

FLUJOS DE POTENCIA

AVO6MIN

F3.1. INTRODUCCIÓN

Este anexo documenta aquellas características más sobresalientes del flujo de potencia **AV06MIN**, 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 *F3.4. COMENTARIOS* de este anexo, las debilidades operativas del funcionamiento del SEIN para el escenario simulado.

F3.2. 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° F3.1** y la **Tabla N° F3.2** concentran la información antes detallada.

Tabla N° F3.1: Demanda y Despacho totalizados por áreas

Area	Generación	Demanda
	MW	MW
1-Costa Norte	258.2	312.0
2-Costa Centro	79.8	828.67
3-Sierra Norte	0	93.0

Area	Generación	Demanda
	MW	MW
4–Sierra Centro	1596.0	423.93
5–Costa Sur	151.7	316.23
6–Sierra Sur	129.4	123.17
Total	2214.1	2097.10

Tabla N° F3.2: Generación por Central

Hidro SICN	2006 - Avenida - Mínima demanda	
	MW	Cantidad de Grupos en Servicio
Mantaro	626.7	7 grupos de 7
Restitución	209.3	3 grupos de 3
Huinco		
Matucana	60.0	2 grupos de 2
Callahuanca 6 kV	39.8	3 grupos de 3
Callahuanca 8 kV	35.0	1 grupos de 1
Moyopampa	60.0	3 grupos de 3
Huampaní	29.0	2 grupos de 2
Cahua	30.0	2 grupos de 2
Carhuaquero	60.0	2 grupos de 3
Cañon del Pato	140.0	4 grupos de 6
Malpaso		
Oroya	8.8	3 grupos de 3
Pachachaca	9.3	4 grupos de 4
Yaupi	102.0	5 grupos de 5
Yuncan	129.9	3 grupos de 3
Gallito Ciego		
Curumuy	10.0	2 grupos de 2
Poechos	15.2	2 grupos de 2
Pariac	3.0	2 grupos de 6
Chimay	100.0	2 grupos de 2
Yanango	41.0	1 grupos de 1
Huanchor	18.2	2 grupos de 2
Subtotal (SICN)	1727.2	

Hidro SIS	2006 - Avenida - Mínima 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	90.0	3 grupos de 3
Charcani VI	6.9	1 grupos de 1
Aricota I	4.0	2 grupos de 2
Aricota II	2.0	1 grupos de 1
Huancarama	2.8	1 grupos de 1
Machupicchu	85.8	3 grupos de 3
San Gaban II	40.0	1 grupos de 2
Subtotal (SISUR)	247.9	

Subtotal hidro (SEIN)	1975.1	
-----------------------	--------	--

Térmicas SICN	2006 - Avenida - Mínima demanda	
	MW	Cantidad de Grupos en Servicio
TG4 Malacas		
TG 1 y 2 Malacas GN		
TG3 Malacas Diesel		
TG Chimbote		
TG Trujillo		
TG Piura		
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		
TG Ventanilla 3	40.0	1 grupos de 1
TG Ventanilla 4	40.0	1 grupos de 1
CC Ventanilla TG3		
TV Trupal		
TV San Nicolas		
GD San Nicolas		
TG Aguaytía 1	87.0	1 grupos de 1
TG Aguaytía 2	40.0	1 grupos de 1
GD Tumbes MAK		
GD Yarinacocha Wartsila		
Subtotal (SICN)	207.0	

Térmicas Sur	2006 - Avenida - Mínima 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		
TG Mollendo		
GD Moquegua		
GD Calana		
Ilo 1 TV2	10.0	1 grupos de 1
Ilo 1 TV3		
Ilo 1 TV4	22.0	1 grupos de 1
Ilo 1 TG 1		
Ilo 1 TG 2		
Ilo 1 CATKATO		
Ilo 2 TV		
Subtotal térmico (SISUR)	32.0	

Subtotal térmico (SIN)	239.0	
------------------------	-------	--

Generación total SEIN	2214.1
Demanda total SEIN	2097.1

F3.3. 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.

