



PERÚ

**Ministerio
de Energía y Minas**

**Viceministerio
de Energía**

**Dirección
General de Electricidad**

INFORME N° 001-2011-MEM/DGE

**“RESERVA FRÍA DE GENERACIÓN
EN PUERTO ETEN”**

Lima, Enero 2011



PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

Viceministerio
de Energía

Dirección
General de Electricidad

INFORME N° 001-2011-MEM/DGE

“RESERVA FRÍA DE GENERACIÓN EN PUERTO ETEN”

Contenido

	Pag.
1.0 ANTECEDENTES	3
2.0 DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO	4
3.0 ALTERNATIVAS DE ENLACE AL SEIN	6
3.1 Alternativa N° 1: LT 220 kV Puerto Eten – Chiclayo Sur	6
3.2 Alternativa N° 2: Puerto Eten – Chiclayo Oeste	7
3.3 Alternativa N° 3: LT 220 kV Puerto Eten - Guadalupe	8
4.0 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA Y OFERTA DEL SEIN	9
4.1 Proyección de la Demanda a nivel SEIN	9
4.2 Proyección de la Oferta para el SEIN	10
5.0 PROYECTOS DE TRANSMISIÓN PREVISTOS A INGRESAR EN EL SEIN	12
6.0 ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS	13
6.1 Consideraciones de Análisis	13
6.2 Criterios de Operación	14
6.3 Resultados Obtenidos	14
6.3.1 Resultados Año 2014	14
6.3.2 Resultados Año 2015	15
6.4 Conclusiones	16
7.0 INVERSIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS	17
8.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	18
8.1 Conclusiones	18
8.2 Recomendaciones	18

ANEXOS:

Anexo N° 1: RESULTADOS DE FLUJO DE POTENCIA – AÑO 2014

Anexo N° 2: RESULTADOS DE FLUJO DE POTENCIA – AÑO 2015



INFORME N° 001 - 2011 - MEM/DGE

“RESERVA FRÍA DE GENERACIÓN EN PUERTO ETEN”

1.0 ANTECEDENTES

Mediante el Decreto de Urgencia N° 121-2009, publicada el 24 de diciembre del 2009, se declara de necesidad nacional y de ejecución prioritaria en el año 2010 por parte de Agencia de Promoción de la Inversión Privada (PROINVERSION), la promoción de la inversión privada para la concesión del proyecto “Reserva Fría de Generación (600 MW)”.

Con fecha 28 de enero del 2010 PROINVERSION efectúa la convocatoria del Concurso Público Internacional para entregar en Concesión el Proyecto “Reserva Fría de Generación”; definiéndose por parte del Ministerio de Energía y Minas, la instalación de centrales de generación termoeléctricas duales (diesel y gas natural) nuevas a ubicarse en el norte (Talara, 200 MW), norte medio (Trujillo, 200 MW) y sur (Ilo, 200 MW) del país.

Mediante el Informe “Análisis de la Reserva Fría de Generación 2011-2014” de abril del 2010, el Ministerio de Energía y Minas definió la capacidad de generación final de las tres centrales térmicas de Reserva Fría de Generación que permitirá garantizar la oferta en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), las cuales están conformadas por:

- Una Planta Térmica Dual del orden de 200 MW, conectada en la barra 220 kV de la S.E. Talara.
- Una Planta Térmica Dual del orden de 200 MW, conectada en la barra 220 kV de la S.E. Trujillo Norte.
- Una Planta Térmica Dual del orden de 400 MW (2x200 MW), conectada en la barra 220 kV de la S.E. Ilo 2

El otorgamiento de la buena pro de la Licitación Pública Internacional, para otorgar en concesión la ejecución y operación de las centrales térmicas de Reserva Fría de Generación (RFG) fueron los siguientes:

- Planta de RFG Ilo (2x200 MW): Se otorgó la buena pro a ENERSUR.
- Planta de RFG Trujillo (1x200 MW): Se declaró desierto.
- Planta de RFG Talara (1x200 MW): Se otorgó la buena pro a la Empresa Eléctrica de Piura S.A.

En vista que no se presentaron ofertas para la Planta de RFG Trujillo y siendo ésta necesaria para el SEIN, el Ministerio de Energía y Minas (MEM) ha iniciado las gestiones para reubicarla en otra parte de la zona norte del SEIN, habiéndose decidido la posibilidad de la ubicación en Puerto Eten, cerca de la ciudad de Chiclayo, considerando

que se cuenta con un depósito de almacenamiento de combustible de PETROPERU en dicho puerto.

Para tal efecto, se ha realizado una visita de inspección a Puerto Eten, habiéndose constatado que se cuenta con las facilidades necesarias para la instalación de la Central Térmica de RFG, por las razones siguientes:

- Depósito de almacenamiento de combustible de PETROPERU.
- Terreno colindante con el depósito con condiciones apropiadas para construir la nueva central térmica de RFG.
- Facilidades de acceso al SEIN.
- Facilidades de acceso a la Carretera Panamericana, para el transporte de los equipos.

Por su parte PETROPERU mediante la comunicación N° VIND-UDIR-2173-2010 del 29 de diciembre del 2010, informa al MEM que resulta más conveniente, desde el punto de vista logístico, ubicar la central térmica de reserva fría en el área de Puerto Eten – Chiclayo, en comparación con Salaverry, debido a que Eten posee mejores condiciones para recepción de buques tanque en términos de calado y meteorología. Sin embargo, señala que las condiciones de suministro de Diesel B5 para la “RFG Puerto Eten” tendrían exactamente las mismas consideraciones en cuanto a infraestructura de almacenamiento y despacho, así como la garantía de suministro durante períodos de emergencia que el proyecto “FRG Trujillo”.

2.0 DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

El depósito de combustible de Petro Perú se encuentra ubicado en la zona de Puerto Eten, a orillas del Océano Pacífico, y en la bahía donde acoderan los barcos de combustible, que descargan por medio de tuberías y equipos de bombeo, a los tanques ubicados en un área cercada, desde donde se reparte el combustible a los surtidores del área de Chiclayo.

El terreno cercado está casi completamente utilizado con los tanques existentes, por lo que no hay espacio disponible para instalar la Central Térmica; sin embargo, existe suficiente terreno en el lado norte de dicho depósito, para ubicar la central, siendo un terreno que requiere poco movimiento de tierras a realizar para su nivelación.

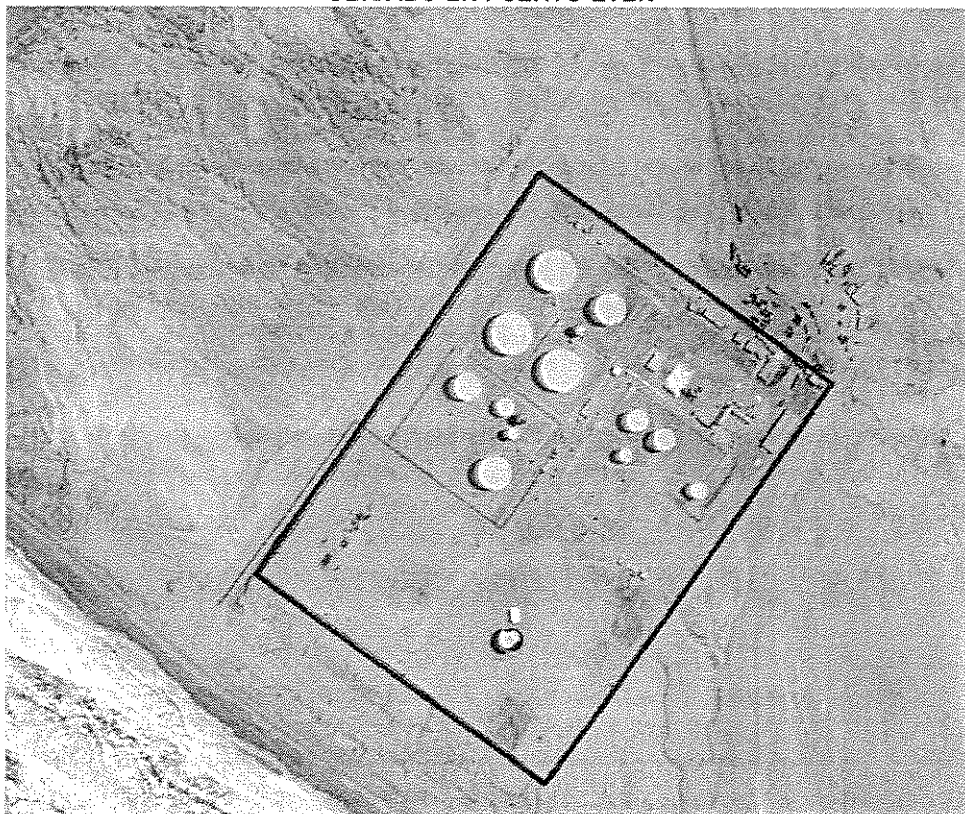
En la Figura N° 2.1, se muestra la ubicación del depósito de combustible de Petro Perú y en la Figura N° 2.2, el área del mencionado depósito.



FIGURA N° 2.1
UBICACIÓN DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE DE PETRO PERÚ



FIGURA N° 2.2
ÁREA DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE DE PETRO PERÚ
UBICADO EN PUERTO ETEN



Existe desde la Carretera Panamericana un desvío asfaltado hacia Puerto Eten, en regular estado, para el transporte de los equipos y materiales, así como de la infraestructura necesaria para la construcción de la Central Térmica.

