



---

**ESTUDIO**

**ESQUEMAS DE DESCONEXIÓN  
AUTOMÁTICOS DE CARGA**

**Noviembre 2011 - Octubre 2013**

---



**CDEC-SIC**

**Versión Final  
28 de Octubre de 2011**

---

## Índice

<b>I</b>	<b>EDAC POR BAJA FRECUENCIA (EDAC BF)</b>	<b>..... 3</b>
1.	ANTECEDENTES .....	3
<b>II</b>	<b>REVISIÓN DEL EDAC BF HABILITADO</b>	<b>..... 4</b>
2.	EDAC BAJA FRECUENCIA .....	4
2.1	Revisión del EDAC BF actualmente habilitado .....	4
3.	EFFECTIVIDAD DEL EDAC BF ACTUALMENTE OPERATIVO .....	8
4.	CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS AL EDAC BF ACTUALMENTE OPERATIVO .....	23
<b>III</b>	<b>ADECUACIÓN DEL EDAC POR BAJA FRECUENCIA</b>	<b>... 23</b>
5.	ANÁLISIS DE FACTORES PARA EL DISEÑO DEL EDAC BF .....	23
5.1	Parque Generador y Sistema de Transmisión .....	23
5.2	Previsión de consumos .....	24
5.3	Modo de Regulación de Frecuencia .....	26
5.4	Plan de defensa contra contingencias extremas .....	26
6.	PROYECCIÓN DEL EDAC BF .....	27
7.	CONCLUSIONES GENERALES EDAC BF .....	30
8.	CENTROS DE CONTROL ENCARGADOS DE COMUNICACIONES DE VOZ PARA RECUPERACIÓN DE CONSUMOS .....	30
<b>IV</b>	<b>ANÁLISIS MEDIANTE SIMULACIONES DINÁMICAS DEL EDAC BF</b>	<b>...30</b>
<b>V</b>	<b>EDAC POR BAJA TENSIÓN (EDAC BT)</b>	<b>... 32</b>
<b>VI</b>	<b>LÍMITES MÍNIMOS DE SEGURIDAD Y CALIDAD DE SERVICIO</b>	<b>...32</b>
<b>Anexo 1.</b> Detalle del EDAC BF habilitado al 30 de Septiembre de 2011 .....		33
<b>Anexo 2.</b> Detalle simulaciones dinámicas. Escenario demanda alta .....		51
<b>Anexo 3.</b> Detalle simulaciones dinámicas. Escenario demanda baja .....		64
<b>Anexo 4.</b> Tabla de Comunicaciones Operativas entre los Coordinados y el CDC .....		79

## **Introducción y Objetivos**

El presente informe se fundamenta en la "Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio de los Sistemas Interconectados" (NT) vigente, la cual establece los siguientes objetivos para el estudio EDAC por baja frecuencia:

- *Será responsabilidad de la DO realizar los estudios periódicos para revisar y verificar la efectividad de los EDAC y sus resultados deberán ser publicados en el sitio WEB del CDEC. Esta periodicidad será de al menos cada 2 años. (Art.5-22)*
- *La DO realizará el Estudio de EDAC, al menos con periodicidad bianual, para revisar y ajustar los EDAC vigentes. El estudio se realizará para un horizonte de 24 meses, y se revisará y ajustará a la finalización de ese período, o antes de su finalización, si se producen incorporaciones o modificaciones importantes en el SI que puedan afectar el correcto funcionamiento de cada EDAC.*

Conforme lo señalado, el presente informe muestra un análisis y conclusiones de la *revisión* y *ajuste* de los Esquemas de Desconexión Automática de Carga (EDAC) vigentes.

Por otra parte, se revisa la necesidad de implementar relés de desconexión de carga por subtensión.

Finalmente, se discute acerca de la necesidad de revisar los límites mínimos de seguridad y calidad de servicio, en lo que respecta a los porcentajes de demanda a afectar por los EDAC estudiados ante cada contingencia.

## **I EDAC por Baja Frecuencia (EDAC BF)**

### **1. Antecedentes**

El EDAC por subfrecuencia exigido por la NT se puso en servicio el jueves 26 de Octubre de 2006 y para efectos del presente estudio, la etapa de *revisión* del esquema comprenderá un análisis del EDAC operativo al mes de Septiembre del año 2011 y un análisis de las operaciones reales más importantes del esquema en los últimos 12 meses.

Por otra parte, se analizan los factores que pudiesen afectar y modificar el diseño del EDAC por subfrecuencia, se hace un análisis del esquema final proyectado a Octubre del año 2013 y, además, se verifica mediante simulaciones dinámicas el comportamiento de la frecuencia del sistema ante la operación del esquema EDAC vigente.



## II Revisión del EDAC BF Habilitado

### 2. EDAC Baja Frecuencia

De acuerdo con lo establecido en el primer Estudio EDAC, publicado en su versión final el 12 de enero de 2006, se determinó un esquema compuesto por seis escalones, de los cuales dos serán activados por gradiente de frecuencia (-0.6 Hz/seg) y supervisados por frecuencia absoluta (49.0 Hz y 48.8 Hz), mientras que los cuatro escalones restantes operarán sólo por frecuencia absoluta (48.9 Hz, 48.7 Hz, 48.5 Hz y 48.3 Hz).

El siguiente cuadro resume el EDAC por baja frecuencia definido, donde los porcentajes están referidos a la demanda de cada zona:

	Porcentajes de Participación en EDAC por Baja Frecuencia						% TOTAL
	49.0 Hz	48,9 Hz	48.8 Hz	48.7 Hz	48.5 Hz	48,3 Hz	
<b>Ajuste umbral Frecuencia</b>	49.0 Hz	48,9 Hz	48.8 Hz	48.7 Hz	48.5 Hz	48,3 Hz	
<b>Ajuste Gradiente de Frecuencia</b>	-0.6 [Hz/seg]	---	-0.6 [Hz/seg]	---	---	---	
<b>ZONA</b>	<b>[MW]</b>	<b>[MW]</b>	<b>[MW]</b>	<b>[MW]</b>	<b>[MW]</b>	<b>[MW]</b>	
<b>Atacama</b>	7.2%	1.8%	7.2%	1.8%	1.8%	1.8%	<b>21.6%</b>
<b>Coquimbo</b>	7.2%	1.8%	7.2%	1.8%	1.8%	1.8%	<b>21.6%</b>
<b>Quinta Región</b>	7.2%	1.8%	7.2%	1.8%	1.8%	1.8%	<b>21.6%</b>
<b>Metropolitana (*)</b>	7.2% (3.6%)	1.8% (3.6%)	7.2% (3.6%)	1.8% (3.6%)	1.8% (3.6%)	1.8% (3.6%)	<b>21.6%</b>
<b>Troncal centro</b>	7.2%	1.8%	7.2%	1.8%	1.8%	1.8%	<b>21.6%</b>
<b>Sistema 154 - 66 kV</b>	7.2%	1.8%	7.2%	1.8%	1.8%	1.8%	<b>21.6%</b>
<b>Charrúa</b>	7.2%	1.8%	7.2%	1.8%	1.8%	1.8%	<b>21.6%</b>
<b>Concepción</b>	7.2%	1.8%	7.2%	1.8%	1.8%	1.8%	<b>21.6%</b>
<b>Araucanía</b>	7.2%	1.8%	7.2%	1.8%	1.8%	1.8%	<b>21.6%</b>
<b>% TOTAL DE CARGA DEL SIC QUE PARTICIPA DEL ESQUEMA</b>							<b>21.6%</b>

(\*) Porcentajes entre paréntesis corresponden a lo solicitado a la empresa Chilectra.

#### 2.1 Revisión del EDAC BF actualmente habilitado

A partir del día jueves 26 de Octubre de 2006 a las 00:00 horas, quedó operativo el EDAC BF de las empresas que, a esa fecha, tenían su Solicitud de Habilitación aprobada por la DO. Posteriormente, se han incorporado las empresas que han aprobado el proceso de habilitación para participar en el EDAC BF.

A continuación, se resume el estado de cada empresa con respecto al avance en el proceso de habilitación e implementación del EDAC:

<b>EDAC OPERATIVO</b>		
<b>CODELCO SALVADOR</b>	<b>PANELES ARAUCO S.A.</b>	<b>C.E. LITORAL</b>
<b>MIN. MANTOS DE ORO</b>	<b>CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCIÓN</b>	<b>ENAP REFINERÍAS ACONCAGUA</b>
<b>MIN. VALLE CENTRAL</b>	<b>CGE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>ELECDA</b>
<b>CAP <sup>(1)</sup></b>	<b>COPELEC</b>	<b>EMELAT</b>
<b>INSTAPANEL <sup>(1)</sup></b>	<b>COOP. CURICO</b>	<b>EMELECTRIC</b>
<b>CEMENTOS BIO BIO</b>	<b>COPELAN</b>	<b>CIA MINERA LA CANDELARIA</b>
<b>CMPC CELULOSA</b>	<b>CODINER</b>	<b>ENAMI H.V. LIRA</b>
<b>CEMENTOS POLPAICO</b>	<b>CONAFE</b>	<b>MIN. OJOS DEL SALADO (MINERA AUREX CHILE)</b>
<b>CMPC MADERAS(COPIHUE-MININCO)</b>	<b>CMPC PAPELES CORDILLERA</b>	<b>CIA. MINERA CARMEN DE ANDACOLLO</b>
<b>E.E. PTE. ALTO</b>	<b>LUZ LINARES</b>	<b>ANGLOAMERICAN CHILE - DIV. MANTOVERDE</b>
<b>ASERRADEROS ARAUCO - ASERRADEROS VIÑALES</b>	<b>LUZ PARRAL</b>	<b>CEMENTO MELON</b>
<b>COELCHA <sup>(2)</sup></b>	<b>LUZ CHARRÚA</b>	<b>CHILQUINTA</b>
<b>CMPC CARTULINAS - MAULE</b>	<b>COOP. OSORNO</b>	<b>OCCIDENTAL CHEMICAL (OXY) <sup>(5)</sup></b>
<b>MASISA</b>	<b>FRONTEL</b>	<b>EKA CHILE <sup>(5)</sup></b>
<b>NORSKE SKOG PAP. BIO BIO</b>	<b>SAESA</b>	<b>MOLY COP</b>
<b>CMPC CARTULINAS – CHUMPULLO/PLANTA VALDIVIA</b>	<b>METRO</b>	<b>PETROQUÍMICA DOW <sup>(5)</sup></b>
<b>ANGLOAMERICAN CHILE - DIV. EL SOLDADO y CHAGRES</b>	<b>CHILECTRA</b>	<b>INCHALAM</b>
<b>INDURA</b>	<b>ANGLOAMERICAN CHILE - DIV. LOS BRONCES</b>	<b>MIN. MARICUNGA</b>
<b>PETROQUIM</b>	<b>ENAP REFINERÍAS BIO BIO</b>	<b>CRISTALERÍAS DE CHILE</b>
<b>CODELCO VENTANAS</b>	<b>CODELCO ANDINA</b>	<b>AGA</b>
<b>MINERA LOS PELAMBRES</b>	<b>AGROSUPER <sup>(4)</sup></b>	<b>CODELCO EL TENIENTE</b>
<b>CEMIN</b>	<b>MERVAL</b>	<b>CÍA. MINERA PACÍFICO</b>
<b>GNL QUINTERO</b>		
<b>SOLICITUD DE HABILITACIÓN EN ANÁLISIS U OBSERVADA</b>		
<b>COLÚN</b>	<b>IANSÁ <sup>(3)</sup></b>	<b>MINERA LAS CENIZAS</b>
<b>MINERA CENTENARIO</b>	<b>FOPACO</b>	
<b>COPPER</b>		
<b>EN PROCESO DE EVALUACIÓN O IMPLEMENTACIÓN DEL EDAC</b>		
<b>CRELL</b>	<b>FUNDICIÓN TALLERES</b>	<b>SOCOEPA</b>
<b>COOP. RIO BUENO</b>		

(1) Habilitación parcialmente aprobada ya que no cumple con porcentajes solicitados en demanda baja.

(2) EDAC implementado en instalaciones "aguas arriba" por SAESA.

(3) Cliente señala que pasa a ser cliente de empresa Distribuidora.

(4) Listo para habilitar, a la espera que tomen carga.

(5) Actualización del EDAC pendiente (EKA Chile se retiró del EDAC conjunto que mantenía con las empresas DOW y OXY, por lo tanto, se solicitó a estas empresas readecuar sus respectivos esquemas EDAC).

En Anexo 1 se presenta el detalle del EDAC operativo al 30 de Septiembre de 2011.

Los siguientes cuadros resumen los montos de carga del EDAC operativo a la fecha y se compara con respecto a los montos de carga solicitados para un escenario de demanda de 6640 MW en el SIC (máxima demanda del año 2011, ocurrida el día 29.06.2011, a las 17 hrs.). Lo anterior, se realizó para los casos en que la tasa de caída de frecuencia es menor a 0.6 [Hz/seg] y mayor o igual a 0.6 [Hz/seg].

a) Tasa de caída de la frecuencia menor a 0.6 [Hz/seg]

Para el caso en que la tasa de caída de frecuencia sea menor a 0.6 [Hz/seg], es decir, operen sólo los cuatro escalones por frecuencia absoluta (48.9 Hz, 48.7 Hz, 48.5 Hz y 48.3 Hz), se observa que los clientes habilitados a la fecha informaron la implementación de un monto de desconexión de carga referencial, para demanda alta, de 765 MW, con lo cual excederían un 8.7% (61 MW) el monto de carga de 704 MW exigido para el total de clientes del SIC.

ZONA	MONTOS DE CARGA [MW] PARA TASA DE CAÍDA DE LA FRECUENCIA MENOR A 0.6 HZ/SEG																				
	ESCALÓN 1			ESCALÓN 2			ESCALÓN 3			ESCALÓN 4			ESCALÓN 5			ESCALÓN 6			TOTAL		
	49 Hz			48.9 Hz			48.8 Hz			48.7 Hz			48.5 Hz			48.3 Hz					
	-0.6 Hz/seg						-0.6 Hz/seg														
	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ
ATACAMA	N/A	N/A	N/A	8	9	1	N/A	N/A	N/A	8	16	8	8	6	-2	8	3	-5	32	34	2
COQUIMBO	N/A	N/A	N/A	6	11	4	N/A	N/A	N/A	6	14	8	6	14	8	6	19	12	26	58	32
QUINTA REGIÓN	N/A	N/A	N/A	10	12	2	N/A	N/A	N/A	10	20	10	10	14	3	10	12	2	42	58	16
METROPOLITANA	N/A	N/A	N/A	113	112	-1	N/A	N/A	N/A	113	96	-16	113	97	-15	113	90	-23	451	396	-55
TRONCAL CENTRO	N/A	N/A	N/A	2	4	2	N/A	N/A	N/A	2	6	4	2	7	4	2	7	5	8	23	15
SISTEMA 154-66 KV	N/A	N/A	N/A	11	23	12	N/A	N/A	N/A	11	24	14	11	16	5	11	20	9	43	82	39
CHARRÚA	N/A	N/A	N/A	8	2	-6	N/A	N/A	N/A	8	9	2	8	3	-5	8	3	-5	32	16	-15
CONCEPCIÓN	N/A	N/A	N/A	9	26	17	N/A	N/A	N/A	9	14	5	9	7	-2	9	10	1	35	57	22
ARAUCANÍA	N/A	N/A	N/A	9	10	1	N/A	N/A	N/A	9	11	2	9	10	1	9	9	0	35	40	5
<b>TOTAL</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>176</b>	<b>209</b>	<b>33</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>176</b>	<b>210</b>	<b>35</b>	<b>176</b>	<b>173</b>	<b>-2</b>	<b>176</b>	<b>172</b>	<b>-4</b>	<b>704</b>	<b>765</b>	<b>61</b>

-S\* : MW solicitados para la máxima demanda del año 2011 (6640 MW).

-I\*\* : MW referenciales implementados por las empresas para demanda alta.

-Se destaca en rojo y azul aquellos escalones deficitarios y excedentarios por más de 10 MW, respectivamente.

El análisis del monto de desprendimiento de carga total, por zona, muestra que las zonas deficitarias son la zona Metropolitana (-55 MW) y Charrúa (-15 MW). Por otra parte, las zonas más excedentarias son el Sistema 154-66 kV (39 MW), Coquimbo (32 MW), Concepción (22 MW), Quinta Región (16 MW) y Troncal Centro (15 MW).

El análisis del monto de desprendimiento de carga total en el SIC, por escalón, muestra que los únicos deficitarios son el N°5 (-2 MW) y N°6 (-4 MW). Por otra parte, los escalones excedentarios son el N°2 (33 MW) y N°4 (35 MW).

Analizando en detalle los escalones del EDAC BF de cada zona, se observa que los más deficitarios son los escalones N°4 (-16 MW), N°5 (-15 MW) y N°6 (-23 MW) de la zona

Metropolitana. Por otra parte, los más excedentarios son el escalón N°2 de la zona Concepción (17 MW), N°2 y 4 del Sistema 154-66 kV (12 MW y 14 MW, respectivamente) y el escalón N°6 de la zona Coquimbo (12 MW).

b) Tasa de caída de la frecuencia mayor o igual a 0.6 [Hz/seg]

Para el caso en que la tasa de caída de frecuencia sea mayor o igual a 0.6 [Hz/seg], es decir, se cumplieren las condiciones para operar los seis escalones del EDAC, se observa que los clientes habilitados a la fecha informaron la implementación de un monto de desconexión de carga referencial, para demanda alta, de 1551 MW, con lo cual excederían un 8.1% (116 MW) el monto de carga de 1434 MW para el total de clientes del SIC.

ZONA	MONTOS DE CARGA [MW] PARA TASA DE CAÍDA DE LA FRECUENCIA MAYOR O IGUAL A 0.6 HZ/SEG																				
	ESCALÓN 1			ESCALÓN 2			ESCALÓN 3			ESCALÓN 4			ESCALÓN 5			ESCALÓN 6			TOTAL		
	49 Hz			48.9 Hz			48.8 Hz			48.7 Hz			48.5 Hz			48.3 Hz					
	-0.6 Hz/seg						-0.6 Hz/seg														
	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ
ATACAMA	32	36	4	8	9	1	32	19	-13	8	11	3	8	5	-3	8	3	-5	95	82	-13
COQUIMBO	26	43	17	6	11	4	26	29	3	6	12	6	6	0	-6	6	4	-3	78	99	21
QUINTA REGIÓN	42	51	9	10	12	2	42	33	-9	10	10	0	10	14	3	10	12	2	125	131	6
METROPOLITANA	113	154	41	113	112	-1	113	118	5	113	96	-16	113	97	-15	113	90	-23	676	668	-8
TRONCAL CENTRO	8	7	-1	2	4	2	8	9	1	2	6	4	2	7	4	2	7	5	24	40	16
SISTEMA 154-66 KV	43	60	17	11	20	10	43	65	22	11	21	10	11	16	5	11	20	9	130	202	73
CHARRÚA	32	30	-2	8	2	-6	32	13	-18	8	0	-8	8	3	-5	8	3	-5	95	50	-45
CONCEPCIÓN	35	40	5	9	26	17	35	62	26	9	9	0	9	7	-2	9	10	1	106	155	48
ARAUCANÍA	35	37	2	9	10	1	35	48	13	9	9	1	9	10	1	9	9	0	105	123	19
<b>TOTAL</b>	<b>365</b>	<b>458</b>	<b>92</b>	<b>176</b>	<b>207</b>	<b>31</b>	<b>365</b>	<b>397</b>	<b>32</b>	<b>176</b>	<b>175</b>	<b>-1</b>	<b>176</b>	<b>158</b>	<b>-18</b>	<b>176</b>	<b>157</b>	<b>-19</b>	<b>1434</b>	<b>1551</b>	<b>116</b>

-S\* : MW solicitados para la máxima demanda del año 2011 (6640 MW).

-I\*\* : MW referenciales implementados por las empresas para demanda alta.

-Se destaca en rojo y azul aquellos escalones deficitarios y excedentarios por más de 10 MW, respectivamente.

El análisis del monto de desprendimiento de carga total, por zona, muestra que las más deficitarias son Charrúa (-45 MW) y Atacama (-13 MW). Por otra parte, las zonas más excedentarias son el Sistema 154-66 kV (73 MW), Concepción (48 MW), Coquimbo (21 MW), Araucanía (19 MW) y Troncal Centro (16 MW).

El análisis del monto de desprendimiento de carga total del SIC, por escalón, muestra que los escalones deficitarios son el N°5 (-18 MW) y el N°6 (-19 MW). Por otra parte, los escalones excedentarios son el N°1 (92 MW), N°2 (31 MW) y el N°3 (32 MW).

Analizando en detalle los escalones del EDAC BF de cada zona, se observa que los más deficitarios son los escalones N°4 (-16 MW), N°5 (-15 MW) y N°6 (-23 MW) de la zona Metropolitana y el escalón N°3 de las zonas Atacama (-12 MW) y Charrúa (-18 MW). Por

otra parte, los más excedentarios son el escalón N°1 de las zonas Metropolitana (41 MW), Coquimbo (17 MW) y Sistema 154-66 kV (17 MW), el escalón N°2 de la zona Concepción (17 MW) y el escalón N°3 de las zonas Concepción (26 MW), Sistema 154-66 kV (22 MW) y Araucanía (13 MW).

Cabe señalar que, los excesos se justifican principalmente por las características propias de los consumos de cada cliente, lo cual les impide el desprendimiento de bloques de carga (procesos productivos, alimentadores, etc.) menores. Por otra parte, los montos de carga informados por las empresas habilitadas son referenciales, no necesariamente son coincidentes a una misma hora y varían en el tiempo, por lo tanto, para determinar el monto de desprendimiento de carga real disponible en cada instante, se deberá contar a través del SITR con la información precisa de los montos de carga disponibles por todos y cada uno de los coordinados en el EDAC.

### ***3. Efectividad del EDAC BF actualmente operativo***

Ante las contingencias de mayor probabilidad de ocurrencia, el EDAC BF diseñado minimiza los desprendimientos de carga. Por otra parte, la aplicación del esquema propuesto permite minimizar la probabilidad de un colapso por baja frecuencia del sistema frente a las contingencias de mayor severidad en el SIC.

Cabe señalar que el exceso de liberación de carga total que habría disponible en demanda alta, de acuerdo con los montos referenciales informados por las empresas que tienen su esquema operativo a la fecha, equivalente a un 8.1% (116 MW), implicaría principalmente sólo un mayor desprendimiento de carga ante contingencias simples de unidades de generación de mayor tamaño (ej. centrales de ciclo combinado). Sin embargo, es muy poco probable que en escenarios de demanda alta se active la operación del EDAC a consecuencia de dichas contingencias, y en tal caso, el exceso relevante, si ocurriera, sólo podría alcanzar hasta el primer escalón de frecuencia absoluta, esto es, un exceso de desprendimiento de sólo 33 MW. Además, el exceso de desprendimiento no compromete la seguridad ni la calidad de servicio (por sobrefrecuencias o sobretensiones) en el SIC.

Respecto a la actuación del EDAC BF en el presente año, podemos señalar que se han producido sólo dos actuaciones a nivel del SIC (salidas de una central de ciclo combinado). El resto corresponde a fallas locales del sistema de transmisión o a subsistemas operando en isla, que provocaron la operación local o parcial del EDAC BF, operación para la cual no fueron específicamente diseñados. A continuación se resumen brevemente estas operaciones del EDAC BF:



## **24 de Enero de 2011 "Falla en línea 154 kV Alto Jahuel - Rancagua - Tinguiririca N°1"**

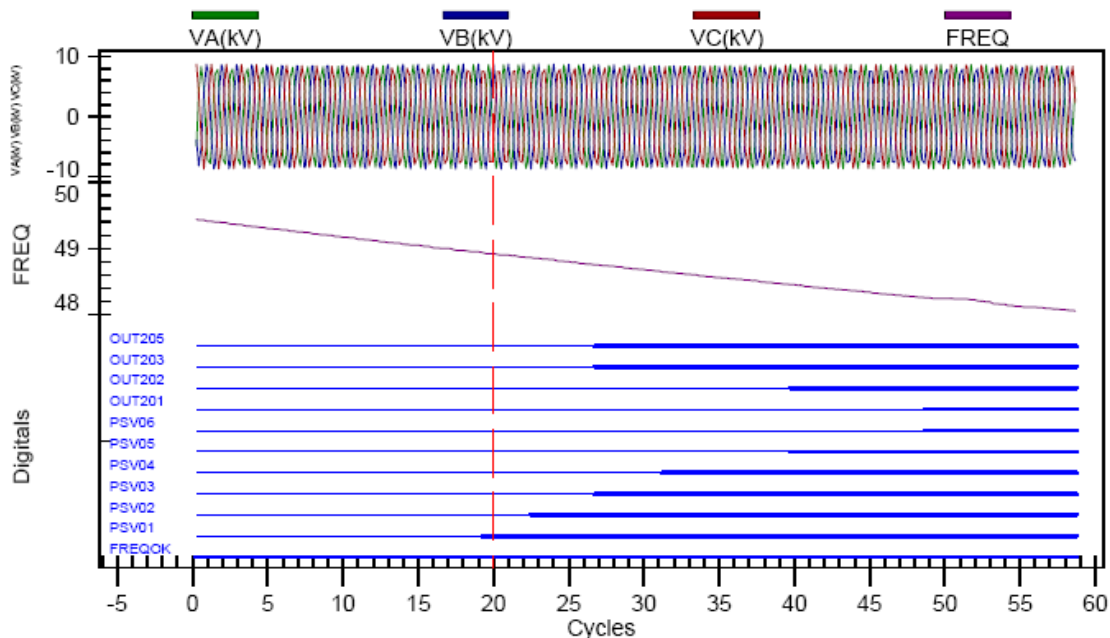
A las **00:22 hrs.** línea de 154 kV Tinguiririca - Rancagua - A. Jahuel circuitos 1 y 2 interrupción forzada por protecciones, se pierden 182.3 MW de consumos (según Estudio para análisis de falla EAF 037/2011).

Estando los consumos pertenecientes al circuito N°2 de la línea 154 kV Alto Jahuel - Rancagua - Tinguiririca abastecidos a través del paño A1 de S/E Rancagua, con aportes provenientes de la unidad N°2 de central Sauzal que inyectaba 24 MW al SIC, se produjo la operación del EDAC sobre los interruptores 52C3 (alimentador Enap), 52C5 (alimentador Maggi), 52C2 (alimentador Tinguiririca) y 52C1 (alimentador Miraflores) de S/E Cachapoal. De acuerdo con los registros, la magnitud de la frecuencia local descendió bajo los **48.3 Hz** con una tasa de caída de la frecuencia mayor a los 0.6 Hz/s.

NEMA	ALIMENTADOR	EDAC
52C1	Miraflores	6
52C2	Tinguiririca	5
52C3	Enap	3
52C4	OHiggins	NP
52C5	Maggi	3
52C6	Antivero	NP

Esquema EDAC S/E COLCHAGUA

Registro oscilográfico asociado al relé de baja frecuencia de S/E Cachapoal:



### **03 de Febrero de 2011 "Desconexión forzada de barras de 220 kV de S/E Polpaico"**

Demanda del sistema previo a la falla: 5732.00 MW

A las 01:10 hrs se produjo una falla a tierra en la fase A del interruptor 52JT4 de S/E Polpaico, posterior a la apertura sin éxito del polo correspondiente a esta fase por orden de trip proveniente desde la protección diferencial asociada a la barra de 19 kV del equipo CER de esta S/E, en momentos de su energización, provocando la desconexión forzada de las barras N°1 y N°2 de 220 kV de S/E Polpaico, y posterior apertura de ambos circuitos de la línea de 110 kV Las Vegas - Cerro Navia por operación de protecciones de distancia en primera zona, quedando separado el sistema en dos áreas.

La frecuencia desde S/E Cerro Navia hasta la isla de Chiloé bajó a **48.53 Hz**. Por operación de los EDAC se pierde un total de 220.4 MW de consumos correspondientes a las SS/EE Minero, CMPC Planta Maule, Papeles Cordillera, Buín, Fátima, Hospital, Alameda, Cachapoal, Machalí, Colchagua, Talca, Curicó, Rauquén, Piduco, Pid-Pid, Negrete, Cabrero, La Cisterna, Ochagavía, Santa Marta, San Bernardo, Alonso de Córdova, Club Hípico, San José, Apoquindo y Santa Rosa Sur.

Posteriormente, a las 01:15 hrs., por inestabilidad del sistema norte del SIC, se pierden 1000.4 MW de consumos.

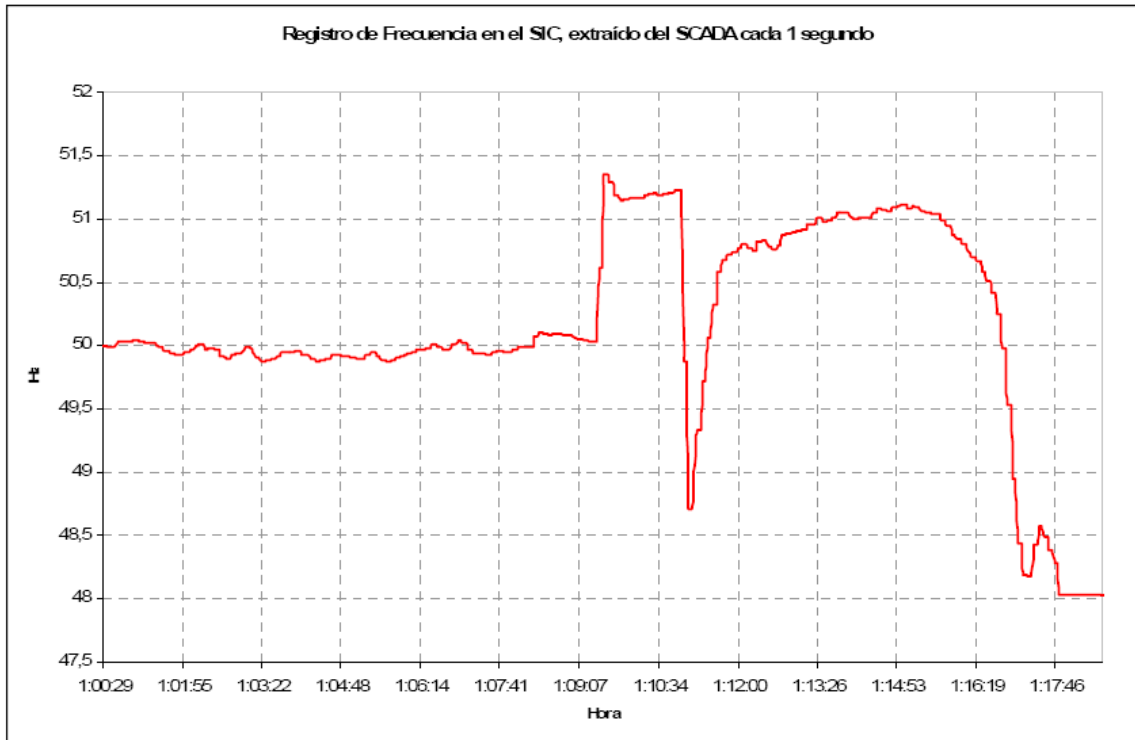
El detalle del EDAC BF se detalla a continuación:

S/E Rauquén -> 4.0 MW en escalón 2  
S/E Curicó -> 2.4 MW en escalón 4  
S/E Talca -> 2.4 MW en escalón 2 y 2.0 MW en escalón 4  
S/E Piduco -> 2.0 MW en escalón 4  
S/E Retiro -> 1.5 MW en escalón 2  
S/E Andalién -> 3.1 MW en escalón 4  
S/E Coronel -> 2.6 MW en escalón 4  
S/E Talcahuano -> 0.3 MW en escalón 2  
S/E Manso de Velasco -> 0.3 MW en escalón 2  
S/E Pumahue -> 3.0 MW en escalón 2  
S/E Villarrica -> 1.1 MW en escalón 4  
S/E Buin -> 1.25 MW en escalón 2 y 1.1 MW en escalón 4  
S/E Alameda -> 1.6 MW en escalón 4  
S/E Cachapoal -> 2.1 MW en escalón 2  
S/E Lo Miranda -> 1.3 MW en escalón 2  
S/E Marquesa -> 3.2 MW en escalón 2  
S/E Ovalle -> 2.6 MW en escalón 4  
S/E El Paico -> 1.46 MW en escalón 2  
S/E Las Arañas -> 1.47 MW en escalón 2  
S/E Marchigüe -> 2.17 MW en escalón 4  
S/E Viñales -> 0.198 MW en escalón 2  
S/E Pid Pid -> 1.7 MW en escalón 2 y 4.3 MW en escalón 4  
S/E Negrete -> 0.9 MW en escalón 4  
S/E Cabrero -> 1.1 MW en escalón 2  
S/E Huachipato (CAP) -> 11.71 MW entre escalones 2 y 4  
S/E Curicó (CEC) -> 2.62 MW en escalón 2 y 1.889 MW en escalón 4  
S/E Longaví -> 3.2 MW en escalón 2  
S/E San Antonio -> 3.98 MW en escalón 2 y 2.75 MW en escalón 4  
S/E CMPC Planta Maule -> 1.78 MW en escalón 2 y 1.976 MW en escalón 4  
S/E Alonso de Córdova -> 8.3 MW en escalón 2  
S/E Apoquindo -> 14.5 MW en escalón 2  
S/E Club Hípico -> 8.7 MW en escalón 2  
S/E Santa Rosa Sur -> 10.2 MW en escalón 2  
S/E San José -> 17.8 MW en escalón 2