F3.3.1. NIVELES DE TENSIÓN

La **Tabla N° F3.3** contiene un listado que identifica aquellas barras que superan alguno de los límites considerados para este parámetro.

Tabla N° F3.3: 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)
17152 CHICLSVC8.00	1	1.0517	8.413	26000 INDECS0110.0	2	1.0800	10.800
42002 C.ARMÍÑO 220	4	1.0940	240.68	42008 HUAYUCA 220	4	1.0752	236.53
42016 HUANCAYE 220	4	1.0734	236.14	42018 RESTITU1 220	4	1.0943	240.74
42020 RESTITU2 220	4	1.0943	240.74	42022 RESTITU3 220	4	1.0943	240.74
44000 NUCONDOR60.0	4	1.0605	63.632	44004 SNMATEO160.0	4	1.0522	63.134
44006 SURCO 60.0	4	1.0546	63.277	44008 CHOSICA 60.0	4	1.0587	63.525
44038 PAMPAS 69.0	4	1.0665	73.587	44072 MOYOPAMP60.0	4	1.0589	63.535
44074 COBRIZAI69.0	4	1.0693	73.782	44078 CALLAHU160.0	4	1.0633	63.801
44082 CALLAHU260.0	4	1.0865	65.187	46004 OROYA 2.30	4	1.0500	2.415
47042 PARAGSH112.0	4	1.1297	13.557	47080 SANJUAN 2.40	4	1.0804	2.593
47082 SANJUAN 11.0	4	1.0778	11.856	47086 CASAPIED12.0	4	1.1115	13.338
47234 COBRIZAI10.0	4	1.0679	10.679	47236 PAMPAS 10.0	4	1.0578	10.578
47238 PAMPAS 22.9	4	1.0595	24.263	47270 EXCELSI22.40	4	1.0690	2.566
47272 MINATAC1.480	4	1.0779	0.517	47274 MINATAC24.16	4	1.1082	4.610
47334 TICLIO .440	4	1.0643	0.468	49030 N-COBRI11.00	4	1.0679	1.068
49032 N-PAMPAS1.00	4	1.0586	1.059	49220 N-PARAG11.00	4	1.0805	1.080
57148 SOCABAY210.0	5	1.0592	10.592	57150 SOCABAY310.0	5	1.0585	10.585
57166 CHILINA110.0	5	1.0591	10.591	57168 CHILINA210.0	5	1.0600	10.600

BUSES WITH VOLTAGE LESS THAN 0.9500:

X----- BUS -----X	AREA	V(PU)	V(KV)	X----- BUS -----X	AREA	V(PU)	V(KV)
24082 TAMBDMOR60.0	2	0.9400	56.398	24084 CHINCHA 60.0	2	0.9428	56.566
24086 PISCO 60.0	2	0.9485	56.909	24092 ALTDLUNA60.0	2	0.9468	56.807
24164 T-PEDREGAL60.0	2	0.9414	56.481	24170 PEDREGAL60.0	2	0.9413	56.475
27088 SANJUAN310.0	2	0.9477	9.477	27168 BALNESVC7.30	2	0.9003	6.572
29136 N-SANJUA1.00	2	0.9201	0.920	41000 UCHUCHAC 138	4	0.9362	129.19
41006 CONDORCO 138	4	0.8599	118.66	41044 PARAGSHA 138	4	0.9420	130.00
41046 CARHUAMA 138	4	0.9105	125.65	41052 CARIPA 138	4	0.8650	119.37
41054 OROYANUE 138	4	0.8556	118.07	41064 PARAGSH2 138	4	0.9426	130.08
46096 HUINCO1 12.5	4	0.9038	11.297	46098 HUINCO2 12.5	4	0.9039	11.299
46100 HUINCO3 12.5	4	0.9039	11.299	46102 HUINCO4 12.5	4	0.9039	11.299
47096 HUICRA 2.40	4	0.9340	2.242	47108 CASPNO1 50.0	4	0.9282	46.411
47132 CFRANCIS50.0	4	0.9257	46.284	47170 CASAPALC50.0	4	0.9238	46.191
47336 TORREN8 10.0	4	0.9160	9.160				

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 en 60 kV.

