

**PRESIDENCIA DE LA NACION
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
SUBSECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS**



**MEDICION DE LA TEMPERATURA DEL AGUA
DE REFRIGERACION EN LAS CENTRALES
PUERTO NUEVO Y NUEVO PUERTO**

Informe Final

*Informe producido para
CENTRAL PUERTO S.A.*

*Informe LH-05-217-02
Ezeiza, noviembre de 2002*

LABORATORIO DE HIDRAULICA

AUTORIDADES DEL INA

PRESIDENTE:

Ing. Oscar V. LICO

GERENTE DE PROGRAMAS Y PROYECTOS:

Dr. Raúl A. LOPARDO

DIRECTOR DEL LABORATORIO DE HIDRÁULICA:

Ing. Julio C. DE LIO

EQUIPO DE TRABAJO

JEFE DE PROGRAMA INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA:

Ing. Gabriel TATONE

TÉCNICO:

Alvaro Javier CHIELENS

INFORME PRODUCIDO POR :

Ing. Gabriel TATONE

CENTRAL PUERTO S.A.

GERENTE TECNICO:

Ing. Hernán SILVA

JEFE DE INGENIERÍA:

Ing. Armando F. DUVO

JEFE DE PROYECTOS

Ing. Alberto GARMENDIA RODRIGUEZ

ASISTENCIA TÉCNICA A GERENCIA :

Ing. Bruno VARGAS

Eduardo A. HERNANDEZ

MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AGUA DE REFRIGERACIÓN DE LAS CENTRALES PUERTO NUEVO Y NUEVO PUERTO

Informe final

Resumen

Durante aproximadamente cuatro años se efectuaron mediciones de la temperatura del agua empleada para refrigeración en las obras de toma, de descarga y condensadores de las centrales Puerto Nuevo y Nuevo Puerto y la temperatura del Río de la Plata medida por fuera del ámbito del puerto de la Ciudad de Buenos Aires, la que fue utilizada como referencia por no estar influenciada por la generación en CP S.A.. Dichas mediciones conforman la base de datos de las temperaturas en puntos estratégicos, previos a la proyectada obra de relleno por fuera de la escollera de protección, del puerto de la ciudad de Buenos Aires (Figura N° 1). La mediciones fueron efectuadas con sondas de temperaturas Pt100 de grado de tolerancia 1/3 Clase B según la norma IEC751 y sistema autónomo de registro (data logger).

Los valores de temperaturas fueron presentados en informes mensuales donde se indicaron las temperaturas en tablas diarias con mediciones cada media hora y gráficos semanales. Cada tres informes se incluyó un gráfico trimestral de las temperaturas en cada central. Por cada periodo anual se confeccionó un informe donde se presentaron gráficos con los promediados de la variación de las temperaturas y la diferencia entre la temperatura del agua del Río de La Plata y las obras de toma. Éste permite visualizar rápidamente el comportamiento de las temperaturas en los puntos sustantivos.

El presente informe resume, en el periodo 30/09/98 al 24/09/02, la variación estacional de la temperatura en las obras de toma de la central Puerto Nuevo y Nuevo Puerto en función de la temperatura del Río de La Plata y de la potencia generada, la diferencia entre las temperaturas en las obras de toma de las centrales y la influencia de la generación en el Nuevo Ciclo Combinado en las determinaciones anteriores.

Podrá observarse en los gráficos que la diferencia entre la temperatura en las obras de toma de las centrales PN y NP y el río, depende fundamentalmente de la energía generada en la central Puerto Nuevo. A mayor generación en la central PN, mayor será la temperatura en las obras de toma y siempre mayor en la obra de toma de la central PN respecto de NP. Cuando el nuevo Ciclo combinado comienza a generar a plena potencia y sin interrupciones, generalmente en esta situación en la central PN no se genera, suma de condiciones en la cual tal diferencia es prácticamente nula.

En las conclusiones del informe LHA 01-161-97, de octubre de 1997, "Estudio del transporte de agua de refrigeración de la Central Puerto", producido por el INA para Central Puerto S.A., se indica:

" La temperatura de entrada al condensador está controlada por la relación entre el caudal descargado por la CPN y el caudal succionado por ambas centrales: si éste es mayor o igual que el descargado la temperatura en las tomas es relativamente bajo y la situación es estable; en caso contrario, sube fuertemente la sobretemperatura en las tomas, generando una condición inestable, "

"...la ampliación prevista de la Central Puerto opera en el sentido de disminuir la sobretemperatura del agua en las tomas..."

En el informe LHA 02-161-98, se proyecta el transporte del agua de refrigeración para distintos escenarios de generación, con el nuevo Ciclo Combinado.

En las figuras N° 2 y 3, se representa el campo de velocidades para la configuración actual del puerto durante un ciclo de marea creciente y bajante, figuras pertenecientes al Informe LHA 01-162-97 "Estudio de la afectación del régimen de sedimentación y transporte de contaminantes y temperaturas en el proyecto de profundización del puerto de Buenos Aires", de diciembre de 1997, producido por el INA para la Administración General de Puertos.

Descriptorios temáticos: Sistema de refrigeración centrales térmicas, medición de temperaturas.
Descriptorios geográficos: Río de la Plata, Puerto de la Ciudad de Buenos Aires.
Descriptorios Institucionales: Central Puerto S.A.

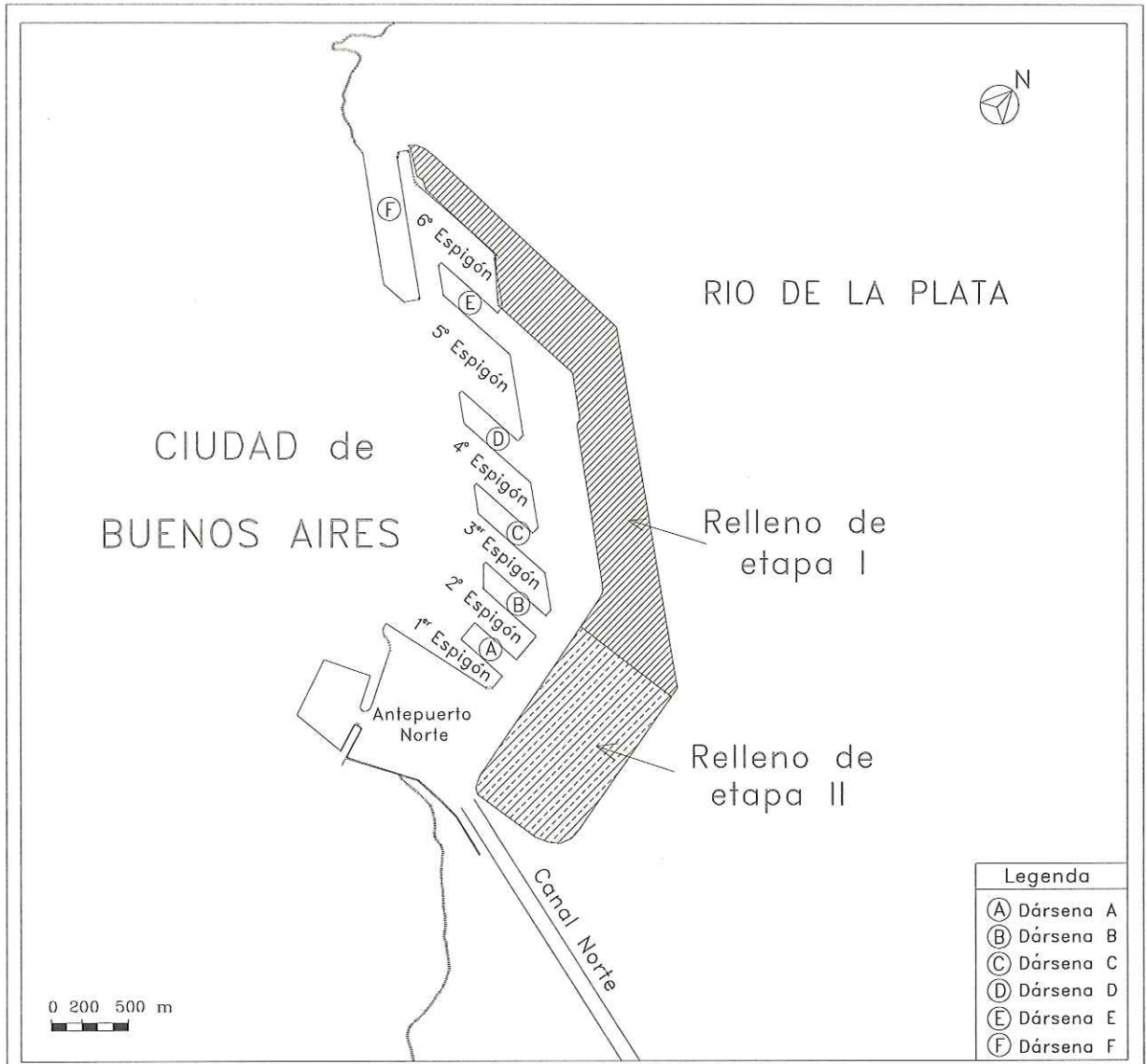
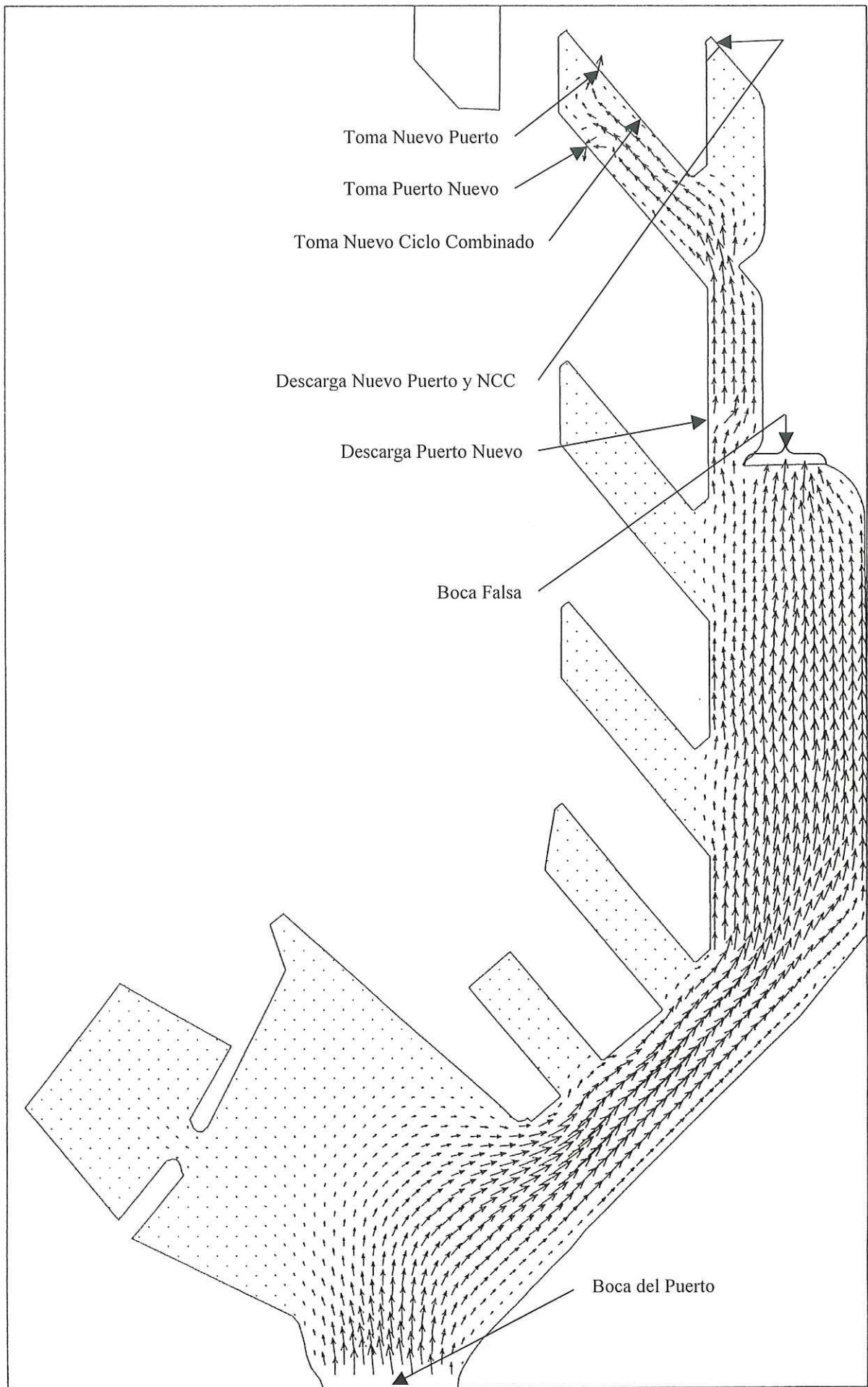