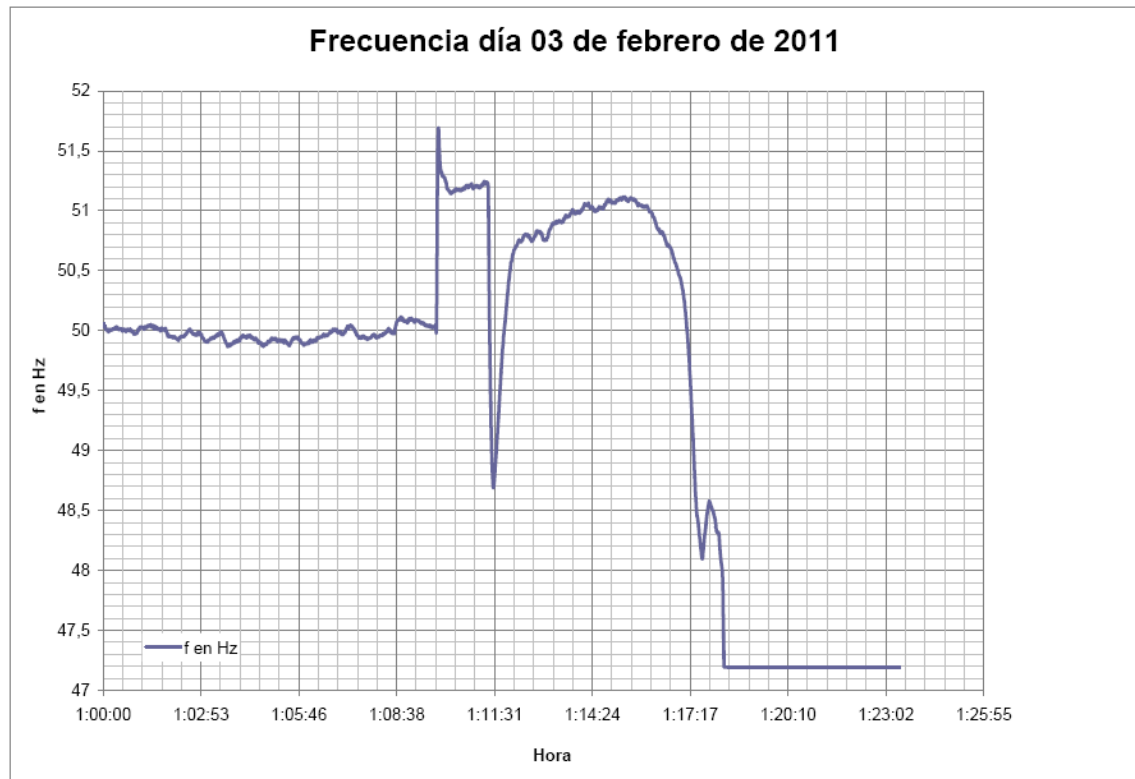
S/E La Cisterna -> 40.7 MW en escalón 4  
S/E Ochagavía -> 11.0 MW en escalón 4  
S/E San Bernardo -> 8.8 MW en escalón 4  
S/E Santa Marta -> 8.8 MW en escalón 4  
S/E Metro -> 0.9 MW en escalón 2  
S/E Mauco (Codelco Ventanas) -> 4.8 MW en escalón 4  
S/E Indura -> 3.24 MW en escalón 4  
S/E Recinto (Copelec) -> 0.26 MW en escalón 4  
S/E Llay Llay (Cristalerías Chile) -> 1.2595 MW en escalón 2  
S/E Papelera Bío Bío (Norske Skog) -> 2.252 MW en escalón 1  
S/E Temuco (Codiner) -> 1.21 MW en escalón 4  
S/E Pellets (CMP) -> 1.2 MW en escalón 4  
S/E Plantas -> 2.427 MW en escalón 2, sin apertura de los interruptores 52C1 (alimentador El Inca) y 52C8 (alimentador Tierra Amarilla) por inconveniente en la alimentación del control del reconectador respectivo  
S/E Minera Valle Central -> 2.833 MW en escalón 2  
S/E Minera Carmen de Andacollo -> 0.5 MW en escalón 2, 3.0 MW en escalón 4 y 0.6 MW en escalón 1  
S/E Playa Ancha -> 2.79 MW en escalón 2 y 2.27 MW en escalón 3  
S/E Quilpué -> 1.52 MW en escalón 1, 3.69 MW en escalón 3 y 4.14 MW en escalón 4  
S/E Casablanca -> 3.23 MW en escalón 2  
S/E Colón (Codelco Teniente) -> 2.82 MW en escalón 2 y 5.39 MW en escalón 4  
S/E Tres Esquinas (Copelec) -> 1.25 MW en escalón 1  
S/E Cocharcas (Copelec) -> 0.19 MW en escalón 1 y 1.36 MW en escalón 3  
S/E Cerrillos -> 2.752 MW en escalón 1 y 1.833 MW en escalón 3  
S/E Los Loros -> 0.535 MW en escalón 1 y 2.328 MW en escalón 3  
S/E Manto Verde (AngloAmerican) -> 15.508 MW en escalón 1 y 13.901 MW en escalón 2  
S/E Confluencia (Copelec) -> 0.29 MW en escalón 2  
S/E Paipote (Enami) -> 4.64 MW en escalón 4  
S/E Mapal (Masisa) -> 1.117 MW en escalón 1, 0.33 MW en escalón 2 y 0.246 MW en escalón 3  
S/E Mauco (Codelco Ventanas) -> 3.77 MW en escalón 1, 2.21 MW en escalón 4 y 2.88 MW en escalón 5  
S/E El Salvador (Codelco) -> 4.812 MW en escalón 1, 1.452 MW en escalón 2, 2.912 MW en escalón 3 y 4.751 MW en escalón 4  
S/E CMPC Puente Alto -> 0.563 MW en escalón 1, 1.942 MW en escalón 3 y 7.377 MW en escalón 4  
S/E CMPC Celulosa -> 35.33 MW en escalón 1  
S/E Miraflores -> 2.2 MW en escalón 2 y 1.3 MW en escalón 1  
S/E Marga Marga -> 2.0 MW en escalón 3 y 2.9 MW en escalón 5  
S/E Casas Viejas -> 1.3 MW en escalón 1, 0.45 MW en escalón 2 y 1.56 MW en escalón 4  
S/E Cabildo -> 1.35 MW en escalón 3  
S/E Quínquimo -> 1.7 MW en escalón 3  
S/E San Pedro -> 3.13 MW en escalón 3  
S/E Quereo -> 1.5 MW en escalón 4 y 0.62 MW en escalón 3  
S/E Illapel -> 0.94 MW en escalón 2 y 1.6 MW en escalón 1  
S/E El Refugio (Minera Maricunga) -> 1.7 MW en escalón 1  
S/E La Calera -> 9.04 MW en escalón 1  
S/E Vallenar -> 1.424 MW en escalón 5  
S/E Las Luces -> 4.8 MW en escalón 5  
S/E Óxidos -> 1.4 MW en escalón 5  
S/E Taltal -> 7.1 MW en escalón 5  
S/E Dos Amigos (CEMIN) -> 3.2 MW sin información de escalones operados

Lo anterior, indica que el desprendimiento de carga alcanzó el orden de los 423 MW totales, equivalentes al 7.4%, de acuerdo con la información entregada por los Coordinados (según Estudio para Análisis de Falla EAF 049/2011).

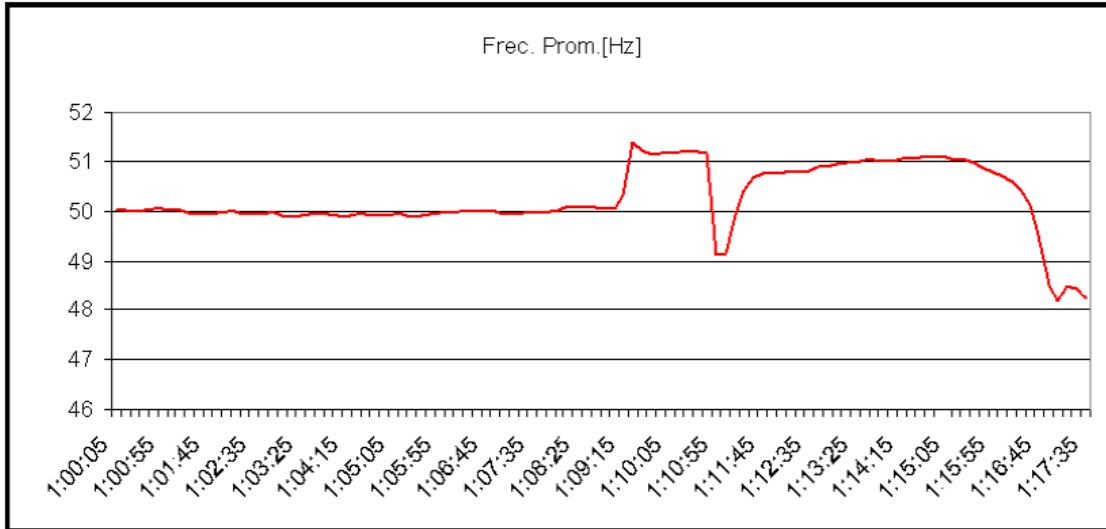
El gráfico siguiente muestra que la frecuencia en el subsistema norte del SIC descendió bajo los 48.7 Hz, de acuerdo con los registros extraídos del sistema SCADA cada 1 segundo:



A modo ilustrativo, a continuación se presentan otros registros aportados por coordinados afectados:



Registro de Frecuencia de Codelco Div. Salvador



Registro de Frecuencia en S/E Ventanas

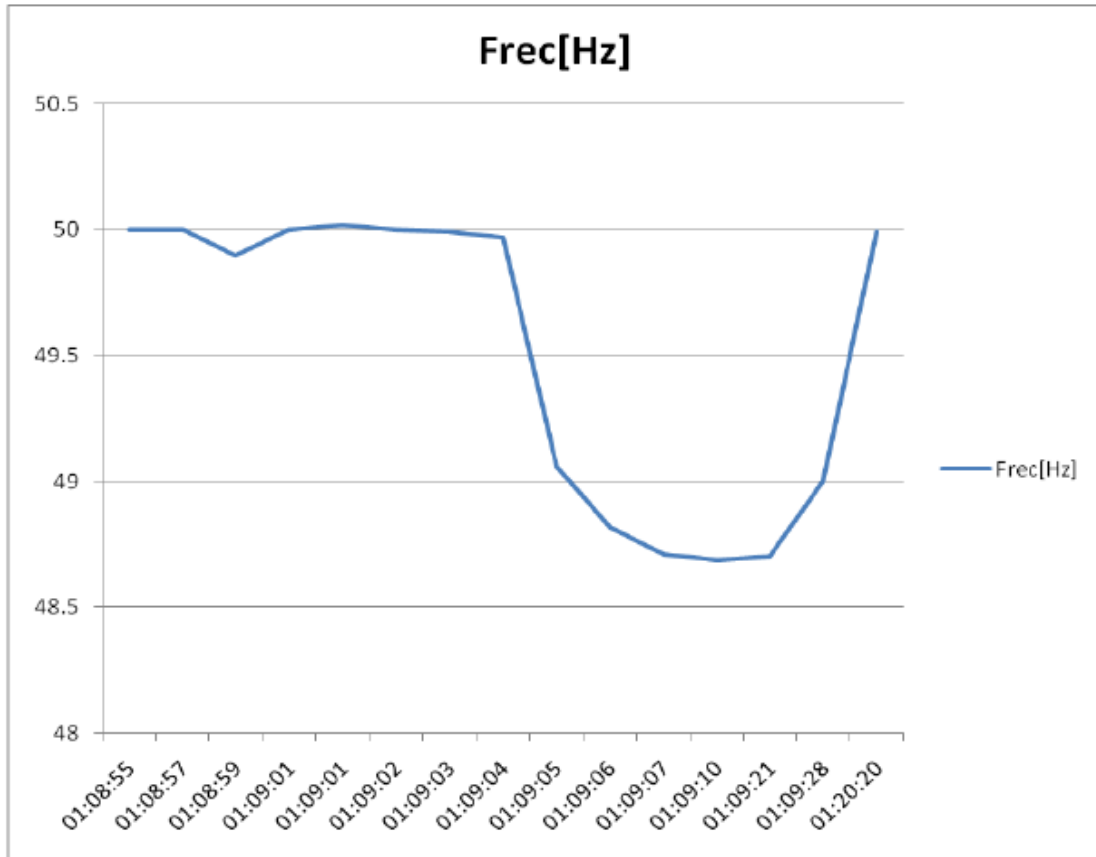
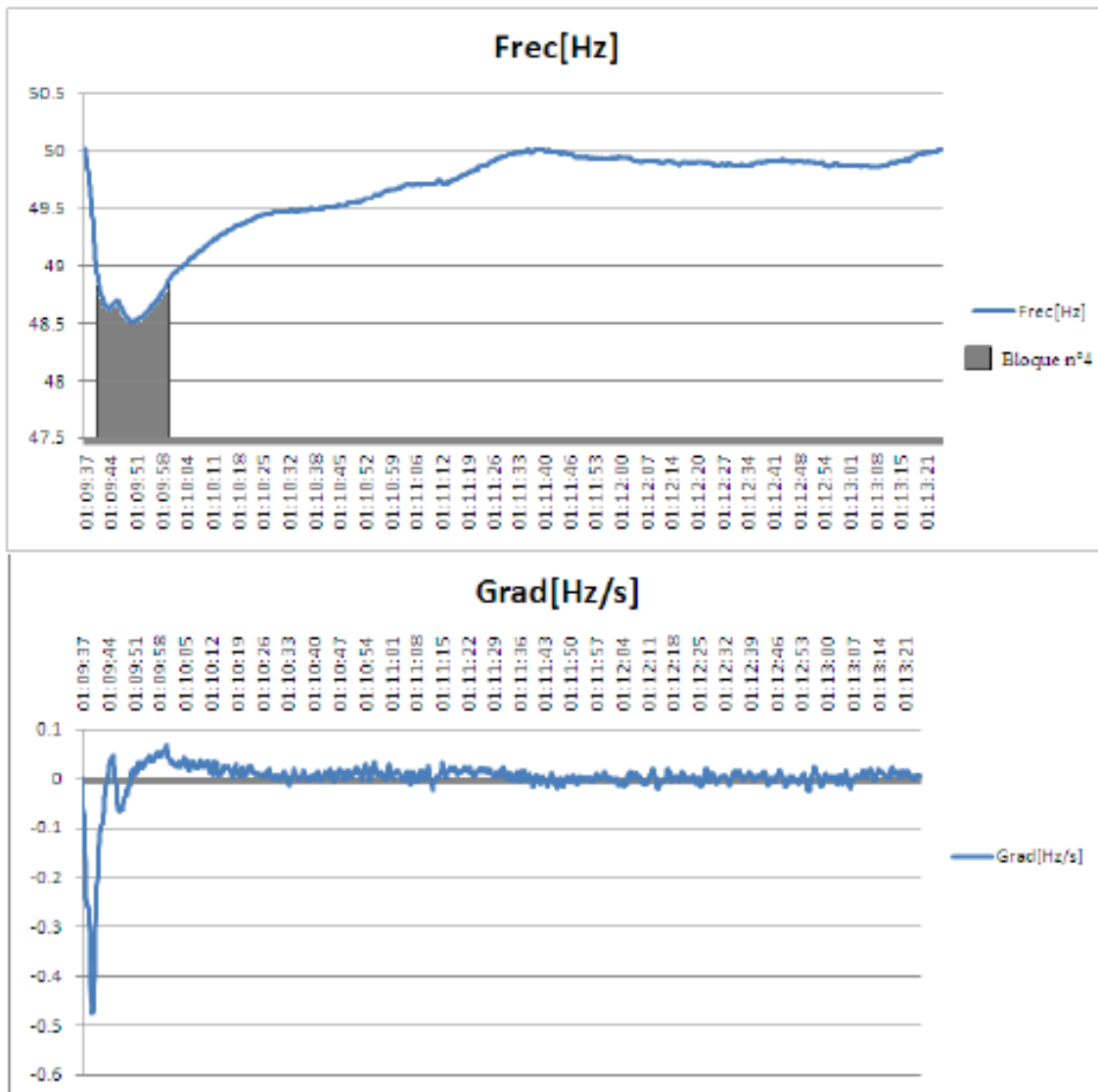
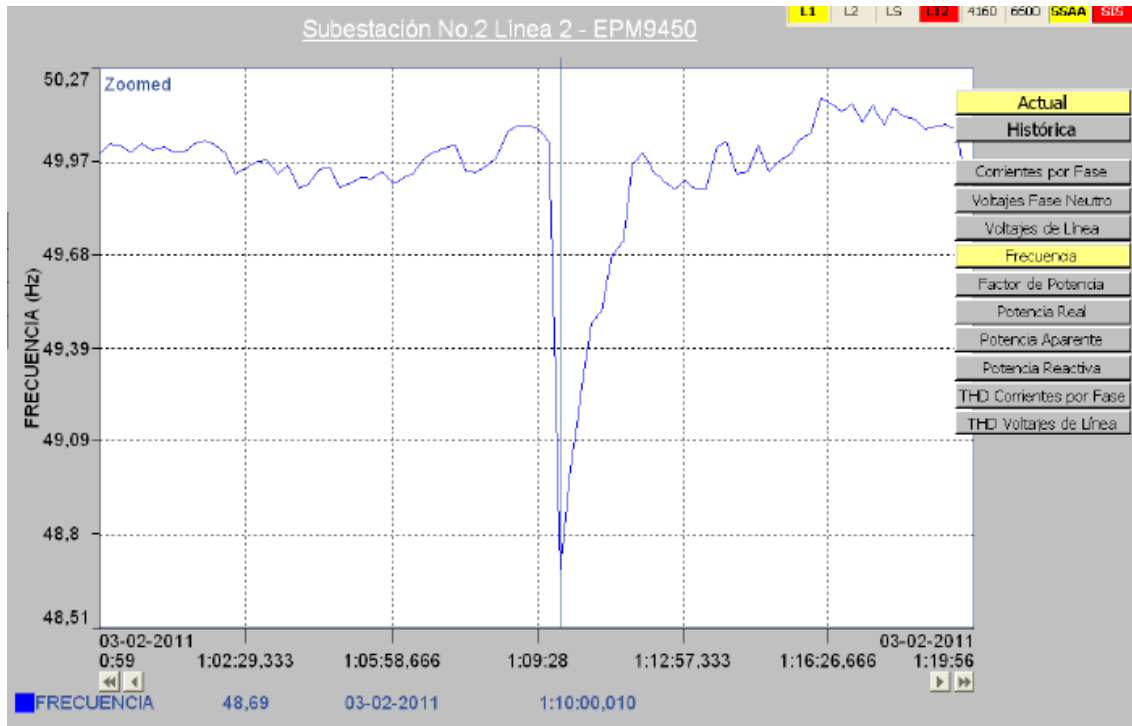


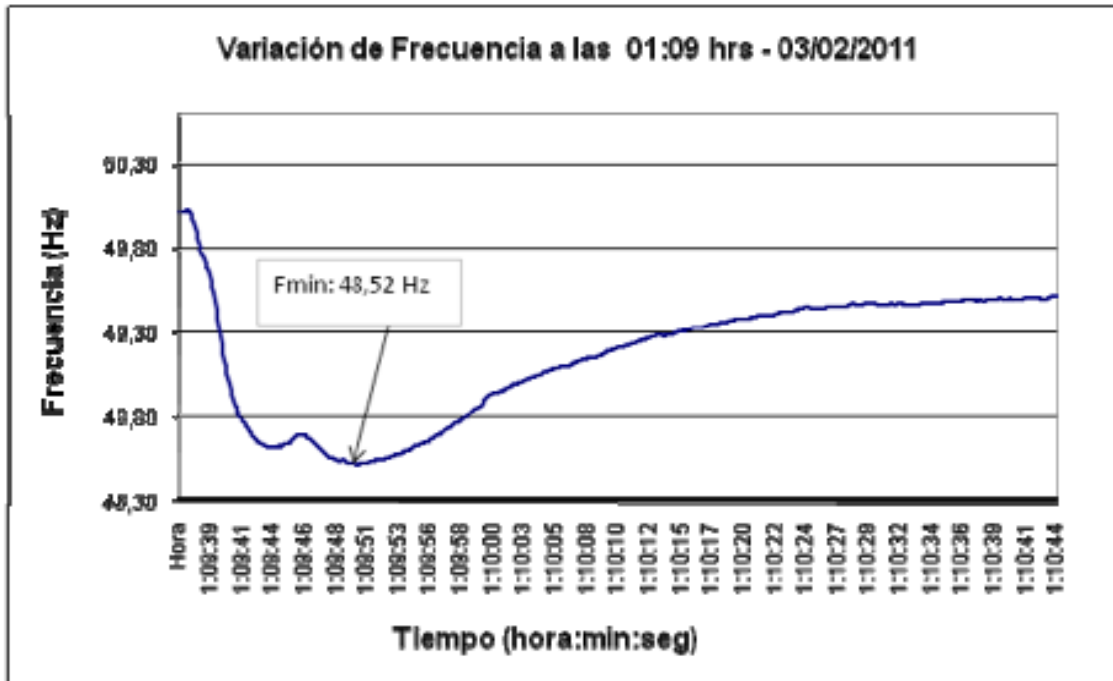
Grafico Frecuencia S/E Pid Pid

S/E NEGRETE





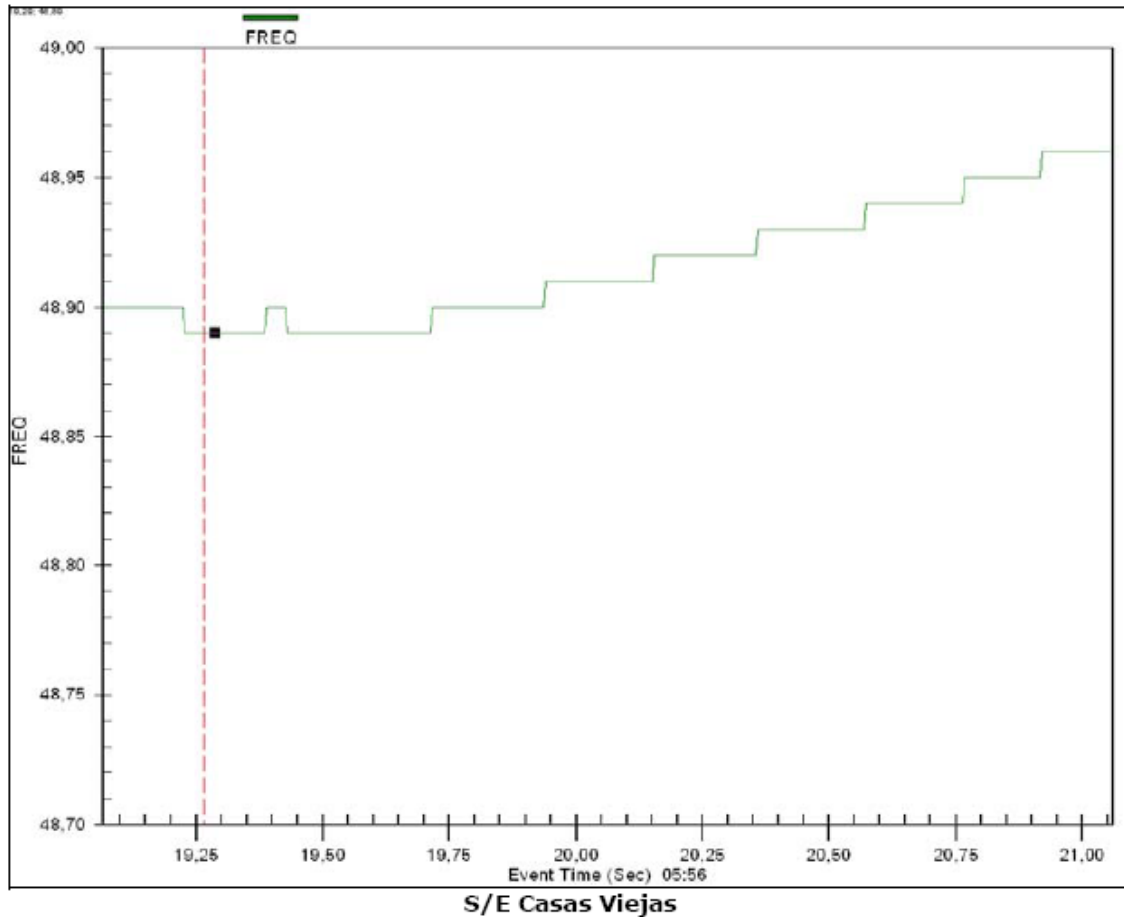
Registro de Frecuencia de ENAP Refinerías Bio Bio



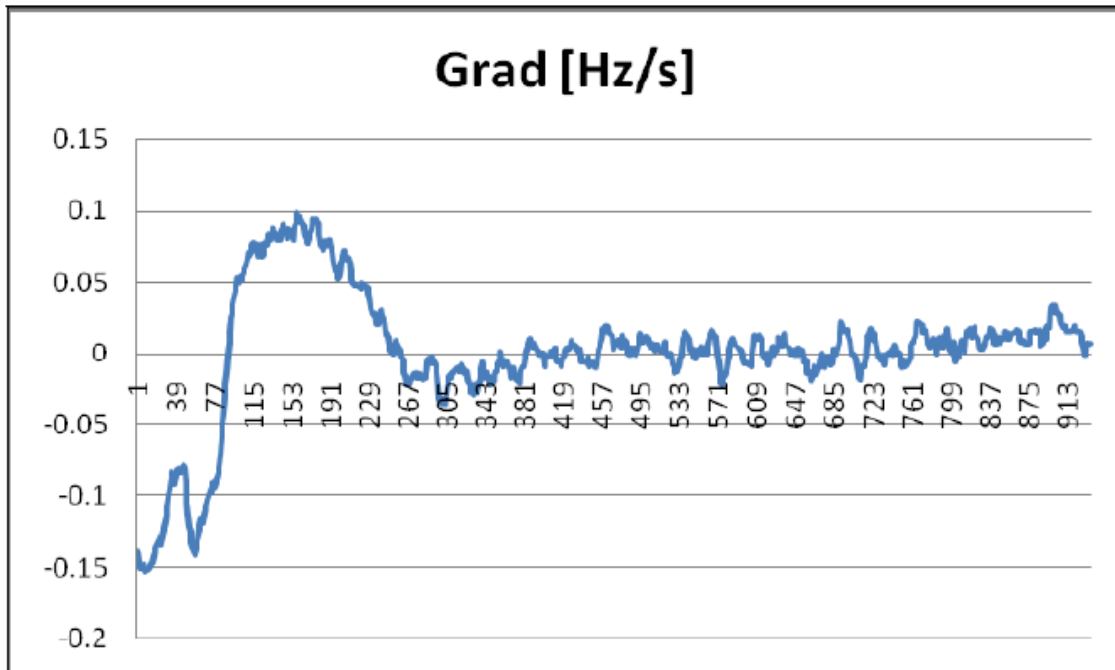
Registro de Frecuencia de CAP Huachipato

### **15 de Mayo de 2011 "Desconexión forzada de central San Isidro II"**

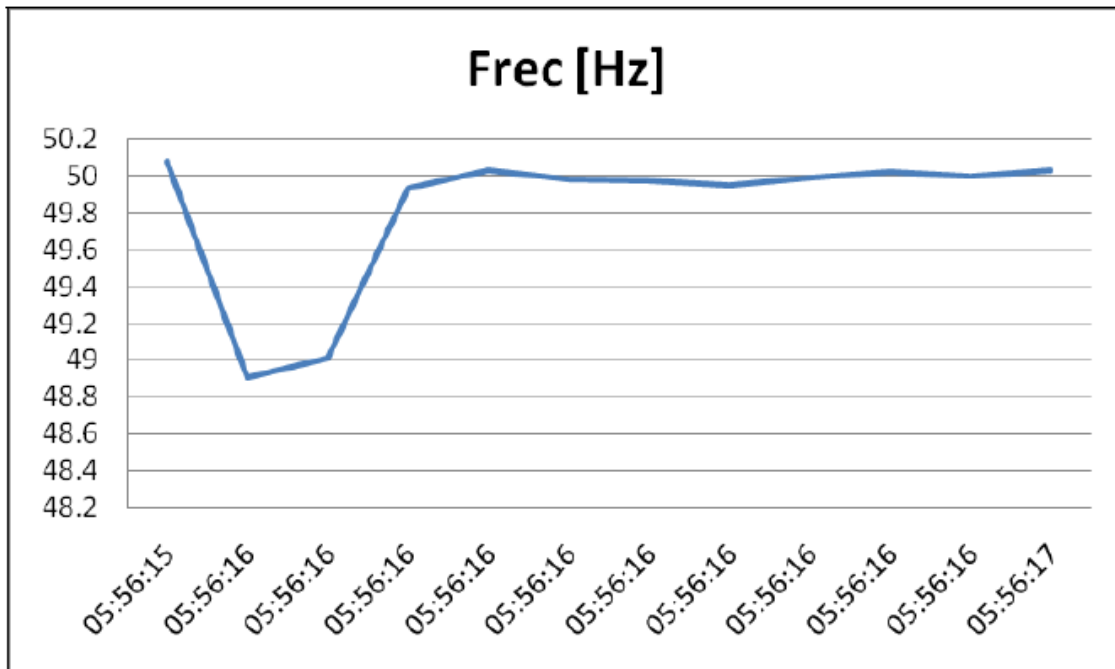
C. San Isidro II a las 05:56 hrs. sale del servicio en forma intempestiva, con una pérdida de generación total de 369.17 MW equivalentes al 9.42% de la demanda del SIC, provocando que la frecuencia baje a **48,89 Hz**, operando el escalón N°2 (48.9 Hz) del EDAC BF del SIC con una desconexión de carga de 152.95 MW (según el Estudio para Análisis de Falla EAF 157/2011) equivalentes al 3.9% de la demanda del SIC.



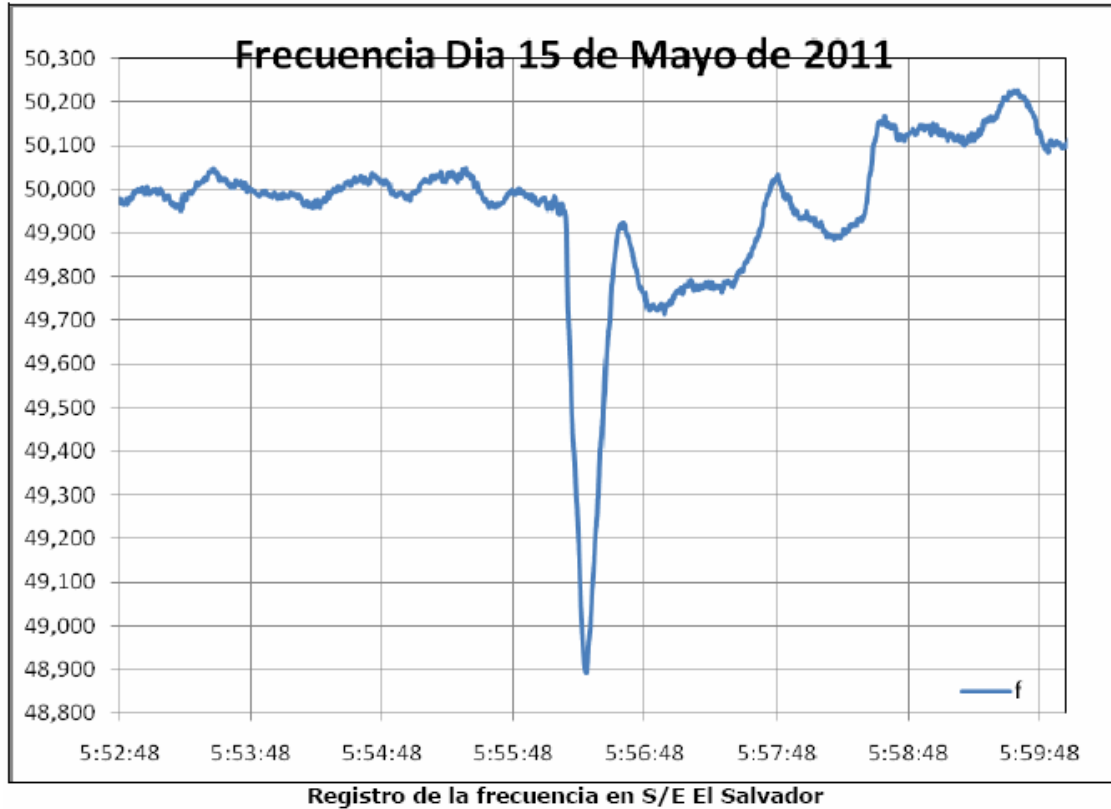




Registro del gradiente de frecuencia en S/E Cabrero



Registro de frecuencia en S/E Pid Pid



### **07 de Junio de 2011 "Falla en línea 66 kV Osorno - La Unión"**

A las 04:07 hrs. línea de 66 kV Osorno - La Unión circuitos 1 y 2 interrupción forzada por protecciones con reconexión automática con éxito sólo en S/E Osorno, se pierden por acción del EDAC 5.5 MW correspondiente a los alimentadores Carrera y Germán Hube de S/E Osorno y 2.5 MW de SS/EE Los Negros y Aihuapi ya que Central Pilmaiquén quedó regulando frecuencia en la zona de Osorno, Barro Blanco, Purranque y Frutillar.

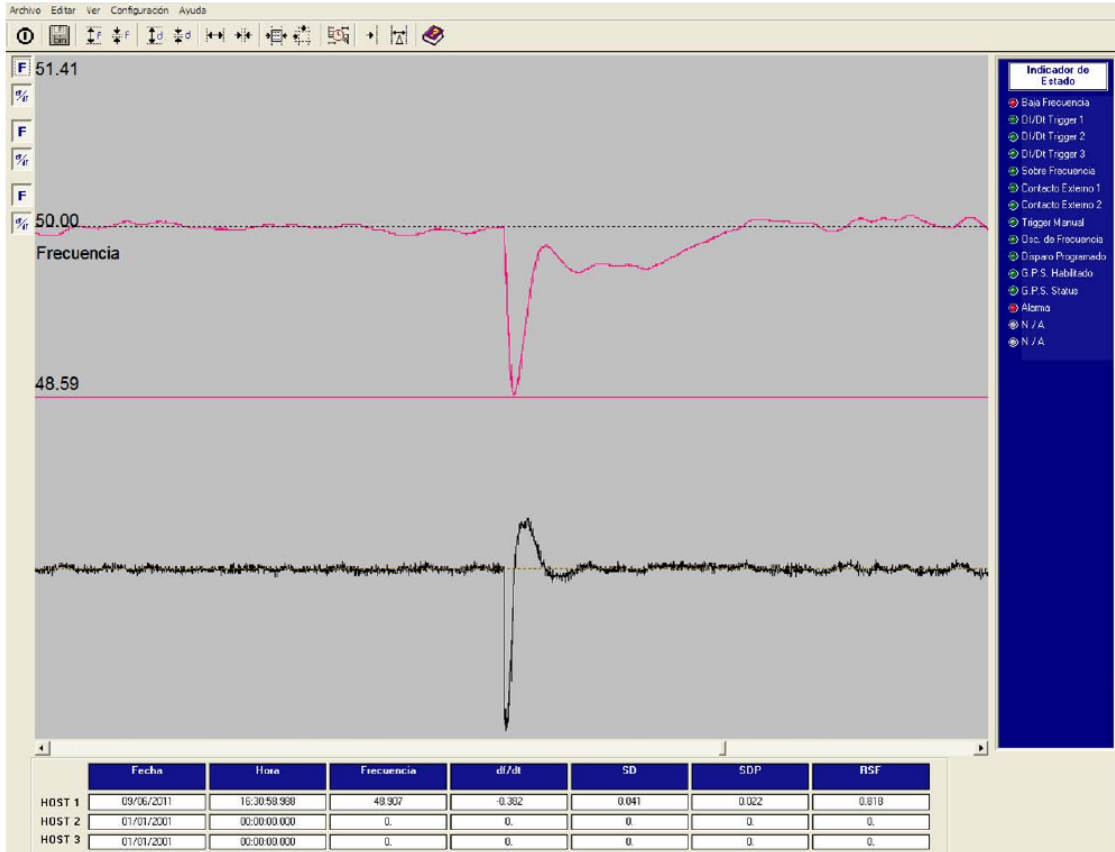
No hay registros oscilográficos ya que por la cantidad de eventos registrados ese día, los eventos se sobre-escribieron (según Estudio para Análisis de Falla EAF 183/2011).

