

FLUJOS DE POTENCIA

ESO6MAX

F4.1. INTRODUCCIÓN

Este anexo documenta aquellas características más sobresalientes del flujo de potencia **ES06MAX**, tales como demanda por área, despacho hidrotérmico totalizado por área y discriminado por central, voltajes fuera de banda para los distintos niveles de tensión y sobrecargas de líneas y transformadores. A efectos de evaluar el escenario desde el punto de vista de la potencia reactiva, se indican aquellos generadores que operan en un punto próximo o por encima de los límites de su curva de capacidad.

Se concluye con un análisis cualitativo del flujo de potencia, el cual permite dilucidar, en la sección *F4.4. COMENTARIOS* de este anexo, las debilidades operativas del funcionamiento del SEIN para el escenario simulado.

F4.2. DATOS DE DEMANDA Y DESPACHOS

En el siguiente apartado se indican tanto el despacho hidrotérmico correspondiente al flujo de referencia, así como también los valores de demanda discriminados para cada una de las áreas en que se subdividió la red del SEIN.

Tanto la proyección global de la demanda, como la distribución por barras han sido realizadas por el COES, manteniendo constantes las demandas caracterizadas como industriales y de servicios auxiliares de las plantas generadoras.

Los generadores en servicio corresponden a un despacho económico que se ajusta, según criterios del COES, a un despacho real para el período hidrológico y el bloque de demanda analizados, y para las condiciones operativas particulares.

La **Tabla N° F4.1** y la **Tabla N° F4.2** concentran la información antes detallada.

Tabla N° F4.1: Demanda y Despacho totalizados por áreas

Area	Generación	Demanda
	MW	MW
1-Costa Norte	371.20	470.20
2-Costa Centro	541.27	1342.97
3-Sierra Norte	0	93
4-Sierra Centro	1764.73	668.43

Area	Generación	Demanda
	MW	MW
5-Costa Sur	419.13	387.63
6-Sierra Sur	173.37	156.87
Total	3269.70	3119.10

Tabla N° F4.2: Generación por Central

Hidro SICN	2006 - Estiaje - Máxima demanda	
	MW	Cantidad de Grupos en Servicio
Mantaro	610.0	7 grupos de 7
Restitución	208.0	3 grupos de 3
Huinco	173.7	4 grupos de 4
Matucana	85.0	2 grupos de 2
Callahuanca 6 kV	36.0	3 grupos de 3
Callahuanca 8 kV	27.0	1 grupos de 1
Moyopampa	64.7	3 grupos de 3
Huampaní	28.0	2 grupos de 2
Cahua	22.0	2 grupos de 2
Carhuaquero	20.0	1 grupos de 3
Cañon del Pato	140.0	4 grupos de 6
Malpaso	40.0	4 grupos de 4
Oroya	7.0	3 grupos de 3
Pachachaca	7.7	4 grupos de 4
Yaupi	82.0	5 grupos de 5
Yuncan	81.9	3 grupos de 3
Gallito Ciego	16.0	1 grupos de 2
Curumuy	10.0	2 grupos de 2
Poechos	15.2	2 grupos de 2
Pariac	1.8	2 grupos de 6
Chimay	100.0	2 grupos de 2
Yanango	8.0	1 grupos de 1
Huanchor	17.0	2 grupos de 2
Subtotal (SICN)	1801.0	

Hidro SIS	2006 - Estiaje - Máxima demanda	
	MW	Cantidad de Grupos en Servicio
Charcani I	1.6	2 grupos de 2
Charcani II	0.6	3 grupos de 3
Charcani III	3.8	2 grupos de 2
Charcani IV	10.5	3 grupos de 3
Charcani V	80.1	3 grupos de 3
Charcani VI	6.9	1 grupos de 1
Aricota I	20.0	2 grupos de 2
Aricota II	10.0	1 grupos de 1
Huancarama	1.4	1 grupos de 1
Machupicchu	87.0	3 grupos de 3
San Gaban II	85.0	2 grupos de 2
Subtotal (SISUR)	306.8	

