por las olas, mareas, corrientes, salinidad o diferencias de temperatura y que puede aprovecharse a partir de tales recursos. Cualquier movimiento que procede del mar es energía cinética y potencial que se aplica en la vida actual (Bioenciclopedia, 2014).

Ilustración 23: El mar como fuente de energía.



Fuente: (Bioenciclopedia, 2014).

2.2.6.1 Energía mareomotriz.

La energía mareomotriz se produce gracias al movimiento generado por las mareas, esta energía es aprovechada por turbinas, las cuales a su vez mueven la mecánica de un alternador que genera energía eléctrica, finalmente este último está conectado con una central en tierra que distribuye la energía hacia la comunidad y las industrias (Bioenciclopedia, 2014).

2.2.6.2 Generación eléctrica mareomotriz en el mundo.

En 2015, la energía mareomotriz, se mantuvo en 530 megavatios (MW). Durante el año se presentó una mezcla de vientos a favor y en contra para la industria de la energía oceánica. Varias empresas continuaron teniendo éxito con sus tecnologías de energía oceánica al desplegar dispositivos nuevos o mejorados, sobre todo en aguas europeas. Sin embargo, al menos una empresa se fue a la quiebra, y la industria en su conjunto enfrentó un panorama financiero restringido que iba más allá del financiamiento público. Como en la mayoría de los años anteriores, los despliegues de tecnología de energía oceánica en 2015 eran en general proyectos piloto, cuya actividad principal se

enfocaba en tecnologías de energía mareomotriz, y en dispositivos capaces de transformar el oleaje en energía (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 10).

2.2.6.3 Gráfico de inversión mundial de energía oceánica.

En el gráfico 14 se compara el año 2014 y el 2015, siendo claro que en el 2015 la inversión de los países desarrollados bajo el 50% mientras que en los países en desarrollo bajo un 25%.



Gráfico 14: Inversión mundial en energía oceánica.

Fuente: (RENEWABLE ENERGY POLICY , 2015) (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016)
Elaboración: Autor.

2.2.6.4 Energía oceánica en Ecuador.

En Ecuador el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) está encargado de busca información sobre las fuentes renovables en sus formas como olas, corrientes marinas relacionadas con los Estudios de Generación Eléctrica a través de Energías Renovables no convencionales para:

-Examinar las fuentes de datos nacionales e internacionales para desarrollar una base de datos que superpone las características de las olas y flujo de las corrientes marinas, con sus atributos más relevantes y las limitaciones a saber para determinar las zonas más prometedoras en donde se puedan desarrollar proyectos de energía renovables en el perfil costanero e insular.

-Identificar las tecnologías existentes en la actualidad para generar energía eléctrica a través de las olas, corrientes marinas y energía cinética de ríos con sus características

mínimas necesarias, para comparar su aplicabilidad con las características existentes en el perfil Costanero e Insular y su posible aplicación en el Ecuador.

-Realizar la caracterización en los ríos de la costa aptos para la explotación con fines de generación eléctrica para servicio de la comunidad.

-El proyecto consta de dos etapas, en la primera fase el INOCAR desarrollará la caracterización de olas, de ríos, análisis de las corrientes marinas y determinación del estado del arte de la tecnología disponible para generación de energía eléctrica. Este trabajo se efectuará mediante el levantamiento de información existente, adquisición de información internacional de las características de olas y corrientes marinas de instituciones especializadas, con esta información se realizarán las recomendaciones que permitan continuar con el estudio en una segunda fase (INOCAR, s.f.).

2.2.7 Resumen de capacidad instalada de la generación eléctrica renovable en el planeta.

En el grafico 15 muestra la capacidad de energía eléctrica de cada fuente de energía renovable existente en el planeta.

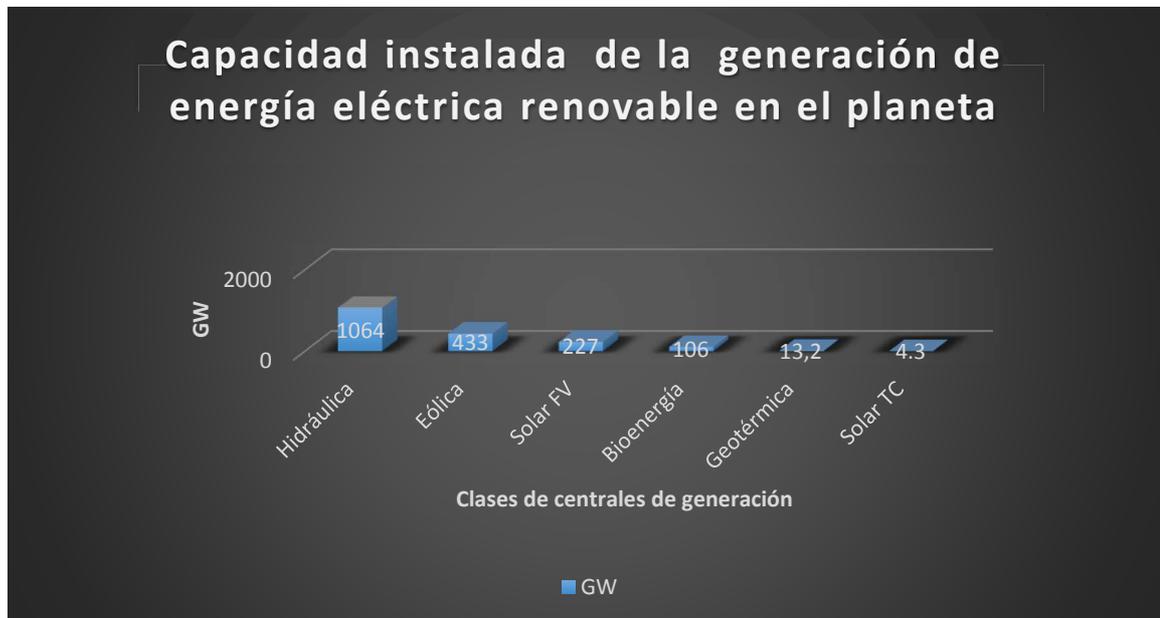


Gráfico 15: Capacidad instalada de la generación de energía eléctrica renovable en el planeta.

Fuente: (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 9) Elaboración: Autor.

En el gráfico 16 se muestra como la fuente hidráulica representa el 58% de todas las fuentes de energías renovables de planeta siendo esta la principal fuente.

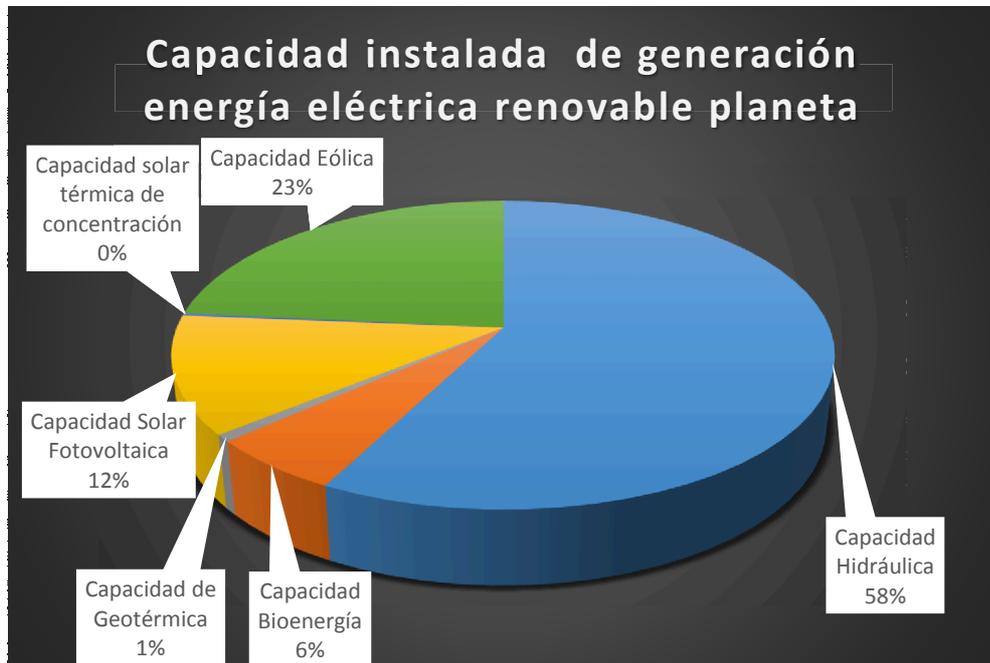


Gráfico 16: Capacidad instalada de la generación de energía eléctrica renovable en el planeta.

Fuente: (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 9) Elaboración: Autor.

2.2.8 Resumen del crecimiento de las energías renovables a nivel mundial.

El sector eléctrico experimentó el mayor incremento anual de la historia en términos de capacidad, con un crecimiento significativo en todas las regiones. La energía eólica y la solar fotovoltaica, tuvieron records adicionales por segundo año consecutivo, representando alrededor del 77% de las nuevas instalaciones, mientras que la energía hidroeléctrica representó la mayor parte del resto.

Actualmente, el mundo entero suma más capacidad de electricidad renovable al año que la capacidad (neta) de todos los combustibles fósiles combinados. A finales del 2015, la capacidad de energía renovable era suficiente para abastecer aproximadamente el 23.7% de la electricidad mundial, en conjunto con la energía hidráulica, que proporciona alrededor del 16.6% (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 7).

En el gráfico 17 se detalla el porcentaje basado en la capacidad total de energía a finales del año 2015.

Participación estimada de energía renovable en la producción de electricidad a nivel mundial, finales de 2015

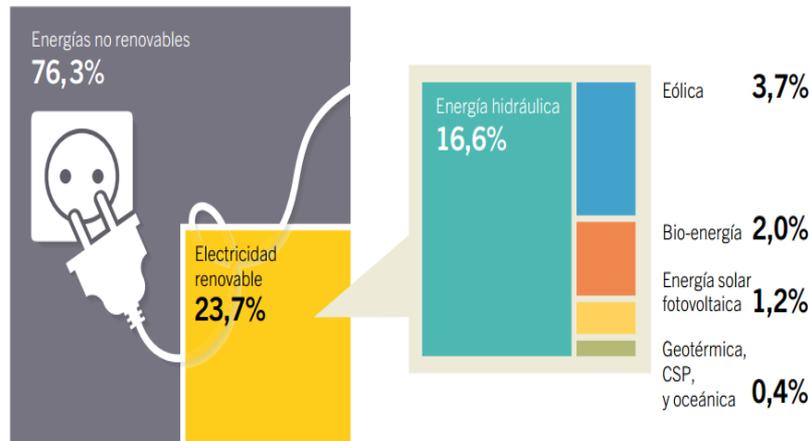


Gráfico 17: Estimación de energía renovable en la producción de electricidad en el mundo.

Fuente: (RENEWABLE ENERGY POLICY, 2016, pág. 18).

2.2.9 Países de América Latina que más invierten en energías renovables.

En América Latina se está incrementando la energía renovable significativamente debido a los cambios de políticas de los gobiernos, es el caso de Uruguay que logró ser el país con mayor porcentaje de energía eólica de América Latina.

Si bien normalmente no son los Estados los que realizan la inversión sino empresas privadas y bancos, esto es posible por los cambios de las políticas de gobierno han ayudado a este incremento (BBC Mundo, 2016).

Países que más invierten en energías renovables en Latinoamérica en el año 2015:

- México US\$3.900 millones
- Chile US\$3.400 millones
- Uruguay US\$1.100 millones
- Honduras US\$567 millones
- Perú US\$155 millones

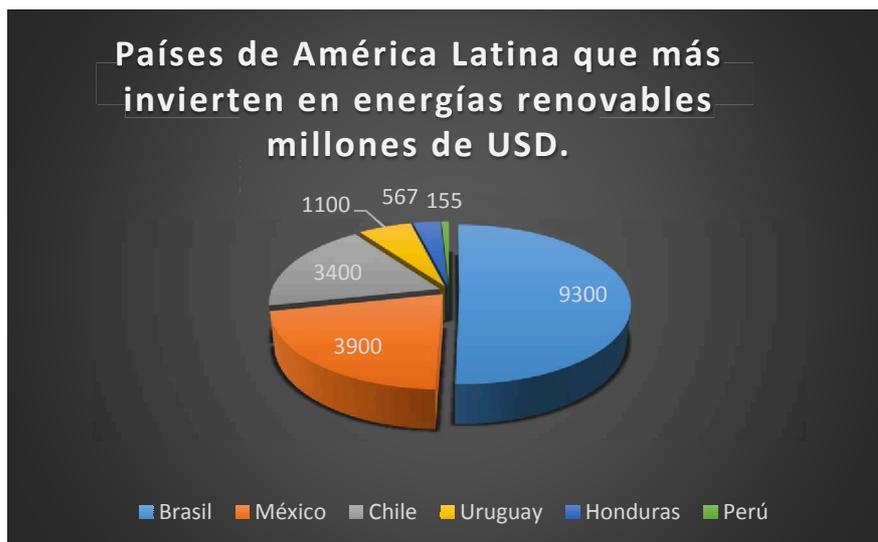


Gráfico 18: Países que más invierten en energías renovables en latino América en el 2015.

Fuente: (BBC Mundo, 2016) Elaboración: Autor.

2.2.10 Gráfico de capacidad instalada de la generación eléctrica renovable en Ecuador.

Según la información estadística del balance nacional de energía del Ecuador del mes de agosto de año 2016, más la el incremento de la central Coca Codo Sinclair que se inauguró el 18 de noviembre del 2016, muestra como la energía hidráulica es la principal fuente de energía renovable en el Ecuador, esto se representa en el gráfico 19.

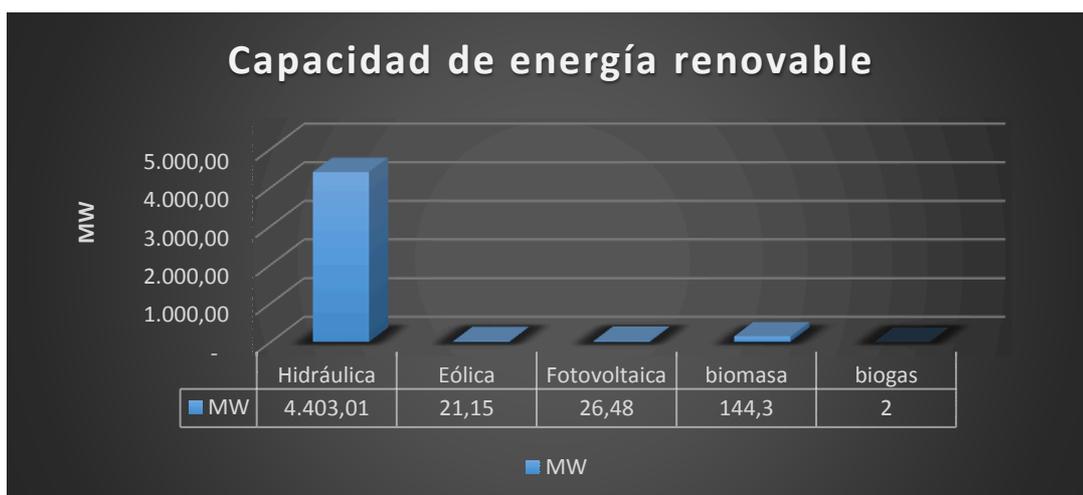


Gráfico 19: Capacidad instalada de la generación de energía eléctrica renovable en Ecuador.

Fuente: (ARCONEL, 2016) Elaboración: Autor.

2.3 Energía no renovable.

Las energías no renovables son los métodos de obtención de energía mediante una fuente de energía agotable. Este concepto se tiene en cuenta a escala de la vida humana, ya que determinados procesos, como la acumulación de carbono, han tardado hasta quinientos millones de años (Aransay, 2013).

Ilustración 24: Energías no renovables.



Fuente: (Aransay, 2013).

1.3.1 Combustibles fósiles.

“Los combustibles fósiles son fuentes de energía que han estado presentes en la Tierra desde hace millones de años. Se formaron a partir del proceso natural de descomposición anaeróbica de organismos muertos y enterrados” (Bioenciclopedia, 2014).

1.3.2 Energías nucleares.

La energía nuclear es la energía en el núcleo de un átomo. Los átomos son las partículas más pequeñas en que se puede dividir un material. En el núcleo de cada átomo hay dos tipos de partículas (neutrones y protones) que se mantienen unidas. La energía nuclear es la energía que mantiene unidos neutrones y protones (Energía Nuclear, 2014).

CAPÍTULO III

3 TIPOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EXISTENTES EN LA PROVINCIA DE MANABÍ.

Manabí tiene dos tipos de fuentes de generación eléctrica, de tipo no renovable o convencional como son las termoeléctricas y de tipo renovable o no convencional como son las fotovoltaicas.

Tiene como fuente principal las de energías no renovables, la generación de las centrales termoeléctricas en los cantones de: Manta, Jaramijó y Pedernales.

Y las energías renovables en Manabí, están representada por las centrales fotovoltaicas en los cantones de: Jaramijó y San Vicente.

Por esta razón, enfocaremos nuestro estudio en estos dos tipos de centrales de generación eléctrica, por lo que se procede a describir las características de funcionamiento, ventajas y desventajas de este tipo de instalaciones.

3.1 Centrales termoeléctricas.

Las centrales termoeléctricas son las que aprovechan el calor producido por la energía química de los combustibles fósiles, aunque existan varios tipos de centrales termoeléctricas solo describiremos las que se encuentran en la provincia de Manabí, como son la turbina de gas y los grupos electrógenos.

3.1.1 Central de turbinas de gas.

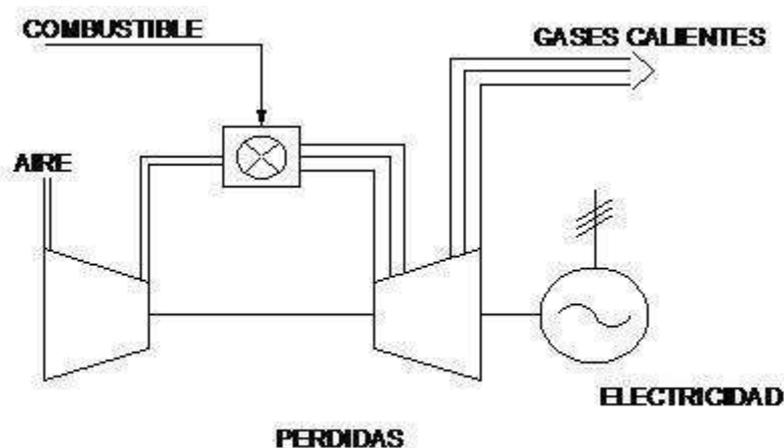
Una turbina de gas es un motor térmico rotativo de combustión interna, donde a partir de la energía aportada por un combustible se produce energía mecánica y se genera una importante cantidad de calor en forma de gases calientes y con un alto porcentaje de oxígeno (Turbinas de Gas, 2014).

3.1.1.1 Funcionamiento de una turbina a gas.

La máquina sigue un ciclo abierto, puesto que se renueva continuamente el fluido que pasa a través de ella.

El aire es aspirado de la atmósfera y comprimido para después pasar a la cámara de combustión, donde se mezcla con el combustible y se produce la ignición. Los gases calientes, producto de la combustión, fluyen a través de la turbina. Allí se expansionan y mueven el eje, que acciona el compresor de la turbina y el alternador (Turbinas de Gas, 2014).

Ilustración 25: Esquema de funcionamiento de una turbina a gas.



Fuente: (Turbinas de Gas, 2014).

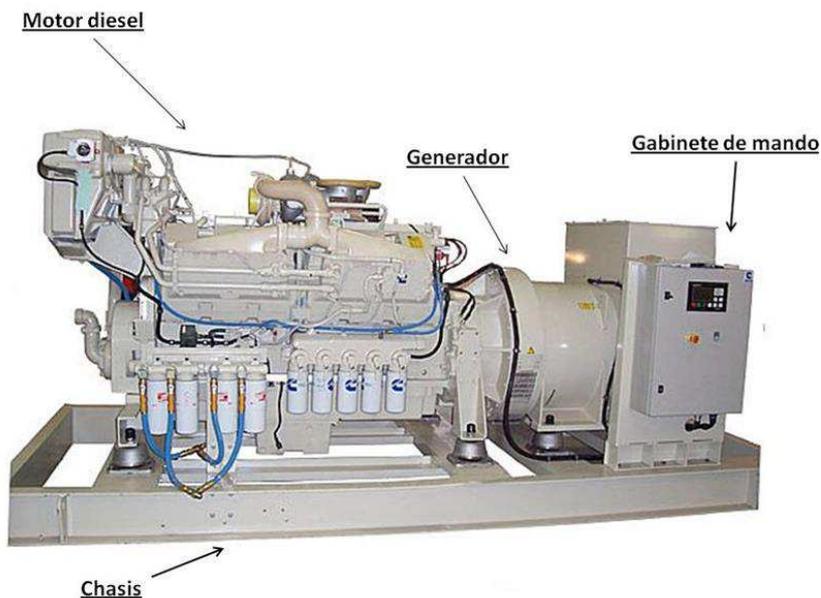
“Las pérdidas de energía se desprenden en forma de calor que hay que evacuar del sistema. Normalmente no son superiores al 3% de la energía aportada” (Turbinas de Gas, 2014).

3.1.2 Central de grupos electrógenos.

El Grupo Electrónico es la máquina encargada de generar electricidad a partir de un motor de gasolina o diésel. Pueden ser: grupos electrógenos portátiles, grupos electrógenos remolcados o grupos electrógenos fijos para su instalación en el interior de edificios, plantas eléctricas, cogeneración, etc (MAQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2015).

3.1.2.1 Partes de un grupo electrógeno.

Ilustración 26: Partes de un grupo electrógeno.



Fuente: (MAQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2015)

3.1.2.1.1 Motor de combustión interna.

El motor, es la fuente de energía mecánica que permite que el alternador genere electricidad. Existe el motor de gasolina y el de diésel o gasoil. Este último es el más utilizado, debido a su presentación mecánica, ecológica y económica. Han surgido algunas adaptaciones que permiten el uso de gas (MAQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2015).

3.1.2.1.2 Sistema de refrigeración.

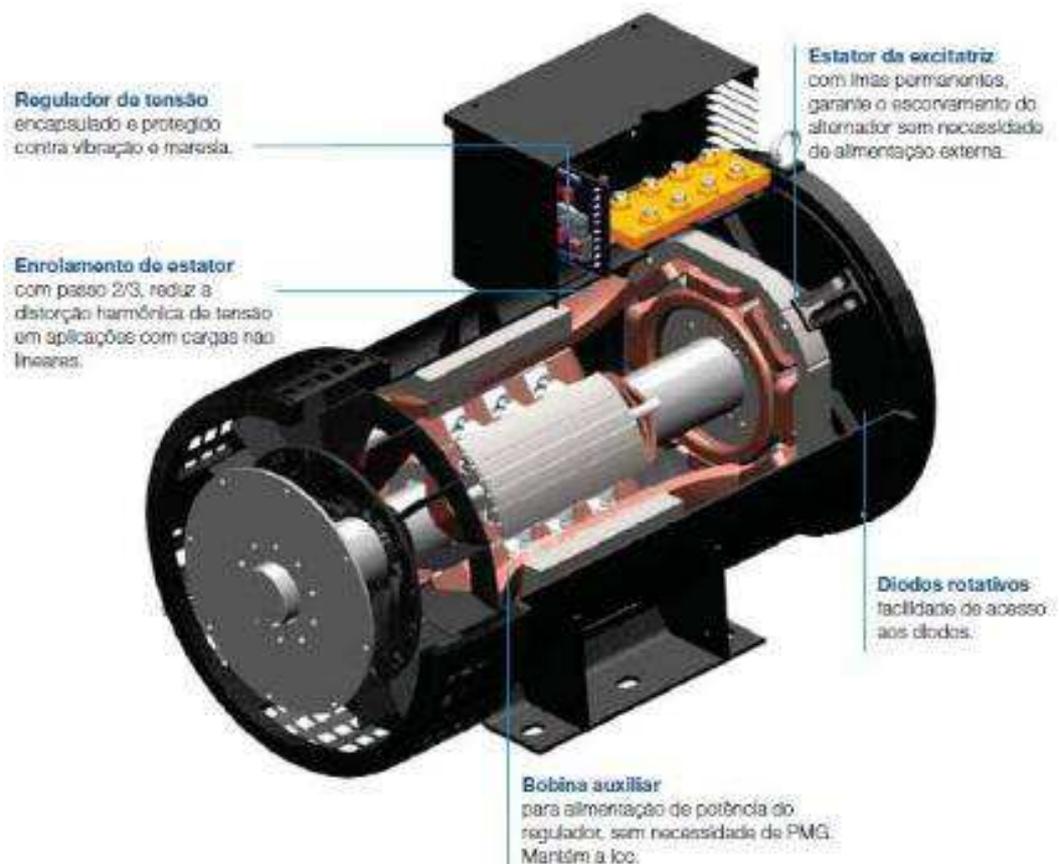
El sistema de refrigeración del motor puede ser a base de agua, aceite o aire. La refrigeración por agua o aceite, consiste en un radiador y un ventilador interior para enfriar sus propios elementos. La refrigeración por aire, consiste en un gran ventilador

que hace circular aire frío por todo el motor, para enfriarlo (MAQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2015).

3.1.2.1.3 Alternador.

El alternador es el componente a través del cual se genera la salida de la energía eléctrica. Generalmente cuenta con protección contra salpicaduras, está autorregulado, sin escobillas y se encuentra acoplado con precisión al motor. También existen alternadores con escobillas, para los generadores cuyo funcionamiento será limitado o forzado a trabajos mayores (MAQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2015).

Ilustración 27: Partes de un alternador.



Fuente: Sistema de Gerador (Ebah, 2013).

3.1.2.1.4 Depósito de combustible.

La bancada y el depósito de combustible. La bancada usualmente es de acero, de gran resistencia y es sobre lo que se encuentran acoplados el motor y el alternador. Esta bancada también incluye el depósito de combustible, el cual debe poseer una capacidad estándar de 8 horas de funcionamiento como mínimo, a plena carga para usos de emergencia. En caso de uso continuo se debe contar con depósitos de reserva (MAQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2015).

3.1.2.1.5 Sistema de control.

“El sistema de control permite hacerle seguimiento y control al funcionamiento del generador, para evitar posibles fallas” (MAQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2015).

3.1.2.1.6 Interruptor automático de salida.

“El interruptor automático de salida, permite proteger al generador con control manual. También se protege al alternador con contactores (MAQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2015).

3.1.2.1.7 Regulación del motor.

El regulador del motor, es un dispositivo diseñado para mantener la velocidad constante del motor, según los requisitos de carga. La velocidad del motor está relacionada directamente con la frecuencia de salida del alternador, por lo que toda variación de velocidad del motor incidirá en la frecuencia de potencia de salida (MAQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2015).

3.2 Central fotovoltaica.

En la actualidad las centrales fotovoltaicas están tomando un papel muy importante en producción energía eléctrica y la reducción de CO₂, Manabí cuenta con dos centrales FV en funcionamiento, las cuales son;

- GENERACION SOLAR MANABITA S.A ENERSOL (0.5 MW)
- BRINEFORCORP S.A. CABAL ENERGY (1 MW)

Ventajas de una centra fotovoltaica:

- La ventaja principal es que es una fuente inagotable gratuita.
- Es una fuente renovable que no contamina la atmosfera.
- No necesita de mayor mantenimiento.

