

# **FLUJOS DE POTENCIA**

## **AVO6MAX**

## F1.1. INTRODUCCIÓN

Este documento describe aquellas características más sobresalientes del flujo de potencia **AV06MAX**, 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 *F1.4. COMENTARIOS* de este documento, las debilidades operativas del funcionamiento del SEIN para el escenario simulado.

## F1.2. 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° F1.1** y la **Tabla N° F1.2** concentran la información antes detallada.

**Tabla N° F1.1: Demanda y Despacho totalizados por áreas**

Área	Generación	Demanda
	MW	MW
<b>1-Costa Norte</b>	516.4	459.4
<b>2-Costa Centro</b>	308.5	1326.3
<b>3-Sierra Norte</b>	0.0	93.0

Área	Generación	Demanda
	MW	MW
4–Sierra Centro	2010.4	660.7
5–Costa Sur	216.1	381.8
6–Sierra Sur	189.1	157.0
<b>Total</b>	<b>3240.5</b>	<b>3078.2</b>

**Tabla N° F1.2: Generación por Central**

Hidro SICN	2006 - Avenida - Máxima demanda	
	MW	Cantidad de Grupos en Servicio
Mantaro	626.5	7 grupos de 7
Restitución	209.7	3 grupos de 3
Huinco	212.3	4 grupos de 4
Matucana	123.6	2 grupos de 2
Callahuanca 6 kV	39.8	3 grupos de 3
Callahuanca 8 kV	35.0	1 grupos de 1
Moyopampa	64.7	3 grupos de 3
Huampaní	30.0	2 grupos de 2
Cahua	42.0	2 grupos de 2
Carhuaquero	87.0	3 grupos de 3
Cañón del Pato	240.0	6 grupos de 6
Malpaso	46.8	4 grupos de 4
Oroya	8.7	3 grupos de 3
Pachachaca	9.3	4 grupos de 4
Yaupi	100.0	5 grupos de 5
Yuncan	129.9	3 grupos de 3
Gallito Ciego	38.0	2 grupos de 2
Curumuy	10.0	2 grupos de 2
Poechos	15.2	2 grupos de 2
Pariac	3.0	2 grupos de 6
Chimay	151.0	2 grupos de 2
Yanango	40.0	1 grupos de 1
Huanchor	18.4	2 grupos de 2
<b>Subtotal (SICN)</b>	<b>2280.9</b>	

Hidro SIS	2006 - Avenida - 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	129.6	3 grupos de 3
Charcani VI	6.9	1 grupos de 1
Aricota I	20.8	2 grupos de 2
Aricota II	10.4	1 grupos de 1
Huancarama	3.3	1 grupos de 1
Machupicchu	85.8	3 grupos de 3
San Gaban II	100.0	2 grupos de 2
Subtotal (SISUR)	373.2	

<b>Subtotal hidro (SEIN)</b>	<b>2654.2</b>	
------------------------------	---------------	--

Térmicas SICN	2006 - Avenida - Máxima demanda	
	MW	Cantidad de Grupos en Servicio
TG4 Malacas	81.2	1 grupos de 1
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	154.8	1 grupos de 1
TG Ventanilla 4	153.7	1 grupos de 1
CC Ventanilla TG3		
TV Trupal		
TV San Nicolás		
GD San Nicolás		
TG Aguaytía 1	86.7	1 grupos de 1
TG Aguaytía 2	78.0	1 grupos de 1
GD Tumbes MAK		
GD Yarinacocha Wartsila		
Subtotal (SICN)	554.3	

Térmicas Sur	2006 - Avenida - 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		
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	

<b>Subtotal térmico (SIN)</b>	<b>586.3</b>	
-------------------------------	--------------	--

<b>Generación total SEIN</b>	<b>3240.5</b>
<b>Demanda total SEIN</b>	<b>3078.2</b>

## F1.3. 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.

### F1.3.1. NIVELES DE TENSIÓN

La **Tabla N° F1.3** contiene un listado que identifica aquellas barras que superan alguno de los límites considerados para este parámetro.