Subtotal hidro (SEIN)	2107.8	
-----------------------	--------	--

Térmicas SICN	2006 - Estiaje - Máxima demanda	
	MW	Cantidad de Grupos en Servicio
TG4 Malacas	81.2	1 grupos de 1
TG 1 y 2 Malacas GN	30.0	2 grupos de 2
TG3 Malacas Diesel		
TG Chimbote		
TG Trujillo		
TG Piura	16.8	4 grupos de 5
GD Piura		
GD Chiclayo		
GD Sullana		
GD Paita		
GD Pacasm SLZ 1, 2 y 3		
GD Pacasmayo MAN		
TG Santa Rosa UTI		
TG Santa Rosa WTG	114.0	1 grupos de 1
TG Ventanilla 3	159.2	1 grupos de 1
TG Ventanilla 4	156.1	1 grupos de 1
CC Ventanilla TG3	85.0	1 grupos de 1
TV Trupal		
TV San Nicolas	27.0	3 grupos de 3
GD San Nicolas		
TG Aguaytía 1	86.7	1 grupos de 1
TG Aguaytía 2	78.0	1 grupos de 1
GD Tumbes MAK	18.3	2 grupos de 2
GD Yarinacocha Wartsila	24.0	4 grupos de 4
Subtotal (SICN)	876.3	

Térmicas Sur	2006 - Estiaje - Máxima demanda	
	MW	Cantidad de Grupos en Servicio
GD Dolorespata		
GD Taparachi		
GD Bellavista		
GD Tintaya		
GD Chilina		
CC Chilina		
Chilina TV2		
Chilina TV3		
GD Mollendo	31.5	3 grupos de 3
TG Mollendo		
GD Moquegua		
GD Calana	25.2	4 grupos de 4
Ilo 1 TV2	22.0	1 grupos de 1
Ilo 1 TV3	66.0	1 grupos de 1
Ilo 1 TV4		
Ilo 1 TG 1		
Ilo 1 TG 2		
Ilo 1 CATKATO		
Ilo 2 TV	141.0	1 grupos de 1
Subtotal térmico (SISUR)	285.7	
Subtotal térmico (SIN)	1162.0	
Generación total SEIN	3269.7	
Demanda total SEIN	3119.1	

F4.3. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES

El desarrollo de este apartado documenta los resultados obtenidos a partir del ajuste del flujo de referencia. Se incluye una memoria de los niveles de tensión fuera de rango, las sobrecargas detectadas y se detallan aquellos generadores que operan en un punto próximo o por encima de los límites de su curva de capacidad.

La evaluación de los parámetros mencionados en el párrafo precedente se llevó a cabo considerando los criterios adoptados y señalados en el Inciso 5 del cuerpo principal de este informe.

F4.3.1. NIVELES DE TENSIÓN

La **Tabla N° F4.3** contiene un listado que identifica aquellas barras que superan alguno de los límites considerados para este parámetro.

Tabla N° F4.3: Barras que trasgreden los límites de tensión

BUSES WITH VOLTAGE GREATER THAN 1.0500:

X----- BUS -----X	AREA	V(PU)	V(KV)	X----- BUS -----X	AREA	V(PU)	V(KV)
17076 PARAMXI13.8	1	1.0583	14.604	17092 TRUJNSVC8.00	1	1.1148	8.918
17108 CHIMBO1213.8	1	1.0597	14.623	17152 CHICLSVC8.00	1	1.0732	8.586
17178 CHIMBOT213.8	1	1.0540	14.545	24100 SANJUAN260.0	2	1.0554	63.322
26000 INDECS0110.0	2	1.0935	10.935	27044 CHAVASVC4.80	2	1.1759	5.644
27052 BARS14 10.0	2	1.0503	10.503	27088 SANJUAN310.0	2	1.0833	10.833
27168 BALNESVC7.30	2	1.2290	8.972	27190 PARACAS222.9	2	1.0538	24.132
27192 PARACAS210.0	2	1.0521	10.521	29044 N-PARAC21.00	2	1.0538	1.054
42002 C.ARM1-O 220	4	1.0940	240.68	42008 HUAYUCA 220	4	1.0608	233.38
42016 HUANCABE 220	4	1.0713	235.70	42018 RESTITU1 220	4	1.0943	240.75
42020 RESTITU2 220	4	1.0943	240.75	42022 RESTITU3 220	4	1.0943	240.75
44000 NUCONDOR60.0	4	1.0648	63.887	44006 SURCO 60.0	4	1.0513	63.075
44008 CHOSICA 60.0	4	1.0619	63.717	44022 HUAMPANI60.0	4	1.0581	63.487
44038 PAMPAS 69.0	4	1.0914	75.304	44072 MOYOPAMP60.0	4	1.0623	63.740
44074 COBRIZAI69.0	4	1.0927	75.400	44078 CALLAHU160.0	4	1.0686	64.116
44082 CALLAHU260.0	4	1.0918	65.505	47042 PARAGSH112.0	4	1.1172	13.406
47080 SANJUAN 2.40	4	1.0740	2.577	47082 SANJUAN 11.0	4	1.0710	11.781
47086 CASAPIED12.0	4	1.0939	13.126	47234 COBRIZAI10.0	4	1.0911	10.911
47236 PAMPAS 10.0	4	1.0860	10.860	47238 PAMPAS 22.9	4	1.0872	24.897
47270 EXCELSI22.40	4	1.0570	2.537	47272 MINATAC1.480	4	1.0625	0.510
47274 MINATAC24.16	4	1.0942	4.552	47334 TICLIO .440	4	1.0691	0.470
49030 N-COBRI11.00	4	1.0911	1.091	49032 N-PAMPAS1.00	4	1.0867	1.087
49220 N-PARAG11.00	4	1.0697	1.070	57148 SOCABAY210.0	5	1.0523	10.523
57150 SOCABAY310.0	5	1.0513	10.513	69020 N-PUNO 1.00	6	1.0585	1.058

BUSES WITH VOLTAGE LESS THAN 0.9500:

X----- BUS -----X	AREA	V(PU)	V(KV)	X----- BUS -----X	AREA	V(PU)	V(KV)
14022 CARHUAZ 66.0	1	0.9444	62.329	14024 HUARAZ 66.0	1	0.9201	60.730
14026 TICAPAMP66.0	1	0.9197	60.698	14036 PARIAC 66.0	1	0.9252	61.064
14064 CAJAMARC60.0	1	0.9375	56.248	14100 T-PARIAC66.0	1	0.9232	60.934
14134 SANMARCO60.0	1	0.9274	55.642	14144 CAJABAMB60.0	1	0.9234	55.406
16034 PARIAC 13.2	1	0.9485	12.520	17084 CAJAMARC10.0	1	0.8799	8.799
17104 LAPAJUEL10.0	1	0.9286	9.286	17132 HUARAZ 13.2	1	0.9465	12.494
17134 TICAPAMP13.2	1	0.9056	11.954	17140 CAJABAMB22.9	1	0.9182	21.027
17188 CAJABAMB10.0	1	0.9167	9.167	17216 SANMARCO22.9	1	0.9432	21.600
17218 SANMARCO10.0	1	0.9392	9.392	19172 N-CAJABA1.00	1	0.9184	0.918
19174 N-SNMARCO1.00	1	0.9428	0.943	24082 TAMBDMOR60.0	2	0.9248	55.486
24084 CHINCHA 60.0	2	0.9245	55.471	24086 PISCO 60.0	2	0.9177	55.064
24092 ALTDLUNA60.0	2	0.9173	55.039	24094 PARACAS 60.0	2	0.9216	55.298
24110 PALPA 60.0	2	0.9329	55.974	24112 NAZCA 60.0	2	0.9465	56.790
24114 PUQUIO 60.0	2	0.9348	56.090	24150 T-PARACA60.0	2	0.9297	55.780
24152 T-ALTLUN60.0	2	0.9214	55.282	24162 T-MORA 60.0	2	0.9397	56.384
24164 T-PEDREG60.0	2	0.9269	55.615	24166 T-PNUEVO60.0	2	0.9366	56.196
24170 PEDREGAL60.0	2	0.9268	55.608	24182 T-MINSUR60.0	2	0.9256	55.536

