

Rev:	Fecha:	Nombre:	Descripción:	Aprobó:	Fecha:
			COMITÉ DE OPERACIÓN ECONÓMICA DEL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL (COES-SINAC) www.coes.org.pe		
ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL					
	Nombre	Fecha	ESTUDIO DE FLUJO DE POTENCIA		
Preparó:		27/03/06			
Revisó:					
Aprobó:					
			Documento N°:	Revisión: 0	
				Páginas: 24	
Nombre del documento: 1_INFORME_FLUJO_DE_POTENCIA					

INDICE

ESTUDIO DE FLUJO DE POTENCIA	4
1 OBJETIVO	4
2 INTRODUCCION.....	4
3 BASE DE DATOS CONFORMADA.....	5
3.1 PROCESO DE REVISIÓN DE DATOS Y CONFORMACIÓN DE LA BASE DE DATOS.	5
3.2 PROCESO DE ACTUALIZACIÓN DE LA BASE DE DATOS.	5
3.3 CRITERIOS UTILIZADOS EN LA IDENTIFICACIÓN TOPOLÓGICA DEL SEIN	7
3.3.1 Areas	7
3.3.2 Zonas	8
3.3.3 Criterios de numeración de barras	9
3.3.4 Owners	10
4 METODOLOGÍA	12
4.1 ANÁLISIS DE ESTADO ESTACIONARIO	12
5 CRITERIOS	13
5.1 NIVELES DE TENSION	13
5.2 DESPACHO DE REACTIVO	13
5.3 CARGA DE LÍNEAS Y TRANSFORMADORES	14
6 FLUJOS DE POTENCIA.....	15
6.1 DESCRIPCION DEL SEIN	15
6.2 ESCENARIOS	16
7 ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	20
7.1 CONCLUSIONES	20
8 DIAGRAMA UNIFILAR SEIN.....	22
9 GLOSARIO DE TÉRMINOS	23
10 REFERENCIAS.....	24

INDICE DE ANEXOS

FLUJOS DE POTENCIA

[Anexo – AV06MAX](#)

[Anexo – AV06MED](#)

[Anexo – AV06MIN](#)

[Anexo – ES06MAX](#)

[Anexo – ES06MED](#)

[Anexo – ES06MIN](#)

ESTUDIO DE FLUJO DE POTENCIA

1 OBJETIVO

La confección y posterior análisis de los flujos de potencia tienen por objeto el suministro de valores nominales de operación, sirviendo como introducción a los estudios de cortocircuito y posterior ajuste de las protecciones. Asimismo permite elaborar un diagnóstico del sistema, en cuanto a su funcionamiento en estado estacionario.

2 INTRODUCCION

A efectos de satisfacer los requerimientos del ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL se llevaron a cabo las tareas necesarias que permitieron simular los flujos de potencia del SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional).

Inicialmente, se centró el interés en la consolidación de la base de datos correspondiente tanto al *equipamiento principal de transmisión*¹ en servicio, así como también de generadores hidráulicos y térmicos. Las tareas de verificación y análisis de coherencia resultaron en la base de datos conformada que se presenta en el Inciso 3.

Una vez consolidada la base de datos del SEIN se procedió a la preparación de los flujos de potencia, considerando los despachos y la distribución de demanda aportados por el COES (COMITÉ DE OPERACIÓN ECONÓMICA DEL SINAC²) para cada escenario de referencia.

Toda aquella información surgida de las simulaciones realizadas con los flujos de potencia resultantes está contenida en el Inciso 6.

¹ Incluye las líneas de transmisión, los equipos de transformación, conexión, protección, maniobra y equipos de compensación reactiva en las subestaciones.

² Sistema Interconectado Nacional

3 BASE DE DATOS CONFORMADA

3.1 PROCESO DE REVISIÓN DE DATOS Y CONFORMACIÓN DE LA BASE DE DATOS.

A continuación se enuncian las fuentes de información aportadas por el COES y consultadas en primera instancia para la conformación de la base de datos:

- ❑ Unifilar del SEIN
- ❑ Flujos de carga
- ❑ Planillas de datos de los equipos

El proceso inicial de verificación consistió en comparar mutuamente las primeras versiones de las fuentes citadas. A partir de esta tarea se generaron los primeros reportes de equipos existentes y faltantes. Con posterioridad, los datos disponibles se sometieron a los respectivos análisis de coherencia.

La etapa de actualización, perfeccionamiento y constitución de la base de datos se desarrolló a través de sucesivas investigaciones y verificaciones llevadas a cabo por el COES, sus empresas constitutivas, el CESI y TRANSENER S.A.