Figura N° 1 | Configuración proyectada del Puerto de Buenos Aires



Campo de velocidades con marea creciente

Figura N° 2

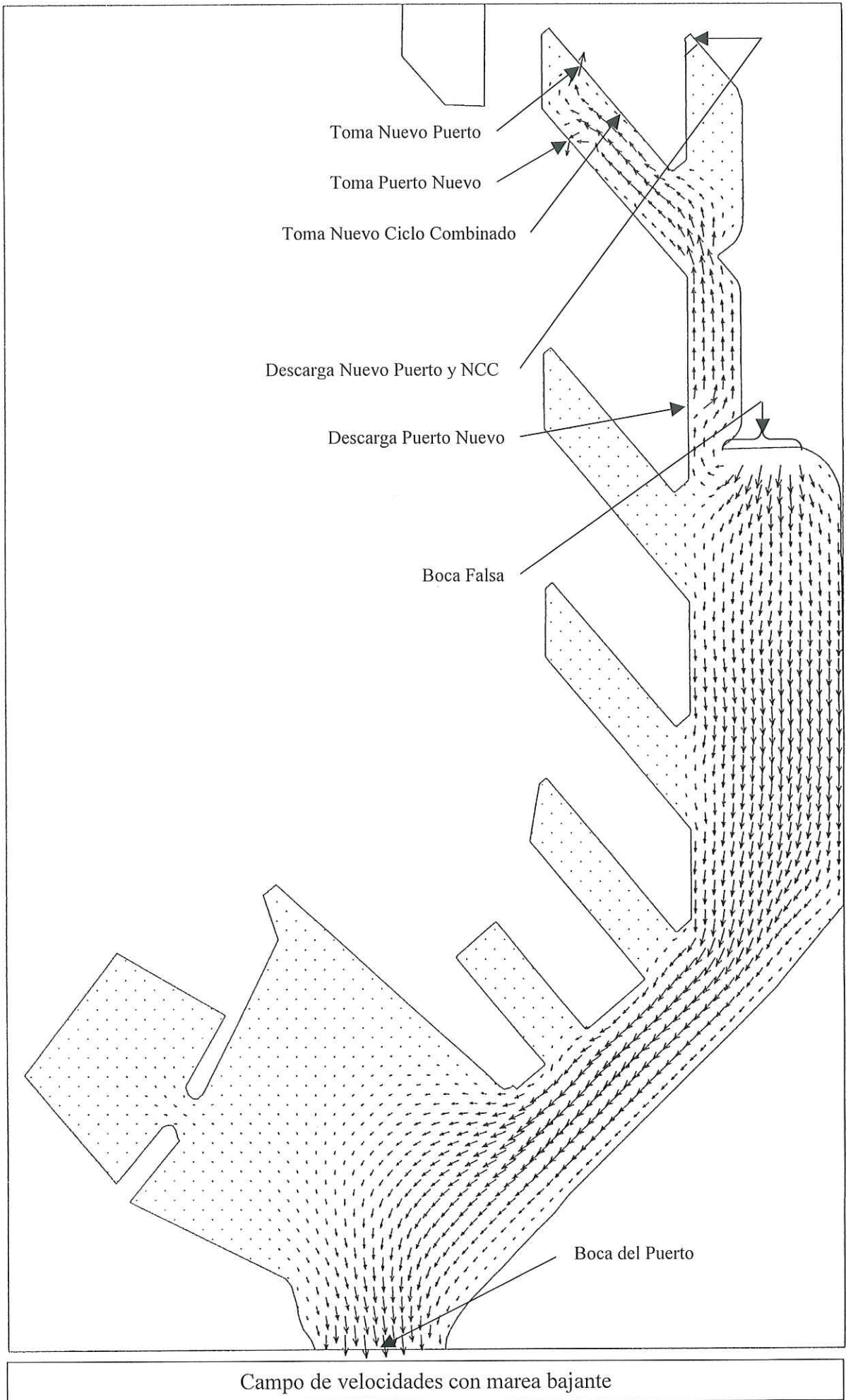


Figura N° 3

MEDICION DE LA TEMPERATURA DEL AGUA DE REFRIGERACION DE LAS CENTRALES PUERTO NUEVO Y NUEVO PUERTO

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN	Pag. N° 1
2.- PRESENTACION DE LAS MEDICIONES	Pag. N° 1
2.1.- TEMPERATURA EN LAS OBRAS DE TOMA Y EL RÍO	Pag. N° 2
2.2.- DIFERENCIA ENTRE LA TEMPERATURA EN LAS OBRAS DE TOMA Y EL RÍO	Pag. N° 2
2.3.- DIFERENCIA ENTRE LA TEMPERATURA DE LA OBRA DE TOMA DE LA CENTRAL PN Y LA CENTRAL NP	Pag. N° 2
2.4.- CENTRAL NP – TEMPERATURA EN LA OBRA DE TOMA Y LOS CONDENSADORES	Pag. N° 2
3.- CONCLUSIONES	Pag. N° 2
4.- ABREVIATURAS	Pag. N° 4

FIGURAS

Figura N° 4 -- Mapa general de ubicación

Figura N° 5 -- Zona de localización de las estaciones de medición

GRAFICOS

PROMEDIO MÓVIL DE LA TEMPERATURA EN LA OBRA DE TOMA Y RÍO
DIFERENCIA ENTRE LA TEMPERATURA EN LA OBRA DE TOMA Y EL RÍO
DIFERENCIA ENTRE LA TEMPERATURA EN LA OBRA DE TOMA DE PN Y NP

Periodo 09/98 AL 09/99 - Centrales NP Y PN Gráficos N° 1 a 3

Periodo 09/99 AL 09/00 - Centrales NP Y PN Gráficos N° 4 a 6

Periodo 09/00 AL 09/01 - Centrales NP Y PN Gráficos N° 7 a 9

Periodo 09/01 AL 09/02 - Centrales NP Y PN Gráficos N° 10 a 12

CENTRAL NP – TEMPERATURA EN LA OBRA DE TOMA Y LOS CONDENSADORES

Gráfico N° 13

Figura N° 6 -- Esquema del canal de ingreso y salida a los condensadores de central NP

1.- INTRODUCCION

Central Puerto S.A. solicitó al INA, para que a través de su Laboratorio de Hidráulica, efectuara la medición de la temperatura del agua empleada para refrigeración, en las obras de toma, obras de descarga y condensadores de las centrales termoeléctricas Puerto Nuevo y Nuevo Puerto, en el periodo comprendido entre el 28/09/98 al 24/09/02. La temperatura del agua del Río de la Plata es utilizada para referir la variación de la temperatura en las obras de toma causada por la variación estacional en la temperatura del río. En las figuras N° 4 y 5 se indica la ubicación de las estaciones de medición. Además, se representó la energía bruta generada por las centrales, para correlacionar la misma con la variación de las temperaturas en el interior de la dársena E.

Las mediciones efectuadas se presentaron en los informes:

LHA-01-176-99 al LHA-10-176-99, cubren el periodo desde el 30/09/98 al 28/09/99.
LHA-01-184-99 al LHA-12-184-00, cubren el periodo desde el 29/09/99 al 26/09/00
LHA-01-195-01 al LHA-06-195-01, cubren el periodo desde el 27/09/00 al 27/03/01
LH-01-197-01 al LH-12-197-01, cubren el periodo desde el 20/06/01 al 25/06/02
LH-01-217-02 al LH-03-217-03, cubren el periodo desde el 26/06/02 al 24/09/02

Los mismos corresponden a informes mensuales donde los valores de temperaturas fueron presentados en tablas diarias con mediciones cada media hora y gráficos semanales donde se visualiza la variación de las temperaturas. Cada tres informes se incluyó un gráfico trimestral de las temperaturas en cada central. Por cada periodo anual se confeccionó un informe (Promedios) donde se presentaron gráficos con los promedios de la variación de las temperaturas y la diferencia entre la temperatura del agua del Río de La Plata y las obras de toma. Este informe anual permitió visualizar rápidamente el comportamiento de las temperaturas en los puntos sustantivos en función de la temperatura del río y la energía generada en cada central.

El objetivo del presente informe es analizar las mediciones de temperatura efectuadas desde el 30 de septiembre de 1998 hasta el 24 de septiembre de 2002 (etapa previa a la proyectada obra de relleno por fuera de la escollera de protección del puerto de la ciudad de Buenos Aires, Figura N° 1), a fin de determinar la:

- Variación estacional de la temperatura en las obras de toma respecto de la temperatura en el Río de la Plata.
- Variación de la temperatura en las obras de toma en función de la potencia generada en la central PN.
- Variación de la diferencia entre la temperatura en la obra de toma de la central PN y la obra de toma de la central NP.
- Influencia de la generación en el Nuevo Ciclo Combinado en las determinaciones anteriores.

2.- PRESENTACION DE LAS MEDICIONES

Se efectúa la representación gráfica de las mediciones de temperatura en periodos anuales a fin de visualizar los parámetros buscados y además verificar su posible variación en las distintas épocas del año.

En la elaboración de los gráficos, se eliminaron los valores de temperaturas singulares (por reparaciones de las bombas de los condensadores, por mantenimiento en las estaciones de medición, etc.), los que fueron descriptos oportunamente en los respectivos informes. Dichos valores distorsionarían las tendencias de las temperaturas representadas y no aportarían ninguna información de interés.

2.1.- TEMPERATURA EN LAS OBRAS DE TOMA Y EL RÍO

(Gráficos N° 1a, 2a, 4a, 5a, 7a, 8a, 10a y 11a)

Los valores que representan la temperatura del Río de La Plata, las obras de toma de la central NP y PN, resultan de promediar las mediciones de la sonda inferior y superior de cada estación de medición. Las curvas de tendencia, son obtenidas como la media móvil calculada cada 10 períodos, es decir el valor promedio móvil de la temperatura de los 10 valores anteriores. Se representa en los gráficos, tanto de la central PN como de NP, la energía bruta generada en la central **PN (En(U7 a 9))**, dado que la misma influye en forma directa en la diferencia de temperatura entre las mencionadas obras de toma y del río, como también en la diferencia de temperatura entre las obras de toma. Como la central NP descarga directamente en el río, la generación de la misma no aumenta la temperatura del agua en el interior de la dársena E. Para la central NP, la energía generada en el nuevo ciclo combinado (NCC) representa la suma de los aportes de las unidades 10 a 12 y se muestra por separado en papel transparente a fin de no dificultar la interpretación de los gráficos.

2.2.- DIFERENCIA ENTRE LA TEMPERATURA EN LAS OBRAS DE TOMA Y EL RÍO

(Gráficos N° 1b, 2b, 4b, 5b, 7b, 8b, 10b y 11b)

Los gráficos que representan la diferencia entre la temperatura de la obra de toma de la central NP y PN y la temperatura del Río de La Plata, se obtienen de calcular la diferencia de los promedios las indicaciones de la sonda inferior y superior de cada estación de medición. Se indica los valores de la diferencia de las temperaturas y la tendencia de las mismas, representada como la media calculada sobre la base de una aproximación polinómica de sexto orden.

2.3.- DIFERENCIA ENTRE LA TEMPERATURA DE LA OBRA DE TOMA DE LA CENTRAL PN Y NP

(Gráficos N° 3, 6, 9 y 12)

Se representa la diferencia entre la temperatura en la obra de toma de la central PN y la temperatura en la obra de toma de la central NP (ambas mediciones obtenidas de promediar las mediciones de la sonda inferior y superior de cada estación de medición) . Se incluye en la gráfica la energía generada en la central **PN (En(U7 a 9))**, dado que la generación en la misma es el factor principal que modula la diferencia de temperatura entre las obras de toma.

2.4.- Central NP – TEMPERATURA EN LA OBRA DE TOMA Y LOS CONDENSADORES

(Gráfico N° 13)

Se representa en un periodo ilustrativo, la temperatura en una entrada a los condensadores de la unidad 6 de la central NP, la temperatura del agua en su obra de toma y la energía generada en la central NP (En(U5 y 6)).

3.- CONCLUSIONES

En este apartado se enunciarán las conclusiones generales, indicándose para cada periodo de mediciones analizados las conclusiones particulares.