24184 MINSUR 60.0	2 0.9256 55.536	41000 UCHUCHAC 138	4 0.9328 128.73
41006 CONDORCO 138	4 0.8690 119.92	41044 PARAGSHA 138	4 0.9393 129.63
41046 CARHUAMA 138	4 0.9133 126.03	41052 CARIPA 138	4 0.8732 120.50
41054 OROYANUE 138	4 0.8642 119.26	41064 PARAGSH2 138	4 0.9402 129.74
47096 HUICRA 2.40	4 0.9209 2.210	47108 CASPNO1 50.0	4 0.9450 47.251
47132 CFRANCIS50.0	4 0.9429 47.146	47170 CASAPALC50.0	4 0.9418 47.088
47336 TORREN8 10.0	4 0.9218 9.218		

Observaciones:

□ SE Campo Armiño y Barras de la CH Restitución.

Para la banda horaria de punta, y a efectos de lograr niveles de tensión aceptables en el centro de Lima, las barras de estas SE operan normalmente en las tensiones reportadas (1.094 pu - 240 kV).

Resulta importante destacar que los transformadores de la CH Mantaro poseen tensiones nominales de diseño apropiadas a las exigencias operativas antes descriptas, 13.8/230 kV, con 4 taps de $\pm 2 \times 2.5\%$.

□ Barras de compensación Shunt.

Para el escenario de análisis se distingue que, en general, las barras utilizadas para vincular a la red del SEIN equipos de compensación shunt del tipo capacitivo (bancos de capacitores o SVCs) aportando reactivo al sistema, presentan perfiles de tensión altos.

□ Zona comprendida por las estaciones Callahuanca, Moyopampa y Huampani en 60 kV.

Las citadas estaciones poseen transformadores con tensiones nominales, en sus devanados secundarios, que oscilan entre valores de 63 y 65 kV (1.0581 y 1.0918 pu). A fin de afrontar las caídas de tensión resultantes en el subsistema de transmisión de 60 kV cercano a Lima.

□ Oroya Nueva, Paragsha, Carhuamayo (138 kV).

Tanto las barras de estas SE, como de otras adyacentes, están caracterizadas por poseer perfiles de tensión que van desde 119 kV en Oroya Nueva, 126 kV en Carhuamayo y hasta 130 kV en Paragsha.

Cabe señalar que, de acuerdo a información suministrada por el COES, este es uno de los sistemas de transmisión eléctrica más antiguo de Perú y ha sido concebido para operar en los niveles de tensión antes indicados.

F4.3.2. SOBRECARGAS

El resumen del equipamiento que presenta sobrecarga se ha dividido en la **Tabla N° F4.4** correspondiente a líneas de transmisión y la **Tabla N° F4.5**, la cual constituye el reporte de los transformadores que operan por encima de su potencia nominal.

Tabla N° F4.4: Sobrecargas en líneas de transmisión

X-----FROM BUS-----X				X-----TO BUS-----X				CURRENT (MVA)			
BUS	NAME	BSKV	AREA	BUS	NAME	BSKV	AREA	CKT	LOADING	RATING	PERCENT
22046*	SANJUAN	220	2	42000	POMACCOCH	220	4	1	160.5	152.4	105.3
22046*	SANJUAN	220	2	42000	POMACCOCH	220	4	2	160.5	152.4	105.3
24174*	STAROSV260.0		2	44028	STA.ROSA60.0		4	1	56.9	56.1	101.3
44022	HUAMPANI60.0		4	44086*	ÑAÑA	60.0	4	1	44.6	40.5	110.0

Observaciones:

Según información descriptiva aportada por el COES en relación con las características operativas del SEIN, las líneas indicadas en la **Tabla N° F4.4** suelen registrar sobrecargas para la banda horaria de punta.

Tabla N° F4.5: Transformadores que operan por encima de su capacidad nominal.