Este proceso iterativo permitió obtener una base de datos lo suficientemente consistente con el propósito del estudio, coordinar las protecciones del SEIN.

Cabe destacar que en aquellos casos en que los parámetros de algunos equipos no pudieron obtenerse a partir de información fidedigna, se adoptaron valores típicos.

Este proceso culminó el año 2004 obteniéndose como producto final una BASE de DATOS del Sistema Interconectado Nacional.

3.2 PROCESO DE ACTUALIZACIÓN DE LA BASE DE DATOS PARA EL AÑO 2006.

En esta etapa se procedió a recolectar los datos técnicos de los nuevos equipos que ingresaron al SEIN durante el periodo del año 2005, en los que se destacan el proyecto de la CH Yuncan, el tercer grupo de generación de la CT Ventanilla para su posterior modelado en el programa computacional PSS/E.

Para efectuar las modificaciones y/o actualización de la red del SEIN en el programa computacional PSS/E se ha tomado como base la red del caso ES04MAX-INT.sav el cual fue elaborado por TRANSENER/CESI.

3.3 CRITERIOS UTILIZADOS EN LA IDENTIFICACIÓN TOPOLÓGICA DEL SEIN

Dentro del proceso de conformación de bases de datos se llevó a cabo un relevamiento del equipamiento, considerando su ubicación geográfica y disposición eléctrica dentro de las redes regionales.

La aplicación de criterios homogéneos de identificación topológica del equipamiento de la red del SEIN, permite agilizar tanto el análisis de los distintos flujos de potencia realizado en este reporte, como las futuras actualizaciones de las bases de datos.

Dichos criterios se fundamentan en la definición de áreas y zonas, enunciadas a continuación.

3.3.1 Areas

□ Area 1 - Costa Norte:

Comprende las siguientes SE de 220 kV y adyacencias: Zorritos, Talara, Piura Oeste, Chiclayo Oeste, Carhuaquero, Guadalupe, Trujillo Norte, Cajamarca Norte, Chimbote 1, Paramonga Nueva y Huacho.

□ Area 2 - Costa Centro:

Se extiende a las SE de 220 kV e instalaciones contiguas: Zapallal, Ventanilla, Chavarria, Barsi, Santa Rosa, Huinco, Balnearios, San Juan, Cantera, Independencia, Ica, Marcona, Aceros Arequipa, Refinería Zinc (Cajamarquilla)

□ Area 3 - Sierra Norte:

Abarca las SE de 220 kV: Vizcarra y Antamina, e instalaciones aguas abajo.

□ Area 4 - Sierra Centro:

Delimitada por las SE de 220 kV: Callahuanca 1 (EDEGEL), Callahuanca 2 (ETECEN), Matucana, Pachachaca, Oroya Nueva, Yanango, Chimay, Huayucachi, Carhuamayo, Yuncan, Paragsha 2, Aguaytia, Tingo María, Campo Armiño, Pomacocha, Huancavelica, Cotaruse. También abarca las redes asociadas a las mencionadas SE.

□ Area 5 - Costa Sur:

Comprende las SE de 220 kV y 138 kV que se enuncian a continuación, así como también se incluyen las redes eléctricas contiguas: Socabaya (220 y 138 kV), Cerro Verde, Cyprus, Repartición, Mollendo, Chilina, Jesus, Santuario, Moquegua (220 y 138kV), Puno (220 kV), Botiflaca, Toquepala, Aricota, Los Heroes, Mill Site, Lixiviación, Quebrada Honda, Ilo-Eletrosur, Refinería Ilo, Ilo 1, Ilo 2.

□ Area 6 - Sierra Sur:

Está definida por las siguientes SE de 138 kV: Callalli, Tintaya, Combapata, Ayaviri, Quencoro, Dolorespata, Cachimayo ELP, Cachimayo Incasa, Machupichu, Abancay, Azangaro, San Rafael, San Gaban, Juliaca,

Puno (138 kV). El Área 6 también incorpora las redes aguas debajo de las mencionadas SE.

3.3.2 Zonas

Zona 1: SE Zorritos y la red vinculada: Zarumilla, Tumbes, etc.

Zona 2: SE Talara, CT Malacas, Ref. Talara.

Zona 3: SE Piura Oeste (220 y 60 kV) y la red eléctrica asociada a la SE Piura Oeste: Constante, CT Paita, El Arenal, etc.

