





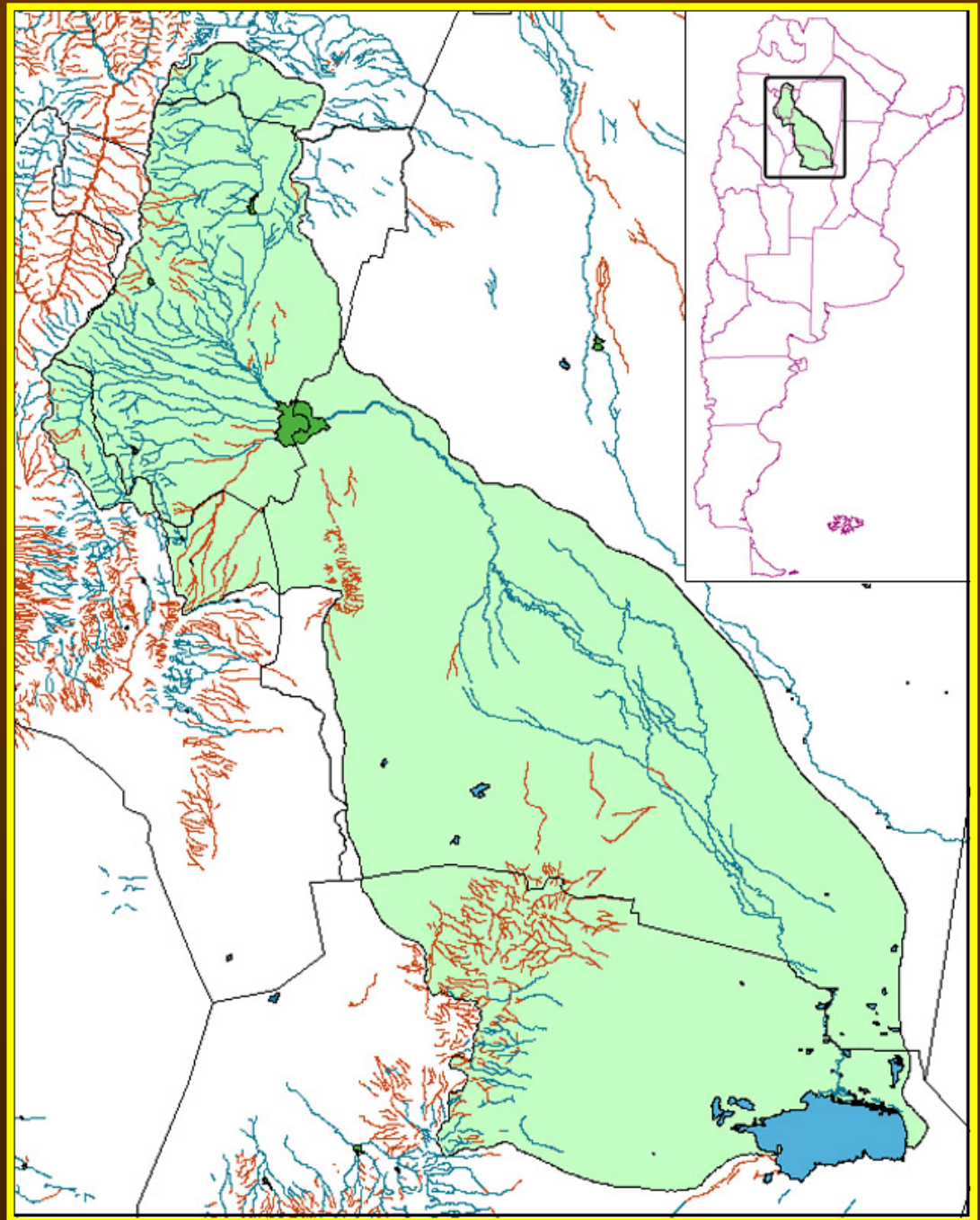
Programa de Monitoreo del Embalse Río Hondo



**Límite
interprovincial de
Tucumán - Sgo
del Estero.**

**Está emplazado
en el corazón de
la cuenca del río
Salí-Dulce**

**Forma parte del
sistema endorreico
de aporte a la
Laguna de Mar
Chiquita**



Longitud de la Presa	4300 m
Capacidad original del embalse (cota 274 m s.n.m.)	1.658 hm ³
Superficie original del embalse (cota 274 m s.n.m.)	29.670 ha
Profundidad máxima original	24,5 m
Profundidad media original	5,3 m
Perímetro del embalse	92 Km
Superficie de la cuenca de aporte	22.000 Km ²

Objetivos

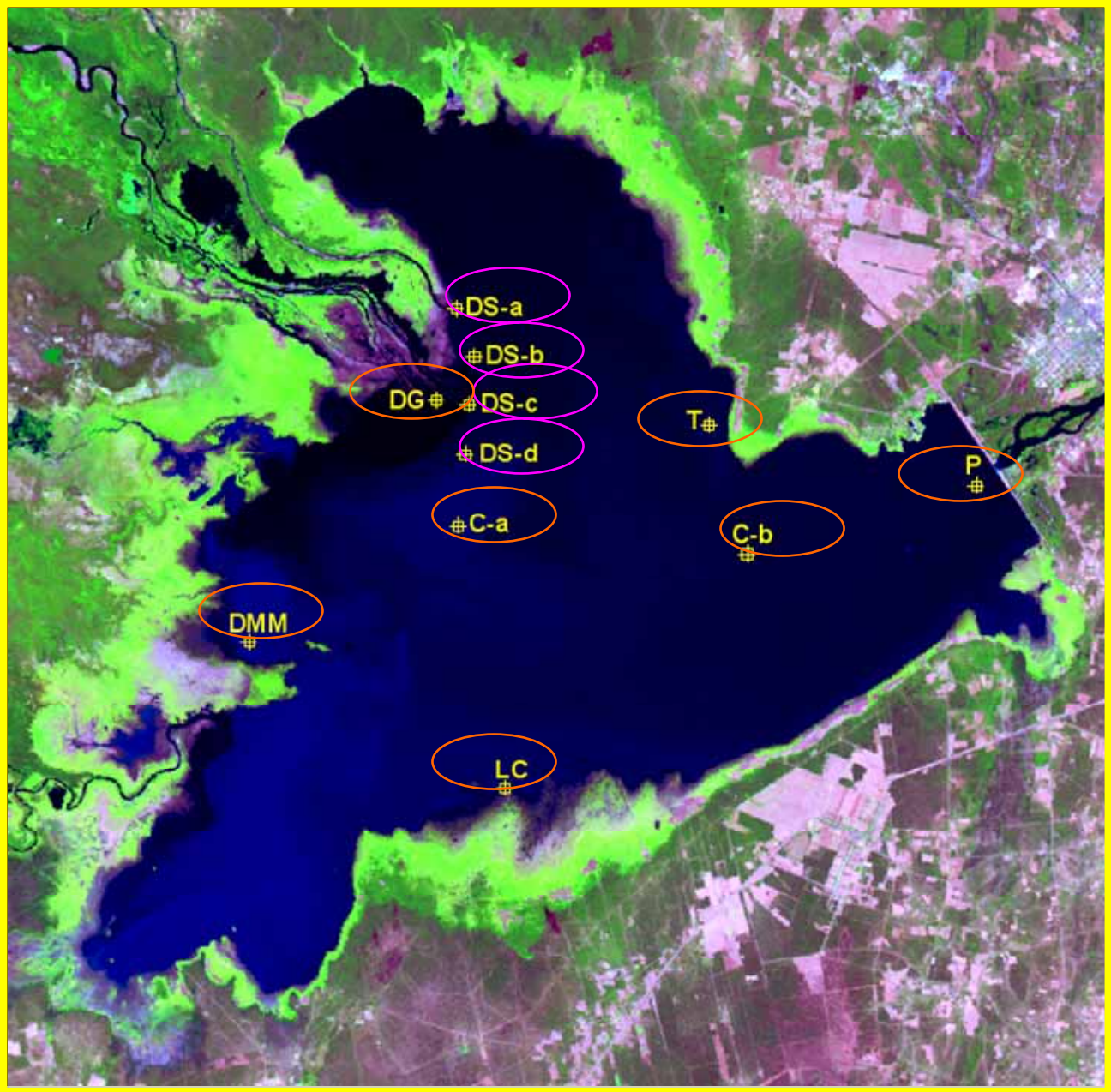
- **Mejorar el conocimiento del estado de la calidad de agua del embalse de Río Hondo**
- **Realizar un diagnóstico de la situación ambiental del embalse de Río Hondo con enfoque sistémico**
- **Formular criterios de resguardo para un desarrollo sustentable de la población que utilice los recursos de la cuenca del embalse de Río Hondo.**
- **Contribuir a la planificación del manejo del embalse y de la cuenca.**

El monitoreo del embalse de Río Hondo está compuesto por tres actividades básicas:

- Muestreo del cuerpo de agua.**
- Muestreo de peces.**
- Aforo y muestreo de los ríos afluentes.**

Las fechas de monitoreo se definieron en función del paso del satélite LandSat 5 con una frecuencia estacional:

- 11 y 12 de octubre de 2006 (primavera).**
- 6 y 7 de marzo de 2007 (verano).**
- 11 y 12 de junio de 2007 (otoño).**
- 17 y 18 de septiembre de 2007 (invierno).**



Punto	Referencia	Parámetro
Toma	T	Peces – Calidad de Agua
Desembocadura Salí-A	DS-a	Peces – Calidad de Agua - Sedimentos
Desembocadura Salí-B	DS-b	Calidad de Agua
Desembocadura Salí-C	DS-c	Calidad de Agua
Desembocadura Salí-D	DS-d	Calidad de Agua
Desembocadura Gastona	DG	Peces – Calidad de Agua - Sedimentos
Confluencia Marapa-Medina	DMM	Peces – Calidad de Agua - Sedimentos
Presas	P	Calidad de Agua - Sedimentos
Centro-A	C-a	Calidad de Agua
Centro-B	C-b	Calidad de Agua

Características físicas del embalse Río Hondo

Longitud de la presa	4.300 m
Capacidad original del embalse (cota 274 m s.n.m.)	1.658 hm³
Superficie original del embalse (cota 274 m s.n.m.)	29.670 ha
Profundidad máxima original	24,5 m
Profundidad media original	5,3 m
Perímetro del embalse	92 Km
Superficie de la cuenca de aporte	22.000 km²

Calidad de Agua

Medición in situ con sonda Horiba W-22XD



Profundidad de disco de Secchi

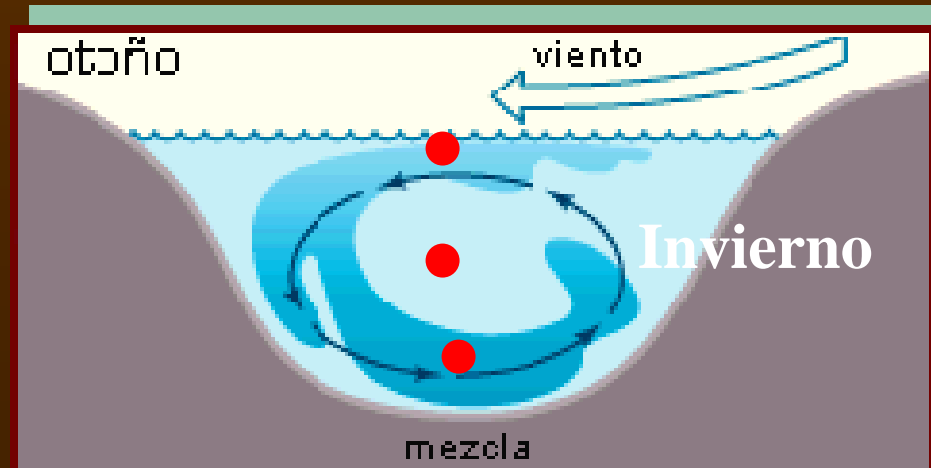
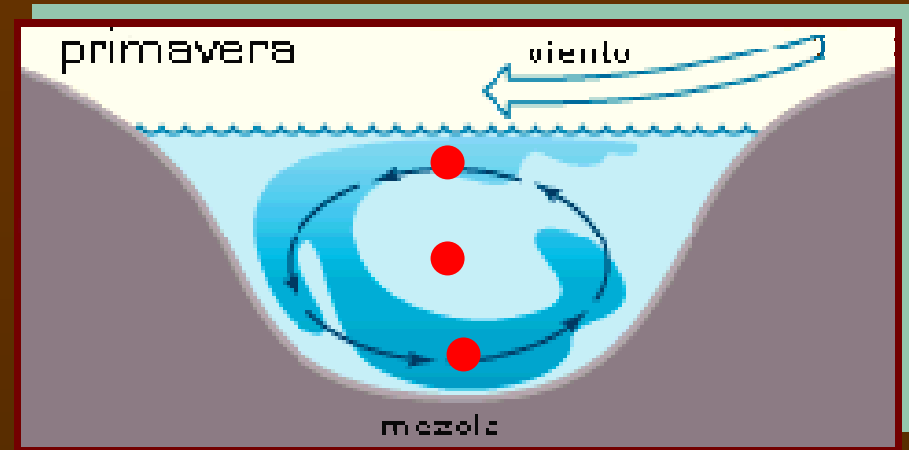


Circulación

1. a 0,20 m del pelo de agua

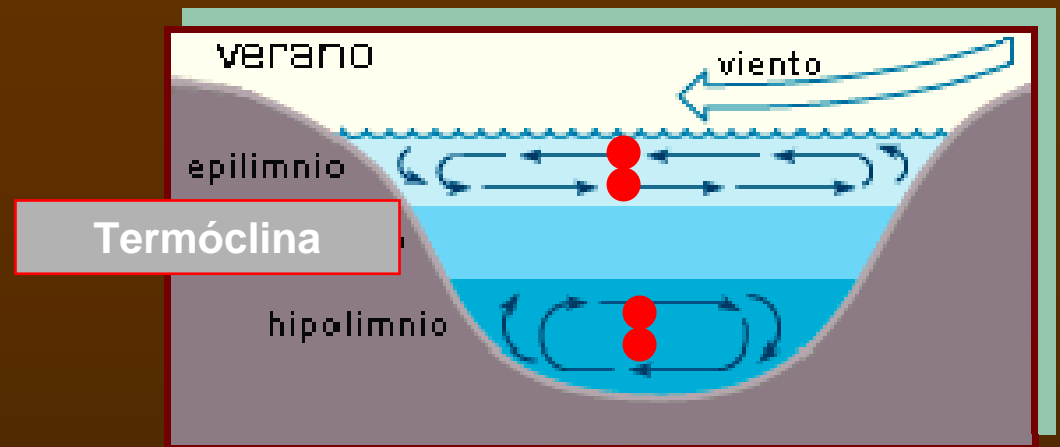
2. Límite de zona fótica

3. Fondo: a 1 m del fondo.



Estratificación

1. a 0,20 m del pelo de agua de agua
2. Arriba de la termoclina
3. Debajo de la termoclina
4. Fondo: a 1 m del fondo.