Desventajas de las centrales fotovoltaicas:

- Esta depende directamente de las condiciones climáticas es decir de las horas que recibe las radiaciones solares los paneles fotovoltaicos y esto se ve afectado por las estaciones del año.
- Estas instalaciones necesitan grandes extensiones de territorio que modifican el paisaje natural.
- El costo de construcción es muy elevado.

3.2.1 Definición de central fotovoltaica.

Una central fotovoltaica es una instalación que con las células fotovoltaicas receptan la radiación del sol para generar electricidad continua que es dirigida a un armario de corriente continua para pasar por un inversor el cual la convierte en corriente alterna.

3.2.2 Componentes de una central fotovoltaica.

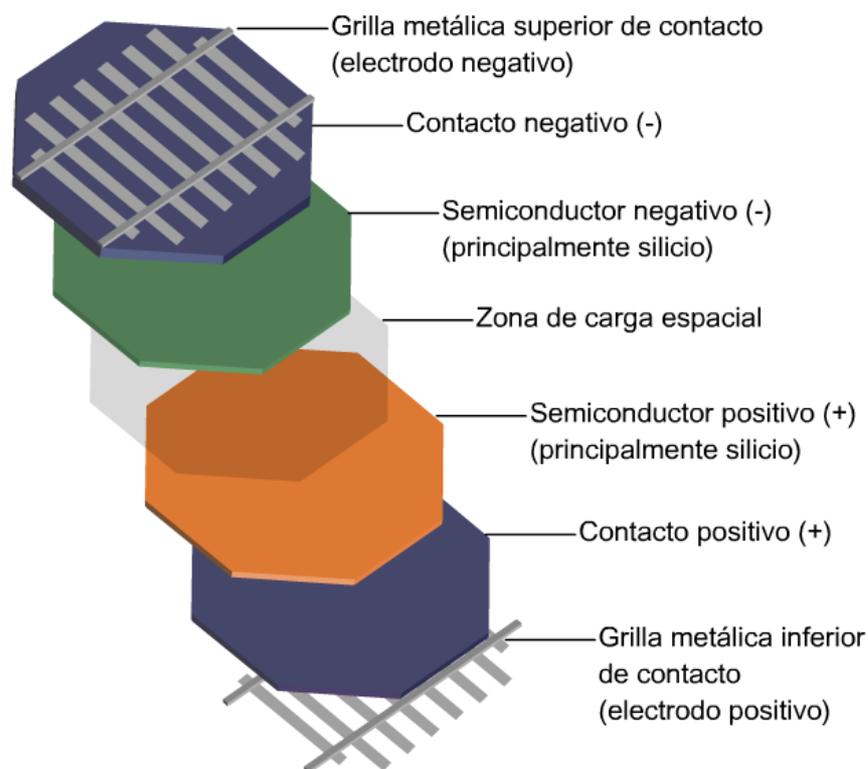
Una central fotovoltaica se compone de siete componentes principales como son: paneles solares (células fotovoltaicas), torre meteorológica, armario de corriente continua, inversor, armario de protección y control de la corriente alterna, centro de transformación y por último la línea de transporte.

3.2.2.1 Células fotovoltaicas.

La célula fotovoltaica, elemento encargado de transformar la energía solar en eléctrica, se basa en un fenómeno físico denominado efecto fotovoltaico, que consiste en la producción de una fuerza electromotriz por acción de un flujo luminoso que incide

sobre la superficie de dicha célula. La célula fotovoltaica más común consiste en una delgada lámina de un material semiconductor compuesto principalmente por silicio de cierto grado de pureza, que al ser expuesto a la luz solar absorbe fotones de luz con suficiente energía como para originar el "salto de electrones", desplazándolos de su posición original hacia la superficie iluminada. Al desprenderse estos electrones con su carga negativa originan la aparición de huecos o lagunas con cargas positivas (Gstriatum, 2015).

Ilustración 28: Célula fotovoltaica.



Fuente: Función de la célula fotovoltaica (ARRIETA, 2012).

3.2.2.2 Torre meteorológica.

“Una estación meteorológica es el lugar donde se realizan mediciones y observaciones puntuales de los diferentes parámetros meteorológicos utilizando los instrumentos adecuados para así poder establecer el comportamiento atmosférico” (PCE, 2014).

Ilustración 29: Torre meteorológica.



Fuente: (Proviento S.A., 2014).

3.2.2.3 Armario de corriente continua.

“Equipo que recibe la corriente continua generada en los paneles solares y que contiene, en general, los dispositivos de mando, medida, protección y regulación correspondientes” (Educa Madrid, 2015).

Ilustración 30: Armario de corriente continua.



Fuente: (Allbiz, s.f.).

3.2.2.4 Inversor.

El inversor es la pieza clave de la generación fotovoltaica. De hecho su potencia es la que marca la potencia de la instalación completa. Su misión es transformar la corriente continua generada en el campo fotovoltaico en corriente alterna lista para ser consumida. A pesar de esa importante misión su tamaño es reducido y su precio no suele llegar al 10% de proyecto completo (Icarus Solar, 2008).

Ilustración 31: Inversor.



Fuente: (Electro Schematics, 2016).

3.2.2.5 Armario de protección y control de la corriente alterna.

“El armario de protección y control de la corriente alterna son equipo que recibe la corriente eléctrica alterna convertida en el inversor, y que contiene, en general, los dispositivos de mando, medida, protección y regulación correspondientes” (Educa Madrid, 2015).

3.2.2.6 Centro de transformación.

En todo sistema eléctrico (generación, transporte y distribución de energía eléctrica), los centros de transformación tienen una función importante, que consiste en distribuir la energía eléctrica a diferentes tensiones, a la vez que permiten la conexión a líneas y redes en cualquier punto que se estime conveniente. Normalmente se hallan ubicados entre la subestación y el abonado (Energiza, 2013).

Ilustración 32: Transformador de potencia.



Fuente: (Energiza, 2013).

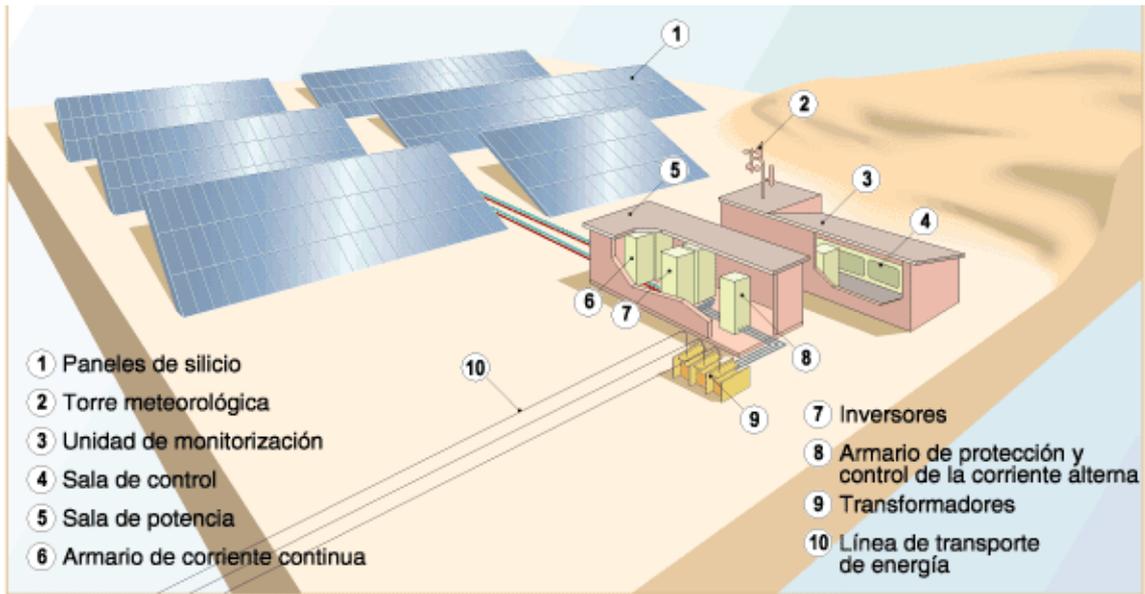
3.2.2.7 Líneas de transporte.

“Elementos por los que se transporta la electricidad producida en la central hasta la red general de transporte y distribución del sistema” (Educa Madrid, 2015).

3.2.3 Funcionamiento de una central fotovoltaica.

El elemento básico de una central fotovoltaica es el conjunto de células fotovoltaicas, que captan la energía solar, transformándola en corriente eléctrica continua mediante el efecto fotoeléctrico. Están integradas, primero, en módulos y luego se forman con ellos los paneles fotovoltaicos (1). Lógicamente, la producción de electricidad de dichas células depende de las condiciones meteorológicas existentes en cada momento, fundamentalmente de la insolación. Dichas condiciones son medidas y analizadas con la ayuda de una torre meteorológica (2).

Ilustración 33: Partes de una central fotovoltaica.



Fuente: (UNESA, s.f.).

Como la energía eléctrica que circula por la red de transporte lo hace en forma de corriente alterna, la corriente continua generada en los paneles solares debe ser transformada a corriente alterna. Es conducida, entonces, primeramente a un armario de corriente continua (6), para ser convertida en corriente alterna por medio de un inversor (7) y ser finalmente transportada a un armario de corriente alterna (8).

Posteriormente, la energía eléctrica producida pasa por un centro de transformación (9) donde se adapta a las condiciones de intensidad y tensión de las líneas de transporte (10) para su utilización en los centros de consumo.

El funcionamiento de todos los equipos de la central se supervisa desde la sala de control (3), en la que se recibe información de los distintos sistemas de la instalación: torre meteorológica, inversor, armarios de corriente continua y alterna, centro de transformación etc. (UNESA, s.f.).

CAPÍTULO IV

4 DIAGNOSTICO DE LAS CENTRALES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DE MANABÍ.

Las centrales que tiene la provincia de Manabí son de dos tipos de fuentes de generación eléctrica, de tipo no renovable o convencional como son las termoeléctricas y de tipo renovable o no convencional como son las fotovoltaicas.

En Manabí se tiene como principal fuente de generación eléctrica las centrales termoeléctricas en los cantones de: Manta, Jaramijó y Pedernales. Y las dos centrales fotovoltaicas en los cantones de: Jaramijó y San Vicente.

En el cantón Manta se encuentra la central termoeléctrica Miraflores de 40.4 MW (entre los grupos electrógenos y la turbina) y la central termoeléctrica Manta II de 20.4 MW

En el cantón Jaramijó se encuentra la central termoeléctrica Jaramijó de 140 MW y la central fotovoltaica Enersol de 500 KW.

La central fotovoltaica Cabal Energy de 999 KW que se encuentra ubicada en el cantón San Vicente.

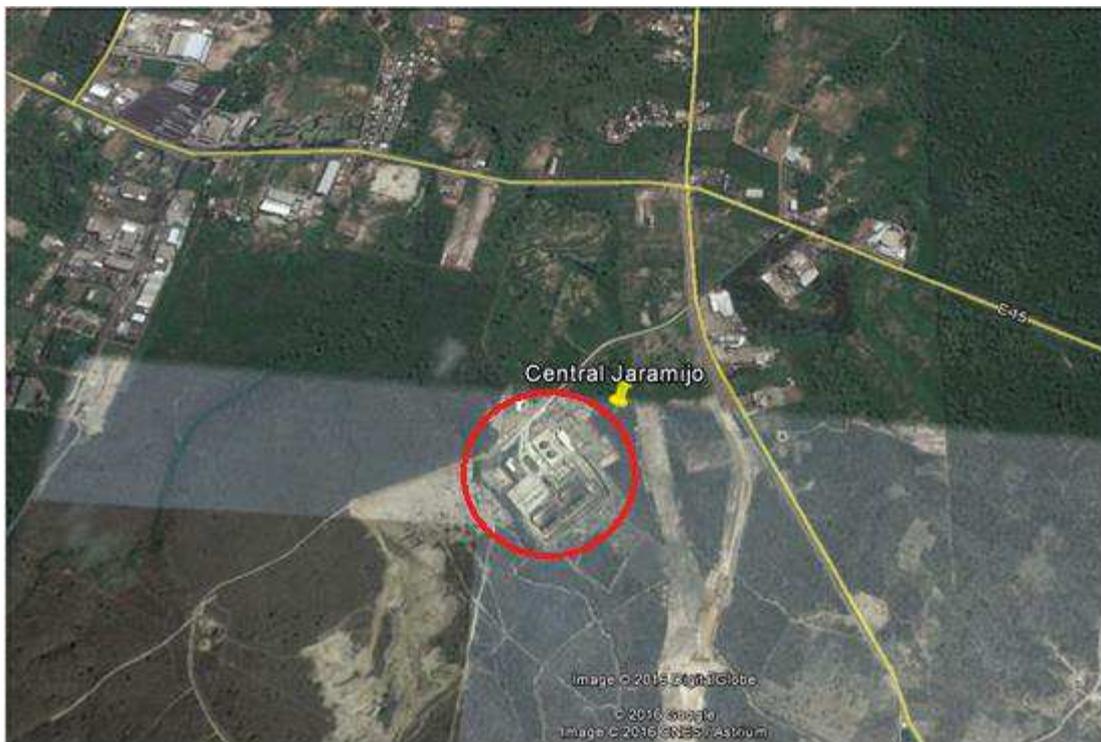
La central Pedernales de 4 MW que se encuentra ubicada en el cantón Pedernales.

Estas seis centrales son la base de este proyecto de titulación por lo que se procede a describir las características y su estado posterremoto y el actual de estas centrales.

4.1 Central de generación eléctrica Jaramijó.

La central termoeléctrica Jaramijó se encuentra ubicada en la provincia de Manabí en el cantón de Jaramijó por la vía E 15 conocida como la vía Manta Rocafuerte esta central fue puesta en operación en Mayo 2012 tiene 18 grupos electrógenos cada uno de 7,77 MW dando una capacidad instalada de nominal total de la planta de 140 MW.

Ilustración 34: Ubicación de la central Jaramijó.



Fuente: Google Earth Elaboración: Autor.

La potencia instalada en la central de Jaramijó es de 140 MW, sin embargo la potencia que se genera es de 120.4 MW cuanto está al 86% de su capacidad máxima de funcionamiento, así se garantiza el adecuado funcionamiento de los motores. La producción de la energía de la central es la que es solicitada por el CENACE (Centro Nacional de Control de Energía).

4.1.1 Grupos electrógenos.

La Planta de generación está compuesta por 18 grupos electrógenos los 18 motores Hyundai del modelo HIMSEN 18H32/40V fueron fabricados en el 2011 con una

potencia asignada de 8550 KW, su velocidad de rotación del grupo es de 720 (RPM) y el tipo de combustible es Diésel y HFO.

Las protecciones que tiene es para: la sobrevelocidad, baja y alta presión de aceite, baja presión de combustible, alta temperatura del combustible, alta temperatura de aceite de salida del motor, alta temperatura de agua de enfriamiento, alta temperatura de gases de escapes.

Los 18 generadores Hyundai de modelo 3-SYN fabricados en el año 2011 con una potencia asignada de 8320 KW para cada generador, la velocidad de rotación del grupo es de 720 (RPM), la tensión asignada 13.8 KV, e intensidad asignada 435,6 A para cada generador.

4.1.2 El centro de transformación.

El centro de transformación tiene 4 transformadores elevadores, el T1 y T3 de 62.5 MVA y el T2 y T4 de 50 MVA con las tensiones nominales de 13.8V/138 KV en aceite refrigerante. De esta subestación sale dos alimentadores, una para Manta y el otro para Montecristi.

Ilustración 35: Subestación de transformación de central de Jaramijó.



Fuente: Autor.

4.1.3 Centro de transformación de servicios auxiliares.

Está compuesta por un transformador de 400 KVA, relación de transformación 13.8/0,44kV/60 Hz. A su vez tiene un grupo electrógeno de 400 KVA, para aquellos casos en los que la planta de generación no esté operativa.

4.1.4 Sala de control.

Está compuesto por todo el equipamiento informático y de control de la central térmica de 140 MW. Desde ahí se controla los grupos electrógenos, las celdas, la gestión de combustible, la exportación de energía y los servicios auxiliares.

Ilustración 36: Sala de control y monitoreo de la central Jaramijó.



Fuente: Autor.

4.1.5 Sistema de almacenaje de combustible.

Compuesto por 2 depósitos de HFO de 5682 m³ cada uno que reciben combustible. Dos depósitos de 500 m³ que suministran combustible HFO ya purificado a las dos casas de máquinas de 9 grupos electrógeno cada una.

Ilustración 37: Tanques de almacenamientos de la central de Jaramijó.



Fuente: Autor.

Un depósito de diésel de 1900 m³ y el deposito diario de 380 m³ el cual ya purificado sirve para el arranque y el apagados de las maquinas

Además la central tiene de un tanque de almacenamiento de agua de 700 m³ para el sistema de contra incendio, otro tanque de almacenamiento de agua de 700 m³ para el tratamiento de agua, con el agua desmineralizada se realizar la purificación de los combustibles y se utiliza para las reposiciones de las calderas y radiadores.

Tiene compresores de aire para realizar el arranque de los motores y la purificación de los combustibles.

4.1.6 Generación de la central Jaramijó en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

La generación de la central Jaramijó tiene una importante aportación de energía al Sistema Nacional Interconectado (SNI) como se puede ver en la tabla 2 la generación por meses de los tres últimos años.

Tabla 2: Generación de la central Jaramijó en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Generación de electricidad de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016. (GWH)			
	2014	2015	2016
ENERO	75,08	47,25	72,77
FEBRERO	68,10	24,22	65,08
MARZO	75,21	30,77	59,42
ABRIL	68,07	35,70	35,78
MAYO	72,08	45,08	19,55
JUNIO	56,63	35,50	28,83
JULIO	46,80	43,55	34,88
AGOSTO	47,97	67,31	42,36
SEPTIEMBRE	24,14	65,33	50,38
OCTUBRE	29,53	70,46	
NOVIEMBRE	42,61	74,45	
DICIEMBRE	48,58	71,25	
TOTAL GWH	2668,80	2625,86	2425,05

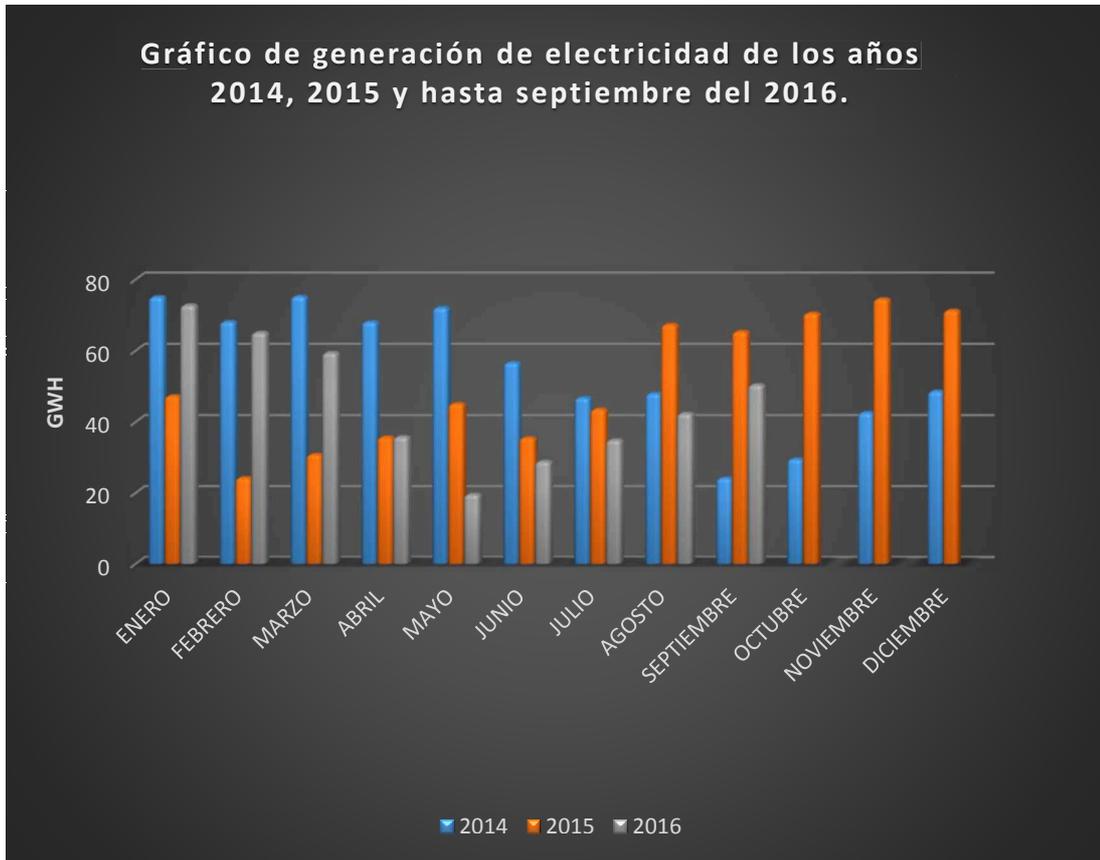


Gráfico 20: Generación de la central Jaramijó en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

4.1.7 Horas de utilización de cada grupo de generación de la central Jaramijó durante los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Tabla 3: Horas de generación de la central durante los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Horas de generación de cada grupo durante los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.			
	2014	2015	2016
G001	4.688,60	3.893,20	3.084,90
G002	5.065,70	6.206,90	4.555,00
G003	7.670,00	121,40	0,00
G004	5.774,00	6.353,90	3.163,90
G005	2.785,50	4.550,80	4.310,40
G006	2.147,10	3.404,90	5.219,90
G007	7.605,30	4.947,70	4.275,90
G008	5.039,40	4.792,10	3.392,00
G009	5.328,00	5.048,40	3.445,60
G010	6.920,10	5.348,00	3.550,80
G011	6.439,30	4.728,00	3.342,20
G012	7.513,40	5.218,80	4.102,10
G013	4.924,30	5.331,70	3.347,80
G014	4.028,40	5.707,70	3.737,00
G015	3.648,20	5.796,00	4.003,60
G016	4.581,60	5.764,90	3.296,90
G017	4.911,70	4.729,20	2.867,50
G018	5.663,00	6.954,60	4.518,80

La central Jaramijó al ser una de las más usadas de la provincia registra más horas de operación que las demás centrales. Analizando el registro de la tabla 3 se aprecia que la unidad 3 en el año 2014 registró 7670 horas al años muy cercano a los 8760 horas que tiene un año, es decir que esta unidad registro el 87,56 % de todas las horas que tiene un año. Y que la misma unidad dejo de utilizarse, debido a que presentó daños mayores en el generador ocurrido antes del terremoto del 16 de abril del 2016.

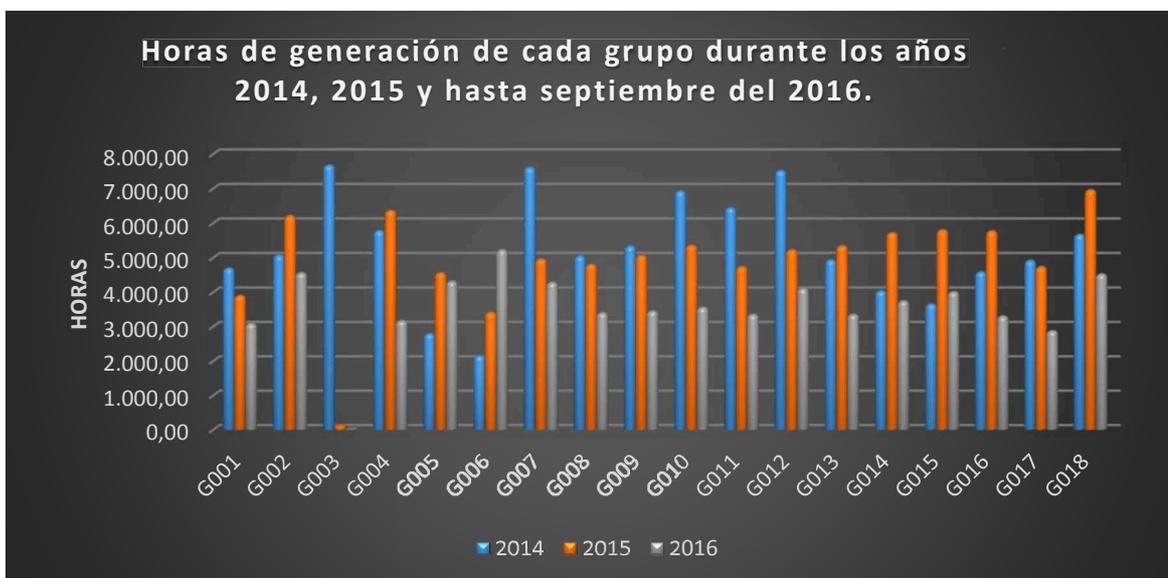


Gráfico 21: Horas de generación de la central de Jaramijó durante los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

4.1.8 Generación diaria del mes de abril del año 2016.

La generación del mes de abril en la central de Jaramijó en los primeros 15 días fue de un promedio de 2.06 GWH, la central estuvo sin generar cuatro días como se puede ver en el grafico 22 además se puede apreciar cómo se fue recuperando generación.

Tabla 4: La generación de la central de Jaramijó en el mes de abril del 2016.

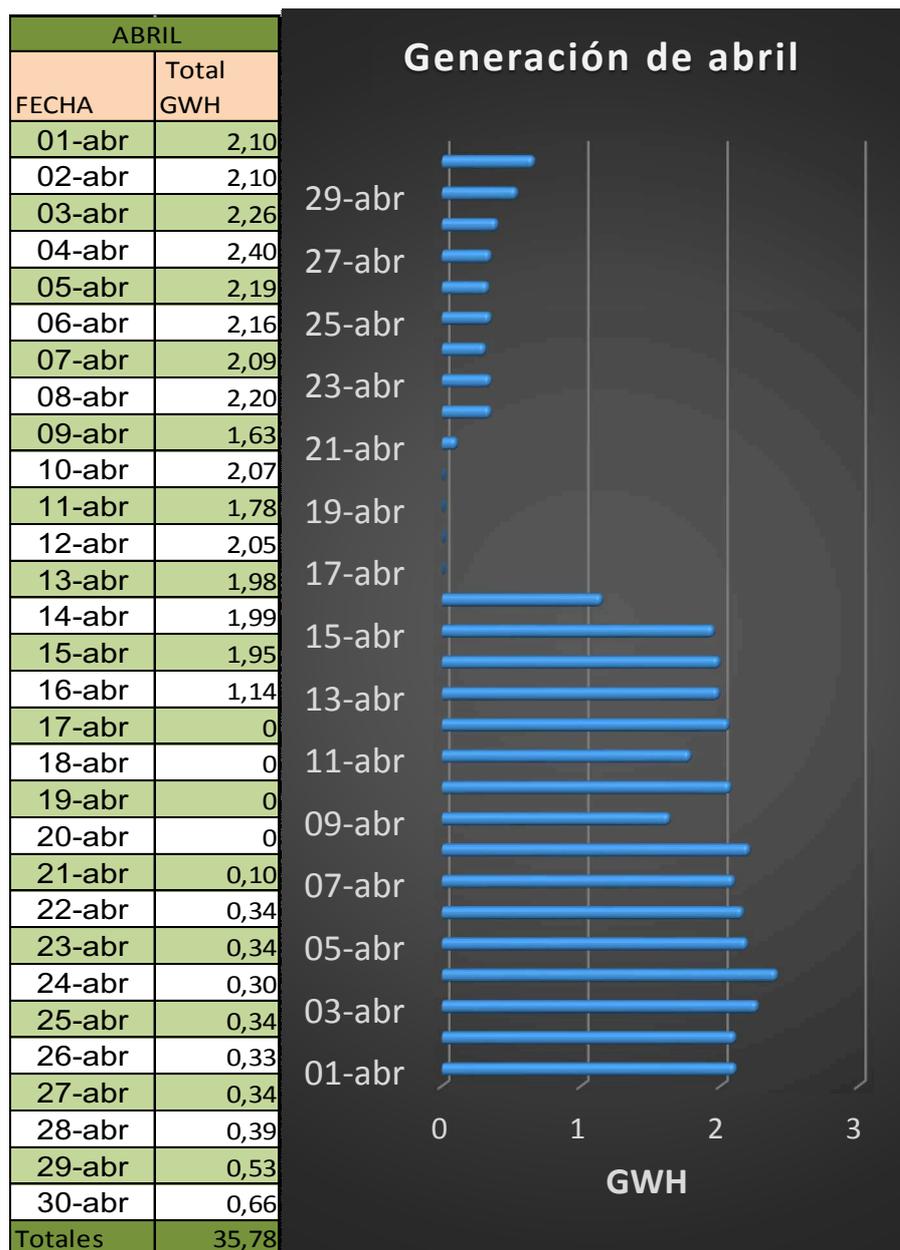


Gráfico 22: Generación de la central Jaramijó en el mes de abril del 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

4.1.9 Factor de planta de la central Jaramijó en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

La central de generación tiene un factor de planta promedio entre los años 2014 y 2015 de 48 % en decir que usado significativamente su potencia nominal durante estos años. Como se registra en la tabla 5.