Zona 4: SE Chiclayo Oeste, SE Carhuaquero, y circuitos ligados a la SE Chiclayo Oeste: CT Chiclayo, Pomalca, La Viña, Olmos, etc.

Zona 5: SE Guadalupe y red adyacente.

Zona 6: SE: Porvenir y Trujillo Sur.

Zona 7: SE Chimbote 1 (220 kV) y red vinculada: Chimbote 2, Huallanca, etc.

Zona 8: Las SE Paramonga Nueva, Huacho y la red conectada a Paramonga Nueva: Paramonga Existente, Cahua, Puerto Antamina, etc.

Zona 9: En 220 kV: las SE Zapallal, Ventanilla, Chavarria, Santa Rosa, San Juan, Ref. Zinc, Callahuanca (EDEGEL), Callahuanca (ETECEN), Matucana y Huinco. En tensiones inferiores a 220 kV: las redes vinculadas a Chavarria, Callahuanca, Moyopampa, Santa Rosa y San Juan. Se excluye la red de Balnearios correspondiente a Zona 19.

Zona 10: SE Marcona, incluye también la red eléctrica contigua: San Nicolás, Puquio, etc.

Zona 11: En 220 kV: las SE Cajamarca, Vizcarra, Antamina, Oroya Nueva, Tingo María, Aguaytia, Paragsha2 y Carhuamayo. En 138 kV: Uchuchacua, Yaupi, Oxapampa, Condorcocha, Huanuco, Caripa, Yuncan, Aucayacu, Tocache, Pucallpa. También comprende, en tensiones inferiores, las redes vinculadas a las citadas SE.

Zona 12: En 220 kV: las SE Cantera, Independencia, Ica, Aceros Arequipa, Pomacocha, Campo Armiño, Huayucachi, Pachachaca, Huancavélica, Restitución, Yanango, Chimay, Cotaruse, Socabaya. En tensiones inferiores: las redes vinculadas a las citadas SE.

Zona 13: SE Puno (220 kV). En 138 kV: las SE Juliaca, Azangaro, San Rafael, San Gaban, Ayaviri, Combapata, Quencoro, Tintaya, Dolorespata, Cachimayo, Machupichu, Abancay. Esta zona abarca en tensiones inferiores las redes eléctricas asociadas a las SE antes señaladas.

Zona 14: Las SE Cerro Verde, Cyprus, Mollendo, Repartición, Jesus, Chilina, Santuario y las redes vinculadas.

Zona 15: En 220 kV, las SE Moquegua e Ilo2. En otras tensiones: Botiflaca, Toquepala, Mill Site, Quebrada Honda, Ilo-Electrosur, Refinería Ilo, Ilo 1, Lixiviación, Pushback y redes vinculadas.

Zona 16: SE Los Heroes, Aricota, Tacna y redes vinculadas.

Zona 17: SE Barsi y toda la red vinculada.

Zona 18: SE Trujillo Norte(220-138 kV), Santiago de Cao y Motil.

Zona 19: SE Balnearios (220-60 kV) y subestaciones Barranco, Neyra, Cuartel, Embajada EEUU, San Isidro, SVC.

Zona 20: SE Callalli y la red vinculada, Caylloma, Ares, etc.

Zona 21: SE San Idelfonso

3.3.3 Criterios de numeración de barras

La metodología destinada a la identificación de las barras para el modelo realizado del SEIN, se caracteriza por la utilización de 5 dígitos, los cuales obedecen al siguiente criterio:

Dígitos	1°	2°	3°	4°	5°
Elemento que representan	Area	Tensión	Numeración		

Primer dígito:

Identifica el código de área, en concordancia con la nomenclatura expuesta en el inciso en 3.3.1, adquiriendo valores del 1 al 6.

Segundo dígito:

Está destinado a la identificación del nivel de tensión o tipo de barra.

Códigos del 2° dígito	Nivel de tensión o tipo de barra
1	138 kV
2	220 kV
4	Tensiones menores que 138 kV y mayores o iguales a 60 kV
6	<input type="checkbox"/> Barras de generadores <input type="checkbox"/> Barras de Motores <input type="checkbox"/> Barras de Compensadores Sincrónicos
7	Tensiones menores a 60 kV
9	<input type="checkbox"/> Neutros ficticios de transformadores de tres devanados. <input type="checkbox"/> Neutros ficticios de transformadores de puesta a tierra.

Dígitos 3, 4 y 5

Estos últimos dígitos se han dispuesto para la enumeración de las barras.

Como regla práctica, en el modelado del SEIN realizado para el presente estudio de ajuste de protecciones, se ha dado prioridad a la utilización de números pares. Reservando los números impares para contemplar la incorporación de posibles instalaciones futuras.