3.0 ALTERNATIVAS DE ENLACE AL SEIN

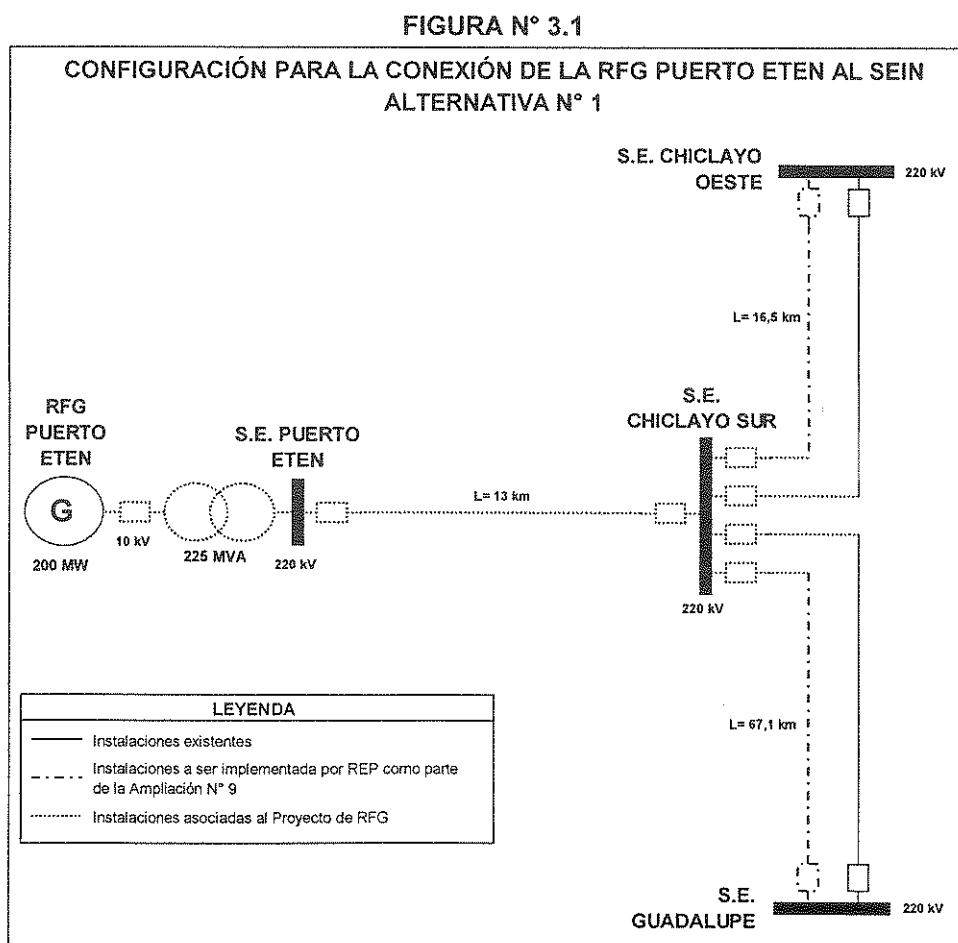
Para la evacuación de la energía generada por la central se analizan tres alternativas de conexión al SEIN. Las Alternativas que a continuación se describen, se hace a partir de la barra 220 kV de la futura S.E. Puerto Eten:

3.1 Alternativa N° 1: LT 220 kV Puerto Eten – Chiclayo Sur

Esta Alternativa consiste en la implementación de:

- La LT 220 kV Puerto Eten – Chiclayo Sur, en simple terna, de 13 km de longitud aproximada y capacidad nominal de 225 MVA.
- Una subestación de maniobras en 220 kV, denominada S.E. Chiclayo Sur, compuesta por 5 celdas de líneas en 220 kV, una para la conexión de la LT 220 kV Puerto Eten – Chiclayo Sur, y las otras cuatro celdas para la conexión de las dos ternas de la LT 220 kV Guadalupe – Chiclayo Oeste, con derivación en configuración "Pi" para ambas ternas.

En la Figura N° 3.1, se presenta la configuración de la Alternativa N° 1.



Esta alternativa es técnicamente aceptable, debido a que representa la implementación de una línea en 220 kV de enlace mas corta, pero requiere la implementación de una nueva subestación con más celdas en 220 kV, aunque tiene la ventaja de que permitiría en el futuro descongestionar la S.E. Chiclayo Oeste, así como de conseguir una mejor distribución de las cargas y facilitar futuras conexiones de líneas en 220 kV en la nueva S.E. Chiclayo Sur. Asimismo, no se presentarían problemas de servidumbre, ya que la línea es corta y no pasaría por zonas urbanas y existe espacio suficiente para la nueva subestación.

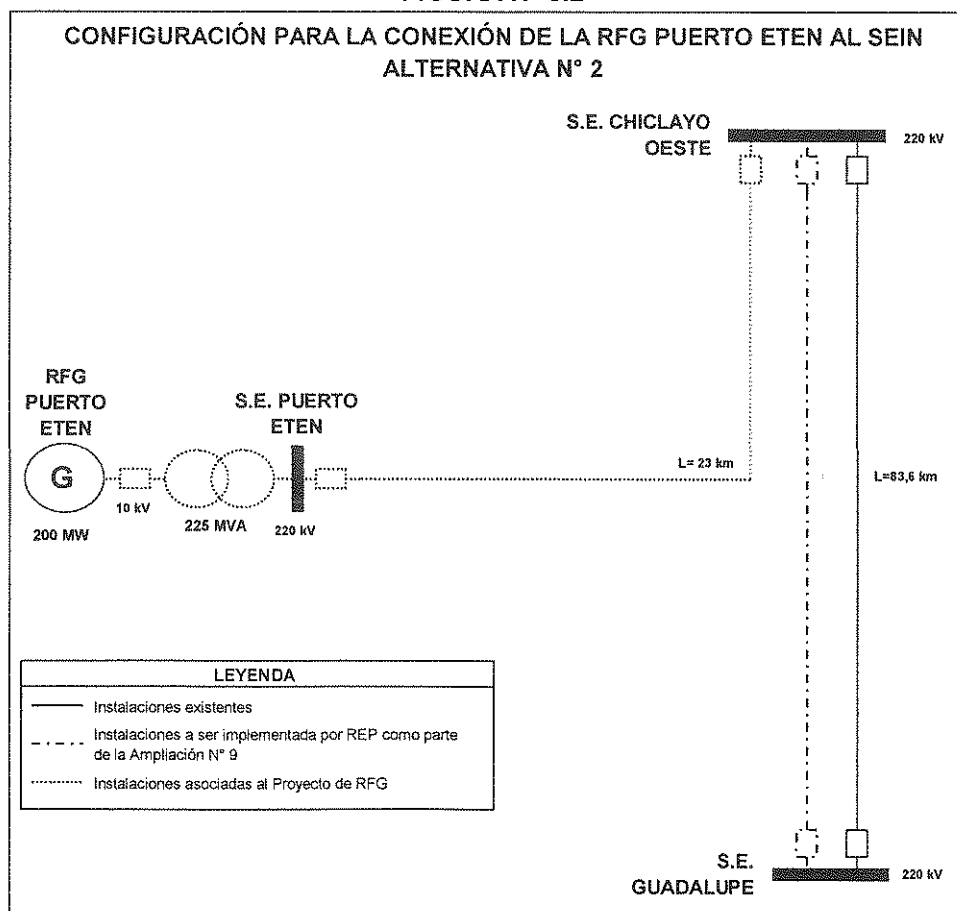
3.2 Alternativa N° 2: Puerto Eten – Chiclayo Oeste

Esta Alternativa consiste en la implementación de:

- La LT 220 kV Puerto Eten – Chiclayo Oeste, en simple terna, de 23 km de longitud aproximada y capacidad nominal de 225 MVA.
- Ampliación de la S.E. Chiclayo Oeste para la implementación de una celda de línea en 220 kV.

En la Figura N° 3.2, se presenta la configuración de la Alternativa N° 2.

FIGURA N° 3.2



Técnicamente esta segunda alternativa tiene el inconveniente del ingreso a la S.E. Chiclayo Oeste, ya que existen líneas en 220 kV que ingresan por el corredor existente que limitan el espacio para una tercera línea, lo que conduce a analizar dos posibilidades:

- Desmontar parte de la LT 220 kV Carhuaquero – Chiclayo Oeste (L-2240) de propiedad de EGENOR, a la llegada de la S.E. Chiclayo Oeste, y convertirla en una línea de doble terna.

Estos trabajos traerían como consecuencia dejar fuera de servicio por lo menos 2 generadores de 32,6 MW cada uno de la CH Carhuaquero, por todo el tiempo que dure la implementación de estos trabajos, que se estima en 1,5 meses, originando interrupciones del servicio eléctrico para la zona Norte del SEIN.

Se debe tener en cuenta que buena parte de la potencia generada por la CH Carhuaquero es evacuada por la LT 220 kV Carhuaquero – Chiclayo Oeste, por lo que la implementación de esta alternativa, considerando esta posibilidad, adicionalmente ocasionarían problemas comerciales a EGENOR, que es el propietario de la mencionada central.

- Instalar un tramo de cable subterráneo de 220 kV de 3,0 km de longitud aproximada, en el área urbana de la ciudad de Chiclayo. Este trabajo no ocasionaría problemas de interrupción del servicio eléctrico ni tampoco obligaría a salir fuera de servicio parte de la CH Carhuaquero.

En tal sentido, para la comparación de los costos de inversión se está considerando la implementación de la alternativa con esta posibilidad.

3.3 Alternativa N° 3: LT 220 kV Puerto Eten - Guadalupe

Esta Alternativa consiste en la implementación de:

- La LT 220 kV Puerto Eten – Guadalupe, en simple terna, de 69 km de longitud aproximada y capacidad nominal de 225 MVA.
- Ampliación de la S.E. Guadalupe para la implementación de una celda de línea en 220 kV.

En la Figura N° 3.3, se presenta la configuración de la Alternativa N° 3.