Tabla 5: Factor de planta de la central de Jaramijó en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Factor de planta de la central Jaramijó			
	2014	2015	2016
ENERO	74,48	46,88	72,19
FEBRERO	67,56	24,02	64,57
MARZO	74,61	30,52	58,95
ABRIL	67,53	35,41	35,50
MAYO	71,51	44,72	19,40
JUNIO	56,19	35,22	28,60
JULIO	46,43	43,21	34,60
AGOSTO	47,58	66,77	42,02
SEPTIEMBRE	23,94	64,82	49,98
OCTUBRE	29,29	69,90	0,00
NOVIEMBRE	42,27	73,86	0,00
DICIEMBRE	48,20	70,69	0,00

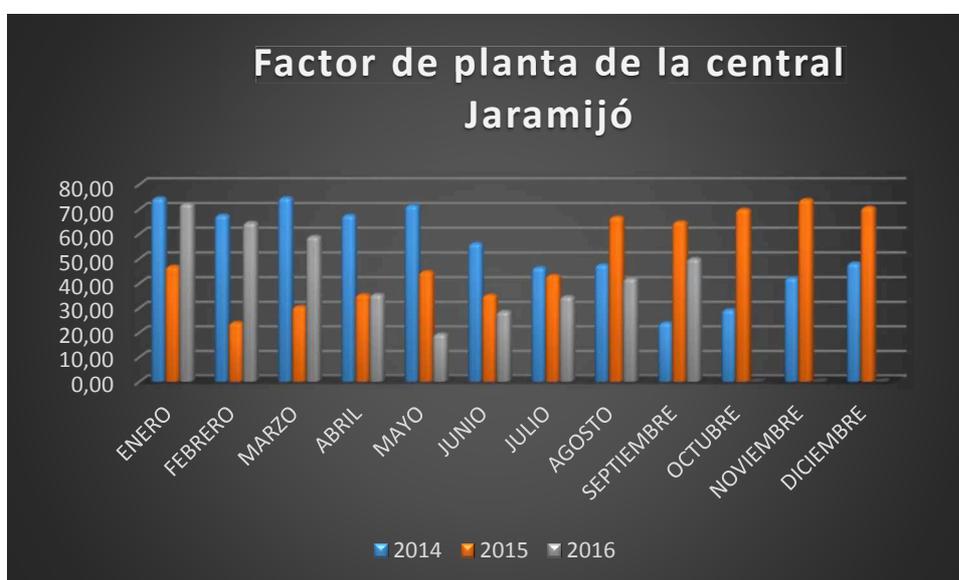


Gráfico 23: Factor de planta de la central de Jaramijó de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

4.1.10 Afectaciones de la central Jaramijó por el terremoto del 16 de Abril del 2016.

La central de Jaramijó se presentó las siguientes afectaciones por el terremoto del 16 de abril:

En la sala de control los tableros de la resistencia de puesta a tierra del neutro (NGR) se encontraron fuera de su sitio habitual, un tablero de NGR es un conjunto completo de equipos especialmente utilizado por el generador y transformador de energía para que el neutro se adapta a la resistencia de puesta a tierra.

Las salas de control presentaron caída del cielo raso como se puede ver en la ilustración 38.

Ilustración 38: Daño en el cielo raso de la central de Jaramijó.



Fuente: Autor.

El las casas de máquinas ciertas unidades tuvieron daños de juntas expansivas, una junta expansiva es un elemento que permite desplazamientos relativos entre sus extremos sin entrar en deformaciones. Cuando la junta expansión del sistema de gases de escape de los motores tienen daño, pueden surgir problemas importantes de eficiencia que en algunos casos llegan a ser muy importantes.

Las funciones de una junta de expansión es absorber movimientos axiales de una tubería colocada entre dos anclajes, manteniendo la presión y esfuerzos de los gases de escape.

Daños en bases de cauchos en diferentes unidades, la bases de caucho es un soporte antivibratorio que reduce la vibración producida por una máquina. Cuando esta base presenta daño produce diferentes problemas, como la reducción de la vida de la propia máquina por la fatiga de los componentes de la misma, así como la transmisión de esa vibración a otras estructuras aproximadas no aisladas, produciendo problemas de transmisión de ruido y vibración.

Reparaciones y correcciones de las unidades se la realizaron durante dos meses en este tiempo se realizó el cambio de juntas expansivas de unidades, Cambio de bases de cauchos y alineación de unidades, un reajuste de pernos y ubicación en su sitio de la NGR.

4.2 Central de generación eléctrica Manta II.

La central termoeléctrica Manta II se encuentra ubicada en la provincia de Manabí en el cantón de Manta por la vía E 15 conocida como la vía Manta Rocafuerte inicio su construcción el 5 junio del 2010 culminando su construcción el 31 diciembre 2010 y el 11 enero del 2011 inicio de operación comercial, esta central tiene 12 grupos electrógenos cada uno de 1.7 MW dando una capacidad instalada de nominal de 20.4 MW.

Ilustración 39: Ubicación de la central Manta II.



Fuente: Google Earth Elaboración: Autor.

La potencia instalada en la central Manta II es de 20.4 MW, sin embargo la potencia que se genera es de 17.34 MW cuando está al 86% de su capacidad máxima de funcionamiento así se garantiza el adecuado funcionamiento de los motores. La producción de la energía de la central es la que es solicitada por el CENACE.

La Planta de generación está compuesta por una unidad de control remota (RCMS) monitoreada por el sistema SCADA, una recepción de combustibles, tres transformadores de alta, sistema contra incendios, una unidad de tratamiento de agua (UTA), un arranque en negro, tres bahía cada bahía tiene; 4 grupo electrógeno o unidad principal de generación (MTU), una caldera, una unidad (HTU) que es la unidad de tratamiento del combustible, una unidad de tratamiento eléctrico (ETU), un compresor que es usado para el arranque de los motores.

4.2.1 Grupos electrógenos.

Esta central tiene 12 Motores HINSEM de combustión interna que fueron fabricados en año 2008 del modelo 9H21/32, el combustible que usa es diésel / Fuel Oil y su refrigeración es a través de transferencia térmica de agua.

En la ilustración 40 se muestra uno de los 12 contenedores por dentro y por fuera, estos contenedores tienen un chasis que está fijado a una base de concreto armado. Cada contenedor tiene: un motor, un generador y la parte de arriba del contenedor están los radiadores y ventiladores.

Ilustración 40: Uno de los 12 motores que tiene la central de Manta II.

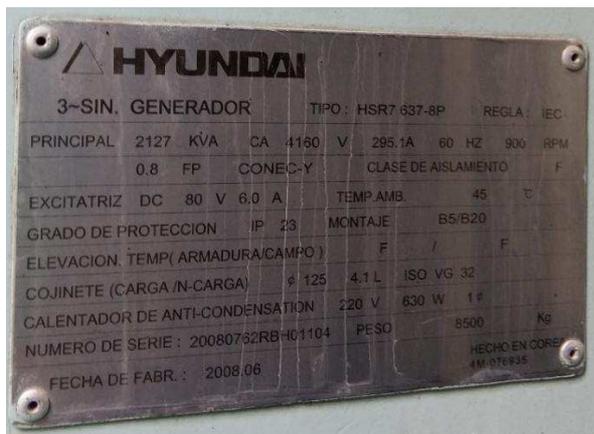


Fuente: Autor.

Las protecciones que tiene son para: la sobrevelocidad, baja y alta presión de aceite, baja presión de combustible, alta temperatura del combustible, alta temperatura de aceite de salida del motor, alta temperatura de agua de enfriamiento, alta temperatura de gases de escapes.

Los 12 generadores HIUNDAI fabricados en el año 2008 con una potencia asignada de 1.7 MW para cada generador, la velocidad de rotación del grupo es de 900 (RPM), la tensión asignada 4160 V, e intensidad asignada 295,1 A para cada generador.

Ilustración 41: Placa de características de uno de los 12 generadores.



Fuente: Autor.

Las protecciones que tienes es para: alta temperatura del devanado R, S y T del generador alta temperatura en el cojinete.

4.2.2 Centro de transformación.

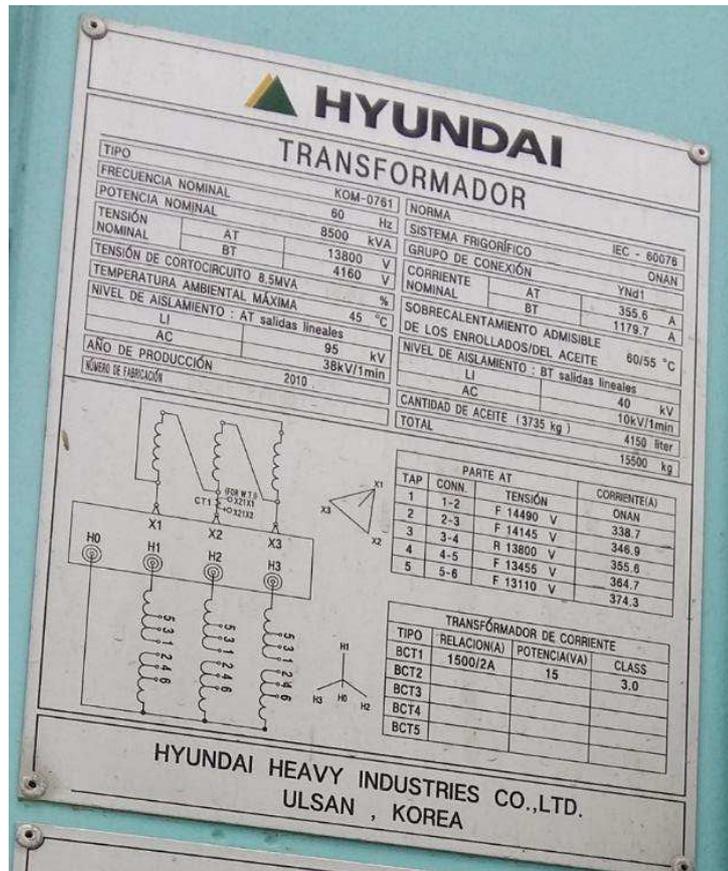
El centro de transformación tiene tres transformadores elevadores el T1, T2 y T3 de 8.5 MVA con las tensiones nominales de 4.16 /13.8 KV de refrigeración en aceite. De este centro de transformación sale a la subestación Manta 2.

Ilustración 42: Subestación de la central Manta II.



Fuente: Autor.

Ilustración 43: Placa de identificación de uno de los tres transformador.



Fuente: Autor.

4.2.3 Centro de transformación de servicios auxiliares.

Está compuesta por un transformador de 400 KVA, relación de transformación 4.16/0,48kV/60 Hz. A su vez se ha instalado un grupo electrógeno de 400 KVA, para aquellos casos en los que la planta de generación no esté operativa. En el interior del contenedor de control, que permite hacer la conmutación automática en caso ruptura del suministro eléctrico.

4.2.4 Sala de control.

Está compuesto por todo el equipamiento informático y de control de la central térmica de 20.4 MW. Desde ahí se controla los grupos electrógenos, las celdas, la gestión de combustible, la sincronización de energía y los servicios auxiliares.

4.2.5 Sistema de almacenaje de combustible.

Compuesto por un depósitos de HFO de 697 m³ que reciben combustible. Un depósito de 50 m³ que suministran combustible HFO ya purificado que alimentan las tres bahías de máquinas de 4 grupos electrógenos cada una.

Dos depósitos de diésel de 50 m³ para el arranque y el apagado de las máquinas.

Ilustración 44: Tanque de almacenamiento de diésel.



Fuente: Autor.

Un depósito de aceite limpio de 20 m³, y otro de 10 m³ para el aceite usado.

Ilustración 45: Tanque de almacenamiento de aceite limpio a la izquierda y a la derecha el tanque de almacenamiento de aceite usado.



Fuente: Autor.

Además la central tiene de depósitos agua purificada para realizar la purificación de los combustibles, y la reposición de las calderas y radiadores.

Un depósito de lodos de 76 m³ donde se almacenan los residuos de agua que fueron utilizados para la purificación de los combustibles.

Ilustración 46: Tanque de almacenamiento de lodos de la central Manta II.



Fuente: Autor.

Consta con cuatro depósitos de agua de 99 m³ para las instalaciones de contra incendio, uno de 99 m³ de agua industrial para ser procesada y tratada por la purificadora uno pequeño de 13.5 m³ para el agua tratada ya purificada y uno más pequeño de 3 m³ donde se almacena el agua de desecho.

Además la central tiene depósitos aire para realizar el arranque de los motores.

4.2.6 Generación de la central Manta II en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

La generación de la central Manta II en el año 2016 en los primeros cuatro meses fue de un promedio de 9.73 GWH comparado con el año pasado no hay mucha diferencia mientras que para los meses de mayo a septiembre su promedio es de 6.59 GWH por el motivo que en estos los cinco meses en que las centrales hidroeléctricas están generando en mayor porcentaje.

Tabla 6: Generación de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Generación de electricidad de la central Manta II en GWH			
	2014	2015	2016
ENERO	10,81	8,97	11,56
FEBRERO	10,14	4,98	10,49
MARZO	10,18	11,67	9,59
ABRIL	9,16	9,24	7,26
MAYO	5,40	7,87	6,42
JUNIO	5,44	6,98	5,55
JULIO	4,29	6,16	7,02
AGOSTO	4,90	8,94	6,66
SEPTIEMBRE	1,12	9,39	7,32
OCTUBRE	8,68	11,10	
NOVIEMBRE	10,22	11,76	
DICIEMBRE	9,83	11,76	
total GWH	90,17	108,84	71,88

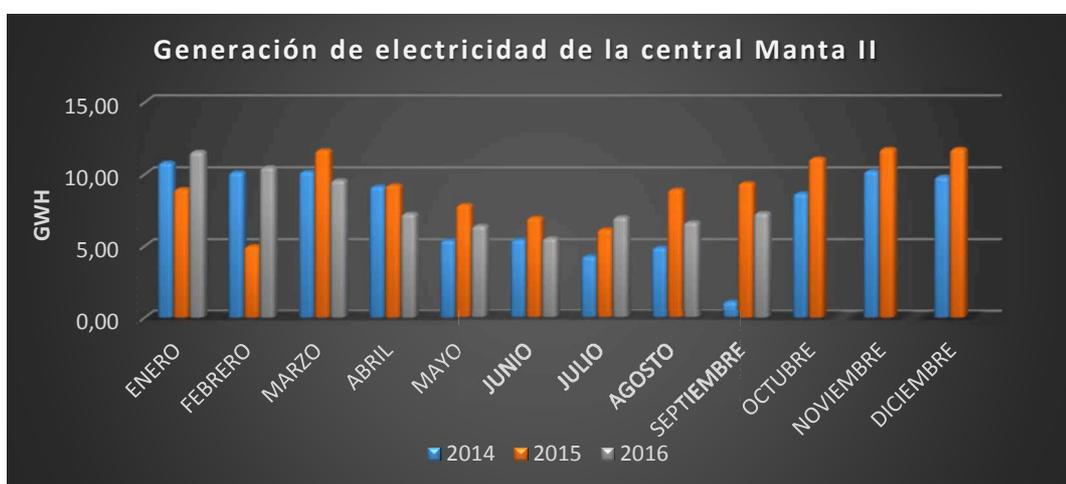


Gráfico 24: Generación de central Manta II en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

4.2.7 Horas de utilización de cada grupo de generación de la central Manta II durante los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

La central Manta II ha estado trabajado con todas sus unidades correctamente como se detalla en el registro horas de generación de la tabla 7 que solo en el 2014 la unidad 1 no se utilizó el mismo tiempo que las demás debido al mantenimiento que se le realizó a esta unidad en ese año. En este año (2016) el número de horas es menor debido a que solo se ha registrado de enero hasta el 17 de octubre.

Tabla 7: Horas de utilización de las unidades de generación de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

HORAS DE GENERACIÓN DE CADA UNIDAD			
	2014	2015	2016
MDU 1	2622	6585	4576
MDU 2	6073	6300	4685
MDU 3	6259	6449	4884
MDU 4	5928	6225	4616
MDU 5	6236	6443	4165
MDU 6	6106	6275	4242
MDU 7	5995	6438	4263
MDU 8	5815	6472	4354
MDU 9	6078	6132	4616
MDU 10	5446	6424	4507
MDU 11	5918	6485	4542
MDU 12	5981	6660	4674

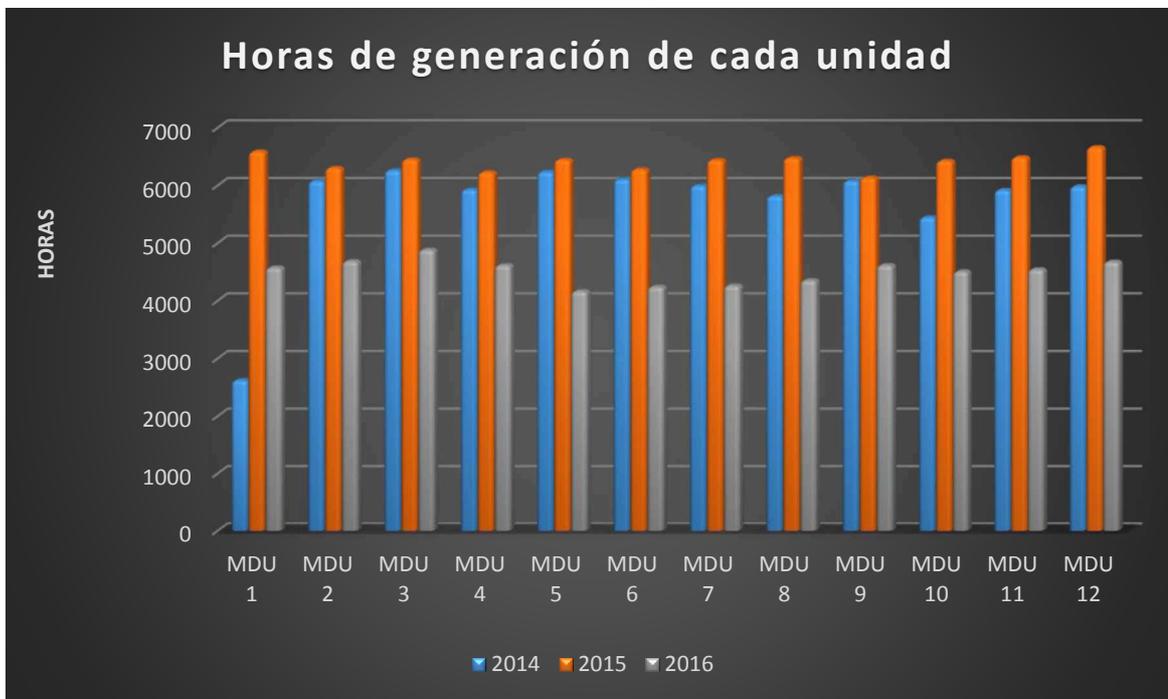


Gráfico 25: Horas de utilización de las unidades de generación de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016)Elaboración: Autor.

4.2.8 Generación diaria del mes de abril del año 2016.

La generación en la central de Manta II en el mes de abril del año 2016 no se vio significativamente afectada por el terremoto ya que solo se dejó de generar un día esto se muestra en la tabla 8 y en la gráfica 26.

Tabla 8: Generación en GWH de la central de Manta II en abril del año 2016.

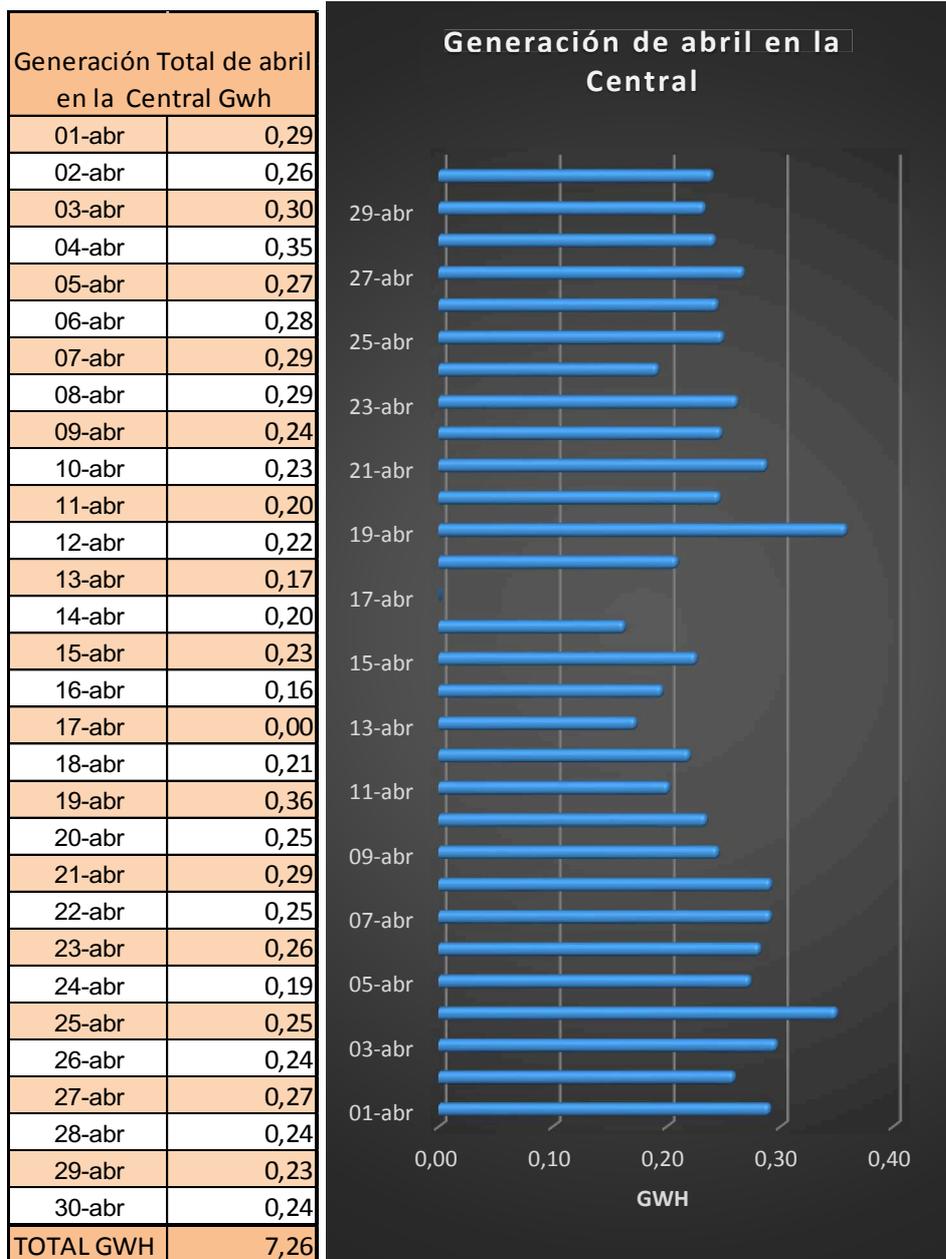


Gráfico 26: Generación del mes de abril del año 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

4.2.9 Factor de planta de la central Manta II en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Esta central tiene un alto porcentaje de utilización en comparación con otras centrales de Manabí, esto se debe a la demanda del sector y de usar combustible más económica

en comparación con la de Miraflores. En la tabla 9 se registran el factor de planta por mes de los años 2014, 2015 y lo que va del año 2016.

Tabla 9: Factor de planta de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Factor de planta de la central Manta II			
	2014	2015	2016
ENERO	73,60	61,10	78,73
FEBRERO	69,01	33,93	71,41
MARZO	69,32	79,47	65,30
ABRIL	62,35	62,91	49,42
MAYO	36,78	53,60	43,72
JUNIO	37,06	47,55	37,82
JULIO	29,23	41,95	47,79
AGOSTO	33,38	60,84	45,35
SEPTIEMBRE	7,61	63,93	49,82
OCTUBRE	59,08	75,56	
NOVIEMBRE	69,58	80,10	
DICIEMBRE	66,95	80,07	

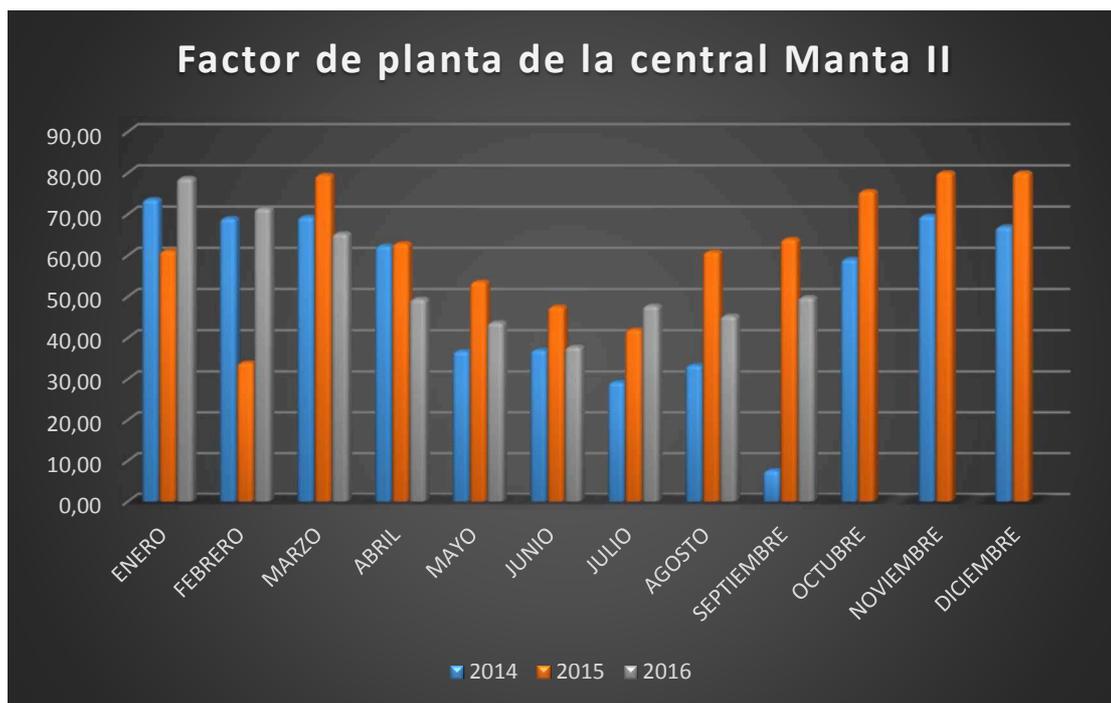


Gráfico 27: Factor de planta de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016)Elaboración: Autor.