Ejemplo:

Barra N° 42002, pertenece a la barra de la SE Campo Armiño.

El **primer dígito, 4**, significa que la barra se encuentra en el área 4, Sierra Centro.

El **segundo dígito, 2**, significa que se trata de una barra de 220 kV.

Los **dígitos 3, 4 y 5** definen un número de orden para la barra en cuestión, 002.

3.3.4 Owners

El modelado del SEIN, para el estudio de ajuste de protecciones, se llevó a cabo considerando particularmente los requerimientos impuestos por el software de simulación utilizado. En este caso el PSS/E (Power System Simulator For Engeniers) de PTI (Power Technologies, Inc).

Dentro de los requerimientos para el modelado de una barra el programa posee campos (**Owner**), opcionales, para la identificación del/los propietarios del equipamiento de cada SE.

Aprovechando esta posibilidad, se recurrió al campo de **Owner** para identificar a las empresas integrantes del SEIN. Esta información resulta de gran utilidad para separar el equipamiento del sistema según su propietario y efectuar análisis por empresa.

La **Tabla N°3.4.4.1** contiene los códigos asignados a cada una de las empresas consideradas en el modelado de la red eléctrica del SEIN.

Tabla N°3.4.4.1

N° de Owner	Empresa	N° de Owner	Empresa
1	ANTAMINA	34	DOE RUN PERU
2	C. TRANSMANTARO	35	EDE CAÑETE
3	CAHUA	36	ELECTRO SUR MEDIO
4	CNP-ENERGIA	37	ADINELSA
5	CONENHUA	38	ISA PERU
6	EDEGEL	39	CM BUENAVENTURA
7	EDELNOR	40	ELECTRO UCAYALI
8	EEPSA	41	MINERA CORONA
9	EGASA	42	BARRICK
10	EGEMSA	43	QUIMPAC
11	EGENOR	44	SINERSA
12	EGESUR	45	ENOSA
13	ELECTRO CENTRO	46	CM ATACocha

N° de Owner	Empresa	N° de Owner	Empresa
14	ELECTRO NOR OESTE	47	DEPOLTI
15	ELECTRO NORTE	48	TEXTIL PIURA
16	ELECTRO PUNO	49	CENTROMIN PERU
17	ELECTRO SUR	50	MEM
18	ELECTROANDES	51	NN
19	ELECTROPERU	52	MALACAS
20	ENERSUR	53	YAUPI
21	ETECEN	54	HOSHILD
22	ETESSELVA	55	CACHIMAYO YURA
23	ETESUR	56	VOLCAN
24	ETEVENSA	57	CM CYPRUS
25	HIDRANDINA	58	GEA
26	LUZ DEL SUR	59	CEMENTOS LIMA
27	REDESUR	60	ELECTRO SUR ESTE
28	SAN GABAN	61	ACEROS AREQUIPA
29	SEAL	62	RELAPASA
30	SHOUGESA	63	CEMENTO ANDINO
31	SOUTHERN PERU	64	YAULIYAC
32	TERMOSELVA	65	MINERA EL BROCAL
33	COEL VISA	66	MILPO

4 METODOLOGÍA

A continuación, se describe la metodología empleada en el análisis de estado estacionario, tanto para condiciones normales de operación como para aquellas situaciones derivadas de la ocurrencia de una perturbación.

4.1 ANÁLISIS DE ESTADO ESTACIONARIO

A efectos de observar las tensiones en las barras, la distribución de los flujos de potencia activa y reactiva a través de la red y las pérdidas de potencia, se simulan flujos de carga contemplando condiciones normales de operación para demandas máxima, media y mínima. Cabe destacar que se amplió la muestra de escenarios considerando adicionalmente dos condiciones hidrológicas promedio (Período de avenida y Período de estiaje).

5 CRITERIOS

En primer término se detallan aquellos documentos consultados para extraer los criterios de base utilizados en el análisis y revisión de los flujos de potencia del SEIN:

- ❑ Procedimiento No. 9 del COES: Coordinación de la Operación en Tiempo Real del Sistema Interconectado Nacional
- ❑ Procedimiento No. 22 del COES: Reserva Rotante en el Sistema Interconectado Nacional
- ❑ Norma Técnica para la Coordinación de la Operación en Tiempo Real de los Sistemas Interconectados (NTOTR)
- ❑ Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE)

5.1 NIVELES DE TENSION

La conjunción de la información antes mencionada determinó que para evaluar los resultados de los flujos de potencia, independientemente de la potencia transmitida, se considerara como criterio de calidad y confiabilidad que las tolerancias admitidas sobre las tensiones nominales de los puntos de entrega de energía, en todos los niveles de tensión, son hasta del **$\pm 5\%$ de las tensiones nominales** de tales puntos.