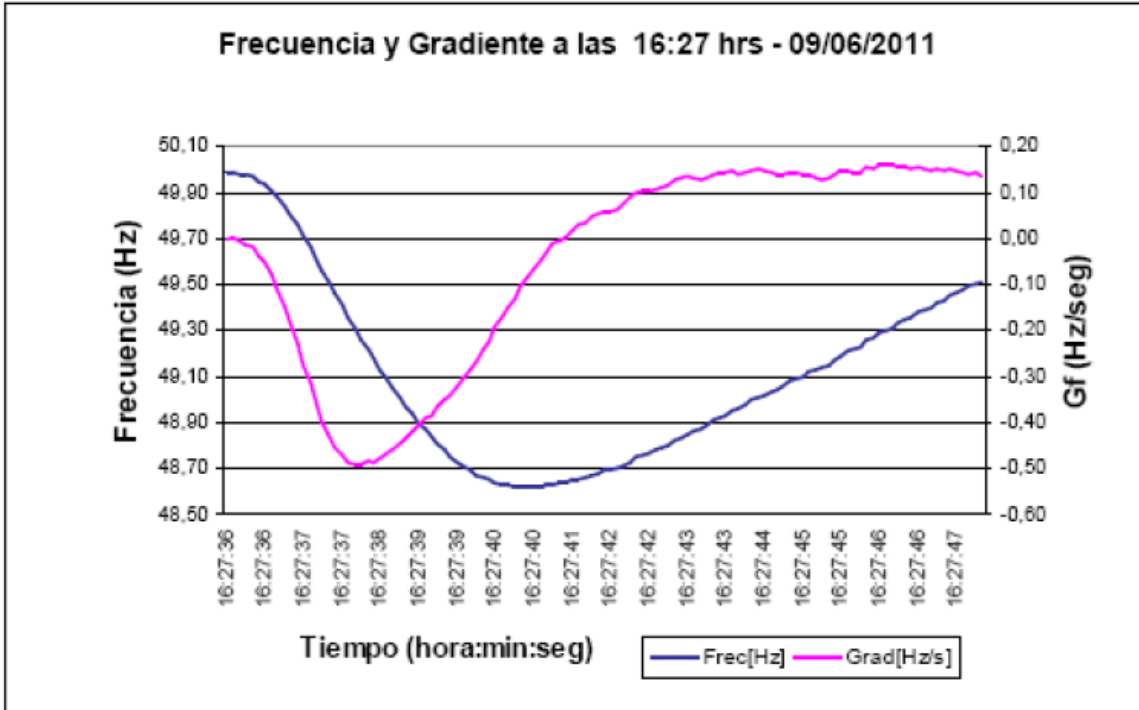
### **09 de Junio de 2011 "Desconexión forzada transformador 525/230 kV S/E Polpaico "**

La desconexión del transformador 525/230 kV de S/E Polpaico se origina por la acción de su relé maestro 86T, activado por protección de sobretemperatura, con 484 MVA, separando el SIC en dos subsistemas, lo que origina una sobre frecuencia de 51,24 Hz desde Cerro Navia hasta Taltal y una baja frecuencia del orden de **48,6 Hz** hacia el sur.

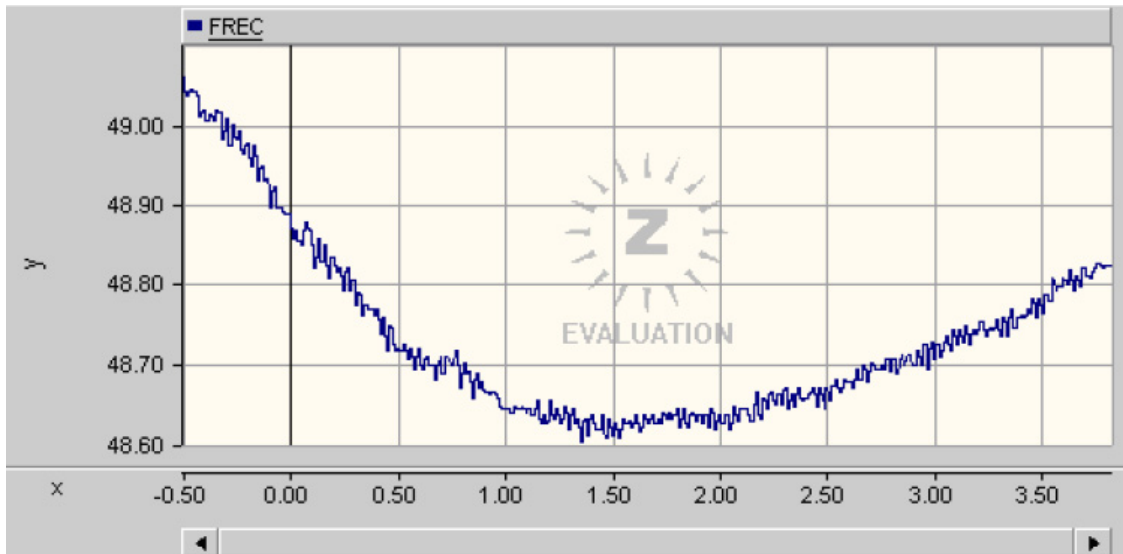
Operan los escalones 2 y 4 del EDAC BF en el subsistema sur con una desconexión total de carga de 193.54 MW (según Estudio para Análisis de Falla EAF 186/2011), equivalentes al 3.52% de la demanda del SIC.

Registro de frecuencia en la S/E Alto Jahuel.





Registros de frecuencia y gradiente de frecuencia CAP Huachipato



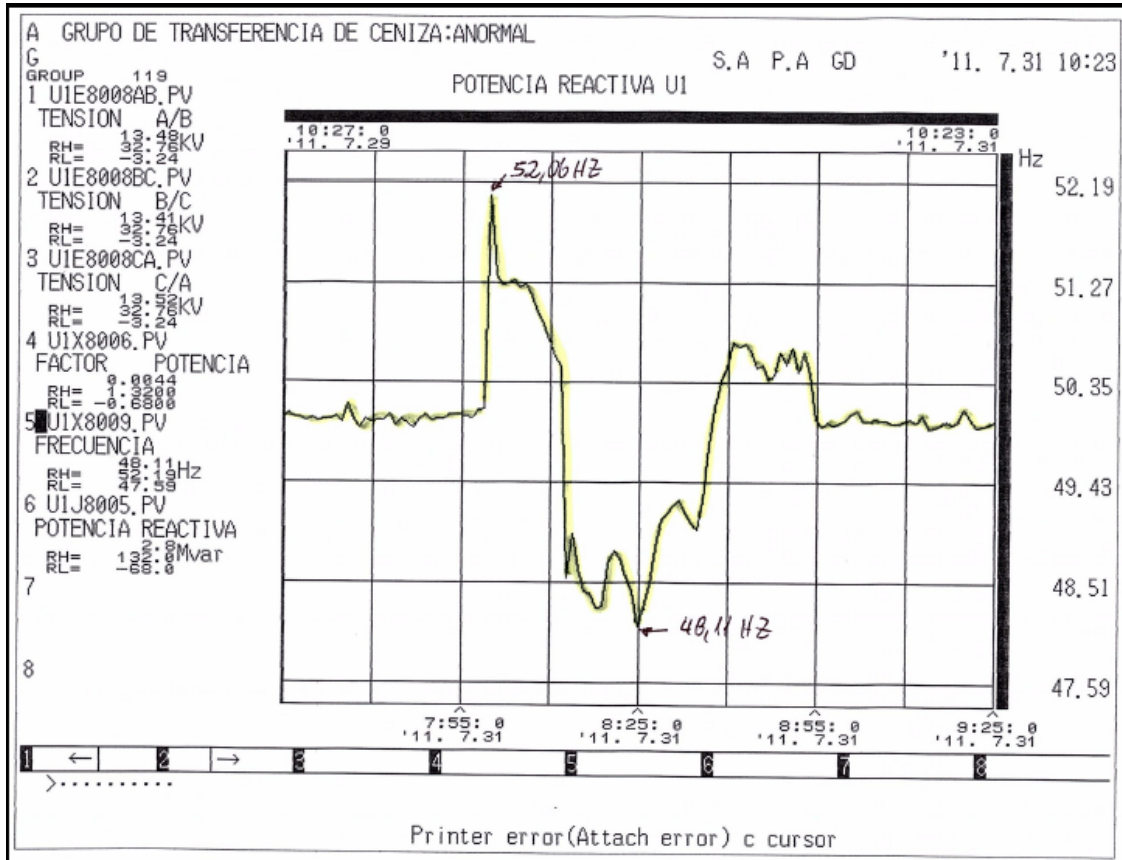
Registro de Frecuencia en S/E Procart

**31 de Julio de 2011 "Desconexión forzada de central Guacolda U2"**

Una sobrefrecuencia presente en el subsistema al norte de S/E Maitencillo, causada por la separación del SIC entre las SS/EE Maitencillo y Punta Colorada, provocó la desconexión automática de la Unidad N°2 de central Guacolda que se encontraba bajando su generación hasta alrededor de 65 MW, debido a la inestabilidad en las variables de la

caldera, que finalmente provocaron la operación de la protección por "pérdida de llama total".

Producto de la desconexión de la unidad N°2 de central Guacolda se produjo una baja frecuencia en el subsistema norte que habría llegado a **48.11 Hz**, provocando la operación del EDAC por baja frecuencia en SSEE al norte de S/E Maitencillo.



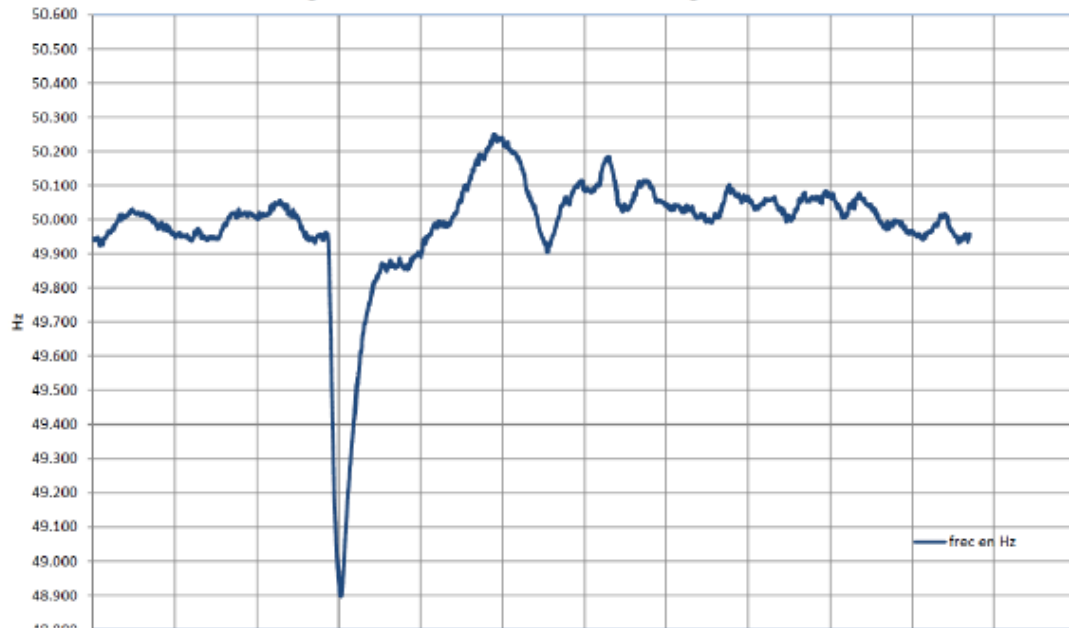
Registro de Frecuencia en S/E Guacolda

### **07 de Agosto de 2011 "Desconexión forzada de central Nueva Renca"**

Se produjo la desconexión de la central Nueva Renca con 306 MW, equivalentes al 6.25% de la demanda del SIC, por falla en comunicación de transmisores de nivel del domo de la TV, provocando una caída de la frecuencia en el SIC que alcanza los **48.9 Hz**, operando el escalón N°2 del EDAC BF con un desprendimiento de carga total de 202.46 MW (según Estudio para Análisis de Falla EAF 264/2011), equivalentes al 4.132% de la demanda del SIC.

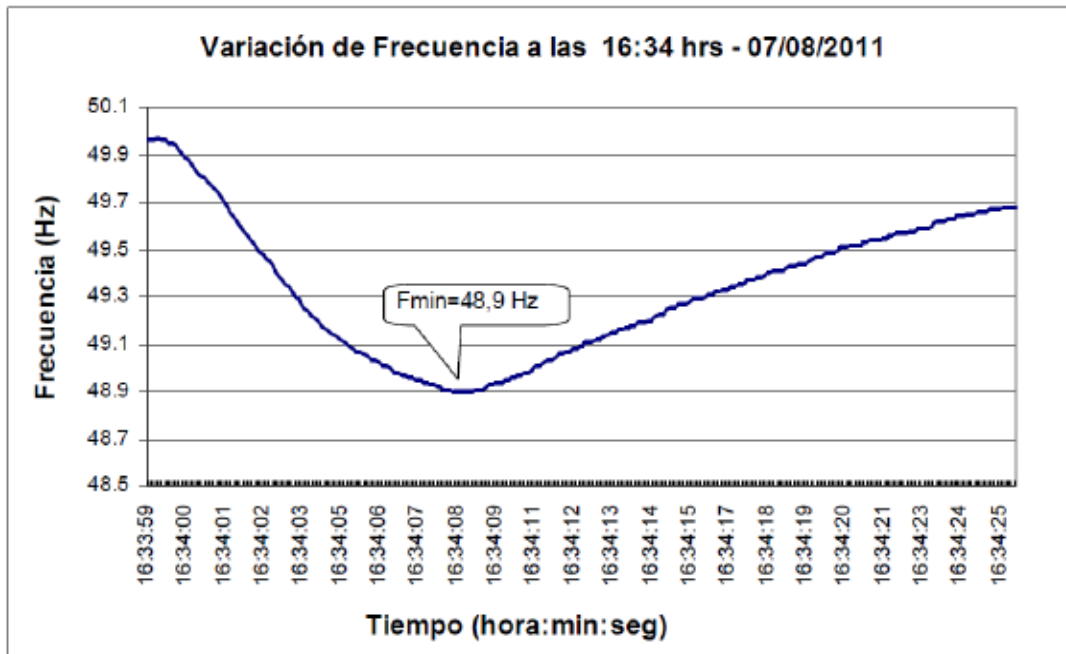
Registro de frecuencia en S/E El Salvador:

**Registro de frecuencia día 07 de agosto de 2011**



Registros de frecuencia y operación de escalones en S/E Huachipato:

**Variación de Frecuencia a las 16:34 hrs - 07/08/2011**



Es importante destacar que, si bien el esquema operativo a la fecha cuenta en principio con montos de carga por escalones similares a los montos exigidos para todo el SIC, se debe considerar que los montos de carga informados por las empresas habilitadas son referenciales, varían en el tiempo, durante el día y las épocas del año. Por lo tanto, se deberá esperar contar con registros estadísticos de la evolución de los montos por escalón para determinar los montos efectivos esperados de desprendimiento de carga que dispondrá el esquema operativo, los cuales se podrán realizar una vez que todos los coordinados completen la implementación del control (y de sus respectivos registros) a través del SITR de los montos de de carga disponibles en el EDAC BF.

#### **4. Conclusiones del análisis al EDAC BF actualmente operativo**

Del análisis del estado del EDAC por baja frecuencia del SIC, se observa que aproximadamente el 90% de los clientes ya se encuentra habilitado para participar en el EDAC y del orden de un 5% se encuentra en el proceso de aprobación de la solicitud para participar en el EDAC por subfrecuencia.

Por otra parte, el EDAC operativo a la fecha dispone de un monto referencial de carga total a desprender, en demanda alta, del orden de un 108.1% con respecto al monto total solicitado para el SIC, no comprometiendo este exceso del 8.1% (116 MW) la seguridad ni la calidad de servicio (por sobre frecuencias o sobre tensiones) del SIC. Particularmente, para los casos en que se produzca un decaimiento de la frecuencia con una tasa de caída menor a 0.6 [Hz/seg] (caso con mayor probabilidad de ocurrencia), el exceso total del esquema sería de 61 MW.

Cabe señalar que, habrían excedentes en el monto de desprendimiento de carga disponible en el escalón de mayor probabilidad de operación (escalón N°2) de hasta 33 MW, por lo cual podría ser necesario analizar la conveniencia de una redistribución de los montos de carga operativos y/o por habilitar en los distintos escalones. Lo anterior, se definirá una vez que se cuente con una base histórica precisa de información recopilada en tiempo real, a través del SITR, de los montos de carga disponibles en cada instante en el EDAC BF del SIC.

### **III Adecuación del EDAC por baja frecuencia**

#### **5. Análisis de factores para el diseño del EDAC BF**

A continuación, se analizan los factores que pudiesen afectar el diseño del EDAC BF actualmente habilitado.

##### **5.1 Parque Generador y Sistema de Transmisión**

La incorporación al SIC de unidades generadoras con capacidad mayor a las unidades más grandes actualmente en servicio o la incorporación de obras de transmisión cuya contingencia simple provoque la salida de grandes bloques de generación, podrían afectar

el requerimiento de los montos de desconexión de carga por escalón. Por lo anterior, se analiza el plan de obras de generación del SIC para el próximo periodo de 24 meses.

Los siguientes cuadros muestran el programa de obras del SIC en construcción, de acuerdo con el Informe de Precio de Nudo Definitivo de Abril de 2011 de la CNE.

### Programa de Obras del SIC (construcción)

Fecha de entrada		Obras en Construcción de Generación	Potencia
Mes	Año		MW
May	2011	La Higuera	153
May	2011	Confluencia	159
Jun	2011	Eólica Punta Colorada (*)	20
Jun	2011	Quemchi	3
Ago	2011	Los Colorados 2	10
Nov	2011	Bocamina 02	342
Dic	2011	Chacayes (*)	106
Dic	2011	Santa María (*)	343
Mar	2012	Rucatayo	60
Mar	2012	Viñales	32
Abr	2012	Laja I	36.8
Jun	2012	San Andrés	40
Ago	2012	Pulelfu	9.4
Mar	2013	Campiche	242
Fecha de entrada		Obras de Transmisión en Construcción (**)	Potencia
Mes	Año		MVA
Abril	2011	Subestación Polpaico: Instalación segundo autotransformador 500/220 kV	750
Agosto	2011	Línea Nogales - Polpaico 2x220 kV	2x1500
Octubre	2011	Cambio de conductor línea A. Jahuel - Chena 220 kV	400
Octubre	2011	Tramo de línea Chena - Cerro Navia 2x220 kV: cambio de conductor	2x400
Enero	2012	Línea Ancoa - Polpaico 1x500 kV: seccionamiento	
Abril	2012	Línea de entrada a A. Jahuel 2x500 kV	2x1800
Abril	2012	Subestación Cerro Navia: Instalación equipos de control de flujos	2x350
Julio	2013	Línea Ancoa - A. Jahuel 2x500 kV: primer circuito	1400
Julio	2013	S/E Charrúa: 3° Banco Autotransformador 500/220 kV	750

Fuente: Informe CNE Precio Nudo Definitivo Abril de 2011

(\*) Centrales actualmente en pruebas de operación.

(\*\*) Incluye también las obras de transmisión troncal cuya construcción ha sido adjudicada.

Se puede apreciar que para el próximo periodo de 24 meses, no se contempla la incorporación de unidades generadoras con capacidad mayor a la unidad más grande actualmente en servicio ni nuevas obras de transmisión cuya falla simple pudiese provocar la salida de grandes bloques de generación, por lo tanto, este factor no altera el diseño del EDAC actualmente operativo.

## 5.2 Previsión de consumos

La incorporación al SIC de grandes bloques de consumo, podrían afectar el requerimiento o la distribución de los montos de desconexión de carga entre las empresas participantes. Por lo anterior, se analiza la previsión de demandas para el próximo periodo de 24 meses:



Tasas de Crecimiento según Previsión de Demanda SIC [%]			
Años	Libres	Regulados	Total
2010	6,9 %	2,1 %	4,0 %
2011	8,6 %	5,2 %	6,6 %
2012	8,6 %	5,3 %	6,7 %
2013	8,0 %	5,3 %	6,5 %

**Fuente: Informe CNE Precio Nudo Definitivo Abril de 2011**

De acuerdo con lo anterior, considerando un crecimiento de los montos de carga disponibles en el EDAC, con la misma tasa de crecimiento que la demanda del SIC, se estima un aumento del monto de carga disponible en el EDAC del orden de 209 (considerando los seis escalones del EDAC BF).

Por otra parte y de manera particular, se identifican además las mayores plantas de consumo en creación, expansión y terminación de faenas. Así, según la información disponible, los proyectos para el próximo periodo de 24 meses, que se deben adecuar o incorporar al EDAC por subfrecuencia del SIC, son los siguientes:

- a) Proyecto Planta de Paneles MDP Teno de Paneles Arauco S.A., en S/E Teno 154 kV, con una demanda de 12 MW. Fecha de entrada en servicio: Mayo 2012.
- b) Proyecto de Desarrollo Los Bronces de Anglo American Chile, en S/E Polpaico, con un aumento de potencia de 108 MW a 245 MW. Fecha de entrada en servicio: Segundo semestre del 2011.
- c) Proyecto Caserones de Minera Lumina Copper Chile S.A., en S/E Maitencillo 220 kV, con una demanda de 162.7 MW. Fecha de entrada en servicio: Septiembre de 2012.
- d) Implementación de la modificación del esquema EDAC BF conjunto de las empresas Occidental Chemical Chile (OXY) y Petroquímica-Dow, ante la salida de dicho esquema de la empresa EKA Chile.
- e) Implementación de nuevo esquema EDAC BF de EKA Chile, debido a su salida del esquema conjunto que tenía con las empresas Occidental Chemical Chile (OXY) y Petroquímica-Dow.
- f) Proyectos mineros de Cerro Negro Norte (Tecnocap S.A.), planta desalinizadora y Puerto Totalillo, en S/E Cardones 220 kV, con una demanda máxima de 67.5 MW Fecha de entrada en servicio: Octubre de 2012.
- g) Proyecto Minero Pascua Lama de Compañía Minera Nevada SpA, en S/E Punta Colorada 220 kV, con una demanda en la etapa de construcción de 23.1 MW (Sep-2011 a Dic-2012) y en la etapa de plena operación 86.1 MW (Ene-2013) a 118.3 MW (2016-2032)
- h) Proyecto Minero Casale de Compañía Minera Casale, en S/E Cardones 220 kV (Mina) con una demanda de 36 MW y en S/E Carrera Pinto 220 kV (Agua) con una demanda de 6 MW, a partir del año 2013.
- i) Habilitación del EDAC BF en Planta Quilmenco de Minera Tres Valles, en S/E Salamanca 23 kV, con una demanda de 7.5 MW. Proyecto en servicio desde Octubre de 2010.

- j) Habilitación del EDAC BF en Planta Agrosuper de Agrocomercial A.S. LTDA., en S/E Maitencillo 220 kV, con una demanda que alcanzaría los 15 MW al año 2013.
- k) Habilitación del EDAC BF en Proyecto Franke de Minera Centenario Copper Chile en S/E Diego de Almagro 110 kV, con una demanda final de 15 MW. Proyecto se encuentra en servicio.
- l) Habilitación del EDAC BF en Planta Óxido y Las Luces de Minera Cenizas en S/E Diego de Almagro 110 kV, con una demanda de 9 MW. Proyecto se encuentra en servicio.
- m) Proyecto Minera Nova Ventura en S/E Paposo, con una demanda de 6.43 MVA a partir de Noviembre de 2011.
- n) Planta Celulosa Laja de CMPC Celulosa, en S/E CMPC Laja, con una demanda de 7.2 MW (Ago-Dic 2011) hasta 40 MW (primer semestre de 2012)

### **5.3 Modo de Regulación de Frecuencia**

Se mantiene a la fecha el modo de regulación de frecuencia considerado en el primer Estudio EDAC, es decir, con una unidad reguladora piloto con estatismo nulo más centrales colaboradoras. Por lo tanto, este factor no afecta el diseño del EDAC operativo.

No obstante lo anterior, se encuentra en desarrollo la etapa de pruebas para la habilitación de unidades para participar en un modo de regulación primaria distribuida de frecuencia, así como un estudio para definir el tipo control secundario de frecuencia en el SIC, los cuales una vez que se encuentren cien por ciento implementados, podría requerir la evaluación de los ajustes del EDAC BF vigente.

### **5.4 Plan de defensa contra contingencias extremas**

De acuerdo con lo señalado por la NT vigente, se encuentra en desarrollo un estudio para efectos de implementar un Plan de Defensa contra Contingencias Extremas en el SIC. Resultados preliminares de dicho estudio han mostrado la necesidad de adicionar cortes de cargas por baja frecuencia al esquema vigente, particularmente desprendimientos de carga por gradientes de frecuencia mayores a los actuales ajustes para determinados consumos en función de su localización, lo que, en conjunto con la aplicación de otros recursos especiales de control de contingencias, permitirían afrontar esas contingencias más severas. De esta forma, las soluciones constructivas podrían resultar mucho menos dificultosas y costosas que aquellas que se podrían proponer mediante la formación de islas a través de sólo EDAC Específicos.

Por lo tanto, dicho estudio podría concluir en la conveniencia de aumentar los montos y ajustes de los escalones de carga del EDAC BF, de manera de adecuarlos al diseño definido por el Plan de Defensa contra Contingencias Extremas.

## 6. Proyección del EDAC BF

Se realiza un análisis comparativo entre el EDAC solicitado y el EDAC definitivo que quedaría habilitado una vez que todos los proyectos (nuevos y adecuaciones) se pongan en operación.

El siguiente cuadro resume los montos de carga de los esquemas de desprendimiento de carga por baja frecuencia, por escalón y por zona, que deberían ser habilitados para participar en el EDAC BF en el próximo periodo de 24 meses, según lo indicado en el punto 5.2 de este informe:

ZONA	E1	E2	E3	E4	E5	E6	TOTAL
	49.0 Hz -0.6 [Hz/seg]	48.9 Hz	48.8 Hz -0.6 [Hz/seg]	48.7 Hz	48.5 Hz	48.3 Hz	
<b>Atacama</b>	<b>25.9</b>	<b>5.8</b>	<b>27.4</b>	<b>5.3</b>	<b>10.8</b>	<b>6.7</b>	<b>81.9</b>
<b>Coquimbo</b>	<b>6.7</b>	<b>1.7</b>	<b>6.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>20.2</b>
<b>Quinta Región</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>0.0</b>
<b>Metropolitana</b>	<b>12.5</b>	0.0	<b>10.6</b>	0.0	<b>7.0</b>	0.0	<b>30.2</b>
<b>Troncal Centro</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>0.0</b>
<b>Sistema 154-66 kV</b>	<b>0.9</b>	<b>0.2</b>	<b>0.9</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>2.6</b>
<b>Charrúa</b>	<b>2.9</b>	<b>0.7</b>	<b>2.9</b>	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>	<b>8.6</b>
<b>Concepción</b>	<b>3.6</b>	<b>2.3</b>	<b>11.6</b>	<b>0.9</b>	<b>0.9</b>	<b>0.9</b>	<b>20.1</b>
<b>Araucanía</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>0.0</b>
<b>TOTAL</b>	<b>52.5</b>	<b>10.7</b>	<b>60.1</b>	<b>8.8</b>	<b>21.3</b>	<b>10.2</b>	<b>163.7</b>

Se observa que la zona que tendrá el mayor incremento en el desprendimiento de carga será la zona Atacama, lo que está dado por los EDAC de los proyectos mineros Caserones, Cerro Negro Norte, Nova Ventura y Casale.

Los siguientes cuadros resumen el EDAC BF proyectado y se compara con respecto a los montos de carga solicitados para un escenario de demanda máxima proyectada del SIC (para el año 2013) de 7532 MW:

a) Tasa de caída de la frecuencia menor a 0.6 [Hz/seg]

ZONA	MONTOS DE CARGA [MW] PARA TASA DE CAÍDA DE LA FRECUENCIA MENOR A 0.6 HZ/SEG																				
	ESCALÓN 1			ESCALÓN 2			ESCALÓN 3			ESCALÓN 4			ESCALÓN 5			ESCALÓN 6			TOTAL		
	49 Hz			48.9 Hz			48.8 Hz			48.7 Hz			48.5 Hz			48.3 Hz					
	-0.6 Hz/seg						-0.6 Hz/seg									-0.6 Hz/seg			-0.6 Hz/seg		
S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	
<b>ATACAMA</b>	N/A	N/A	N/A	14	15	1	N/A	N/A	N/A	14	21	7	14	22	8	14	10	-4	55	68	<b>12</b>
<b>COQUIMBO</b>	N/A	N/A	N/A	8	12	4	N/A	N/A	N/A	8	16	7	8	16	7	8	21	<b>12</b>	33	64	<b>31</b>
<b>QUINTA REGIÓN</b>	N/A	N/A	N/A	11	12	1	N/A	N/A	N/A	11	20	<b>9</b>	11	14	3	11	12	1	44	58	<b>14</b>
<b>METROPOLITANA</b>	N/A	N/A	N/A	123	112	<b>-11</b>	N/A	N/A	N/A	123	96	<b>-27</b>	123	104	<b>-18</b>	123	90	<b>-33</b>	492	403	<b>-89</b>
<b>TRONCAL CENTRO</b>	N/A	N/A	N/A	2	4	2	N/A	N/A	N/A	2	6	3	2	7	4	2	7	5	8	23	<b>15</b>

SISTEMA 154-66 KV	N/A	N/A	N/A	12	23	11	N/A	N/A	N/A	12	25	13	12	16	4	12	20	8	46	83	37
CHARRÚA	N/A	N/A	N/A	9	2	-7	N/A	N/A	N/A	9	10	1	9	3	-6	9	4	-5	36	19	-17
CONCEPCIÓN	N/A	N/A	N/A	9	27	18	N/A	N/A	N/A	9	15	6	9	8	-1	9	11	2	37	61	24
ARAUCANÍA	N/A	N/A	N/A	9	10	1	N/A	N/A	N/A	9	11	2	9	10	1	9	9	0	36	40	3
<b>TOTAL</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>197</b>	<b>218</b>	<b>21</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>197</b>	<b>219</b>	<b>22</b>	<b>197</b>	<b>200</b>	<b>3</b>	<b>197</b>	<b>182</b>	<b>-15</b>	<b>788</b>	<b>819</b>	<b>31</b>

-S\* : MW solicitados para la máxima demanda proyectada del año 2013 (7532 MW).

-I\*\* : MW referenciales implementados por las empresas en demanda alta.

-Se destaca en rojo y azul aquellos escalones deficitarios y excedentarios por más de 10 MW, respectivamente.

Para el caso en que la tasa de caída de frecuencia es menor a 0.6 [Hz/seg], es decir, operen sólo los cuatro escalones por frecuencia absoluta (48.9 Hz, 48.7 Hz, 48.5 Hz y 48.3 Hz), se observa que el EDAC final dispondría de un monto total de carga, en demanda alta, de 819 MW, con lo cual excedería un 4% (31 MW) el monto de carga total (788 MW) solicitado para el SIC.

El análisis del monto de carga total disponible, por zona, muestra que las zonas deficitarias serían la Metropolitana (-89 MW) y Charrúa (-17 MW). Por otra parte, las zonas excedentarias serían el Sistema 154-66 kV (37 MW), la zona Coquimbo (31 MW), la zona Concepción (24 MW), Troncal Centro (15 MW), Quinta Región (14 MW) y Atacama (12 MW).

El análisis del monto de carga total disponible en el SIC, por escalón, muestra que sólo sería deficitario el escalón N°6 (-15 MW). Por otra parte, los escalones más excedentarios serían el N°2 (21 MW) y N°4 (22 MW).

Analizando en detalle los escalones de cada zona, se aprecia que sólo serían deficitarios los escalones N°2 (-11 MW), N°4 (-27 MW), N°5 (-18 MW) y N°6 (-33 MW) de la zona Metropolitana. Por otra parte, los más excedentarios serían el escalón N° 2 de la zona Concepción (18 MW); los escalones N°2 (11 MW) y N°4 (13 MW) del Sistema 154-66 kV y el escalón N°6 de la zona Coquimbo (12 MW).

b) Tasa de caída de la frecuencia mayor o igual a 0.6 [Hz/seg]

ZONA	MONTOS DE CARGA [MW] PARA TASA DE CAÍDA DE LA FRECUENCIA MAYOR O IGUAL A 0.6 HZ/SEG																				
	ESCALÓN 1			ESCALÓN 2			ESCALÓN 3			ESCALÓN 4			ESCALÓN 5			ESCALÓN 6			TOTAL		
	49 Hz			48.9 Hz			48.8 Hz			48.7 Hz			48.5 Hz			48.3 Hz					
	-0.6 Hz/seg						-0.6 Hz/seg														
	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ
ATACAMA	55	61	6	14	15	1	55	47	-9	14	16	2	14	15	2	14	10	-4	166	164	-2
COQUIMBO	33	50	16	8	12	4	33	36	2	8	14	6	8	2	-7	8	6	-3	100	119	19
QUINTA REGIÓN	44	51	7	11	12	1	44	33	-11	11	10	-1	11	14	3	11	12	1	131	131	1
METROPOLITANA	123	167	44	123	112	-11	123	129	6	123	96	-27	123	104	-18	123	90	-33	738	698	-39
TRONCAL CENTRO	8	7	-1	2	4	2	8	9	1	2	6	3	2	7	4	2	7	5	25	40	15
SISTEMA 154-66 KV	46	61	15	12	21	9	46	66	20	12	21	10	12	16	4	12	20	8	138	205	67

CHARRÚA	36	33	-3	9	2	-7	36	16	-20	9	1	-8	9	3	-6	9	4	-5	108	59	-49
CONCEPCIÓN	37	40	3	9	27	18	37	56	19	9	10	1	9	8	-1	9	11	2	111	152	41
ARAUCANÍA	36	37	0	9	10	1	36	48	12	9	9	0	9	10	1	9	9	0	109	123	14
<b>TOTAL</b>	<b>419</b>	<b>506</b>	<b>87</b>	<b>197</b>	<b>216</b>	<b>19</b>	<b>419</b>	<b>440</b>	<b>20</b>	<b>197</b>	<b>184</b>	<b>-13</b>	<b>197</b>	<b>179</b>	<b>-18</b>	<b>197</b>	<b>167</b>	<b>-30</b>	<b>1627</b>	<b>1691</b>	<b>64</b>

-S\* : MW solicitados para la máxima demanda proyectada del año 2013 (7532 MW).