4.2.10 Afectaciones de la central Manta II por el terremoto del 16 de abril del 2016.

En las instalaciones de la central Manta II se tuvieron afectaciones que no afectaron en lo más mínimo la generación de la central, estas afectaciones fueron las siguientes:

Daños en la balanza de la recepción de combustibles, en la balanza de combustible es donde se realiza las actividades de control de ingreso de combustible mediante la medición del peso (Kg) de tanqueros llenos, y de los mismos vacíos cuando han descargado todo el combustible. La misma que tiene que ser calibrada por personal técnico del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

Daño en ciertas paredes del cercamiento.

Ilustración 47: Daño de la balanza de la central Manta II por el terremoto del 16 de abril del año 2016.



Fuente: Autor.

El 16 de abril del 2016 el personal que se estaba laborando en la central Manta II (tres operadores de máquinas, un operador de la sala de control y el supervisor de turno) realizaron la verificación del estado de la central en la misma noche del suceso durante dos horas comprobando que las unidades, las tuberías de la instalaciones no sufrieron daños y que estaban disponibles para generar.

4.3 Central de generación eléctrica Miraflores.

La central termoeléctrica Miraflores se encuentra ubicada en la provincia de Manabí en el cantón de Manta en el barrio Miraflores en la calle Jipijapa y la calle Villamil esta central tiene una turbina de gas o diésel de 20 MW y 8 grupos electrógenos de los cuales seis grupos son de la marca General Motors de 2.5 MW que para su funcionamiento utilizan diésel, dos grupos de la marca Mitsubishi de 6 MW que para su funcionamiento utilizan diésel, dando una capacidad instalada nominal de 47 MW.

Ilustración 48: Ubicación de la central Miraflores.



Fuente: Google Earth Elaboración: Autor.

La potencia disponible en la central de Miraflores es de 40.4 MW si se suma los ochos grupos electrógenos y la turbina en el porcentaje recomendado de funcionamiento.

Los ocho grupos electrógenos entrega 20.4 MW de acuerdo a los porcentajes asignados para generar, distribuido de la siguiente forma: tres grupos electrógeno de la marca General Motors de la bahía baja son de 2.5 MW de potencia, pero trabajan al 75% entregando 1.87 MW cada uno y los tres sumaria 5.6 MW, en la bahía superior se encuentran tres grupos electrógenos de la marca General Motors de 2.5 MW de potencia que trabajan al 80% y entregar 2 MW cada uno, los tres sumaria 6 MW. Los dos grupos electrógenos de 6 MW de potencia de la marca Mitsubishi que trabajan al 75% que

entregan 4.5 MW cada uno y los dos suman 9 MW. Estos porcentajes de funcionamiento es el adecuado para cada máquina, para garantizar el adecuado funcionamiento de los motores.

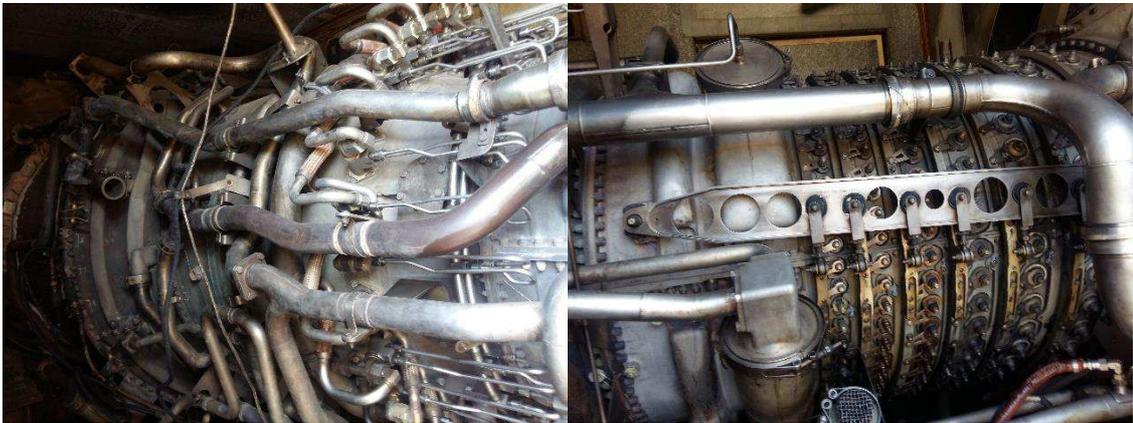
4.3.1 La turbina de generación de la central Miraflores.

La turbina General Electric modelo 7LM2500-PE-MGXG07 usa diésel/gas natural como combustible fue fabricada en 1987 con una potencia aginada de 20 MW y tiene protecciones Woodward Micronet 5453-278.

El generador BRUSH modelo BDAX62-170ER fabricado en el año 2007 una potencia 32225 KVA la velocidad de rotación es de 3600 (RPM), la Tensión asignada 13800 V, su Intensidad asignada 1349 A y tienes protecciones Beckwith Electric M-3425.

Se inició su construcción el 15 de noviembre del 2009 su construcción finalizó 24 de diciembre del 2009 y entro en operación comercial el 15 de enero del 2010.

Ilustración 49: Turbina de la central Miraflores.



Fuente: Autor.

4.3.1.1 Centro de transformación de la turbina.

El centro de transformación de la turbina tiene un transformador de 30 MVA con tensiones nominales de 13.8/69 KV este se conecta a la subestación Manta 1 y Manta 4.

Ilustración 50: Subestación de la turbina Miraflores.



Fuente: Autor.

4.3.1.2 Centro de transformación de los servicios auxiliares.

Está compuesta por un transformador de 500 KVA, relación de transformación 13.8 KV - 480 V fabricado por la General Electric del modelo M123385.

Ilustración 51: Transformador General Electric de 500 KVA.



Fuente: Autor.

Un pequeño de 37 ½ KVA con relación de transformación de 480 V a 240V

4.3.1.3 Sala de control

La sala de control de la turbina está compuesta por dos parte la del control local y la del control remota o de monitoreo donde se verifican los parámetros de la maquina

mediante un sistema SCADA desde ahí se controla la turbina, las celdas, la gestión de combustible, la exportación de energía y los servicios auxiliares.

Ilustración 52: Tableros de control de la generación de la turbina y de la sincronización.



Fuente: Autor.

4.3.1.4 Sistema de almacenaje de combustible.

Dos depósitos de diésel uno de 1221 m³ y otro de 572 m³ estos depósitos son los que abastecen a la turbina.

Ilustración 53: Tanques de almacenamiento de diésel.



Fuente: Autor.

4.3.1.5 Generación de la turbina Miraflores en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

La generación de la turbina de Miraflores es muy baja debido al combustible que utiliza (diésel). En la tabla 10 se puede ver que en los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre son los meses que más se genera energía por esta turbina.

Tabla 10: Generación de electricidad de la Turbina Miraflores en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Generación de electricidad de la Turbina de Miraflores GWH			
	2014	2015	2016
ENERO	2,95	1,10	8,86
FEBRERO	7,42	0,49	1,96
MARZO	1,39	0,42	1,30
ABRIL	2,30	0	1,03
MAYO	0,38	0,69	0,00
JUNIO	0,91	0,65	0,02
JULIO	0,48	0,20	0,00
AGOSTO	0	0,31	0,30
SEPTIEMBRE	0,82	0,82	0,51
OCTUBRE	1,16	2,07	
NOVIEMBRE	3,86	4,11	
DICIEMBRE	0,73	6,64	
total GWH	22,40	17,49	13,98

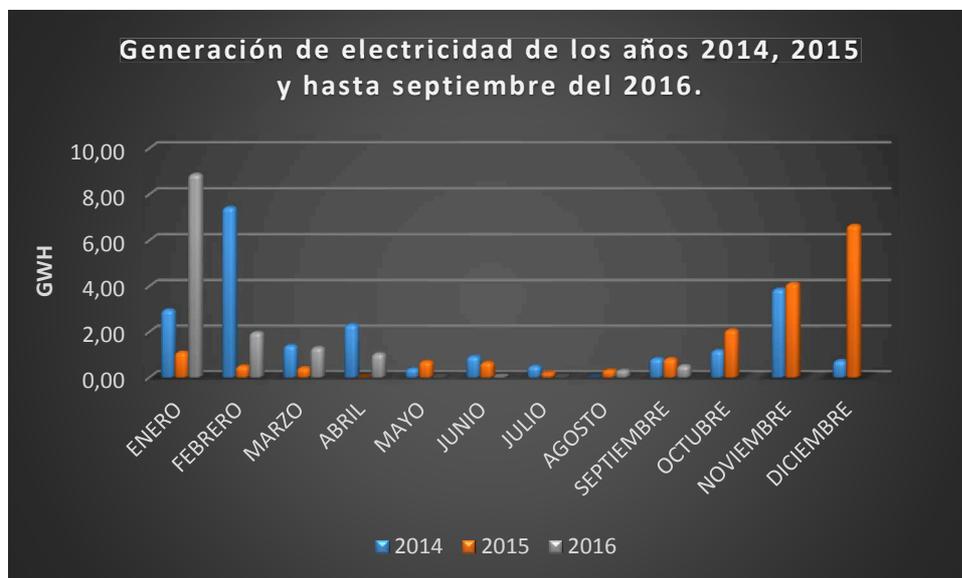


Gráfico 28: Generación de electricidad de la Turbina Miraflores en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

4.3.1.6 Horas de utilización de la turbina Miraflores durante los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

La horas de utilización de la turbina de Miraflores es muy baja en comparación con la de la central Manta II, Es decir si el total de horas de la central Manta II es de 5704 horas en el año 2014 y 1148 horas de la turbina hay una notable diferencia al cuanto el números de horas de utilización. Además como se aprecia en la tabla 11 que en los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre son los meses que más horas registra.

Tabla 11: Horas de utilización de la Turbina Miraflores en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

HORAS DE UTILIZACION DE LA UNIDAD TM2500 CENTRAL TURBINA TG-1			
	2014	2015	2016
ENERO	167,00	7,59	501,80
FEBRERO	417,88	29,96	116,42
MARZO	83,67	24,05	71,87
ABRIL	36,22	0,00	15,35
MAYO	24,70	44,99	0,00
JUNIO	24,45	41,21	1,00
JULIO	31,86	13,70	0,00
AGOSTO	0,00	21,79	18,30
SEPTIEMBRE	52,24	46,13	24,27
OCTUBRE	64,43	116,35	
NOVIEMBRE	204,08	227,52	
DICIEMBRE	41,60	378,00	
Total	1148,13	951,29	749,01

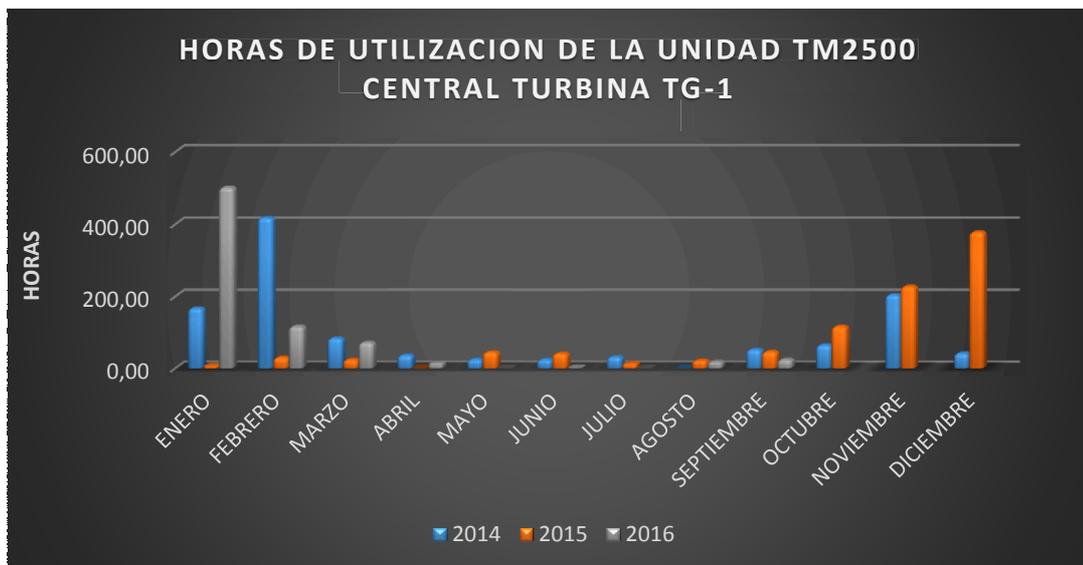


Gráfico 29: Horas de utilización de la Turbina Miraflores en los años 2014, y hasta septiembre del 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

4.3.1.7 Generación diaria del mes de abril del año 2016.

La turbina de Miraflores en el mes de abril del 2016 generó muy poco esto debido a que el trailer del generador y el de la turbina sufrieron un desalineamiento por el terremoto del 16 de abril del 2016 dejando fuera de servicio la turbina hasta el 23 de junio.

Tabla 12: Generación de la Turbina Miraflores en el mes de abril del año 2016.

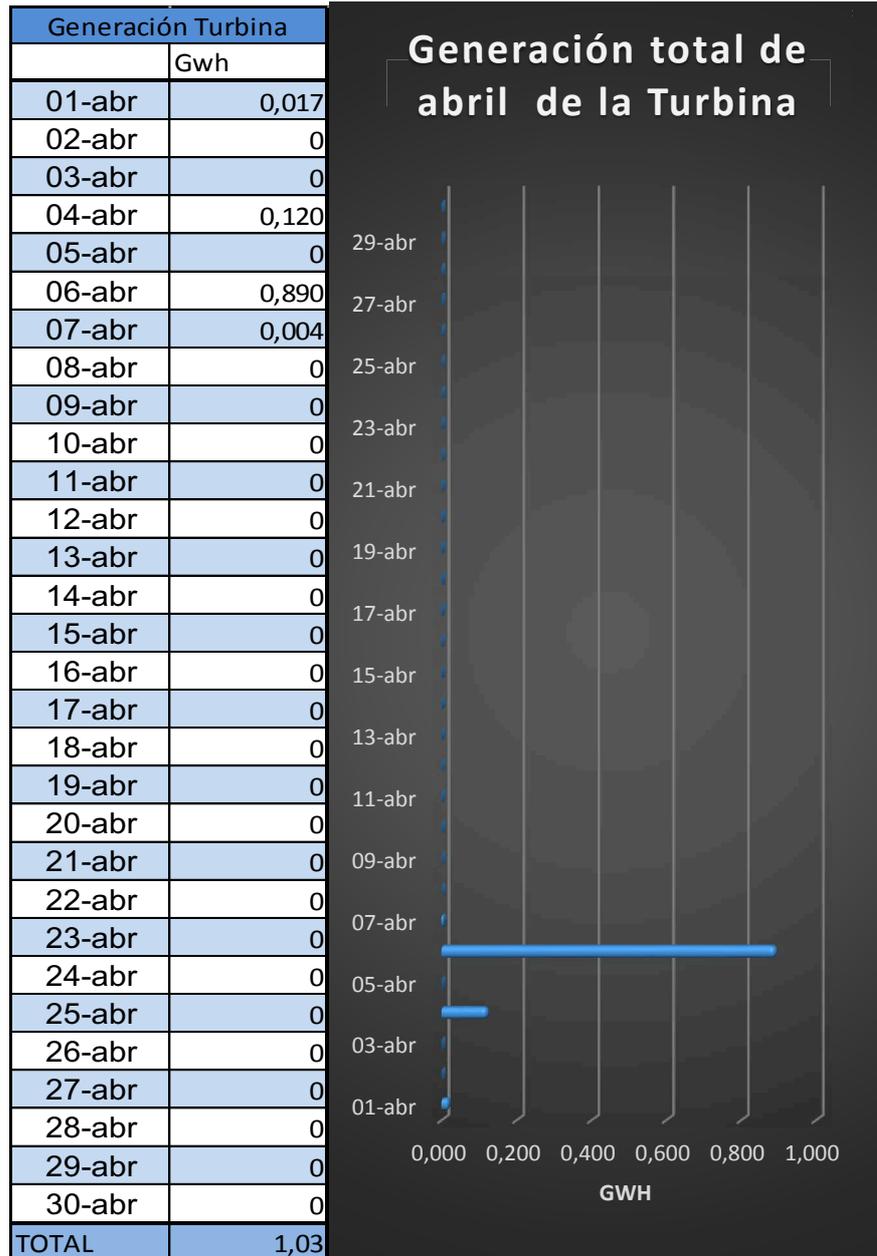


Gráfico 30: Generación de la turbina Miraflores en el mes de abril del año 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

4.3.1.8 Factor de planta de la turbina Miraflores en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

El factor de planta de la turbina de Miraflores se muestra en la tabla 13 y como se puede apreciar es muy bajo en los meses de marzo hasta octubre.

Tabla 13: Factor de planta de la turbina Miraflores en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Factor de planta de la turbina de Miraflores.			
	2014	2015	2016
ENERO	20,47	7,61	61,51
FEBRERO	51,55	3,41	13,62
MARZO	9,63	2,91	9,02
ABRIL	16,00	0,00	7,16
MAYO	2,61	4,81	0,03
JUNIO	6,34	4,50	0,11
JULIO	3,36	1,39	0,03
AGOSTO	0,00	2,17	2,09
SEPTIEMBRE	5,68	5,66	3,52
OCTUBRE	8,09	14,36	
NOVIEMBRE	26,80	28,54	
DICIEMBRE	5,04	46,13	

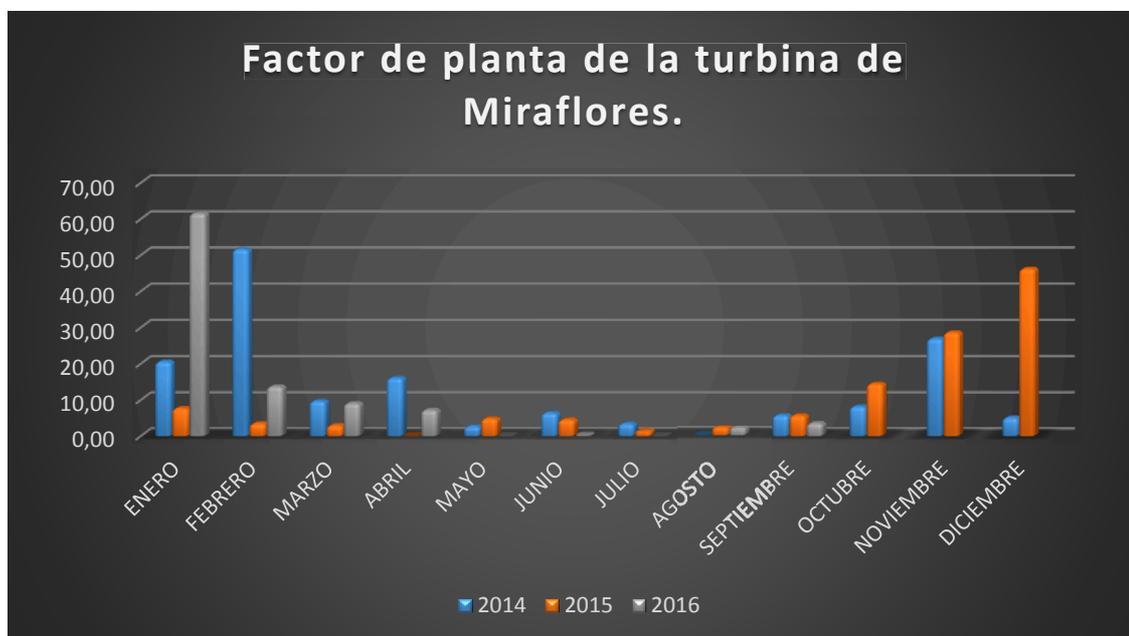


Gráfico 31: Factor de planta de la turbina Miraflores en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

4.3.1.9 Afectaciones de la turbina de Miraflores por el terremoto del 16 de Abril del 2016.

La turbina de Miraflores al ser una central móvil y estar compuesta por varios trailer solo sufrió desalineación del trailer de la turbina y el trailer del generador.

Esta afectación se presentó porque el lugar donde se asentaron los trailer no fueron preparados adecuadamente el terreno como se ve en la ilustración 56 no tiene una base de concreto armado por lo que lo los apoyos de uno de los trailer presento desnivel que ocasiono este desalineamiento de la turbina con el generador.

Ilustración 54: Instalación de la turbina de Miraflores compuesto por cuatro tráiler (el de la turbina, el del generador, el de los gases de escapes y el de la sala de control local).



Fuente: Autor.

Para corregir esta afectación se realizó alineamientos de tráiler con teodolito, alineamiento turbina generador con equipo de alineación electrónico por láser con certificación del fabricante por parte de empresa certificada en alineación de turbinas (TransCanada).

Estas correcciones se las realizaron desde el 16 de abril 2016 día del terremoto hasta el 23 de junio del 2016 que se declaró disponible a las 2:52pm.

Los trabajos finales de alineación realizados por TransCanada se realizaron desde el jueves 16 de junio del 2016 hasta el lunes 20 de junio del 2016.

4.3.2 Los grupos electrógenos de la central Miraflores.

Esta central comenzó su construcción en 1970 y se culminó su construcción en 1972 y en 1972 inicio su operación comercial, está en la actualidad cuenta con ocho motores seis de la marca General Motors y dos de la marca Mitsubishi.

Los seis motores General Motors (No.8, No.13, No.14, No.16, No.18, No.22), estos motores de los modelos S 20 E4 (No.13, No.14), 20-645-E4 (No.8, No.16, No.18, No.22), los seis generadores de modelos A20C1 (No.8),, A20C (No.13, No.14), A20-T24 (No.16), AB20-24 (No.18), AB20-24 (No.22), son refrigerados por agua.

Ilustración 55: Uno de los seis motores General Motors de la central Miraflores.



Fuente: Autor.

Fabricados en los años: 1972 (No.8), 1978 (, No.13, No.14 y No.16), 1979 (No.18 y No.22), con una potencia de 2.5 MW para los seis generadores, la velocidad de rotación

del grupo es de 900 (RPM), la Tensión asignada 4100 V - 4300 V, e Intensidad asignada 240 A - 280 A para cada generador.

Los dos motores Mitsubishi (No.11, No.12) de modelo MAN 16V40/54 fabricados en 1978 que usa combustible diésel No.2 tiene la posibilidad de trabajar con una mezcla de diésel No.2 con Fuel Oil No.6 la cual es de 70% de bunker y el 30% de diésel reduciendo su costo de producción. Su Refrigeración es por agua.

Los dos generadores Mitsubishi (No.11, No.12), estos generadores de imanes permanente fabricados en el año 1978 con una potencia de 6 MW para cada uno de los dos generadores, la velocidad de rotación del grupo es de 400 (RPM), la Tensión asignada 13800V, e Intensidad asignada 190 A - 200 A para cada uno de ellos.

Las protecciones que tienes es para: la sobrevelocidad, Baja presión de combustible, alta temperatura de aceite de salida del motor, alta temperatura de cojinetes de bancada.

4.3.2.1 Centro de transformación

La bahía baja tiene tres transformadores elevadores de 5 MVA cada uno con las tensiones nominales de 4.16/13.8KV refrigerado en aceite, de estos transformadores sale la energía hacia la subestación Manta 1.

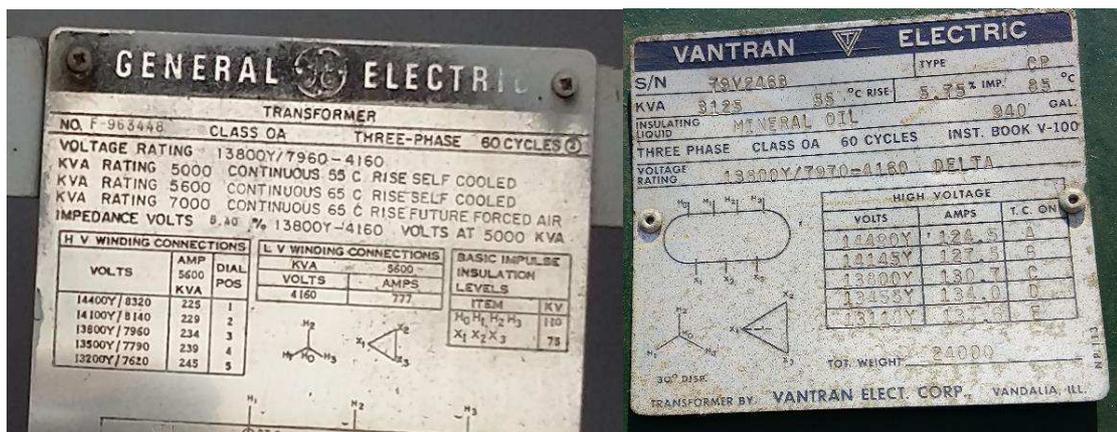
Ilustración 56: Transformadores y placa de características de unos de los transformadores de la bahía baja de la central Miraflores.



Fuente: Autor.

La bahía superior tiene dos transformadores elevadores uno de ellos de 5 MVA de la marca General Motors con las tensiones nominales de 4.16/13.8KV refrigerado en aceite y otro transformador es de 3.15 MVA de la marca Vantran Electric con las tensiones nominales de 4.16/13.8KV refrigerado en aceite de estos transformadores sale la energía hacia la subestación Manta 1.

Ilustración 57: Placas de identificación de los transformadores de la bahía superior de la central Miraflores.



Fuente: Autor.

La casa de máquinas primaria estas máquinas Mitsubishi generan a 13.8 KV y directamente se sincronizan con la subestación de Manta 1.

4.3.2.2 Centro de transformación de los servicios auxiliares.

Está compuesta por un transformador de 100 KVA, relación de transformación 13.8/0,44KV/60 Hz. Esto al igual para las demás áreas de control todas tiene una.

4.3.2.3 Salas de control.

La sala de control de bahía baja está compuesto por todo el equipamiento de maniobra y de control para arrancar y verificar el adecuado funcionamiento de las máquinas y donde se hacer el sincronismo con la red esto al igual con la bahía superior y la casa de máquinas primaria.

Ilustración 58: Sala de control y de sincronización del motor General Motors (No.18) de la central Miraflores.



Fuente: Autor.

Ilustración 59: Sala de control y de sincronización de los motores Mitsubishi (No.11 y No.12) de la central Miraflores.



Fuente: Autor.

4.3.2.4 Sistema de almacenaje de combustible.

Compuesto por dos depósitos de bunker de 200 m³ cada uno que reciben combustible. Uno depósito de 150 m³ y otro 229 m³ que suministran combustible diésel a los motores ya purificado a las dos bahías de máquinas y la casa de máquinas primaria.

Ilustración 60: Tanque de almacenamiento de combustibles.