De todas formas es necesario aclarar que el límite utilizado no se ha podido alcanzar en todos los nodos, debido a que existen condiciones operativas particulares que impiden establecer un criterio uniforme de operación para todo el SEIN. Por ejemplo, existen sistemas en los cuales se operan en forma normal con tensiones fuera de los valores nominales (ej.: Zona de Electroandes).

Por lo tanto, el rango **$\pm 5\%$ Un** es utilizado siempre y cuando se den las condiciones para lograrlo.

5.2 DESPACHO DE REACTIVO

En aquellos casos en que la utilización de los equipos de compensación reactiva no resultaran efectivos y/o suficientes para controlar adecuadamente los niveles de tensión, se recurre a un aprovechamiento máximo de las reservas de potencia reactiva de las unidades de generación de una zona o área del sistema.

5.3 CARGA DE LÍNEAS Y TRANSFORMADORES

La evaluación de los límites de carga de líneas y transformadores en los distintos escenarios tiene en cuenta el siguiente criterio:

- ❑ Líneas de transmisión: 100% de su potencia nominal en MVA
- ❑ Transformadores de potencia: 100% de su potencia nominal en MVA

6 FLUJOS DE POTENCIA

6.1 DESCRIPCION DEL SEIN

Este inciso tiene por objeto desarrollar una breve descripción del SEIN, a modo de introducción para el posterior análisis de los escenarios simulados.

El SEIN presenta una topología caracterizada por una red, que en gran parte de su extensión, resulta radial.

El sistema de transmisión formado por el conjunto de líneas eléctricas con tensiones nominales superiores a 35 kV se ha desarrollado, principalmente, en un nivel de tensión nominal de 220 y 138 kV. Las líneas correspondientes a estos niveles de tensión están destinadas, básicamente, a atender tanto los intercambios energéticos entre las distintas zonas geográficas de Perú, como las transferencias requeridas para el abastecimiento de Lima. Cabe destacar que esta última representa la carga más importante de país.

La etapa final de la transmisión de energía y alimentación de las demandas se realiza por el sistema de distribución compuesto por el conjunto de líneas eléctricas con tensiones nominales iguales o menores a 35 kV, subestaciones y equipos asociados.

En cuanto al despacho de generación, el sistema es predominantemente hidroeléctrico. Dicho despacho obedece a dos períodos hidrológicos bien definidos:

- ❑ el período de lluvias o de **avenida** durante los meses de diciembre y abril,
- ❑ y el período de **estiaje** o de pocas lluvias acaecido entre mayo y noviembre.

Durante el período de avenida, todas las centrales hidráulicas tienen agua suficiente para generar más energía que en el estiaje y muchas veces a plena carga todo el día. Se observa que los despachos correspondientes a este período tienden a maximizar la captación de energía hidroeléctrica, por lo que se restringe el despacho de las centrales térmicas, inclusive recurriendo a la salida de servicio de algunas de ellas.

El nivel de generación hidroeléctrica disminuye sensiblemente durante el período de estiaje, principalmente en las horas de demanda media y los requerimientos de abastecimientos son cubiertos por potencia térmica, por lo cual hay más capacidad de generación reactiva en estas plantas que están cerca de las cargas, derivando en una mejora de los perfiles de tensiones.

6.2 ESCENARIOS

La **Tabla N°6.2.1** contiene un listado de los escenarios modelados para el estudio de la coordinación de las protecciones del SEIN. Para los cuales se indica la nomenclatura utilizada en su identificación y la información más relevante que caracteriza cada uno de los flujos de potencia.

Tabla N°6.2.1: Escenarios Modelados

NOMENCLATURA	AÑO	PERIODO HIDROLOGICO	BLOQUES DE DEMANDA	DESPACHO HIDROTERMICO [MW]	DEMANDA [MW]	ANEXO
AV06MAX	2006	AVENIDA	MAXIMA	2873	2721	AV06MAX
AV06MED			MEDIA	2564	2435	AV06MED
AV06MIN			MÍNIMA	1927	1820	AV06MIN
ES06MAX		ESTIAJE	MAXIMA	2997	2831	ES06MAX
ES06MED			MEDIA	2595	2473	ES06MED
ES06MIN			MÍNIMA	1929	1837	ES06MIN

Los bloques de demanda corresponden a la asignación ordenada de horas diarias y semanales según la discretización que se presenta en la **Tabla N°6.2.2** y en la **Tabla N°6.2.3**.