Del análisis de las gráficas se obtienen las siguientes conclusiones generales:

- La diferencia entre la temperatura en la obra de toma de NP (TNP) y la del Río disminuye a medida que en la central **PN** la generación disminuye o es interrumpida. En esta situación la central PN no descarga agua caliente en el interior de la dársena E. Esta disminución se acentúa

cuando el **NCC** comienza a generar a plena potencia y prácticamente sin interrupciones. (Gráficos N° 1a, 4a, 7a y 10a).

Se indica en la siguiente tabla algunos valores representativos de lo expuesto:

Tabla N° 1

Fecha	Hora	Río °C	TNP °C	(TNP – Río) °C	(TPN – TNP) °C	En(U7 a 9) MWH	En(U10 a12) MWH
18/11/98	04:00	21.1	22.4	1.3	0.8	378.7	-
29/06/00	08:00	15.1	16.1	1	0.5	235.03	395.3
04/03/01	04:00	27.9	27.8	-0.1	0.4	93.4	659.69
24/04/02	16:00	18.6	18.6	0	0.05	-	711.5

- La diferencia entre la temperatura de la obra de toma de la central PN (TPN) y la temperatura del Río es siempre mayor que la diferencia entre la temperatura en la obra de toma de la central NP y la del Río, pero disminuye (la mencionada diferencia) por las mismas razones anteriormente mencionadas. Indudablemente la diferencia es una función directa de la generación en la central **PN**. (Gráficos N° 2a, 5a, 8a y 11a).

Se indica en la siguiente tabla algunos valores representativos de lo expuesto:

Tabla N° 2

Fecha	Hora	Río °C	TPN °C	(TPN – Río) °C	(TPN – TNP) °C	En(U7 a 9) MWH	En(U10 a12) MWH
18/11/98	04:00	21.1	23.2	2.1	0.8	378.7	-
29/06/00	08:00	15.1	16.6	1,5	0.5	235.03	395.3
04/03/01	04:00	27.9	28.2	0.3	0.4	93.4	659.69
24/04/02	16:00	18.6	18.65	0	0.05	-	711.5

- La temperatura del agua en la obra de toma de la central PN es siempre mayor que la temperatura en la obra de toma de la central NP cuando la central **PN** se encuentra generando. Cuando la generación en la central **PN** es muy baja o nula, la diferencia es prácticamente cero. (Gráficos N° 3, 6, 9 y 12)

En las Tablas N° 1 y 2 se puede observar la diferencia mencionada.

- En los meses de junio a septiembre la diferencia entre la temperatura en las obras de toma (NP y PN) y el Río es mas alta que en el resto del año, coincidente fundamentalmente con periodos de alta generación en la central **PN** (Gráficos N° 1a, 2a, 4a y 5a).

Se indica en la siguiente tabla algunos valores representativos de lo expuesto:

Tabla N° 3

Periodo	Fecha	Hora	(TNP – Río) °C	(TPN – Río) °C	En(U7 a9) MWH
Febrero – Mayo '99	20/03/99	16:00	0.6	1	308.1
Junio – Septiembre '99	10/07/99	20:00	1.5	2,7	555.07
Febrero – Mayo '00	21/03/00	00:00	0.4	0.85	220.3
Junio – Septiembre '00	17/07/00	12:00	1.2	1.5	310.2

- Siempre que la central NP esté generando la temperatura del agua en la entrada a los condensadores de la unidad 6, es mayor que en la temperatura en su obra de toma (incremento que llega hasta 1 °C). (Gráfico N° 13)

Tabla N° 4

Fecha	Hora	TNP °C	CNP °C	(CNP – TNP) °C	En(U5 y 6) MWH
08/06/02	10:00	17.4	17.45	0.05	0
12/06/02	18:00	15	15.9	0.9	91.00
17/06/02	20:00	14.45	14.65	0.2	0
05/07/02	16:00	13.75	14.75	1	93.82

4.- ABREVIATURAS

NP	Nuevo Puerto
PN	Puerto Nuevo
NCC	Nuevo Ciclo Combinado
En(U5 y 6)	Energía en la unidades 5 y 6
En(U7 a 9)	Energía en la unidades 7, 8 y 9
En(U10 a 12)	Energía en las unidades 10,11 y 12 del nuevo ciclo combinado
TNP	Temperatura en la obra de Toma de la central Nuevo Puerto
TPN	Temperatura en la obra de Toma de la central Puerto Nuevo
CNP	Temperatura en la entrada al Condensador de la central Nuevo Puerto
CPN	Temperatura en la entrada al Condensador de la central Puerto Nuevo
DPN	Temperatura en la Descarga de la central Puerto Nuevo
Río	Temperatura del Río de Plata en la cabecera del Muelle de Pescadores