**Tabla N° F1.3: 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	1.0510	14.504	17108 CHIMBO1213.8	1	1.0771	14.863
24052 INDEPEND60.0	2	1.0515	63.087	24100 SANJUAN260.0	2	1.0568	63.407
26000 INDECS0110.0	2	1.0997	10.997	27044 CHAVASVC4.80	2	1.0777	5.173
27062 INDUSTRI10.0	2	1.0512	10.512	27088 SANJUAN310.0	2	1.0847	10.847
27168 BALNESVC7.30	2	1.1535	8.421	42002 C.ARMIÑO 220	4	1.0940	240.68
42008 HUAYUCA 220	4	1.0644	234.18	42016 HUANCABE 220	4	1.0738	236.24
42018 RESTITU1 220	4	1.0943	240.74	42020 RESTITU2 220	4	1.0943	240.75
42022 RESTITU3 220	4	1.0943	240.74	44000 NUCONDOR60.0	4	1.0642	63.849
44008 CHOSICA 60.0	4	1.0601	63.606	44022 HUAMPANI60.0	4	1.0581	63.486
44038 PAMPAS 69.0	4	1.0922	75.361	44072 MOYOPAMP60.0	4	1.0605	63.629
44074 COBRIZAI69.0	4	1.0935	75.455	44078 CALLAHU160.0	4	1.0679	64.075
44082 CALLAHU260.0	4	1.0887	65.319	46004 OROYA 2.30	4	1.0500	2.415
47042 PARAGSH112.0	4	1.1179	13.415	47080 SANJUAN 2.40	4	1.0745	2.579
47082 SANJUAN 11.0	4	1.0715	11.787	47086 CASAPIED12.0	4	1.0947	13.137
47234 COBRIZAI10.0	4	1.0919	10.919	47236 PAMPAS 10.0	4	1.0869	10.869
47238 PAMPAS 22.9	4	1.0881	24.917	47270 EXCELSI22.40	4	1.0576	2.538
47272 MINATAC1.480	4	1.0633	0.510	47274 MINATAC24.16	4	1.0950	4.555
47334 TICLIO .440	4	1.0695	0.471	49030 N-COBRI11.00	4	1.0919	1.092
49032 N-PAMPAS1.00	4	1.0876	1.088	49220 N-PARAG11.00	4	1.0703	1.070

BUSES WITH VOLTAGE LESS THAN 0.9500:

X----- BUS -----X	AREA	V(PU)	V(KV)	X----- BUS -----X	AREA	V(PU)	V(KV)
14008 ZARUMILL60.0	1	0.9494	56.966	14024 HUARAZ 66.0	1	0.9451	62.374
14026 TICAPAMP66.0	1	0.9476	62.544	14144 CAJABAMB60.0	1	0.9476	56.858
17084 CAJAMARC10.0	1	0.9059	9.059	17134 TICAPAMP13.2	1	0.9342	12.332
17140 CAJABAMB22.9	1	0.9426	21.585	17188 CAJABAMB10.0	1	0.9412	9.412
19172 N-CAJABA1.00	1	0.9428	0.943	24086 PISCO 60.0	2	0.9086	54.515
24092 ALTDLUNA60.0	2	0.9084	54.505	24094 PARACAS 60.0	2	0.8614	51.681
24110 PALPA 60.0	2	0.9382	56.290	24114 PUQUIO 60.0	2	0.9403	56.419
24150 T-PARACA60.0	2	0.9157	54.943	24152 T-ALTLUN60.0	2	0.9108	54.647
24182 T-MINSUR60.0	2	0.8878	53.268	24184 MINSUR 60.0	2	0.8878	53.268
27108 PARACAS110.0	2	0.9071	9.071	27186 PARACAS122.9	2	0.9309	21.317
29042 N-PARAC11.00	2	0.9300	0.930	41000 UCHUCHAC 138	4	0.9321	128.64
41006 CONDORCO 138	4	0.8659	119.49	41044 PARAGSHA 138	4	0.9386	129.52
41046 CARHUAMA 138	4	0.9117	125.82	41052 CARIPA 138	4	0.8701	120.08
41054 OROYANUE 138	4	0.8606	118.77	41064 PARAGSH2 138	4	0.9394	129.64
47096 HUICRA 2.40	4	0.9215	2.211	47108 CASPNO1 50.0	4	0.9455	47.274
47132 CFRANCIS50.0	4	0.9434	47.172	47170 CASAPALC50.0	4	0.9423	47.116
47336 TORREN8 10.0	4	0.9204	9.204	57016 CHALLAPA10.0	5	0.9481	9.481
57116 PAINDTAC10.5	5	0.9497	9.971	66008 SANTONIO.460	6	0.9373	0.431
66012 BELLAVIS10.0	6	0.9447	9.447	66014 BELLALCO4.16	6	0.9447	3.930
66016 BELLAVID4.16	6	0.9447	3.930				