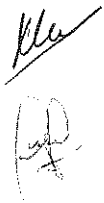
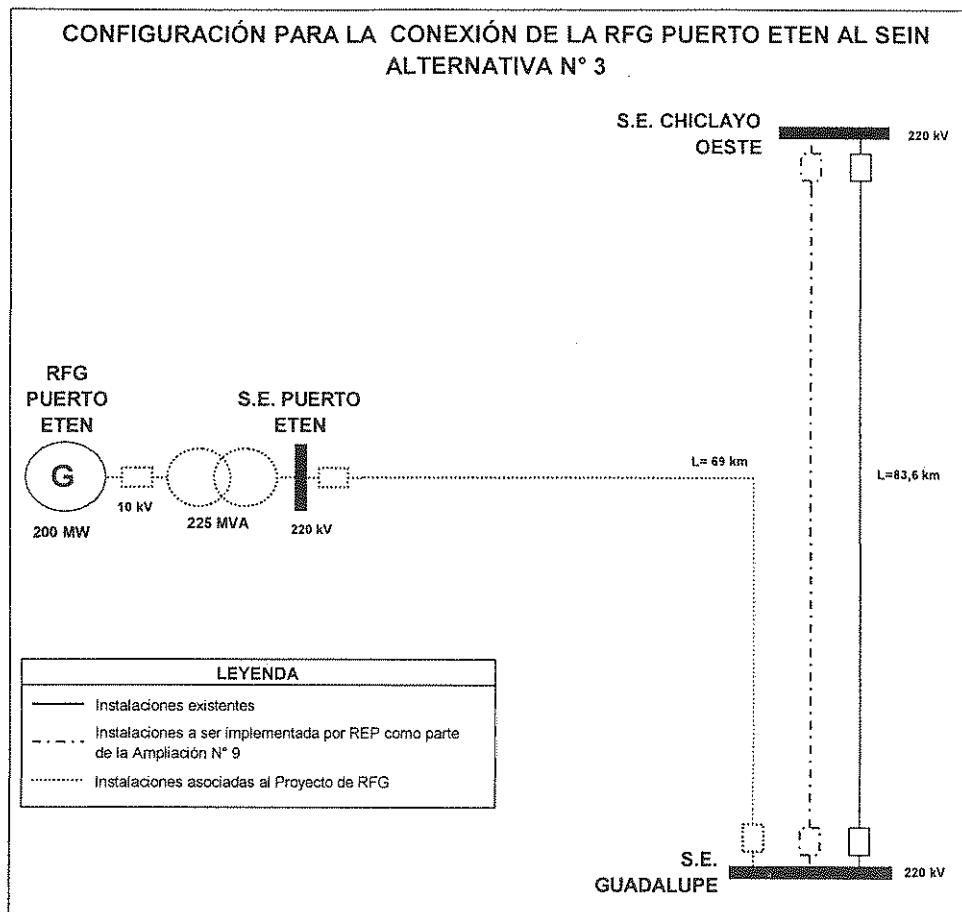


FIGURA N° 3.3


Esta alternativa presenta la ventaja que no hay dificultades para acceder a la S.E. Guadalupe, pero al ser una línea de mayor longitud resulta la solución mas onerosa, respecto a las alternativas anteriormente descritas.

4.0 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA Y OFERTA DEL SEIN

4.1 Proyección de la Demanda a nivel SEIN

En el Cuadro N° 4.1 se muestra la proyección de la demanda de potencia en el SEIN para los años 2009 al 2015, el cual muestra un crecimiento promedio anual de 10,1 % para el escenario optimista y el que se considera en el presente estudio, a fin de disponer de un adecuado margen en el sistema de transmisión.

**Cuadro N° 4.1
PROYECCIÓN DE LA MÁXIMA DEMANDA A NIVEL SEIN
ESCENARIO OPTIMISTA**

DESCRIPCIÓN	AÑOS							TASA DE CRECIM. PROMEDIO (2009-2015)
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
DEMANDA (MW)	4 294,0	4 647,8	5 253,3	5 877,5	6 732,0	7 210,1	7 649,1	10,1%
TASA DE CRECIMIENTO		8,2%	13,0%	11,9%	14,5%	7,1%	6,1%	

Fuente: Plan Referencial de Electricidad 2008, actualizado a diciembre 2010

En el Cuadro N° 4.2 siguiente, se aprecia la proyección de demanda de los grandes proyectos del SEIN, según la última información referida a dichos proyectos.

Cuadro N° 4.2
PROYECCIÓN DE DEMANDA (MW) DE LOS GRANDES PROYECTOS
ESCENARIO OPTIMISTA

PROYECTO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Cia Vale Do Rio Doce - CVRD - Bayovar	0	11	13	15	35	35	50
Majaz - Rio Blanco	0	0	0	0	0	0	80
Tambogrande	0	0	0	0	0	15	15
Empresa Siderurgica del Peru	0	7	7	34	92	92	124
Minera Yanacocha - Gold mild	25	25	25	25	25	25	25
Minera Barrick Misquichilca S.A. - Alto Chicama	0	0	8,03	8,03	8,3	8,3	8,3
Cia de Minas Buenaventura - La Zarza	0	0	3	3	3	3	3
Tantahuatay	0	0	0	0	3	3	3
Inca Pacific Resources Inc - Magistral	0	0	0	0	32	32	32
Northern Peru Copper Corp. - Galeno	0	0	3	10	50	50	50
Anglo American - Michiquillay	0	0	0	0	0	0	30
Volcan - Ampliaciones en Pasco	0	0	0	5	5	5	5
Doe Run Perú - Proyectos PAMA y Otros	0	5,0	5,0	9,4	9,4	9,4	9,4
Shougesa (Ampliación)	0	42	155	250	250	250	250
Refinería Cajamarquilla (Ampliación)	0	40	40	40	110	110	110
Compañía Minera Antamina S.A.	0	0	50	100	100	140	140
Muelle Sur Cañao - ENAPU	0	0	0	6	12	16	20
Cia de Minas Buenaventura - El Milagro	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8
Marcobre - Mina Justa	0	5	5	30	30	30	30
SKM mineral	0	0	0	0	15	15	15
Chinalco - Toromocho	0	0	0	10	180	180	180
Mitsui Mining & Smelting - Palica	0	0	0	0	0	0	25
Sociedad Minera El Brocal - Marcapunta	0	0	0	2	6,5	6,5	6,5
Sociedad Minera El Brocal - San Gregorio	0	0	0	0	25	25	25
Pachapaqui	0	0	0	0	20	20	20
Hilarón (Milpo)	0	0	0	0	0	30	30
Ampliación Quimpac	0	0	0	26	26	26	26
SPCC - Ampliación Fundición y Refinería	0	0	0	60	60	60	60
Cementos Yura	0	8,7	11,7	11,7	16,7	16,7	16,7
Xstrata & BHP Billiton Tintaya - Antapaccay	0	0	15	90	90	90	90
Anglo American - Quellaveco	0	0	0	10	10	110	110
Sociedad Minera Cerro Verde - ampliación	0	0	0	0	60	120	120
Grupo Mexico & Southern Peru - Tia Maria	0	0	100	100	100	100	100
Minera Pampa de Cobre	0	0	2,5	2,5	5	5	5
Silver SR - Proyecto Berenguela	0	0	0	0	0	8,4	8,4
Mineras de San Antonio de Poto.	0	0	0	0	9	9	9
Cementos otorongo	0	0	10	10	10	10	10
Aceros Arequipa	0	10	10	10	125	125	125
Constancia (Katanga)	0	0	75	90	90	90	90
Total Zona Norte	-	11	13	15	35	50	145
Total Zona Norte Medio	25	32	46	80	213	213	275
Total Zona Centro	-	92	255	482	793	871	900
Total Zona Sur	-	19	224	384	576	744	744
Total Grandes Proyectos	25	154	538	961	1 617	1 878	2 064

Del Cuadro N° 4.2, se tienen tres grandes proyectos (Bayovar, Tambogrande y Rio Blanco) que se conectaría a la zona norte del SEIN originando un mayor requerimiento de carga, estimándose para los años 2013 y 2015 una demanda que llegaría a 35 MW y 145 MW, respectivamente.

4.2 Proyección de la Oferta para el SEIN

Los programas de desarrollo de nueva generación en el SEIN, a corto y mediano plazo, contemplan principalmente proyectos de generación termoeléctrica a gas natural, ubicados en Chilca, al sur de Lima.

La única Central hidroeléctrica que tiene fecha prevista para su entrada de operación es la CH Chevez, Julio del 2014, que se adjudicó el contrato de suministro como resultado de la licitación efectuada por PROINVERSION. Los otros proyectos hidroeléctricos, ubicados tanto en la zona Sur como en el Centro, Norte Medio y Norte, no tienen aún comprometida su construcción por lo que su fecha de puesta en servicio es incierta.

Asimismo, como parte de la subasta de Energías Renovables, se ha suscrito contrato de suministro para el SEIN, respaldados por la construcción de los siguientes proyectos ubicados en la zona Norte: Centrales Eólicas Talara (en Talara) y Cupisnique (en Guadalupe). Se observa, sin embargo, que las plantas con energías renovables, por su naturaleza, no garantizan una capacidad de suministro continuo.

De igual modo, mediante la Licitación Pública Internacional "Reserva Fría de Generación" se entregaron en concesión las siguientes centrales térmicas de Reserva Fría de Generación: Planta de RFG Ilo (2x200 MW) y la Planta de RFG Talara (1x200 MW), cuya puesta en operación comercial estarán para el primer semestre del 2013.

A largo plazo los proyectos de generación son más inciertos. Los escenarios posibles están asociados a la confirmación de mayores reservas de gas natural en la zona norte (Zorritos y zócalo continental frente a Tumbes y Piura), disponibles para generación de electricidad.

Debido a que la construcción del gasoducto al Norte (Chimbote) y posible extensión a Trujillo, no se encuentra aún definida, en el presente informe no se considera el ingreso de centrales térmicas a gas natural ni en Chimbote ni en Trujillo.

En el Cuadro N° 4.3, se listan los proyectos de generación asociados al escenario optimista, que han sido considerados para fines de la presente evaluación.