FIGURAS

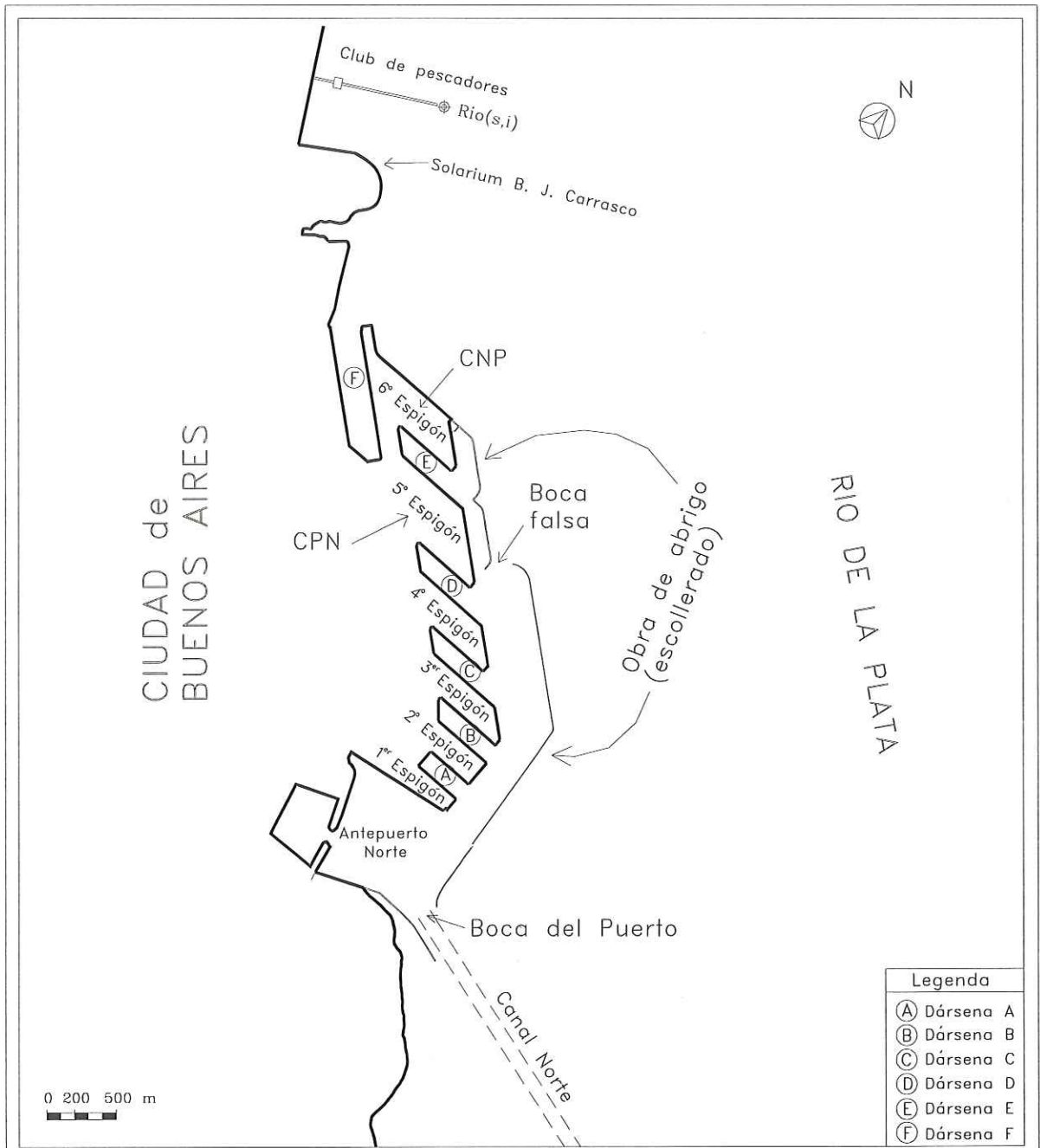


Figura 4

Mapa General de Ubicación

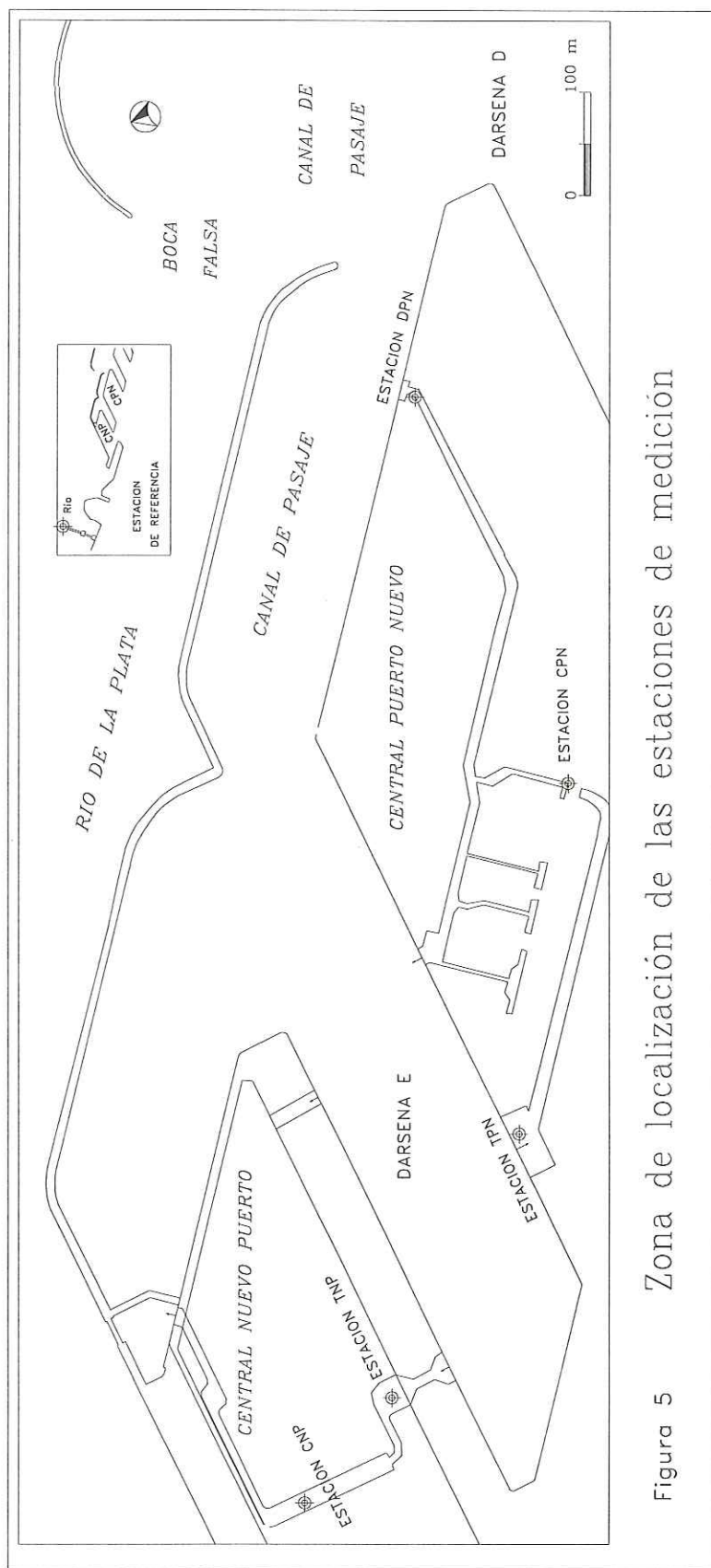


Figura 5 Zona de localización de las estaciones de medición

GRAFICOS

PERIODO

09/ 98 AL 09/99

CENTRALES NP Y PN

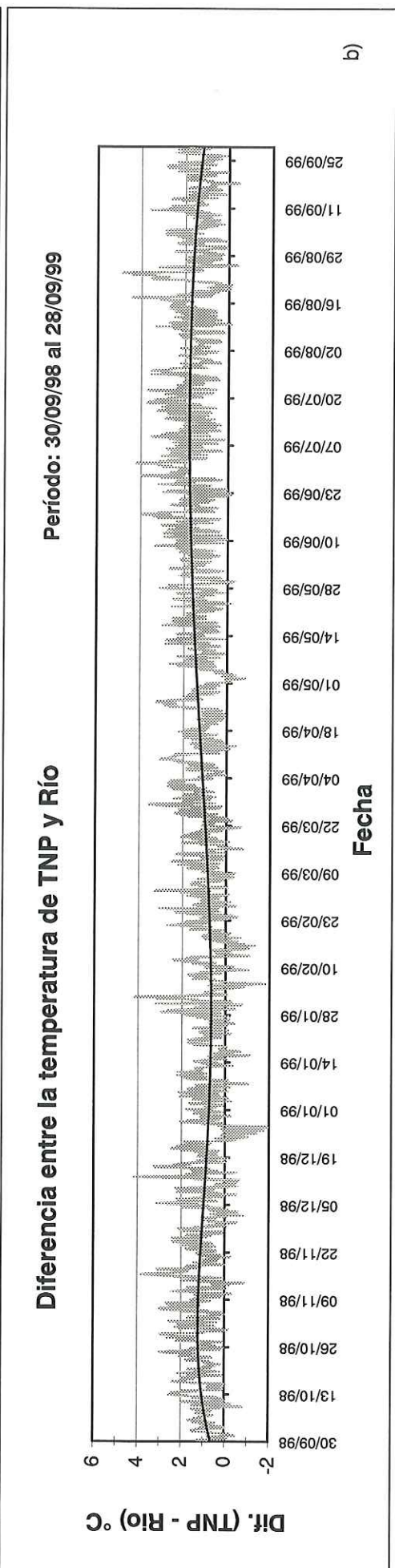
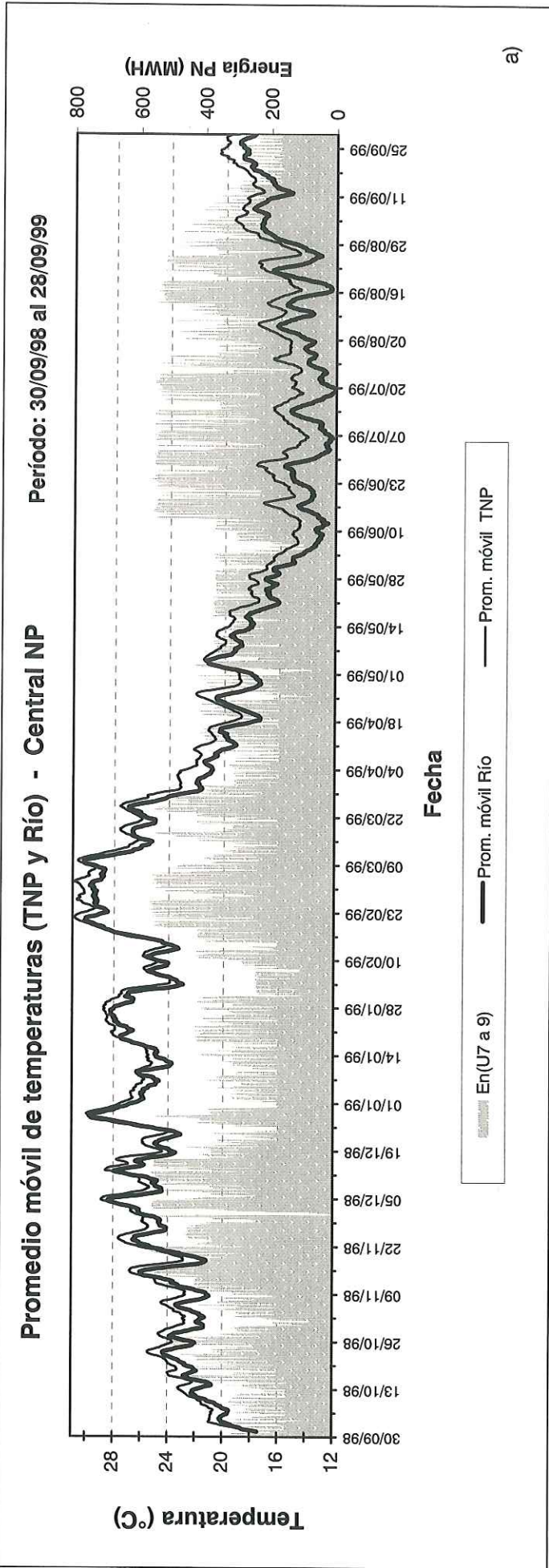
CONCLUSIONES DEL PERIODO 09/98 al 09/99

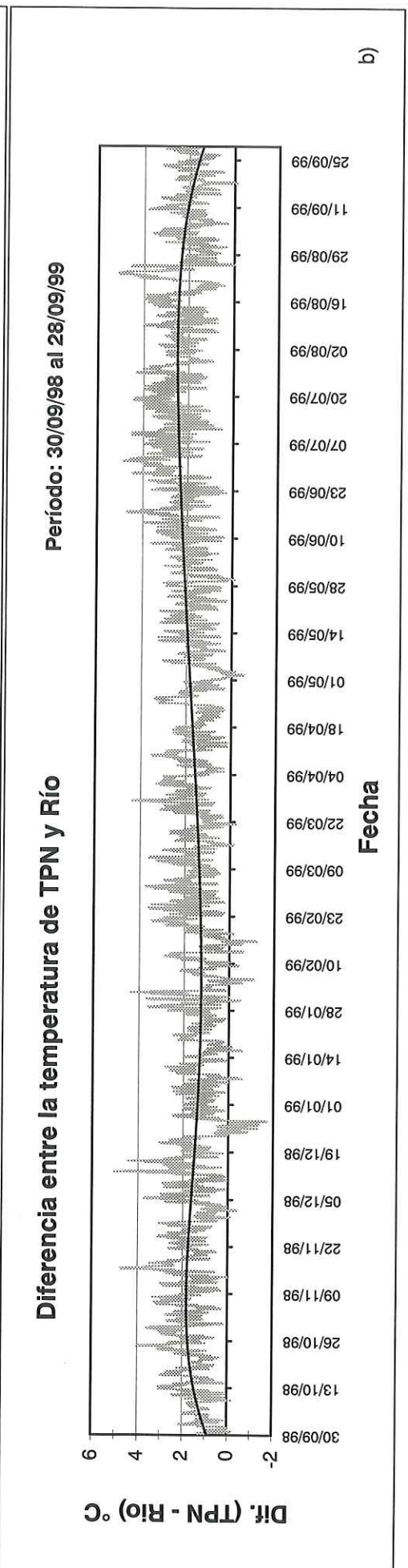
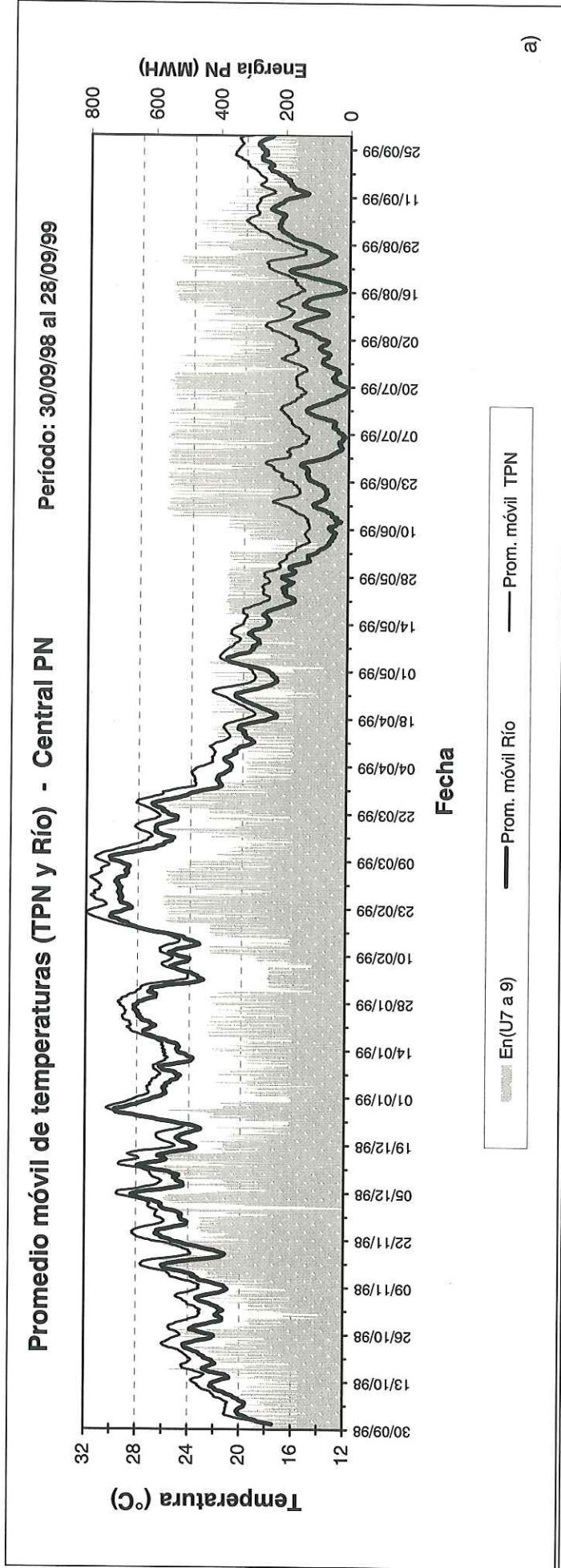
La diferencia entre la temperatura en la obra de toma de la central NP y la del Río oscila entre 0,8 y 1,8 °C, correspondiente con el periodo de **mayor generación** (representado en este estudio) en las centrales PN y NP (Gráficos N° 1a – b).

La diferencia entre la temperatura en la obra de toma de la central PN y la del Río oscila entre 1 y 2,2 °C para el mismo periodo (Gráfico N° 2 a - b).

En los meses de junio a septiembre la diferencia entre la temperatura en las obras de toma (NP y PN) y el Río es mas alta que en el resto del año, coincidente con el periodo de mayor generación en la central PN (Gráfico N° 1a, 2a).

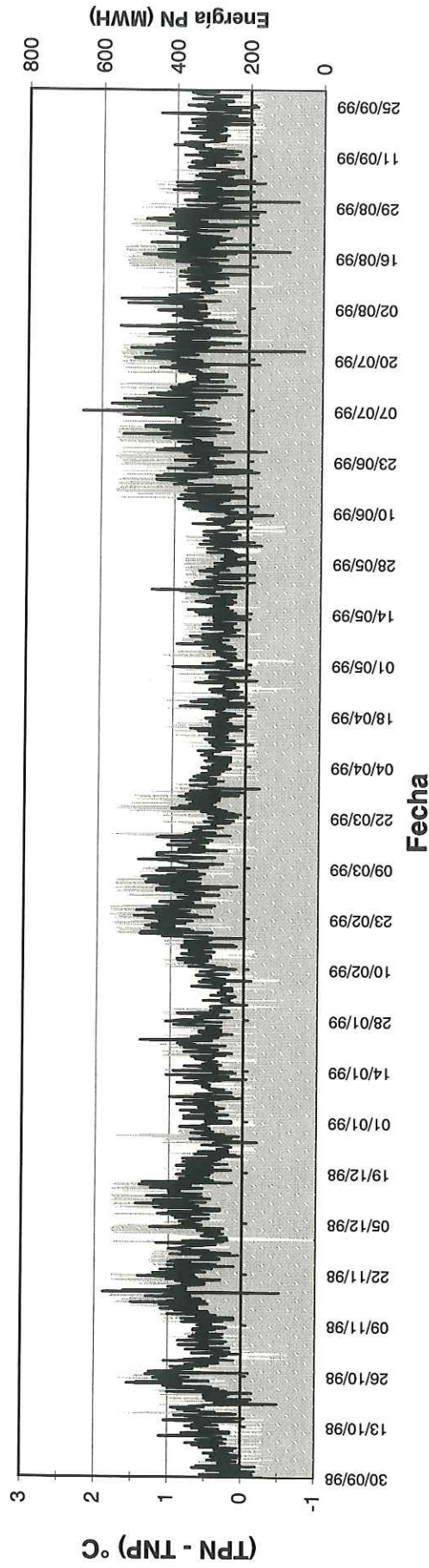
La temperatura del agua en la obra de toma de la central PN es mayor que la temperatura en la obra de toma de la central NP (Gráfico N° 3). Se puede observar que la diferencia se incrementa en relación directa con la generación en la **central PN**.