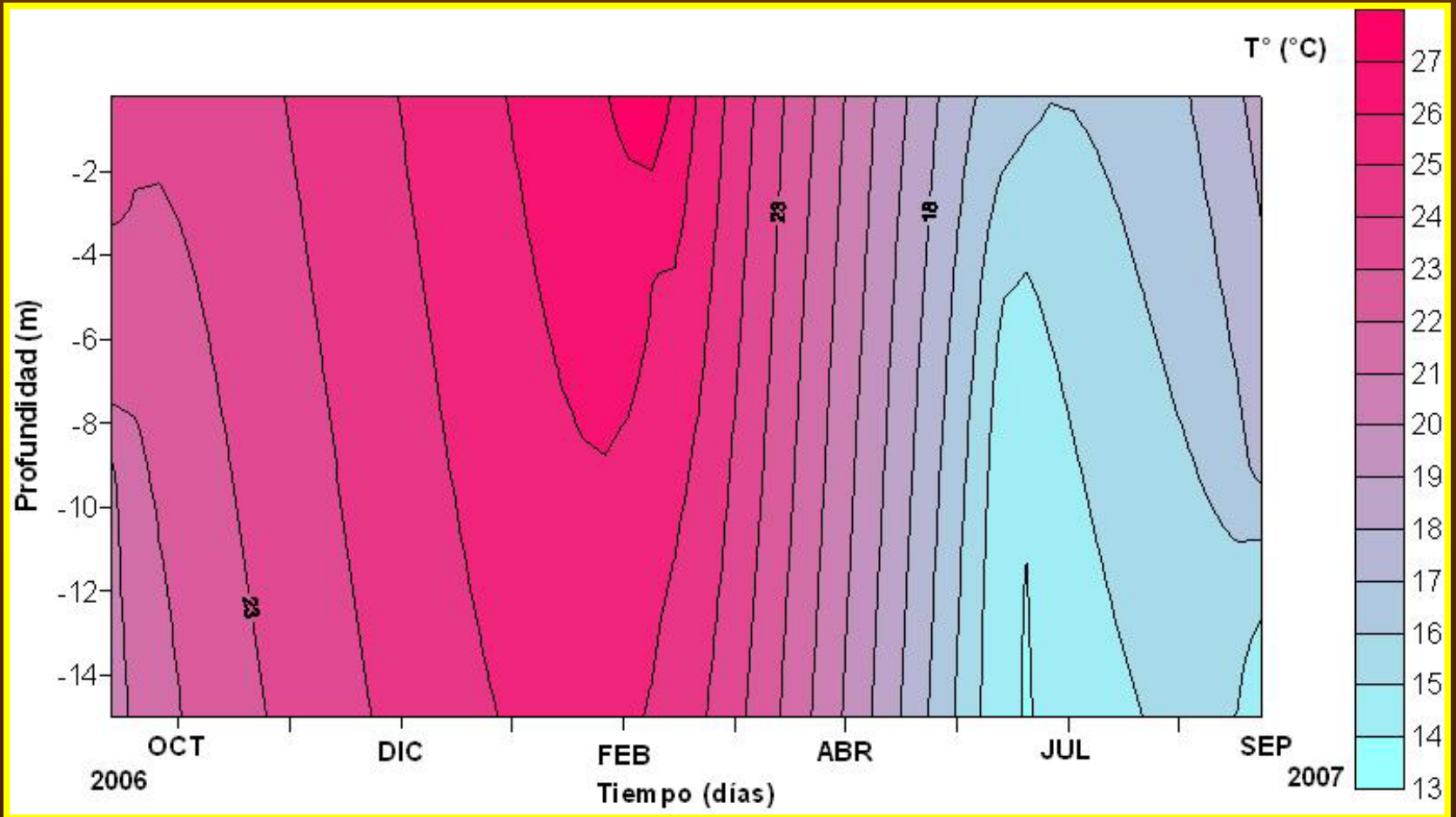


Sedimentos

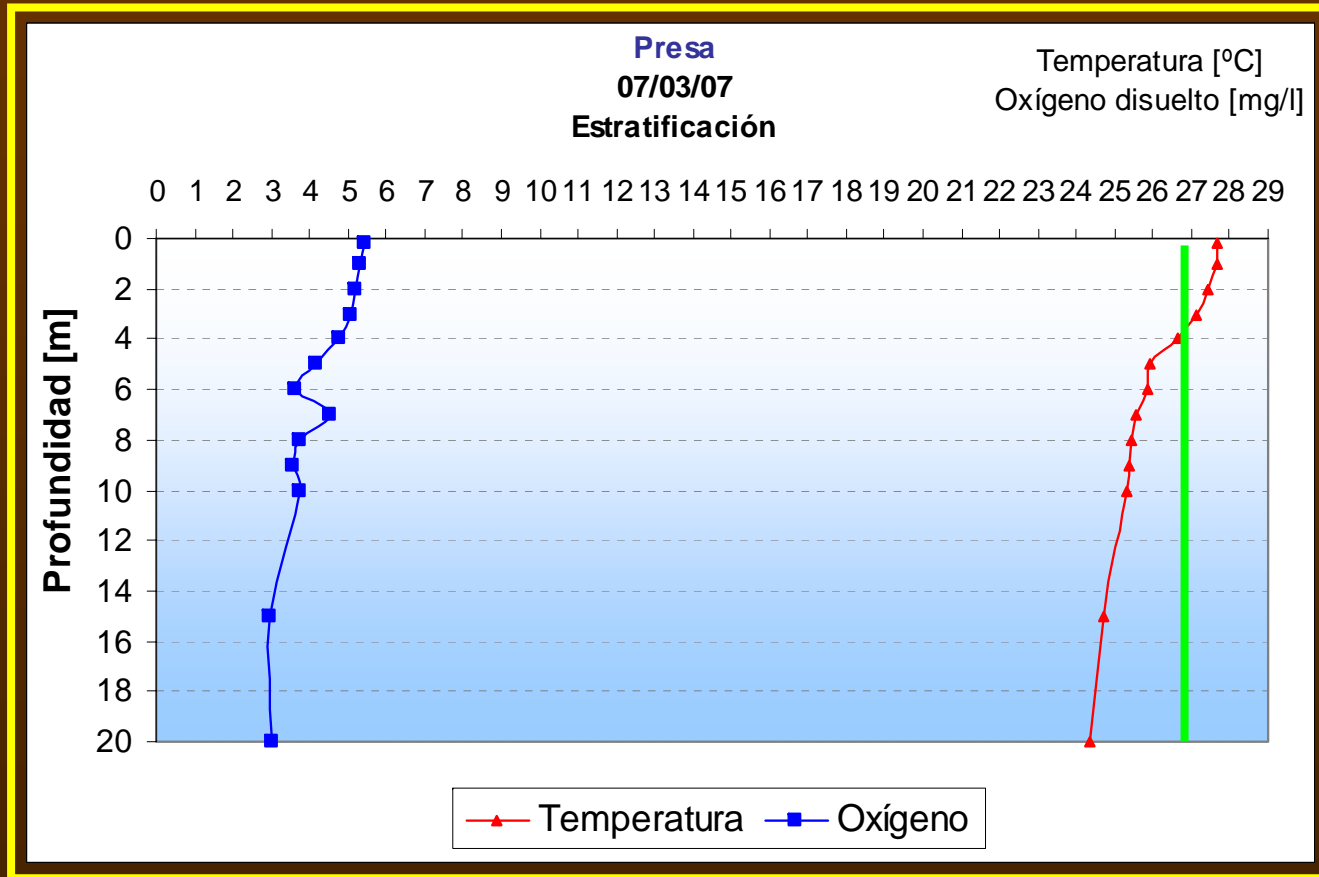


Análisis de Resultados

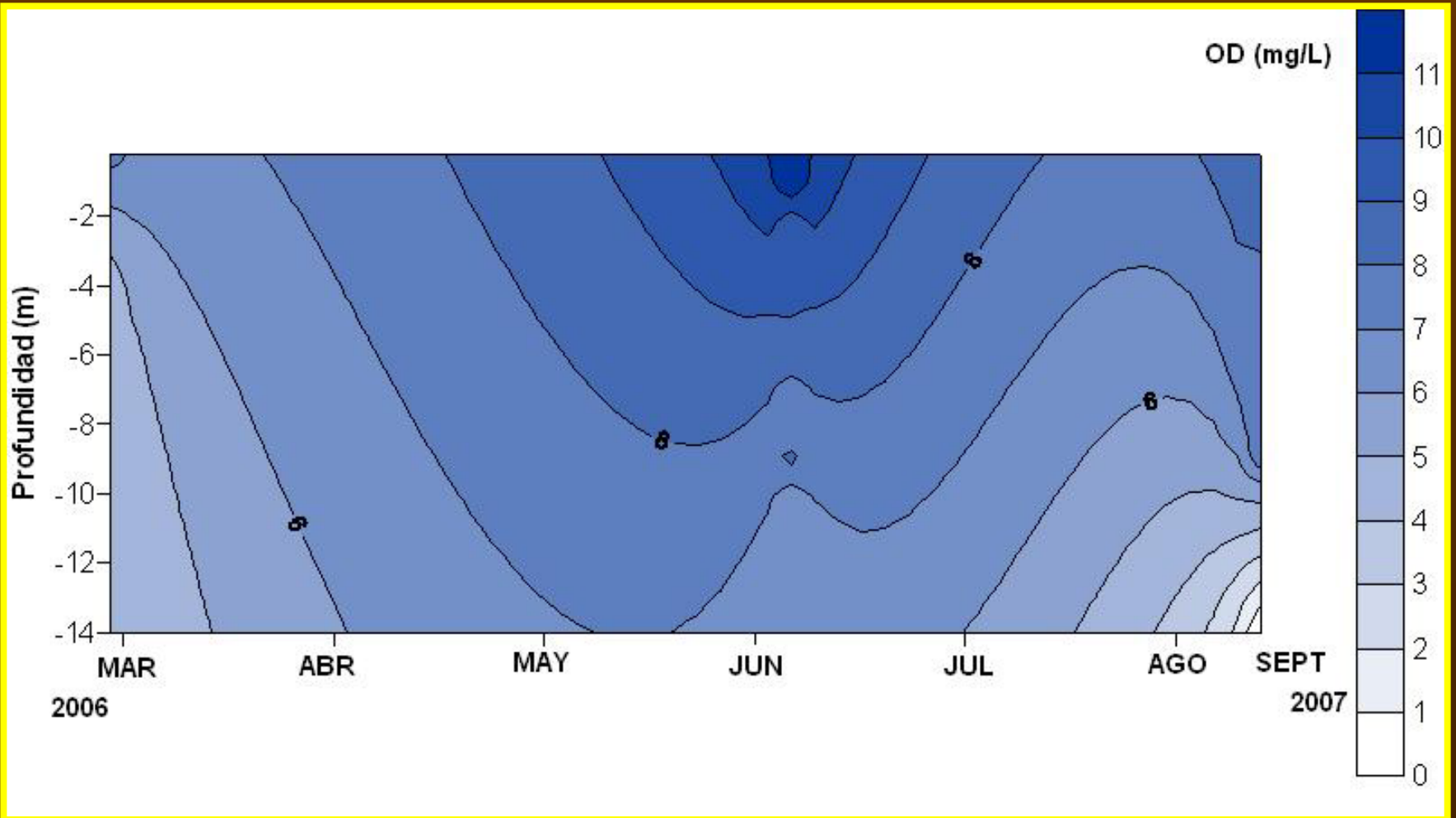
Temperatura



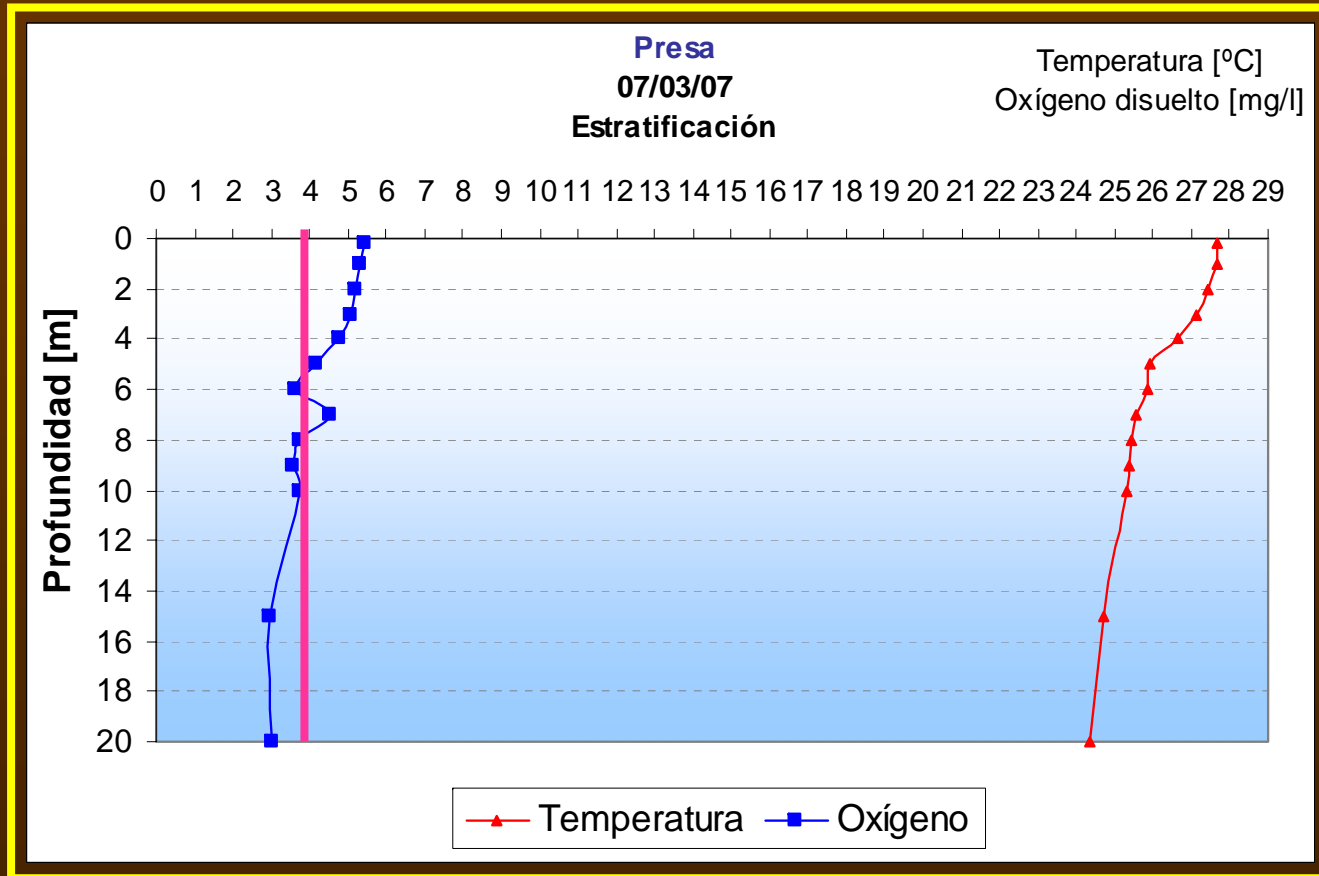
Estratificación - Presa



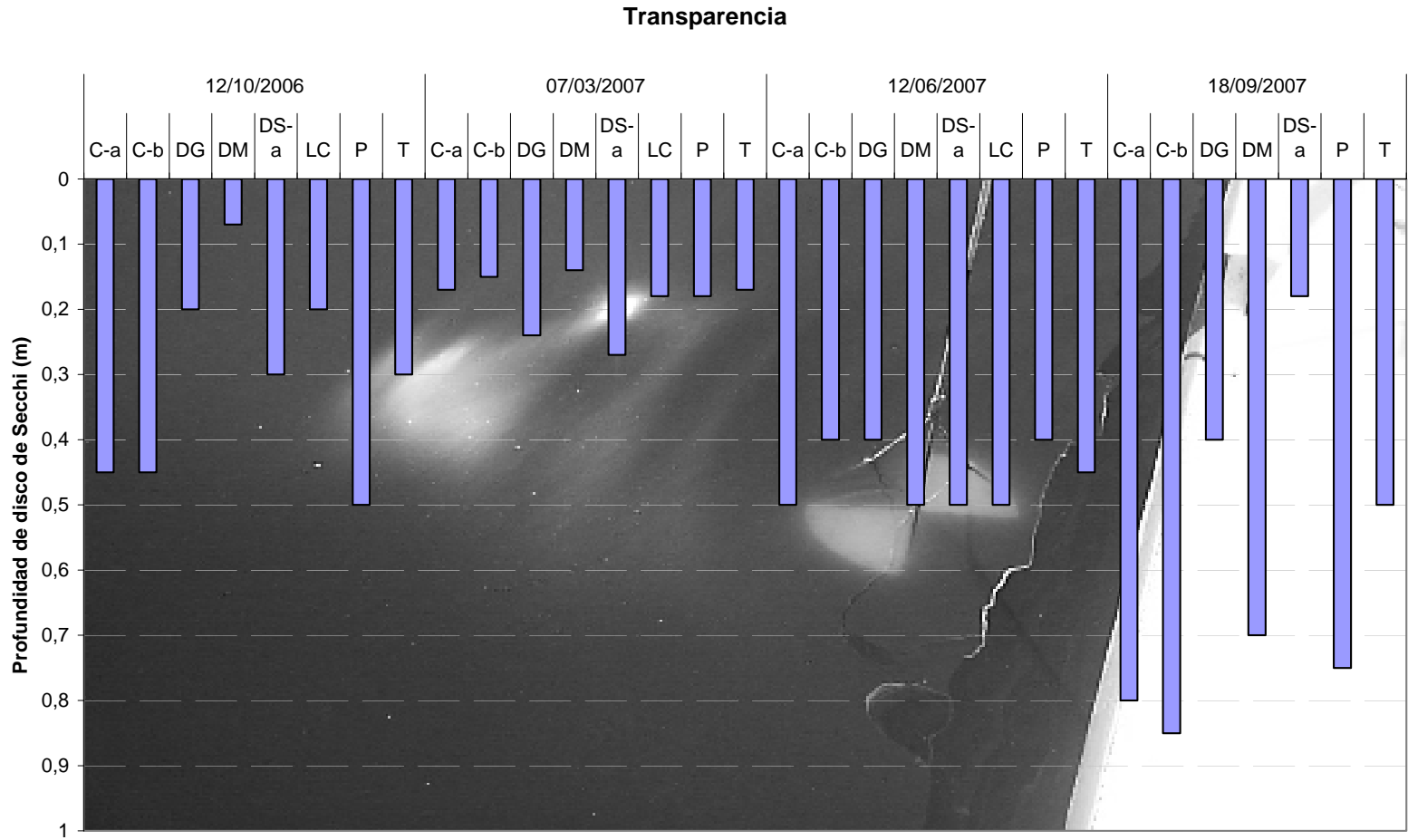
Oxígeno disuelto (OD)



Estratificación - Presa



Transparencia



Valores límites de la OECD para un sistema concreto de clasificación trófica

Categoría Trófica	PT (mg/L)	Clo-a media (mg/L)	Clo-a máxima (mg/L)	Secchi medio (m)	Secchi mínimo (m)
Ultraoligotrófico	< 4	< 1	< 25	<12	> 6
Oligotrófico	<10	< 25	< 8	< 6	> 3
Mesotrófico	10 – 35	2,5 – 8	8 -25	6 - 3	3 – 1,5
Eutrófico	35 – 100	8	25	2,5 -7,5	1,5 – 0,7
Hipereutrófico	> 100	> 25	> 75	> 1,5	< 0.7

Fósforo Total PT – Marzo 2007

200 -1800
 $\mu\text{g/L}$