**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 y Moyopampa en 60 kV.**

Las citadas estaciones poseen transformadores con tensiones nominales, en sus devanados secundarios, que oscilan entre valores de 63 y 65 kV (1.054 y 1.0902 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, Condorcocha (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 y Condorcocha, 125 kV en Carhuamayo y hasta 130 kV en Paragsha.

Cabe señalar que 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.

**❑ Ica, Marcona (220 kV).**

En estas SE se observan caídas de tensión lo cual refleja la operación actual en estos puntos.

**F1.3.2. SOBRECARGAS**

El resumen del equipamiento que presenta sobrecarga se ha dividido en la **Tabla N° F1.4** correspondiente a líneas de transmisión y la **Tabla N° F1.5**, la cual constituye el reporte de los transformadores que operan por encima de su potencia nominal.

**Tabla N° F1.4: 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	170.8	152.4	112.0
22046*	SANJUAN	220	2	42000	POMACCOCH	220	4	2	170.8	152.4	112.0
42000	POMACCOCH	220	4	42010*	PACHACHA	220	4	1	175.8	152.4	115.3
44022	HUAMPANI	60.0	4	44086*	ÑAÑA	60.0	4	1	45.7	40.5	112.7

**Observaciones:**

Según información descriptiva aportada por el COES en relación con las características operativas del SEIN, las líneas indicadas en la **Tabla N° F1.4** suelen registrar sobrecargas para la banda horaria de punta.