Tabla N°6.2.2: Discretización diaria de los bloques de carga

Bloque de Carga	Días laborables [horas diarias]	Domingos y Feriados [horas diarias]
Máxima o Punta	De 18 a 23	
Media	De 08 a 18	De 08 a 23
Mínima o Base	De 23 a 08	De 23 a 08

Tabla N°6.2.3: Discretización semanal de los bloques de carga

Bloque de Máxima	Bloque de Media	Bloque de Mínima
30 horas	75 horas	63 horas

La **Tabla N°6.2.4** contiene el despacho de las unidades generadoras del SEIN para los escenarios estudiados.

Tabla N°6.2.3: Despacho de las unidades generadoras del SEIN.

Hidro SICN	2006 - Avenida			2006 - Estiaje		
	Máxima	Media	Mínima	Máxima	Media	Mínima
Mantaro	626.5	626.7	626.7	610.0	610.0	450.0
Restitución	209.7	209.3	209.3	208.0	208.9	160.9
Huinco	212.3	200.0		173.7	163.9	
Matucana	123.6	120.0	60.0	85.0	85.0	80.0
Callahuanca 6 kV	39.8	39.8	39.8	36.0	33.0	33.0
Callahuanca 8 kV	35.0	35.2	35.0	27.0	30.0	30.0
Moyopampa	64.7	64.7	60.0	64.7	63.0	63.0
Huampaní	30.0	29.0	29.0	28.0	28.0	28.0
Cahua	42.0	40.0	30.0	22.0	22.0	22.0
Carhuaquero	87.0	87.0	60.0	20.0	20.0	10.0
Cañon del Pato	240.0	240.0	140.0	140.0	140.0	60.0
Malpaso	46.8	48.0		40.0	40.0	4.0
Oroya	8.7	8.7	8.8	7.0	7.0	7.0
Pachachaca	9.3	9.3	9.3	7.7	7.7	7.7
Yaupi	100.0	102.0	102.0	82.0	80.0	60.0
Yuncan	129.9	129.9	129.9	81.9	80.0	60.0
Gallito Ciego	38.0	17.0		16.0	16.0	
Curumuy	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
Poechos	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	
Pariac	3.0	3.0	3.0	1.8	1.7	1.7
Chimay	151.0	150.0	100.0	100.0	75.0	
Yanango	40.0	41.0	41.0	8.0	10.0	10.0
Huanchor	18.4	18.2	18.2	17.0	17.0	17.0
Subtotal (SICN)	2280.9	2244.0	1727.2	1801.0	1763.4	1104.3

Hidro SIS	2006 - Avenida			2006 - Estiaje		
	Máxima	Media	Mínima	Máxima	Media	Mínima
Charcani I	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Charcani II	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Charcani III	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
Charcani IV	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
Charcani V	129.6	129.6	90.0	80.1	90.0	34.7
Charcani VI	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
Aricota I	20.8	4.0	4.0	20.0	2.0	2.0
Aricota II	10.4	2.0	2.0	10.0	2.0	2.0
Huancarama	3.3	2.8	2.8	1.4	2.8	0.8
Machupicchu	85.8	85.8	85.8	87.0	87.0	87.0
San Gaban II	100.0	100.0	40.0	85.0	67.0	40.0
Subtotal (SISUR)	373.2	347.5	247.9	306.8	274.2	189.9
Subtotal hidro (SEIN)	2654.2	2591.5	1975.1	2107.8	2037.6	1294.2

Térmicas SICN	2006 - Avenida			2006 - Estiaje		
	Máxima	Media	Mínima	Máxima	Media	Mínima
TG4 Malacas	81.2	81.2		81.2	81.2	81.2
TG 1 y 2 Malacas GN				30.0	15.0	15.0
TG3 Malacas Diesel						
TG Chimbote						
TG Trujillo						
TG Piura				16.8	17.0	
GD Piura						
GD Chiclayo						
GD Sullana						
GD Paíta						
GD Pacasm SLZ 1, 2 y 3						
GD Pacasmayo MAN						
TG Santa Rosa UTI						
TG Santa Rosa WTG				114.0	114.0	109.4
TG Ventanilla 3	154.8	154.8	40.0	159.2	159.2	159.2
TG Ventanilla 4	153.7	153.7	40.0	156.1	156.1	156.1
CC Ventanilla TG3				85.0	85.0	85.0
TV Trupal						
TV San Nicolas				27.0	25.4	10.0
GD San Nicolas						
TG Aguaytía 1	86.7	86.7	87.0	86.7	87.0	87.0
TG Aguaytía 2	78.0	78.0	40.0	78.0	78.2	78.2
GD Tumbes MAK				18.3	18.3	
GD Yarinac Wartsila				24.0	23.8	
Subtotal (SICN)	554.3	554.3	207.0	876.3	860.1	781.0