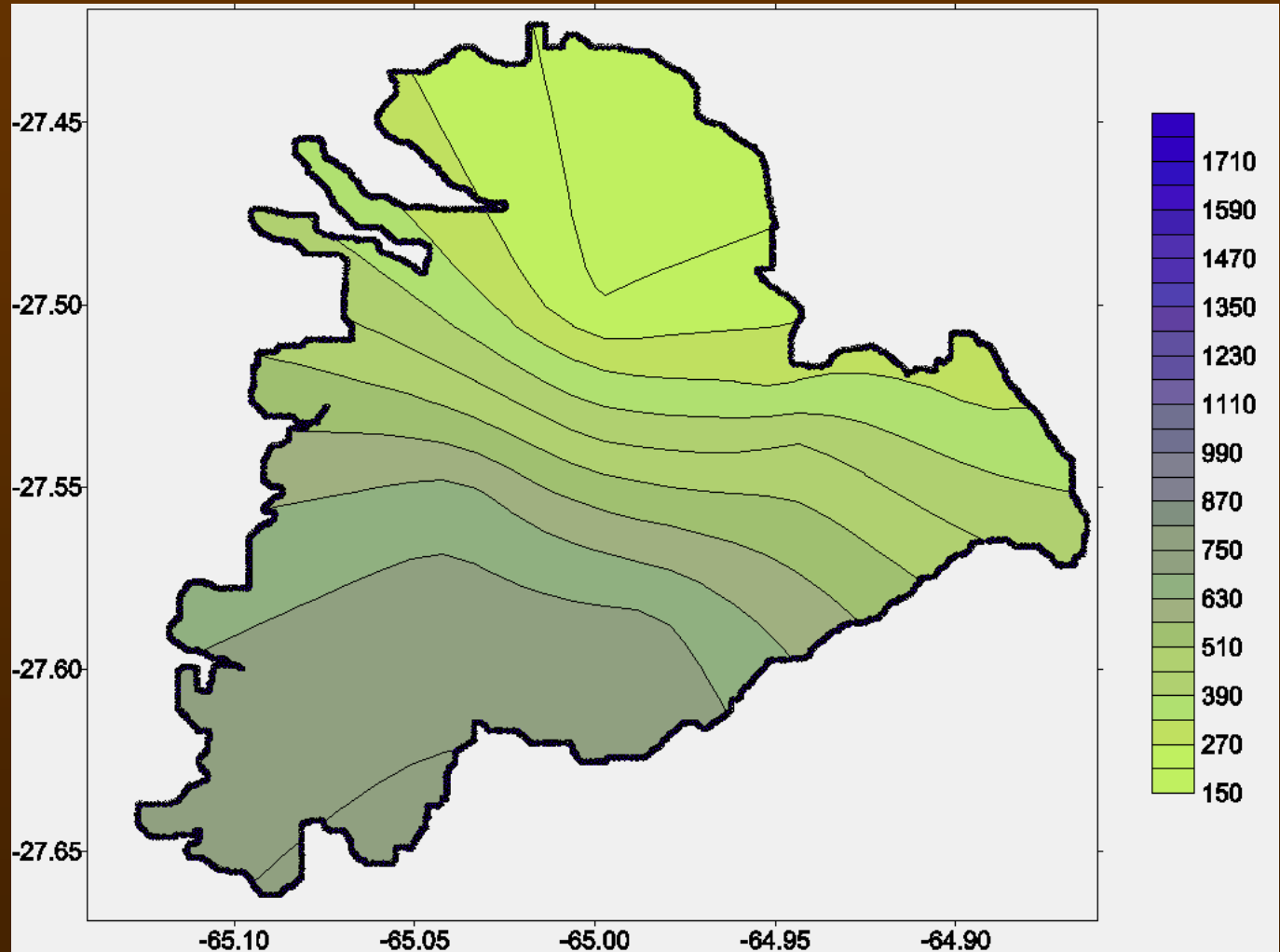
16 veces

más alta

que en
embalses

mesotróficos

y eutróficos

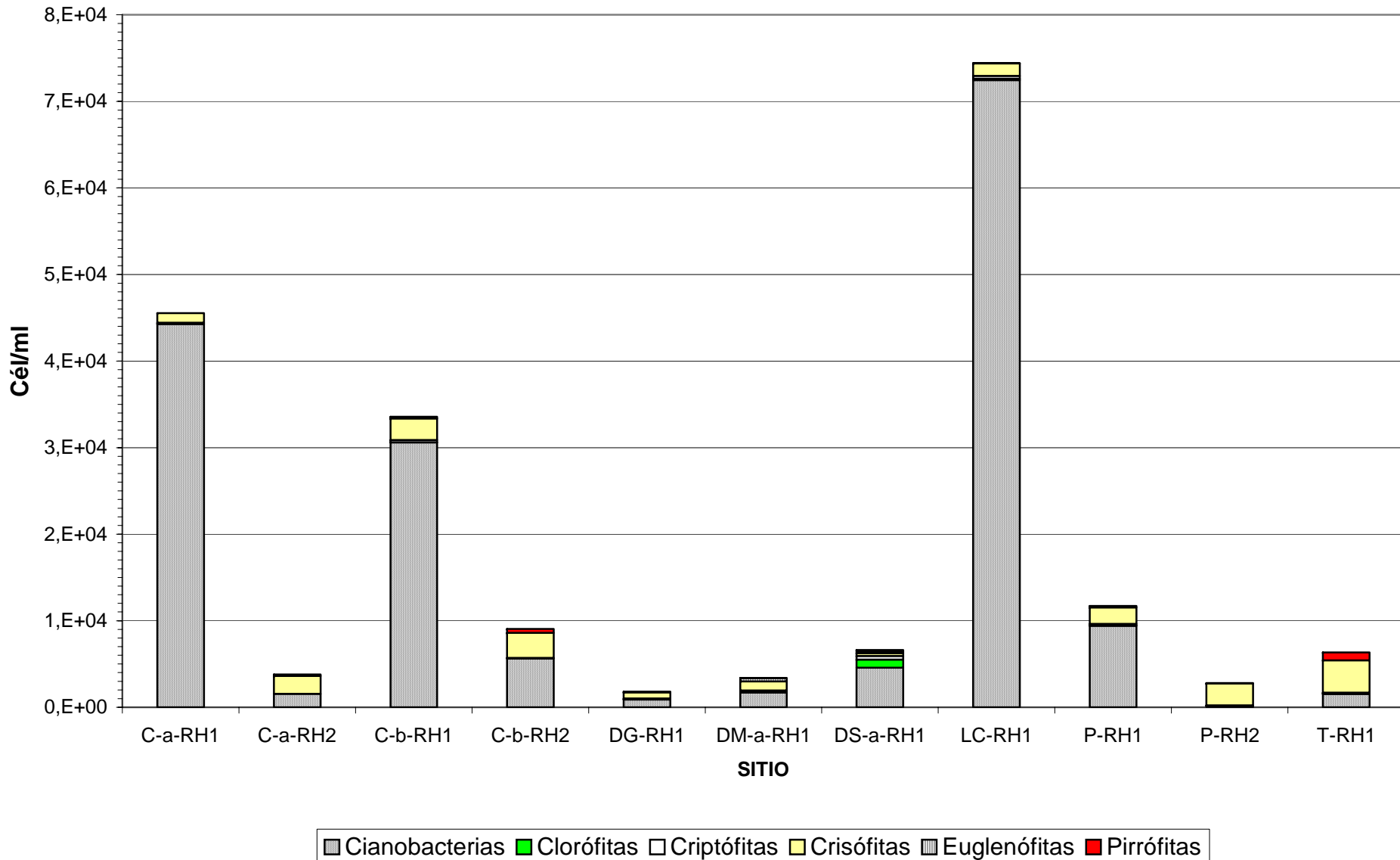


Valores límites de la OECD para un sistema concreto de clasificación trófica

Categoría Trófica	PT (mg/L)	Clo-a media (mg/L)	Clo-a máxima (mg/L)	Secchi medio (m)	Secchi mínimo (m)
Ultraoligotrófico	< 4	< 1	< 25	<12	> 6
Oligotrófico	<10	< 25	< 8	< 6	> 3
Mesotrófico	10 – 35	2,5 – 8	8 -25	6 - 3	3 – 1,5
Eutrófico	35 – 100	8	25	25 -75	15 – 0,7
Hipereutrófico	> 100	> 25	> 75	> 1,5	< 0.7
Río Hondo	500	28	77	0.4	0.15

HIPEREUTRÓFICO

Valores de abundancia promedio en los distintos puntos



Florecimiento de *Anabaena sp.* - Zona cercana a la presa

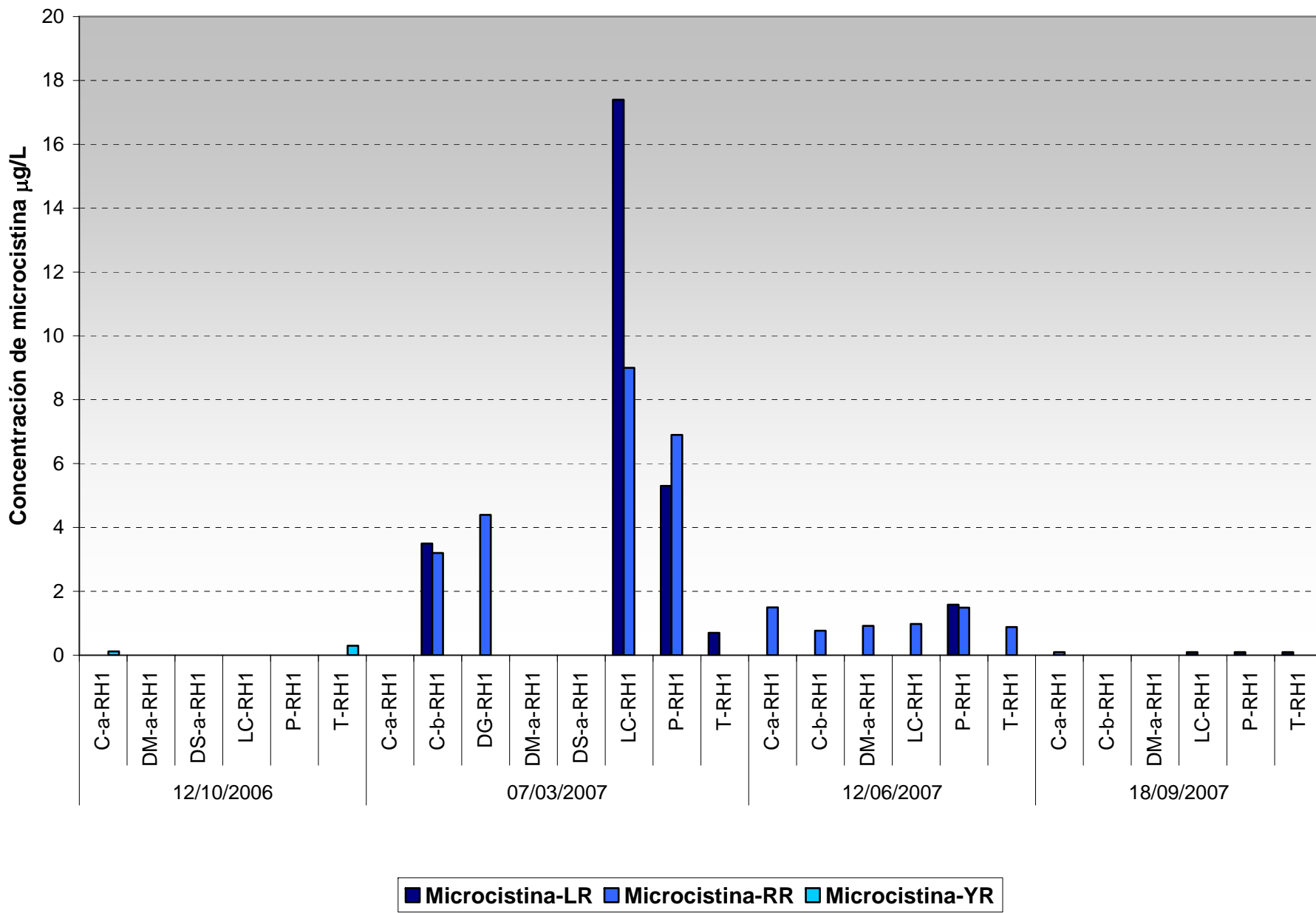


Marzo 2007

Florecimiento de cianófitas en forma de “parches”