Fuente: Autor.

Dos depósitos de aceite de 52 que es el aceite que usan las máquinas para su reposición o cambio del mismo.

Ilustración 61: Tanque de almacenamiento de aceite limpio.



Fuente: Autor.

Además la central tiene depósitos de agua para realizar la purificación de los combustibles y los residuos de esta combustibles se depositan en un tanque de lodos para su evacuación posterior.

Un depósito de 57 m³ donde se almacena el agua ya purificada que es utilizada para los radiadores.

Otro depósito de agua para las instalaciones de contra incendio.

Además la central tiene un sistema de aire comprimido para realizar el arranque de los motores (arranque neumático).

Ilustración 62: Sistema de aire comprimido.



Fuente: Autor.

4.3.2.5 Generación de los grupos electrógenos de la central Miraflores en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

La generación de los ocho grupos electrógenos de la central Miraflores en los últimos tres años como se muestra en la tabla 14 es muy baja para lo que podría generar, por ejemplo si la planta es de 20.4 MW y si trabajaría las 24 horas del día por 30 días la energía de la central sería 14.69 GWH al mes y al año sería 178.70 GWH año

Tabla 14: Generación de electricidad de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016, en GWH.

Generación de los grupos electrógenos de Miraflores			
	2014	2015	2016
ENERO	3,42	2,28	5,94
FEBRERO	5,72	1,84	1,84
MARZO	4,10	1,59	0,51
ABRIL	3,26	2,13	1,49
MAYO	1,00	1,06	0,05
JUNIO	1,81	1,44	0,05
JULIO	0,67	0,66	0
AGOSTO	0,48	1,18	0,32
SEPTIEMBRE	2,52	4,12	0,22
OCTUBRE	2,00	2,30	
NOVIEMBRE	6,37	3,17	
DICIEMBRE	4,30	5,44	
total GWH	35,65	27,20	10,43

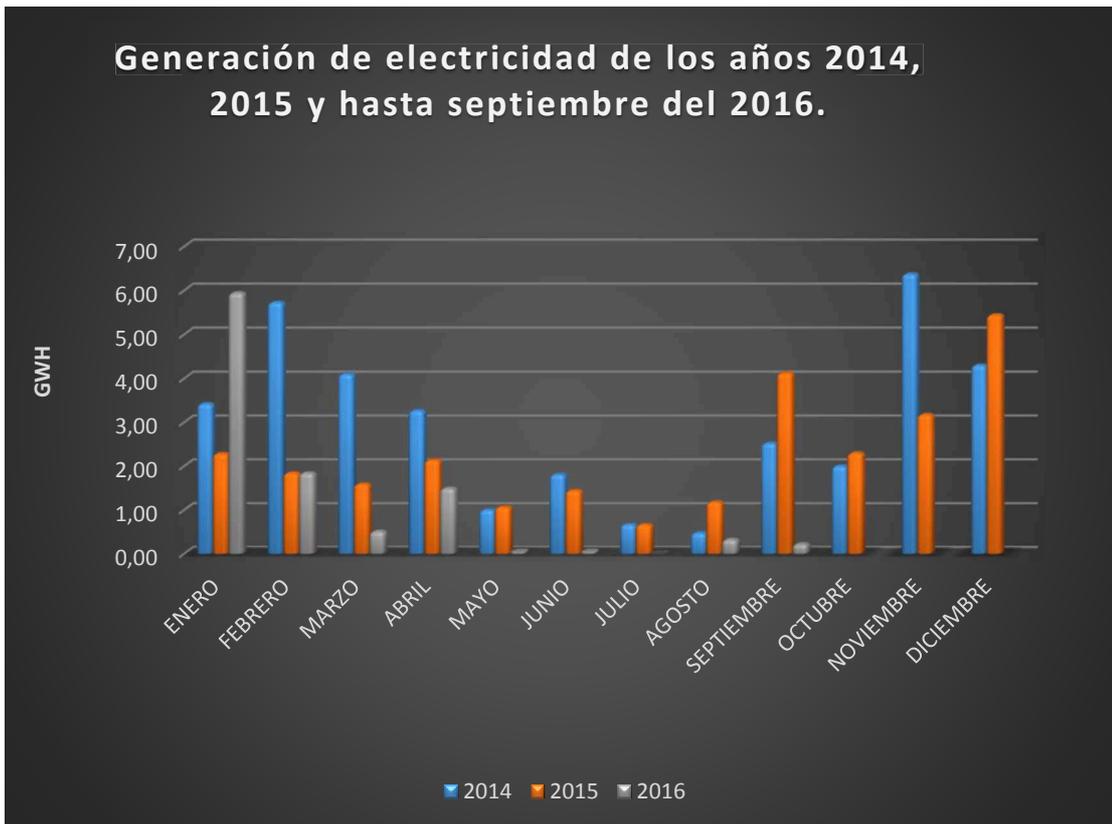


Gráfico 32: Generación de electricidad de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

4.3.2.6 Horas de utilización de cada grupo electrógeno de la central Miraflores durante los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

La central de Miraflores registra un número de horas muy bajo por cada unidad en los últimos tres años siendo los motores Mitsubishi que registran la mayor cantidad de horas en estos años, en la tabla 15 registran las horas de cada unidad.

Tabla 15: Horas de generación de electricidad de cada unidad en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

HORAS DE GENERACIÓN DE CADA UNIDAD			
	2014	2015	2016
# 8	372:05:00	534:05:00	470:13:00
# 13	377:39:00	619:17:24	536:06:00
# 14	457:58:00	705:08:00	589:05:00
# 11	2697:24:12	2128:40:00	824:55:00
# 12	4472:23:00	2588:59:12	0:00:00
# 16	329:49:00	575:07:00	461:13:00
# 18	338:49:00	582:03:00	543:55:00
# 22	305:18:00	630:46:00	526:47:00

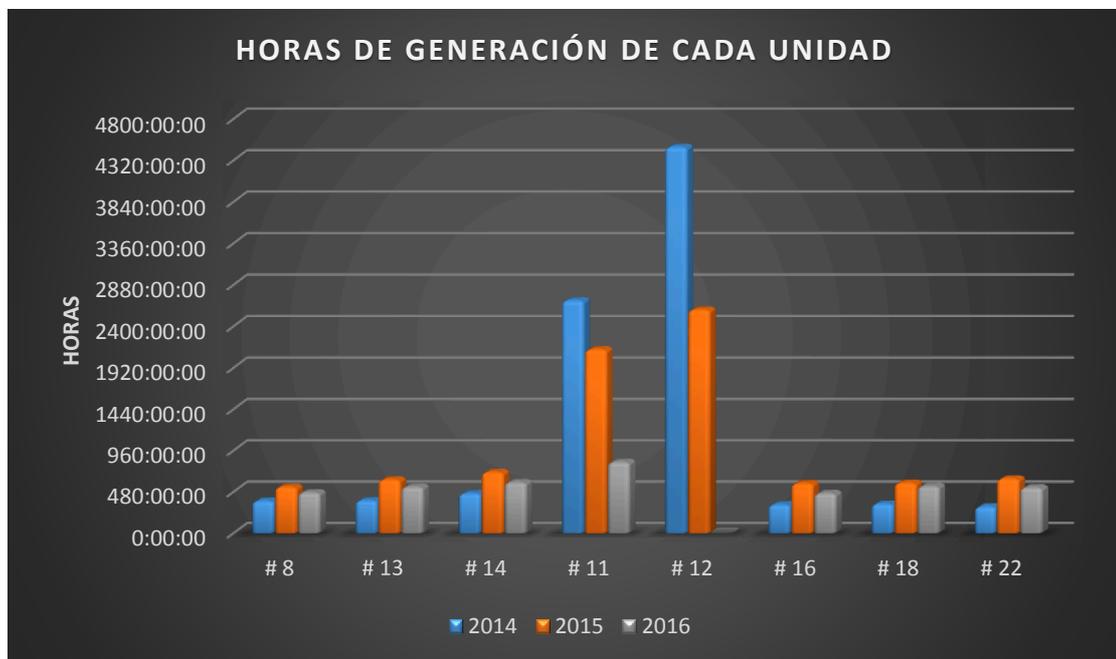


Gráfico 33: Horas de generación de electricidad de cada unidad en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

5.3.2.7 Generación de los grupos electrógenos diaria del mes de abril del año 2016.

En la central de Miraflores como y se detalló anteriormente hay ocho motores y una turbina en el grafico 34 solo se utilizó datos la energía generadas por esto ocho motores.

Aunque los motores de la central Miraflores no sufrieron daños por el terremoto del 16 de abril la central solo registra 6 días de generación.

Tabla 16: Generación de los motores de La central Miraflores en el mes de abril del año 2016.



Gráfico 34: Generación de electricidad del mes de abril del año 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor

4.3.2.8 Factor de planta de los grupos electrógenos de la central Miraflores en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

El factor de planta de la central Miraflores en el año 2016 en muy bajo solo en enero es que registro cerca del 40% de su máxima capacidad de generación en un mes. En la tabla 17 de registran el factor de planta de cada mes de los últimos tres años.

Tabla 17: Factor de planta de los motores de la central Miraflores en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Factor de planta de los grupos electrógenos de Miraflores			
	2014	2015	2016
ENERO	23,28	15,53	40,45
FEBRERO	38,98	12,53	12,53
MARZO	27,88	10,80	3,46
ABRIL	22,23	14,52	10,15
MAYO	6,81	7,23	0,34
JUNIO	12,33	9,80	0,36
JULIO	4,54	4,51	0,00
AGOSTO	3,24	8,01	2,21
SEPTIEMBRE	17,16	28,04	1,50
OCTUBRE	13,61	15,63	
NOVIEMBRE	43,37	21,58	
DICIEMBRE	29,26	37,03	

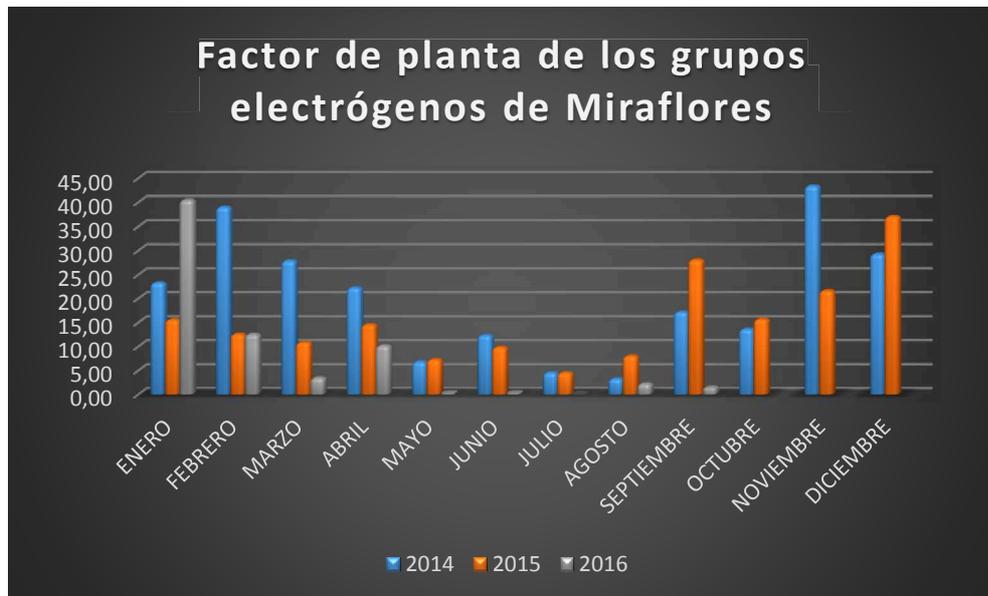


Gráfico 35: Factor de planta de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

4.3.2.9 Afectaciones de las bahías de los motores de generación de la central Miraflores por el terremoto del 16 Abril del 2016.

La central Miraflores de Manta en sus unidades generadoras no sufrieron afectaciones, las afectaciones que tuvo la central fueron en su infraestructura que la protege de la intemperie siendo las siguientes afectaciones:

Las bahías superior y baja, sufrieron afectaciones estructurales en las cubiertas y paredes donde se encuentran las unidades generadoras.

En la casa de máquinas primaria donde están las máquinas Mitsubishi tuvo afectaciones en la cubierta y descarrilamiento del puente grúa.

Ilustración 63: Puente grúa de la central Miraflores.



Fuente: Autor.

Para corregir los daños de las instalaciones de la central se realizó contratación de un servicio externo para dejar en correcto funcionamiento el puente grúa en un tiempo de tres meses.

4.4 Central de generación eléctrica Pedernales.

La central termoeléctrica Pedernales se encuentra ubicada en la provincia de Manabí en el cantón de Pedernales entre la calles Pedernales y Velasco Ibarra y la avenida 3 de Noviembre, esta central comenzó su construcción en el 2008 y en el mismo año finalizó su construcción e inició su operación comercial. Tiene dos grupos electrógenos (No.10, No.15) cada uno de 2.5 MW de potencia dando una capacidad instalada nominal de 5 MW.

Ilustración 64: Ubicación de la central Pedernales.



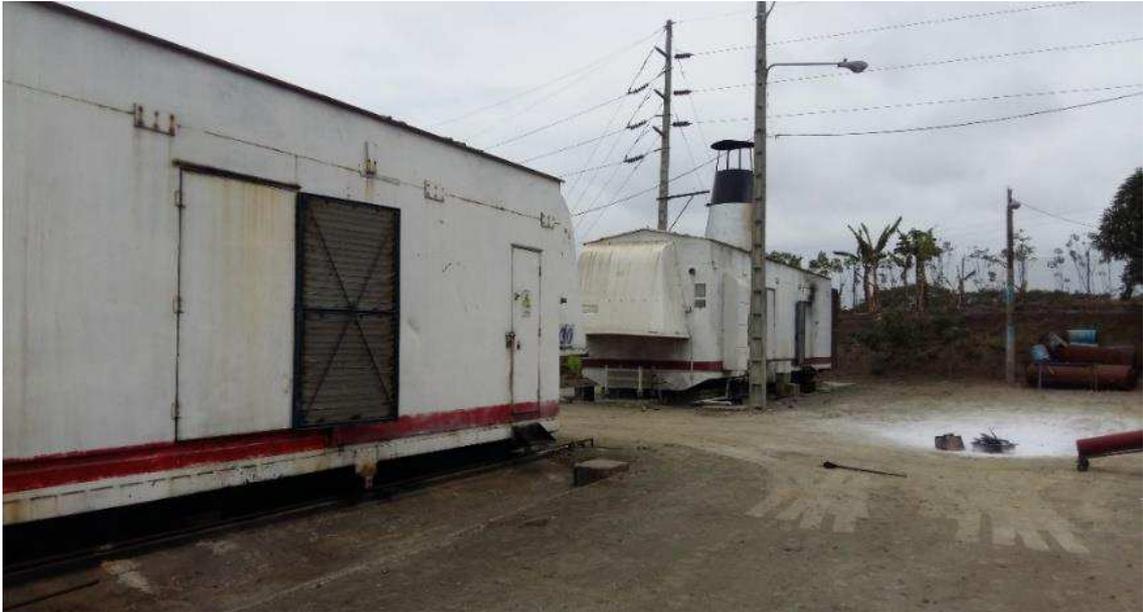
Fuente: Google Earth Elaboración: Autor.

La potencia instalada en la central de Pedernales es de 5 MW, sin embargo la potencia que se genera es de 4 MW cuanto está al 80% de su capacidad máxima de funcionamiento así se garantiza el adecuado funcionamiento de los motores y de los generadores. La producción de la energía de la central es solicitada por el CENACE.

4.4.1 Grupos electrógenos.

La Planta de generación está compuesta por dos motores General Motors de combustión interna fueron fabricados en los años 1977 (No.10), 1971 (No.15) del modelo S 20 E4, el combustible que usa es Diésel No.2 y son refrigerados por agua.

Ilustración 65: Los dos contenedores donde se encuentra las unidades de generación.



Fuente: Autor.

Los dos generadores General Motors fabricados en los años 1977 (No.10), 1971 (No.15) del modelo A20C con una potencia de 2.5 MW para cada generadores, la velocidad de rotación del grupo es de 900 (RPM), la tensión asignada 4100 V - 4300 V, e intensidad asignada 240 A - 280 A para cada generador.

Las protecciones que tienes es para: la sobrevelocidad, baja presión de combustible, alta temperatura de aceite de salida del motor, alta temperatura de cojinetes de bancada.

4.4.2 Centro de transformación

El centro de transformación tiene un transformador elevador de 5 MVA con las tensiones nominales de 4.16 KV/34.5 KV en aceite refrigerante.

Ilustración 66: Transformador 5 MVA de la central Pedernales.



Fuente: Autor.

La subestación uno de CNEL Santo Domingo tiene un transformador elevador de 10 MVA con las tensiones nominales de 34.5 KV/69 KV en aceite refrigerante. De esta subestación sales cuatros alimentadores (Jama, Centro, Malecón y Cojimies).

Ilustración 67: La subestación uno de CNEL Santo Domingo de 10 MVA (34.5 KV/69 KV).



Fuente: Autor.

4.4.3 Centro de transformación de los servicios auxiliares.

El centro de transformación de los servicios auxiliares está compuesta por tres transformadores de 25 KVA, relación de transformación 34.5KV a 0.120, 0.240 KV.

Ilustración 68: Banco de transformadores 75 KVA (34.5 KV/0.120, 0.240 KV).



Fuente: Autor.

4.4.4 Sala de control.

Está compuesto por todo el equipamiento de control de la central térmica de 4 MW. Desde ahí solo se puede hacer el sincronismo de la transferencia y observar ciertos parámetros de la generación.

Ilustración 69: Tableros de sincronización de las unidades (No.10 y No.15).



Fuente: Autor.

4.4.5 Sistema de almacenaje de combustible.

Compuesto por un depósito de diésel de (62 m³). Este combustible ya viene purificado y solo pasan por unos filtros que se encuentran en cada suministro de combustible de los dos grupos electrógenos.

El abastecimiento de aceite para los motores le lo hace a través de tanques de 55 galones y la reposición de aceite o el cambio de su totalidad del aceite se lo hacen a mano con recipientes.

Ilustración 70: Tanques de aceites.



Fuente: Autor.

La central tiene un depósito 5000 litros y otro de 1100 litros de agua purificada que almacena el agua tratada por la purificadora para después realizar reabastecer a los radiadores.

Ilustración 71: Tanques almacenamiento de agua.



Fuente: Autor.

Además la central tiene un depósito aire comprimido para realizar el arranque de los motores de los combustibles, esta consta de un motor de corriente alterna y otro motor de combustión interna que usa combustible diésel este último se utiliza en caso que falle la electricidad y se necesite hacer el arranque de los motores.

4.4.6 Generación de la central térmica Pedernales en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

La generación de la central Pedernales en el año 2015 se incrementada casi tres veces en comparación al año 2014 mientras que en el año 2016 se ve reducida significativamente en comparación al año pasado como se puede ver en el grafico 36.

Tabla 18: Generación de la central Pedernales en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Generación de electricidad de la central Pedernales en GWH			
	2014	2015	2016
ENERO	0,08	2,28	0,70
FEBRERO	0,43	0,05	0,26
MARZO	0,22	0,00	0,07
ABRIL	0,15	0,05	0,14
MAYO	0,13	0,10	0,01
JUNIO	0,10	0,11	0,01
JULIO	0,07	0,02	0,03
AGOSTO	0,04	0,02	0,11
SEPTIEMBRE	0,03	0,10	0,09
OCTUBRE	0,08	0,27	
NOVIEMBRE	0,33	0,62	
DICIEMBRE	0,09	1,38	
Total GWH	1,76	5,02	1,43

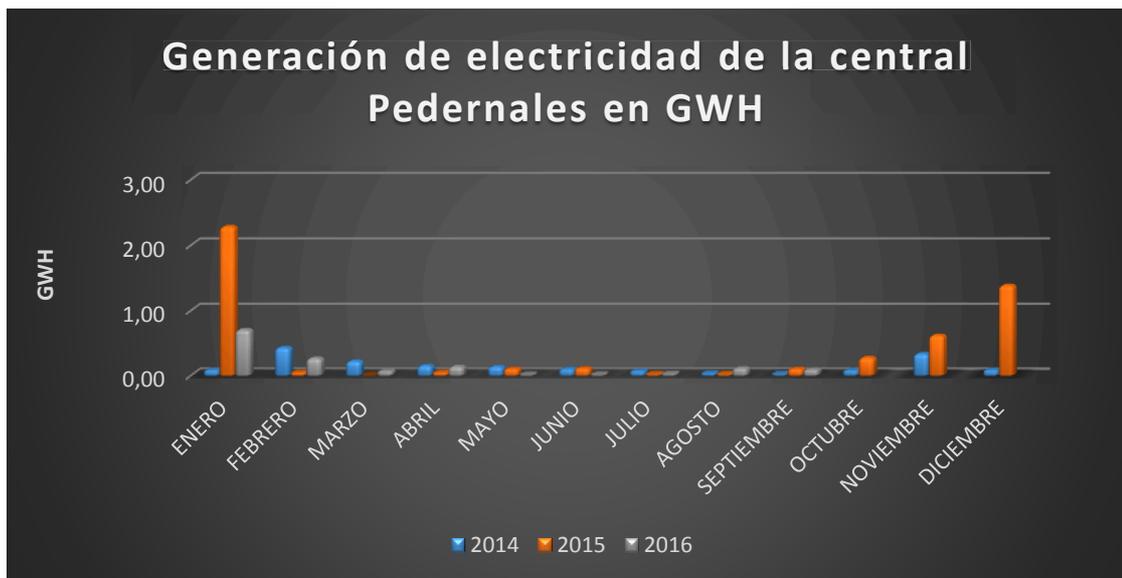


Gráfico 36: Generación de la central Pedernales en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

4.4.7 Horas de utilización de cada grupo de generación de la central Pedernales durante los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

La central Pedernales registra un bajo número de horas en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del años 2016, siendo en el 2015 que las dos unidades tuvieron un incremento en las hora utilización y en el año 2016 la unidad numero 10 estuvo en

mantenimiento por lo que no registra muchas horas. En la tabla 19 se registran las horas utilización de las dos unidades de generación.

Tabla 19: Horas de utilización de cada grupo de generación durante los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

HORAS DE GENERACIÓN DE CADA UNIDAD			
	2014	2015	2016
# 10	450:27:00	712:13:00	64:56:00
# 15	470:46:00	742:42:00	704:07:00

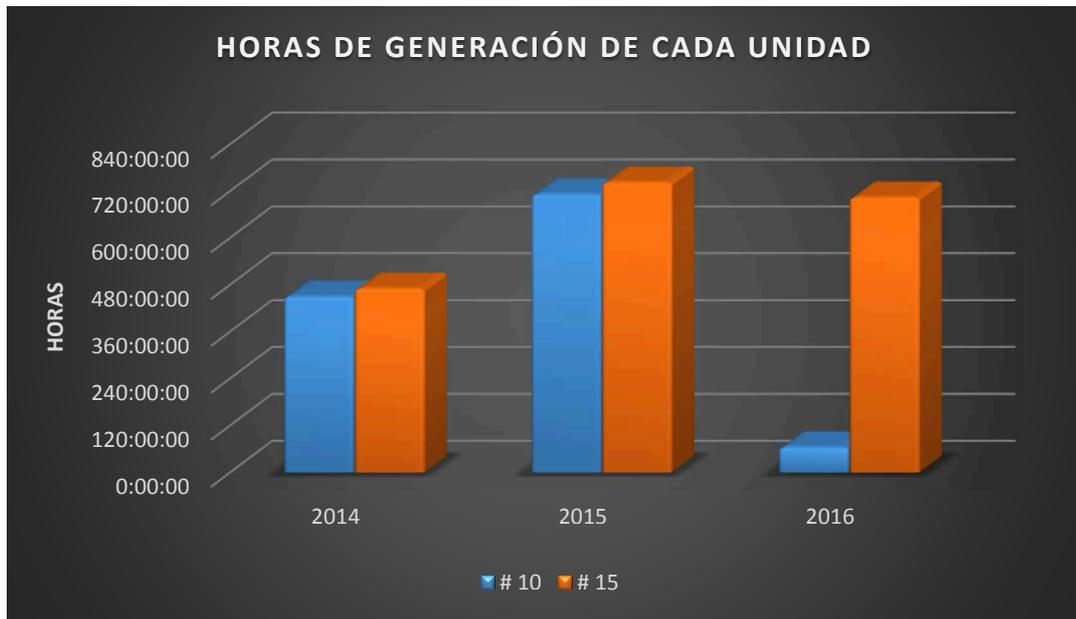


Gráfico 37: Horas de utilización de cada grupo de generación de la central Pedernales durante los años 2014, y hasta septiembre del 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

4.4.8 Generación diaria del mes de abril del año 2016.

La generación en el mes de abril del año 2016 presentada en la tabla 20 muestra que la central no genera todos los días y que durante el terremoto del 16 de abril no estaba generando y que desde el 20 de abril se restauró el servicio de la unidad número 15 que sufrió una afectación en la tubería de combustible.

Tabla 20: Generación diaria del mes de abril del año 2016.



Gráfico 38: Generación diaria del mes de abril del año 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

4.4.9 Factor de planta de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

La central Pedernales en el mes octubre, noviembre y diciembre del año 2015 registra un incremento en su factor de planta en comparación del año 2014, mientras que en el

2016 en los meses de enero febrero se diferencia el factor de planta en relación con el año pasado como se puede ver en el tabla 21.

Tabla 21: Factor de planta de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Factor de planta de la central Pedernales			
	2014	2015	2016
ENERO	2,90	79,21	24,40
FEBRERO	14,82	1,69	9,20
MARZO	7,61	0,10	2,44
ABRIL	5,21	1,73	4,72
MAYO	4,68	3,59	0,36
JUNIO	3,55	3,88	0,47
JULIO	2,51	0,81	0,99
AGOSTO	1,41	0,84	3,96
SEPTIEMBRE	1,01	3,56	3,17
OCTUBRE	2,78	9,50	
NOVIEMBRE	11,55	21,36	
DICIEMBRE	2,97	48,03	

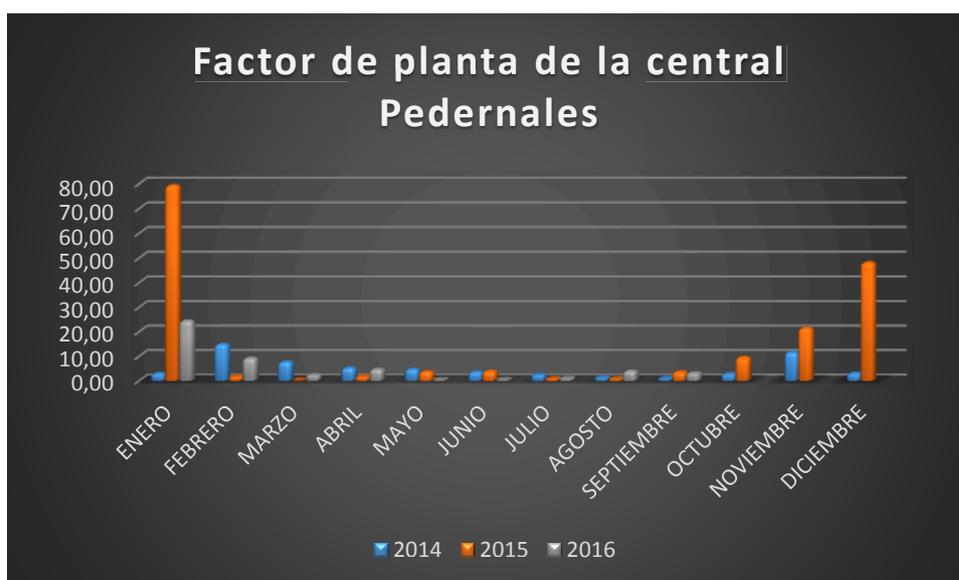


Gráfico 39: Factor de planta de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Fuente: (CELEC EP TERMOESMERALDAS, Octubre 2016) Elaboración: Autor.