Diferencia entre la temperatura de TPN y TNP

Período: 30/09/98 al 28/09/99



PERIODO

09/ 99 AL 09/00

CENTRALES NP Y PN



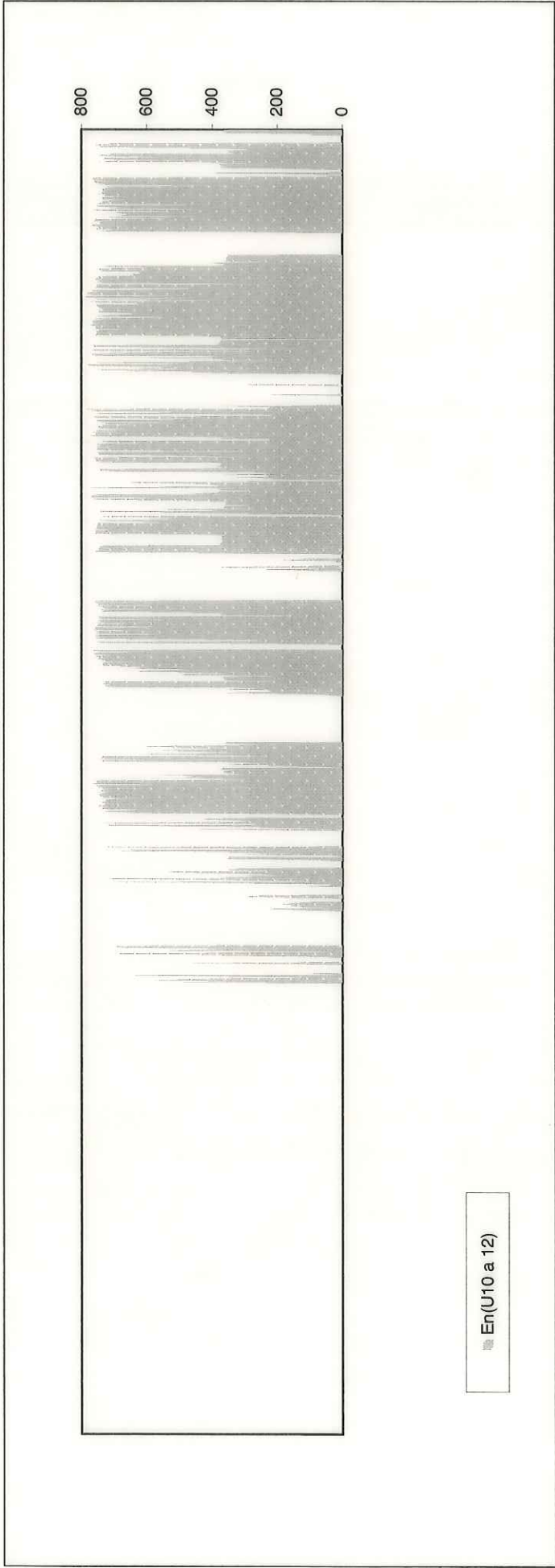
CONCLUSIONES DEL PERIODO 09/99 al 09/00

La diferencia entre la temperatura en la obra de toma de la central NP y la del Río (Gráfico N° 4a -b), disminuye levemente respecto del periodo anterior . La disminución coincide con la menor generación en el periodo junio a septiembre en la central PN porque a partir de marzo de 2000, comienza a generar el nuevo Ciclo Combinado mas regularmente.

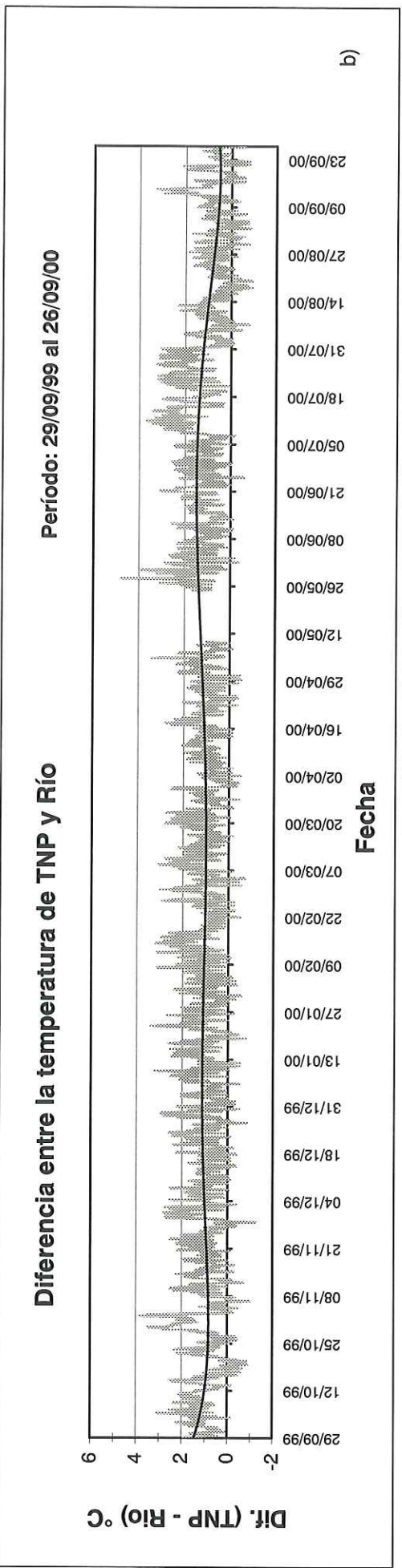
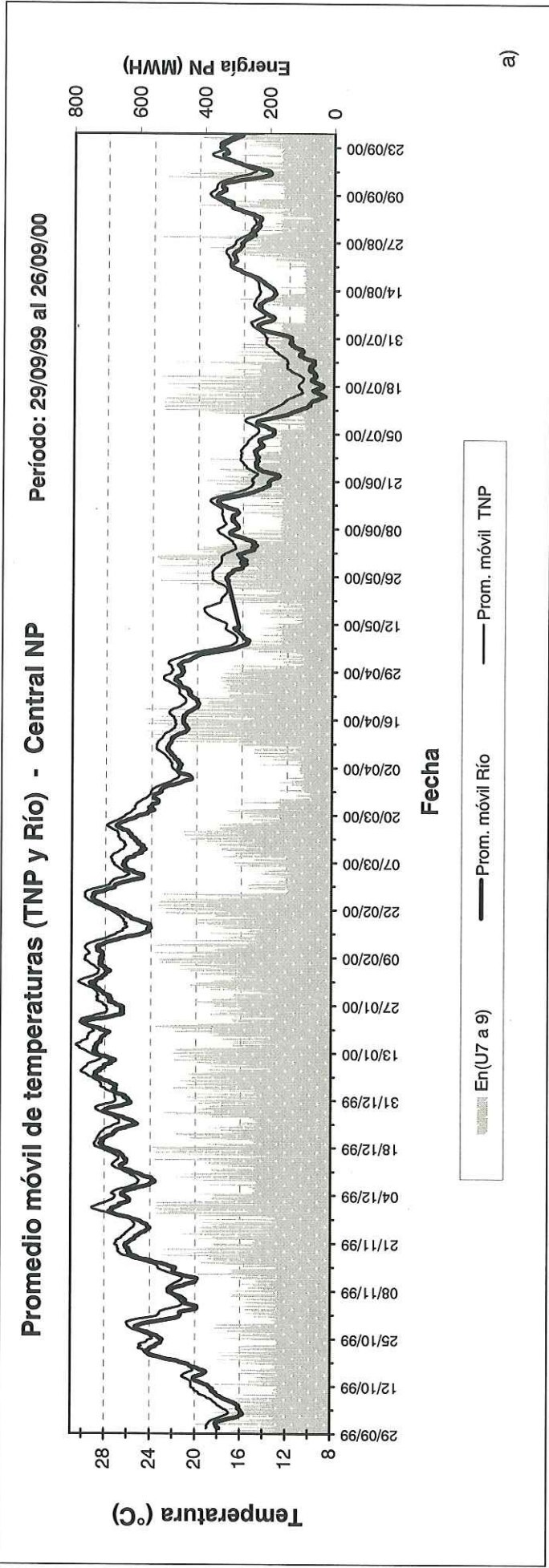
Idéntica situación se presenta entre la obra de toma de la central PN y el Río (Figura N° 5a - b)

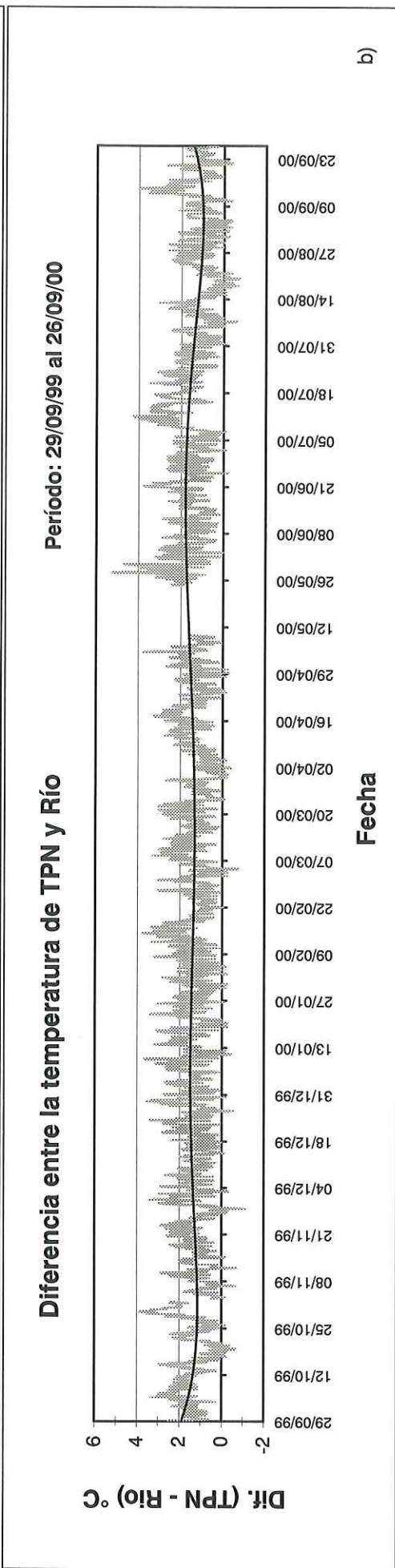
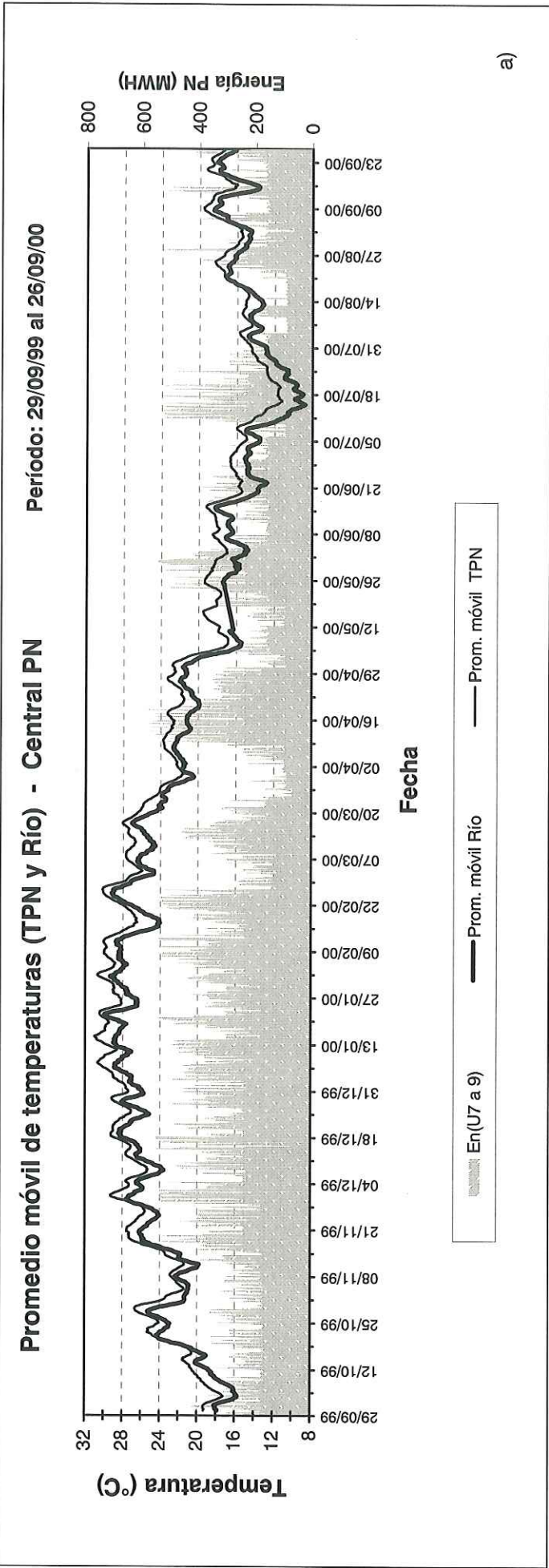
En los meses de junio a septiembre la diferencia entre la temperatura en las obras de toma (NP y PN) y el Río es similar al resto del año dado que en este periodo la generación en la central PN no se ve incrementada