Marzo 2007





Sedimentos

Contenido de P en sedimentos del embalse

Sitios de muestreo	Fecha	P total (mg/kg)	P inorgánico mg/kg)	P orgánico mg/kg)
Presa	OCTUBRE-06	1097	639	458
Centro		832	674	158
D Salí		844	720	124
D Gastona		768	620	148
D Medina		846	684	162
Presa	MARZO-07	978	710	268
Centro		865	612	253
D Salí		692	589	103
D Gastona		806	674	132

Los Molinos 590 mg/kg (eutrófico)

San Roque 882 mg/kg (hipereutrófico)

856 mg/kg

PECES



Costa del embalse en la desembocadura del río Salí



Desembocadura del río Salí

PECES

- Se encontraron 18 especies de peces,
- Agrupadas en cuatro órdenes y once familias
- Sólo dos fueron introducidas:
 - el orillero *Gambusia affinis*
 - el pejerrey *Odontesthes bonariensis*

Red agarrera



Red de arrastre



En cada punto de muestreo se calculó:

Abundancia total: **Cantidad de individuos presente en la muestra**

Riqueza : **Cantidad de especies presente en la muestra**

Diversidad : **Razón entre Abundancia Total y Riqueza**

Desembocadura del Río Salí

ESPECIES	Red de arrastre	Red Agallera
<i>Astyanax bimaculatus</i>	7	72.5
<i>Pimelodus albicans</i>	--	45.5
<i>Prochilodus lineatus</i>	--	13.5
<i>Hypostomus sp.</i>	--	14
<i>Hoplias malabaricus</i>	--	6.5
<i>Oligosarcus jenynsi</i>	--	9
<i>Trachelyopterus striatulus</i>	--	4.5
<i>Hoplosternum littorale</i>	--	9
<i>Odontesthes bonariensis</i>		4.5
<i>Leporinus obstusidens</i>	--	8
<i>Salminus brasiliensis</i>	--	0.5
<i>Astyanax sp.</i>		5
<i>Astyanax fasciatus</i>	4	1
<i>Serrasalmus spilopleura</i>	--	1
Abundancia total	11	194.5
Riqueza	2	14
Diversidad	0.65	1.95

Análisis histológico de hígado



Análisis histológico de hígado

Degeneración hidrópica



Foco necrótico



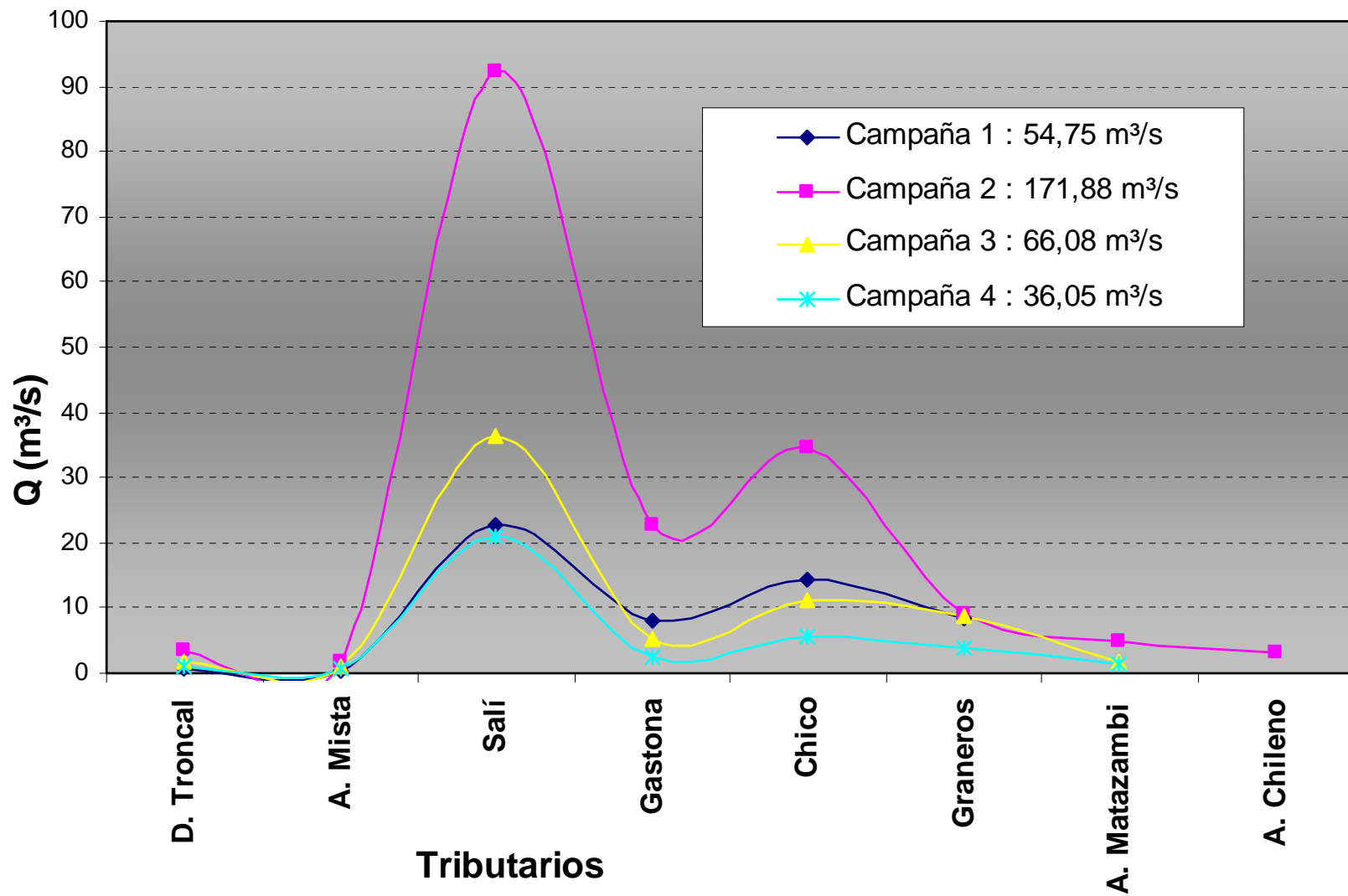
D

Análisis histológico de Branquias



Aforo y Muestreo de los ríos afluentes





Calidad de Agua

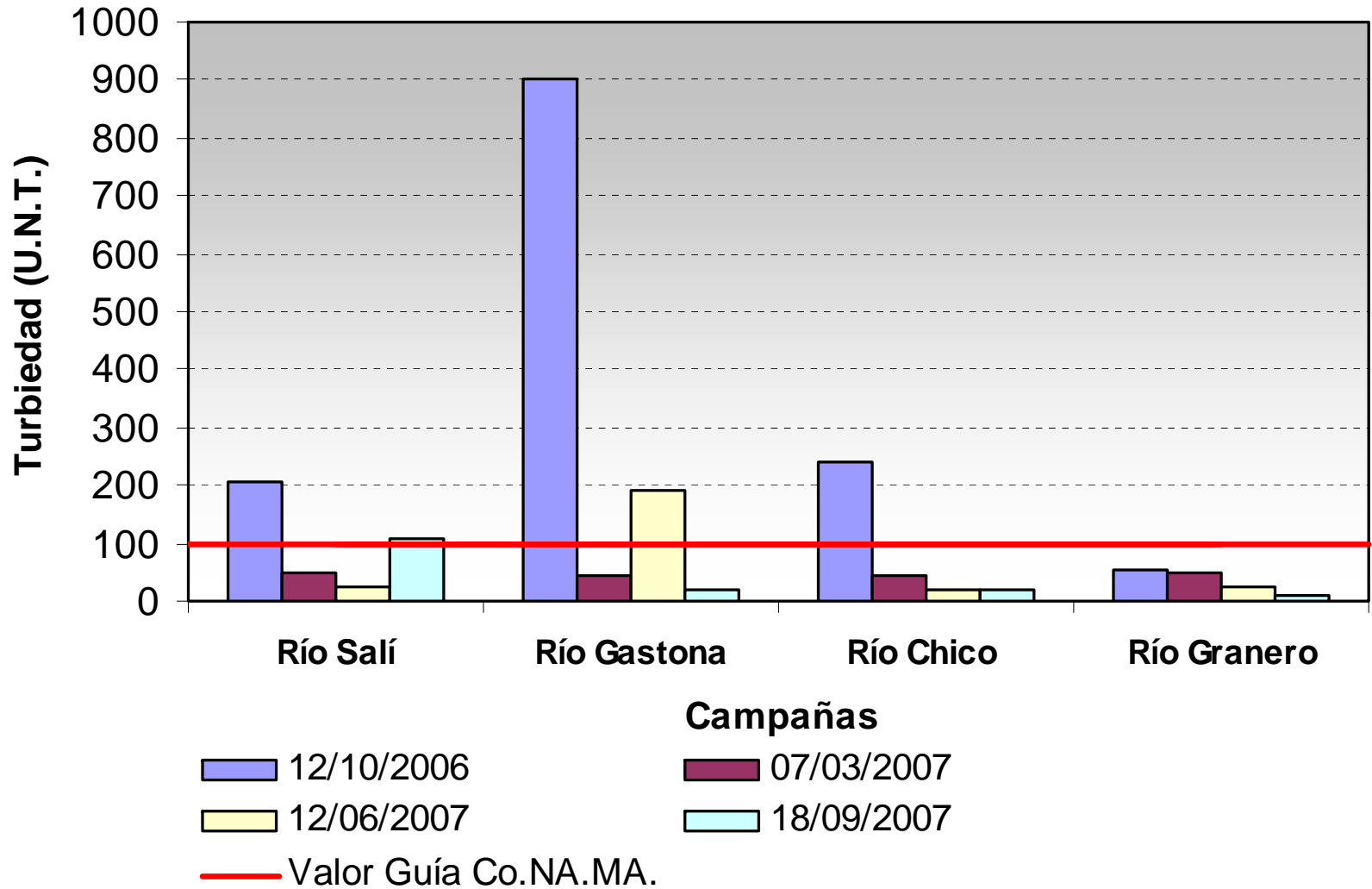
Conductividad media en los tributarios principales con y sin actividad industrial

Ríos	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$) Época de zafra	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$) Época de no zafra	Factor de aumento
Salí	963,3	778,0	1,2
Gastona	416,7	168,0	2,5
Medina	430,7	275,0	1,6
Marapa	1362,0	827,0	1,6