-I\*\* : MW referenciales implementados por las empresas en demanda alta.

-Se destaca en rojo y azul aquellos escalones deficitarios y excedentarios por más de 10 MW, respectivamente.

Para el caso en que la tasa de caída de frecuencia es mayor o igual a 0.6 [Hz/seg], es decir, se cumplieren las condiciones para operar los seis escalones del EDAC, se observa que el EDAC final dispondría de un monto total de carga, en demanda alta, de 1691 MW, con lo cual excedería un 4% (64 MW) el monto de carga total (1627 MW) solicitado para el SIC.

El análisis del monto de carga total disponible, por zona, muestra que serían deficitarias las zonas Charrúa (-49 MW) y Metropolitana (-39 MW) y, por otra parte, las zonas más excedentarias serían el Sistema 154-66 kV (67 MW), la zona Concepción (41 MW), Coquimbo (19 MW), Troncal Centro (15 MW) y Araucanía (14 MW).

El análisis del monto de carga total disponible en el SIC, por escalón, muestra que serían deficitarios los escalones N°6 (-30 MW), N°5 (-18 MW) y N°4 (-13 MW). Por otra parte, los escalones excedentarios son los escalones N°1 (87 MW), N°2 (19 MW) y N°3 (20 MW).

Analizando en detalle los escalones de cada zona, se aprecia que los más deficitarios son los escalones N°6 (-33 MW), N°4 (-27 MW), N°5 (-18 MW) y N°2 (-11 MW) de la zona Metropolitana y el escalón N°3 de las zonas Charrúa (-20 MW) y Quinta Región (-11 MW). Por otra parte, los más excedentarios serían el escalón N°1 de las zonas Metropolitana (44 MW), Coquimbo (16 MW) y Sistema 154-66 kV (15 MW); el escalón N°2 de la zona Concepción (18 MW) y el escalón N°3 del Sistema 154-66 kV (20 MW), zona Concepción (19 MW) y de la zona Araucanía (12 MW).

De acuerdo con los análisis anteriores, y en caso de comprobarse un exceso efectivo de desprendimiento de carga a través de los datos recopilados mediante el SITR, se podrá analizar la conveniencia de una readecuación de los montos de carga por escalón del EDAC BF, con el objeto de ajustarse a los montos de carga solicitados por la DO y de esa manera minimizar los probables desprendimientos excesivos de consumo. Cabe señalar, sin embargo, que la NT de SyCS establece como exigencia para las instalaciones de clientes, en su artículo 5-15, que "La demanda total disponible para el EDAC por subfrecuencia no deberá ser menor al 30 % de la demanda conjunta del SI", es decir, dado que el esquema actual exige para cada cliente un total de carga a desprender del orden de 21.6%, todos los clientes debiesen tener disponible como reserva al menos del orden de un 8.4% adicional de su demanda para afrontar situaciones imprevistas o eventuales futuros requerimientos adicionales de desprendimiento de carga y poder así cumplir, en cada instante de tiempo, el desprendimiento de carga solicitado.

## **7. Conclusiones generales EDAC BF**

De acuerdo con la revisión del EDAC operativo y de los factores que pudieran afectar su diseño, se determinó que los porcentajes de participación en el EDAC BF definido en el estudio publicado el 12 de enero de 2006, mantienen su validez para el próximo periodo de 24 meses. Sin embargo, estudios en desarrollo (Plan de Defensa contra Contingencias Extremas, Definición del Control Secundario de Frecuencia para el SIC), así como la implementación final de un esquema de Regulación Primaria Distribuida de Frecuencia, podrían conllevar una revisión anticipada del EDAC BF vigente.

Considerando los montos de desconexión de carga referenciales informados por cada cliente, el análisis del EDAC por subfrecuencia operativo a la fecha muestra que habría una mayor desconexión de carga disponible en el SIC (116 MW), que podría bajar a 64 MW una vez que todos los nuevos proyectos hayan habilitado su esquema en el periodo comprendido desde noviembre de 2011 a octubre de 2013. Particularmente, para los casos en que se produzca un decaimiento de la frecuencia con una tasa de caída menor a 0.6 [Hz/seg] (casos con mayor probabilidad de ocurrencia), el excedente total sería menor, bajando de 61 MW a 31 MW.

Cabe señalar que, para minimizar eventuales desprendimientos innecesarios de carga, permanentemente se revisan los montos de carga disponibles por escalón de manera de realizar redistribuciones o deshabilitación de cargas (dejadas como reserva), en caso que ello sea posible.

## **8. Centros de Control encargados de Comunicaciones de Voz para Recuperación de Consumos**

En el Anexo 4 se muestra el detalle de los Centros de Control encargados de las comunicaciones de voz operativas definidas en el Capítulo 4 de la NT, a los cuales corresponde, entre otras funciones, comunicar las instrucciones impartidas por el CDC para la normalización de los consumos a cada uno de los Coordinados con EDAC BF operado.

## **IV Análisis mediante simulaciones dinámicas del EDAC BF**

Para distintos porcentajes de pérdida de generación, respecto de la demanda total del SIC, se analizó el comportamiento de la evolución de la frecuencia a lo largo del sistema, mediante la realización de simulaciones dinámicas, tanto en escenarios de demanda alta como baja, considerando el EDAC actualmente vigente.

Los siguientes cuadros resumen los resultados obtenidos:

<b>Demanda Alta</b>					
<b>Contingencia</b>	<b>Pérdida de Generación</b>	<b>Frecuencia Mínima</b>	<b>Frecuencia a los 60 seg</b>	<b>Grad. Frec. Mínimo</b>	<b>Escalones EDAC BF Operados</b>
	<b>%</b>	<b>Hz</b>	<b>Hz</b>	<b>Hz/seg</b>	
Desconexión de una unidad de central Pehuenche (275 MW)	3.94%	49.31	49.76	-0.22	Ninguno
Desconexión de una central de ciclo combinado (390 MW)	5.60%	49.17	49.68	-0.27	Ninguno
Desconexión de complejo Pehuenche-Loma Alta (580 MW)	8.30%	48.77	49.59	-0.40	Nº 2
Desconexión de dos unidades de central Ralco (680 MW)	9.75%	48.68	49.78	-0.51	Nº 2 y 4
Desconexión dos centrales ciclo combinados más TG (690 MW)	13.90%	48.63	49.76	-0.59 (*)	Nº 2 y 4
Desconexión de tres centrales de ciclo combinado (1091 MW)	15.60%	48.65	48.78	-0.78 (*)	Nº 1, 2 y 4

(\*) Valores corresponden al gradiente de frecuencia (en zona centro del SIC) cuando la frecuencia alcanzó los 49 Hz

<b>Demanda Baja</b>					
<b>Contingencia</b>	<b>Pérdida de Generación</b>	<b>Frecuencia Mínima</b>	<b>Frecuencia a los 60 seg</b>	<b>Grad. Frec. Mínimo</b>	<b>Escalones EDAC BF Operados</b>
	<b>%</b>	<b>Hz</b>	<b>Hz</b>	<b>Hz/seg</b>	
Desconexión de una unidad de central Colbún (175 MW)	3.93%	49.45	49.82	-0.26	Ninguno
Desconexión de central Nueva Ventanas (249 MW)	5.60%	49.12	49.70	-0.30	Ninguno
Desconexión de una unidad de central Pehuenche (275 MW)	6.18%	49.03	49.66	-0.38	Ninguno
Desconexión de una central de ciclo combinado (390 MW)	8.76%	48.87	49.66	-0.41	Nº 2
Desconexión de dos unidades de central Pehuenche (500 MW)	11.20%	48.64	49.76	-0.55	Nº 2 y 4
Desconexión de dos centrales de ciclo combinado (720 MW)	16.18%	48.60	49.85	-0.80 (*)	Nº 1, 2 y 4
Desconexión de tres centrales de ciclo combinado (1091 MW)	24.50%	48.60	49.80	-0.75 (*)	Nº 1, 2, 3 y 4

(\*) Valores corresponden al gradiente de frecuencia (en zona centro del SIC) cuando la frecuencia alcanzó los 49 Hz

En los Anexos 2 y 3 se muestra el detalle de las simulaciones dinámicas.

De las simulaciones dinámicas se observa la efectividad del EDAC BF vigente para mantener la estabilidad del SIC ante las contingencias analizadas.

## **V EDAC por Baja Tensión (EDAC BT)**

De acuerdo con el análisis de estabilidad de tensión en régimen permanente desarrollado en el último estudio de Control de Tensión y Requerimientos de Potencia Reactiva, no se detectó la necesidad, asociada al fenómeno de colapso de tensión por insuficiencia de reactivos, de implementar un EDAC por baja tensión.

## **VI Límites Mínimos de Seguridad y Calidad de Servicio**

La revisión de tales límites se fundamenta en la NT vigente, la cual establece en su artículo 1-9, la realización del Estudio Específico "Límites mínimos de SyCS". Al respecto, para los EDAC de baja frecuencia y baja tensión, la NT señala:

- La demanda total disponible para el EDAC por subfrecuencia no deberá ser menor al 30% de la demanda conjunta del SI. El porcentaje de demanda a afectar ante cada contingencia deberá ser determinado por la DO en base a una evaluación técnica y económica, conforme a lo exigido en los Estudios Específicos correspondientes. (Art.5-15).
- La demanda total disponible para el EDAC por subtensión no deberá ser menor al 20% de la demanda conjunta del SI. El porcentaje de demanda a afectar ante cada contingencia deberá ser determinada por la DO en base a una evaluación técnica y económica, conforme a lo exigido en los Estudios Específicos para la determinación de los límites mínimos de SyCS. (Art.5-18).

Conforme lo señalado, los resultados del estudio presentado en este informe, muestran que los límites mínimos de demanda disponible para los EDAC, establecidos en los artículos señalados, son adecuados para el alcance definido para esos recursos generales de control de contingencias, por lo que no se establece la necesidad de una revisión de esos límites.

Por otra parte, cabe destacar que las contingencias más severas o críticas, en general tienen su origen en fallas múltiples de las principales instalaciones del sistema de transmisión troncal, provocando efectos diversos en cada zona del sistema como importantes variaciones y gradientes de frecuencia o tensión, y eventuales pérdidas de sincronismo de unidades generadoras, lo cual requiere de soluciones específicas locales con tiempos de respuesta muy cortos, definidas como Recursos Especiales, las que están en el ámbito del análisis que se realiza en el Estudio del Plan de Defensa Contra Contingencias Extremas, y donde se especifican los límites de SyCS particulares requeridos ante cada contingencia analizada.



# **ANEXO 1**

## **Detalle del EDAC BF habilitado al 30 de Septiembre de 2011**

### Anexo 1. Detalle del EDAC BF habilitado al 30 de Septiembre de 2011

Subestación	Alimentador	Ajuste	Carga Informada (Demanda Alta)	ESCALÓN	CLIENTE
		Umbral de Disparo	[MW]		
<b>ZONA ATACAMA</b>					
Cardones	Minera La Candelaria	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6.000	1	CM CANDELARIA y MIN. OJOS DEL SALADO
Diego de Almagro	Salvador	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6.500	1	CODELCO SALVADOR
Diego de Almagro	Lixiviación	49 Hz, -0.6 Hz/seg		1	CODELCO SALVADOR
Cerrillos	El Yeso	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.600	1	EMEL
Los Loros	Hornitos	49 Hz, -0.6 Hz/seg	2.400	1	EMEL
Carrera Pinto	La Coipa	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.000	1	MIN. MANTOS DE ORO
Paipote	Fundición HV Lira	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	4.900	1	ENAMI HV LIRA
Huasco	Planta Pellet	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4.000	1	C. MINERA DEL PACÍFICO
Diego de Almagro	MantoVerde	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.400	1	ANGLOAMERICAN (DIV MANTO VERDE)
El Refugio	Chancado Primario	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.5 (lo primero que ocurra)	1.700	1	MINERA MARICUNGA
Cardones	Minera La Candelaria	48.9 Hz	1.500	2	CM CANDELARIA y MIN. OJOS DEL SALADO
Diego de Almagro	Salvador	48.9 Hz	1.400	2	CODELCO SALVADOR
Huasco	Planta Pellet	48.9 Hz	4.000	2	C. MINERA DEL PACÍFICO
Plantas	Alicanto	48.9 Hz	1.800	2	EMEL
Carrera Pinto	La Coipa	48.9 Hz	0.400	2	MIN. MANTOS DE ORO
Cardones	Minera La Candelaria	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6.000	3	CM CANDELARIA y MIN. OJOS DEL SALADO
Diego de Almagro	Salvador	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5.100	3	CODELCO SALVADOR
Diego de Almagro	Lixiviación	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg		3	CODELCO SALVADOR
Cerrillos	Elibor	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2.600	3	EMEL
Los Loros	T.Lautaro	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3.700	3	EMEL
Diego de Almagro	MantoVerde	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	1.800	3	ANGLOAMERICAN (DIV MANTO VERDE)
Cardones	Minera La Candelaria	48.7 Hz	1.500	4	CM CANDELARIA y MIN. OJOS DEL SALADO
Diego de Almagro	Salvador	48.7 Hz	5.700	4	CODELCO SALVADOR
Plantas	El Inca	48.7 Hz	0.400	4	EMEL
Plantas	T.Amarilla	48.7 Hz	1.400	4	EMEL
Paipote	Fundición HV Lira	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	4.900	4	ENAMI HV LIRA

Diego de Almagro	MantoVerde	48.7 Hz	1.600	4	ANGLOAMERICAN (DIV MANTO VERDE)
Ovalle	Cerrillos	48.5 Hz	3.600	5. Opera sólo entre 00:00 y 08:00 hrs.	CGE
Cardones	Minera La Candelaria	48.5 Hz	1.500	5	CM CANDELARIA y MIN. OJOS DEL SALADO
Vallenar	Sur	48.5 Hz	1.700	5	EMEL
El Refugio	Chancado Primario	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.5 (lo primero que ocurra)	1.700	5	MINERA MARICUNGA
Carrera Pinto	La Coipa	48.5 Hz	1.400	5	MIN. MANTOS DE ORO
Cardones	Minera La Candelaria	48.3 Hz	1.500	6	CM CANDELARIA y MIN. OJOS DEL SALADO
Alto del carmen	El Transito	48.3 Hz	1.500	6	EMEL
<b>ZONA COQUIMBO</b>					
Marquesa	Talcuna	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.500	1	CGE
Illapel	Huente Canela	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1.900	1	CGE
Casas Viejas	Maitencillo	49 Hz, -0.6 Hz/seg	2.600	1	CGE
El Peñón	Cerrillos	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.200	1	CGE
Romeral	CMP Romeral	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	1.800	1	C. MINERA DEL PACÍFICO
Dos Amigos	Cemin Planta Dos Amigos	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0.442	1	CEMIN
CDA	Molino de Bolas N°1	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.5 (lo primero que ocurra)	14.170	1	CIA MINERA CARMEN DE ANDACOLLO
Andacollo 110 kV	Min. Carmen de Andacollo	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0.600	1	CIA MINERA CARMEN DE ANDACOLLO
Quillota	Min. Pelambres	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.3 (lo primero que ocurra)	15.000	1 (11)	MINERA PELAMBRES
Marquesa	Tambo	48.9 Hz	0.720	2	CGE
Illapel	Plan de Hornos	48.9 Hz	0.450	2	CGE
Casas Viejas	Quebradilla	48.9 Hz	0.600	2	CGE
Dos Amigos	Cemin Planta Dos Amigos	48.9 Hz	0.272	2	CEMIN
Marquesa	Las Rojas	48.9 Hz	1.890	2	CGE
Andacollo	Min. Carmen de Andacollo	48.9 Hz	0.600	2	CIA MINERA CARMEN DE ANDACOLLO
Quillota	Min. Pelambres	48.9 Hz	6.000	2 (11)	MINERA PELAMBRES
El Peñón	Guanaqueros	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2.400	3	CGE
Ovalle	Recoleta	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3.700	3	CGE
Vicuña	Diaguitas	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3.300	3	CGE
Quereo	Cavilolen	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0.680	3	CGE
Quinquimo	Papudo	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0.980	3	CGE
Cabildo	Lautaro	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2.600	3	CGE
El Peñón	Las Tacas	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0.530	3	CGE
Marquesa	Puclaro	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0.750	3. Opera sólo entre 00:00 y	CGE

				08:00 hrs.	
Quillota	Min. Pelambres	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	15.000	3 (11)	MINERA PELAMBRES
Ovalle	Hurtado	48.7 Hz	4.700	4	CGE
Quereo	Quilimarí	48.7 Hz	1.100	4	CGE
Casas Viejas	Zapallar	48.7 Hz	1.800	4	CGE
CDA	Chancado Primario - Transporte de Mineral	48.7 Hz	3.020	4	CIA MINERA CARMEN DE ANDACOLLO
Andacollo	Min. Carmen de Andacollo	48.7 Hz	0.500	4	CIA MINERA CARMEN DE ANDACOLLO
Romerol	CMP Romeral	f < 49 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	1.800	4	C. MINERA DEL PACÍFICO
Quillota	Min. Pelambres	48.7 Hz	1.100	4 (11)	MINERA PELAMBRES
CDA	Molino de Bolas N°1	f < 49 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.5 (lo primero que ocurra)	14.170	5	CIA MINERA CARMEN DE ANDACOLLO
Quillota	Min. Pelambres	f < 49 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.3 (lo primero que ocurra)	15.000	6 (11)	MINERA PELAMBRES
CDA	Bomba Impulsión a Hidrociclones	48.7 Hz	2.220	6	CIA MINERA CARMEN DE ANDACOLLO
El Peñón	Tambillos	48.3 Hz	1.600	6	CGE
<b>ZONA QUINTA REGIÓN</b>					
Miraflores	Forestal (Ex-MICO 6)	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.150	1	CGE
Miraflores	MICO 5	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.150	1	CGE
Calera Centro	Cemento Melón	f < 49 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	5.000	1	CEM MELON
San Jerónimo, Las Balandras o Las Piñatas	Alimentadores San Jerónimo, Balandras, Zañartu o Las Piñatas	f < 49 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	1.200	1	EL LITORAL
Quilpué	Alim. Belloto_B2	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6.600	1	CHILQUINTA
Calera	Alim. Calera	49 Hz, -0.6 Hz/seg	8.000	1	CHILQUINTA
Calera	Línea Calera - Melón	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4.300	1	CHILQUINTA
Miraflores	Alim. Salinas_B2	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5.800	1	CHILQUINTA
Con Con	Refinería Aconcagua	f < 49 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	4.000	1	ENAP REFINERIAS ACONCAGUA
Llay Llay	Cristalerías Chile	49 Hz, -0.6 Hz/seg (12)	0.430	1	CRISTALERÍAS CHILE
Aconcagua	Codelco Andina y PDA-F1	49 Hz, -0.6 Hz/seg (13)	2.131	1	CODELCO DIVISION ANDINA
Enami	Codelco Ventanas	49 Hz, -0.6 Hz/seg (14)	5.400	1	CODELCO DIVISION VENTANAS
El Soldado	OXIDO-Rectificador Merlin Gerin	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1.500	1	ANGLOAMERICAN (DIV CHAGRES - EL SOLDADO)
Miraflores	1 Norte Aéreo	48.9 Hz	3.500	2	CGE
Casablanca	Alim. Cooperativa Agrícola	48.9 Hz	3.600	2	CHILQUINTA
Playa Ancha	Alim. Tomás Ramos	48.9 Hz	3.000	2	CHILQUINTA
Llay Llay	Cristalerías Chile	48.9 Hz (12)	0.050	2	CRISTALERÍAS CHILE
Aconcagua	Codelco Andina y PDA-F1	48.9 Hz (13)	0.533	2	CODELCO DIVISION

					ANDINA
El Soldado	OXIDO-Rectificadores Themco	48.9 Hz	1.300	2	ANGLOAMERICAN (DIV CHAGRES - EL SOLDADO)
Marga-Marga	Alvarez Expreso	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5.400	3. Opera sólo entre 00:00 y 08:00 hrs.	CGE
San Pedro	Alim. Quillota_B2	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	8.500	3	CHILQUINTA
Quilpue	Alim. Margamarga_B1	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	7.300	3	CHILQUINTA
San Rafael	Alim. San Esteban_B1	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5.200	3	CHILQUINTA
Playa Ancha	Alim. La Pólvora	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3.400	3	CHILQUINTA
Quintero	GNL Quintero	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0.800	3	GNL QUINTERO
Llay Llay	Cristalerías Chile	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (12)	0.430	3	CRISTALERÍAS CHILE
Aconcagua	Codelco Andina y PDA-F1	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (13)	2.131	3	CODELCO DIVISION ANDINA
El Soldado	PRINCIPAL-Bombeo Melón	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	1.000	3	ANGLOAMERICAN (DIV CHAGRES - EL SOLDADO)
Chagres	S/E 11 Chagres-Motor Princ. Pta Oxígeno #1	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4.200	3	ANGLOAMERICAN (DIV CHAGRES - EL SOLDADO)
Calera Centro	Cemento Melón	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	5.000	4	CEM MELON
San Jerónimo, Las Balandras o Las Piñatas	Alimentadores San Jerónimo, Balandras, Zañartu o Las Piñatas	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	1.200	4	EL LITORAL
Quilpué	Alim. Peñablanca_B1	48.7 Hz	5.800	4	CHILQUINTA
Con Con	Refinería Aconcagua	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	4.000	4	ENAP REFINERIAS ACONCAGUA
Llay Llay	Cristalerías Chile	48.7 Hz (12)	0.054	4	CRISTALERÍAS CHILE
Aconcagua	Codelco Andina y PDA-F1	48.7 Hz (13)	0.533	4	CODELCO DIVISION ANDINA
Enami	Codelco Ventanas	48.7 Hz (14)	2.800	4	CODELCO DIVISION VENTANAS
El Soldado	OXIDOS-Chancado Oxidos	48.7 Hz	0.800	4	ANGLOAMERICAN (DIV CHAGRES - EL SOLDADO)
Marga-Marga	5 Oriente	48.5 Hz	3.000	5	CGE
San Felipe	Alim. Tocornal_B2	48.5 Hz	6.000	5	CHILQUINTA
Llay Llay	Cristalerías Chile	48.5 Hz (12)	0.118	5	CRISTALERÍAS CHILE
Aconcagua	Codelco Andina y PDA-F1	48.5 Hz (13)	0.533	5	CODELCO DIVISION ANDINA
Enami	Codelco Ventanas	48.5 Hz (14)	2.800	5	CODELCO DIVISION VENTANAS
El Soldado	PRINCIPAL-Chancado Secundario Terciario Sulfuros	48.5 Hz	1.300	5	ANGLOAMERICAN (DIV CHAGRES - EL SOLDADO)
San Felipe	Alim. Putaendo_B1	48.3 Hz	6.000	6	CHILQUINTA
Quintero	GNL Quintero	48.3 Hz	1.150	6	GNL QUINTERO
Llay Llay	Cristalerías Chile	48.3 Hz (12)	0.118	6	CRISTALERÍAS CHILE
Aconcagua	Codelco Andina y PDA-F1	48.3 Hz (13)	0.533	6	CODELCO DIVISION ANDINA
El Sol	MERVAL	48.3 Hz	3.880	6	MERVAL

El Soldado	PRINCIPAL-Chancador Primario Sulf. + Compresor Filtro Larox	48.3 Hz	0.400	6	ANGLOAMERICAN (DIV CHAGRES - EL SOLDADO)
<b>ZONA METROPOLITANA</b>					
A. de Córdova	Alonso de Córdova	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6.100	1	CHILECTRA
A. de Córdova	El Golf	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6.000	1	CHILECTRA
A. de Córdova	Escuela Militar	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4.300	1	CHILECTRA
Apoquindo	Apoquindo	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6.500	1	CHILECTRA
Apoquindo	Cristóbal Colón	49 Hz, -0.6 Hz/seg	7.700	1	CHILECTRA
Apoquindo	Capitanía	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6.600	1	CHILECTRA
Apoquindo	Lo Arcaya	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.500	1	CHILECTRA
Apoquindo	Las Verbenas	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4.200	1	CHILECTRA
La Pintana	Mariscal	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.600	1	CHILECTRA
La Pintana	San Guillermo	49 Hz, -0.6 Hz/seg	7.000	1	CHILECTRA
La Reina	Patricio Lynch	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5.100	1	CHILECTRA
Santa Elena	José Domingo Cañas	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6.800	1	CHILECTRA
Santa Elena	Las Acacias	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4.500	1	CHILECTRA
Santa Elena	Marathon	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6.000	1	CHILECTRA
Santa Elena	Villaseca	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5.400	1	CHILECTRA
Santa Elena	Zañartu	49 Hz, -0.6 Hz/seg	2.800	1	CHILECTRA
Vitacura	11 de Septiembre	49 Hz, -0.6 Hz/seg	2.800	1	CHILECTRA
Vitacura	El Bosque	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6.300	1	CHILECTRA
Vitacura	Holanda	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5.200	1	CHILECTRA
Colón y Cordillera	A-43;H9; H10; H11; H12;H14	49 Hz, -0.6 Hz/seg	15.600	1	CODELCO DIVISION EL TENIENTE
Metro Lord Crochane	Tracción Línea 5	49 Hz, -0.6 Hz/seg	13.000	1	METRO
Las Vizcachas	Las Vizcachas	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.600	1	E. E. PUENTE ALTO
Polpaico	Molino 5 KVS y Grúa Carbón	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0.550	1	CEMENTO POLPAICO
Polpaico	Codelco Andina y PDA-F1	49 Hz, -0.6 Hz/seg (13)	6.120	1	CODELCO DIVISION ANDINA
Maipo	CMPC Papeles	49 Hz, -0.6 Hz/seg (3)	1.510	1	CMPC PAPELES CORDILLERA
Colbún	Planta Maule	49 Hz, -0.6 Hz/seg (3)	7.700	1	CMPC CARTULINAS
Polpaico	Los Bronces-Rectificador A- Lix2	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4.000	1	ANGLOAMERICAN (DIV LOS BRONCES)
Polpaico	Los Bronces-Rectificador A- Lix1	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1.500	1	ANGLOAMERICAN (DIV LOS BRONCES)
A. de Córdova	La Pirámide	48.9 Hz	5.700	2	CHILECTRA
A. de Córdova	Neverías	48.9 Hz	4.000	2	CHILECTRA
A. de Córdova	Rosario	48.9 Hz	7.400	2	CHILECTRA
Apoquindo	Centenario	48.9 Hz	2.900	2	CHILECTRA
Apoquindo	Lo Saldes	48.9 Hz	5.300	2	CHILECTRA

Apoquindo	Los Dominicos	48.9 Hz	3.400	2	CHILECTRA
Apoquindo	Manquehue	48.9 Hz	4.700	2	CHILECTRA
Club Hípico	Nataniel	48.9 Hz	4.600	2	CHILECTRA
Club Hípico	Unión Americana	48.9 Hz	5.700	2	CHILECTRA
Club Hípico	Victoria	48.9 Hz	5.600	2	CHILECTRA
Club Hípico	Viel	48.9 Hz	6.900	2	CHILECTRA
Club Hípico	Zaror Marsella	48.9 Hz	6.800	2	CHILECTRA
San José	Barrancas	48.9 Hz	4.800	2	CHILECTRA
San José	Dorsal	48.9 Hz	5.800	2	CHILECTRA
San José	José Joaquín Pérez	48.9 Hz	5.200	2	CHILECTRA
San José	Porto Seguro	48.9 Hz	4.100	2	CHILECTRA
San José	Valdivinos	48.9 Hz	4.600	2	CHILECTRA
Santa Rosa Sur	Florida Sur	48.9 Hz	2.500	2	CHILECTRA
Santa Rosa Sur	La Pintana	48.9 Hz	3.500	2	CHILECTRA
Santa Rosa Sur	Nuevo Puento Alto	48.9 Hz	3.400	2	CHILECTRA
Colón	H1 y H15	48.9 Hz	4.200	2	CODELCO DIVISION EL TENIENTE
Metro Lord Crochane	Alumbrado y Fuerza	48.9 Hz	1.500	2	METRO
Polpaico	Molino 2-7 KVS	48.9 Hz	0.730	2	CEMENTO POLPAICO
Polpaico	Codelco Andina y PDA-F1	48.9 Hz (13)	1.530	2	CODELCO DIVISION ANDINA
Colbún	Planta Maule	48.9 Hz (3)	1.760	2	CMPC CARTULINAS
Polpaico	Los Bronces-Romana	48.9 Hz	5.600	2	ANGLOAMERICAN (DIV LOS BRONCES)
Apoquindo	El Alba	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5.000	3	CHILECTRA
Apoquindo	Las Condes	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3.300	3	CHILECTRA
La Reina	Grecia	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2.900	3	CHILECTRA
Vitacura	Marchant Pereira	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	8.000	3	CHILECTRA
Vitacura	Francisco de Aguirre	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5.000	3	CHILECTRA
Vitacura	Napoleon	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4.600	3	CHILECTRA
Macul	Torneros	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4.000	3	CHILECTRA
Macul	Las Torres	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4.200	3	CHILECTRA
Macul	Departamental	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5.500	3	CHILECTRA
Macul	Ramón Cruz	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3.200	3	CHILECTRA
Macul	San Luis	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3.400	3	CHILECTRA
Macul	Codornices	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6.300	3	CHILECTRA
Macul	Froilan Roa	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4.000	3	CHILECTRA
Macul	Alessandri	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2.700	3	CHILECTRA
Recoleta	Principal	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6.100	3	CHILECTRA
Recoleta	Fontova	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6.800	3	CHILECTRA

Santa Rosa Sur	La Cumbre	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4.200	3	CHILECTRA
Santa Rosa Sur	Luis Matte	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4.400	3	CHILECTRA
Santa Rosa Sur	Primavera	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3.500	3	CHILECTRA
Colón y Cordillera	A-48 y A-47; H16	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	16.500	3	CODELCO DIVISION EL TENIENTE
Polpaico	Molino 3-4 KVS	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0.735	3	CEMENTO POLPAICO
Polpaico	Codelco Andina y PDA-F1	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (13)	6.120	3	CODELCO DIVISION ANDINA
Maipo	CMPC Papeles	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (3)	2.950	3	CMPC PAPELES CORDILLERA
Polpaico	Los Bronces-Rectificador B-Lix2	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4.000	3	ANGLOAMERICAN (DIV LOS BRONCES)
Polpaico	Los Bronces-Rectificador C-Lix1	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0.800	3	ANGLOAMERICAN (DIV LOS BRONCES)
Cisterna	Ciencias	48.7 Hz	6.300	4	CHILECTRA
Cisterna	Cisterna	48.7 Hz	3.500	4	CHILECTRA
Cisterna	Dávila	48.7 Hz	5.200	4	CHILECTRA
Cisterna	El Parrón	48.7 Hz	3.000	4	CHILECTRA
Cisterna	Fernández Albano	48.7 Hz	4.700	4	CHILECTRA
Cisterna	General Freire	48.7 Hz	5.800	4	CHILECTRA
Cisterna	José Joaquín Prieto	48.7 Hz	3.000	4	CHILECTRA
Cisterna	José Miguel Carrera	48.7 Hz	4.400	4	CHILECTRA
Cisterna	La Granja	48.7 Hz	3.500	4	CHILECTRA
Cisterna	Espejo	48.7 Hz	6.600	4	CHILECTRA
Cisterna	Uruguay	48.7 Hz	5.200	4	CHILECTRA
Ochagavía	Caro	48.7 Hz	6.900	4	CHILECTRA
Ochagavía	Gran Avenida	48.7 Hz	3.400	4	CHILECTRA
Ochagavía	Pedro Aguirre Cerda	48.7 Hz	3.700	4	CHILECTRA
San Bernardo	Balmaceda	48.7 Hz	4.300	4	CHILECTRA
San Bernardo	Palmeras	48.7 Hz	5.200	4	CHILECTRA
Santa Marta	Carvallo	48.7 Hz	6.600	4	CHILECTRA
Santa Marta	Satélite	48.7 Hz	1.900	4	CHILECTRA
Colón	H2 y H7	48.7 Hz	4.200	4	CODELCO DIVISION EL TENIENTE
Polpaico	Molino 6 de Cemento	48.7 Hz	1.200	4	CEMENTO POLPAICO
Polpaico	Codelco Andina y PDA-F1	48.7 Hz (13)	1.530	4	CODELCO DIVISION ANDINA
Colbún	Planta Maule	48.7 Hz (3)	1.760	4	CMPC CARTULINAS
Polpaico	Los Bronces-PHI & Refino	48.7 Hz	4.500	4	ANGLOAMERICAN (DIV LOS BRONCES)
Altamirano	Hirmas	48.5 Hz	7.600	5	CHILECTRA
La Pintana	Vizcachas	48.5 Hz	3.100	5	CHILECTRA