**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):

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	1	23.7	20.0	118.7
14022*	CARHUAZ	66.0	1	17130	CARHUAZ	13.2	1	2	2.7	2.5	106.2
14034*	PAITA	60.0	1	19152	N-PAITA	1.00	1	1	9.4	8.0	117.1
14066*	LAPAJUEL	60.0	1	19046	N-LAPAJU1.00	1	1	1	33.0	33.0	100.1
16032	ZARUMILL	10.0	1	19006*	N-ZARUMI1.00	1	1	1	2.3	2.0	114.3
17038*	PAITA	10.0	1	19152	N-PAITA	1.00	1	1	9.3	8.0	116.0
17080	TRUJINO3	10.0	1	19182*	N-TRUJN31.00	1	1	1	21.6	15.0	144.2
17108*	CHIMBO1	1213.8	1	19148	N-CHMB121.00	1	2	2	40.6	36.0	112.8
22006*	STA. ROSA	220	2	29128	N-SROSA41.00	2	4	4	126.2	120.0	105.2
22046	SANJUAN	220	2	29136*	N-SANJUA1.00	2	3	3	50.7	50.0	101.4
24004*	INFANTAS	60.0	2	27008	INFANTAS10.0	2	1	1	28.9	25.0	115.5
24004*	INFANTAS	60.0	2	27008	INFANTAS10.0	2	2	2	28.9	25.0	115.5
24118*	JGALVEZ	60.0	2	27132	JGALVEZ	10.0	2	1	27.4	25.0	109.5
24118*	JGALVEZ	60.0	2	27132	JGALVEZ	10.0	2	2	27.2	25.0	108.7
24120*	LIMATAM	160.0	2	27154	LIMATAM210.0	2	2	2	29.1	25.0	116.2
24120*	LIMATAM	160.0	2	27154	LIMATAM210.0	2	3	3	28.5	25.0	114.1
24120*	LIMATAM	160.0	2	27156	LIMATAM110.0	2	1	1	25.5	25.0	102.0
29128	N-SROSA41.00	2	44056*	STAROSA260.0	2	4	4	4	120.8	120.0	100.6
44076*	PUNTE	60.0	4	47068	PUNTE1	10.0	4	1	41.7	40.0	104.3
44086*	ÑAÑA	60.0	4	47004	ÑAÑA	10.0	4	1	20.4	17.2	118.7
44112*	S.ANITA	60.0	4	49046	N-SANITA1.00	4	1	1	48.6	40.0	121.5
44218*	PUCALLP	260.0	4	49060	N-PUCALL1.00	4	1	1	19.4	15.0	129.3
47022	S.ANITA	10.0	4	49046*	N-SANITA1.00	4	1	1	20.6	20.0	102.8
47074	MONTERRI	10.0	4	49002*	N-MONTRR1.00	4	1	1	21.9	20.0	109.4
47336	TORREN8	10.0	4	47358*	TORREN8	50.0	4	1	14.9	10.0	148.7
47350	PUCALLPA	10.0	4	49060*	N-PUCALL1.00	4	1	1	18.3	15.0	121.7
51024*	ILOELEC2	138	5	57088	ILOELEC210.5	5	2	2	6.7	6.0	112.1
64002*	JULIACA	60.0	6	67010	JULIACA	10.5	6	1	12.6	12.0	105.2
64002*	JULIACA	60.0	6	67010	JULIACA	10.5	6	2	6.7	5.5	122.3
66004	HUANCARA	2.40	6	67118*	HUANCARA22.0	6	1	1	2.6	2.5	104.4
66004	HUANCARA	2.40	6	67118*	HUANCARA22.0	6	2	2	2.6	2.5	104.4
67006*	RACCHI	33.0	6	67008	RACCHI	10.5	6	1	1.8	1.5	116.7
67030	PAUCARTA	10.0	6	69002*	N-PAUCAR1.00	6	1	1	3.9	2.5	155.9
67134*	CACHIMAY	33.0	6	69006	N-CACHI21.00	6	1	1	3.1	3.0	103.4



### F1.3.3. 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
16034	PARIAC	13.2	2 4	-2	3.0	2.6	2.6	-2.2
46082	CALLAHU1	6.50	1 0	-2	13.4	7.5	7.5	-7.0
46084	CALLAHU2	6.50	1 0	-2	13.1	7.5	7.5	-7.0
46086	CALLAHU3	6.50	1 0	-2	13.3	7.5	7.5	-7.0

## F1.4. COMENTARIOS

Se puede concluir que, en términos generales, el escenario de análisis **AV06MAX** presenta un funcionamiento adecuado y acorde a las características operativas reales de la red del SEIN informadas por el COES.

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.

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.

## F1.5. 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°F1.1:** corresponde al diagrama unifilar sintetizado de la Red del subsistema Norte, donde se destacan los circuitos de 220 kV y 138 kV.
- **Figura N°F1.2:** 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°F1.3:** 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**.