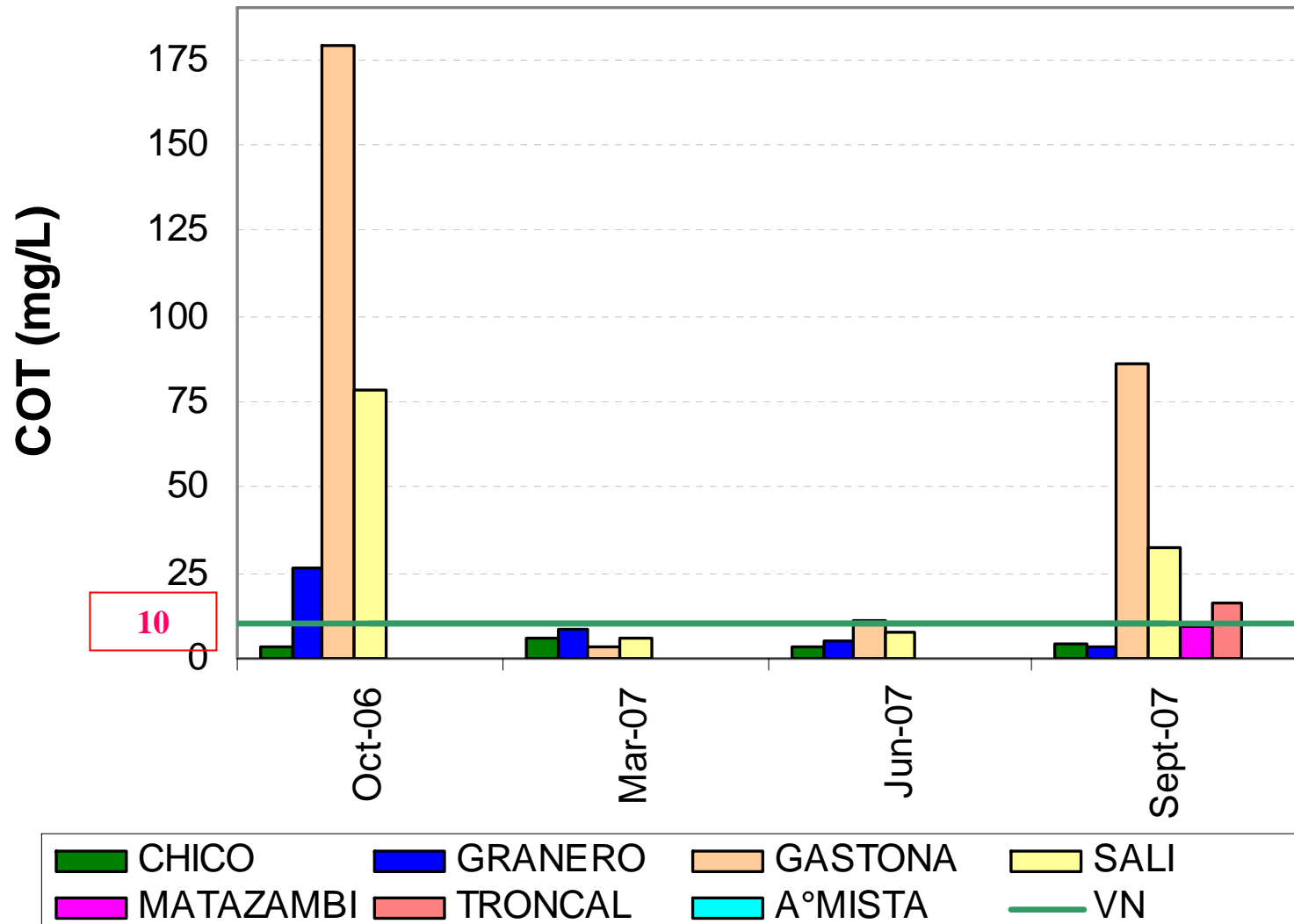
Abril - Octubre

Noviembre a Marzo

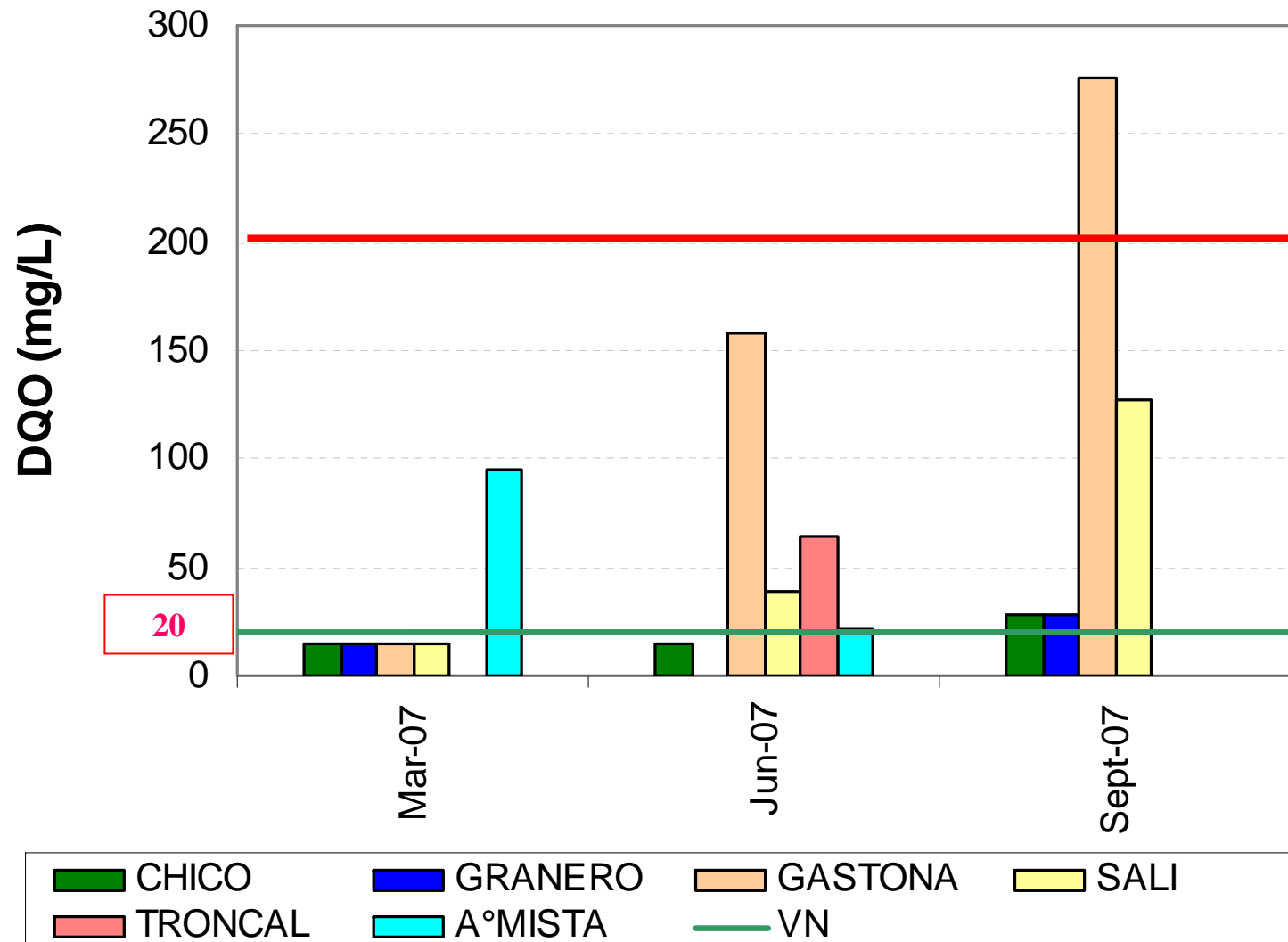
Turbiedad



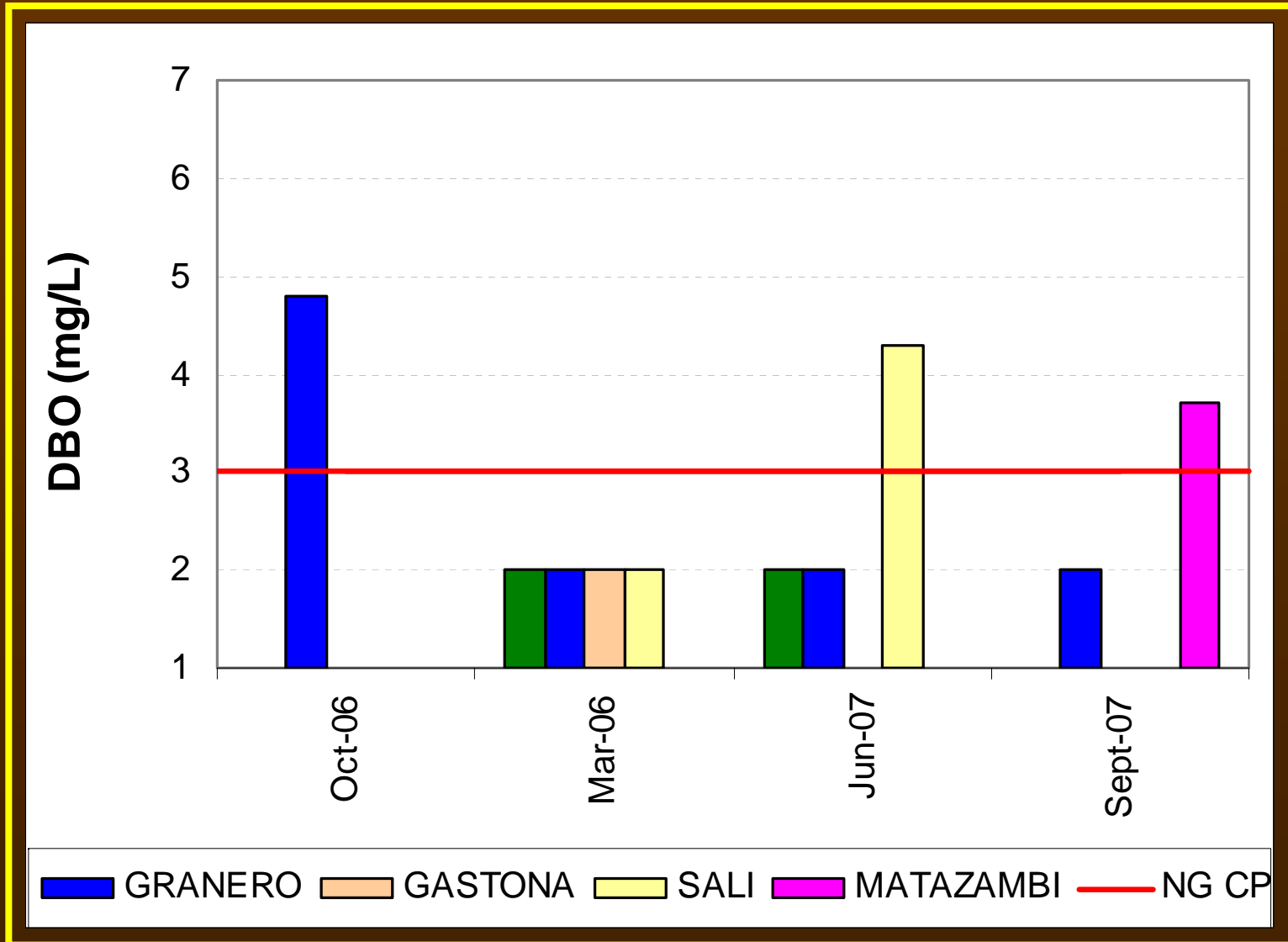
Carbono Orgánico Total



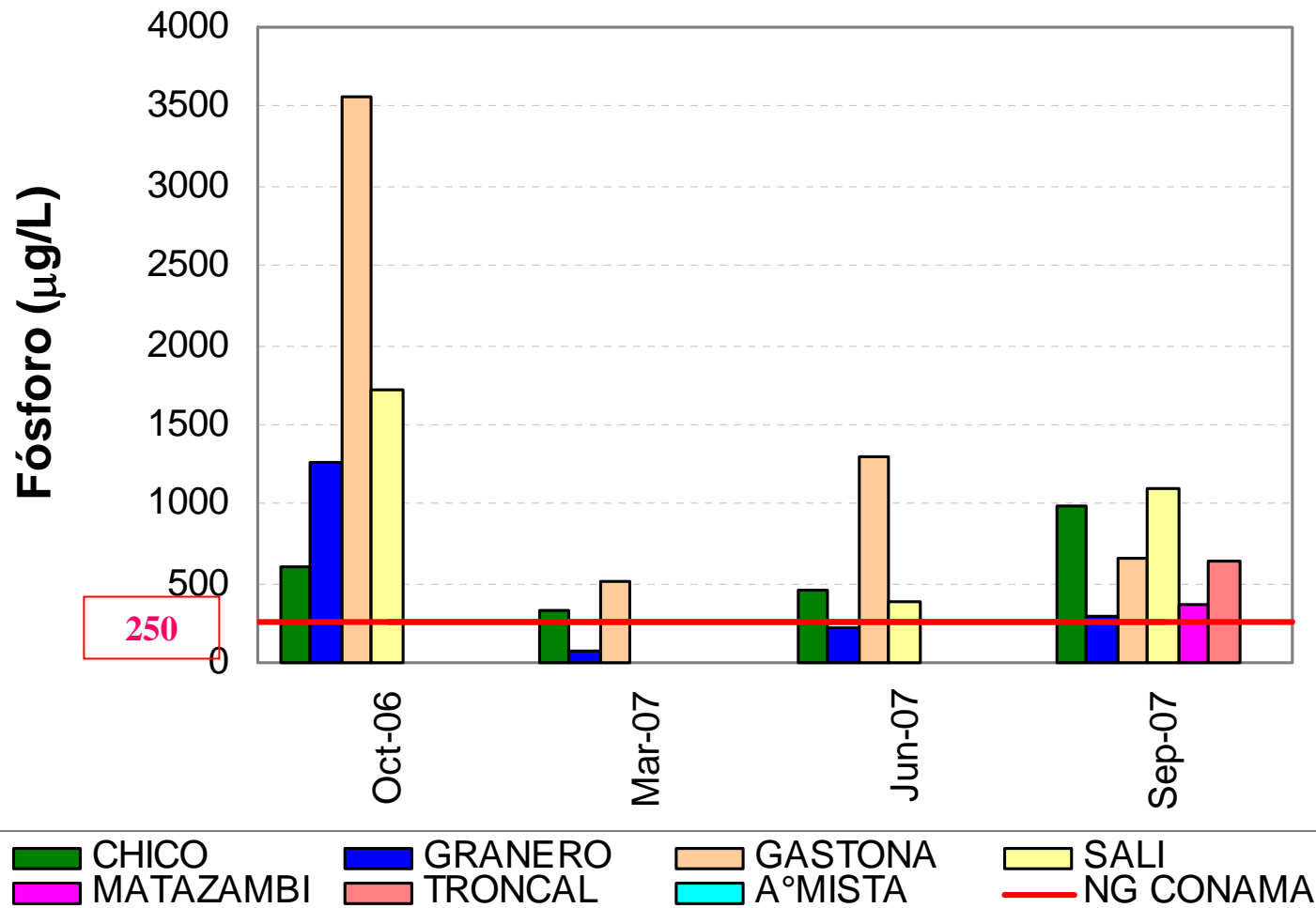
Demanda Química de Oxígeno



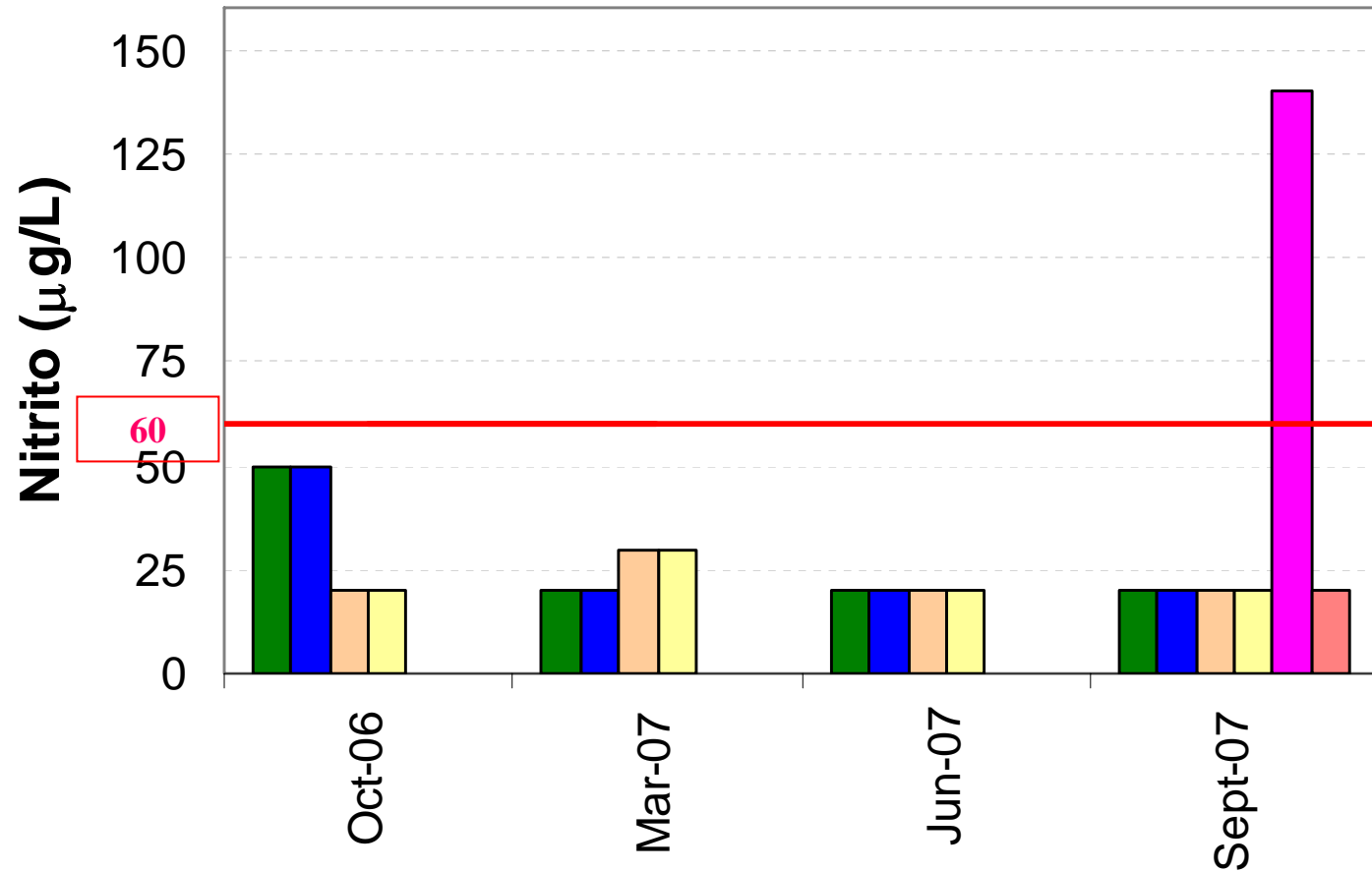
Demanda Bioquímica de Oxígeno



Fósforo Total (PT)