Transformadores que operan por encima de su capacidad nominal (no se incluyen transformadores de bloque o SVCs):

X-----FROM BUS-----X				X-----TO BUS-----X				MVA		MVA	
BUS	NAME	BSKV	AREA	BUS	NAME	BSKV	AREA	CKT	LOADING	RATING	PERCENT
11078*	TRUJINOR	138	1	19182	N-TRUJN31.00		1	1	24.0	20.0	119.8
14022*	CARHUAZ	66.0	1	17130	CARHUAZ	13.2	1	2	2.7	2.5	107.7
14034*	PAITA	60.0	1	19152	N-PAITA	1.00	1	1	9.5	8.0	118.6
14066*	LAPAJUEL	60.0	1	19046	N-LAPAJU1.00		1	1	41.4	33.0	125.4
16032	ZARUMILL	10.0	1	19006*	N-ZARUMI1.00		1	1	2.3	2.0	115.6
17038*	PAITA	10.0	1	19152	N-PAITA	1.00	1	1	9.4	8.0	117.4
17080	TRUJINO3	10.0	1	19182*	N-TRUJN31.00		1	1	21.9	15.0	145.9
17104	LAPAJUEL	10.0	1	19046*	N-LAPAJU1.00		1	1	38.9	33.0	117.8
22006*	STA.ROSA	220	2	29014	N-SROSA31.00		2	3	86.5	85.0	101.8
22006*	STA.ROSA	220	2	29128	N-SROSA41.00		2	4	129.7	120.0	108.1
22046	SANJUAN	220	2	29136*	N-SANJUA1.00		2	3	50.6	50.0	101.1
24004*	INFANTAS	60.0	2	27008	INFANTAS10.0		2	1	28.9	25.0	115.4
24004*	INFANTAS	60.0	2	27008	INFANTAS10.0		2	2	28.9	25.0	115.4
24084*	CHINCHA	60.0	2	27100	CHINCHA	10.0	2	1	12.9	7.0	184.3
24084*	CHINCHA	60.0	2	27100	CHINCHA	10.0	2	2	12.9	7.0	184.3
24086*	PISCO	60.0	2	27102	PISCO	10.0	2	1	10.3	7.0	146.8
24092*	ALTDLUNA	60.0	2	27104	ALTDLUNA10.0		2	1	10.6	7.0	151.4
24118*	JGALVEZ	60.0	2	27132	JGALVEZ	10.0	2	1	27.7	25.0	110.9
24118*	JGALVEZ	60.0	2	27132	JGALVEZ	10.0	2	2	27.5	25.0	110.0
24120*	LIMATAM	160.0	2	27154	LIMATAM210.0		2	2	30.0	25.0	120.2
24120*	LIMATAM	160.0	2	27154	LIMATAM210.0		2	3	29.5	25.0	118.0
24120*	LIMATAM	160.0	2	27156	LIMATAM110.0		2	1	26.1	25.0	104.2
29128	N-SROSA41.00		2	44056*	STAROSA260.0		2	4	124.0	120.0	103.3
44076*	PUENTE	60.0	4	47068	PUENTE1	10.0	4	1	42.2	40.0	105.6
44086*	ÑAÑA	60.0	4	47004	ÑAÑA	10.0	4	1	20.7	17.2	120.2
44112*	S.ANITA	60.0	4	49046	N-SANITA1.00		4	1	49.2	40.0	123.1
44218*	PUCALLP	260.0	4	49060	N-PUCALL1.00		4	1	19.5	15.0	129.7
47022	S.ANITA	10.0	4	49046*	N-SANITA1.00		4	1	20.8	20.0	104.1
47074	MONTERRI	10.0	4	49002*	N-MONTRR1.00		4	1	22.1	20.0	110.7
47336	TORREN8	10.0	4	47358*	TORREN8	50.0	4	1	15.1	10.0	150.6