Cuadro N° 4.3a
OFERTA DE GENERACIÓN (MW) DEL SEIN
ESCENARIO OPTIMISTA (Periodo 2009-2015)

DESCRIPCION			Potencia Efectiva (MW)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CENTRALES EXISTENTES										
Centrales Hidroeléctricas			2 826	2 826	2 826	2 826	2 826	2 826	2 826	2 826
Centrales Térmicas			2 344	2 344	2 344	2 344	2 344	2 344	2 344	2 344
CENTRALES PROYECTADAS										
CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	ENTREGADAS EN CONCESIÓN	CH Poechos II	10	10	10	10	10	10	10	10
		CH Santa Cruz	6	6	6	6	6	6	6	6
		CH La Joya	10	10	10	10	10	10	10	10
		CH Platanal	220		220	220	220	220	220	220
		II Fase CH Machupicchu	100				100	100	100	100
		CH La Virgen	64					64	64	64
		CH Chevez	158						158	158
		CH Quitaracsa	112							112
		CH Santa Teresa	92						92	92
		CH Tarucani	49							49
		CH Marañon	96							96
	CH Huanza	91						91	91	
	Total CCHH Conces.	1 007	26	246	246	345	409	750	1 007	
	SUBASTA DE SUMINISTRO RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES	CH Nuevo Imperial	4				4	4	4	4
		CH Yanapampa	4				4	4	4	4
		CH Huasahuasi I y II	16				16	16	16	16
		CH Chancay	19				19	19	19	19
		CH Angel I, II y III	60				60	60	60	60
		CH Pumamarca	2			2	2	2	2	2
		CH Shima	5				5	5	5	5
		Total CCHH RER	110			2	110	110	110	110
TOTAL CC.HH.			1 117	26	246	247	455	519	860	1 117

Cuadro N° 4.3b
OFERTA DE GENERACIÓN (MW) DEL SEIN
ESCENARIO OPTIMISTA (Periodo 2009-2015)

DESCRIPCION			Potencia Efectiva (MW)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CENTRALES TERMOLÉCTRICAS	PROYECTOS EN BASE A GAS NATURAL	CT Kallpa TG2, GN	192	192	192	192	192	192	192	192
		CT Chilca I TG3, GN	193	193	193	193	193	193	193	193
		CT Mollendo a GN	70		70	70	70	70	70	70
		CT Calana a GN	24		24	24	24	24	24	24
		CT Oquendo GN	30	30	30	30	30	30	30	30
		CT Kallpa TG3, GN	195		195	195	195	195	195	195
		CT Santa Rosa G8, GN	188	188	188	188	188	188	188	188
		CT Las Flores TG1, GN-CS	192		192	192	192	192	192	192
		CT Las Flores TG2, GN-CS	192					192	192	192
		CT El Faro, GN-CC	260				260	260	260	260
		CT Santo Domingo GN-CS	200				200	200	200	200
		CC Aguaytia	90						90	90
		CT Fenix	570					380	570	570
		CT Kallpa, GN-CC	280				280	280	280	280
		CT Chilca I, GN-CC	270						270	270
		CT Quillabamba, GN-CC	130							130
		CT Las Flores, GN-CC	192						192	192
		Total CCTT GN	3 268	603	1 084	1 084	1 824	2 396	3 138	3 268
	RESERVA FRÍA DUAL (Diesel y GN)	CT Talara	200					200	200	200
		CT Puerto Eten	200						200	200
		CT Ilo	400					400	400	400
		Total CCTT Reserva Fría	800					600	800	800
	TOTAL CC.TT.		4 068	603	1 084	1 084	1 824	2 996	3 938	4 068
CENTRALES EÓLICAS Y SOLARES	CENTRALES EÓLICAS	CE Talara	30				30	30	30	30
		CE Cupisnique	80				80	80	80	80
		Total CCEE	110				110	110	110	110
	CENTRALES SOLARES	CS Majes	20				20	20	20	20
		CS Repartición	20				20	20	20	20
		CS Tacna	20				20	20	20	20
		CS Panamericana	20				20	20	20	20
		Total CCSS	80				80	80	80	80
	TOTAL CC.EE y CC.SS.		190	0	0	0	190	190	190	190

5.0 PROYECTOS DE TRANSMISIÓN PREVISTOS A INGRESAR EN EL SEIN

Para el análisis se consideran los proyectos de transmisión que forman parte del Plan Transitorio de Transmisión se muestran en el Cuadro N° 5.1. Mientras que en el Cuadro N° 5.2, se muestra el proyecto que ha propuesto COES en el Primer Plan de Transmisión.

Cuadro N° 5.1
PROYECTOS DEL PLAN TRANSITORIO DE TRANSMISIÓN

PROYECTO	EMPRESA CONCESIONARIA	Longitud km	Capacidad de Transmisión (MVA)		Número de circuitos	Fecha de Suscripción del Contrato de Concesión	PLAZO DE EJECUCIÓN (Meses)	PUESTA EN OPERACIÓN COMERCIAL	
			Operación Normal	Potencia de Diseño				Contractual	Con Ampliación de Plazos
LT 220 kV Chilca - La Planicie - Zapallal (DT)	Consorcio Transmantaro S.A. (CTM)	94	2x350	2x425	2	08/09/2008	20	08/05/2010	08/10/2010
LT 500 kV Chilca - Zapallal y SS.EE. Asociadas		94	1x1400	1x1700	1		30	08/03/2011	
LT 220 kV Paragsha - Carhuamayo (DT) y SS.EE. Asociadas	Abengoa Transmisión Norte S.A. (ATN)	43.5	2x150	2x210	2	22/05/2008	30	22/11/2010	
LT 220 kV Conococha - Paragsha y SS.EE. Asociadas		145	1x180	1x250	1				06/01/2011
LT 220 kV Conococha - Huallanca (DT) y SS.EE. Asociadas		178	2x180	2x250	2				22/05/2011
LT 220 kV Huallanca - Cajamarca Norte (DT) y SS.EE. Asociadas		224.2	2x240	2x340	2				22/05/2011
LT 220 kV Cerro Corona - Carhuacero y SS.EE. Asociadas		80	1x150	1x210	1				ND
S.E. Cajamarca - SVC +120/-60 MVAR		-	+120/-60 (b)	+120/-60 (b)	-				22/01/2011
LT 220 kV Independencia - Ica	CTM	55	1x180	1x220	1	21/10/2009	18	21/04/2011	
LT 220 kV Machupichu - Cotaruse (DT) y SS.EE. Asociadas	Caraveli Cotaruse Transmisora de Energía S.A.C. (CCTE)	204	2x180	2x250	2	22/08/2008	30	22/02/2011	22/08/2012
LT 500 kV Mantaro - Caraveli - Mantaro y SS.EE. Asociadas		761	1x600 (a)	1x1000	1				
LT 500 kV Zapallal - Chimbote - Trujillo y SS.EE. Asociadas	CTM	530	1x700	1x1000	1	18/03/2010	30	18/08/2012	
LT 220 kV Tintaya - Socabaye (DT) y SS.EE. Asociadas	Transmisora Eléctrica del Sur S.A.	207	2x200	2x275	2	30/09/2010	30	30/03/2013	
LT 220 kV Plura Oeste - Tarma (ST) y SS.EE. Asociadas	CTM	102	1x180	1x250	1	26/08/2010	24	26/08/2012	
LT 220 kV Pomacocha - Carhuamayo y SS.EE. Asociadas	CTM	110	1x180	1x250	1	27/09/2010	23	27/08/2012	
LT 500 kV Chilca-Marcosina-Montalvo y SS.EE. Asociadas	Abengoa Transmisión Sur S.A. (ATS)	872	1x700	1x1000	1	22/07/2010	36	22/07/2013	
LT 220 kV Machupichu-Abancay-Cotaruse y SS.EE. Asociadas	ISA	204	2x250	2x350	2	Enero 2011 ⁽¹⁾	24	Enero 2013 ⁽¹⁾	
LT 500 kV Trujillo - Chiclayo (La Nifia) y SS.EE. Asociadas	En Proceso de Licitación	304	1x1400	1x1700	1	SD	30	Febrero 2014 ⁽¹⁾	SD
LT 220 kV Cajamarca Norte - Cacic y SS.EE. Asociadas	En Proceso de Licitación	161	1x180	1x250	1	SD	SD	Febrero 2014 (c)	SD
LT 138 kV Cacic - Moyobamba y SS.EE. Asociadas		142	1x90	1x120	1				

ND: No Definida. A la fecha no se ha iniciado los trabajos de la LT 220 kV Cerro Corona - Carhuacero, debido a problemas de Siniestro. Se viene evaluando el cambio del enlace por la LT 220 kV Cajamarca Norte - Carhuacero.
(a) En MW. (b) MVAR
(1) Sin datos
(c) Fecha estimada.
(1) No incluye el IGV

Cuadro N° 5.2
PROYECTOS DEL PLAN DE TRANSMISIÓN

PROYECTO	EMPRESA CONCESIONARIA	Longitud km	Capacidad de Transmisión		Puesta en Operación Comercial
			Operación Normal	Potencia de Diseño	
LT 220 kV Suriray - Quencora - Onocora - Tintaya (ST)	A ser Licitado	282	1x300	1x500	Enero 2015

6.0 ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS

6.1 Consideraciones de Análisis

Para examinar y evaluar la mejor alternativa de conexión de la planta de RFG ETEN al SEIN, se han efectuado simulaciones de flujo de potencia para las configuraciones de las alternativas planteadas, cuyas condiciones de carga y generación son las siguientes:

- Carga correspondiente a máxima demanda proyectada para los años 2014 y 2015, según proyecciones del Plan Referencial de Electricidad 2008 (PRE 2008) actualizado a diciembre del 2010 – Escenario Optimista.
- Proyectos de generación según escenario optimista
- Ingreso de centrales térmicas a gas natural en la zona Sur del SEIN a partir del año 2014.
- Despacho de Generación hidrotérmica correspondiente a la máxima demanda del SEIN para el período de avenida, referida al año 2014 y estiaje referida al año 2015.

- Para el período de avenida, en los análisis se considera la operación, para la zona Norte, de la CT Malacas (TG1= 15 MW y TG2= 15 MW) y la CT Tumbes (18 MW). No se considera la operación de la TG4 (88 MW) de la CT Malacas, considerando que estará fuera de servicio por mantenimiento. Mientras que para el período de estiaje, se considera solo la operación de la TG4 de la CT Malacas.
- Para la condición de máxima demanda en el período de avenida y estiaje, no se considera la operación de las centrales eólicas ni las solares.
- Se considera la operación de las plantas de reserva fría de generación, ante la pérdida de una línea en 500 kV, de las que se tienen previsto ingresar en la zona Norte del SEIN.