Térmicas Sur	2006 - Avenida			2006 - Estiaje		
	Máxima	Media	Mínima	Máxima	Media	Mínima
GD Dolorespata						
GD Taparachi						
GD Bellavista						
GD Tintaya						
GD Chilina						
CC Chilina						
Chilina TV2						
Chilina TV3						
GD Mollendo				31.5	31.5	
TG Mollendo						
GD Moquegua						
GD Calana				25.2	25.1	
Ilo 1 TV2	10.0	10.0	10.0	22.0	22.0	10.0
Ilo 1 TV3				66.0	66.0	22.0
Ilo 1 TV4	22.0	22.0	22.0			

Ilo 1 TG 1 Ilo 1 TG 2 Ilo 1 CATKATO Ilo 2 TV				141.0	141.0	107.5
Subtotal térmico (SISUR)	32.0	32.0	32.0	285.7	285.6	139.5

Subtotal térmico (SIN)	586.3	586.3	239.0	1162.0	1145.7	920.5
------------------------	-------	-------	-------	--------	--------	-------

	2006 - Avenida			2006 - Estiaje		
	Máxima	Media	Mínima	Máxima	Media	Mínima
Generación total SEIN	3240.5	3177.9	2214.1	3269.8	3183.3	2214.7
Demanda SEIN	3078.0	3018.1	2097.1	3119.0	3041.7	2118.9
Diferencia	162.5	159.8	117.0	150.8	141.6	95.8
Generación/Carga	1.053	1.053	1.056	1.048	1.047	1.045

7 ANALISIS DE LOS RESULTADOS

7.1 CONCLUSIONES

Dado lo extenso del presente informe y con el fin de agilizar el análisis de los resultados se han incluido oportunamente resúmenes particulares, a modo de conclusiones, sobre cada uno de los temas desarrollados, por lo tanto en esta parte final se pretende ofrecer un compendio de los comentarios y conclusiones asociados a los distintos incisos.

En referencia a la base de datos se desea señalar que, gracias al importante aporte brindado por las empresas integrantes del COES y la fundamental contribución del CESI, se logró conformar un conjunto de información suficientemente consistente y adecuado para la realización del ECP (Estudio de Coordinación de Protecciones). No obstante, y con el objetivo de incrementar la calidad de los datos de equipamiento se continúa con la tarea de adquisición y/o rectificación de aquellos parámetros que han sido incorporados a la versión definitiva de la base de datos como supuestos o estimados, así como también la incorporación de los datos de las nuevas instalaciones que ingresaron al SEIN en las que se destacan el proyecto de la CH Yuncan, el tercer grupo de generación de la CT Ventanilla, la SE Alto Chicama y la SE Cantera.

Se encontró total coherencia entre los despachos de generación y la demanda proyectada, ambos aportados por el COES, para los distintos escenarios, con la red del SEIN modelada.

Con respecto a la topología de los flujos analizados, se ha tomado como base la red modelada para el escenario ES04MAX-INT sobre el cual se hicieron las modificaciones y/o incorporación de los nuevos proyectos a fin de representar la red del SEIN para el año 2006.

Cabe destacar que los niveles de tensión resultantes están relacionados con las condiciones de despacho, ya que en el periodo de Avenida todas las centrales hidráulicas tienen agua suficiente para generar más que en el periodo de Estiaje y muchas veces a plena carga todo el día. En este periodo, 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 partir de los límites térmicos de líneas y condiciones operativas reales que informara oportunamente el COES, se advierte que el corredor formado por las dos líneas que vinculan las SE de San Juan y Pomacocha, resulta una parte constitutiva fundamental en el funcionamiento del sistema central. Es por ello que las sobrecargas permanentes registradas deberían ser consideradas con especial atención, a efectos de hallar una solución óptima, tanto para operación en estado de red completa (N), como para régimen postfalla (N-1).

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.