Maipú	Alberto LLona	48.5 Hz	6.900	5	CHILECTRA
Maipú	La Blanca	48.5 Hz	6.200	5	CHILECTRA
Maipú	Las Parcelas	48.5 Hz	6.200	5	CHILECTRA
Maipú	El Mirador	48.5 Hz	6.900	5	CHILECTRA
Maipú	Padre Hurtado	48.5 Hz	6.300	5	CHILECTRA
Recoleta	Pincoya	48.5 Hz	6.500	5	CHILECTRA
San Joaquín	Las Industrias	48.5 Hz	2.300	5	CHILECTRA
San Joaquín	Los Copihues	48.5 Hz	7.000	5	CHILECTRA
San Joaquín	Santa Rosa	48.5 Hz	3.000	5	CHILECTRA
San Joaquín	Sierra Bella	48.5 Hz	2.100	5	CHILECTRA
San Joaquín	Sumar Fibras	48.5 Hz	5.300	5	CHILECTRA
Santa Elena	Diez de Julio	48.5 Hz	5.500	5	CHILECTRA
Santa Elena	Macul	48.5 Hz	6.500	5	CHILECTRA
Santa Rosa Sur	Gabriela	48.5 Hz	3.100	5	CHILECTRA
STA ROSA	Lo Martinez	48.5 Hz	4.200	5	CHILECTRA
Colón	H3 y H4	48.5 Hz	4.200	5	CODELCO DIVISION EL TENIENTE
Colbún	Planta Maule	48.5 Hz (3)	1.760	5	CMPC CARTULINAS
Polpaico	Molino 5 de Cemento	48.5 Hz	1.286	5	CEMENTO POLPAICO
Polpaico	Codelco Andina y PDA-F1	48.5 Hz (13)	1.530	5	CODELCO DIVISION ANDINA
A. de Córdova	Kennedy	48.3 Hz	2.600	6	CHILECTRA
A. de Córdova	Luis Pasteur	48.3 Hz	6.900	6	CHILECTRA
A. de Córdova	Recabarren	48.3 Hz	4.200	6	CHILECTRA
A. de Córdova	Renato Sanchez	48.3 Hz	6.400	6	CHILECTRA
Altamirano	Aldunate	48.3 Hz	4.600	6	CHILECTRA
Altamirano	Bravo de Saravia	48.3 Hz	6.100	6	CHILECTRA
Altamirano	Gambino	48.3 Hz	6.100	6	CHILECTRA
La Reina	Coventry	48.3 Hz	4.400	6	CHILECTRA
La Reina	Diagonal Oriente	48.3 Hz	4.100	6	CHILECTRA
La Reina	José Arrieta	48.3 Hz	4.300	6	CHILECTRA
La Reina	Oriental	48.3 Hz	5.200	6	CHILECTRA
Lo Valledor	Suiza	48.3 Hz	5.200	6	CHILECTRA
Lo Valledor	Villa México	48.3 Hz	5.900	6	CHILECTRA
Panamericana	Aviación	48.3 Hz	4.100	6	CHILECTRA
Panamericana	Cobarrubias	48.3 Hz	7.700	6	CHILECTRA
Colón	H5; A-5 y A-7	48.5 Hz	5.700	6	CODELCO DIVISION EL TENIENTE
Colbún	Planta Maule	48.3 Hz (3)	1.760	6	CMPC CARTULINAS
Polpaico	Codelco Andina y PDA-F1	48.3 Hz (13)	1.530	6	CODELCO DIVISION ANDINA

Polpaico	Los Bronces-Rectificador C-Lix2	48.3 Hz	1.540	6	ANGLOAMERICAN (DIV LOS BRONCES)
Polpaico	Los Bronces-Rectificador B-Lix1	48.3 Hz	1.500	6	ANGLOAMERICAN (DIV LOS BRONCES)
<b>ZONA TRONCAL CENTRO</b>					
El Monte	Talagante	49 Hz, -0.6 Hz/seg	2.300	1	EMEL
Melipilla	Paigue	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4.100	1	EMEL
San Antonio	Alim. Emporchi_B1	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1.000	1	CHILQUINTA
Las Arañas	San Pedro	48.9 Hz	1.400	2	EMEL
San Antonio	Alim. Las Brisas_B2	48.9 Hz	3.000	2	CHILQUINTA
El Monte	Naitagua	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3.100	3	EMEL
Marchigue	Peñablanca	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2.900	3	EMEL
San Antonio	Alim. San Juan_B1	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3.300	3	CHILQUINTA
Marchigue	La Estrella	48.7 Hz	2.000	4	EMEL
San Antonio	Alim. Barrancas_B2	48.7 Hz	3.600	4	CHILQUINTA
Malipilla	Huelchun	48.5 Hz	2.200	5	EMEL
San Antonio	Alim. Lilloleo_B2	48.5 Hz	4.300	5	CHILQUINTA
Las Arañas	Entel	48.3 Hz	1.600	6	EMEL
San Antonio	Alim. Pesqueras_B2	48.3 Hz	5.100	6	CHILQUINTA
<b>ZONA SISTEMA 154-66 kV</b>					
Cachapoal	El Cobre	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6.370	1	CGE
Cachapoal	La Puente Alta	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6.320	1	CGE
Graneros	Indura	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4.540	1	CGE
Alameda	La Palma	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6.640	1	CGE
Alameda	República de Chile	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5.070	1	CGE
TALCA	Varoli	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5.350	1	CGE
TALCA	Vaccaro	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4.710	1	CGE
Curicó	Aguas Negras	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6.000	1	CGE
Curicó	Romeral	49 Hz, -0.6 Hz/seg (1)	5.060	1	CGE
Linares Norte	Linares Sur	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1.500	1	LUZ LINARES/PARRAL
Paniahue	Chépica	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1.000	1	EMEL
Paniahue	Santa Cruz	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.000	1	EMEL
Curicó	52C6	f < 49 y df/dt > 0.6 Hz/seg o 48.9 (lo primero que ocurra)	2.200	1	CEC
Licantén	Planta Licantén	f < 49 y df/dt > 0.6 Hz/seg o 48.5 (lo primero que ocurra) (4)	0.200	1	ARAUCO
Minera Valle Central	Alim. motores de molinos	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1.850	1	MINERA VALLE CENTRAL
Constitución	Planta Viñales	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0.245	1	ARAUCO
Buín	Villaseca	48.9 Hz	4.280	2	CGE
Cachapoal	Lo Conty	48.9 Hz (1)	2.340	2	CGE

Lo Miranda	Plazuela	48.9 Hz	1.600	2	CGE
TALCA	Tabaco	48.9 Hz	3.950	2	CGE
RAUQUÉN	Quilvo	48.9 Hz (1)	1.840	2	CGE
Linares Norte	Barrio Industrial	48.9 Hz	2.500	2	LUZ LINARES/PARRAL
Retiro	Retiro	48.9 Hz	1.600	2	EMEL
Curicó	52C6	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.9 (lo primero que ocurra)	2.200	2	CEC
Nueva Aldea	Paneles Nva. Aldea	48.9 Hz (4)	0.450	2	ARAUCO
Minera Valle Central	Alim. motores de molinos	48.9 Hz	1.850	2	MINERA VALLE CENTRAL
Constitución	Planta Viñales	48.9 Hz	0.070	2	ARAUCO
Buin	Guindos	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5.430	3	CGE
Cachapoal	El Olivar	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4.830	3	CGE
Colchagua	Maggi	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	1.360	3	CGE
Colchagua	Enap	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	1.620	3	CGE
Lo Miranda	Faenadora	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	7.580	3	CGE
Lo Miranda	El Milagro	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (1)	4.020	3	CGE
Graneros	Codegua	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2.730	3	CGE
Alameda	Trapiche	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (1)	4.580	3	CGE
TALCA	Duao	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5.940	3	CGE
CHILLÁN	Limari	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4.450	3	CGE
CHILLÁN	Huambalí	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6.730	3	CGE
RAUQUÉN	Sarmiento	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (1)	2.010	3	CGE
RAUQUÉN	Rauquén	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (1)	2.950	3	CGE
Linares Norte	Linares Norte	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2.500	3	LUZ LINARES/PARRAL
Cauquenes	Cauquenes	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2.900	3	EMEL
Curicó	52C7	$f < 48.8$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	3.500	3	CEC
Nva. Aldea	Planta Celulosa Nva. Aldea	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (4) (16)	2.000	3	ARAUCO
Constitución	Planta Viñales	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0.245	3	ARAUCO
Buin	Javiera Carrera	48.7 Hz	4.490	4	CGE
Alameda	Diego Portales	48.7 Hz (1)	3.470	4	CGE
Piduco	Prado	48.7 Hz	4.620	4	CGE
Curicó	AV. España	48.7 Hz (1)	2.510	4	CGE
Talca	Talca Sur	48.7 Hz	2.200	4	EMEL
Curicó	52C7	$f < 48.8$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	3.500	4	CEC
Constitución	Planta Viñales	48.7 Hz	0.070	4	ARAUCO
Indura	Indura	48.7 Hz	3.600	4	INDURA
Colchagua	Tinguiririca	48.5 Hz	1.900	5	CGE
Graneros	La Compañía	48.5 Hz	2.110	5	CGE
Graneros	Santa Julia	48.5 Hz (1)	3.900	5	CGE

Piduco	Arenal	48.5 Hz	4.690	5	CGE
Cauquenes	Quella	48.5 Hz	1.300	5	EMEL
Licantén	Planta Licantén	48.5 Hz	0.200	5	ARAUCO
Cauquenes	Pocillas	48.5 Hz	0.800	5	EMEL
Nva. Aldea	Planta Celulosa Nva. Aldea	48.5 Hz (4) (16)	0.550	5	ARAUCO
Constitución	Planta Viñales	48.5 Hz	0.070	5	ARAUCO
Buin	Arturo Prat	48.3 Hz (1)	1.770	6	CGE
Cachapoal	Requinoa	48.3 Hz	4.200	6	CGE
Colchagua	Miraflores	48.3 Hz	2.790	6	CGE
CHILLÁN	Andacollo	48.3 Hz	5.730	6	CGE
Nueva Aldea	Paneles Nva. Aldea	48.3 Hz (4)	2.400	6	ARAUCO
Nva. Aldea	Planta Celulosa Nva. Aldea	48.3 (4) (16)	0.550	6	ARAUCO
Constitución	Planta Viñales	48.3 Hz	0.070	6	ARAUCO
Cauquenes	Cauquenes Pelluhue	48.3 Hz	2.200	6	EMEL
<b>ZONA CHARRÚA</b>					
Los Ángeles	Alcazar	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.120	1	CGE
El Avellano	Laja	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.780	1	CGE
Cabrero	Yumbel	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.400	1	GRUPO SAESA
Planta Celulosa Laja	Planta Celulosa Laja	49 Hz, -0.6 Hz/seg	16.000	1	CMPC CELULOSA Y CMPC MADERAS
Planta Pacífico	Planta	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0.000	1	CMPC CELULOSA Y CMPC MADERAS
Planta Pacífico	ERCO	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0.000	1	CMPC CELULOSA Y CMPC MADERAS
Planta Pacífico	Plywood	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0.000	1	CMPC CELULOSA Y CMPC MADERAS
Tres Esquinas Bulnes	52C7 Alim. G	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1.330	1	COPELEC
Cocharcas	52C2 Alim. L	49 Hz, -0.6 Hz/seg		1	COPELEC
Los Ángeles	Los Ángeles 13 kV	$f < 49.0$ y $df/dt > 0.6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	2.100	1	COPELAN
Cabrero	Cabrero	48.9 Hz	1.300	2	GRUPO SAESA
Planta Santa Fé	Línea 1	49.4 Hz (considerado como EDAC si frecuencia llegua a 48.9 Hz)	0.000	2	CMPC CELULOSA Y CMPC MADERAS
Confluencia	52C82 Alim. K	48.9 Hz	0.300	2	COPELEC
Los Ángeles	Paillihue	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4.670	3	CGE
Cholguán 66 kV	Paneles Arauco	$f < 48.8$ y $df/dt > 0.6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra) (4)	3.000	3	ARAUCO
Cholguán 220 kV	Paneles Arauco	$f < 48.8$ y $df/dt > 0.6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	4.000	3	ARAUCO
Planta AMSA	Planta AMSA	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0.000	3	CMPC CELULOSA Y CMPC MADERAS
Confluencia	52C14 y 52C68 Alim. U	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	1.400	3	COPELEC
Cocharcas	52C3 Alim. N	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg		3	COPELEC

Recinto	52C80 Alim. Q	48.7 Hz	0.380	4	COPELEC
Cholguán 66 kV	Paneles Arauco	$f < 48.8$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra) (4)	3.000	4	ARAUCO
Cholguán 220 kV	Paneles Arauco	$f < 48.8$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	4.000	4	ARAUCO
Los Ángeles	Los Ángeles 13 kV	$f < 49.0$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	2.100	4	COPELAN
El Avellano	Sor Vicenta	48.5 Hz	2.020	5	CGE
Tres Esquinas Bulnes	52C6 Alim. H	48.5 Hz	0.520	5	COPELEC
Cholguan	Tucapel	48.3 Hz	2.800	6	GRUPO SAESA
<b>ZONA CONCEPCIÓN</b>					
Talcahuano	SanVicente	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1.400	1	CGE
Talcahuano	Lenga	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.820	1	CGE
Andalien	Irrazabal	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.470	1	CGE
Chiguayante	Manuel Rodriguez	49 Hz, -0.6 Hz/seg (2)	4.870	1	CGE
Chiguayante	Hualqui	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5.550	1	CGE
Chiguayante	Villuco	49 Hz, -0.6 Hz/seg	2.790	1	CGE
Latorre	La Marina	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5.820	1	CGE
Ejercito	21 de mayo	49 Hz, -0.6 Hz/seg (2)	4.290	1	CGE
Lota	Lota Alto	49 Hz, -0.6 Hz/seg	2.700	1	GRUPO SAESA
EKA CHILE	EKA CHILE	49 Hz, -0.6 Hz/seg (9)	4.000	1	EKA CHILE
San Vicente	Moly Cop	$f < 49.0$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra) (10)	0.080	1	MOLY COP
Horcones	Planta Arauco	$f < 49.0$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra) (4)	4.500	1	ARAUCO
AGA Bio Bio	Equipo Compresor de GAN a Cliente C-05	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0.132	1	AGA
AGA Bio Bio	Compresor de Argón Crudo C-04	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0.030	1	AGA
San Vicente	Inchalam	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0.452	1	INCHALAM
Papeles Bio Bio	Papeles Bio Bio	49 Hz, -0.6 Hz/seg (15)	1.224	1	PAPELES NORSKE SKOG BIO BIO
Petropower	Petroquim-Extrusora Mex	49 Hz, -0.6 Hz/seg	2.000	1	PETROQUIM
Petropower	Enap Bio Bio-Alimentador Boc.-SE Cab.9	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1.370	1	ENAP REFINERIAS BIO BIO
Planta MAPAL	Linea Terminacion	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0.980	1	MASISA
SAN PEDRO	Villa	48.9 Hz (2)	3.490	2	CGE
Talcahuano	Chome	48.9 Hz	4.730	2	CGE
Cementos Bio Bio	Cementos Bio Bio	48.9 Hz (5)	1.000	2	CEMENTOS BIO BIO
Manso de Velasco	Quilque	48.9 Hz	2.630	2	CGE
San Vicente	CAP Huachipato	48.9 Hz	15.000	2	CAP HUACHIPATO - INSTAPANEL
DOW	DOW	48.9 Hz (7)	1.400	2	PETROQUÍMICA DOW

AGA Bio Bio	Compresor de Amoniaco Baja Presión V-103	48.9 Hz	0.075	2	AGA
AGA Bio Bio	Ventilador de Refrigeración por Aire N°1	48.9 Hz	0.015	2	AGA
San Vicente	Inchalam	48.9 Hz	0.145	2	INCHALAM
Petropower	Enap Bio Bio-J1165 Cab.29A	48.9 Hz	0.380	2	ENAP REFINERIAS BIO BIO
Petropower	Enap Bio Bio-OLE Cab.23	48.9 Hz	0.320	2	ENAP REFINERIAS BIO BIO
Papeles Bio Bio	Papeles Bio Bio	48.9 Hz (15)	0.306	2	PAPELES NORSE SKOG BIO BIO
Planta MAPAL	Georgia Pacific	48.9 Hz	0.300	2	MASISA
Andalien	Lo Galindo	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5.780	3	CGE
Latorre	Puerto	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6.010	3	CGE
Ejercito	Chepe	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4.360	3	CGE
Ejercito	Paicavi	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5.780	3	CGE
Perales	Hualpencillo	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5.100	3	CGE
Perales	Salinas	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5.410	3	CGE
Cementos Bio Bio	Cementos Bio Bio	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (5)	0.560	3	CEMENTOS BIO BIO
Lota	Colcura	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3.500	3	GRUPO SAESA
OXY	OXY	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (8)	17.500	3	OCCIDENTAL CHEMICAL
AGA Bio Bio	Compresor de Reciclo C-02	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2.445	3	AGA
San Vicente	Inchalam	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0.355	3	INCHALAM
Petropower	Enap Bio Bio-BombaJ585 Cab.108B	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3.040	3	ENAP REFINERIAS BIO BIO
Papeles Bio Bio	Papeles Bio Bio	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (15)	1.224	3	PAPELES NORSE SKOG BIO BIO
Planta MAPAL	Viruterias, Clasificado y Secado Mende	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0.540	3	MASISA
Coronel	Calabozo	48.7 Hz	2.170	4	CGE
Andalien	Cosmito	48.7 Hz	5.370	4	CGE
San Vicente	Moly Cop	f < 49.0 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra) (10)	0.080	4	MOLY COP
Horcones	Planta Arauco	f < 49.0 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra) (4)	4.500	4	ARAUCO
AGA Bio Bio	Compresor de Amoniaco Alta Presión V-101	48.7 Hz	0.160	4	AGA
San Vicente	Inchalam	48.7 Hz	0.180	4	INCHALAM
Planta MAPAL	Aserrín, Picador, Formacion,Encolado y Prensa Mende	48.7 Hz	0.500	4	MASISA
Papeles Bio Bio	Papeles Bio Bio	48.7 Hz (15)	0.306	4	PAPELES NORSE SKOG BIO BIO
Petropower	Enap Bio Bio-OLE Cab.18	48.7 Hz	0.290	4	ENAP REFINERIAS BIO BIO
Petropower	Enap Bio Bio-Bomba al Rio J1329 Cab.107A	48.7 Hz	0.390	4	ENAP REFINERIAS BIO BIO
Talcahuano	Gaete	48.5 Hz	6.530	5	CGE

Chiguayante	Bio bio	48.5 Hz (2)	2.710	5	CGE
San Vicente	Inchalam	48.5 Hz	0.171	5	INCHALAM
Papeles Bio Bio	Papeles Bio Bio	48.5 Hz (15)	0.306	5	PAPELES NORSKE SKOG BIO BIO
SAN PEDRO	Sta Juana	48.3 Hz	2.990	6	CGE
Coronel	La obra	48.3 Hz	4.480	6	CGE
San Vicente	Inchalam	48.3 Hz	0.233	6	INCHALAM
Papeles Bio Bio	Papeles Bio Bio	48.3 Hz (15)	0.306	6	PAPELES NORSKE SKOG BIO BIO
Petropower	Enap Bio Bio-J1202B MHC	48.3 Hz	2.070	6	ENAP REFINERIAS BIO BIO
<b>ZONA ARAUCANÍA</b>					
Pumahue	Santa Rosa	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.880	1	CGE
Pumahue	Los Cantaros	49 Hz, -0.6 Hz/seg	2.160	1	CGE
Padre Las Casas	Las Quilas	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5.960	1	CGE
Pto. Montt	Tepual	49 Hz, -0.6 Hz/seg	7.400	1	GRUPO SAESA
Osorno	Germán Hube	49 Hz, -0.6 Hz/seg	9.200	1	GRUPO SAESA
Valdivia	Balmaceda	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6.500	1	GRUPO SAESA
Ciruelos	Planta Valdivia	49 Hz, -0.6 Hz/seg (4)	0.210	1	ARAUCO
Temuco	Los Cantaros(6) y Pte. Ahogado	$f < 49.0$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	1.546	1	CODINER
Pumahue	Pueblo Nuevo	48.9 Hz	4.560	2	CGE
Ciruelos	Planta Valdivia	48.9 Hz (4)	0.210	2	ARAUCO
Pid Pid	Pid Pid Norte	48.9 Hz	5.400	2	GRUPO SAESA
Padre Las Casas	Pleiteado	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2.970	3	CGE
Villarrica	Volcán	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	1.700	3	CGE
Pucón	Curarrehue	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	7.100	3	CGE
Negrete	Nacimiento	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3.900	3	GRUPO SAESA
Melipulli	Antonio Varas	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5.000	3	GRUPO SAESA
Pto. Montt	Cayenel	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	11.700	3	GRUPO SAESA
Osorno	Chuyaca	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	8.800	3	GRUPO SAESA
Ciruelos	Planta Valdivia	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (4)	0.210	3	ARAUCO
Valdivia	Las Animas	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5.700	3	GRUPO SAESA
CMPC Planta Valdivia	Desfibrador 1	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	1.000	3	CMPC CARTULINAS
Villarrica	Ñancul	48.7 Hz	0.700	4	CGE
Negrete	Negrete	48.7 Hz	1.800	4	GRUPO SAESA
Pid Pid	Castro Alto	48.7 Hz	6.800	4	GRUPO SAESA
Temuco	Los Cantaros y Pte. Ahogado (6)	$f < 49.0$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	1.546	4	CODINER
Padre Las Casas	Metrenco	48.5 Hz	5.030	5	CGE
Picarte	Picarte Sur	48.5 Hz	5.100	5	GRUPO SAESA

Villarrica	Candelaria	48.3 Hz	0.400	6	CGE
Pucón	Antumalal	48.3 Hz	0.200	6	CGE
CMPC Planta Valdivia	Desfibrador 2	48.3 Hz	1.000	6	CMPC CARTULINAS
Picarte	Schneider	48.3 Hz	7.100	6	GRUPO SAESA

- (1) No participa en Marzo-Abril
- (2) No participa entre Junio y Agosto
- (3) Valor referencial. El detalle del EDAC conjunto entre CMPC Papeles Cordillera y CMPC Cartulinas Planta Maule se muestra abajo
- (4) No se pondrá operativo el EDAC cuando estas plantas autoproductoras estén aportando energía al sistema y no retirándola (es decir, funcionen como centrales generadoras) o, mientras se esté en el proceso de partida y toma de carga con posterioridad a la pérdida intempestiva de generación en la planta ( sin exceder un periodo de 8 horas). En caso contrario, cuando sus unidades generadoras estén indisponibles y se encuentre retirando energía del sistema deberán cumplir con los montos de desconexión de carga del EDAC que se indican en la presente planilla.
- (5) Valor referencial. El detalle del EDAC de Cementos BioBio se muestra abajo
- (6) Alimentador Los Cántaros del EDAC de CODINER no opera en demanda baja
- (7) Desprendimiento sólo entre Mayo a Septiembre
- (8) Desprendimiento sólo entre Enero a Abril y Octubre a Diciembre
- (9) Valor referencial. El ajuste será: Escalon 4 con 9 MW (Enero a Abril), escalón 1 con 9 MW (Mayo), escalón 1 con 4.2 MW (Junio a Septiembre) y escalón 2 con 4.9 MW (Octubre a Diciembre)
- (10) Desprendimiento en Horas de Punta (19:00 a 22:00 hrs.) 0.08 MW, desprendimiento en horas fuera de punta 2.4 MW
- (15) EDAC de Norske Skog Papeles Bío Bío selecciona de un conjunto de cargas predefinidas aquellas que cumplen con porcentajes

### (3) Detalle EDAC conjunto de Papeles Cordillera y CMPC Cartulinas Planta Maule

El EDAC de Papeles Cordillera CMPC es medido y calculado por el sistema descrito de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Desp.C} = [ ( \text{DmM} + \text{DmInicio} ) * \% / 1 - \text{Desp.M} ] \pm 15 \%$$

En que las variables son :

Desp.C = Desprendimiento de Cordillera por Escalón de Frecuencia

DmInicio = Demanda Registrada en Subestación Cordillera al inicio de los eventos EDAC

El sistema discrimina entre horas de punta y fuera de punta seleccionando las constantes dentro de las tablas siguientes:

	E1	E2	E3	E4	E5	E6
<b>Demanda Baja de CMPC Cartulinas-Planta Maule</b>						
<b>Papeles Cordillera</b>	4.82	1.21	4.82	1.21	1.21	1.21
<b>Planta Maule</b>		3.64				
<b>Demanda Alta de CMPC Cartulinas-Planta Maule</b>						
<b>Papeles Cordillera</b>	1.51	0	2.75	0	0	0
<b>Planta Maule</b>	15.7*	1.76**	0	1.76**	1.76**	1.76**

\* sólo si tasa de caída de la frecuencia es menor a -0.6 Hz/seg

\*\* sólo si tasa de caída de la frecuencia es mayor a -0.6 Hz/seg



(5) Detalle EDAC de Cementos BIO BIO

**Tabla 3: Escalones para EDAC BF en horas de punta y fuera de Punta**

Horario	Condición	Escalón 1(*)	Escalón 2	Escalón 3 (*)	Escalón 4	Escalón 5	Escalón 6	Total
		49.0 Hz	49.0 Hz	49.0 Hz	49.0 Hz	49.0 Hz	49.0 Hz	
		MW	MW	MW	MW	MW	MW	
		0.52	0.13	0.52	0.13	0.13	0.13	1.56(**)
Fuera de Punta	1	0	0.7	1.3	0	0	0	2.0
	2	0	1.3	1.4	0	0	0	2.7
	3	0	0.7	1.4	0	0	0	2.1
	4	0	1.4	0.6	0	0	0	2.0
	5	0	3.0	0	0	0	0	3.0
	6	0	2.0	0	0	0	0	2.0
En Punta	7	0	1.0	0	0	0	0	1.0
	8	0	0.8	0	0	0	0	0.8

(\*) : Escalón ajustado por gradientes de tensión  
 (\*\*): Desprendimiento de carga solicitado

(11) Detalle EDAC de Min. Pelambres

Escalón	Frec. Operación	% despren.	ESCENARIO 1					ESCENARIO 2					ESCENARIO 3					ESCENARIO 4				
			1 Línea en producción P=60 (MW)					2 Líneas en producción 60<P<120					3 Líneas en producción 120<P<180					3 Líneas y sin correas regenerativas P=180				
			REQUERIDO	DESPRENDIMIENTO PROPUESTO				REQUERIDO	DESPRENDIMIENTO PROPUESTO				REQUERIDO	DESPRENDIMIENTO PROPUESTO				REQUERIDO	DESPRENDIMIENTO PROPUESTO			
Parcial	Acum.	Parcial	% despren.	Circuito	Parcial	Acum.	Parcial	% despren.	Circuito	Parcial	Acum.	Parcial	% despren.	Circuito	Parcial	Acum.	Parcial	% despren.	Circuito			
1	49Hz - 0.6Hz/seg	7.204	4.3	4.3	4.5	7.5%	52-34	8.6	8.6	15.0	12.5%	52-4/20/32	11.5	11.5	15.0	9.4%	52-4/20/32	13.0	13.0	15.0	8.3%	52-4/20/32
2	48.9	1.801	1.1	5.4	1.1	1.8%	52-17	2.2	10.8	1.1	0.3%	52-17	2.9	14.4	6.0	3.8%	52-34	3.2	16.2	6.0	3.3%	52-34
3	48.8Hz - 0.6Hz/seg	7.204	4.3	9.7	4.5	7.5%	52-34	8.6	19.5	15.0	12.5%	52-4/20/32	11.5	25.9	15.0	9.4%	52-4/20/32	13.0	29.2	15.0	8.3%	52-4/20/32
4	48.7	1.801	1.1	10.8	3.8	6.3%	52-23	2.2	21.6	5.0	4.2%	52-34	2.9	28.8	1.1	0.7%	52-17	3.2	32.4	1.1	0.6%	52-17
5	48.5	1.801	1.1	11.9			No Habilitado	2.2	23.8			No Habilitado	2.9	31.7			No Habilitado	3.2	35.7			No Habilitado
6	48.3	1.801	1.1	13.0			No Habilitado	2.2	25.9	15.0	12.5%	52-4/20/32	2.9	34.6	15.0	9.4%	52-4/20/32	3.2	38.9	15.0	8.3%	52-4/20/32
TOTALES			21.6	13.0	13.9	23.2%		25.9		51.1	30.1%		34.6		52.1	23.2%		38.9		52.1	20.6%	

potencia max 60 MW

DEMANDA MEDIA	
circuito	MW
MOLINO SAG 1	52-4 15
MOLINO SAG 2	52-20 15
MOLINO SAG 3	52-32 15
CAMPAMENTO	52-17 1.1
TRANQUE QUILLAYES	52-23 3.8
RECIRCULACION 2	52-34 4.5

potencia max 120 MW

DEMANDA MEDIA	
circuito	MW
MOLINO SAG 1	52-4 15
MOLINO SAG 2	52-20 15
MOLINO SAG 3	52-32 15
CAMPAMENTO	52-17 1.1
TRANQUE QUILLAYES	52-23 6.6
RECIRCULACION 2	52-34 5

potencia max 160 MW

DEMANDA MEDIA	
circuito	MW
MOLINO SAG 1	52-4 15
MOLINO SAG 2	52-20 15
MOLINO SAG 3	52-32 15
CAMPAMENTO	52-17 1.1
TRANQUE QUILLAYES	52-23 10
RECIRCULACION 2	52-34 6

potencia max 180 MW

DEMANDA MEDIA	
circuito	MW
MOLINO SAG 1	52-4 15
MOLINO SAG 2	52-20 15
MOLINO SAG 3	52-32 15
CAMPAMENTO	52-17 1.1
TRANQUE QUILLAYES	52-23 10
RECIRCULACION 2	52-34 6

La lógica de operación sobre los molinos SAG es la siguiente (circuitos 52-4, 52-20, 52-32)

- Existen 3 molinos SAG en MLP. Por tal motivo es necesario alambrar los trip a los tres, dado que uno de ellos (o dos) podría estar en mantenimiento al momento de ocurrir una operación del EDAC
- Los escenarios 2, 3 y 4 están afectos a la salida de 2 molinos SAG como máximo
- Para los escenarios 2, 3 y 4, el desprendimiento de carga del SAG durante el primer escalón, se repite en el sexto escalón (es el mismo SAG)
- La señal de TRIP a los SAG se realizará mediante "vuelta de llave", primero dando orden de apagado a los semiconductores del convertidor respectivo. Esto introduce un retardo de 60 ms

**(12) Detalle cargas disponibles EDAC de Cristalerías Chile**

Edac selecciona cargas de acuerdo a los porcentajes de la demanda total en cada instante

Nº	Cargas Desprendibles por EDA	KW (promedio)
1	Calef. Petroleo Estanque	50
2	Batch House	132
3	Precipitador	54
4	Ventilador E1	118
5	Ventilador E3	118
6	Compresor N°1	651
7	Compresor N°2	651
8	Compresor N°5	430
9	Compresor N°6	430
10	Compresor N°7	430
11	Electro Boosting	800

**(13) Detalle EDAC de Codelco - Div Andina**Cargas del EDAC Integral 66 Kv

CARGAS EN 66 KV (ACONCAGUA)	MW
<b>DEMANDA</b>	<b>29.600</b>
MOBA 3, MOBA 7 y 8 Seccion 14 S/E Molinos	3.336
Seccion 1 S/E Molinos	3.434
Cuaternario Seccion 16 S/E Molinos	0.950
Remolienda 1 Sala Electrica C	1.300
Remolienda 2 Sala Electrica C	1.300
Molinos barras 2	0.700
Hilton, Hatt, km 28, secc 4 S/E principal molinos	0.230
Molinos bolas 6	1.300
<b>POTENCIA EDAC 66 kv</b>	<b>12.550</b>

Por cada EDAC a implementar (de 66 KV y de 220 KV), se implementa un código similar. Estos programas (dos) se ejecuta en la RTU Telvent maestra EDAC (de la Sala SCADA de Cordillera. Los pasos, en pseudocódigo, son los siguientes.

- Paso 1: Se reciben las prioridades de todas las cargas desde la consola de operación. Se ordenan las cargas de menor a mayor prioridad. La prioridad 0 (cero) significa carga no considerada en la rutina.
- Paso 2: Se suman las cargas, desde la menor prioridad a la mayor, hasta tener la potencia deslastrable que pide el Escalón 2. Este subconjunto de cargas queda asignado entonces al Escalón 2
- Paso 3: Con las cargas restantes, se suman cargas desde la menor prioridad a la mayor hasta lograr la potencia del Escalón 2+4 menos la Potencia real del Escalón 2. Este subconjunto de cargas queda asignado al Escalón 4
- Paso 4: Con las cargas restantes, se suman cargas desde la menor prioridad a la mayor hasta lograr la potencia del Escalón 2+4+5 menos la Potencia real del Escalón 2 menos la Potencia real del Escalón 4. Este subconjunto de cargas queda asignado al Escalón 5
- Paso 5: Con las cargas restantes, se suman cargas desde la menor prioridad a la mayor hasta lograr la potencia del Escalón 2+4+5+6 menos la Potencia real del Escalón 2 menos la Potencia real del Escalón 4 menos la Potencia real del Escalón 5. Este subconjunto de cargas queda asignado al Escalón 6
- Paso 6: Con las cargas restantes, se suman las cargas, desde la menor prioridad a la mayor, hasta tener la potencia deslastrable que pide el Escalón 1. Este subconjunto de cargas queda asignado entonces al Escalón 1.
- Paso 7: Con las cargas restantes, se suman las cargas, desde la menor prioridad a la mayor, hasta tener la potencia deslastrable que pide el Escalón 3. Este subconjunto de cargas queda asignado entonces al Escalón 3.

Cargas del EDAC Integral 220 Kv.