47350	PUCALLPA10.0	4	49060*	N-PUCALL1.00	4	1	18.3	15.0	122.3
51024*	ILOELEC2 138	5	57088	ILOELEC210.5	5	2	6.8	6.0	113.4
64002*	JULIACA 60.0	6	67010	JULIACA 10.5	6	1	12.8	12.0	106.4
64002*	JULIACA 60.0	6	67010	JULIACA 10.5	6	2	6.8	5.5	123.6
66004	HUANCARA2.40	6	67118*	HUANCARA22.0	6	1	3.6	2.5	142.5
66004	HUANCARA2.40	6	67118*	HUANCARA22.0	6	2	3.6	2.5	142.5
67006*	RACCHI 33.0	6	67008	RACCHI 10.5	6	1	1.8	1.5	118.2
67030	PAUCARTA10.0	6	69002*	N-PAUCAR1.00	6	1	3.9	2.5	157.8
67134*	CACHIMAY33.0	6	69006	N-CACHI21.00	6	1	3.1	3.0	104.7

F4.3.3. LIMITES DE REACTIVO

El listado de plantas generadoras contenido en la **Tabla N° F4.6** pretende agilizar la distinción de aquellas centrales con su despacho de potencia reactiva en los límites de sus respectivas curvas de capacidad.

Tabla N° F4.6: Generadores con un despacho reactivo en los límites de su curva de capacidad

BUS	NAME	BSVLT	ON/OFF	TYP	MW	MVAR	QMAX	QMIN
16034	PARIAC	13.2	2	4	-2	1.8	2.6	-2.2
46082	CALLAHU1	6.50	1	0	-2	12.0	7.5	-7.0
46084	CALLAHU2	6.50	1	0	-2	12.0	7.5	-7.0
46086	CALLAHU3	6.50	1	0	-2	12.0	7.5	-7.0
56106	ILO2	17.0	1	0	-2	141.0	-20.9	99.6
56128	CHARCAII	5.25	3	0	-2	0.6	-0.4	0.5
56130	CHARCIII	5.25	2	0	-2	3.8	-2.4	3.8

F4.4. COMENTARIOS

Se puede concluir que, en términos generales, el escenario de análisis **ES06MAX** presenta un funcionamiento adecuado y acorde a las características operativas reales de la red del SEIN informadas por el COES.

Una de las principales características de este escenario, está dada por el cambio en el sentido del flujo de potencia que transporta la línea Chimbote 1 - Paramonga Nueva 220 kV. Durante horas de mínima demanda, el Area 1 (Costa Norte) es netamente importadora, o lo que es lo mismo, el flujo de potencia se dirige desde la SE Paramonga Nueva hacia la SE Chimbote 1. Esto no sucede en el los escenarios de máxima y media demanda en la época de avenida.

En relación con el control de tensión en el sistema sur, se observa que a consecuencia de operar básicamente con un bajo nivel de carga, los perfiles de tensión poseen valores levemente superiores a los resultantes en otras áreas del SEIN. Dichos valores son tales que para todos los escenarios evaluados, las principales centrales del área operan en condiciones de subexcitación.

Tal como se informó en las observaciones, algunos parámetros (niveles de tensión, sobrecargas) que se encuentran fuera de los límites, obedecen a condiciones reales de operación.

F4.5. DIAGRAMAS UNIFILARES DEL SEIN

Dada la extensa topología que caracteriza la red del SEIN y las consecuentes dificultades de su representación en un formato que resulte funcional para la evaluación de los escenarios, se incorporan diagramas parciales de la red.

La presentación de estos esquemas pretende simplificar y dinamizar el análisis de los flujos de potencia.

En general, el criterio adoptado para la confección de estos diagramas unifilares se fundamenta en incorporar las barras de mayor importancia del área que representan, así como también las líneas de los principales circuitos, equipamiento de transformación y compensación, y aquellos generadores que resultan de interés.

Considerando lo expuesto en los párrafos precedentes resultan los diagramas según el detalle adjunto:

- **Figura N°F4.1:** corresponde al diagrama unifilar sintetizado de la Red del subsistema Norte, donde se destacan los circuitos de 220 kV y 138 kV.
- **Figura N°F4.2:** este unifilar comprende la jurisdicción de la ciudad de Lima y la zona adyacente, por esto se la ha definido como Red Centro y se destacan los circuitos de 220 kV y 138 kV.
- **Figura N°F4.3:** esquema abreviado de las Redes de 220 kV y vínculos asociados de 138 kV, desde Campo Armiño - Cotaruse - Socabaya hasta las áreas de Puno, Ilo y los Héroes. Por la ubicación geográfica de estos puntos se denomina a este diagrama unifilar: **Red Sur**.