4.4.10 Afectaciones de la central Pedernales por el terremoto del 16 Abril del 2016.

La central Pedernales al estar en la zona del epicentro del terremoto del 16 de Abril del 2016 fue la más afectada físicamente en comparación con las otras centrales de

generación de electricidad presentando daños en la infraestructura en la sala de control, en las unidades generadoras tuvieron daños en la tubería de combustible por el desplazamiento de los contenedores, el tanque de combustible se desplazó provocado daños en la bomba de combustible y el transformador de 5 MVA (4.16 KV/34.5 KV) tuvo derrame de aceite.

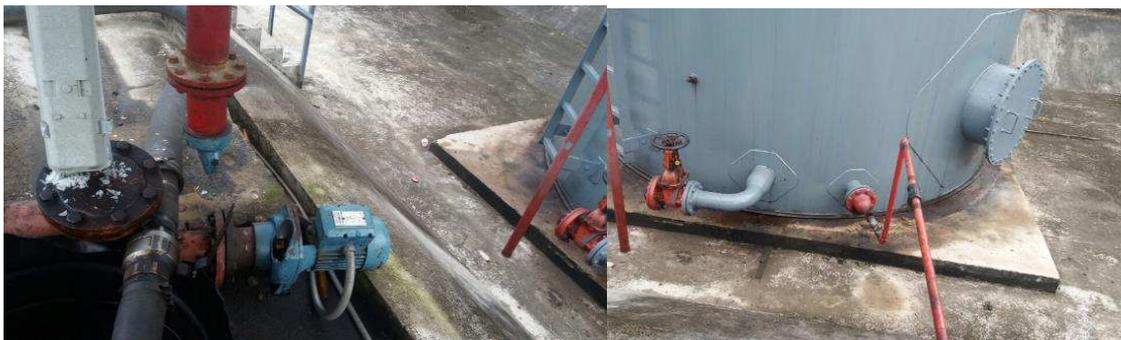
Ilustración 72: Daños de la sala de control.



Fuente: CELEC EP.

Como se ve en la ilustración 73 que el tanque de combustible se desplazó 12 cm ocasionado que la bomba de combustible sufriera daños.

Ilustración 73: Daños de la bomba por el desplazamiento del tanque de combustible.



Fuente: CELEC EP.

En la ilustración 74 se puede apreciar el desplazamiento de 17 cm que tuvo el contenedor de la unidad generadora la cual causa daños en la tubería de combustible.

Ilustración 74: Daños de la tubería de combustible por el desplazamiento del contenedor de la unidad.



Fuente: CELEC EP.

El la ilustración 75 del transformador de potencia de la central se puede ver en la base de mismo como el aceite del radiador del trasformador esta regado en la base.

Ilustración 75: Derrame de aceite del trasformador.



Fuente: CELEC EP.

Los trabajos de reconstrucción, se tomaron medidas sismoresistentes y quedando pendiente el anclaje de las unidades (No.10, No.15) y del tanque de combustible.

4.5 Central de generación eléctrica fotovoltaica Enersol.

La central fotovoltaica Enersol se encuentra ubicada en la provincia de Manabí en el cantón de Jaramijó por la vía E 15 conocida como la vía Manta Rocafuerte esta central fue puesta en operación el primero de noviembre 2013, tiene 2976 paneles solares monocristalino de 170 W cada uno, dando una capacidad instalada de nominal total de la planta de 505.9 KW.

Ilustración 76: Ubicación de la central Enersol.



Fuente: Google Earth Elaboración: Autor.

La potencia instalada en la central Enersol es de 505.9 KW, sin embargo la potencia que genera depende de la radiación del sol que recibe, esta planta genera desde la 6 AM hasta la 6 PM, todos los días de año.

La energía generada por los paneles fotovoltaicos en corriente continua es convertida en alterna por los inversores que a su vez la sincroniza con el alimentador 22 de la subestación Manta II de CNEL EP Manabí e inyectada por un transformador de potencia al mismo alimentador.

4.5.1 Paneles fotovoltaicos.

La Planta de generación está compuesta por 2976 paneles fotovoltaicos de tipo Monocristalino cada panel tiene 60 células que dan una potencia de 170 W, instalados en string formado por 32 paneles en serie. Se dispusieron 93 strings organizados en ocho grupos, cada grupo se conecta en un armario de corriente continua.

Ilustración 77: Paneles de la central Enersol.



Elaboración: Autor.

4.5.2 Armarios de corriente continua.

La central tiene ocho armarios de corriente continua donde se conectan los strings, cada uno de 12 entradas. Los seis primeros grupos emplean sus 12 entradas, el siguientes usa 11 entradas y el restante 10 entradas.

Si se consideran 93 strings por 32 paneles en cada uno de ellos, el producto arroja un valor de 2976 paneles; con una potencia de 170 W por unidad, con una potencia de string de 5440 W.

Ilustración 78: Uno de los ocho armarios de la central Enersol.



Elaboración: Autor.

4.5.3 Inversores.

Los inversores se encuentran en la salas de control la central tiene dos inversores de 250 KW esto reciben la energía agrupadas por los armarios a nivel de tensión entre 450 a 820 V con una tensión máxima admisible de 900 V y una corriente máxima admisible de 591 A.

4.5.4 Sala de control.

En la sala de control de la central Enersol de 500 KW se encuentra los inversores, el transformador de potencia y los tableros de monitoreo.

Las protecciones que poseen cada uno de los inversores están básicamente orientado a evitar el funcionamiento en isla de la planta fotovoltaica en caso de fallo de la red, la planta dejaría de funcionar.

4.5.5 Centro de transformación.

En transformador que tiene la central es de 600 KVA con niveles de tensión de 0,270/13.8 KV 60 Hz.

4.5.6 Generación de la central Enersol en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Tabla 22: Generación de la central Enersol.

Generación de la central Enersol en MWH			
	2014	2015	2016
ENERO	45,61	56,74	45,34
FEBRERO	48,84	53,08	44,38
MARZO	70,47	60,20	59,26
ABRIL	52,94	61,88	43,65
MAYO	56,68	54,07	64,55
JUNIO	50,83	54,49	54,27
JULIO	62,37	48,08	51,48
AGOSTO	57,11	60,46	57,61
SEPTIEMBRE	51,86	48,97	44,43
OCTUBRE	64,24	54,07	0,00
NOVIEMBRE	50,20	44,81	0,00
DICIEMBRE	56,96	50,45	0,00
TOTAL	668,10	647,30	464,98

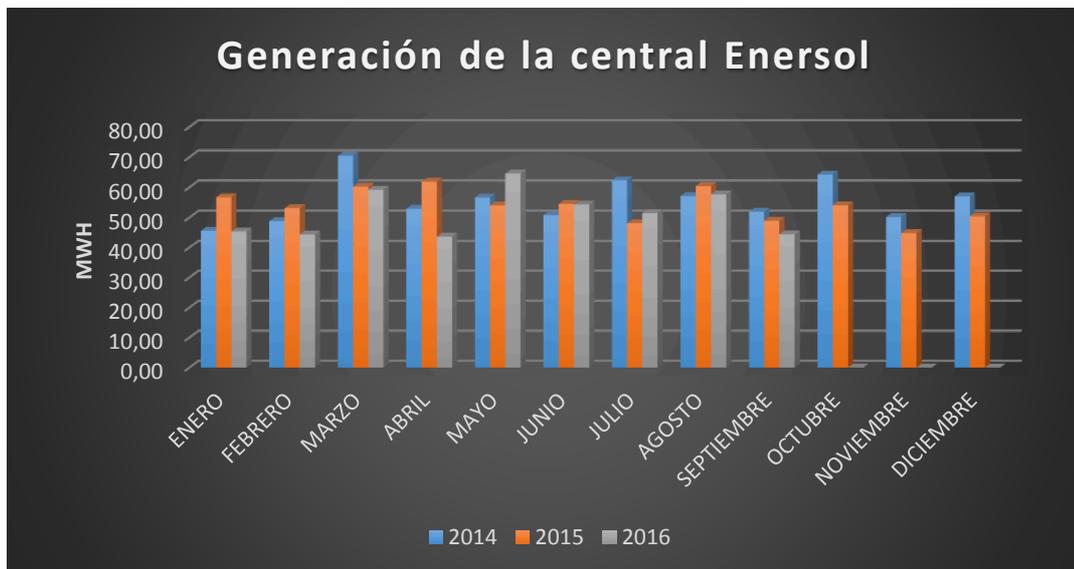


Gráfico 40: Generación de la central Enersol.

Fuente: (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016) Elaboración: Autor.

4.5.7 Horas de utilización de la central Enersol.

Las horas de utilización de central Enersol es de un promedio de 12 horas diarias desde que los paneles comienzan a recibir la radiación solar hasta que anochece esto lo realiza los 365 días del año de no haber fallo en la línea de distribución al que inyecta su energía generada, en la tabla 23 se detalla la generación de 16 de abril del 2016.

Tabla 23: Generación el 16 de abril del 2016 en la central Enersol.



Gráfico 41: Generación el 16 de abril del 2016 en la central Enersol.

Fuente: (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016) Elaboración: Autor.

4.5.8 Generación diaria del mes de abril del año 2016.

La central Enersol en el mes de abril solo dejó de generar seis días debido a que el alimentador de CNEL EP Manabí al cual entrega su energía sufrió daños por el terremoto del 16 de abril del 2016, dejando a la central sin entregar la energía que pudo generar de la radiación solar, en la tabla 24 se puede ver los días que la central Enersol inyectó su energía generada al sistema.

Tabla 24: Generación del mes de abril del 2016 en la central Enersol.

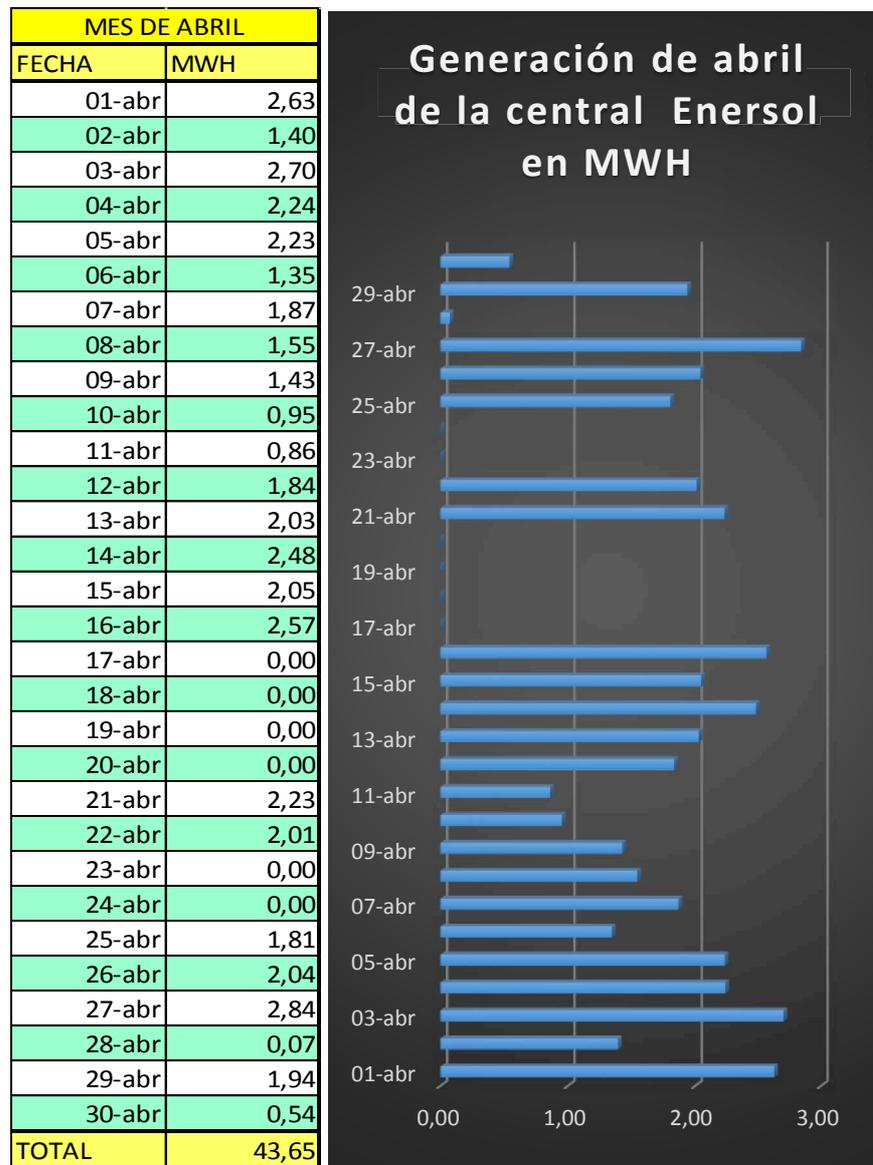


Gráfico 42: Generación del mes de abril del 2016 en la central Enersol.

Fuente: (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016) Elaboración: Autor.

4.5.9 Factor de planta de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

El factor de planta de la central es bajo debido a que la central solo genera de día y la energía generada depende de la cantidad de radiación solar que reciba durante el mes como se registra en la tabla 25.

Tabla 25: Factor de planta de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016 de la central Enersol.

Factor de planta de la central Enersol			
	2014	2015	2016
ENERO	12,67	15,76	12,59
FEBRERO	13,57	14,74	12,33
MARZO	19,58	16,72	16,46
ABRIL	14,71	17,19	12,13
MAYO	15,74	15,02	17,93
JUNIO	14,12	15,14	15,08
JULIO	17,33	13,36	14,30
AGOSTO	15,86	16,79	16,00
SEPTIEMBRE	14,41	13,60	12,34
OCTUBRE	17,84	15,02	0,00
NOVIEMBRE	13,94	12,45	0,00
DICIEMBRE	15,82	14,01	0,00

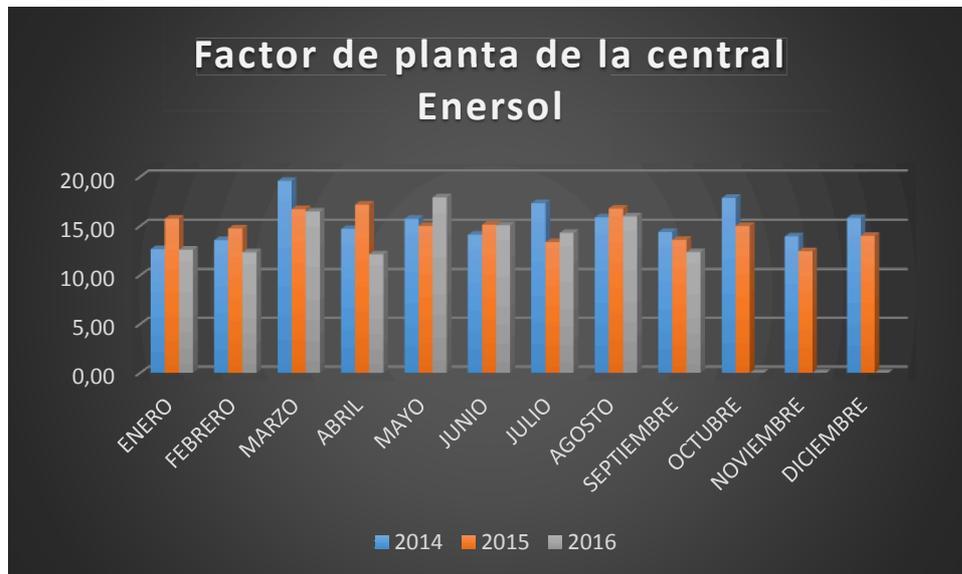


Gráfico 43: Factor de planta de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016 de la central Enersol.

Fuente: (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016) Elaboración: Autor.

4.5.10 Afectaciones de la central Enersol por el terremoto del 16 de Abril del 2016.

La central Enersol del cantón Jaramijó no presentó afectaciones por el terremoto del 16 de abril debido a que en la construcción se tomaron medidas sismoresistente como se ven en la ilustración 79 que le permitieron soportar los movimientos telúricos.

Ilustración 79: Bases de los strings la central Enersol.



Elaboración: Autor.

4.6 Central de generación eléctrica fotovoltaica Cabal Energy.

La central fotovoltaica BRINEFORCORP S.A CABAL ENERGY se encuentra ubicada en la provincia de Manabí en el cantón de San Vicente en el sitio Briceño por la vía Troncal del Pacífico esta central fue puesta en operación el 24 de septiembre del 2014, tiene 4472 paneles de 250 W dando una capacidad instalada de nominal total de la planta de 1.118 KW. La potencia máxima de conexión al alimentador 2 de San Vicente es de 999 KW.

Ilustración 80: Ubicación de la central Energy.



Fuente: Google Earth Elaboración: Autor.

La potencia instalada en la central Cabal Energy es de 1.118 KW, sin embargo la potencia que se genera depende directamente de la radiación del solar que recibe, esta planta genera desde la 6 AM hasta la 6 PM todos los días de año mientras no sufra falla el alimentador donde inyecta su energía generada.

La energía generada por los paneles fotovoltaicos en corriente continua es convertida en alterna por el inversor que a su vez la sincroniza con el alimentador de distribución y es inyectada por un transformador de potencia al mismo alimentador.

4.6.1 Paneles fotovoltaicos.

La Planta de generación está compuesta por 4.472 paneles (módulos) fotovoltaicos de tipo policristalinos cada panel tiene 60 células que dan una potencia de 250 W de modelo YL250p-29b fabricados por Yingli Solar, instalados en string formado por 26 paneles en serie con un valor máximo de tensión de 921,14 V. Se dispusieron 172 strings organizados en ocho grupos, Cada grupo se concentra en un armario de corriente continua (Freesun String Supervisor).

Ilustración 81: Paneles de la central Energy.



Fuente: (ENERGÉTICA XXI, Noviembre 2014).

Si se consideran 172 strings por 26 paneles en cada uno de ellos, el producto arroja un valor de 4.472 paneles; con una potencia de 250 W por unidad, con una potencia de string de 6.500 W. (ENERGÉTICA XXI, Noviembre 2014)

4.6.2 Armarios de corriente continua.

La central tiene ocho armarios de corriente continua donde se conectan los strings, cada uno de 24 entradas. Los cuatro primeros grupos emplean sus 24 entradas, los siguientes dos grupos 20 entradas y los dos restantes 18 entradas. El número de entradas

disminuye conforme la lejanía al Edificio Técnico con el objetivo de reducir la corriente y por tanto la sección del cableado.

4.6.3 Inversor.

El inversor Freesun HESR 1000kVA, formado por 8 módulos de 125 KW se encuentran en la salas de control la central, estos módulos reciben la energía agrupadas por los armarios a nivel de tensión entre 450 a 820 V con una tensión máxima admisible de 900 V y una corriente máxima admisible de 591 A.

4.6.4 Sala de control.

La sala de control de la central Cabal Energy de 1000 KW es de la marca valenciana Power Electronics, empleando un sistema de Edificio Técnico (E.T.) prefabricado de hormigón en cuyo interior se alojan además de las medidas protección en (DC y AC), los ocho módulos del inversor, el transformador de potencia y los tableros de monitoreo.

Las protecciones que posee el inversor están básicamente orientado a evitar el funcionamiento en isla de la planta fotovoltaica en caso de fallo de la red, la planta dejaría de funcionar.

4.6.5 Centro de transformación.

El transformador que tiene la central es de 1100 KVA con niveles de tensión de 0,270/13.8 KV 60 Hz en aceite.

4.6.6 Generación de la central Cabal Energy en MWH en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

La central Cabal Energy comenzó a inyectar su energía el 24 de septiembre del 2014 hasta la actualidad como se registra en la tabla 26 con promedio de 105 MWH mensual, y teniendo la más baja en abril del 2016 de 61.67 MWH sin tomar en cuenta el mes de septiembre del 2014 que inicio su comercializar su energía.

Tabla 26: Generación de la central Cabal Energy en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Generación de la central Cabal Energy en MWH			
	2014	2015	2016
ENERO		111,29	125,38
FEBRERO		101,91	117,92
MARZO		137,07	137,24
ABRIL		141,94	61,67
MAYO		130,42	118,15
JUNIO		115,12	102,73
JULIO		96,47	72,04
AGOSTO		89,05	89,05
SEPTIEMBRE	17,06	111,81	77,28
OCTUBRE	102,46	105,86	
NOVIEMBRE	107,12	118,17	
DICIEMBRE	114,39	130,86	
TOTAL	341,04	1389,97	901,46

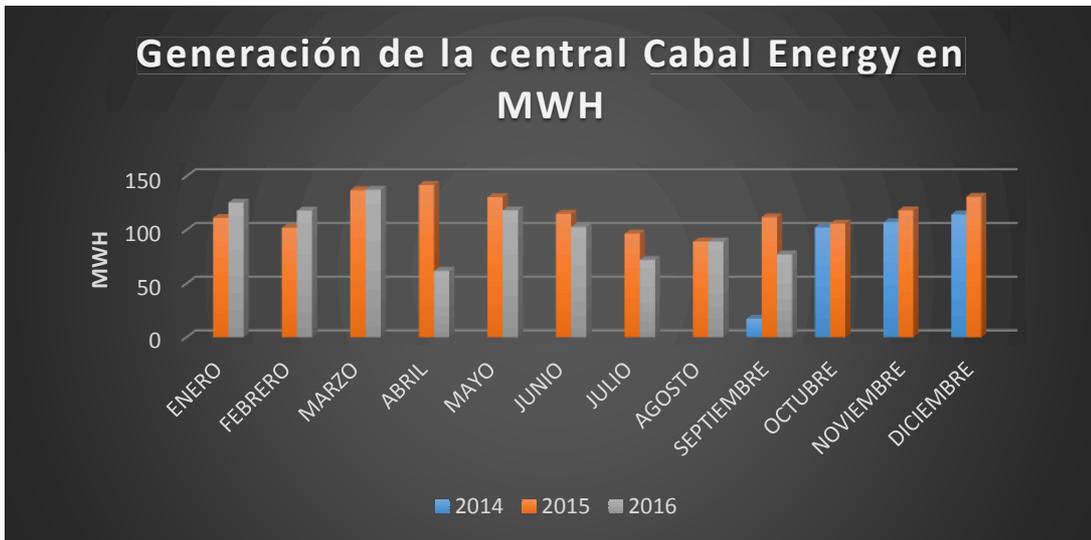


Gráfico 44: Generación de la central Cabal Energy en los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

Fuente: (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016) Elaboración: Autor.

4.6.7 Horas de utilización de la central Cabal Energy.

Las horas de utilización de central Cabal Energy al igual a la central Enersol dependiendo directamente de la radiación solar y de que no falles la línea de distribución donde inyecta su energía generada, en la tabla 27 se detalla la generación del día 16 de abril del 2016.

Tabla 27: Generación del día 16 de abril del 2016 de la central Cabal Energy.

Generación del día 16 de abril del 2016	
Periodo: Cuarto Horario	KWH
6:15	0
6:30	0,01
6:45	2,07
7:00	3,57
7:15	8,37
7:30	23,58
7:45	36,82
8:00	71,12
8:15	76,06
8:30	59,41
8:45	72,43
9:00	90,71
9:15	122,82
9:30	103,87
9:45	109,82
10:00	170,25
10:15	175,23
10:30	120,03
10:45	157,96
11:00	179,36
11:15	199,94
11:30	203,67
11:45	204,56
12:00	206,00
12:15	206,09
12:30	189,06
12:45	207,41
13:00	203,93
13:15	199,96
13:30	196,44
13:45	192,90
14:00	188,58
14:15	183,17
14:30	177,14
14:45	169,67
15:00	161,41
15:15	154,15
15:30	144,33
15:45	132,15
16:00	124,64
16:15	119,12
16:30	127,41
16:45	116,03
17:00	87,39
17:15	69,68
17:30	36,88
17:45	15,38
18:00	8,35
18:15	4,73
18:30	3,08
18:45	0,02
19:00	0
TOTAL	5816,72

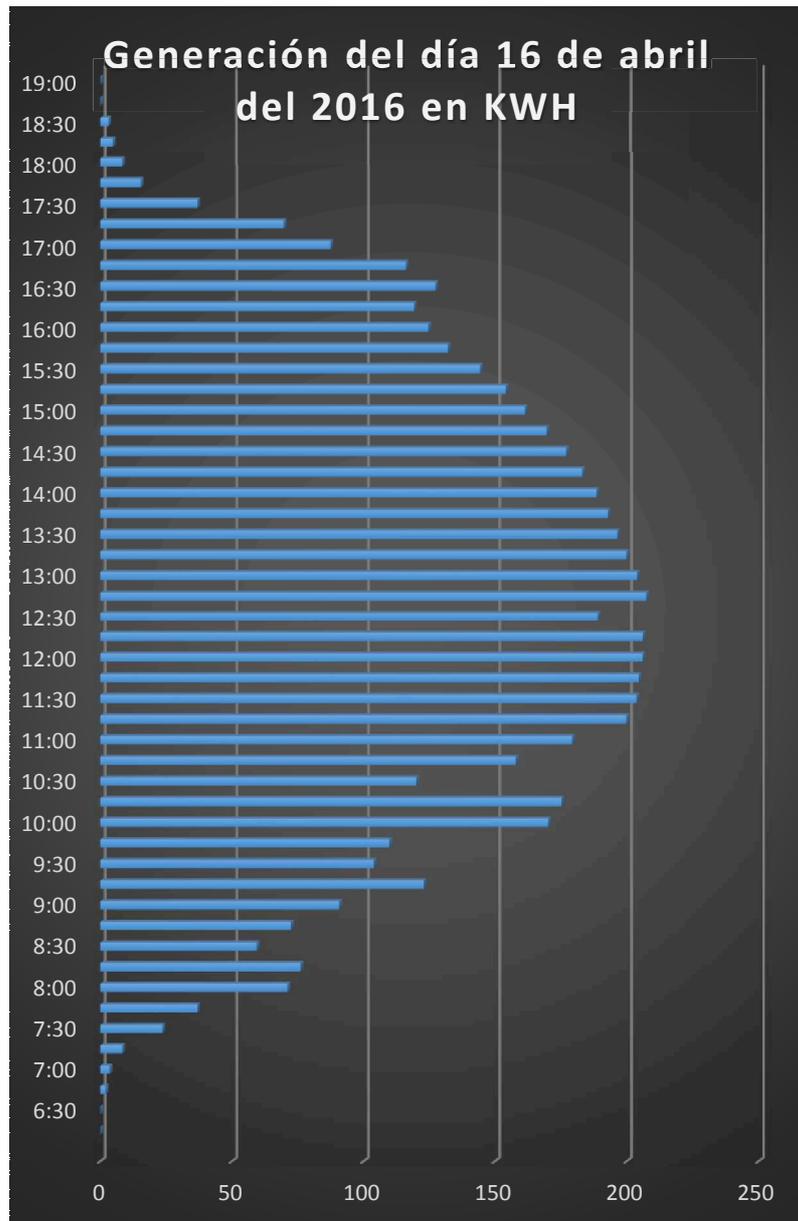


Gráfico 45: Generación del 16 de abril de la central Cabal Energy.