6.2 Criterios de Operación

Las simulaciones efectuadas en el presente informe considera la pérdida de una línea de transmisión en 500 kV, ya que permitiría el ingreso de la operación de las plantas de RFG. En tal condición se califica como operación adecuada cuando las tensiones de las barras están en el rango de $\pm 5\%$ de la tensión nominal de la barra, y los flujos por líneas y transformadores no exceden la capacidad nominal de ningún elemento; no obstante se precisa que las condiciones operativas debería corresponder a niveles de tensión similares a los casos de contingencias.

6.3 Resultados Obtenidos

6.3.1 Resultados Año 2014

Las alternativas analizadas se han efectuado para la condición de máxima demanda, período de avenida. Respecto a la generación entre Talara y Tumbes operan las unidades TG1 y TG2 de la CT Malacas, y la CT Tumbes. De las dos plantas de RFG a implementarse en la zona Norte del SEIN, solo se considera la operación de la RFG Puerto Eten. Se encuentra fuera de servicio la LT 500 kV Zapallal – Chimbote – Trujillo.

a. Alternativa N° 1: LT 220 kV Puerto Eten – Chiclayo Sur.

Con la operación de la RFG Puerto Eten y fuera de servicio la LT 500 kV Zapallal – Chimbote – Trujillo, la LT 220 kV Zapallal – Huacho presenta un flujo de potencia de 309,1 MW y por la LT 220 kV Chimbote – Trujillo Norte un flujo de 141,3 MW. Mientras que el flujo de potencia por la LT 220 kV Chiclayo Sur – Chiclayo Oeste llega a 214 MW, sin embargo por la LT 220 kV Guadalupe – Chiclayo Sur solo llega a 15 MW.

La caída de tensión más baja que se presenta en las barras 220 kV de las subestaciones de la zona Norte del SEIN es en la S.E. Chimbote 1, debido a que llega hasta el 2,8%, respecto a la tensión nominal, y las pérdidas totales a nivel SEIN llegan a 275,4 MW.

b. Alternativa N° 2: LT 220 kV Puerto Eten – Chiclayo Oeste.

Con esta alternativa, la totalidad de la generación de la RFG Puerto Eten se inyecta a la barra 220 kV de la S.E. Chiclayo Oeste.

Similar a la Alternativa N° 1, el flujo de potencia que se presenta por la LT 220 kV Zapallal – Huacho es de 309,2 MW y por la LT 220 kV Chimbote – Trujillo Norte es

de 141,4 MW. Mientras que el flujo de potencia por la LT 220 kV Guadalupe – Chiclayo Oeste es de solo 15,3 MW.

La caída de tensión mas baja que se presenta en las barras 220 kV de las subestaciones de la zona Norte del SEIN es en la S.E. Chimbote 1, debido a que llega hasta el 2,9%, respecto a la tensión nominal, y las pérdidas totales a nivel SEIN llegan a 275,6 MW.

c. Alternativa N° 3: LT 220 kV Puerto Eten – Guadalupe

Con esta alternativa, la totalidad de la generación de la RFG Puerto Eten se inyecta a la barra 220 kV de la S.E. Guadalupe.

Similar a la Alternativa N° 1, el flujo de potencia que se presenta por la LT 220 kV Zapallal – Huacho es de 314,9 MW y por la LT 220 kV Chimbote – Trujillo Norte es de 146,1 MW. Mientras que el flujo de potencia por la LT 220 kV Guadalupe – Chiclayo Oeste llega hasta 214,5 MW.

La caída de tensión más baja que se presenta en las barras 220 kV de las subestaciones de la zona Norte del SEIN son en la S.E. Chimbote 1 y la S.E. Chiclayo Oeste, ambos con una caída del 3,6%, respecto a la tensión nominal. Las pérdidas totales a nivel SEIN llegan a 285,6 MW, la misma que se incrementa en 10,2 MW, respecto a la Alternativas 1.

En general, los resultados obtenidos en las tres alternativas son favorables, ya que los niveles de tensión se encuentran dentro de los valores establecidos en la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE) y no se presentan sobrecargas en líneas de transmisión ni en transformadores de potencia.

En el Anexo N° 1, se presentan los reportes de flujos de potencia de las alternativas analizadas para el año 2014.

6.3.2 Resultados Año 2015

Para este año se han analizado las alternativas planteadas para la condición de máxima demanda, periodo de estiaje. Respecto a la generación entre Talara y Tumbes está operando solo la unidad TG4 de la CT Malacas y están operando las plantas de RFG Puerto Eten y Talara. Se encuentra fuera de servicio la LT 500 kV Zapallal – Chimbote.

a. Alternativa N° 1: LT 220 kV Puerto Eten – Chiclayo Sur

Con la operación de la RFG Puerto Eten y Talara, y fuera de servicio la LT 500 kV Zapallal – Chimbote, se presenta un flujo de potencia por la LT 220 kV Zapallal – Huacho de 265,9 MW y por la LT 220 kV Chimbote – Trujillo Norte y la LT 500 kV Chimbote Trujillo un flujo de 64,8 MW y 79,7 MW, respectivamente. Mientras que por la LT 220 kV Chiclayo Sur – Chiclayo Oeste se presenta un flujo de potencia de 122 MW, sin embargo por la LT 220 kV Guadalupe – Chiclayo Sur el flujo de potencia es de -76,6 MW.

Los niveles de tensión en barras 220 kV de las subestaciones de la zona Norte del SEIN son aceptables y las pérdidas totales a nivel SEIN llegan a 259,6 MW.

b. Alternativa N° 2: LT 220 kV Puerto Eten – Chiclayo Oeste.

Con esta alternativa, por la LT 220 kV Zapallal – Huacho se obtiene un flujo de potencia de 266,6 MW, y por la LT 220 kV Chimbote – Trujillo Norte y la LT 500 kV Chimbote Trujillo un flujo de 66,2 MW y 78,9 MW, respectivamente. Mientras que el flujo de potencia por la LT 220 kV Guadalupe – Chiclayo Oeste es de -68,2 MW.

Los niveles de tensión en barras 220 kV de las subestaciones de la zona Norte del SEIN son aceptables y las pérdidas totales a nivel SEIN llegan a 260,7 MW.

c. Alternativa N° 3: LT 220 kV Puerto Eten – Guadalupe

Con esta alternativa, por la LT 220 kV Zapallal – Huacho se obtiene un flujo de potencia de 268,7 MW, y por la LT 220 kV Chimbote – Trujillo Norte y la LT 500 kV Chimbote Trujillo un flujo de 61,2 MW y 85,8 MW, respectivamente. Mientras que el flujo de potencia por la LT 220 kV Guadalupe – Chiclayo Oeste es de 89 MW.

Los niveles de tensión en barras 220 kV de las subestaciones de la zona Norte del SEIN son aceptables y las pérdidas totales a nivel SEIN llegan a 264,9 MW, la misma que se incrementa en 5,3 MW, respecto a la Alternativa 1.

En general, los resultados obtenidos en las tres alternativas son favorables, ya que los niveles de tensión se encuentran dentro de los valores establecidos en la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE) y no se presentan sobrecargas en líneas de transmisión ni en transformadores de potencia.

En el Anexo N° 2, se presentan los reportes de flujos de potencia de las alternativas analizadas para el año 2015.

6.4 Conclusiones

- a) De los análisis efectuados se concluye que desde el punto de vista operativo las tres alternativas planteadas presentan resultados favorables de operación, debido a que los niveles de tensión no superan el rango establecido en la NTCSE y los flujos de potencia por líneas y transformadores no llegan a superar la capacidad nominal.
- b) En los años analizados, las mayores pérdidas de transmisión a nivel SEIN se presentan en la Alternativa N° 3, debido a que los flujos de potencia hacia la zona Norte del SEIN tendrían que recorrer mayores longitudes de líneas de transmisión. Las menores pérdidas se presentan en las Alternativas N° 1 y N° 2, que prácticamente son similares. Las pérdidas de transmisión a nivel SEIN obtenidos para el año 2015 son menores a los del 2014, debido a que en dicho año están operando las dos plantas de RFG, Puerto Eten y Talara, y al ingreso de nuevas centrales de generación en el SEIN. En el Gráfico N° 6.1, se presenta las pérdidas de transmisión del SEIN obtenida de los análisis.

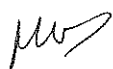
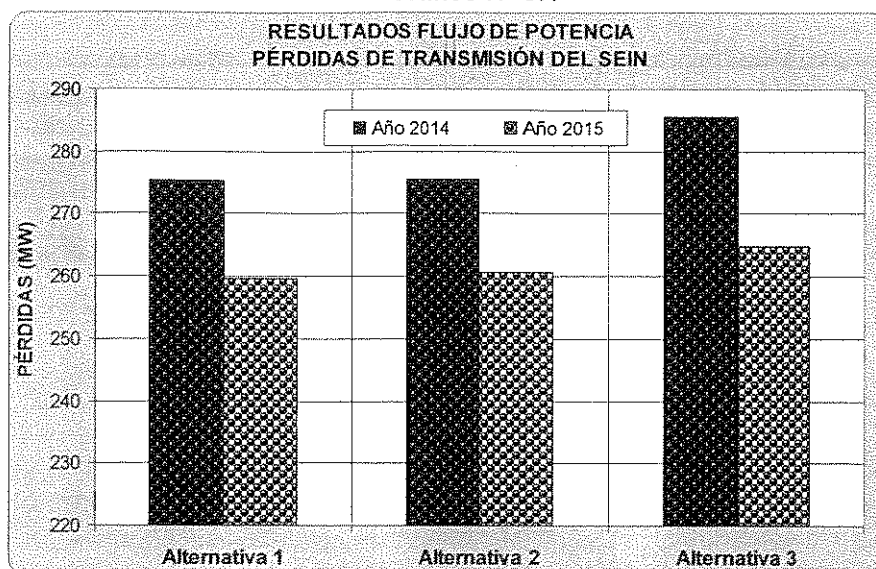


Gráfico N° 6.1


- c) Ante la pérdida de una línea en 500 kV, la operación del sistema de transmisión se reestablecería con el ingreso de la operación de las plantas de RFG de Puerto Eten y/o Talara, las cuales garantizarían la continuidad del suministro eléctrico para la zona Norte del SEIN, por lo que resultaría fundamental la implementación de la RFG Puerto Eten en el SEIN.