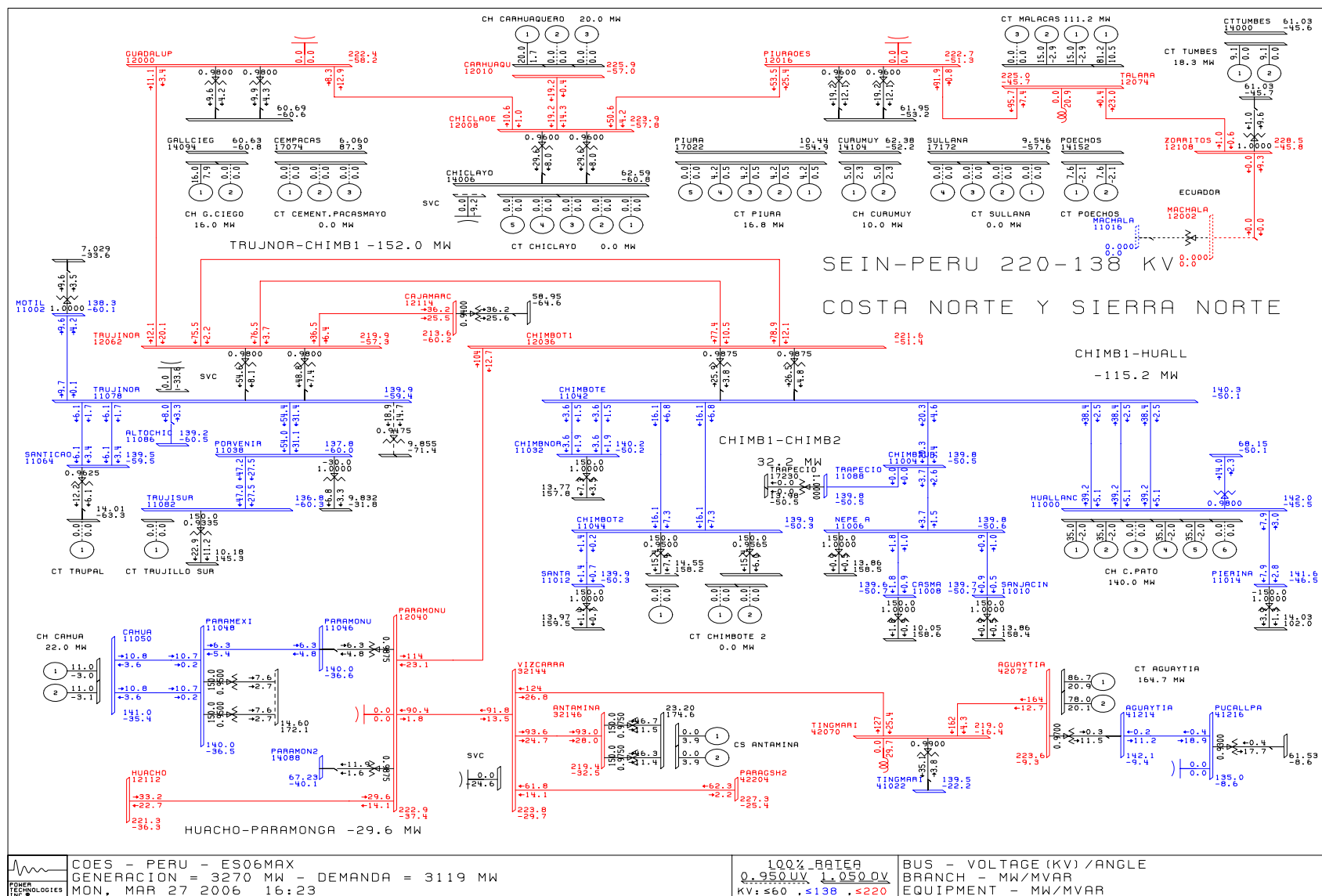


Figura N°F4.1: Red Norte 220 kV y 138 kV