Nitrito

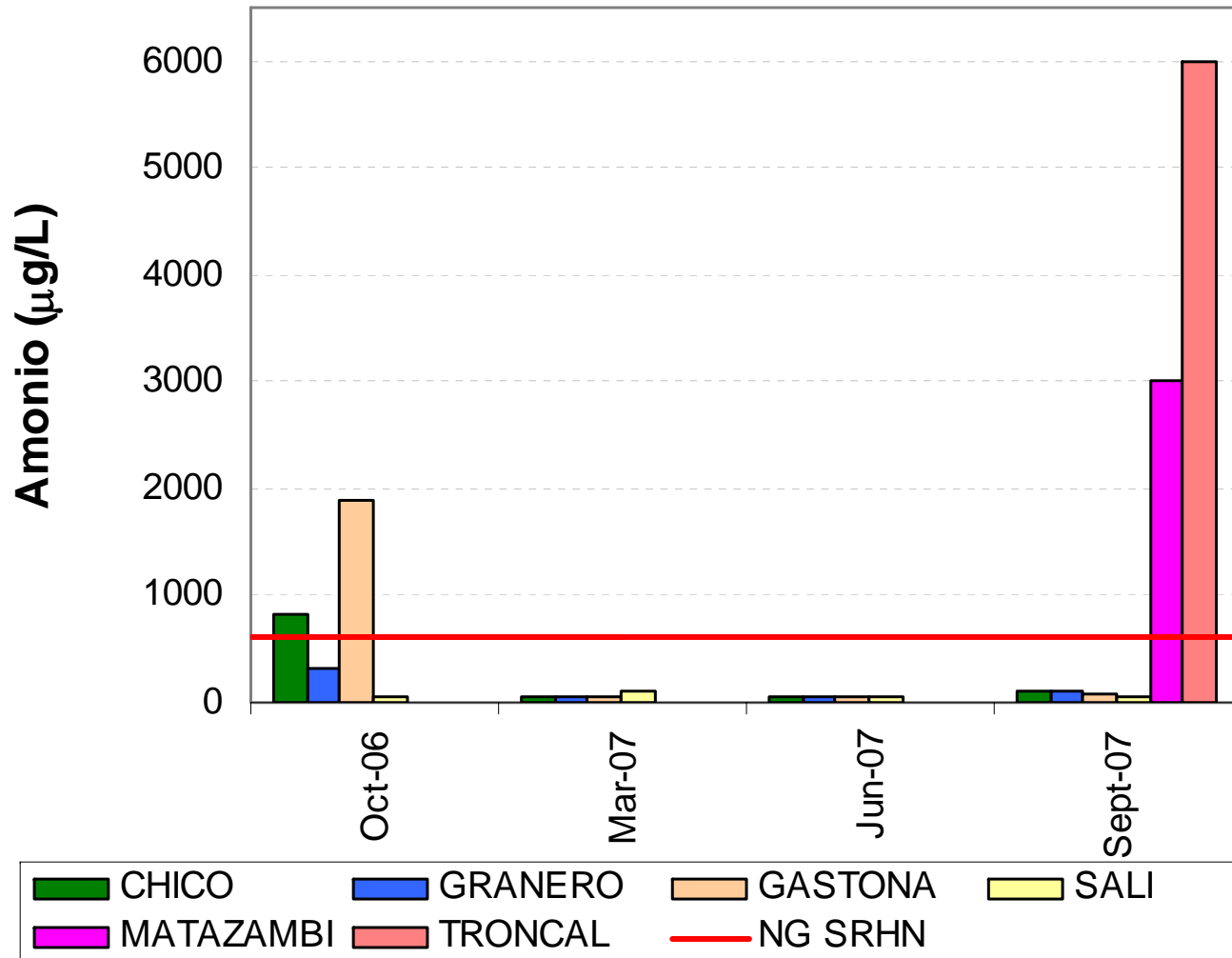


CHICO
SALI
NG D 831

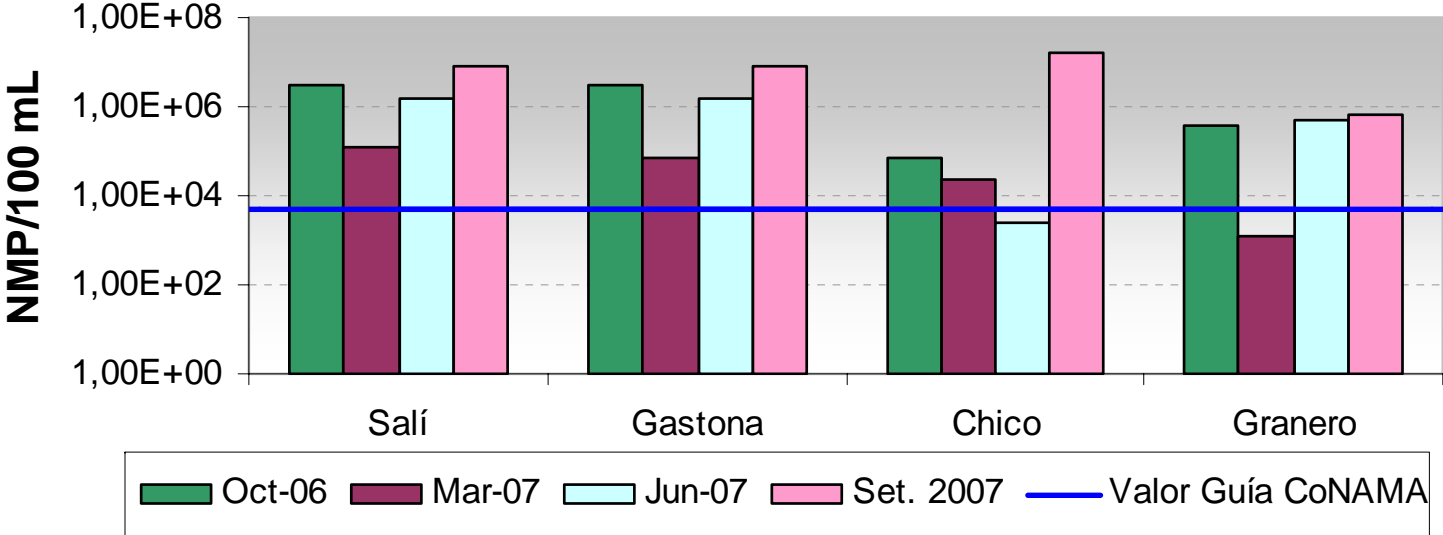
GRANERO
MATAZAMBI

GASTONA
TRONCAL

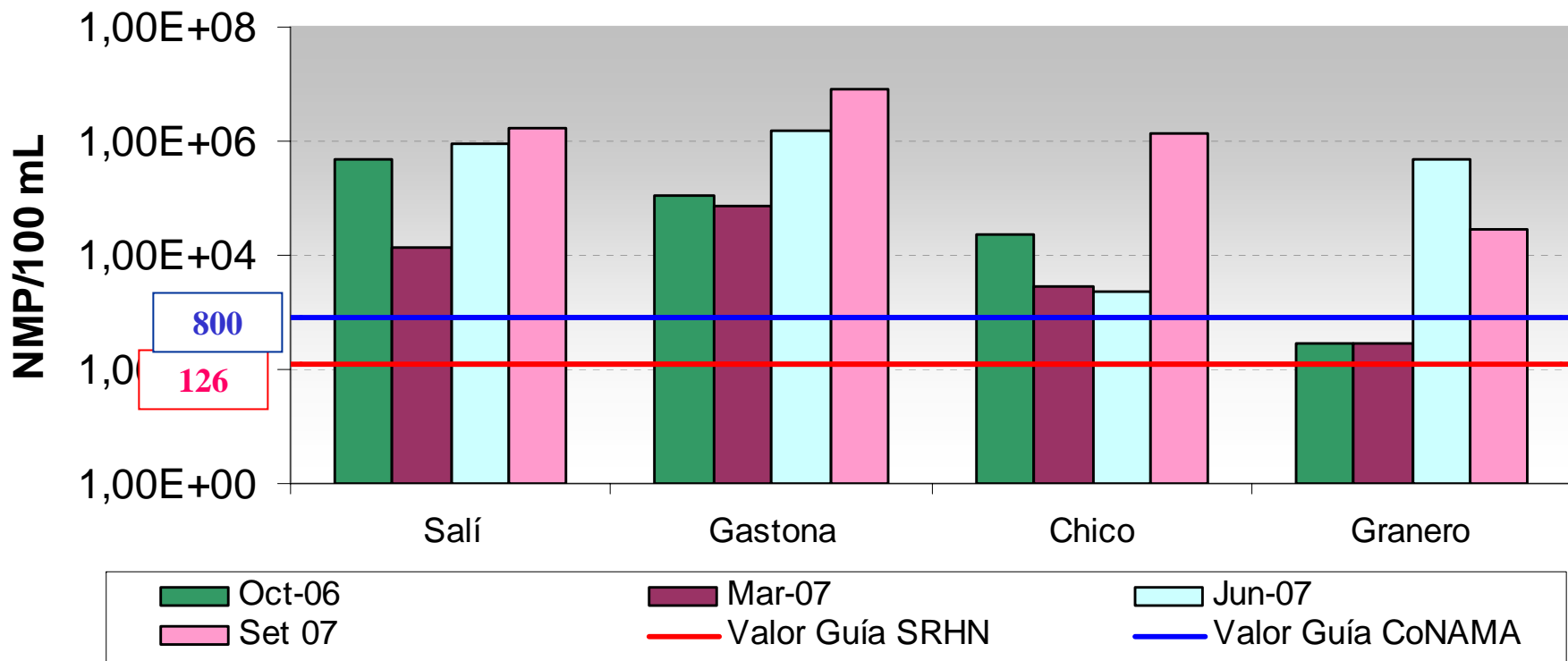
Amonio



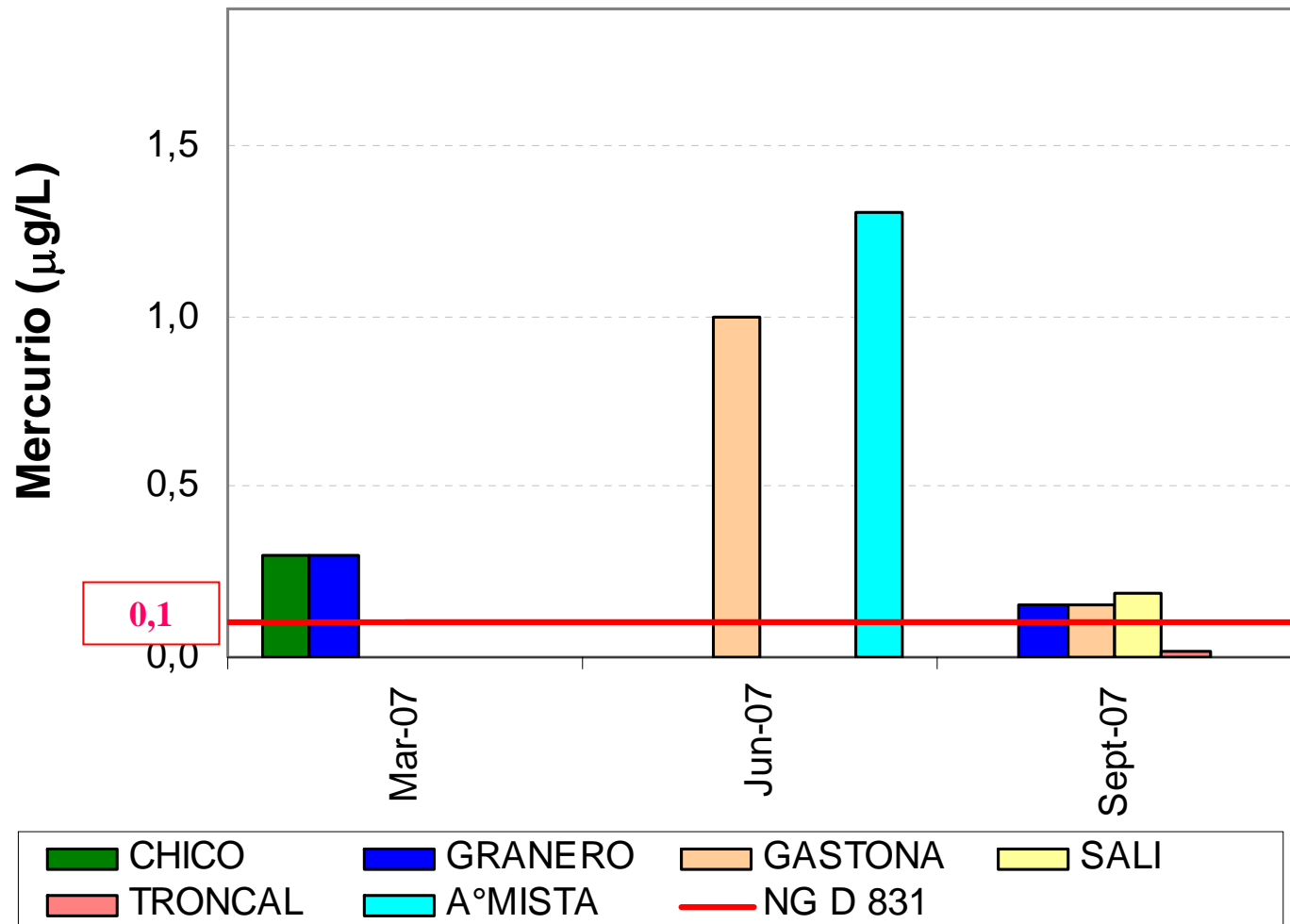
Coliformes totales



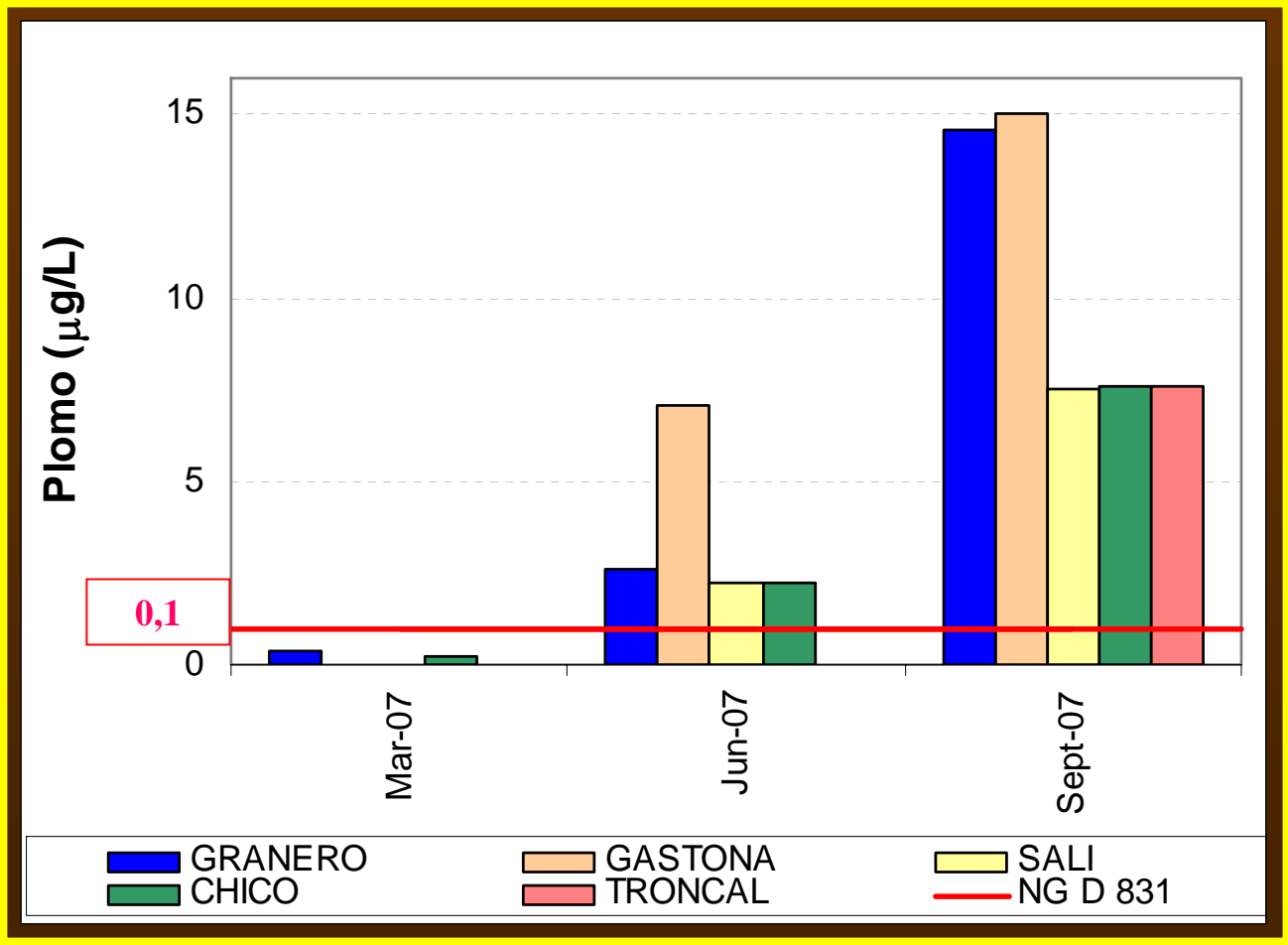
Escherichia coli



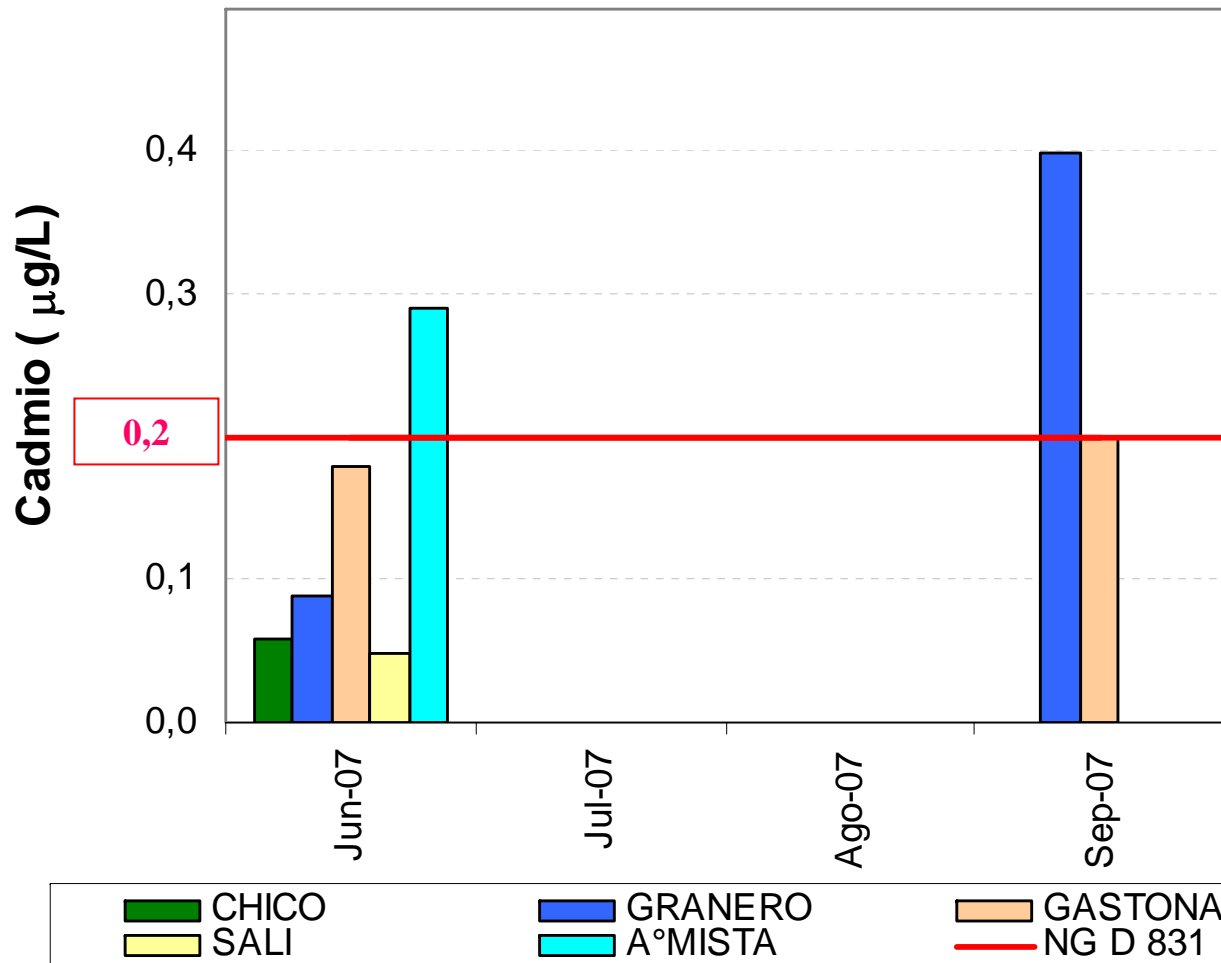
Mercurio



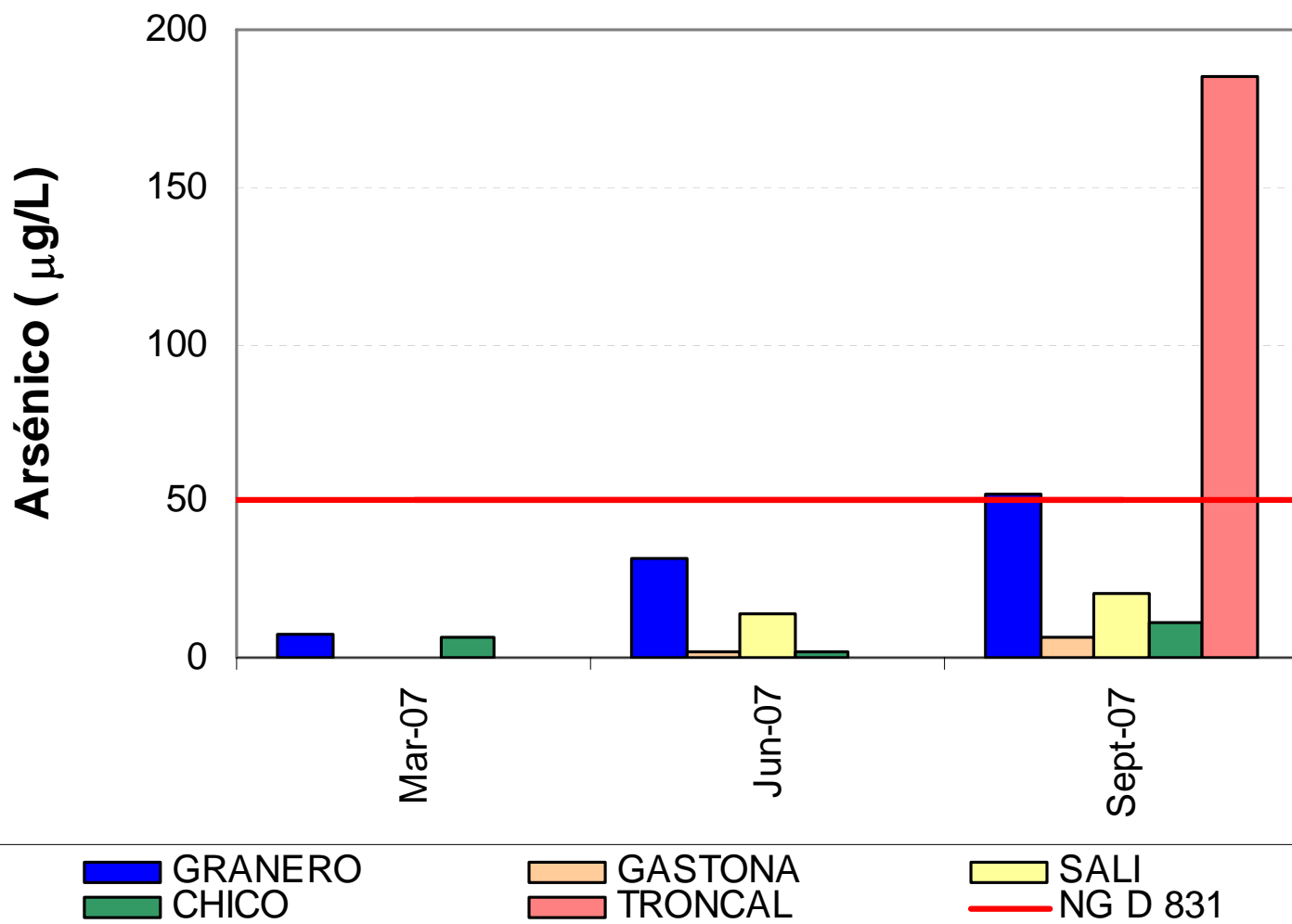
Plomo



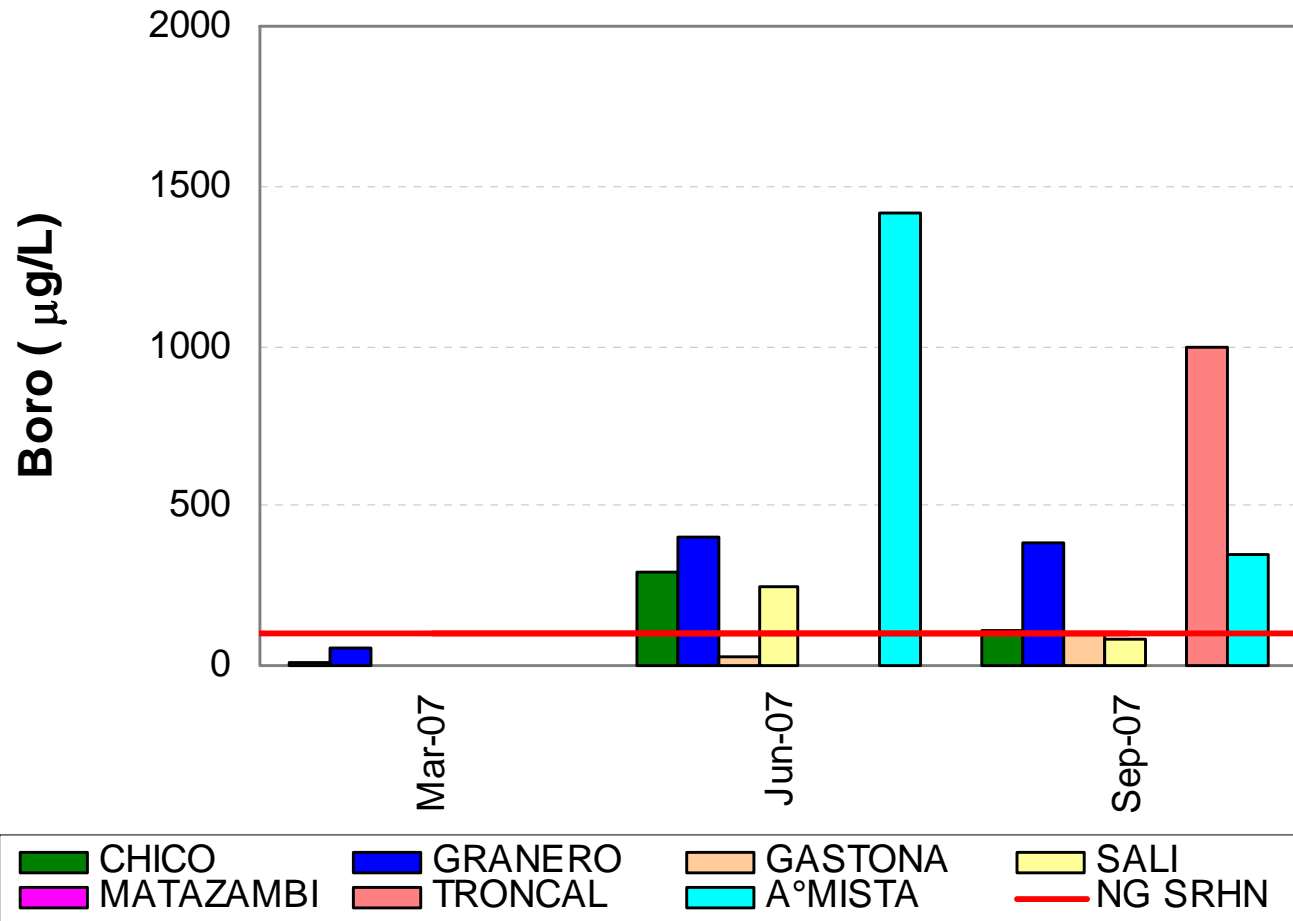
Cadmio



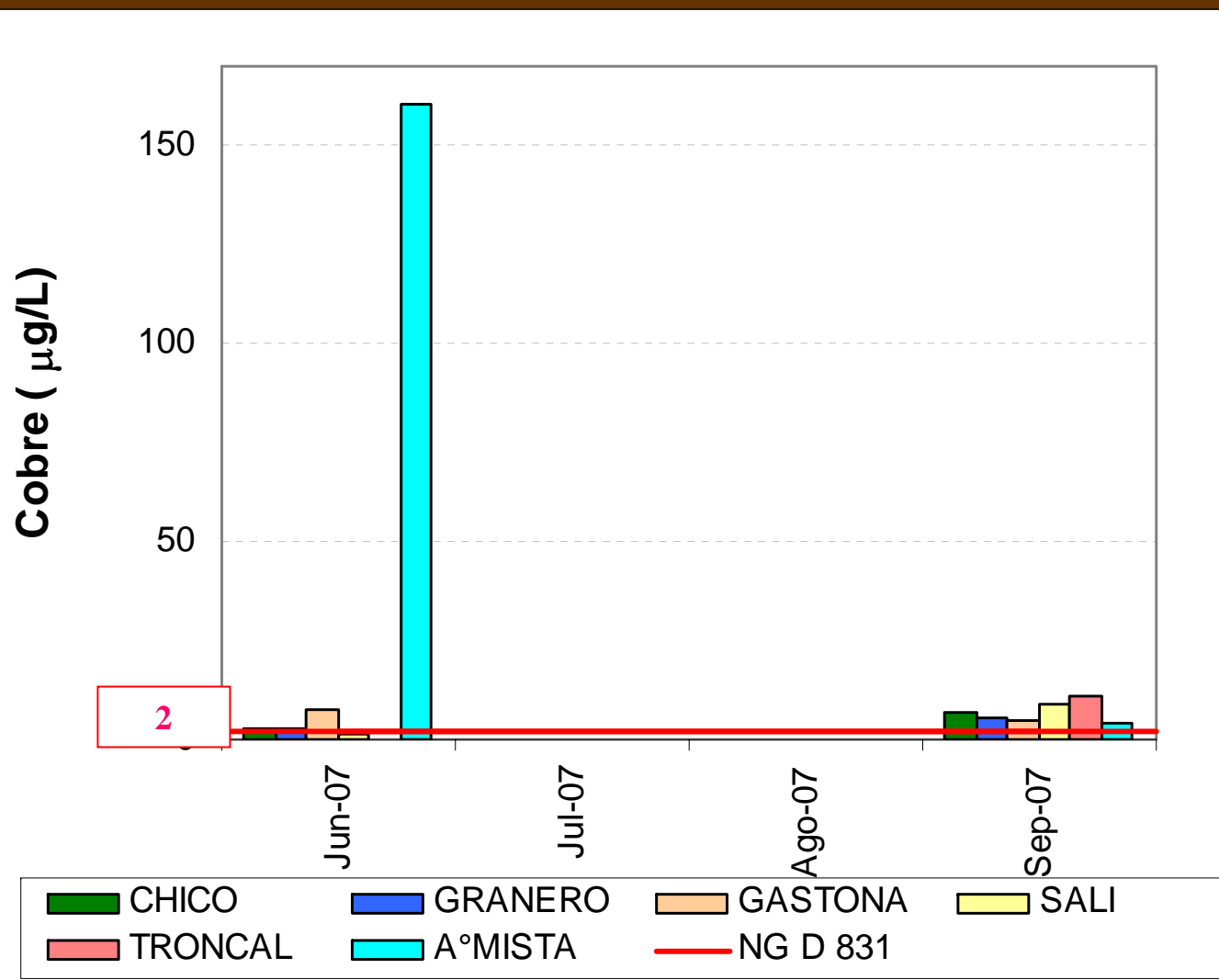
Arsénico



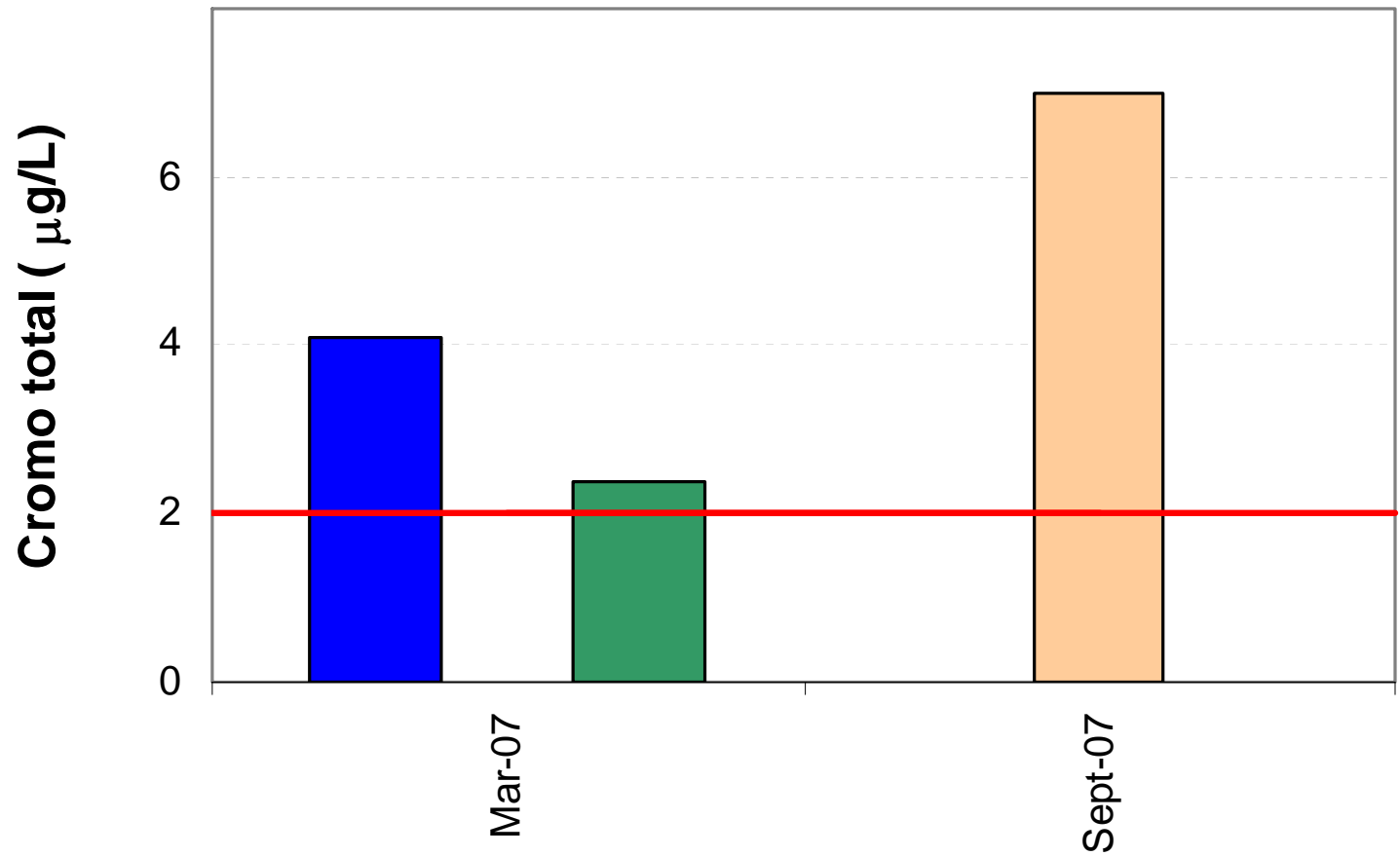
Boro



Cobre



Cromo



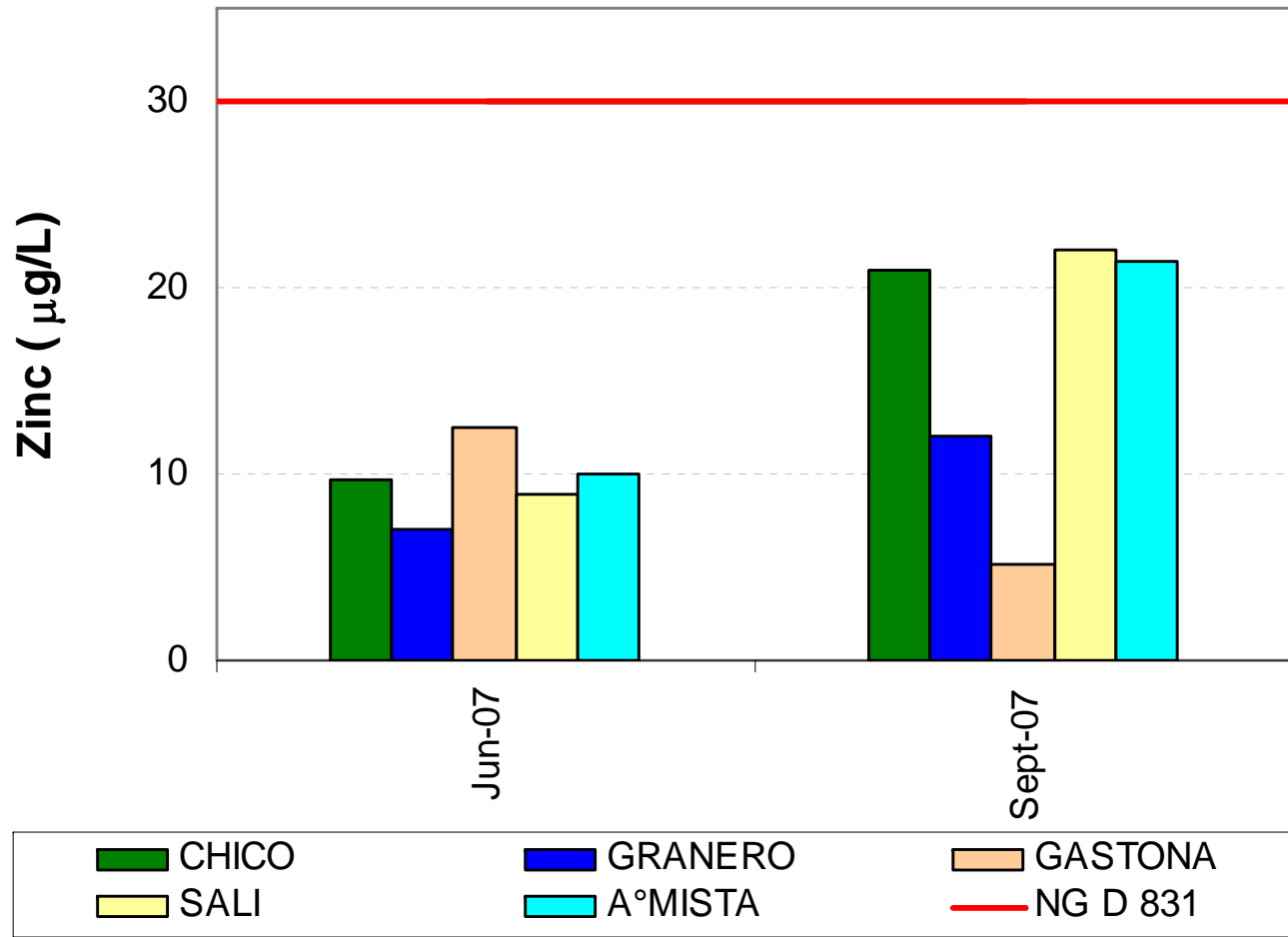
GRANERO

GASTONA

CHICO

NG D 831

Zinc



Conclusiones

El fenómeno de mezcla de la columna de agua durante el invierno, la **estratificación estival** y el hecho de que la temperatura superficial del agua nunca se encontró por debajo de los **4° C** clasifican al embalse de Río Hondo como un cuerpo de agua **monomíctico tropical**.