7.0 INVERSIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS

El monto estimado de inversión de las Alternativas planteadas son los siguientes:

Cuadro N° 7.1
ALTERNATIVA N° 1: LT 220 kV PUERTO ETEN - CHICLAYO SUR

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	TOTAL (US\$)
1	LT 220 KV SIMPLE TERNA	km	13	145 000	1 885 000,0
2	CELDAS EN 220 kV	C/U	6	1 400 000	8 400 000,0
TOTAL ALTERNATIVA N° 1					10 285 000,0

Cuadro N° 7.2
ALTERNATIVA N° 2: LT 220 kV PUERTO ETEN - CHICLAYO OESTE

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	TOTAL (US\$)
1	LT 220 KV SIMPLE TERNA	km	20	145 000	2 900 000,0
2	LINEA SUBTERRANEA 220 kV	km	3	1 850 000	5 550 000,0
3	CELDAS EN 220 kV	C/U	2	1 400 000	2 800 000,0
TOTAL ALTERNATIVA N° 2					11 250 000,0

Cuadro N° 7.3
ALTERNATIVA N° 3: LT 220 kV PUERTO ETEN - GUADALUPE

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	TOTAL (US\$)
1	LT 220 kV SIMPLE TERNA	km	69	145 000	10 005 000,0
2	CELDAS EN 220 kV	C/U	2	1 400 000	2 800 000,0
TOTAL ALTERNATIVA 3					12 805 000,0

Debido a que el menor monto de inversión corresponde a la Alternativa N° 1 y las pérdidas de transmisión a nivel SEIN también resultaron menores con la configuración de dicha alternativa, se concluye que la Alternativa N° 1 corresponde a la de mínimo costo.

8.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

- La solución de instalar la planta de Reserva Fría de Generación en Puerto Eten resulta técnicamente viable y tiene la ventaja de su ubicación cerca del depósito de PETROPERU, además de ser un aporte de energía a la red del SEIN, en la región Norte.
- La implementación de la RFG Puerto Eten resulta fundamental para el restablecimiento de la operación del SEIN ante la pérdida de una línea en 500 kV o la pérdida de las CCHH Cañón del Pato o Carhuaquero, o la TG4 de la CT Malacas, la misma que permitiría garantizar la continuidad del suministro eléctrico para la zona Norte del SEIN.
- La mejor alternativa de enlace al SEIN resulta la alternativa N° 1, que permite la conexión a la LT 220 kV Guadalupe – Chiclayo Oeste, con un enlace de línea en 220 kV, de 13 km de longitud aproximada, hacia la nueva subestación de maniobra Chiclayo Sur que abrirían las dos ternas de la LT 220 kV Guadalupe – Chiclayo Oeste.
- Con la implementación de la nueva S.E. Chiclayo Sur, se conseguiría una mejor distribución de las cargas futuras de Chiclayo y facilitar futuras conexiones de líneas en 220 kV, ya que en la S.E. Chiclayo Oeste no se podrían efectuar más ampliaciones, debido a la restricción de espacios para la implementación de nuevas líneas aéreas en 220 kV, salvo que se implementen como líneas subterráneas, que son muy costosas.

Por otro lado, existe espacio suficiente para la nueva subestación y no habrían problemas de servidumbre en la línea, habida cuenta que el recorrido de ruta pasaría por una zona rural sin problemas de vías angostas ni de viviendas.

8.2 Recomendaciones

- Gestionar la aprobación de PETROPERU para instalar la Planta de Reserva Fría de Generación adyacente al actual depósito de combustible en Puerto Eten.



PERÚ

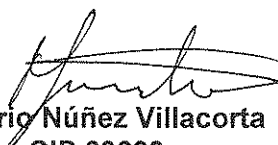
**Ministerio
de Energía y Minas**

**Viceministerio
de Energía**

**Dirección
General de Electricidad**

- Se recomienda el enlace al SEIN mediante una línea corta (13 km de longitud aproximada) de 220 kV hacia la nueva Subestación de maniobra Chiclayo Sur que abra las dos ternas de la LT 220 kV Guadalupe – Chiclayo Oeste, que sería parte de la inversión de la Planta de RFG Puerto Eten.

Lima, 07 de Enero del 2011.