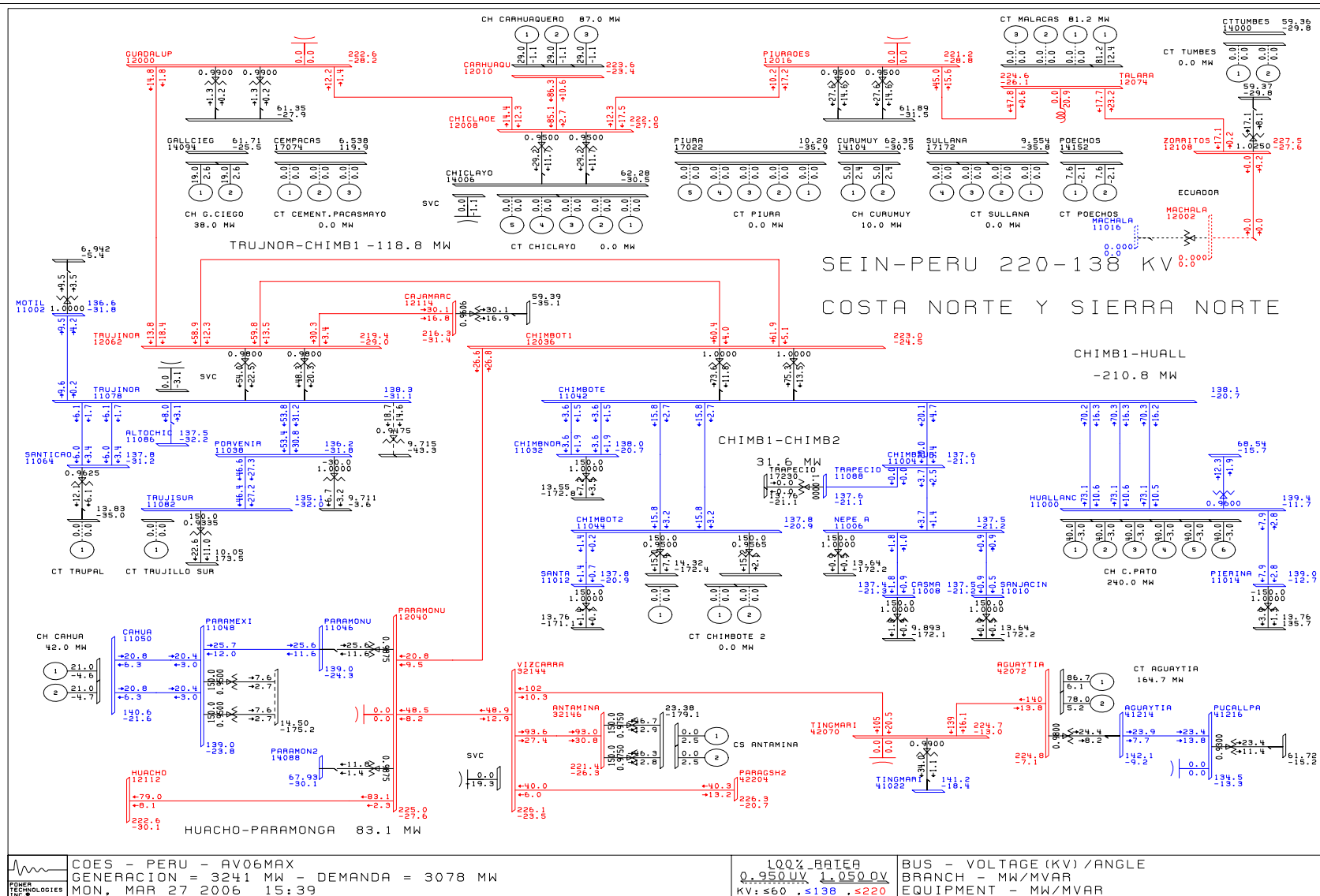
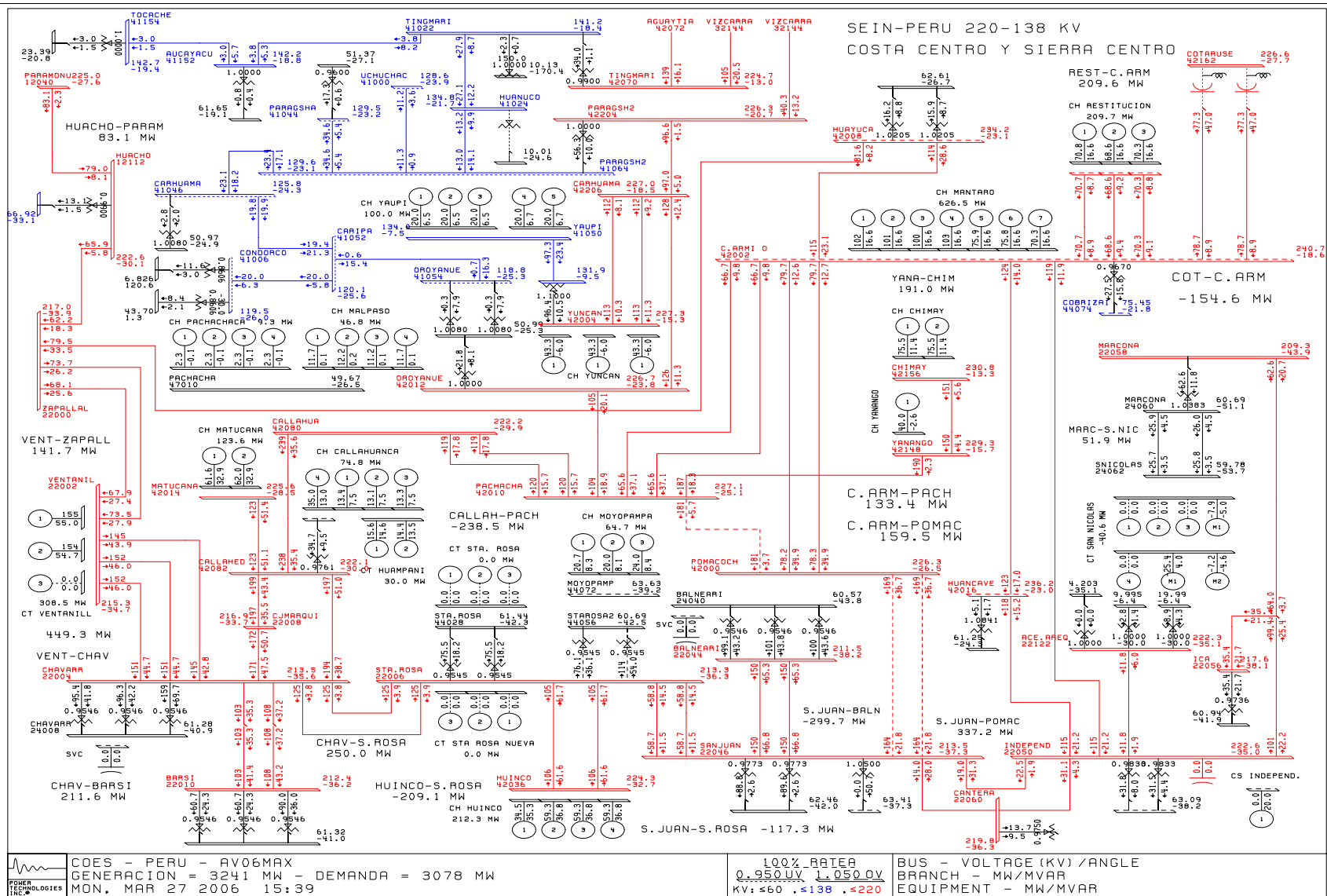


Figura N°F1.1: Red Norte 220 kV y 138 kV



**Figura N°F1.2: Red Centro 220 kV y 138 kV**