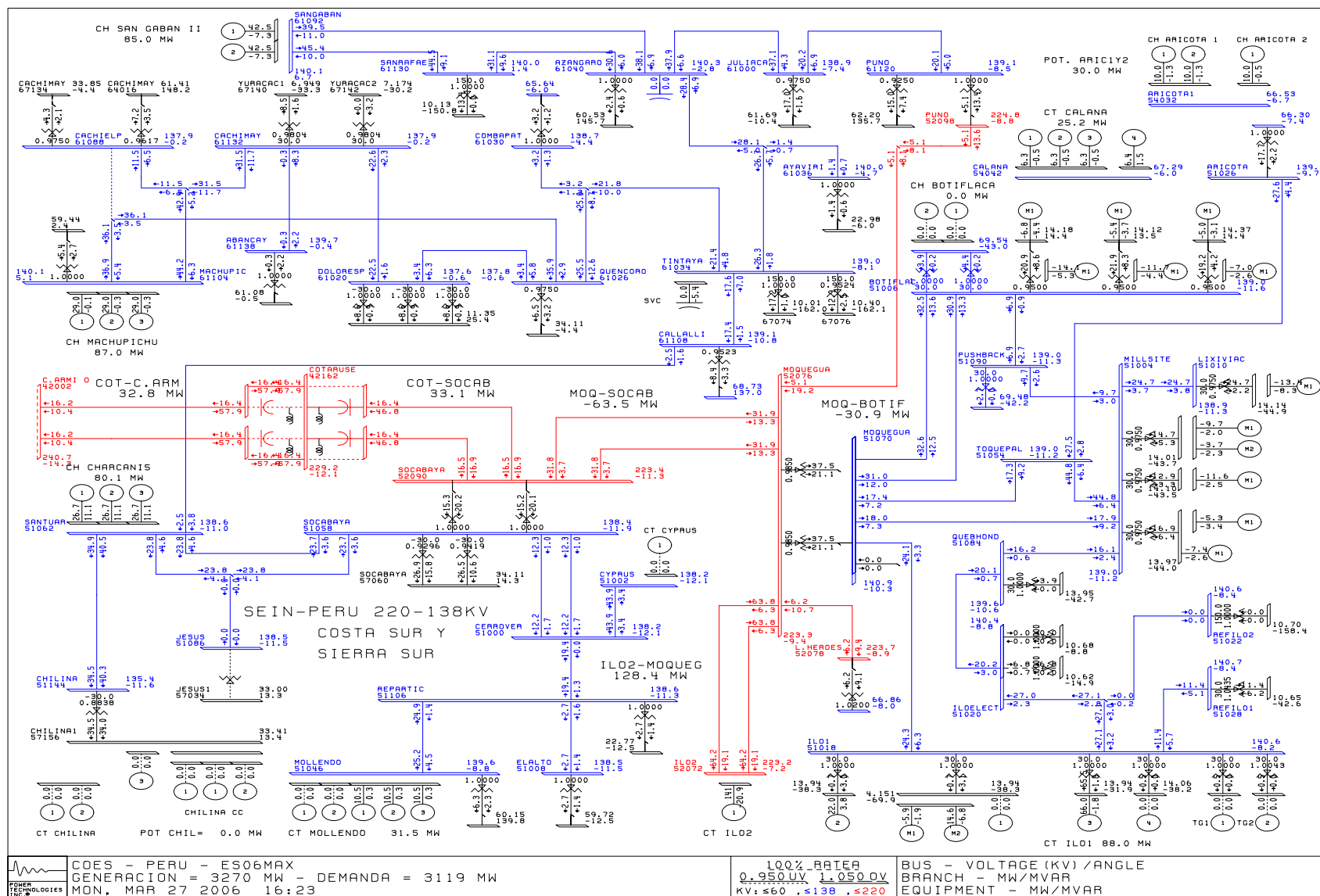


Figura N°F4.3: Red Sur 220 kV y 138 kV