Mario Núñez Villacorta
CIP 09693
Asesor Técnico


Rubén Napa Tasayco
CIP 59250
Asesor Técnico



PERÚ

**Ministerio
de Energía y Minas**

**Viceministerio
de Energía**

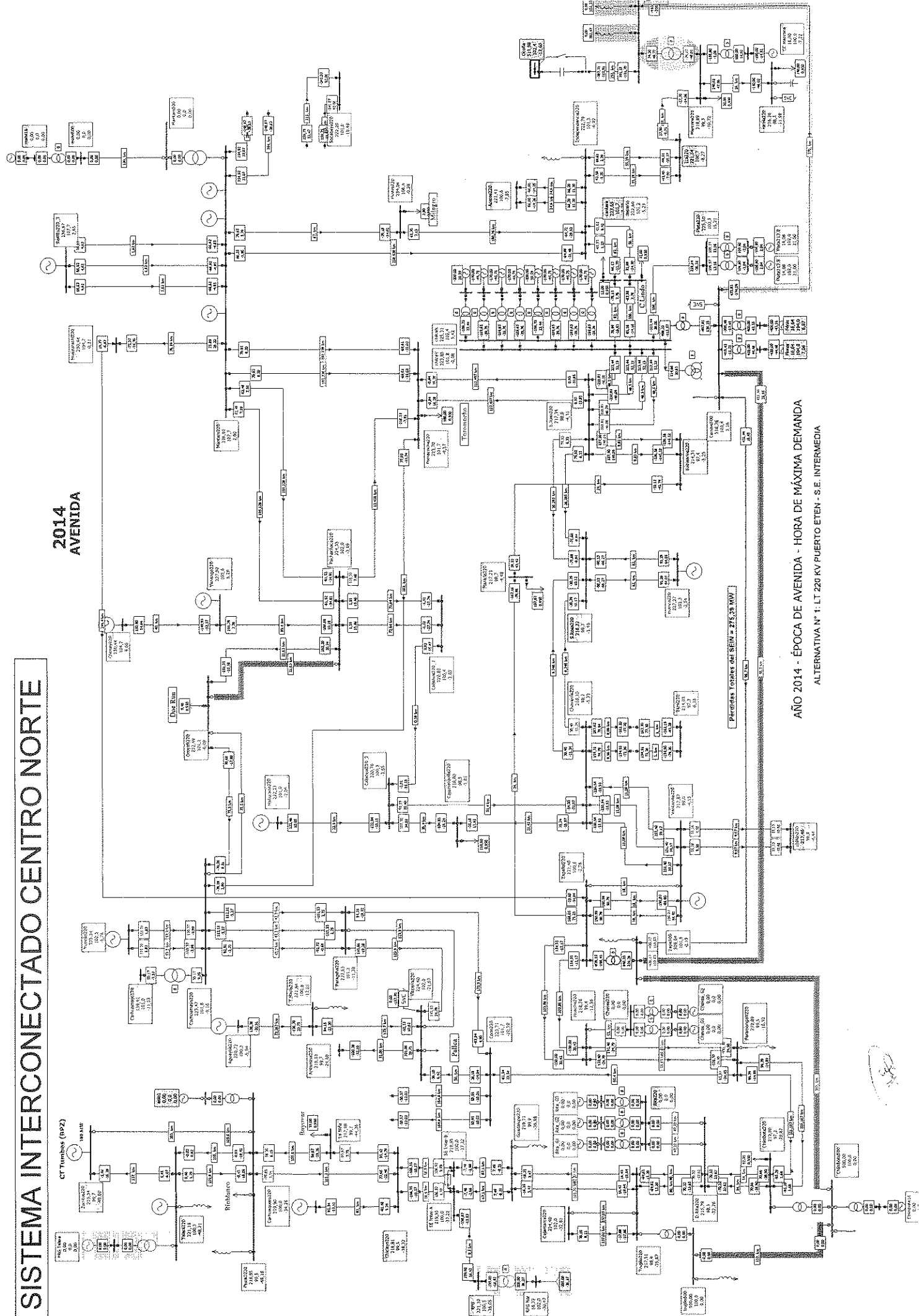
**Dirección
General de Electricidad**

ANEXO N° 1

RESULTADOS DE FLUJO DE POTENCIA AÑO 2014

SISTEMA INTERCONECTADO CENTRO NORTE

2014
AVENIDA

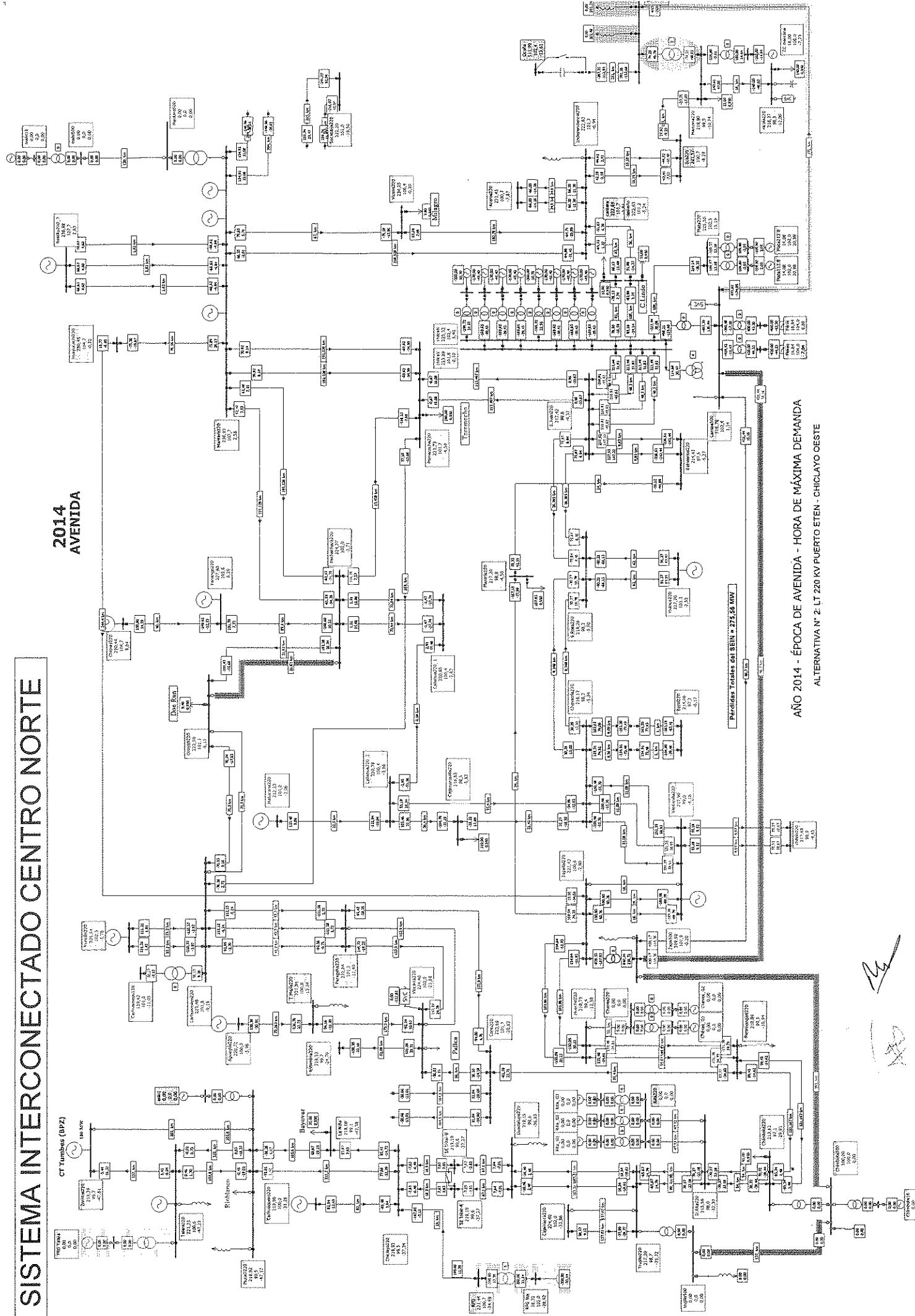


AÑO 2014 - ÉPOCA DE AVENIDA - HORA DE MÁXIMA DEMANDA

ALTERNATIVA N° 1: LT 220 KV PUERTO ETEN - S.E. INTERMEDIA

SISTEMA INTERCONECTADO CENTRO NORTE

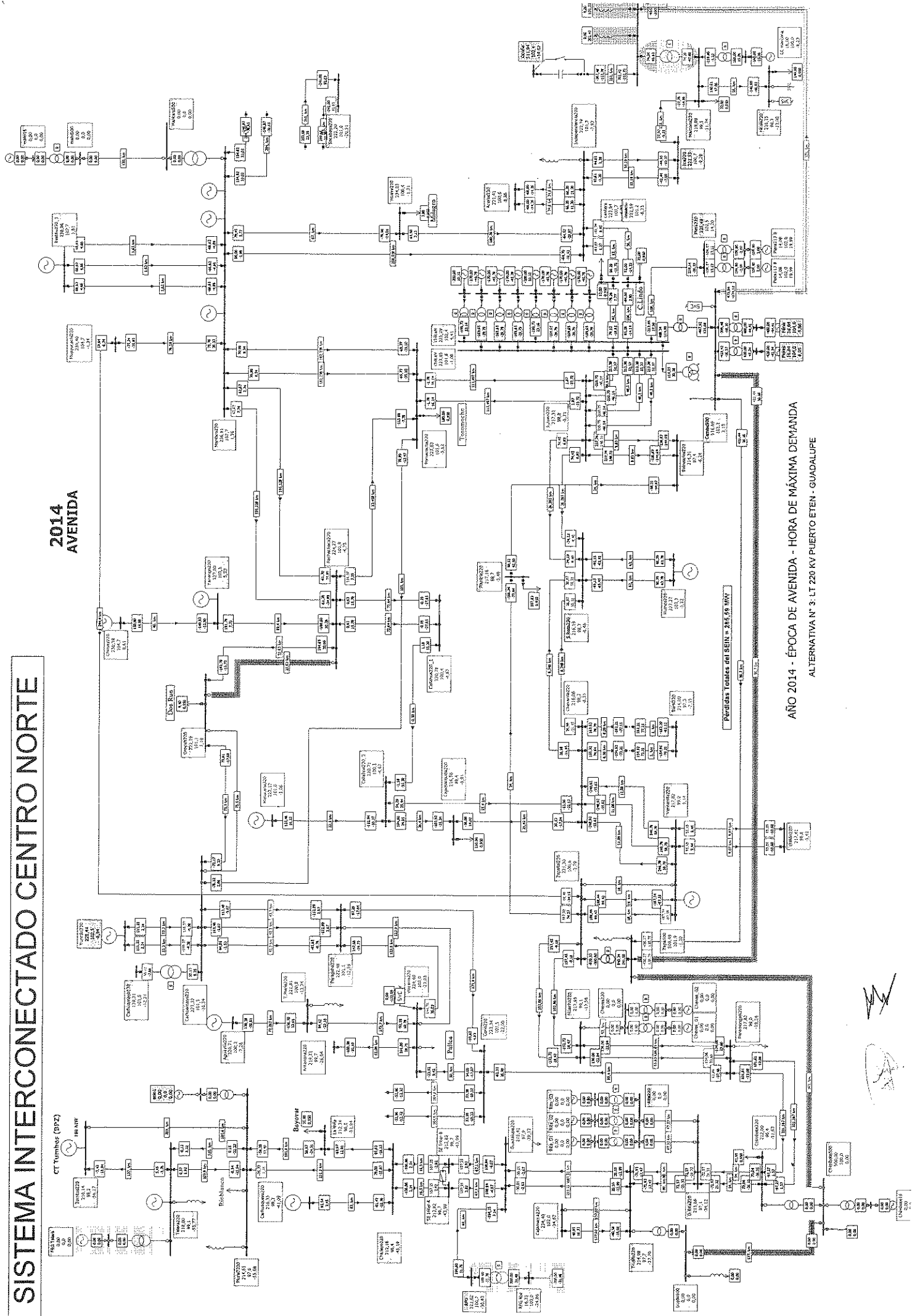
2014
AVENIDA



AÑO 2014 - ÉPOCA DE AVENIDA - HORA DE MÁXIMA DEMANDA
ALTERNATIVA N° 2 LT 220 KV PUERTO ETEN - CHICLAYO OESTE

SISTEMA INTERCONECTADO CENTRO NORTE

2014
AVENIDA



AÑO 2014 - ÉPOCA DE AVENIDA - HORA DE MÁXIMA DEMANDA
ALTERNATIVA N° 3: LT 220 KV PUERTO ETEN - GUADALUPE



PERÚ

**Ministerio
de Energía y Minas**

**Viceministerio
de Energía**

**Dirección
General de Electricidad**

ANEXO N° 2

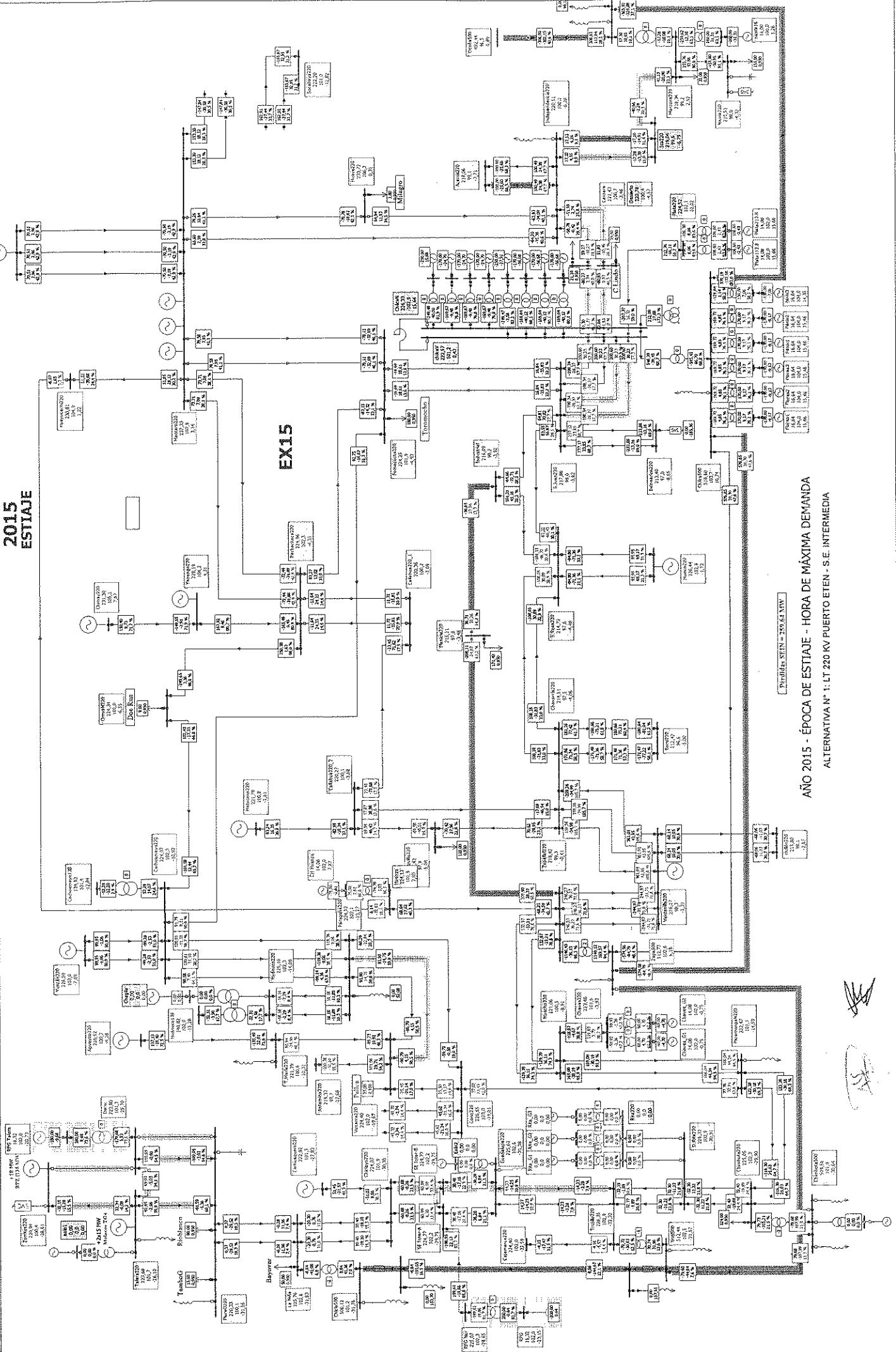
RESULTADOS DE FLUJO DE POTENCIA AÑO 2015