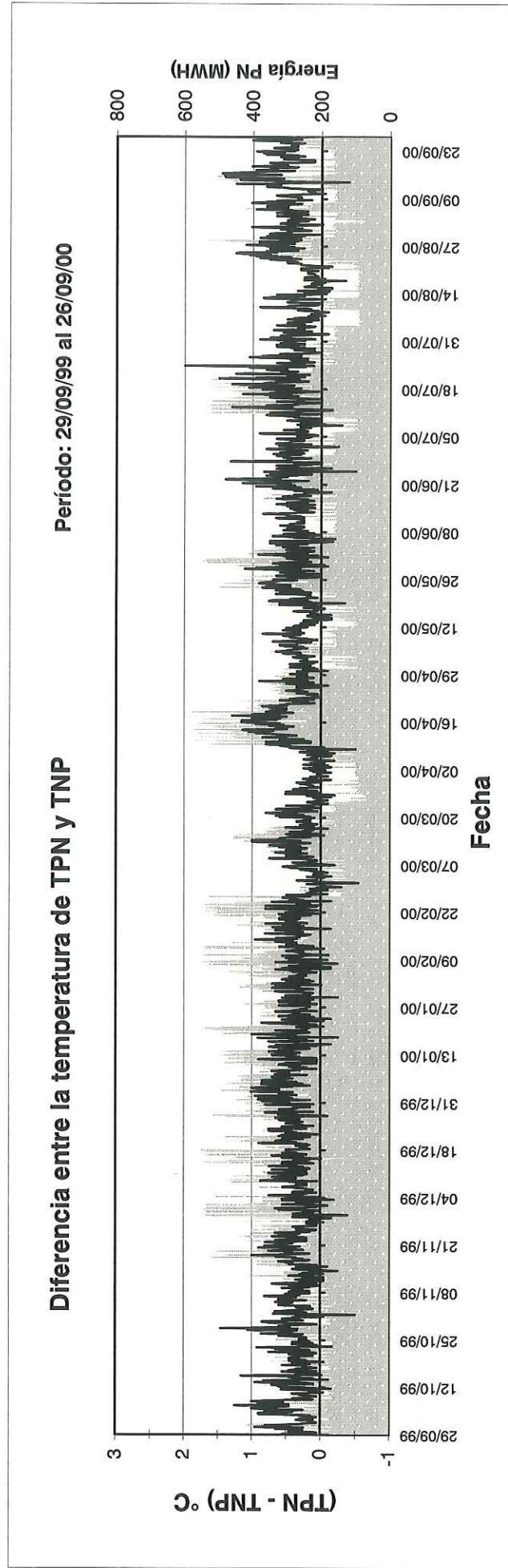
La temperatura del agua en la obra de toma de la central PN sigue siendo mayor que la temperatura en la obra de toma de la central NP (Gráfico N° 6). Pero se puede observar que la diferencia disminuye respecto del periodo anterior.



En febrero de 2000 comienza a generar el Nuevo Ciclo Combinado







PERIODO

09/ 00 AL 09/01

CENTRALES NP Y PN

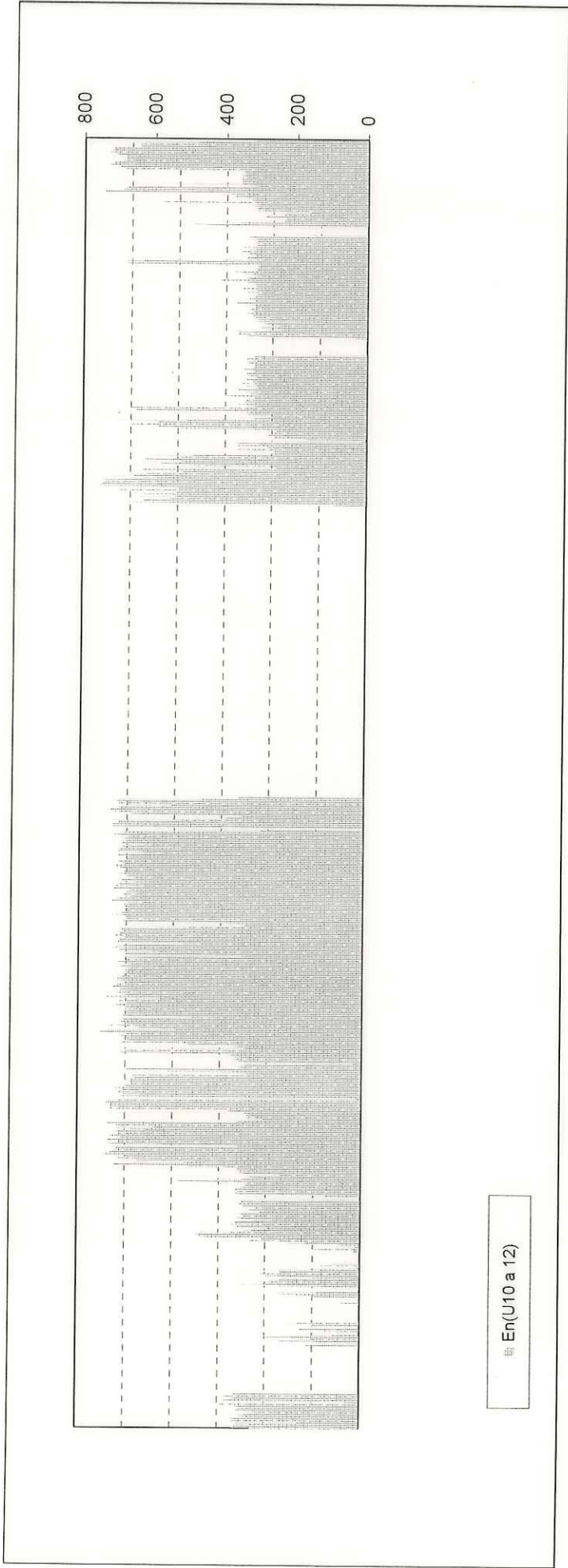
CONCLUSIONES DEL PERIODO 09/00 al 09/01

La falta de datos entre el 27/03/01 y el 20/06/01 corresponde al periodo en que las sondas fueron recalibradas en el laboratorio del proveedor de las mismas.

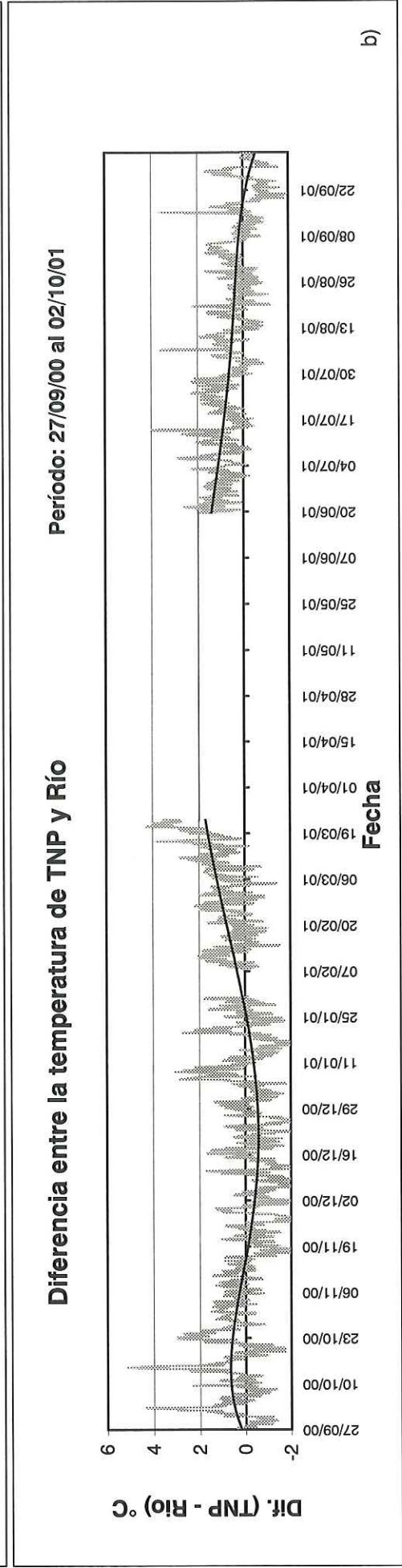
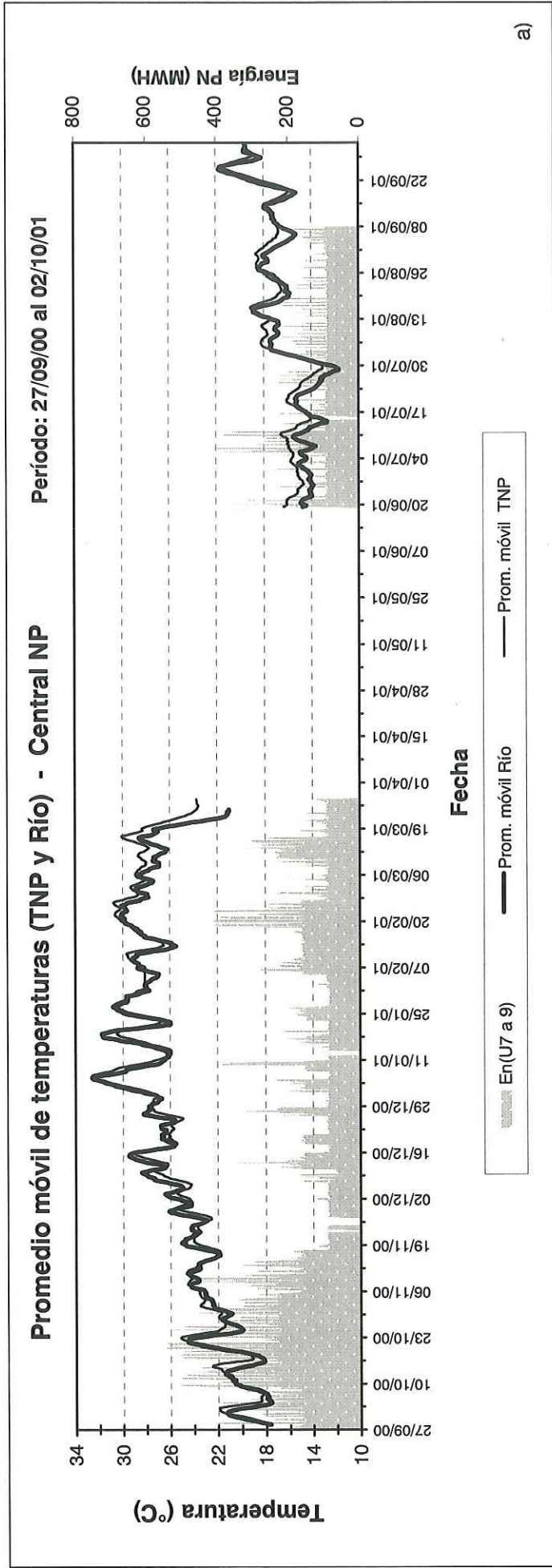
La diferencia entre la temperatura en la obra de toma de la central NP y la del Río (Gráfico N° 7a - b), sigue disminuyendo respecto de los periodos anteriores. Diferencia que llega a ser negativa cuando en la central PN genera en bajos niveles y el NCC genera a plena potencia.