CARGAS EN 220 KV (POLPAICO)	MW
<b>DEMANDA</b>	<b>85.000</b>
MOBO1 Seccion2 MT M1 S/E SAG	5.600
MOBO2 Seccion4 MT M1 S/E SAG	5.595
Chancado Don Luis	1.200
S/E 16 1/2 E Ventilacion	2.500
Caverna Descarga	0.200
S/E 16 1/2 D	2.451
Estacion de Maniobra 1	1.233
Estacion de Maniobra 2	1.233
SwitchGear 13.2 KV	1.505
Sala Electrica Cabezal VDF A7	2.025
Sala Electrica Chancado Secundario	2.916
Molino Unitario	8.101
Bomba 15 de Impulsion Espesador 3	0.360
Bomba 16 de Impulsion Espesador 3	0.360
Bomba 17 de Impulsion Espesador 3	0.360
S/E 8A 13,2 kv (traslado de carga)	0.400
<b>POTENCIA EDAC 220 kv</b>	<b>35.319</b>

**(16) Detalle EDAC Planta Celulosa Nueva Aldea II**

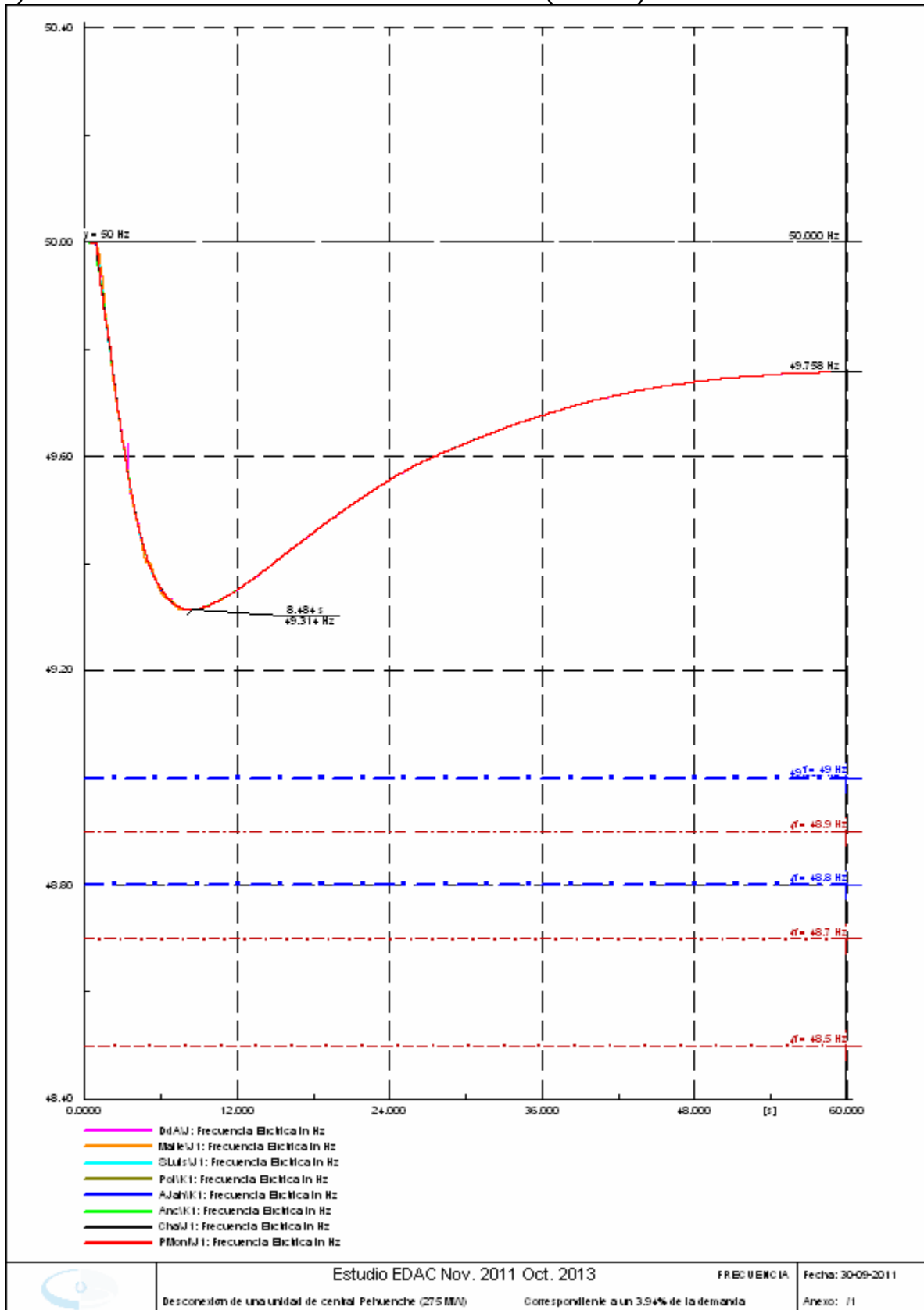
Demanda total planta de 9 MW					
Escalón	Alimentadores	Potencia (MW)	% de Carga	Frecuencia (Hz)	df/dt
3	2-11	2	22,2	48,8	-0,6Hz/s
5	2-4 y 2-6	0,55	6,1	48,5	-
6	2-7 y 2-8	0,55	6,1	48,3	-
Tabla 1: Cuadro de desprendimiento de carga para demanda de 9MW					
Demanda total planta de 6 MW					
Escalón	Alimentadores	Potencia (MW)	% de Carga	Frecuencia (Hz)	df/dt
3	2-11	0,33	5,5	48,8	-0,6Hz/s
5	2-4 y 2-6	0,55	9,2	48,5	-
6	2-7 y 2-8	0,55	9,2	48,3	-
Tabla 2: Cuadro de desprendimiento de carga para demanda de 6MW					

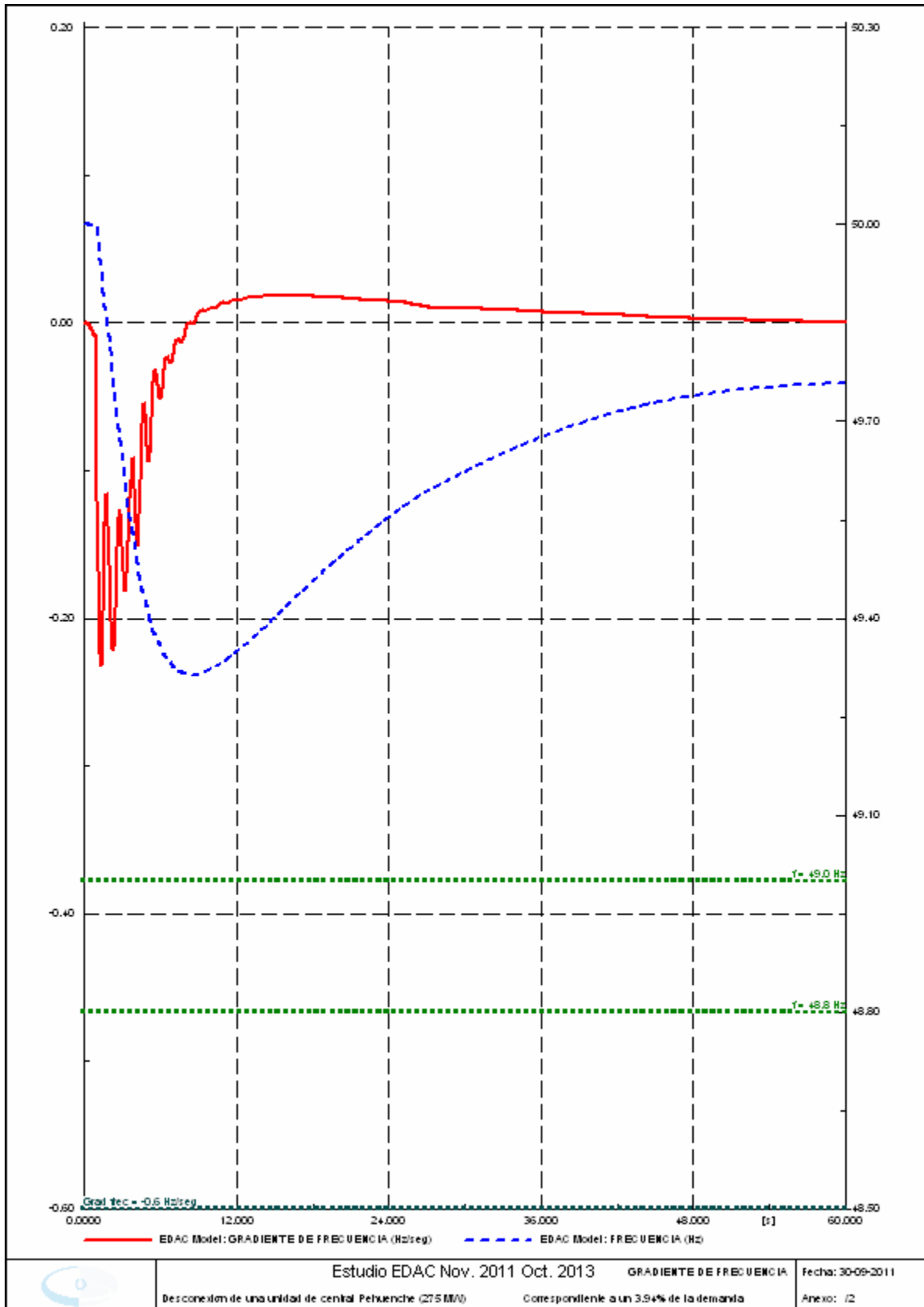
# **Anexo 2**

## **Detalle simulaciones dinámicas**

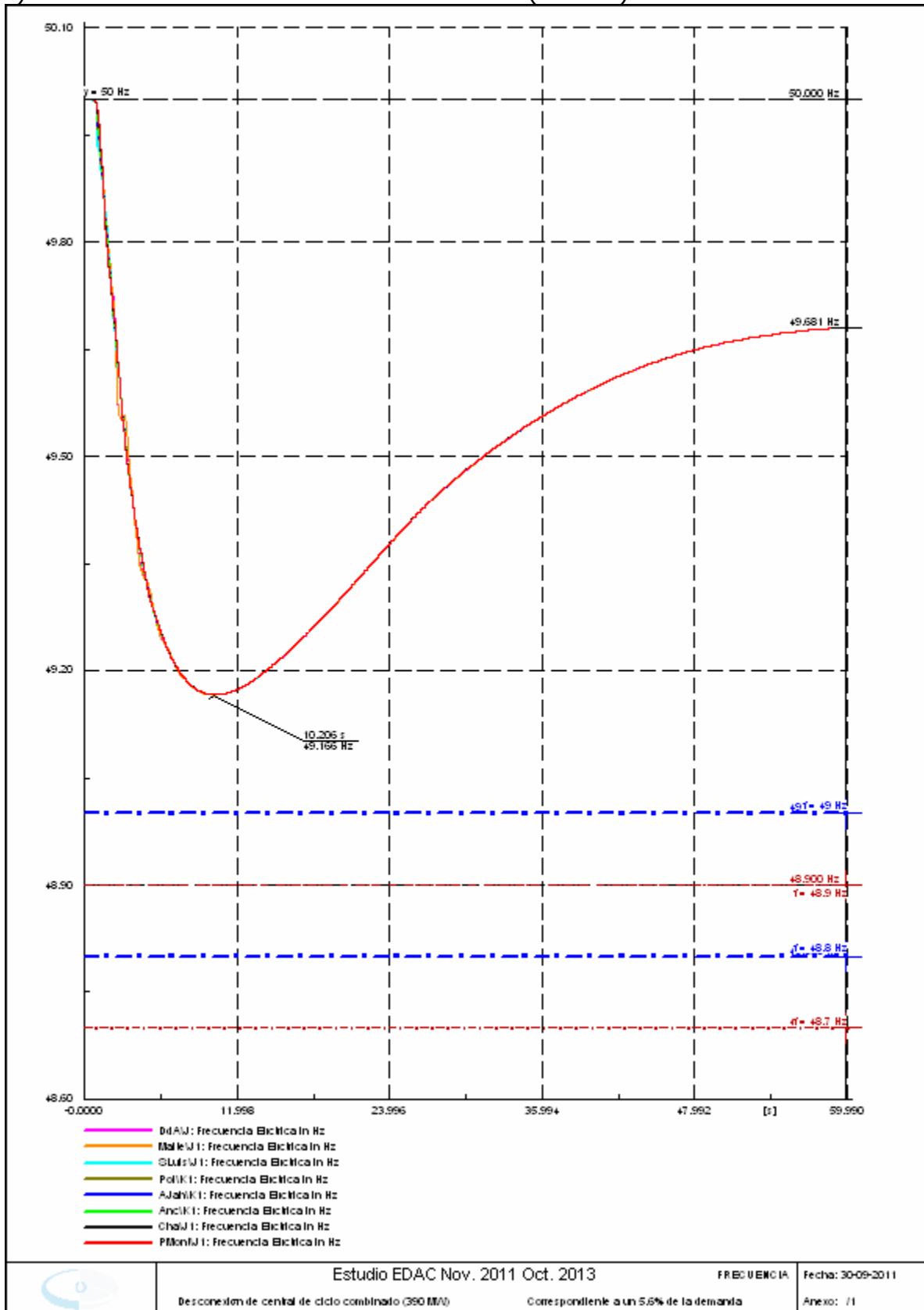
### **Escenario de demanda Alta**

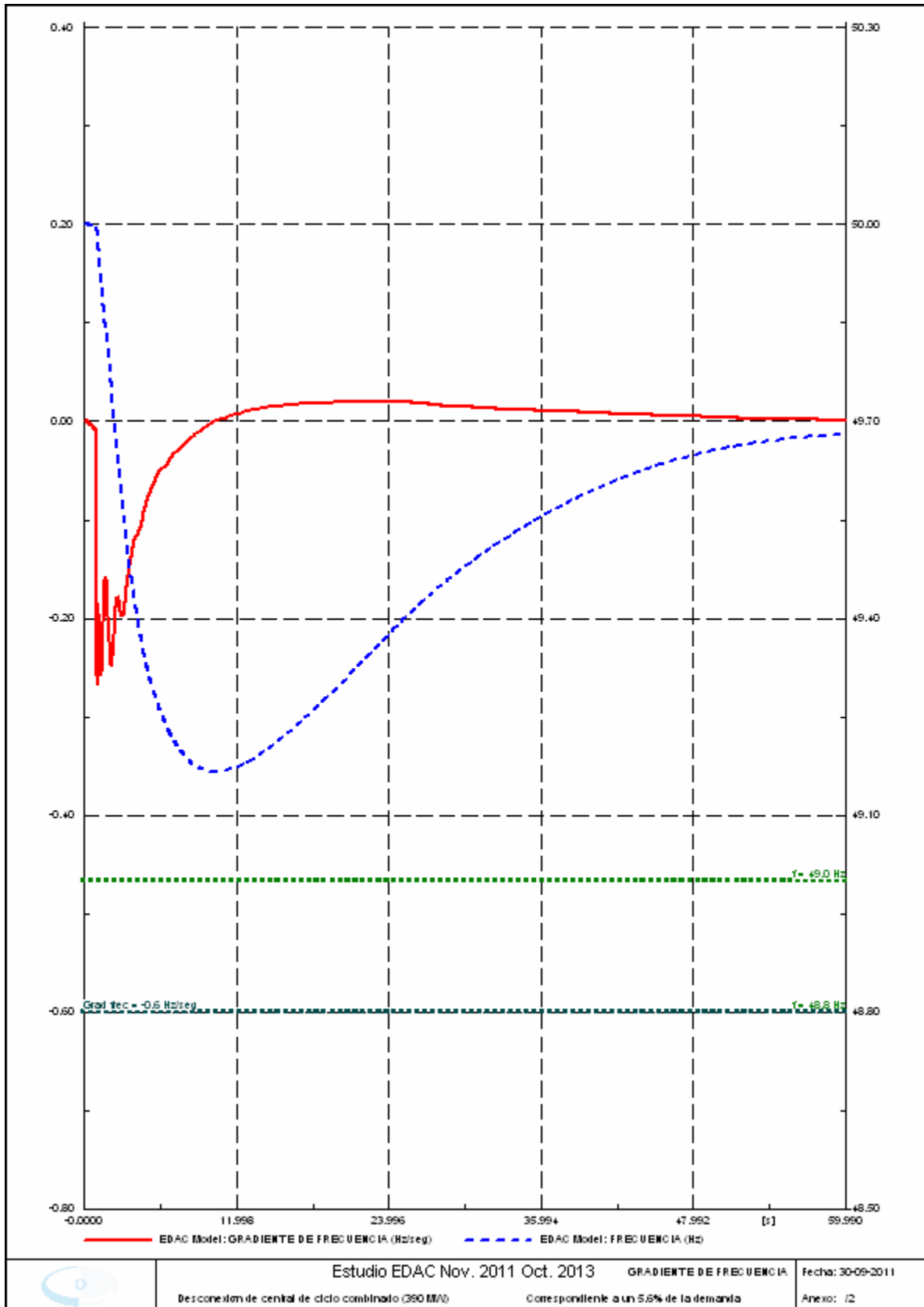
a) Desconexión de una unidad de central Pehuenche (275 MW) – 3.94% de la demanda



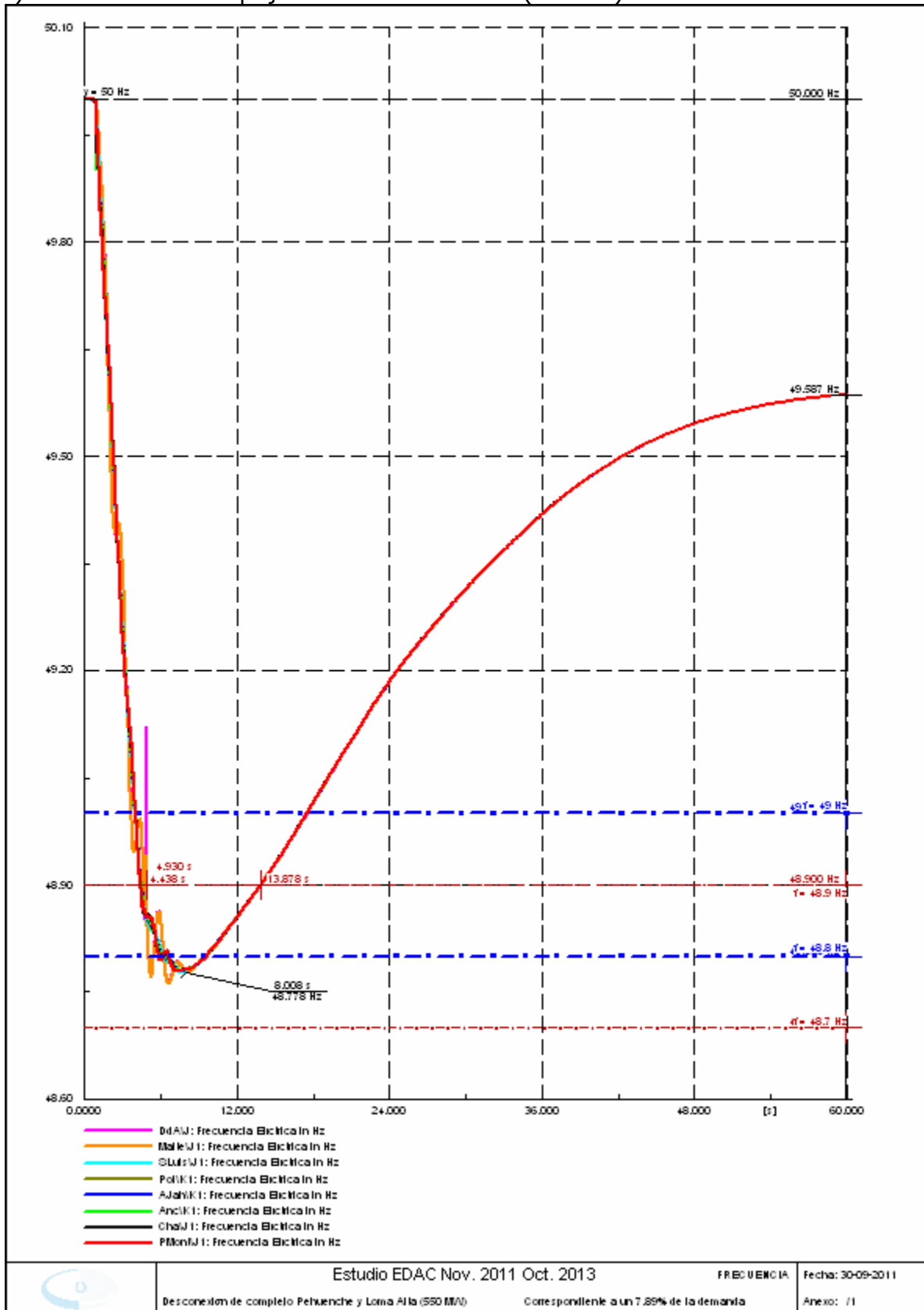


b) Desconexión de una central de ciclo combinado (390 MW) – 5.6% de la demanda

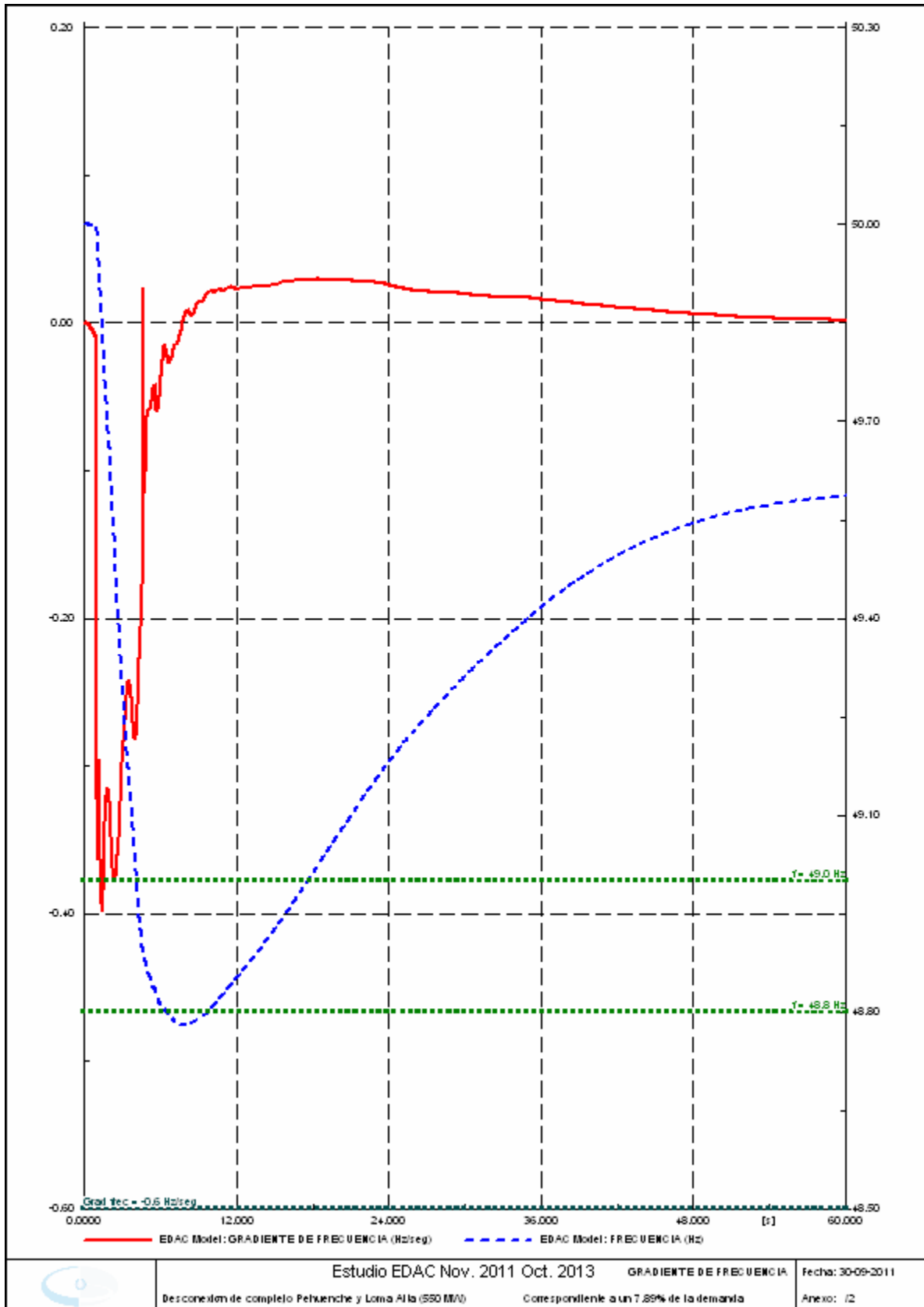




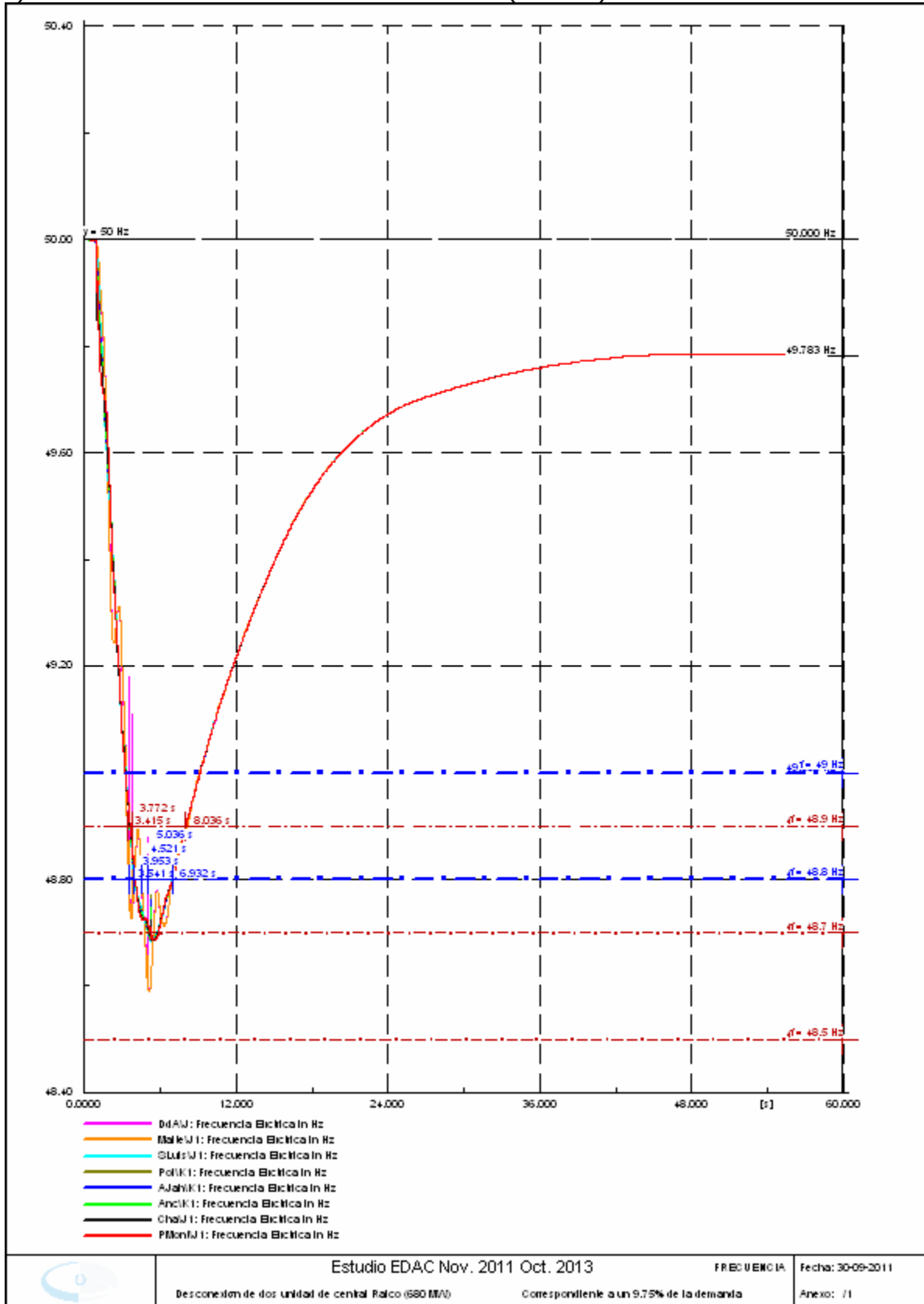
c) Desconexión de complejo Pehuenche-Loma Alta (580 MW) – 8.3% de la demanda

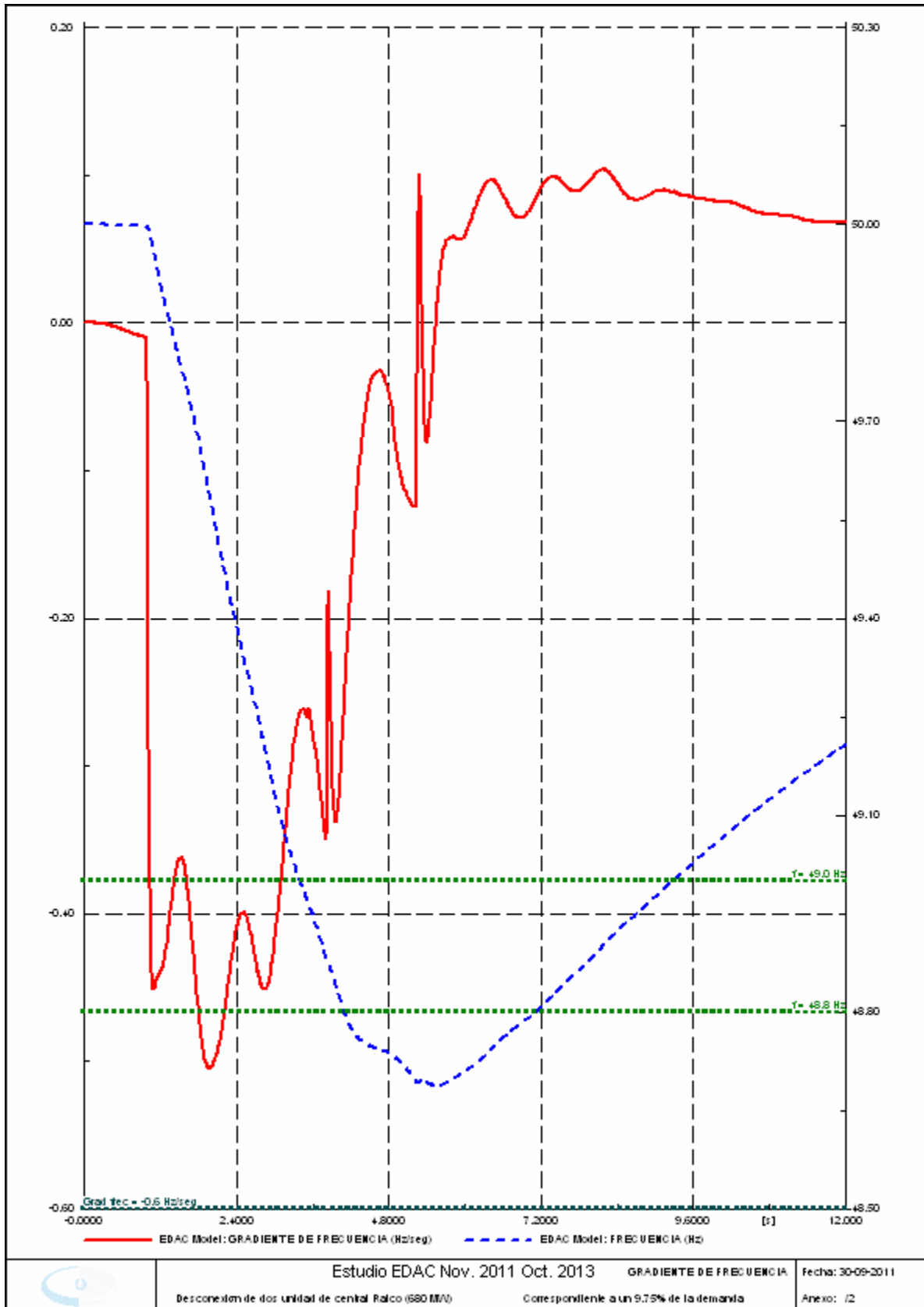




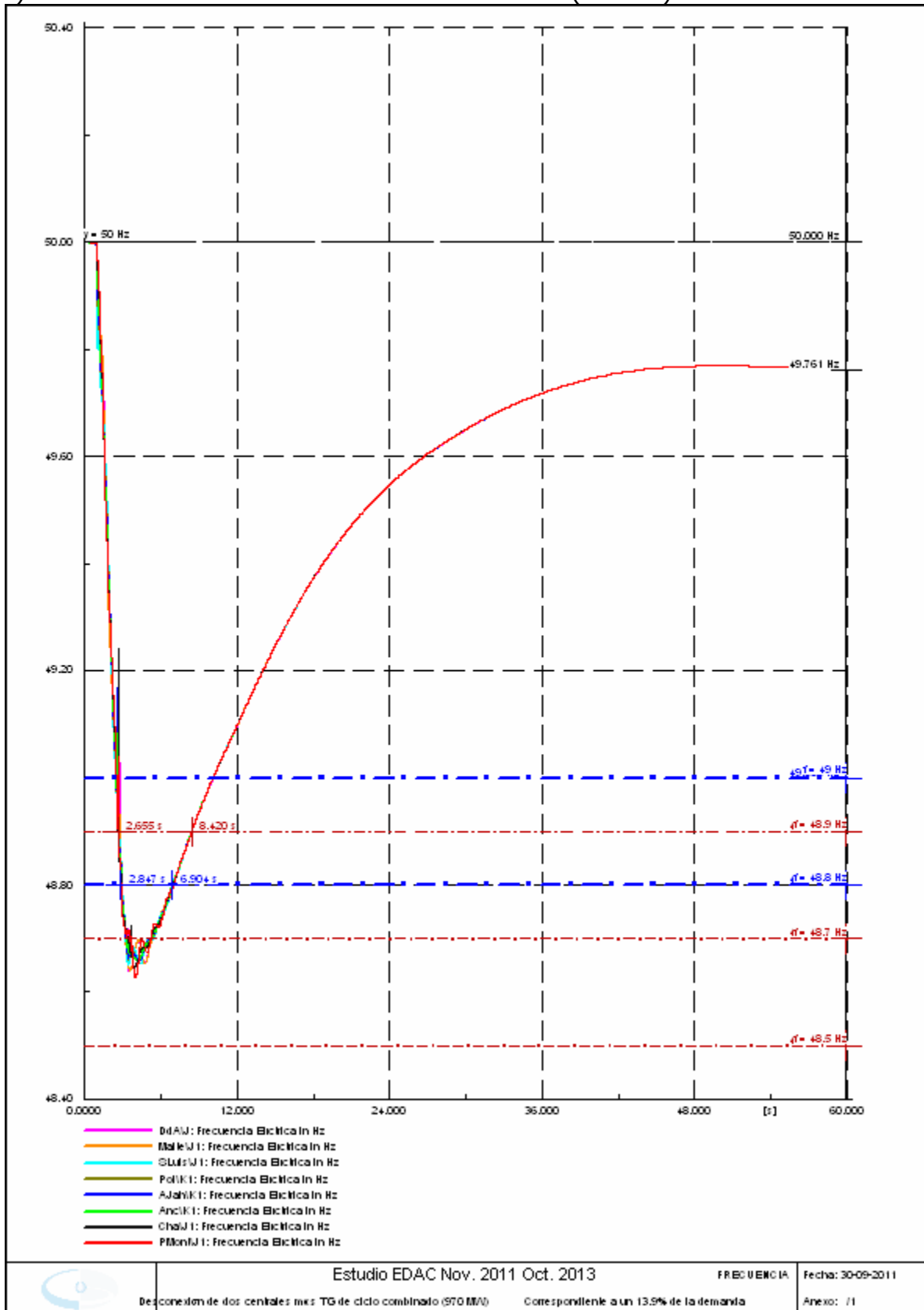


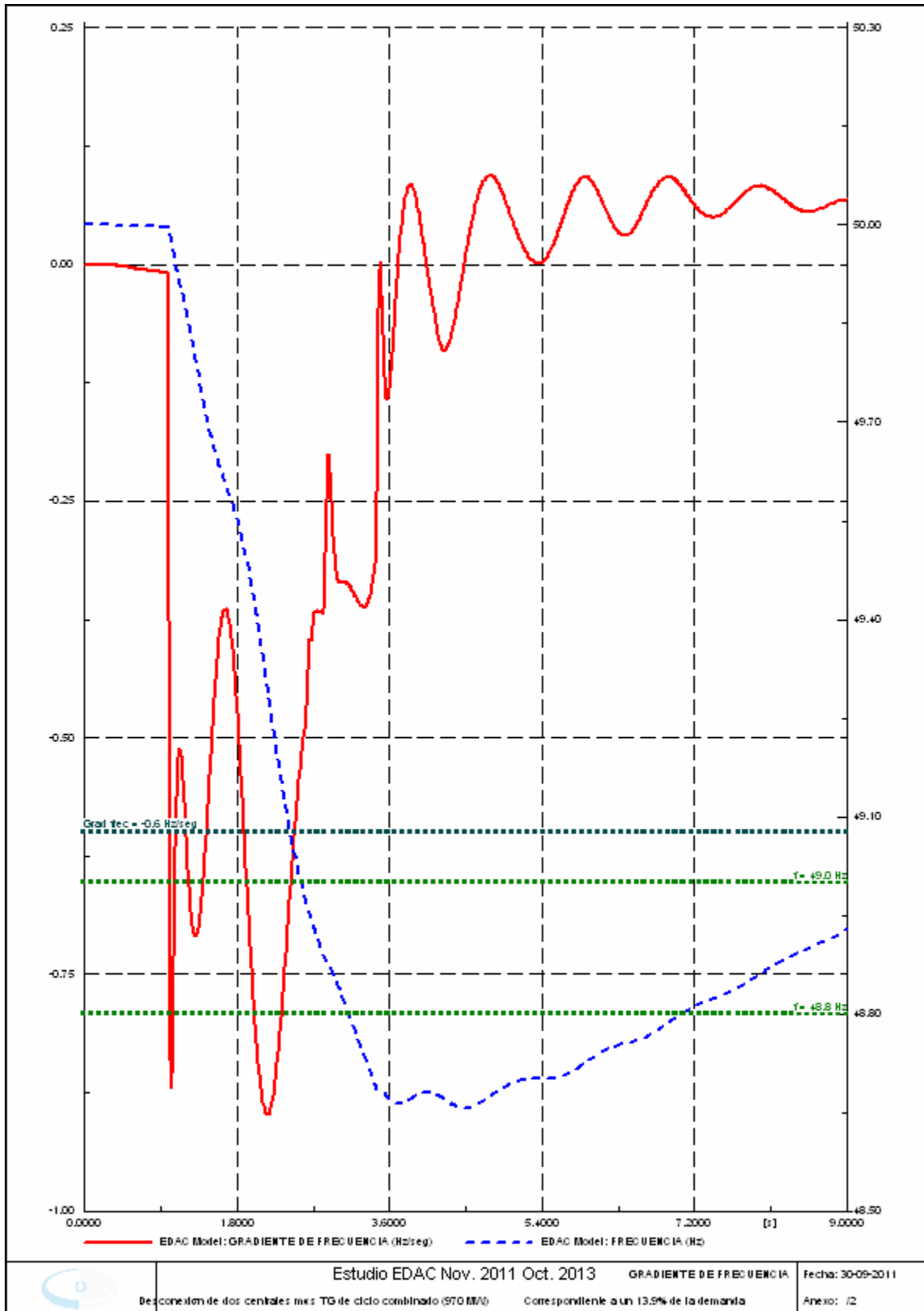
d) Desconexión de dos unidades de central Ralco (680 MW) -9.75% de la demanda