SISTEMA INTERCONECTADO CENTRO NORTE

2015
ESTIAJE

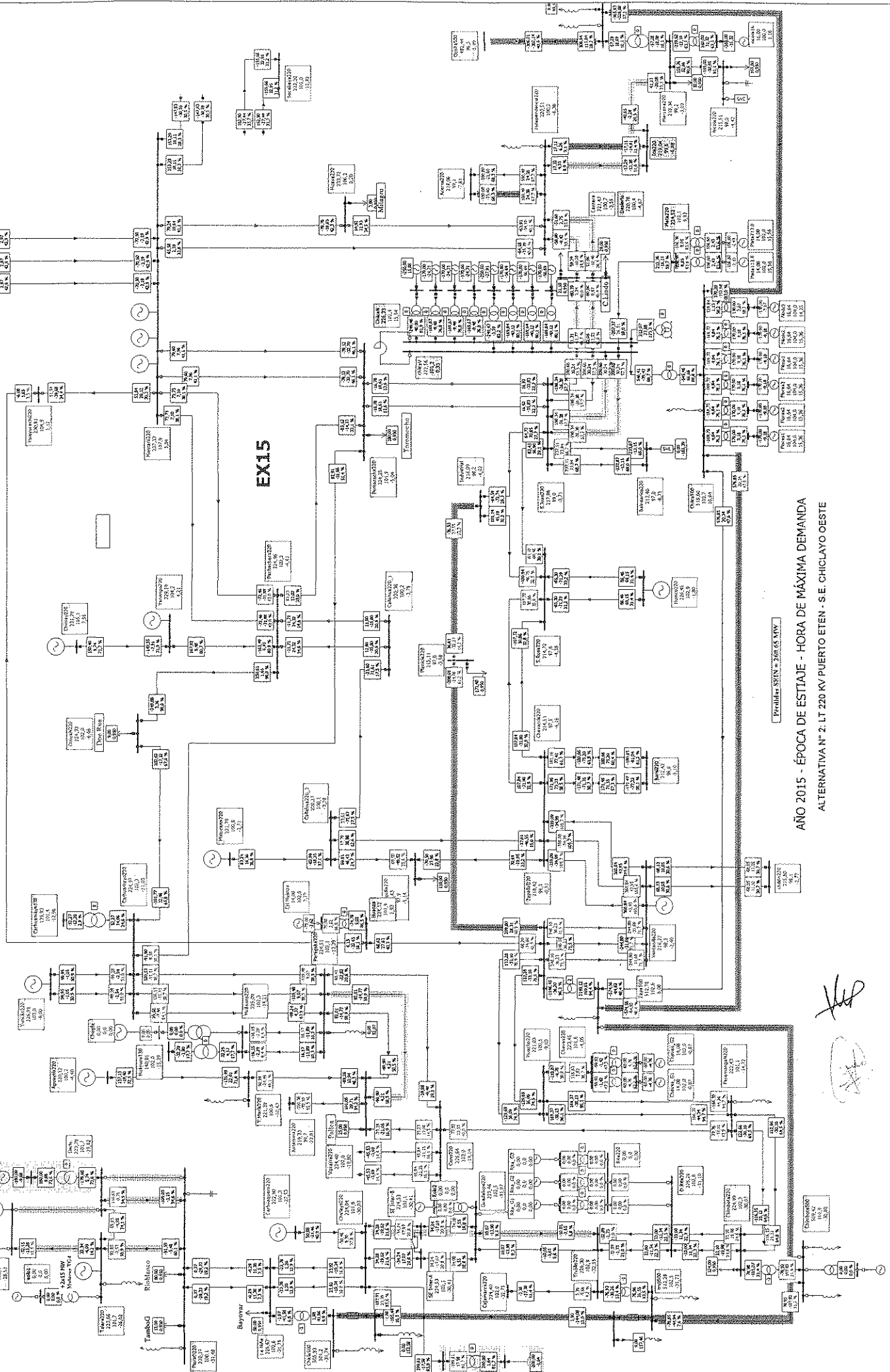
EX15

AÑO 2015 - ÉPOCA DE ESTIAJE - HORA DE MÁXIMA DEMANDA
ALTERNATIVA N° 1: LT 220 KV PUERTO ETEN - S.E. INTERMEDIA



SISTEMA INTERCONECTADO CENTRO NORTE

2015
ESTIAJE

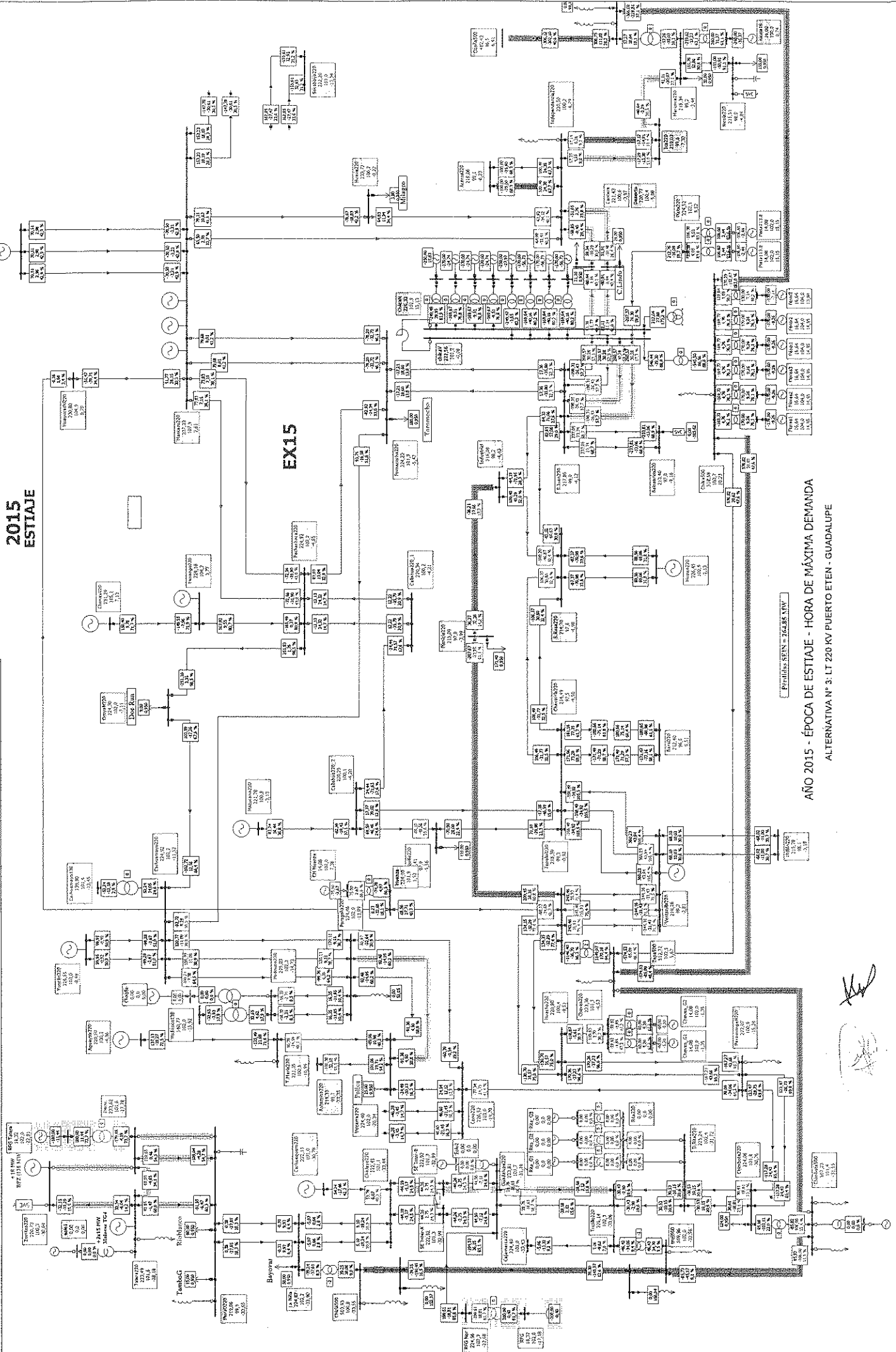


AÑO 2015 - ÉPOCA DE ESTIAJE - HORA DE MÁXIMA DEMANDA
ALTERNATIVA N° 2. LT 220 KV PUERTO ETEN - S.E. CHICLAYO OESTE

Detalle de 220 kV

SISTEMA INTERCONECTADO CENTRO NORTE

2015
ESTIAJE



AÑO 2015 - ÉPOCA DE ESTIAJE - HORA DE MÁXIMA DEMANDA
ALTERNATIVA Nº 3: LT 220 KV PUERTO ETEN - GUADALUPE

[Handwritten signature]