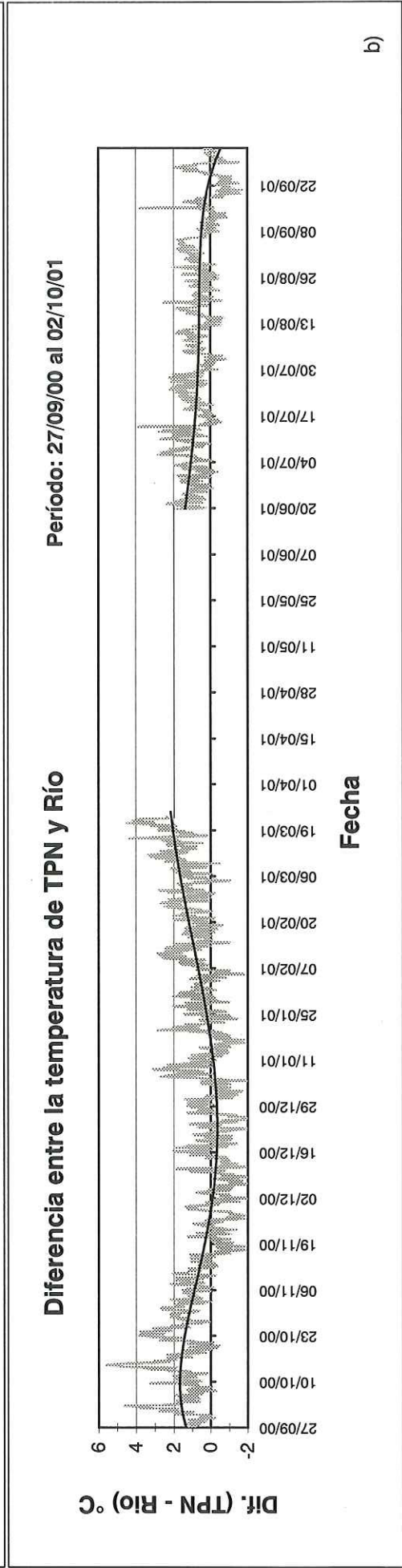
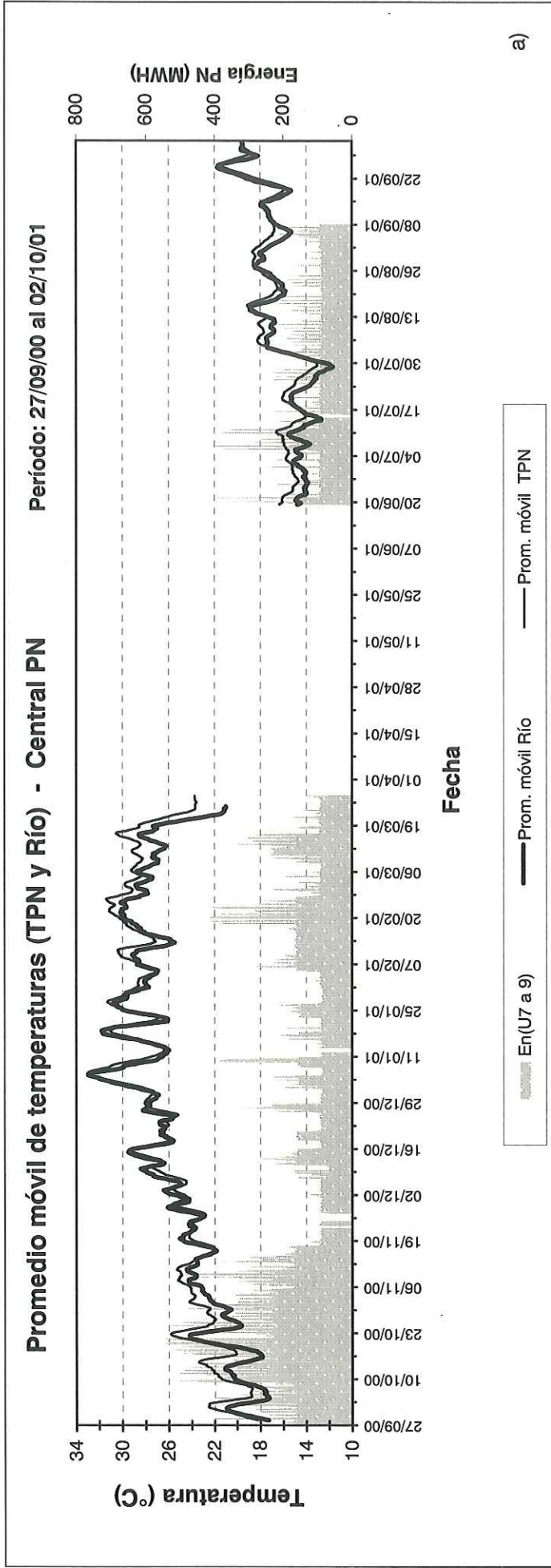
Idéntica situación se presenta entre la obra de toma de la central PN y el Río (Figura N° 8a - b)

La temperatura del agua en la obra de toma de la central PN sigue siendo mayor que la temperatura en la obra de toma de la central NP (Gráfico N° 9). Pero se puede observar que la diferencia tiende a cero.



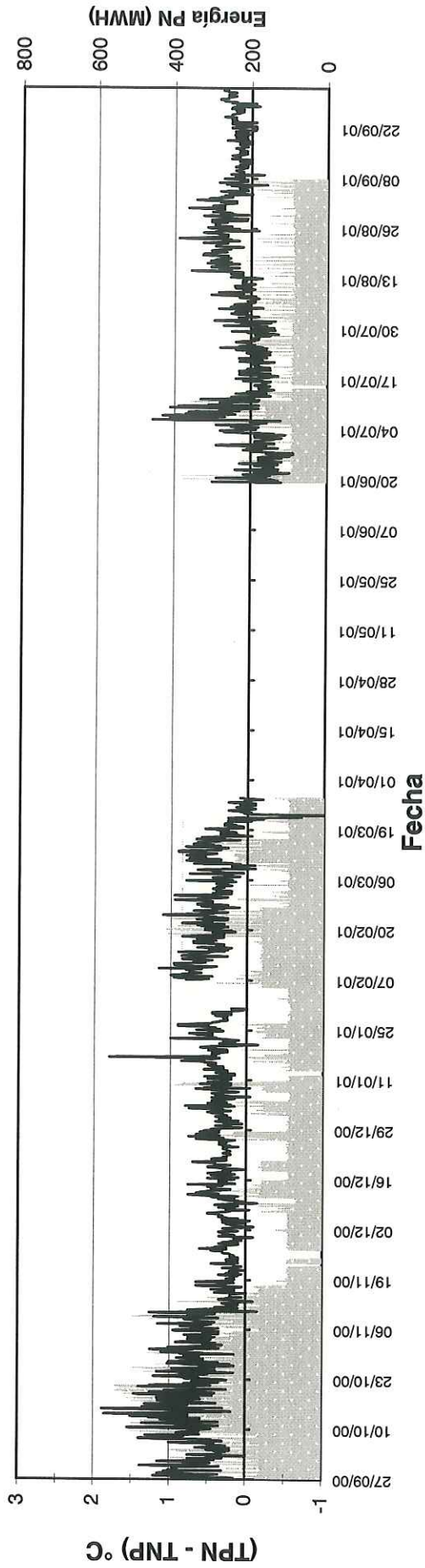
La falta de datos entre el 27/03/01 y el 20/06/01 corresponde al periodo en la cual las sondas fueron retiradas para recalibración





Diferencia entre la temperatura de TPN y TNP

Período: 27/09/00 al 02/10/01



PERIODO

09/ 01 AL 09/02

CENTRALES NP Y PN

CONCLUSIONES DEL PERIODO 10/01 al 09/02

Este periodo se caracteriza por tener grandes periodos sin generación en las centrales NP y PN.

La diferencia entre la temperatura en la obra de toma de la central NP y la del Río (Gráfico N° 10 a - b), tiende a cero. Diferencia que llega a ser negativa cuando la central PN no genera y el NCC genera en forma continua.

Idéntica situación se presenta entre la obra de toma de la central PN y el Río (Figura N° 11a - b)

La temperatura del agua en la obra de toma de la central PN sigue siendo mayor que la temperatura en la obra de toma de la central NP (Gráfico N° 12), siempre que la central PN genere. Pero la diferencia tiende a cero si la central PN no genera.