Las citadas estaciones poseen transformadores con tensiones nominales, en sus devanados secundarios, que oscilan entre valores de 63.5 y 65.2 kV (1.0589 y 1.087 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 118 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.

□ Huinco (12.5 kV).

Las caídas de tensión registradas en estos puntos obedecen a que en este escenario la CH Huinco no despacha.

F3.3.2. SOBRECARGAS

El resumen del equipamiento que presenta sobrecarga se ha dividido en la **Tabla N° F3.4** correspondiente a líneas de transmisión y la **Tabla N° F3.5**, la cual constituye el reporte de los transformadores que operan por encima de su potencia nominal.

Tabla N° F3.4: Sobrecargas en líneas de transmisión

No se registraron sobrecargas de líneas.

Tabla N° F1.5: 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):

TRANSFORMER LOADINGS ABOVE 100.0 % OF RATING SET A:

X-----FROM BUS-----X				X-----TO BUS-----X				MVA		MVA	
BUS	NAME	BSKV	AREA	BUS	NAME	BSKV	AREA	CKT	LOADING	RATING	PERCENT
14066*	LAPAJUEL	60.0	1	19046	N-LAPAJU	1.00	1	1	35.8	33.0	108.6
17104	LAPAJUEL	10.0	1	19046*	N-LAPAJU	1.00	1	1	34.3	33.0	104.0
24084*	CHINCHA	60.0	2	27100	CHINCHA	10.0	2	1	9.5	7.0	135.0
24084*	CHINCHA	60.0	2	27100	CHINCHA	10.0	2	2	9.5	7.0	135.0
24092*	ALTDLUNA	60.0	2	27104	ALTDLUNA	10.0	2	1	8.5	7.0	121.7
47336	TORREN8	10.0	4	47358*	TORREN8	50.0	4	1	21.1	10.0	211.3
47356	CHICRI	.480	4	49062*	N-CHICRI	1.00	4	1	2.4	2.0	118.8
47366*	CONDORCO	6.90	4	49078	N-CONDOR	1.00	4	1	11.6	10.0	115.5
61034*	TINTAYA	138	6	67076	TINTAYA	110.0	6	1	24.1	20.0	120.6
66004	HUANCARA	2.40	6	67118*	HUANCARA	22.0	6	1	2.8	2.5	110.6
66004	HUANCARA	2.40	6	67118*	HUANCARA	22.0	6	2	2.8	2.5	110.6

F3.3.3. LIMITES DE REACTIVO

El listado de plantas generadoras contenido en la **Tabla N° F1.6** pretende agilizar la distinción de aquellas centrales con su despacho de potencia reactiva en los límites de sus respectivas curvas de capacidad.

Tabla N° F1.6: Generadores con un despacho reactivo en los límites de su curva de capacidad

BUS	NAME	BSVLT	ON/OFF	TYP	MW	MVAR	QMAX	QMIN
56128	CHARCAII	5.25	3	0 -2	0.6	-0.4	0.5	-0.4
56130	CHARCIII	5.25	2	0 -2	3.8	-2.4	3.8	-2.4

F3.4. COMENTARIOS

Se puede concluir que, en términos generales, el escenario de análisis **AV06MIN** 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.

Cabe destacar que los niveles de tensión resultantes están relacionados con las condiciones de despacho, ya que en el período de Avenida todas las centrales tienen agua suficiente para generar más que en el Estiaje y muchas veces a plena carga todo el día. En este período, el despacho se orienta a la máxima captación de energía hidroeléctrica, por lo que se restringe la operación de algunas plantas térmicas y algunas de ellas se ponen fuera de servicio. Dada la ubicación geográfica de la generación hidroeléctrica respecto de los centros de consumos, las caídas de tensión por algunas de las principales líneas resultan mayores.

A pesar de lo mencionado en el párrafo precedente, los perfiles de tensión se incrementan conforme se encuentra más descargado el sistema, tal cual se puede apreciar en el reporte de tensiones fuera de banda.

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.