Fuente: (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016) Elaboración: Autor.

4.6.8 Generación diaria del mes de abril del año 2016.

La central Cabal Energy estuvo 13 días sin generar energía debido al daños que sufrió el alimentador al cual inyectar su energía generada, en la tabla 28 se puede ver los días en que la central inyectó su energía en el mes de abril al alimentador.

Tabla 28: Generación del mes de abril de la central Cabal Energy.



Gráfico 46: Generación del mes de abril de la central Cabal Energy.

Fuente: (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016) Elaboración: Autor.

4.6.9 Factor de planta de la central Cabal Energy de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016.

El factor de planta de la central es bajo debido a que la central solo genera de día y la energía generada depende de la cantidad de radiación solar que reciba durante el mes como se registra en la tabla 29.

Tabla 29: Factor de planta de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016 de la central Cabal Energy.

Factor de planta de la central Cabal Energy			
	2014	2015	2016
ENERO		15,44	17,39
FEBRERO		14,13	16,36
MARZO		19,01	19,03
ABRIL		19,69	8,55
MAYO		18,09	16,39
JUNIO		15,97	14,25
JULIO		13,38	9,99
AGOSTO		12,35	12,35
SEPTIEMBRE	2,37	15,51	10,72
OCTUBRE	14,23	14,68	0,00
NOVIEMBRE	14,88	16,39	0,00
DICIEMBRE	15,89	18,15	0,00

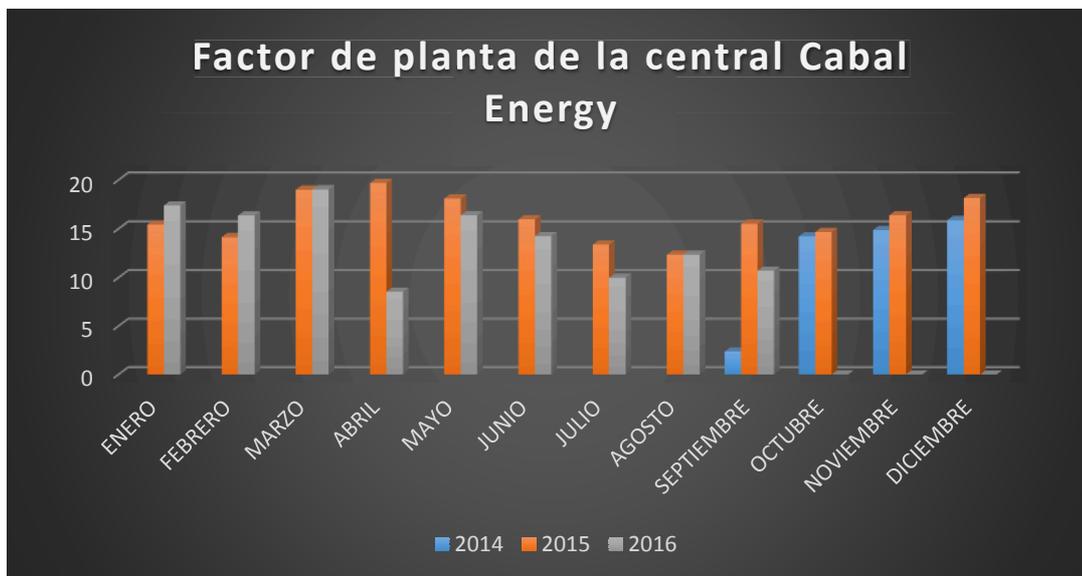


Gráfico 47: Factor de planta de los años 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016 de la central Cabal Energy.

Fuente: (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016) Elaboración: Autor.

4.6.10 Afectaciones de la central Cabal Energy por el terremoto del 16 de Abril del 2016.

La central Cabal Energy del cantón San Vicente no presentó afectaciones por el terremoto del 16 de abril debido a que en la construcción se tomaron medidas sismoresistente como se ven en la ilustración 82 que le permitieron soportar los movimientos telúricos.

Las estructuras se conformaron con perfiles G 80x40x15x2 mm, los cuales proporcionaban una buena estabilidad frente a los esfuerzos. En la construcción se requirió al suministrador la certificación del modelo estructural abalado por un técnico competente nacional, como respaldo de garantía. La unidad mínima estructural, denominada mesa, es la unidad de soporte de un string de 26 paneles, por lo cual tanto unidad eléctrica y unidad estructural coinciden. El galvanizado requerido fue en caliente con un espesor de 70 micras. El sistema de sujeción de los módulos consistía en atornillar a la estructura a través de los orificios dispuestos a tal propósito en el módulo.

Ilustración 82: Bases y estructura de los strings de la central Energy.



Fuente: (ENERGÉTICA XXI, Noviembre 2014).

4.7 Resumen de la recuperación de la demanda de Manabí después del terremoto del 16 de abril del 2016.

La recuperación de la demanda máxima de Manabí luego del terremoto del 16 de abril del 2016 se alcanzó durante los 25 días posteriores al mismo como muestra el gráfico 48. Este análisis se lo hace de la demanda máxima no coincidente por lo general los datos a utilizar son de las horas pico y las mediciones se realizan en un periodo cuarto horario.

Tabla 30: Recuperación de la demanda máxima de Manabí.

DATOS SIMEC-CENACE			
Horas	Fechas	Dmax(Mw)	(% de recuperación)
Referencial a llegar	16/04/2016	252,04	100,00%
21:30:00	17/04/2016	36,91	14,6%
21:00:00	18/04/2016	106,58	42,3%
21:00:00	19/04/2016	130,35	51,7%
20:15:00	20/04/2016	153,46	60,9%
19:30:00	21/04/2016	168,49	66,9%
19:15:00	22/04/2016	172,47	68,4%
20:00:00	23/04/2016	176,77	70,1%
19:45:00	24/04/2016	180,22	71,5%
20:30:00	25/04/2016	195,10	77,4%
20:30:00	26/04/2016	203,11	80,6%
19:45:00	27/04/2016	209,12	83,0%
19:15:00	28/04/2016	213,41	84,7%
19:15:00	29/04/2016	213,54	84,7%
19:45:00	30/04/2016	201,38	79,9%
19:45:00	01/05/2016	201,50	79,9%
19:45:00	02/05/2016	227,96	90,4%
20:30:00	03/05/2016	229,97	91,2%
19:45:00	04/05/2016	238,16	94,5%
20:15:00	05/05/2016	231,29	91,8%
19:45:00	06/05/2016	237,63	94,3%
19:45:00	07/05/2016	221,28	87,8%
20:00:00	08/05/2016	214,90	85,3%
20:15:00	09/05/2016	215,45	85,5%
19:30:00	10/05/2016	223,54	88,7%
20:00:00	11/05/2016	252,04	100,0%

Día del terremoto

Día de la
recuperación de la
demanda

Fuente: (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016) Elaboración: Auto.

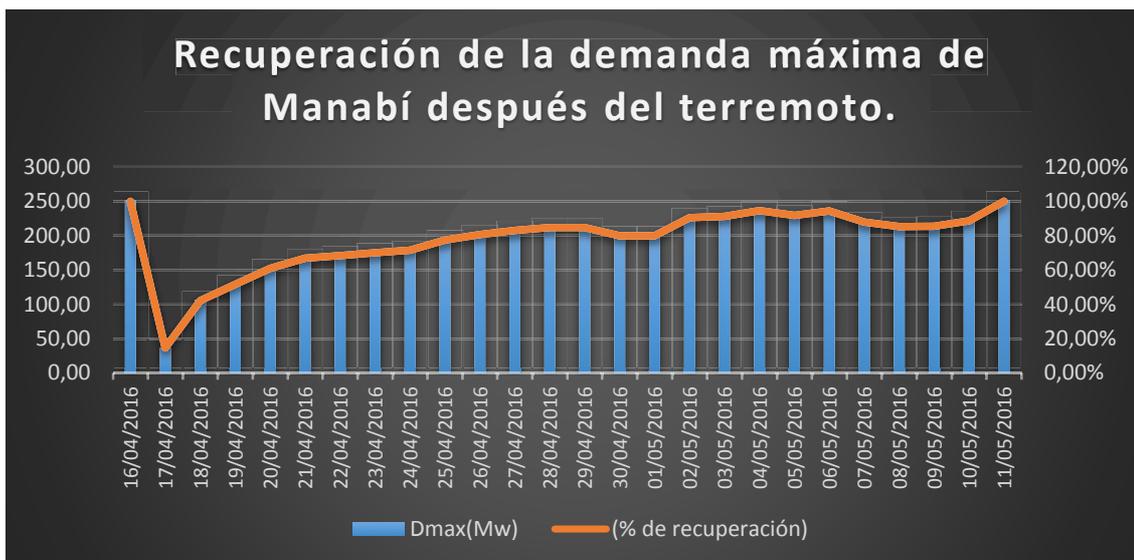


Gráfico 48: Recuperación de la demanda máxima de Manabí.

Fuente: (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016) Elaboración: Autor.

4.7.1 Recuperación por punto de entrega donde aporta la generación eléctrica de las centrales de Manabí.

Los puntos de entrega que tiene la provincia de Manabí son cuatro, estos puntos son: Portoviejo, Montecristi, Manta y Chone. Pero donde las centrales de generación eléctrica entregan su energía generada es en los puntos de Montecristi y Manta. *En anexo está el diagrama unifilar de Manabí.*

La central Jaramijó entrega en los dos puntos Manta y Montecristi, Montecristi tiene tres bahías que evacuan las cargas según la demanda requerida. *En anexo está el diagrama unifilar de Transelectric Montecristi.*

La central Manta II entrega su energía generada en el punto Manta al igual que la central Miraflores. *En anexo está el diagrama unifilar de la subestación Manta II.*

La central fotovoltaica Enersol inyecta su energía en el alimentador 22 de la subestación Manta II.

La central fotovoltaica Energy inyecta su generación en el alimentador 2 de la subestación San Vicente. *En anexo está el diagrama unifilar de la subestación San Vicente.*

La central Pedernales se conecta a la subestación uno de CNEL Santo Domingo a través del alimentador 1 Cojimíes. *En anexo está el diagrama unifilar de subestación Pedernales.*

4.7.1.1 Recuperación del punto de entrega Montecristi, Manta donde influye la generación eléctrica de la central térmica Jaramijó.

La generación de la central termoeléctrica Jaramijó tiene dos puntos de entrega más cercanos como es el de Montecristi con tres bahías como son: bahía 1 (DRMA09), bahía 2 (DRMA10), bahía 3 (DRMA11) y el punto de Manta (DRMA13) como se puede ver en el gráfico 49 la generación de la central se vio afectada dejando de generar cuatro días, la central empezó a generar el 21 de abril y el 29 de mayo alcanzó el 34.7% de lo que generó el día 15 de abril. Mientras que la demanda en los puntos de entrega alcanzan su recuperación desde el 3 de mayo haciendo una excepción con la bahía 3 de Montecristi.

Tabla 31: Recuperación del punto de entrega Montecristi y Manta II.

Recuperación de los Punto de entrega Montecristi, Manta y la generación de la central Jaramijó (MWH)					
	Montecristi			Manta	Jaramijo
	DRMA09	DRMA10	DRMA11	DRMA13	Generación
15-abr-16	573,47	140,10	819,05	324,04	1946,50
16-abr-16	415,11	93,57	584,42	189,88	1143,90
17-abr-16	11,83	0,32	15,98	3,37	0,00
18-abr-16	244,72	94,82	223,02	0,39	0,00
19-abr-16	242,23	93,89	220,83	0,39	0,00
20-abr-16	302,76	105,61	283,43	45,93	0,00
21-abr-16	367,59	110,13	316,16	66,21	100,90
22-abr-16	415,31	112,56	368,86	107,48	341,90
23-abr-16	433,36	108,51	389,02	97,34	342,20
24-abr-16	430,50	111,37	408,71	123,94	304,40
25-abr-16	508,19	125,75	467,39	192,42	342,40
26-abr-16	510,64	126,02	497,56	240,45	325,80
27-abr-16	567,22	137,98	519,68	257,26	342,30
28-abr-16	549,21	137,20	509,25	298,42	390,40
29-abr-16	549,84	132,12	526,02	313,21	532,10
30-abr-16	495,56	119,74	496,19	246,07	655,60
01-may-16	479,02	110,05	460,85	190,99	594,80
02-may-16	595,63	131,88	547,04	276,74	589,60
03-may-16	589,24	145,86	582,52	331,69	672,79
04-may-16	643,26	145,67	595,82	326,83	653,50
05-may-16	634,30	158,31	586,20	374,13	668,50
06-may-16	645,80	162,41	587,60	409,00	648,50
07-may-16	582,41	127,05	534,77	513,75	662,40
08-may-16	552,76	123,43	510,09	398,23	645,60
09-may-16	613,39	141,56	573,25	285,70	675,10
10-may-16	656,45	142,71	598,33	383,28	620,80
11-may-16	668,62	148,50	609,07	346,48	631,50
12-may-16	686,36	150,87	622,52	345,04	619,40
13-may-16	660,10	148,81	577,21	386,19	648,40
14-may-16	607,74	126,05	541,56	339,47	669,50

Fuente: (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016) Elaboración: Autor

Recuperación de los puntos de entrega Montecristi, Manta y la generación de la central Jaramijó (MWH)

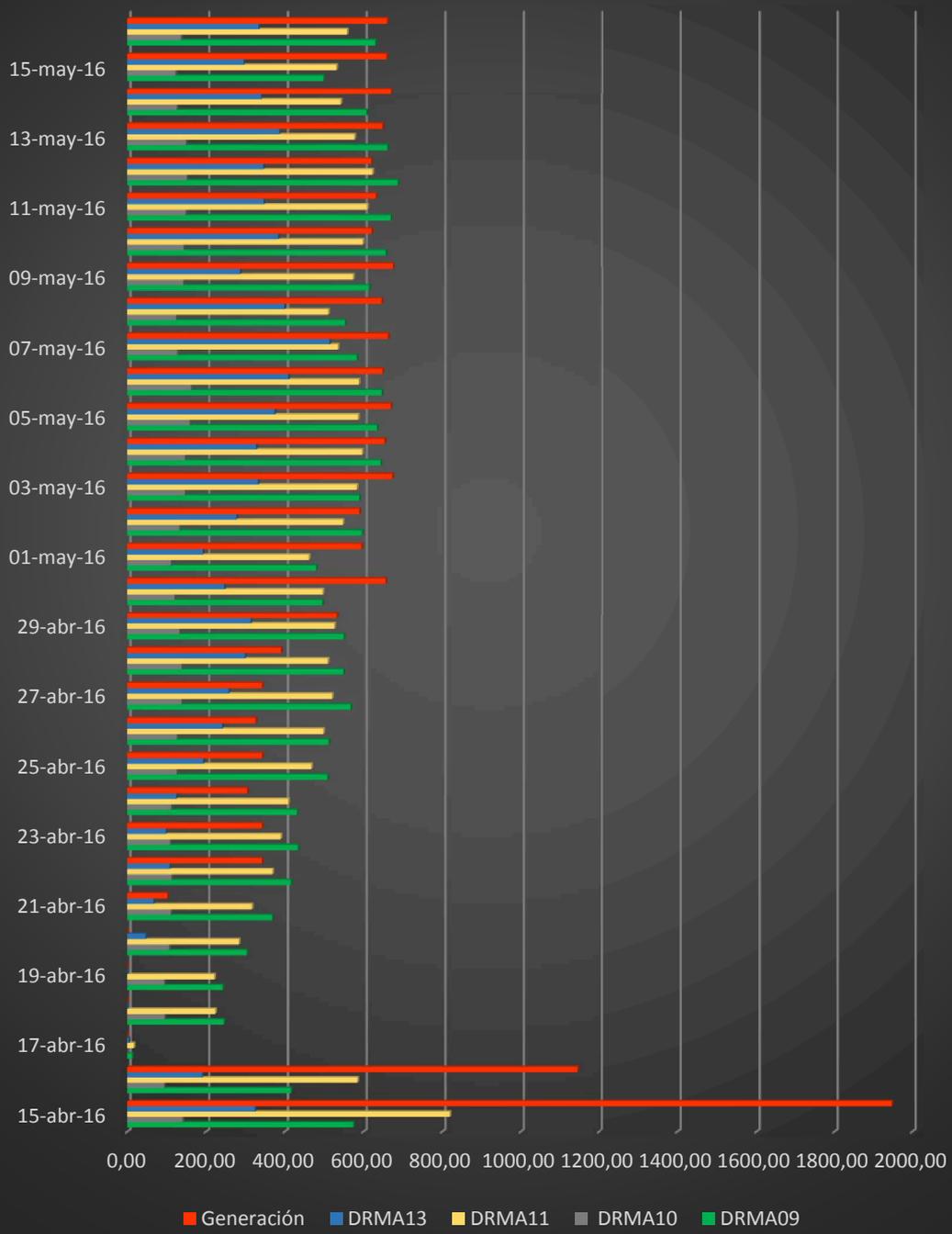


Gráfico 49: Recuperación del punto de entrega Montecristi y Manta II.

Fuente: (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016) Elaboración: Autor.

4.7.1.2 Recuperación del punto de entrega Manta donde influye la generación eléctrica de las centrales térmicas Manta II y Miraflores.

La recuperación de la central termoeléctrica Manta II fue muy rápida, la alcanzó en tres días (19 de abril), solo dejó de generar un día después del terremoto como se registra en la tabla 32. Y la energía aportada en el punto de entrega por el SNI la alcanzo en 17 días (el 16 de mayo), estas relaciones a llegar se tomaron de la energía que registro el 15 de abril para los dos casos ya que la central Miraflores no genero energía durante estas fechas.

Tabla 32: Recuperación del punto de entrega Manta.

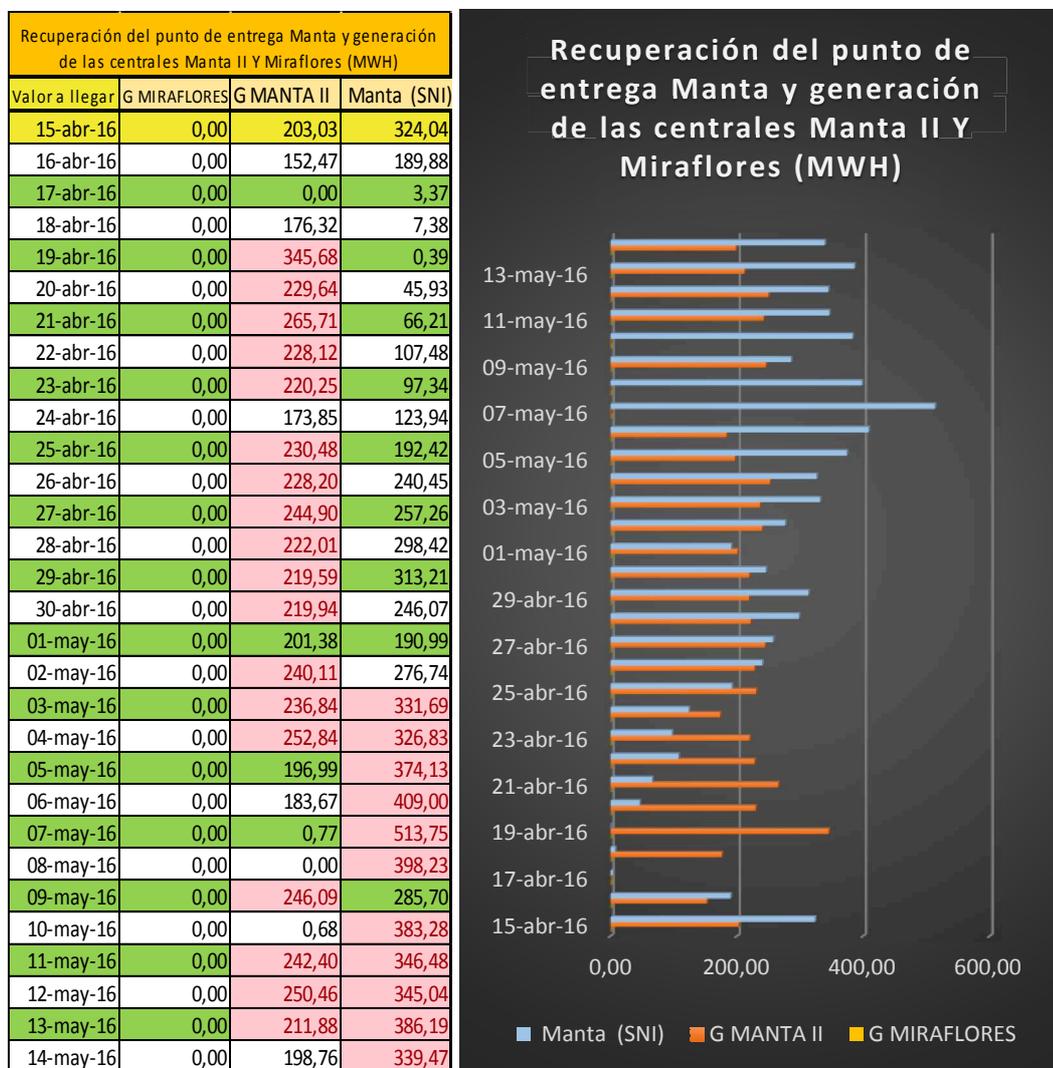


Gráfico 50: Recuperación del punto de entrega Manta.

Fuente: (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016) Elaboración: Autor.

4.7.1.4 Recuperación del alimentador 22 de la subestación Manta II donde influye la generación eléctrica de la central fotovoltaica Enersol.

La recuperación del alimentador 22 de la subestación Manta II se alcanzó en 19 días mientras que el valor a llegar de la central Enersol lo alcanzó en cinco días como se ve la tabla 33.

Tabla 33: Recuperación del alimentador 22 de la subestación Manta II.

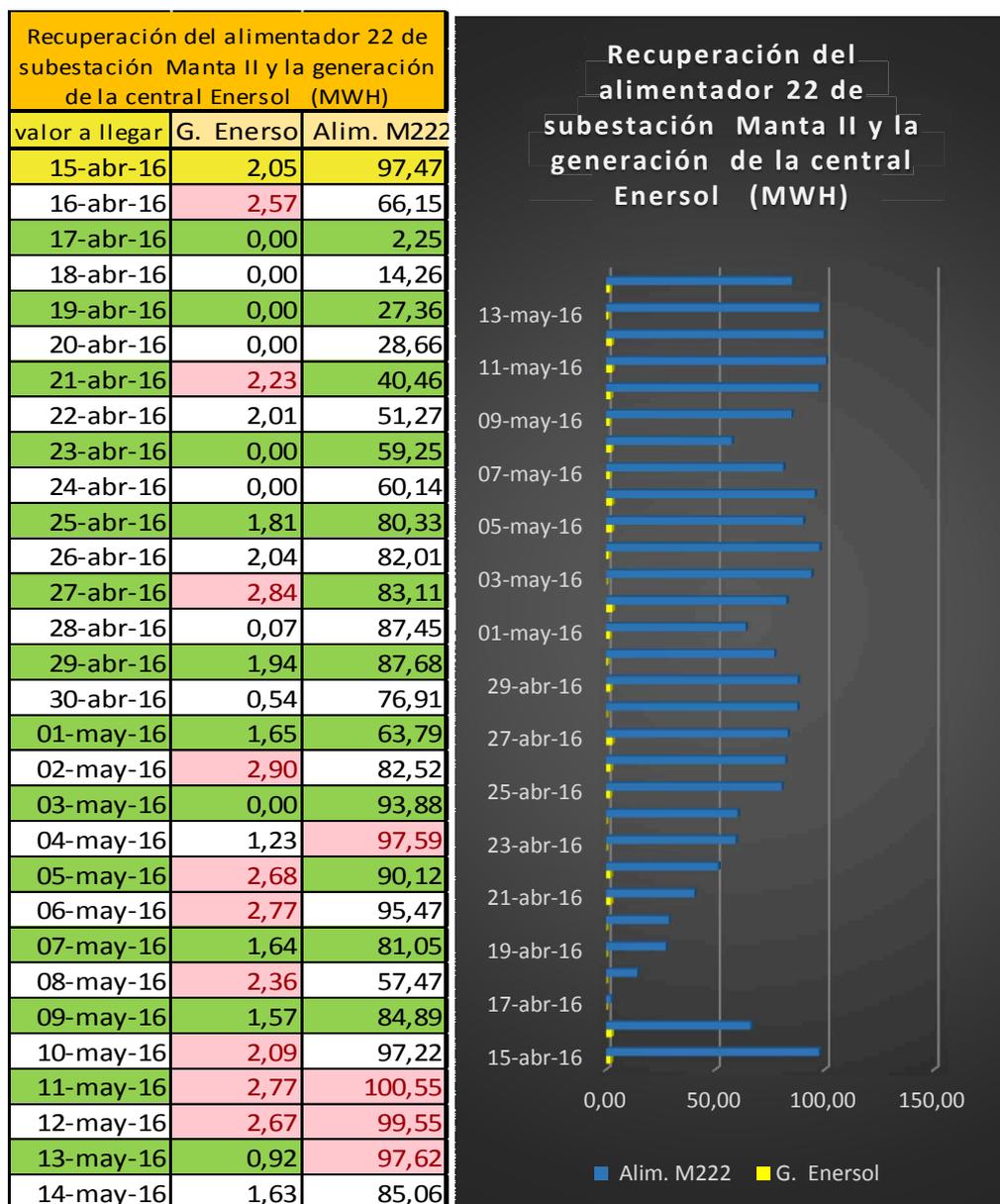


Gráfico 51: Recuperación del alimentador 22 de la subestación Manta II.

Fuente: (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016) Elaboración: Autor.

4.7.1.5 Recuperación del alimentador 2 de la subestación San Vicente donde influye la generación eléctrica de la central fotovoltaica Cabal Energy.

La recuperación de la demanda del alimentador 2 de la subestación San Vicente donde la central Cabal Energy inyecta su energía estuvo cerca de alcanzar el valor a llegar en 27 días como muestran los registros de la tabla 34 mientras que la central estuvo 13 días si generar porque el ramal que la conecta con el alimentador 2 estuvo dañado durante esos días, una vez solucionado el inconveniente del ramal la central comenzó a inyectar su generación el 30 de abril.

Tabla 34: Recuperación del alimentador 2 de San Vicente.