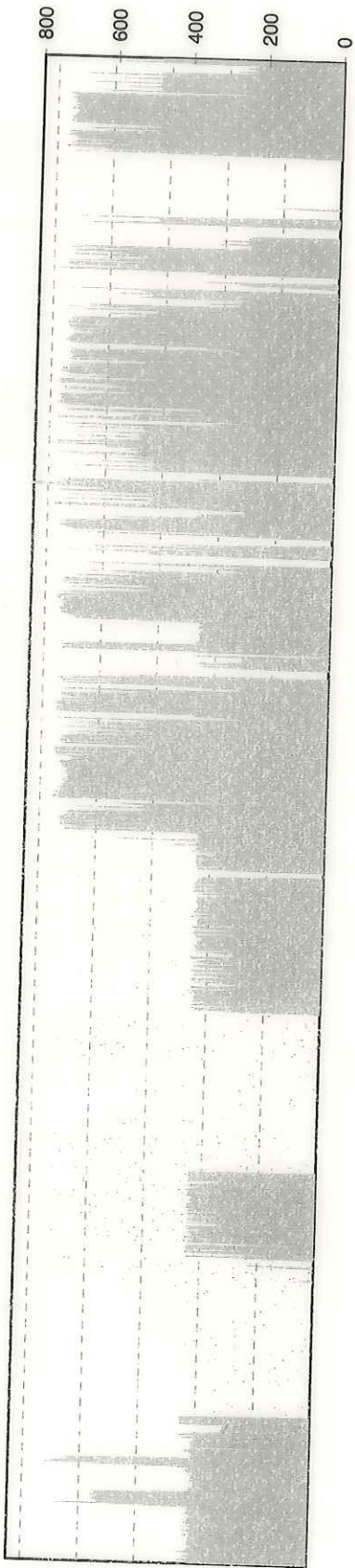
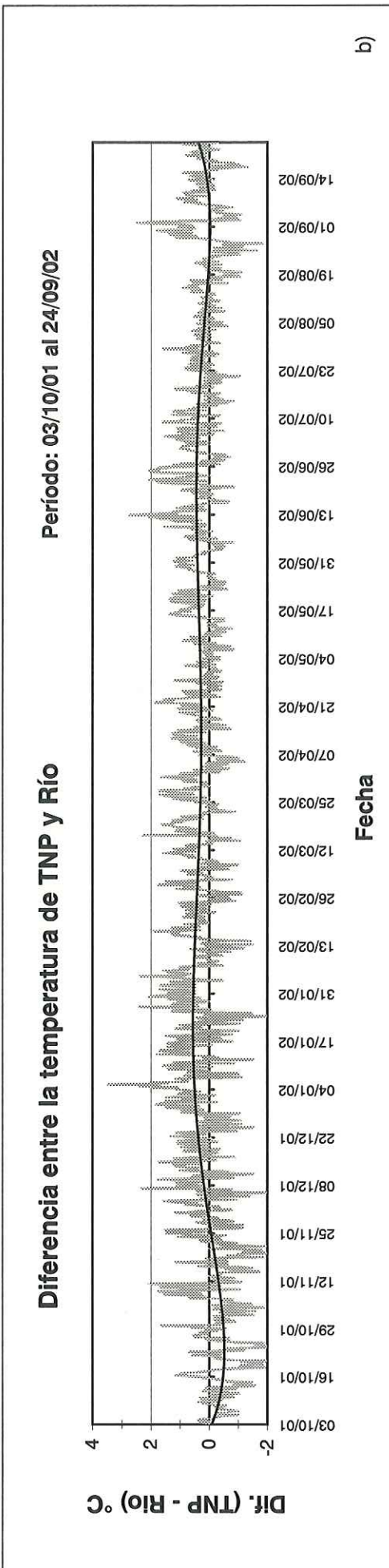
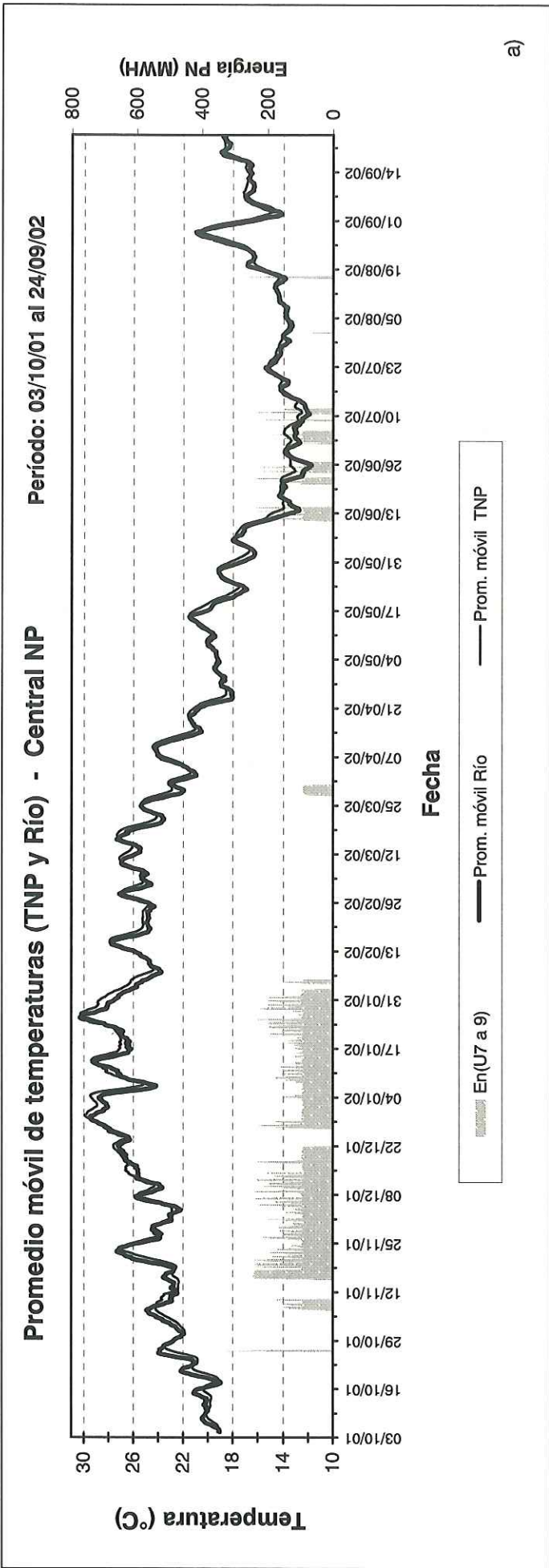
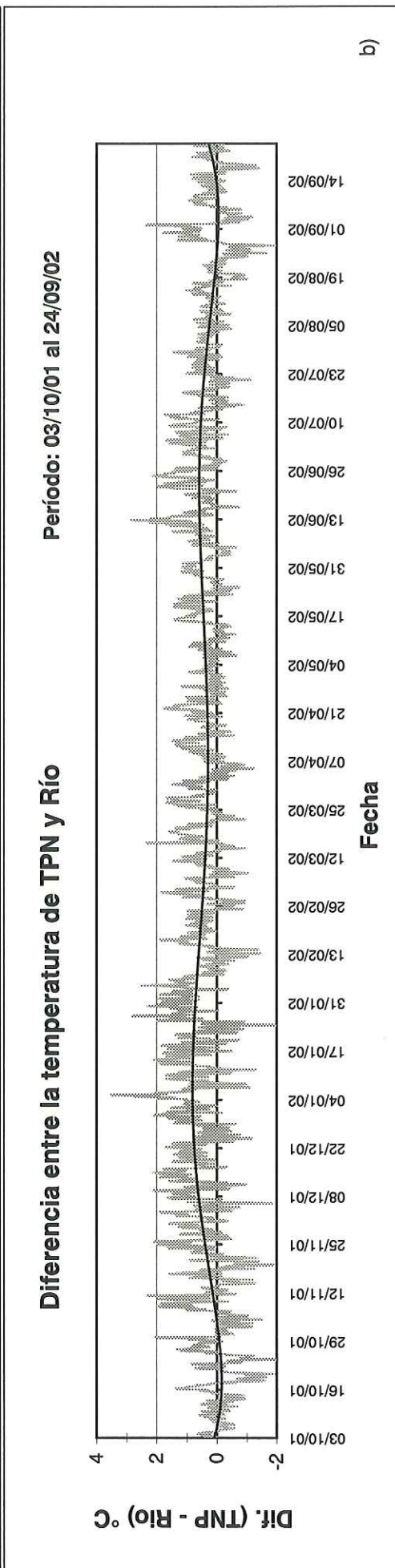
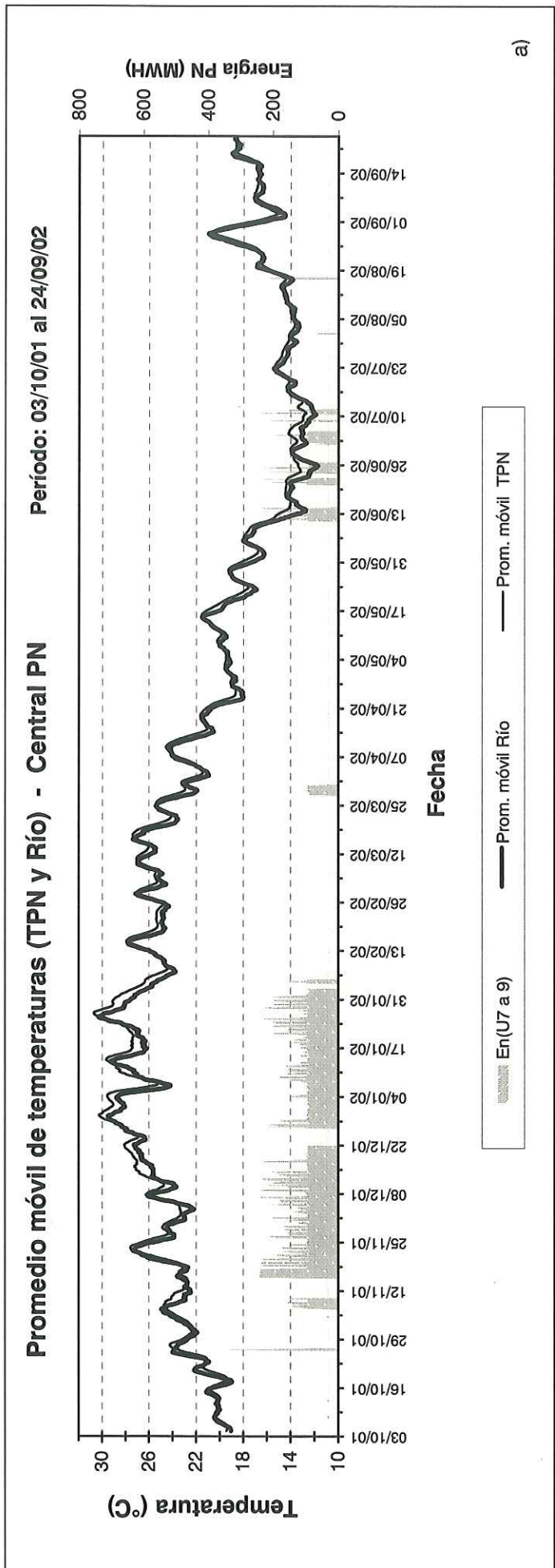


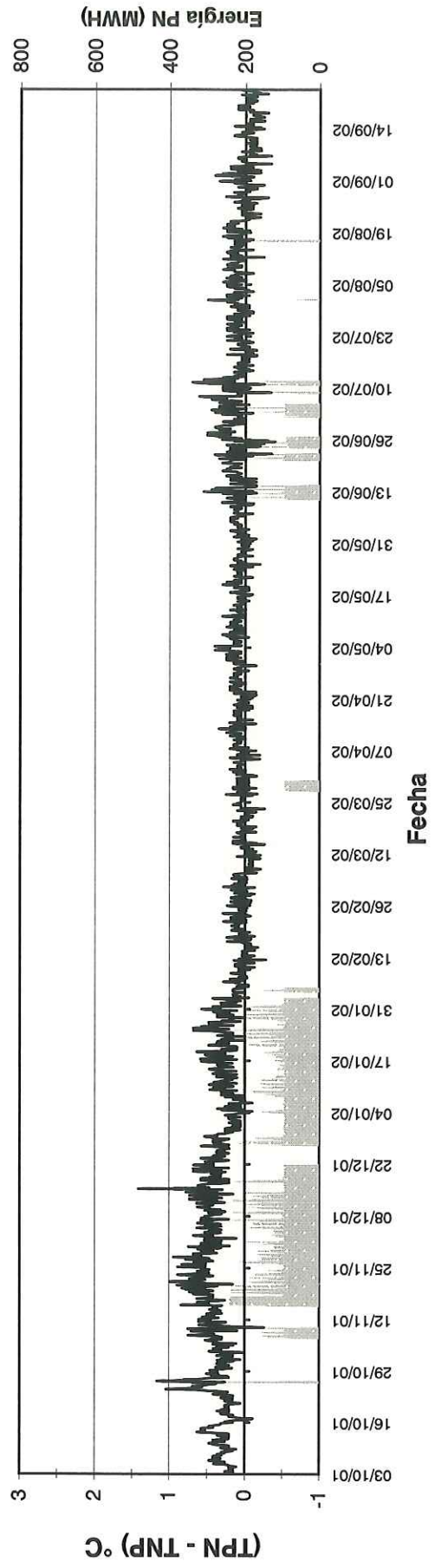
表 En(U10 a 12)





Diferencia entre la temperatura de TPN y TNP

Período: 03/10/01 al 24/09/02



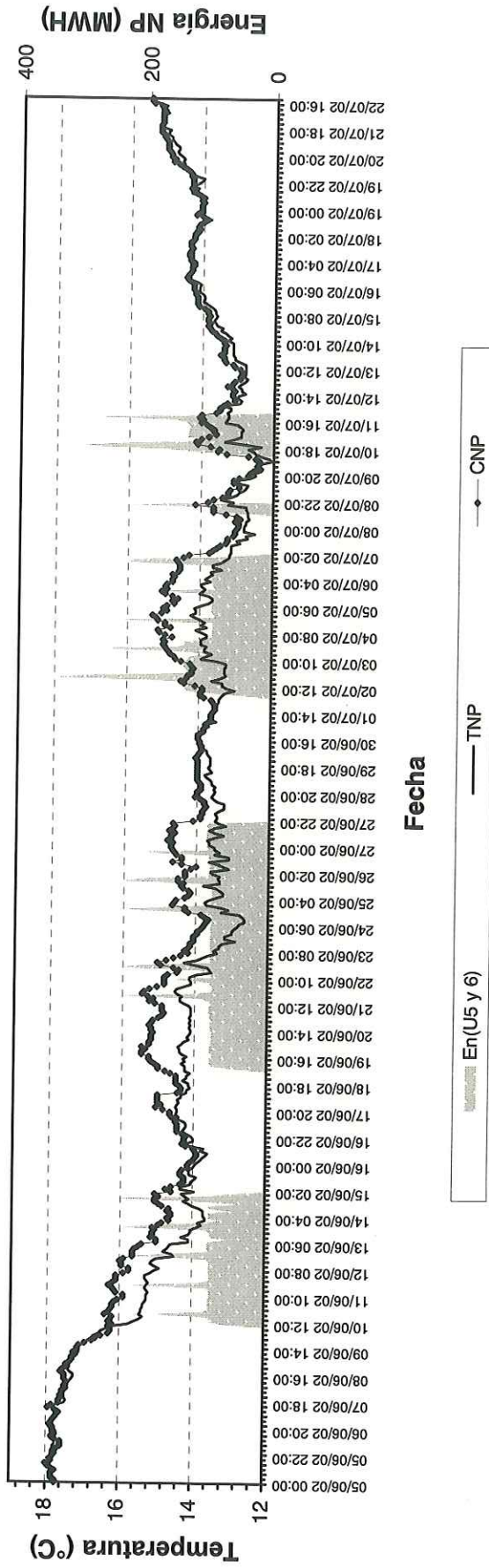
CENTRAL NP
TEMPERATURA EN LA OBRA DE TOMA
Y LOS CONDENSADORES



Siempre que la central NP esté generando la temperatura del agua en la entrada a los condensadores de la unidad 6, es mayor que en la obra de toma. En situaciones que las unidades 5 y 6 no generan, la diferencia es prácticamente nula (Gráfico N° 13). Ello es debido al trazado paralelo y evolvente del canal de ingreso a los condensadores y de los canales de descarga de los mismos (Figura N° 6).

CENTRAL NP

Período: 05/06 al 22/07/02



DIFERENCIA DE TEMPERATURA (CNP-TNP)

Período: 05/06 al 22/07/02