F3.5. 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°F3.1:** corresponde al diagrama unifilar sintetizado de la Red del subsistema Norte, donde se destacan los circuitos de 220 kV y 138 kV.
- **Figura N°F3.2:** 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°F3.3:** 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.**

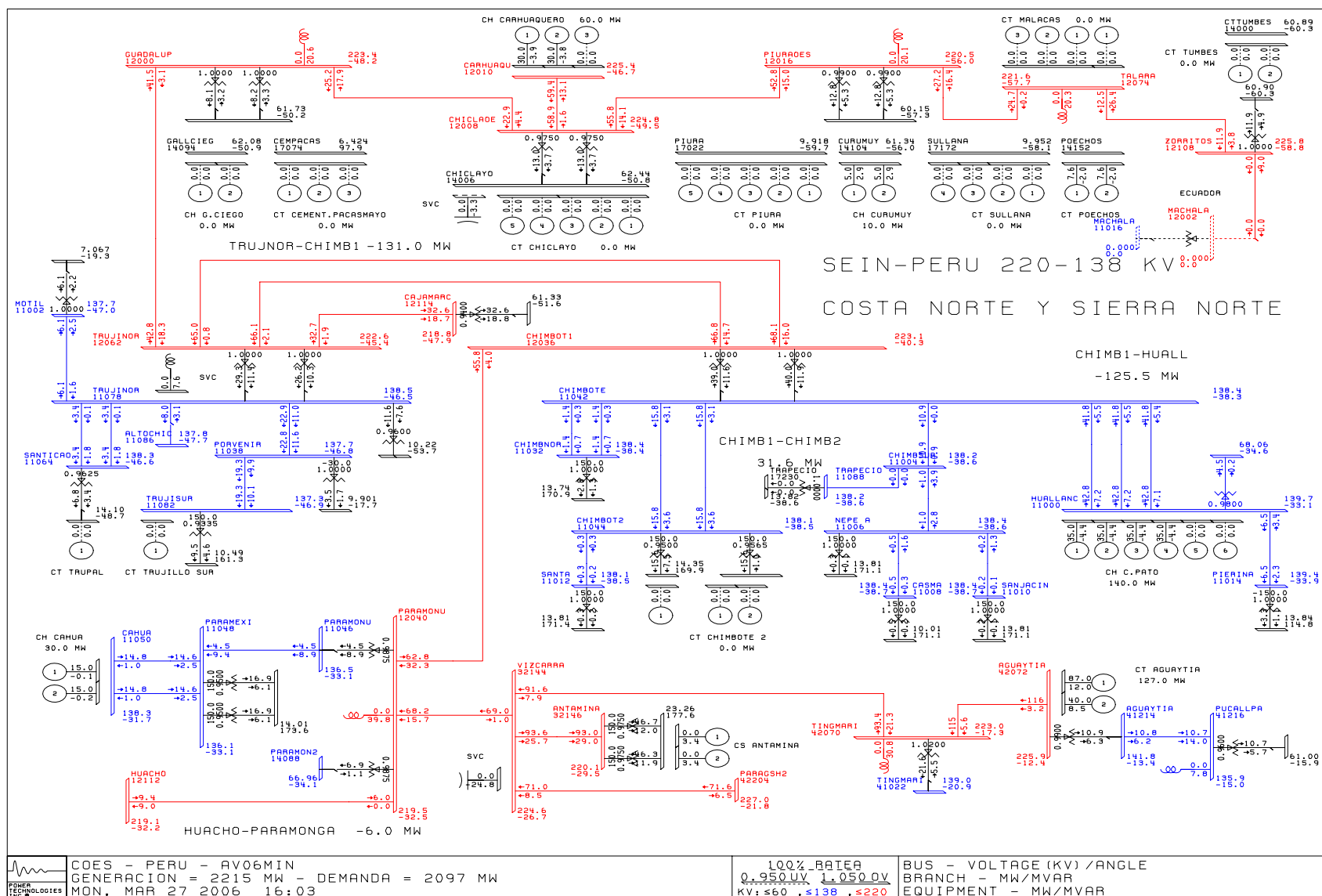


Figura N°F3.1: Red Norte 220 kV y 138 kV



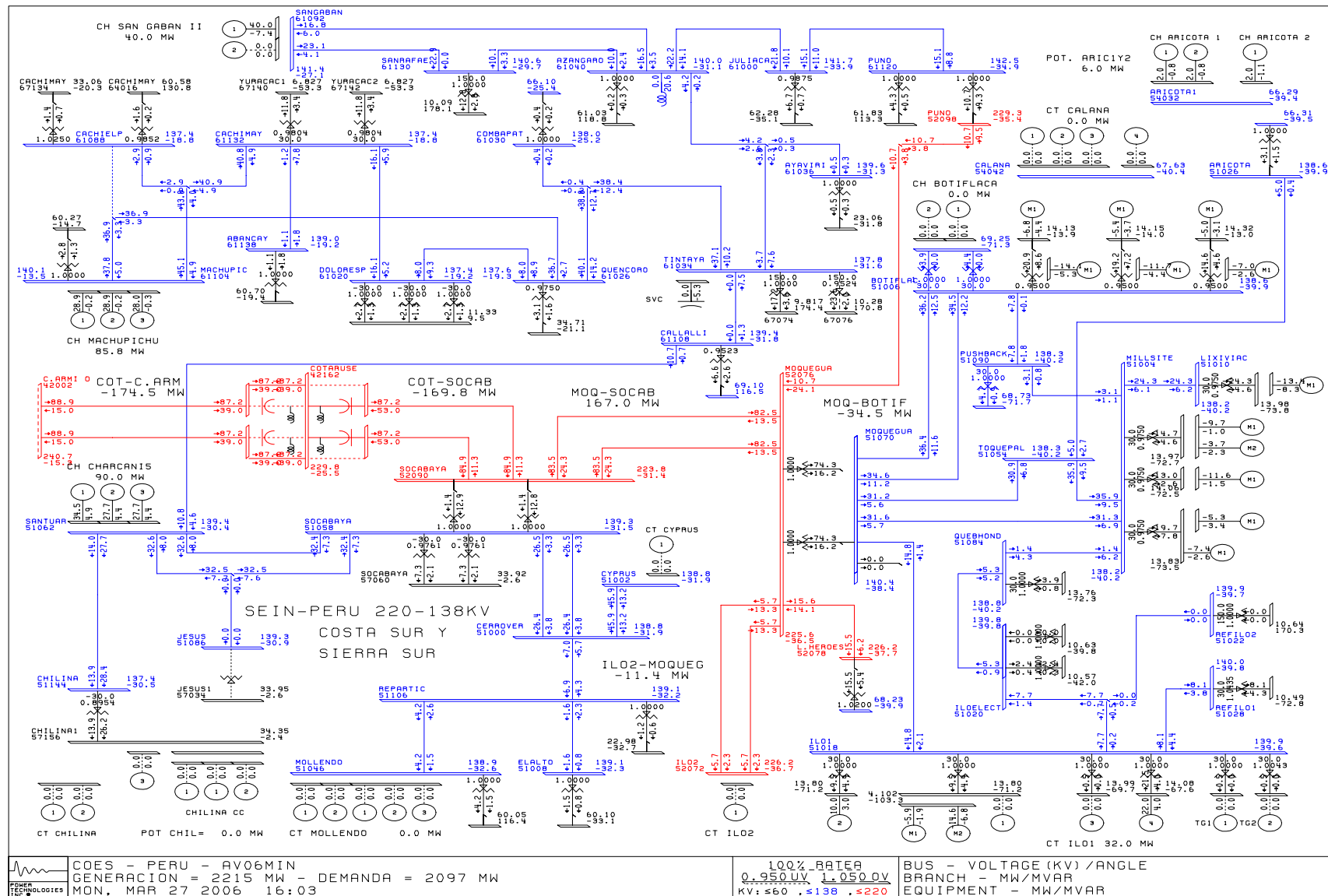


Figura N°F3.3: Red Sur 220 kV y 138 kV