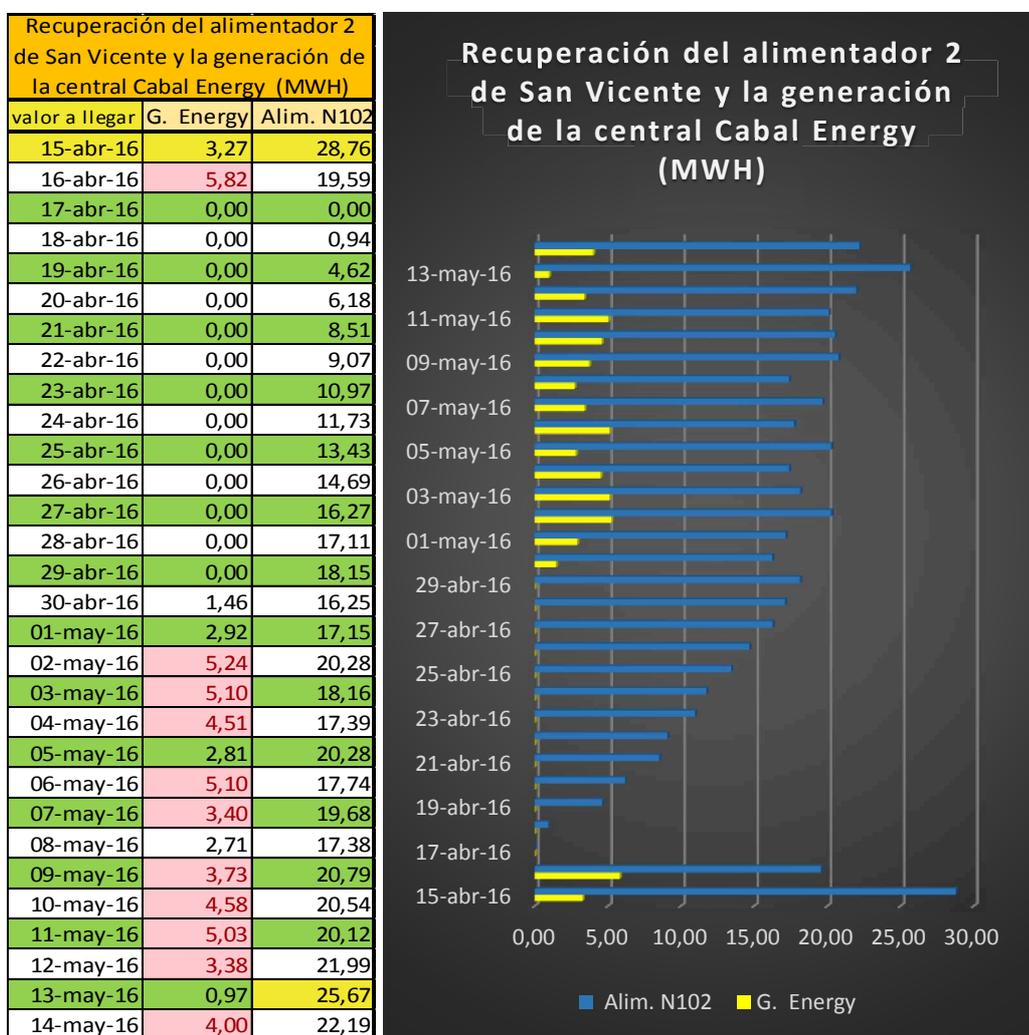


Gráfico 52: Recuperación del alimentador 2 de San Vicente.

Fuente: (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016) Elaboración: Autor.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo a la información recopilada en el presente proyecto investigativo que ha buscado determinar las afectaciones que sufrieron y el estado actual de la instalaciones de generación eléctrica de Manabí producidos por el terremoto del 16 de abril del 2016 que azoto un parte de la costa ecuatoriana, y considerando los objetivos planteados en la investigación; se establecen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

5.1 CONCLUSIONES.

1. Se establece que las Centrales Eléctricas más importantes de la provincia de Manabí son la Central de Jaramijó de 140 MW por su capacidad instalada y horas de uso; la Central Manta II de 20.4 MW por sus horas de utilización y la Central de Miraflores de 40.4 MW por su capacidad instalada.
2. Se establece que la Central Jaramijó es la que más energía generó en los años analizados 2014, 2015 y hasta septiembre del 2016, energía que representó un importante aporte al Sistema Nacional Interconectado (SNI).
3. Las centrales de generación eléctricas Manta II y Jaramijó están ubicadas cercas a los putos de entrega Manta y Montecristi lo que ayudan a compensar los niveles de tensiones y demanda en las horas pico.
4. Las centrales eléctricas que sufrieron mayores afectaciones en su orden, fueron las centrales Pedernales y Miraflores. La central Pedernales al estar en la zona del epicentro del terremoto del 16 de Abril del 2016 fue la más afectada físicamente en comparación con las otras centrales de generación de electricidad presentando daños en la infraestructura en la sala de control, las unidades generadoras tuvieron daños en las tuberías de combustible por el desplazamiento de los contenedores, además el

tanque de combustible se desplazó provocando daños en la bomba de combustible y el transformador de 5 MVA (4.16 KV/34.5KV) tuvo derrame de aceite.

5. La turbina de Miraflores al ser una central móvil y estar compuesta por varios trailer sufrió desalineación del trailer de la turbina y el trailer del generador, debido a que el terreno no disponía de una base de concreto armado; en el caso de los grupos generadores no sufrieron afectaciones, lo que se tuvo fueron daños en la cubierta y paredes donde se encuentran las unidades generadoras y descarrilamiento del puente grúa.
6. La Central Térmica Pedernales ubicada al extremo norte de la provincia de Manabí y contando con la línea de subtransmisión a 69 KV Jama- Pedernales, podría generar en isla en caso de emergencia si fallara la línea de subtransmisión ya que la demanda promedio de Pedernales es de 4 MW y la central es de la misma capacidad, aunque no podría abastecer en horas de demanda máxima ya que esta alcanza los 5 MW.
7. Como conclusión final y en opinión personal de este autor, aunque es importante cambiar las energías no renovables a las energías renovables, no se deberían descuidar las centrales termoeléctricas existentes, hasta que se tenga completa seguridad de poder abastecer totalmente la demanda energética de todos los consumidores.

5.2 RECOMENDACIONES.

1. Que la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP Termoesmeraldas Zona Manabí, realice mejoras generales en la infraestructura civil y equipamiento técnico de las centrales de Miraflores y Pedernales.
2. Que las centrales de Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP Termoesmeraldas Zona Manabí tenga repuestos de las piezas que sufrieron daños por el terremoto como: juntas expansivas, bases de cauchos, etc. para que en cada central se actué rápido en caso de un evento similar.

3. En el caso de la Central Térmica Pedernales donde se presentaron daños en la tubería de combustible y se reparó con el mismo tipo de material, se podría utilizar tubería flexible (TRELLEBORG-VOLUKLER) que en caso de desplazamiento o movimiento podría evitar que sufriera daños.
4. Que las reparaciones de las líneas de distribución por parte de CNEL EP Manabí y CNEL EP Santo Domingo, sean inmediatas en las zonas donde se encuentran los puntos de generación para que no pase lo ocurrido en San Vicente donde la Central BRINEFORCORP S.A CABAL ENERGY estuvo 13 días sin poder generar por daños en el ramal que la conecta con en el alimentador 2 de la subestación San Vicente, así también en lo referente a la generación de GENERACION SOLAR MANABITA S.A ENERSOL en el cantón Jaramijó, donde no se pudo evacuar su energía seis días debido a que el alimentador 22 de la subestación Manta II de CNEL EP Manabí al cual entrega su energía sufrió daños por el terremoto del 16 de abril del 2016, dejando a la central sin entregar la energía que pudo generar de la radiación solar.
5. Que las reparaciones, ampliaciones o nuevas construcciones de las centrales se realicen tomando en cuenta todas las medidas sismoresistentes, tanto en lo referente a infraestructura civil como en el respectivo equipamiento técnico.

GLOSARIO DE DEFINICIONES

Carga eléctrica o carga conectada.

“La carga eléctrica es el aparato, o conjunto de aparatos conectados a un sistema eléctrico que demanda una potencia eléctrica. El valor de la potencia demandada es el (valor de la carga) y normalmente se la conoce como demanda”. (Samuel, 2004).

Capacidad instalada.

La capacidad Instalada C_{Inst} es la suma de todas las potencias nominales de los equipos que suministran la energía como son los generadores y transformadores.

Demanda coincidente.

“Demanda coincidente D_{coi} de una carga que forma parte de un sistema compuesto de N carga homogéneas, es igual a la demanda máxima del sistema $D_{máxs}$ entre el número de cargas”. (MORÓN, 2009, pág. 57).

$$D_{coi} = \frac{D_{máxs}}{N}$$

Diversidad de carga.

La diversidad de carga Div es la diferencia entre la suma de las demandas máximas de las cargas de un sistema y la demanda máxima del sistema, matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$Div = (D_{máx1} + D_{máx2} + \dots + D_{máxn}) - D_{máxs}$$

Demanda máxima.

“La demanda máxima de un sistema $D_{máxs}$ o de una instalación, es la mayor de todas las potencias demandadas que han ocurrido durante un periodo especificado de tiempo”. (Samuel, 2004).

Demanda promedio.

La demanda promedio D_{prom} es la relación entre el consumo de energía del usuario durante un intervalo dado y el intervalo mismo.

$$D_{prom} = \frac{\text{Energía consumida en el tiempo}}{\text{tiempo } T}$$

Factor de coincidencia.

El factor de coincidencia F_{coi} es el recíproco del factor de diversidad. (MORÓN, 2009, pág. 51).

$$F_{coi} = \frac{D_{máxs}}{D_{máx1} + D_{máx2} + \dots + D_{máxn}}$$

Factor de demanda.

El factor de demanda F_D se define como la relación existente entre la demanda máxima y la carga conectada.

$$\text{Factor de Demanda} = \frac{\text{Demanda máxima}}{\text{Carga conectada}}$$

El factor de demanda indica el grado con el que se utiliza la carga conectada, dado que el valor de la carga conectada y el de la capacidad instalada del sistema puede ser diferente entonces es factible que el factor de la demanda y el factor de utilización sean diferentes. (MORÓN, 2009, pág. 44).

Factor de diversidad.

El factor de diversidad F_{div} se define como la relación que hay entre la suma de la demanda máxima individual del sistema y la demanda máxima del sistema mismo. Cuando se considera grupos de cargas individuales similares, como en el caso de una serie de usuarios domésticos, existen una serie de aparatos eléctricos propiciados por la diversidad de costumbres y necesidades. (MORÓN, 2009, pág. 51).

$$F_{div} = \frac{D_{máx1} + D_{máx2} + \dots + D_{máxn}}{D_{máxs}}$$

Factor de utilización.

El factor de utilización F_U es la relación que existe entre la demanda máxima de un sistema y su capacidad instalada.

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{\text{Demanda máxima}}{\text{Capacidad instalada}}$$

El factor de utilización indica el grado con el que se utilizan los equipos que suministra la energía.

Factor de pérdidas.

El factor de pérdida F_{per} se puede calcular con la ecuación de F.H Buller y C.A Woodrow en función de factor de carga: (MORÓN, 2009, pág. 48).

$$F_{per} = 0.3FC + 0.7 C^2$$

Factor de potencia.

El factor de potencia de un dispositivo o circuito de corriente alterna es la relación de la potencia activa P y la potencia aparente S

$$\text{Factor de potencia} = \frac{p}{s}$$

El factor de potencia se expresa como un número simple o un porcentaje.

Factor de planta.

El Factor de Planta F_{PL} es la relación entre la energía real producida o servida sobre un periodo específico de tiempo y la energía que pudo haber sido producida o servida si la planta ha operado continuamente a la máxima capacidad nominal también se conoce como factor de capacidad o factor de uso. (Samuel, 2004).

$$F_{PL} = \frac{\text{Energía real producida o servida}}{\text{Potencia nominal máxima de la planta} \times \text{tiempo}}$$

$$\text{El factor de planta anual} = \frac{\text{Generación real anual}}{\text{potencia nominal máxima de la planta} \times 8760}$$

Potencia.

La potencia P es el producto de la tensión por la corriente así que en un sistema trifásico la potencia activa está dado por:

$$P = 3vi. \cos\Phi$$

Potencia activa o real.

La potencia activa P en un sistema eléctrico de potencia está dado por el generador que es una fuente activa y el resistor es una carga activa. Y su unidad es el watt (W), EL kilowatt (KW) y megawatt (MW).

Potencia aparente.

La potencia aparente S es la relación de la tensión E por la corriente I y está dada por:

$$S = E.I$$

Potencia reactiva.

La potencia reactiva Q es la potencia real que oscila en ambas direcciones entre dos dispositivos a través de una línea de transmisión por eso es imposible decir si la potencia se originan en un extremo de la línea o en otro, por ese motivo se supone que algunos dispositivos generan potencia reactiva mientras otros la absorben. Y su unidad es el Var, Kvar y Mvar. (THEODORE, 2007, págs. 137-139).

Bibliografía

- Allbiz. (s.f.). *Armario de corriente continua*. Obtenido de Allbiz: <http://www.mx.all.biz/modan-tableros-electrnicos-con-sistema-de-g9987>
- APS Maroc energías renovable. (10 de 02 de 2011). *Energía y su transformación*. Obtenido de APS Maroc: <https://apsmaroc.wordpress.com/2011/02/10/energia-y-su-transformacion/>
- Aransay, M. (24 de 04 de 2013). *Fuentes no renovables*. Obtenido de SlideShare: <http://es.slideshare.net/JudithMendozaAransay/fuentes-no-renovables-de-energa>
- ARCONEL. (5 de 2016). *Estadística Anual Y Multianual Del Sector Electrico Ecuatoriano*. Obtenido de Agencia de Regulación y Control de Electricidad: <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/11/Estad%C3%ADsticaAnualyMultianual2015.pdf>
- ARCONEL. (8 de 2016). *Estadística del Balance Nacional de Energía*. Obtenido de Agencia de Regulación y Control de Electricidad: <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/estadistica-del-sector-electrico/balance-nacional/>
- ARRIETA, L. (2012). *Funcion de la celula fotovoltaica*. Obtenido de luisarrieta14.blogspot.com: <http://luisarrieta14.blogspot.com/p/funcion-de-la-celula-fotovoltaica.html>
- BBC Mundo. (01 de 04 de 2016). *Inversión America*. Obtenido de Ciencia y energía renovable: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160329_ciencia_energia_renovable_inversion_america_gtg
- Bioenciclopedia. (17 de 01 de 2014). *Combustibles fosiles*. Obtenido de Bioenciclopedia.com: <http://www.bioenciclopedia.com/combustibles-fosiles/>

- Bioenciclopedia. (15 de 01 de 2014). *Energía Marina*. Obtenido de Bioenciclopedia:
<http://www.bioenciclopedia.com/energia-marina>
- CELEC EP. (02 de 06 de 2016). *Alternativa energetica*. Obtenido de celec EP:
<https://www.celec.gob.ec/termopichincha/index.php/noticias/403-masa-una-alternativa-energetica>
- CELEC EP TERMOESMERALDAS. (Octubre 2016). *Registro de energía*. Zona Manabí: Corporación Eléctrica del Ecuador.
- CNEL EP MANABÍ. (Noviembre 2016). *Registro de energía*. MANTA: Corporación Nacional de Electricidad.
- CUBADEBATE. (6 de 10 de 2014). *Energías renovables*. Obtenido de CUBADEBATE: <http://www.cubadebate.cu/etiqueta/energias-renovables/>
- Ebah. (2013). *Sistema de Generador* . Obtenido de Ebah.com.br:
<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAg62AAH/tcc-sistema-supervisao-grupo-moto-gerador?part=2>
- Educa Madrid. (2015). *Partes de una central*. Obtenido de Educa Madrid:
<http://www.educa.madrid.org/web/ies.federicamontsen.fuenlabrada/documentos/comunidad%20educativa/profesores/tecnologia/3A-Web2013/Lucia%20Robles/Sitio%20web/Partes%20de%20la%20central.html>
- El blog de la energía sostenible. (08 de 09 de 2014). *Energías renovables*. Obtenido de El blog de la energía sostenible: <http://www.blogenergiasostenible.com/7-principales-fuentes-energia-renovable/>
- Electro Schematics. (2016). *Inverter*. Obtenido de Power Inverter for Home:
<http://www.electroschematics.com/5645/home/>
- Endesa Educa. (2014). *La energía*. Obtenido de Endesa Educa:
http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/i.-la-energia-y-los-recursos-energeticos

ENERGÉTICA XXI. (Noviembre 2014). Energía solar . *ENERGÉTICA XXI*, 56-61.

Energía Geotérmica. (25 de 08 de 2008). *Definición de Energía Geotérmica*. Obtenido de Energía Geotérmica: <http://d-geotermica.blogspot.com/2008/08/energia-geotermica.html>

Energía Nuclear. (23 de 04 de 2014). *Que es la energía nuclear*. Obtenido de Energía nuclear.net: <http://energia-nuclear.net/que-es-la-energia-nuclear>

Energiza. (2013). *Centros de transformación*. Obtenido de Energiza: <http://energiza.org/index.php/104-noviembre-13/680-centros-de-transformacion>

Erenovable. (08 de 04 de 2015). *Energía de biomasa*. Obtenido de Erenovable: <http://erenovable.com/energia-de-biomasa/>

Gstriatum. (2015). *Celula fotovoltaica*. Obtenido de Gstriatum.com: http://www.gstriatum.com/energiasolar/articulosenergia/98_celulafotovoltaica_energiasolar.html

Icarus Solar. (10 de 2008). *Energía solar térmica y fotovoltaica*. Obtenido de Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a red: <http://www.icarus-solar.com/Descargas/Informacion%20de%20Instalaciones%20Fotovoltaicas.pdf>

INER. (11 de 5 de 2013). *Taller sobre Energía Eólica*. Obtenido de Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables: <http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/05/11-Luis-Vintimilla-EOLICSA1.pdf>

INER. (7 de 2015). *Plan de Líneas de Investigación para el Desarrollo de la Geotermia*. Obtenido de Instituto Nacional de Eficiencia Energética Y Energías Renovables: http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/plan_lineas_investigacion_desarrollo_geotermia.pdf

INOCAR. (s.f.). *Estudio de mares y ríos para generación eléctrica*. Obtenido de Instituto Oceanográfico de la Armada:

<http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/proyectos/proyecto-inocar-inp/38-resumen-del-proyecto>

MAQUINAS Y HERRAMIENTAS. (23 de 12 de 2015). *Generadores o grupos electrógenos*. Obtenido de MAQUINAS Y HERRAMIENTAS: <http://www.demaquinasyherramientas.com/maquinas/generadores-o-grupos-electrogenos>

MEER. (22 de 12 de 2014). *Inauguración proyecto eólico Baltra*. Obtenido de Ministerio de Electricidad y Energía Renovable: <http://www.energia.gob.ec/inauguracion-proyecto-eolico-baltra-y-parque-fotovoltaico-puerto-ayora/>

MEER. (2015). *El primer atlas eólico del Ecuador*. Obtenido de Ministerio de Electricidad y Energía Renovables: <http://www.energia.gob.ec/ministerio-de-electricidad-y-energia-renovable-presento-el-primer-atlas-eolico-del-ecuador/>

MEER. (8 de 2016). *Proyectos emblemático*. Obtenido de Ministerio de Electricidad y Energía Renovables: <http://www.energia.gob.ec/proyectos-emblematicos-2/>

MORÓN, J. A. (2009). Factor de pérdidas. En J. A. MORÓN, *Sistema Eléctrico de Distribución* (págs. 40-57). México: REVERTÉ.

PCE. (2014). *Qué estación meteorológica*. Obtenido de PCE Iberica: <http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/que-estacion-meteorologica.htm>

Proviento S.A. (2014). *Torre meteorológica*. Obtenido de Proviento S.A.: <http://www.proviento.com.ec/proyectos.html>

RENEWABLE ENERGY POLICY . (2015). *RENEWABLE ENERGY POLICY* . Obtenido de RENEWABLE ENERGY POLICY : http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/GSR2015_Key-Findings_SPANISH.pdf

RENEWABLE ENERGY POLICY. (2016). *Reporte de la situación mundial*. Obtenido de Energías Renovables 2016: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_KeyFindings_SPANISH.pdf

- Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico. (2015). *Energía eólica*. Obtenido de REVE:
<http://www.evwind.com/sobre-la-eolica/definicion/>
- Samuel, R. C. (2004). Potencia. En R. C. Samuel, *Redes de Distribución de Energía* (págs. 18-64). Colombia: Sede Merizaldes.
- Solarweb.net. (2015). *Energía solar termoeléctrica*. Obtenido de Solarweb.net:
<http://www.solarweb.net/termosolar.php>
- THEODORE, W. (2007). Potencia reactiva. En W. THEODORE, *Maquina Eléctrica y Sistema de Potencia* (págs. 136-143). México: Pearson Educación.
- Turbinas de Gas. (2014). *Principios de funcionamiento*. Obtenido de Turbinas de gas:
<http://www.turbinasdegas.com/principios-de-funcionamiento>
- Twenergy. (09 de 05 de 2012). *Qué es la energía hidráulica*. Obtenido de Twenergy:
<http://twenergy.com/a/que-es-la-energia-hidraulica-426>
- Twenergy. (16 de 09 de 2015). *El liderazgo mexicano en Geotermia*. Obtenido de Twenergy: <http://twenergy.com/mx/a/el-liderazgo-mexicano-en-geotermia-1856>
- UNESA. (s.f.). *Central fotovoltaica*. Obtenido de Asociación Española de la Industria Eléctrica: <http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/1345-central-fotovoltaica>
- Vergara, D. F. (10 de 2012). *Proyectos Energéticos del Sector Eléctrico Ecuatoriano con Biomasa*. Obtenido de CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD:
http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/05/CONELEC_Proyectos-Energ%C3%A9ticos-Sector-El%C3%A9ctrico-Ecuatoriano-con-Biomasa_Paola_Andino.pdf

ANEXO

DIAGRAMAS UNIFILARES.

Diagrama unifilar del sistema eléctrico de Manabí. (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016).

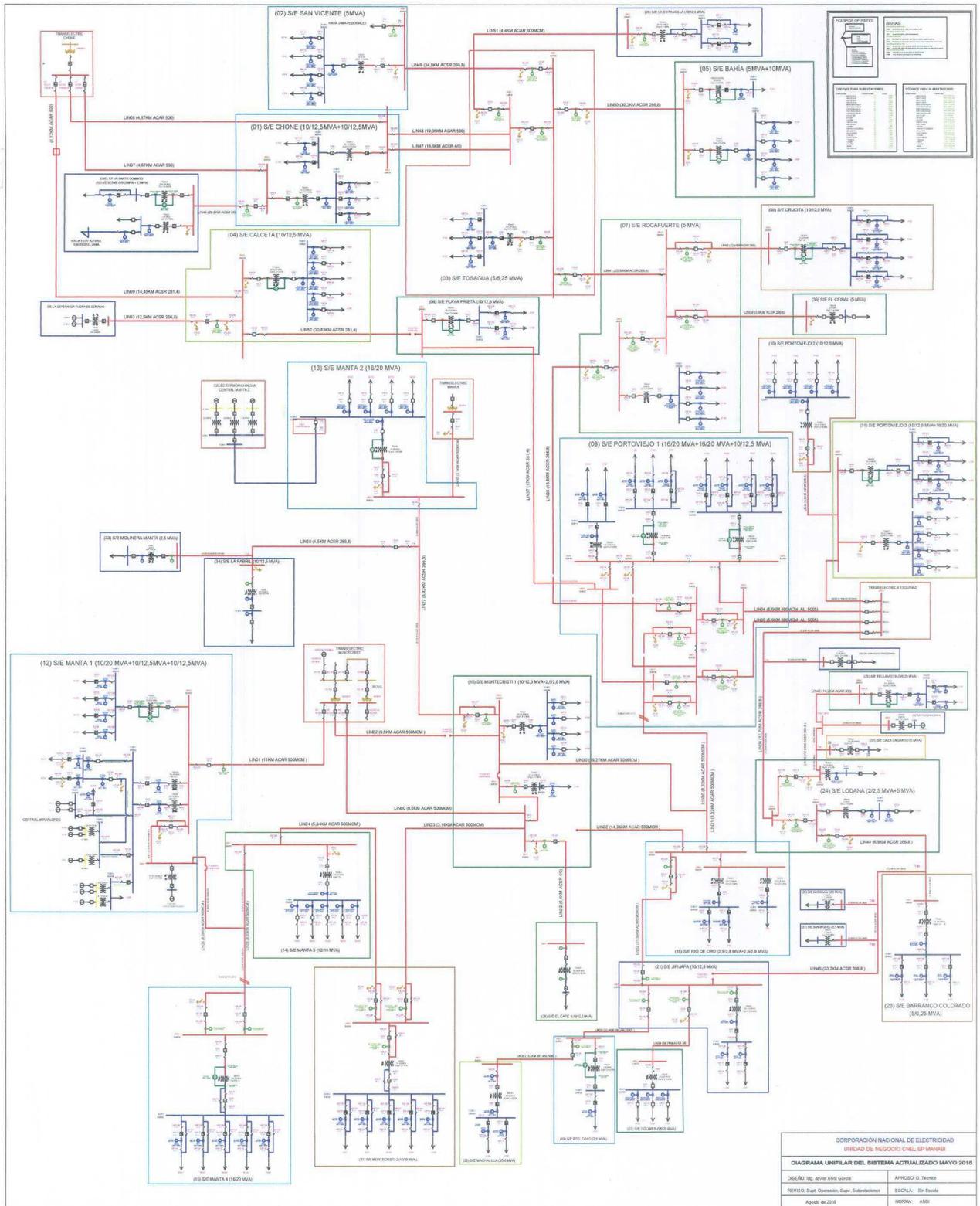


Diagrama unifilar de la subestación Manta 2. (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016).

(13) S/E MANTA 2 (16/20 MVA)

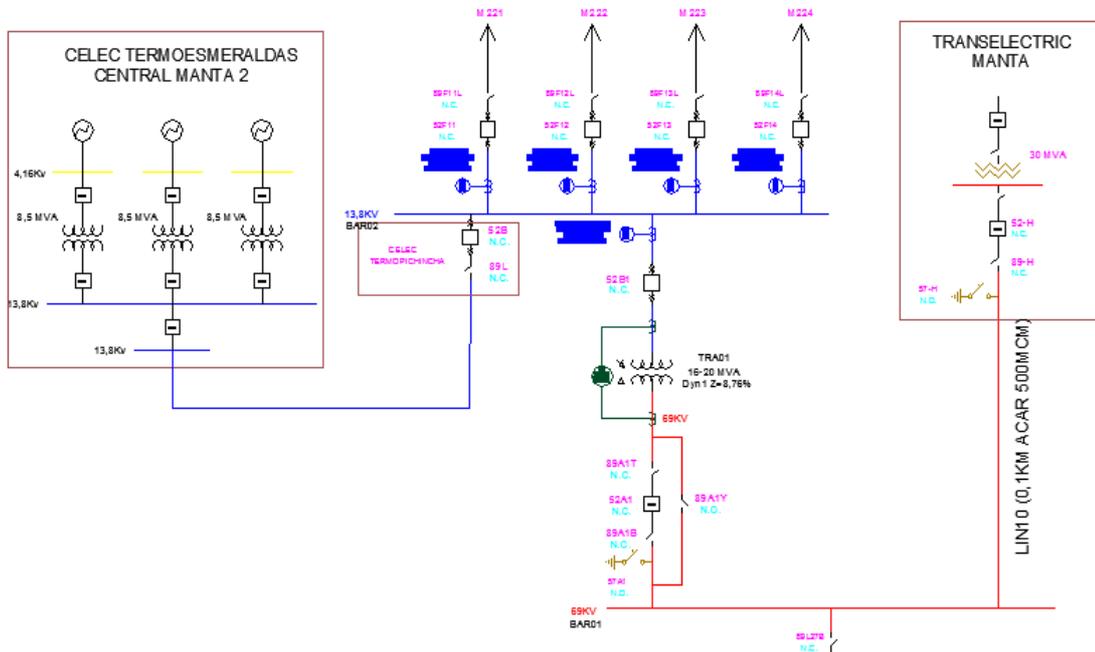


Diagrama unifilar de Transelectric Montecristi. (CNEL EP MANABÍ, Noviembre 2016).