Como corolario, se puede sintetizar que se ha cumplido con los objetivos conformando una base de datos adecuada a los requerimientos del ECP, realizando la confección y posterior análisis de los flujos de potencia. A partir de los cuales se obtuvieron valores nominales de operación, permitiendo elaborar un diagnóstico del sistema, en cuanto a su funcionamiento en estado estacionario.

Por lo tanto el presente informe constituye una herramienta de interés para analizar el funcionamiento actual del SEIN, para desarrollar tareas de planificación o para la evaluación de futuras incorporaciones.

8 DIAGRAMA UNIFILAR SEIN

9 GLOSARIO DE TÉRMINOS

- ❑ **ECP (Estudio de Coordinación de Protecciones)**
- ❑ **SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional)**
- ❑ **equipamiento principal de transmisión:** Incluye las líneas de transmisión, los equipos de transformación, conexión, protección, maniobra y equipos de compensación reactiva en las subestaciones. Definición del GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y DEFINICIONES UTILIZADAS EN LOS PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS DEL COES-SINAC - PROCEDIMIENTO TECNICO N° 01
- ❑ **COES (COMITÉ DE OPERACIÓN ECONÓMICA DEL SINAC)**
- ❑ **SINAC: Sistema Interconectado Nacional**
- ❑ **Período de avenida :** Período donde en forma cíclica se producen las precipitaciones pluviométricas con cierta regularidad, las que permiten almacenar los reservorios del sistema de generación hidráulica que mayormente se produce entre los meses de noviembre y mayo del siguiente año. Definición del GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y DEFINICIONES UTILIZADAS EN LOS PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS DEL COES-SINAC - PROCEDIMIENTO TECNICO N° 01
- ❑ **Período de estiaje:** Período donde en forma cíclica se registra una disminución de precipitaciones pluviométricas y que origina la reducción de los caudales naturales, que para fines de operación del sistema hidráulico del SINAC, es posible complementarlos con un programa de descarga de reservorios. Definición del GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y DEFINICIONES UTILIZADAS EN LOS PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS DEL COES-SINAC - PROCEDIMIENTO TECNICO N° 01.
- ❑ **NTOTR:** Norma Técnica para la Coordinación de la Operación en Tiempo Real de los Sistemas Interconectados.
- ❑ **NTCSE:** Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos
- ❑ **perturbación:** Cualquier evento que altera el balance de potencia activa o reactiva del Sistema, originada por la salida forzada de uno o más de sus componentes. Definición del GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y DEFINICIONES UTILIZADAS EN LOS PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS DEL COES-SINAC. - PROCEDIMIENTO TECNICO N° 01.
- ❑ **sistema de transmisión:** Conjunto de líneas eléctricas con tensiones nominales superiores a 35 kV subestaciones y equipos asociados, destinados al transporte de energía eléctrica. Definición del GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y DEFINICIONES UTILIZADAS EN LOS PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS DEL COES-SINAC. - PROCEDIMIENTO TECNICO N° 01.
- ❑ **sistema de distribución:** Conjunto de líneas eléctricas con tensiones nominales iguales o menores a 35 kV, subestaciones y equipos asociados, destinados a la distribución de energía eléctrica. Definición del GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y DEFINICIONES UTILIZADAS EN LOS PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS DEL COES-SINAC. - PROCEDIMIENTO TECNICO N° 01.

10 REFERENCIAS

- ❑ **NTOTR:** Norma Técnica para la Coordinación de la Operación en Tiempo Real de los Sistemas Interconectados. Diciembre de 1999.
- ❑ **NTCSE:** Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos. Octubre de 1997.
- ❑ **Procedimiento No. 1 del COES:** Glosario de Abreviaturas y definiciones. Septiembre de 2002.
- ❑ **Procedimiento Técnico No. 9 del COES:** Coordinación de la Operación en Tiempo Real del Sistema Interconectado Nacional. Mayo de 2001.
- ❑ **Procedimiento Técnico No. 22 del COES:** Reserva Rotante en el Sistema Interconectado Nacional. Mayo de 1996.
- ❑ **CONTRATO N° 013-2002** - COES SICN.SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA EL ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES DEL SEIN. Mayo de 2002.
- ❑ **Estadísticas de Operaciones 2001** - COES SINAC. Abril de 2002.
- ❑ Informe: **LÍNEAS OROYA - CARHUAMAYO - PARAGSHA - VIZCARRA A 220 kV Y AGUAYTÍA - PUCALLPA A 138 kV - ESTUDIOS ELÉCTRICOS** - DIRECCIÓN DESARROLLO DEL STE - Documento STE - 2110 - 468 REV. 03. Medellín, Junio de 2002.