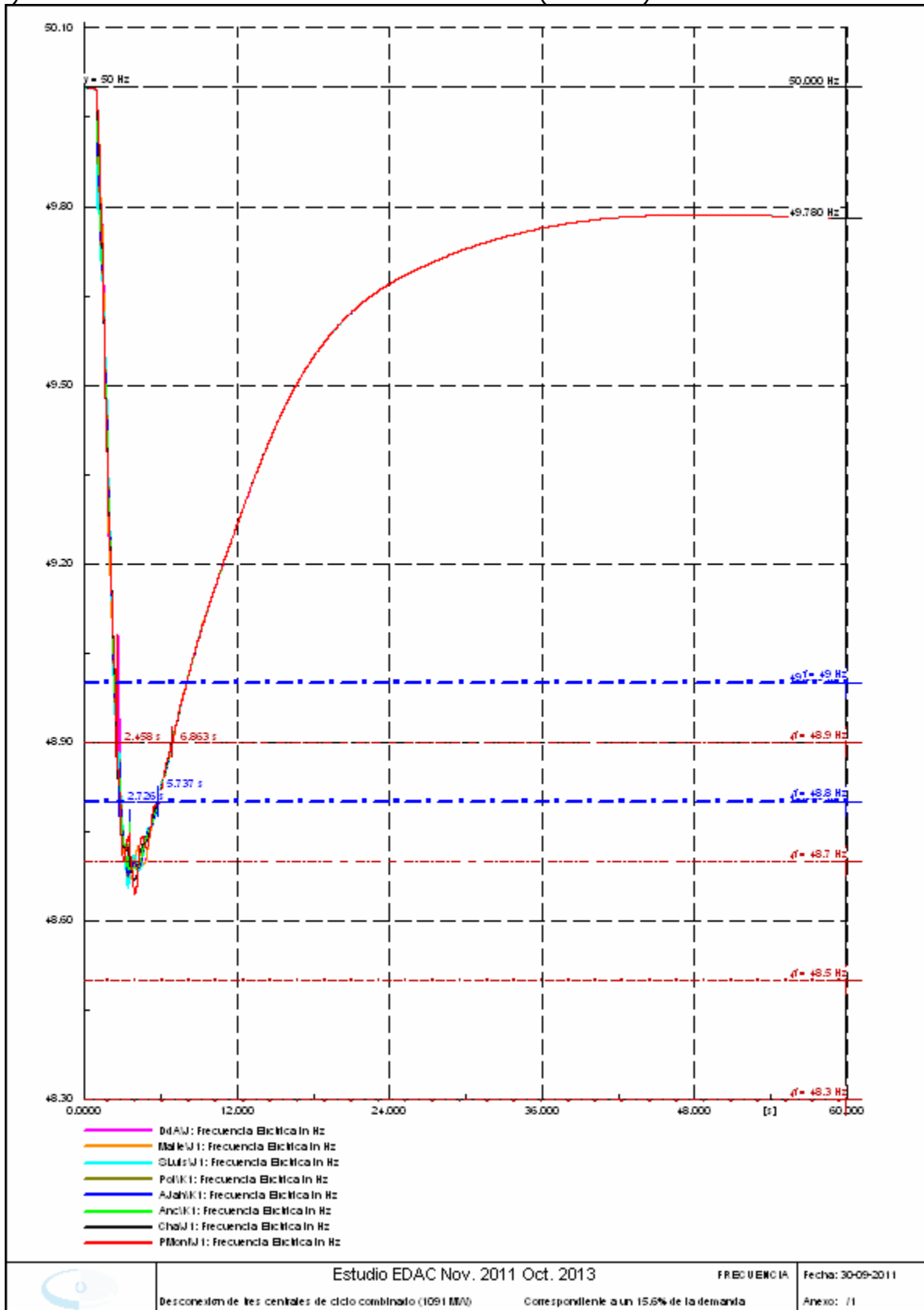


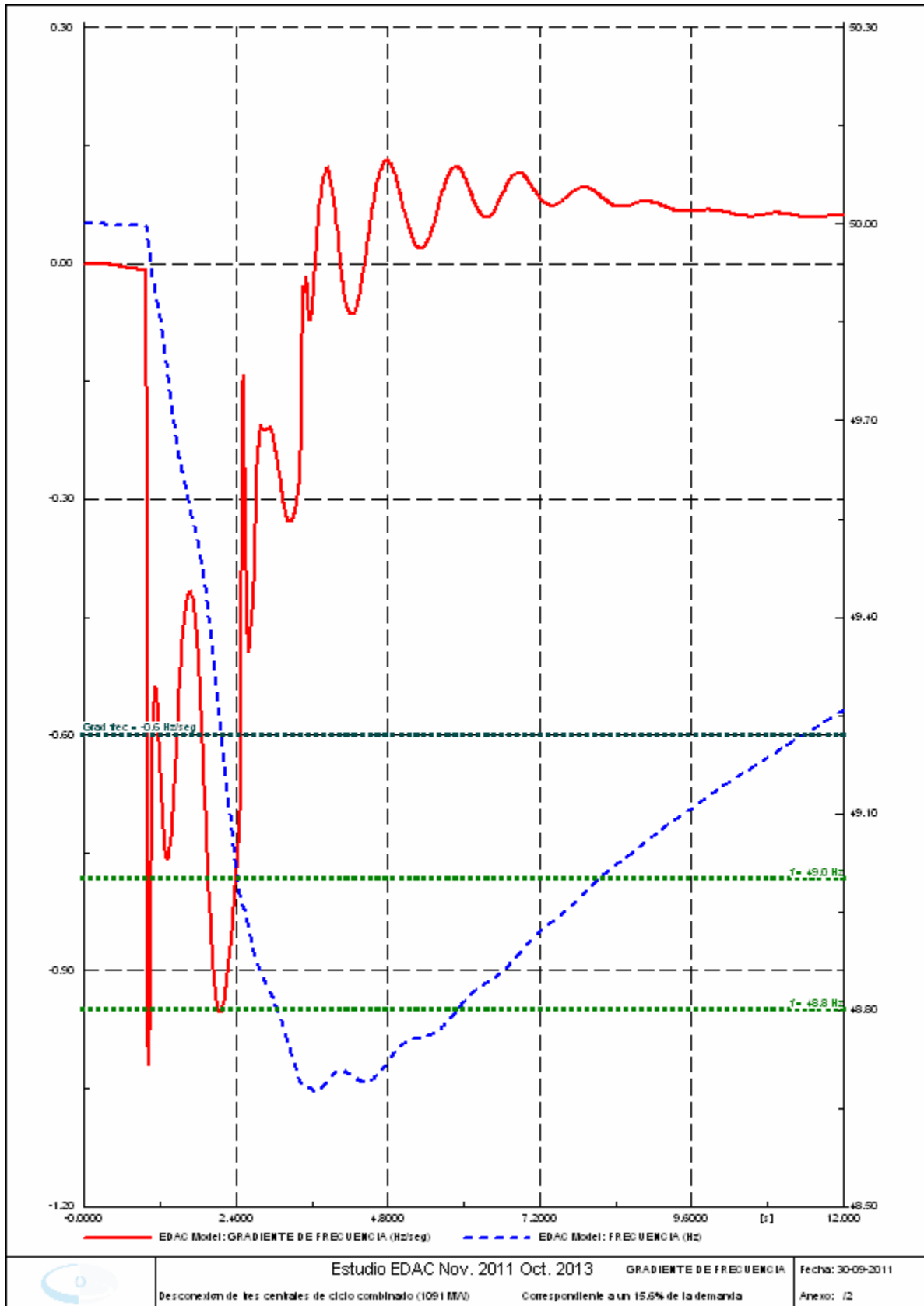
e) Desconexión dos centrales ciclo combinado más TG (690 MW) – 13.9% de demanda





f) Desconexión de tres centrales de ciclo combinado (1091 MW) – 15.6% de la demanda





Estudio EDAC Nov. 2011 Oct. 2013 GRADIENTE DE FRECUENCIA  
 Desconexión de los centrales de ciclo combinado (1091 MW) Correspondiente a un 15.6% de la demanda

Fecha: 30-09-2011  
 Anexo: /2

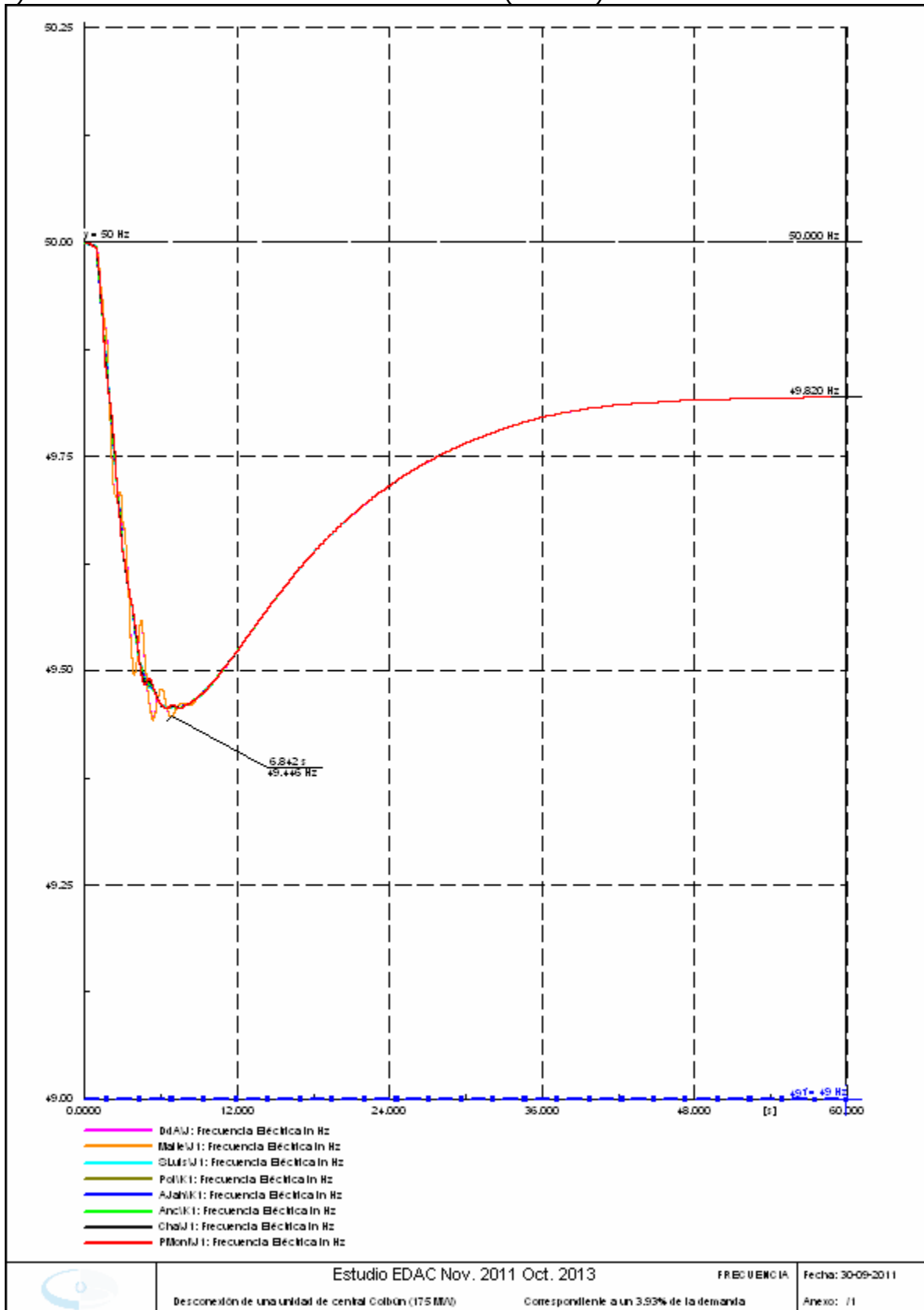
# **Anexo 3**

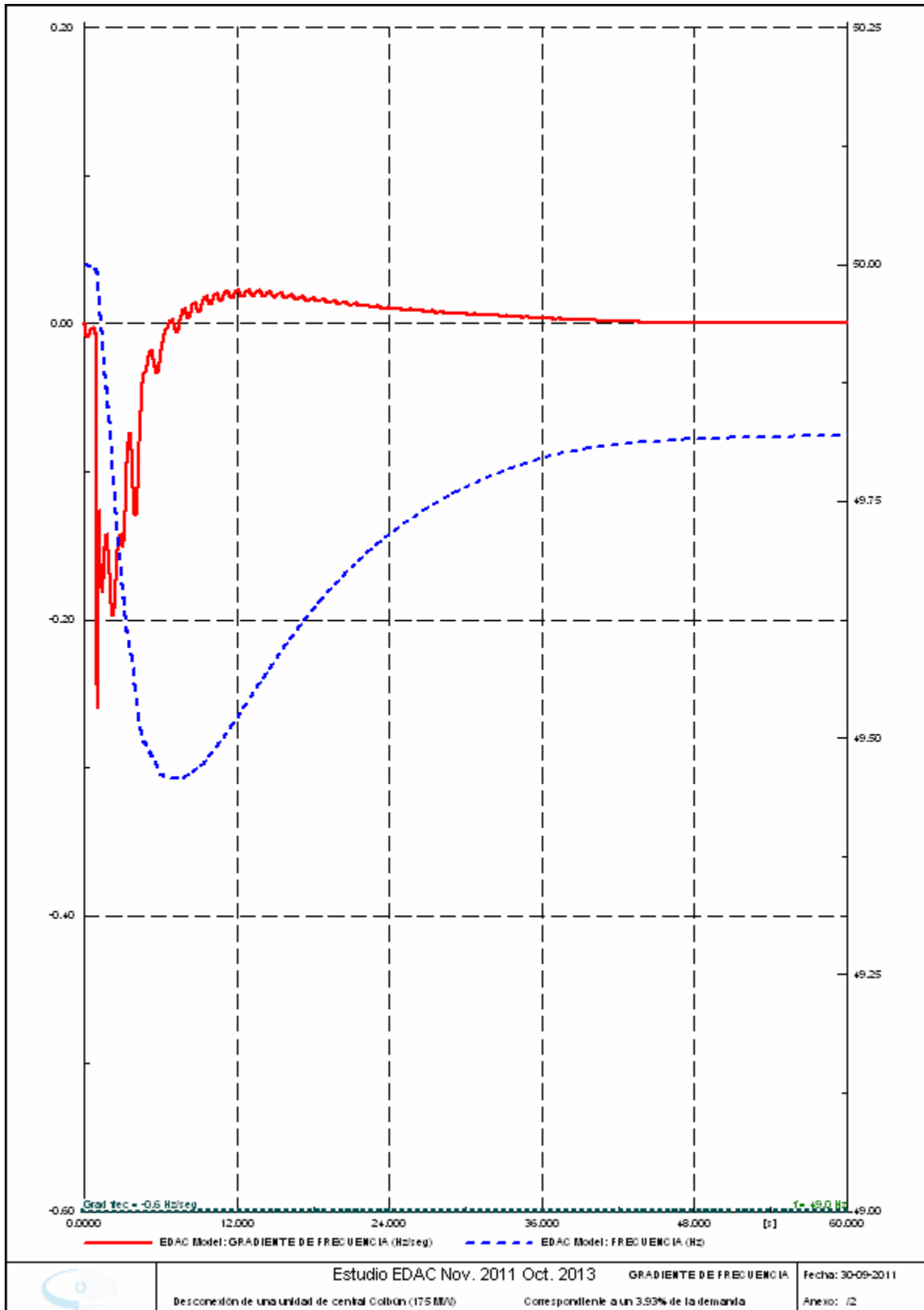
## **Detalle simulaciones dinámicas**

### **Escenario de demanda Baja**

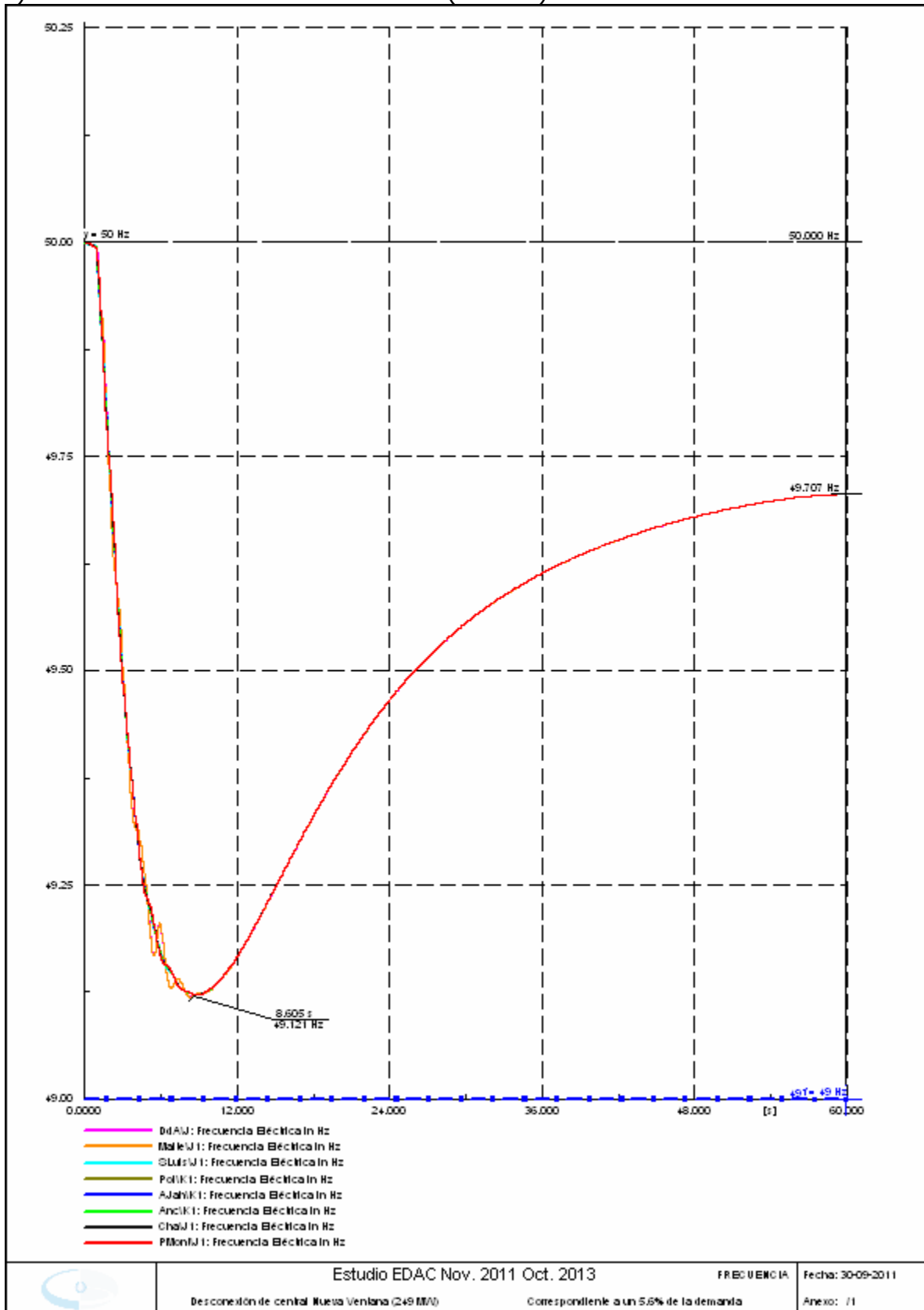


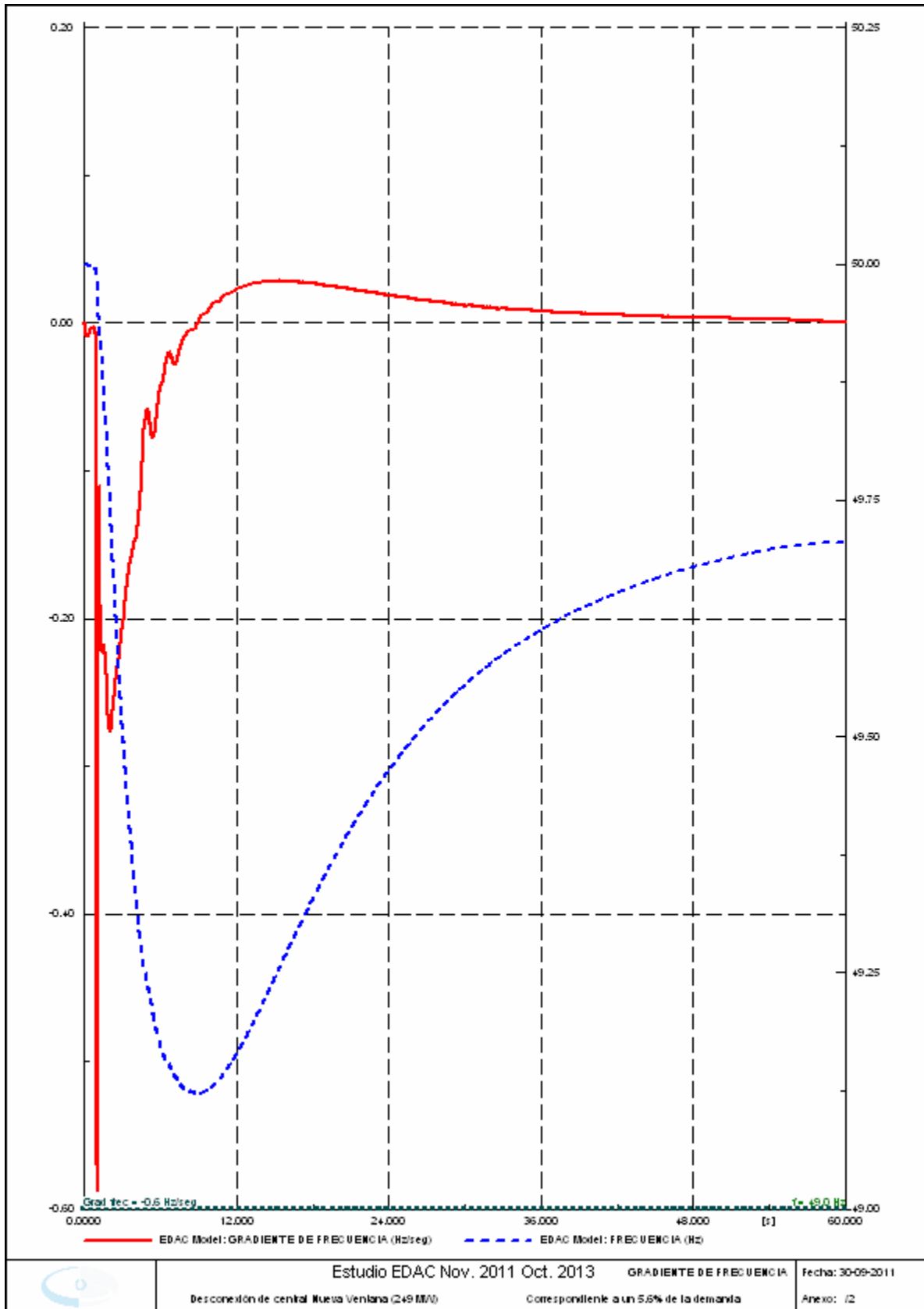
a) Desconexión de una unidad de central Colbún (175 MW) – 3.93% de la demanda



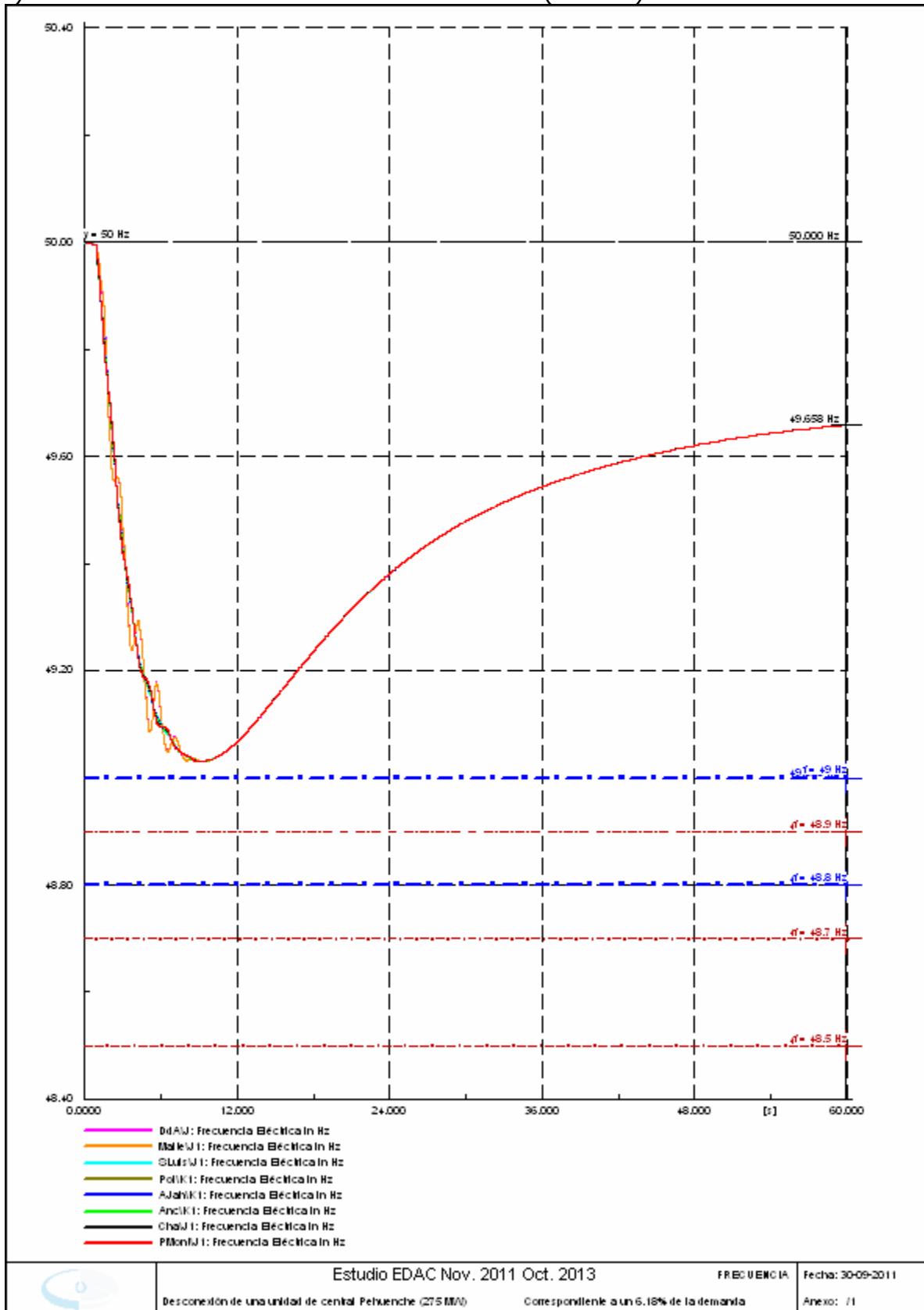


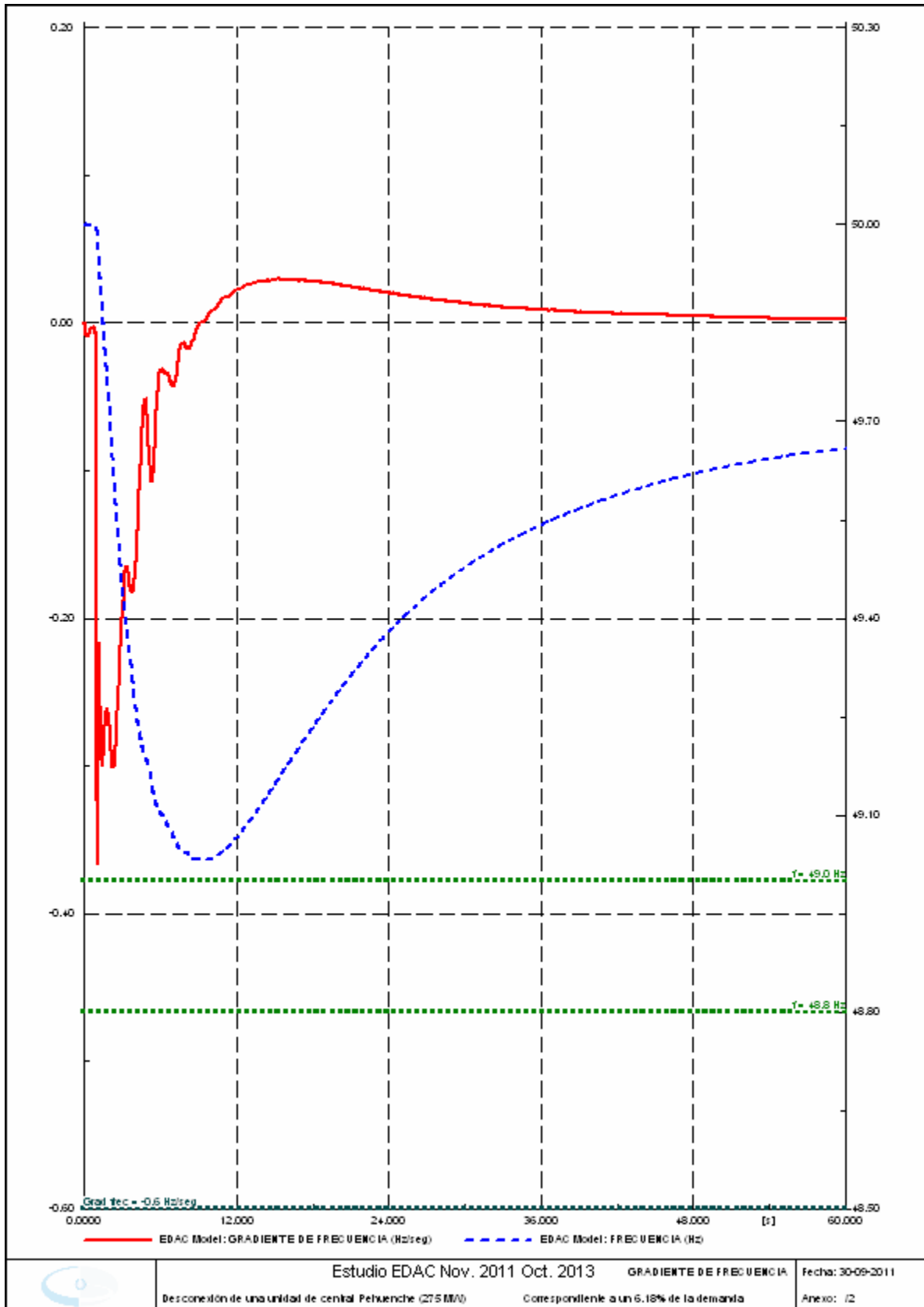
b) Desconexión de central Nueva Ventanas (249 MW) – 5.6% de la demanda






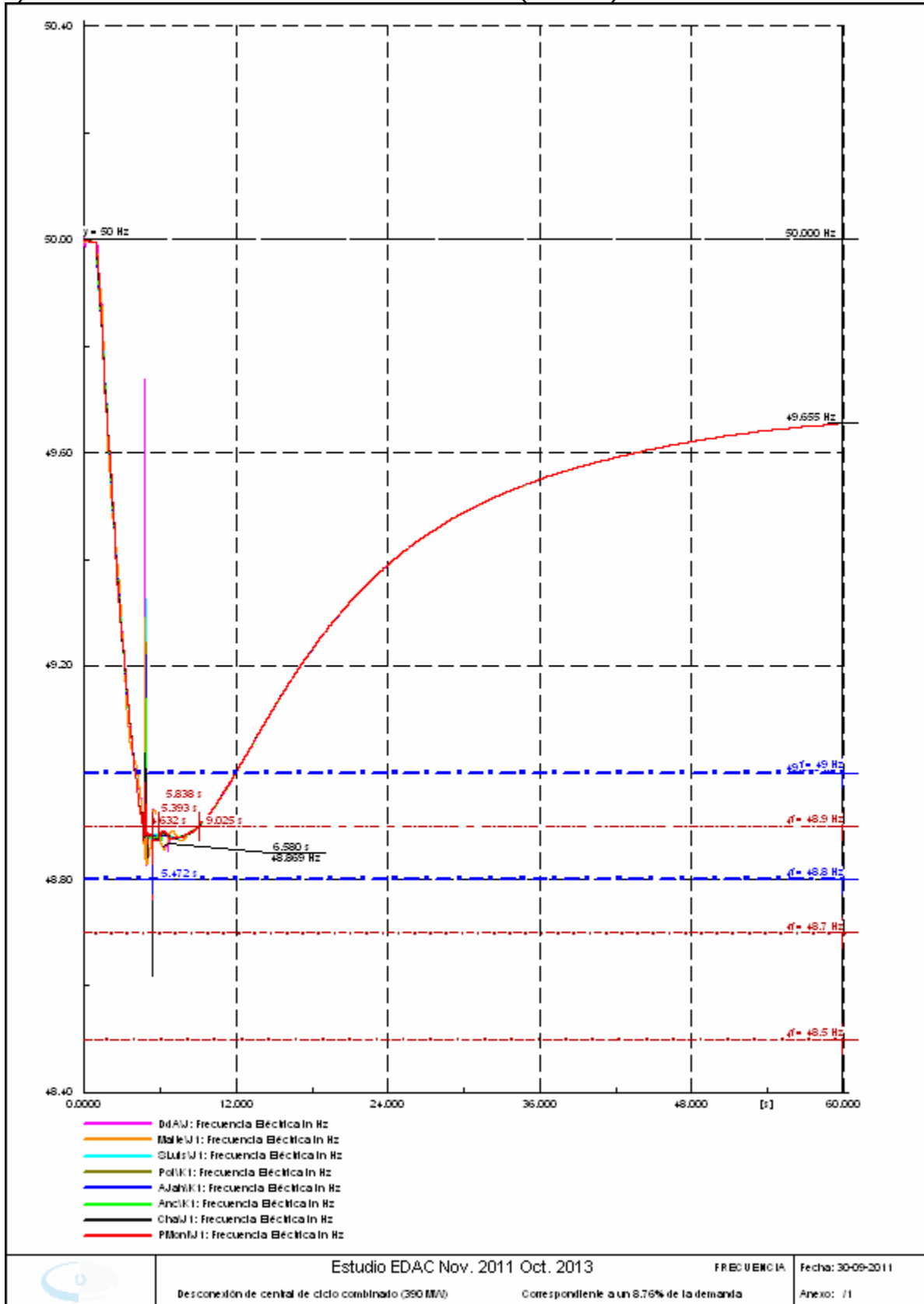
c) Desconexión de una unidad de central Pehuenche (275 MW) – 6.18% de la demanda

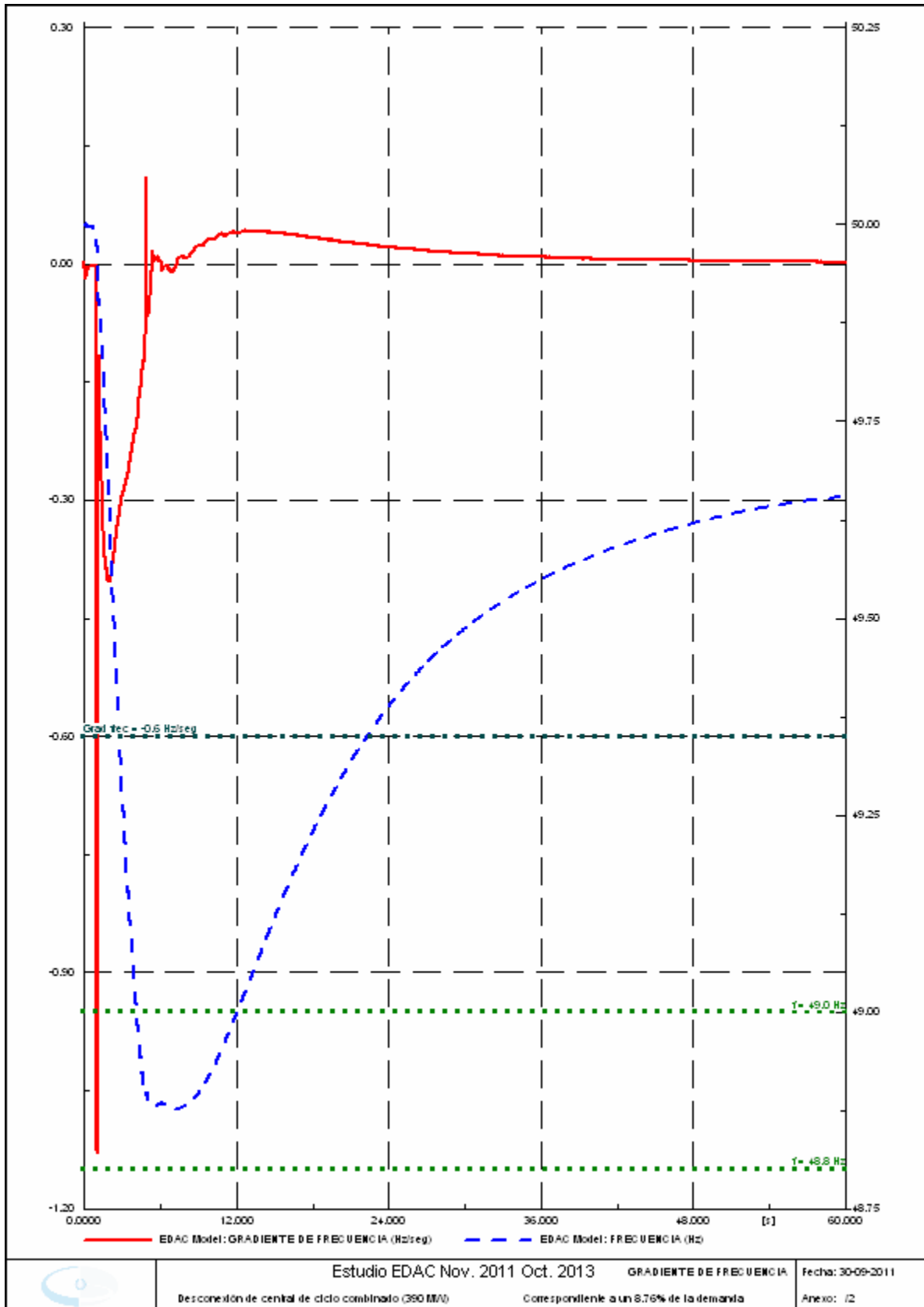




	Estudio EDAC Nov. 2011 Oct. 2013     GRADIENTE DE FRECUENCIA	Fecha: 30-09-2011
	Desconexión de una unidad de central Pehuénche (275 MW)     Correspondiente a un 6.18% de la demanda	Anexo: /2

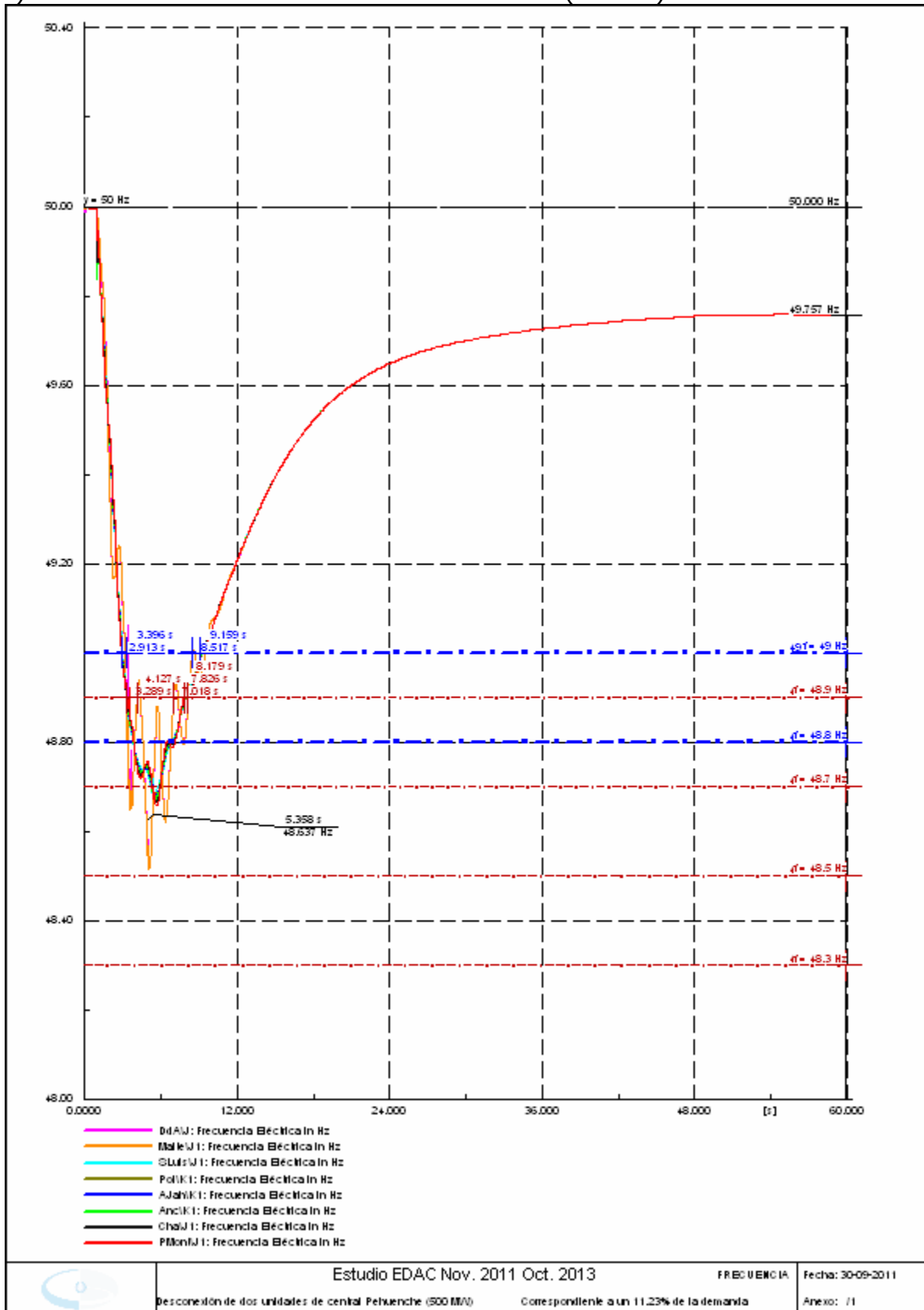
d) Desconexión de una central de ciclo combinado (390 MW) – 8.76% de la demanda

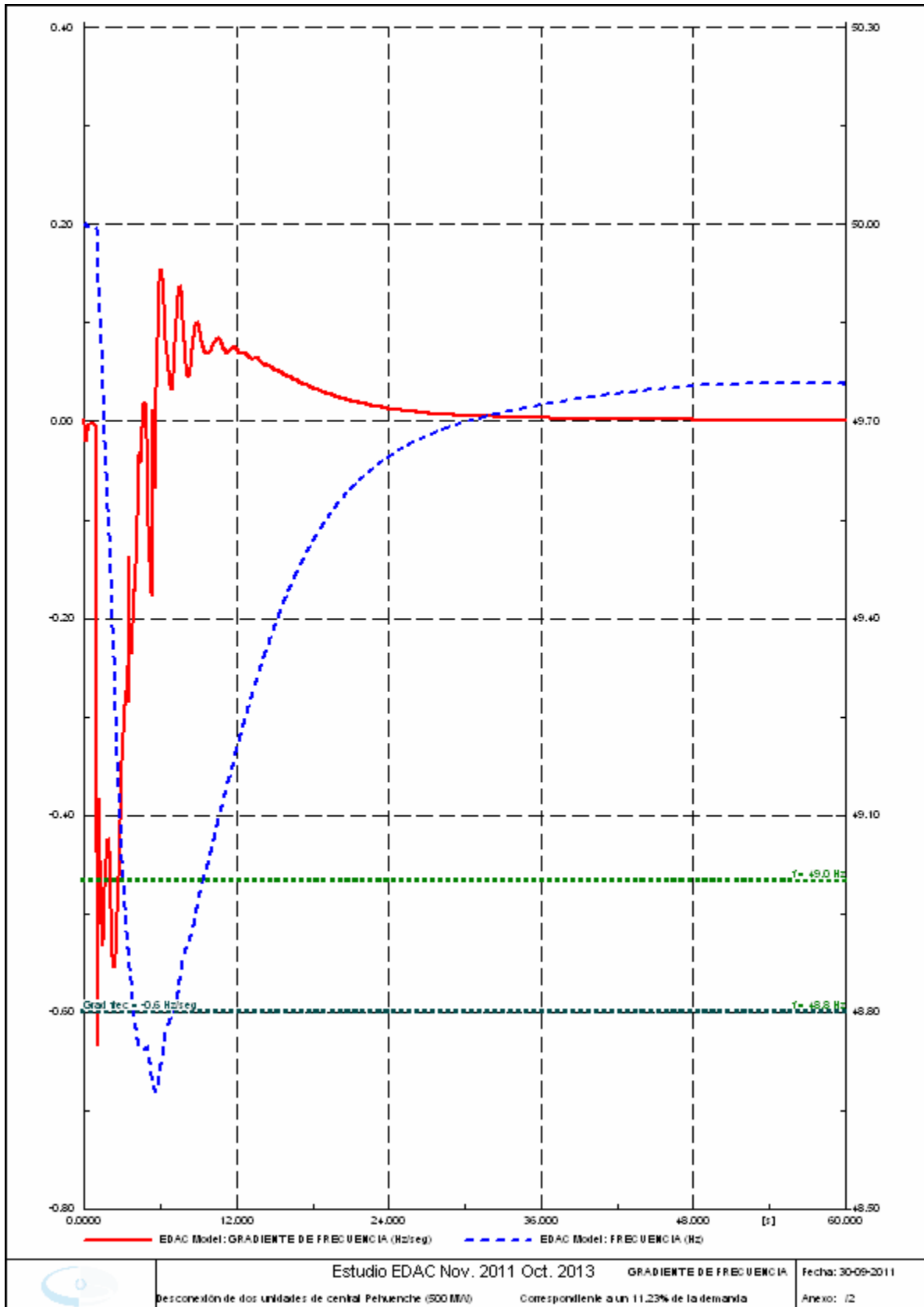




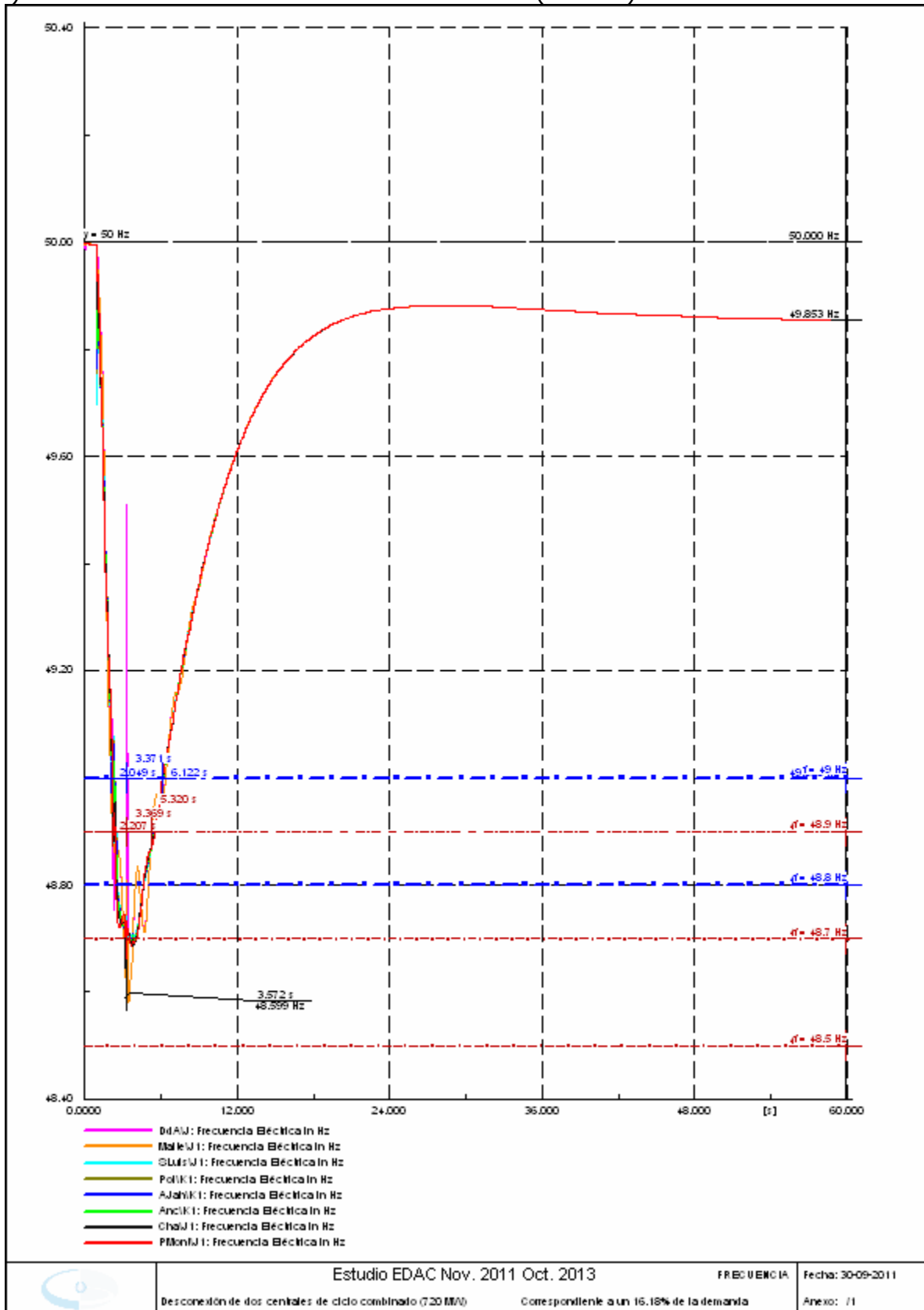


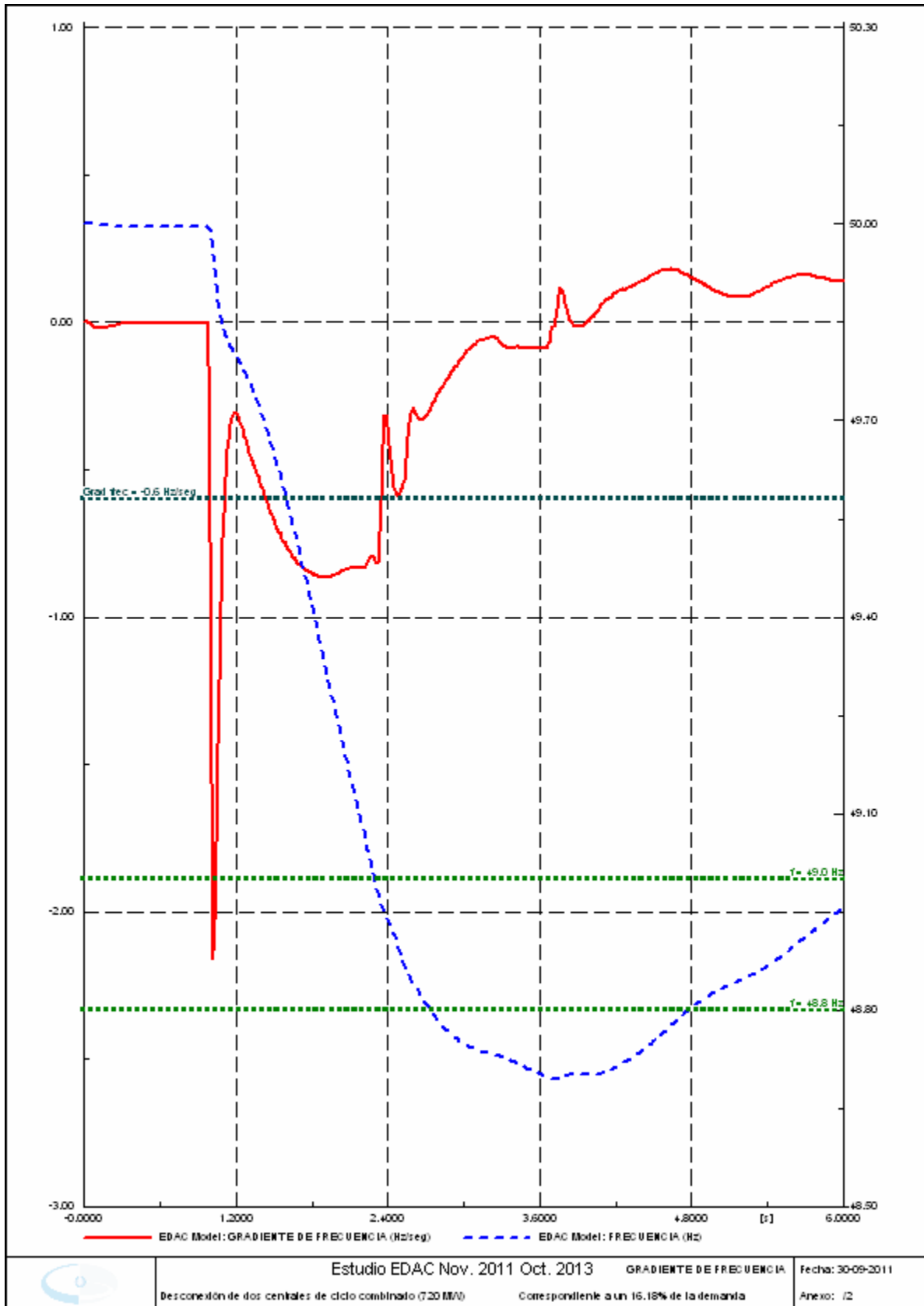
e) Desconexión de dos unidades de central Pehuenche (500 MW) – 11.2% de la demanda



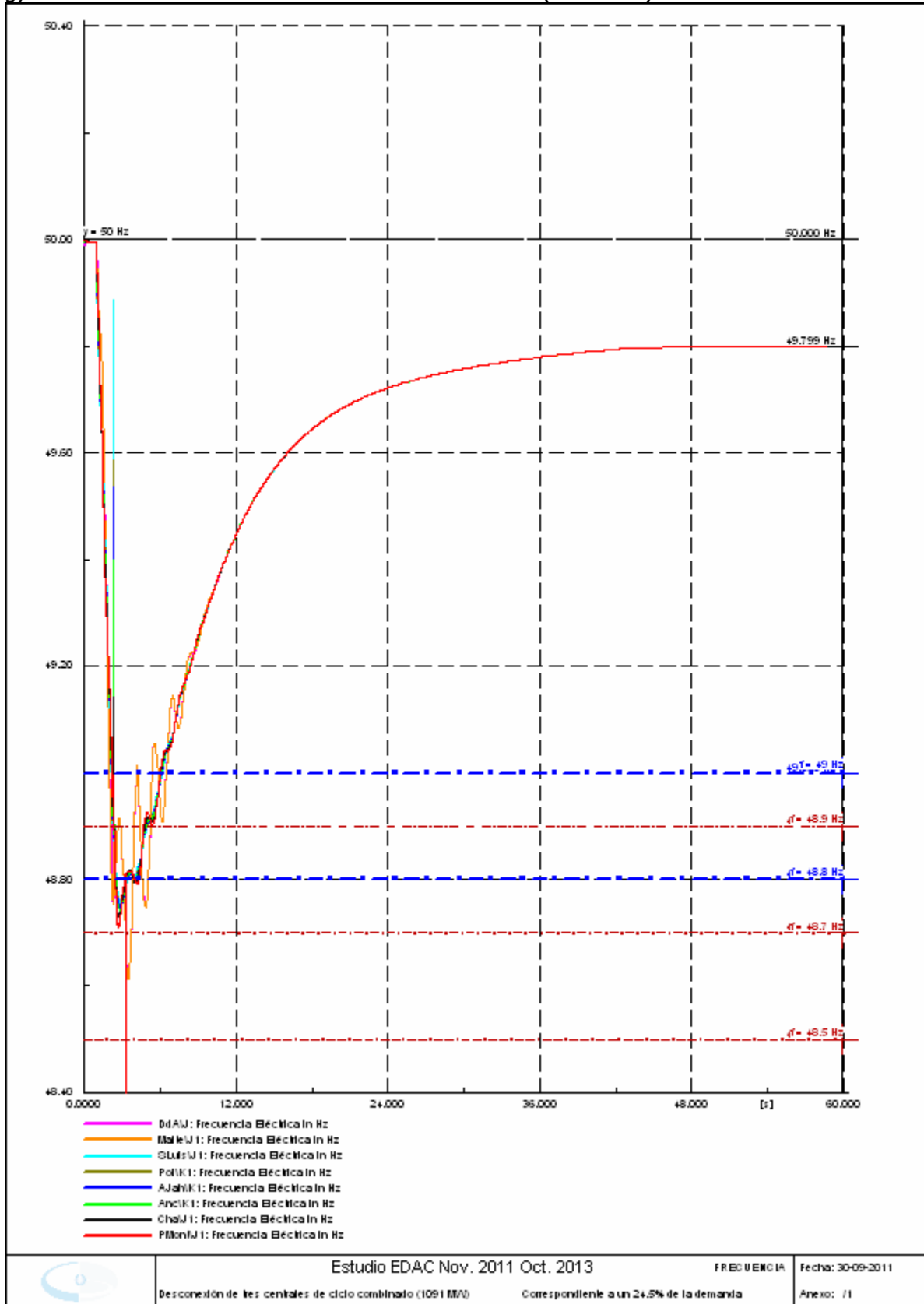


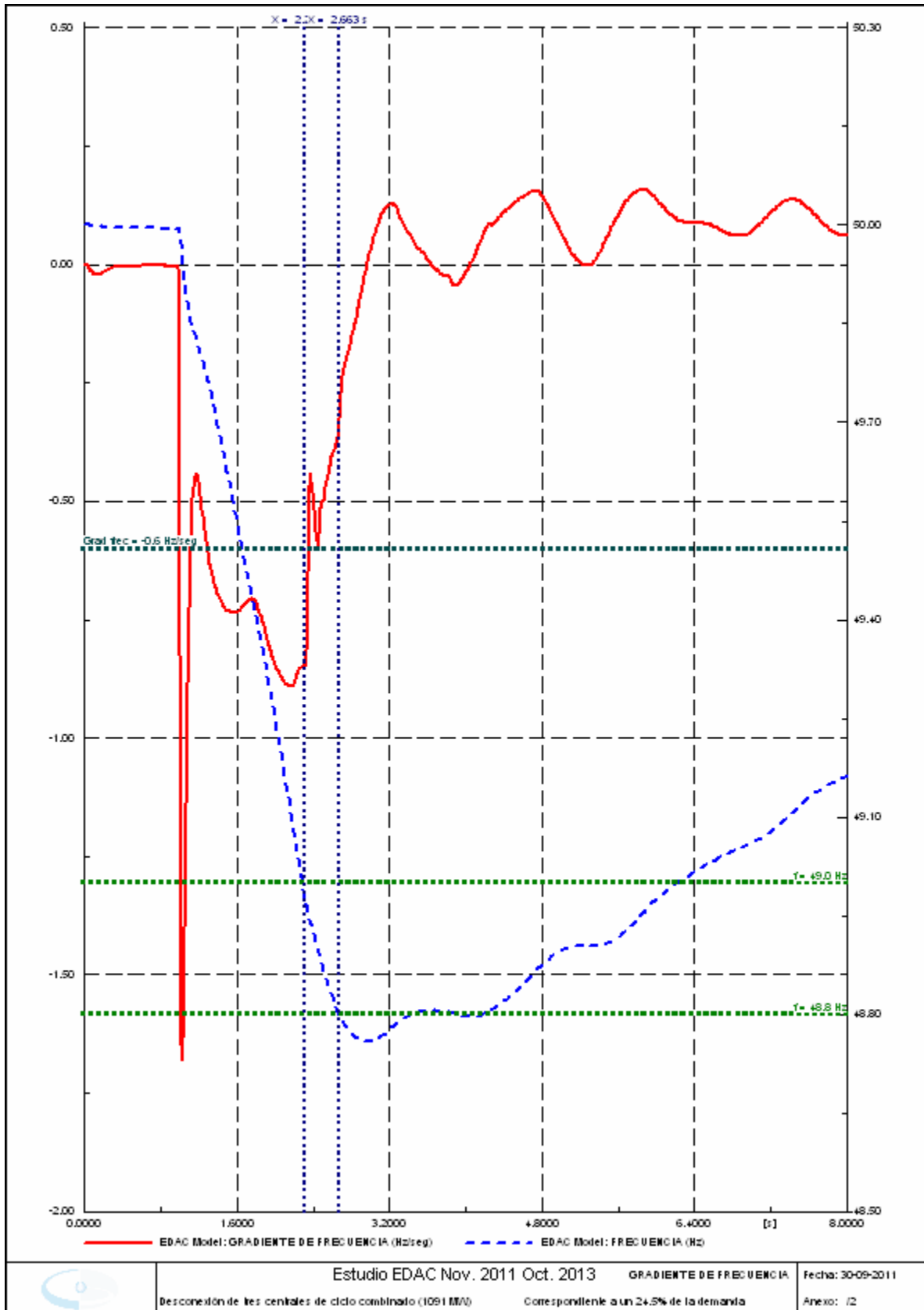
f) Desconexión de dos centrales de ciclo combinado (720 MW) – 16.18% de la demanda





g) Desconexión de tres centrales de ciclo combinado (1091 MW) – 24.5% de la demanda





# **ANEXO 4**

## **TABLA DE COMUNICACIONES OPERATIVAS ENTRE LOS COORDINADOS Y EL CDC (CC, COR)**

CENTRO DE CONTROL	SE COMUNICA CON:
<b>CDC</b>	COR NORTE
	COR CENTRO
	COR SUR
	COR QUINTA REGIÓN
	CC ARAUCO BIOENERGÍA
	CC TRANSNET
	CC COLBUN
	CC CHILECTRA
	CC CHILQUINTA
	CC GUACOLDA
	CC IBENER
	CC STS-SGA
	CC PETROPOWER
	CC ENDESA
	CC PUYEHUE
	CC E. CENIZAS
	CC PACIFIC HYDRO
	CC ELEKTRAGEN - CONSTITUCIÓN
	CC ELEKTRAGEN - CHILOÉ
	CC GEN. COLIHUES
	CC NEWEN
	CC BARRICK
	CC POTENCIA
	CC LICÁN
	CC HIDROMAULE
	CC TERMOPACÍFICO
	CC COYANCO
	CC CAMPANARIO
	CC EMELDA
	CC ENLASA
	CC MONTE REDONDO
	CC TOTOTAL (NORVIND)
	CC COMASA
CC NUEVA ENERGIA	
CC ENERGÍA PACÍFICO	
<b>COR NORTE (Transelec)</b>	CODELCO CHILE – DIV. SALVADOR
	MIN. MANTOS DE ORO
	C.M.P.
	ANGLOAMERICAN CHILE - DIV. MANTOVERDE
	CEMIN



<b>COR CENTRO (Transelec)</b>	MIN. VALLE CENTRAL
	MIN. PELAMBRES
	CEMENTO MELON
	CAP RENGO
<b>COR SUR (Transelec)</b>	CAP HUACHIPATO
	INSTAPANEL
	CEMENTOS BIO BIO
	CMPC CELULOSA
	PETROQUÍMICA DOW
	OCCIDENTAL CHEMICAL CHILE (OXY)
	MOLY-COP
	INCHALAM
	CARTULINAS CMPC – PLANTA VALDIVIA
	MASISA
	<b>COR QUINTA REGIÓN (AES Gener)</b>
CMPC MADERAS(COPIHUE- MININCO)	
E.E. PTE. ALTO	
PAPELES NORSKE SKOG BIO BIO	
ANGLO AMERICA - EL SOLDADO	
ANGLO AMERICA – DIV. CHAGRES	
LUZ LINARES	
LUZ PARRAL	
<b>CC ARAUCO BIOENERGÍA</b>	ASERRADEROS ARAUCO - ASERRADEROS VIÑALES
	PANELES ARAUCO S.A.
	CELULOSA ARAUCO
	EKA CHILE
<b>CC TRANSNET</b>	CGE DISTRIBUCIÓN
	COPELEC
	COOP. CURICO
	COPELAN
	CODINER
	ELECDA
	EMELAT
	EMELECTRIC
	CONAFE
	INDURA
	EFE

<b>CC COLBUN</b>	CMPC PAPELES CORDILLERA
	ANGLO AMERICA – DIV. LOS BRONCES
	CARTULINAS CMPC – PLANTA MAULE
	CODELCO CHILE – DIV. ANDINA
	CODELCO CHILE – DIV. EL TENIENTE
	COOP. LLANQUIHUE
<b>CC CHILQUINTA</b>	C.E. DEL LITORAL
	ENAP REFINERÍAS ACONCAGUA
	CRISTALERÍAS CHILE
	MERVAL
<b>CC GUACOLDA</b>	CIA. MINERA LA CANDELARIA
	ENAMI H.V. LIRA
	MIN. OJOS DEL SALADO
	CIA. MINERA CARMEN DE ANDACOLLO
	MINERA MARICUNGA
<b>CC PUYEHUE</b>	CODELCO VENTANAS
<b>CC ENDESA</b>	GNL QUINTERO
<b>CC STS-SGA</b>	LUZ CHARRÚA
	COOP. OSORNO
	FRONTEL
	SAESA
	MINERA TRES VALLES
<b>CC CHILECTRA</b>	CGE DISTRIBUCIÓN (Centro Despacho Zonal Río Maipo)
	METRO
<b>CC PETROPOWER</b>	PETROQUIM
	ENAP REFINERÍAS BIO BIO
	AGA
<b>CC CAMPANARIO</b>	COOP. RIO BUENO
	COOP. PAILLACO
<b>CC ELÉCTRICA CENIZAS</b>	MINERA CENIZAS
<b>CC NUEVA ENERGÍA</b>	FPC
<b>CC PACIFIC HYDRO</b>	MINERA CENTENARIO COPPER