- El embalse Río Hondo se clasifica como un cuerpo de agua hipereutrófico
- Se superaron los valores guías (O.M.S.) de abundancia de cianobacterias para la protección de la salud debido a efectos irritantes o alergénicos

• Los daños histológicos señalados para las especies ícticas del embalse Río Hondo ponen de manifiesto que los peces están enfermos y alertan sobre la calidad del agua del embalse.

• En los tributarios principales se superó el valor guía de turbiedad durante la época seca coincidente con la actividad industrial.

• Los indicadores altos de materia orgánica (COT, DBO y DQO) ponen de manifiesto un comportamiento de los ríos semejantes a aguas residuales

• Los tributarios superaron en todos los casos el valor guía de PT establecido por Co.Na.MA. para aguas de clase II.

•Se observa una mayor contaminación bacteriológica en los tributarios que desembocan por el norte del embalse

•En todos los ríos se observa un aumento de las concentraciones de Pb, Cd y As cuando disminuye el caudal.

•Los ríos Granero o Marapa y Medina o Chico son los que registraron mayor presencia de contaminación por metales pesados , metales y metaloides tóxicos.

**El aporte actual de
contaminación industrial es
equivalente a una población
de 50 millones de habitantes**

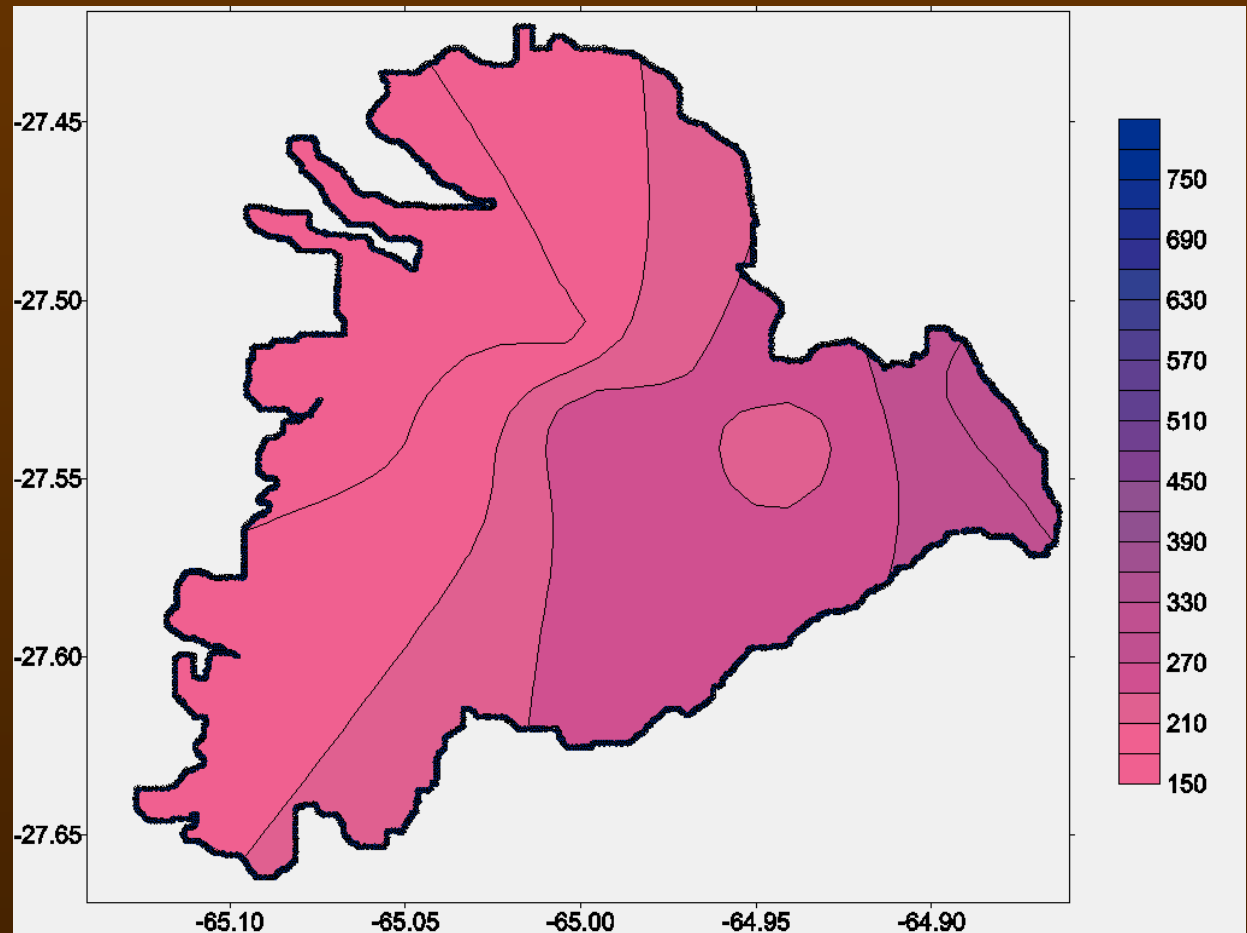
Como el embalse es parte integrante de una cuenca y se trata de un sistema abierto complejo, las medidas de gestión a implementar deben realizarse con un enfoque multidisciplinar y analizar el impacto social de las mismas.

Fósforo Reactivo Soluble PRS – Marzo 2007

157 -798 $\mu\text{g/L}$
valores

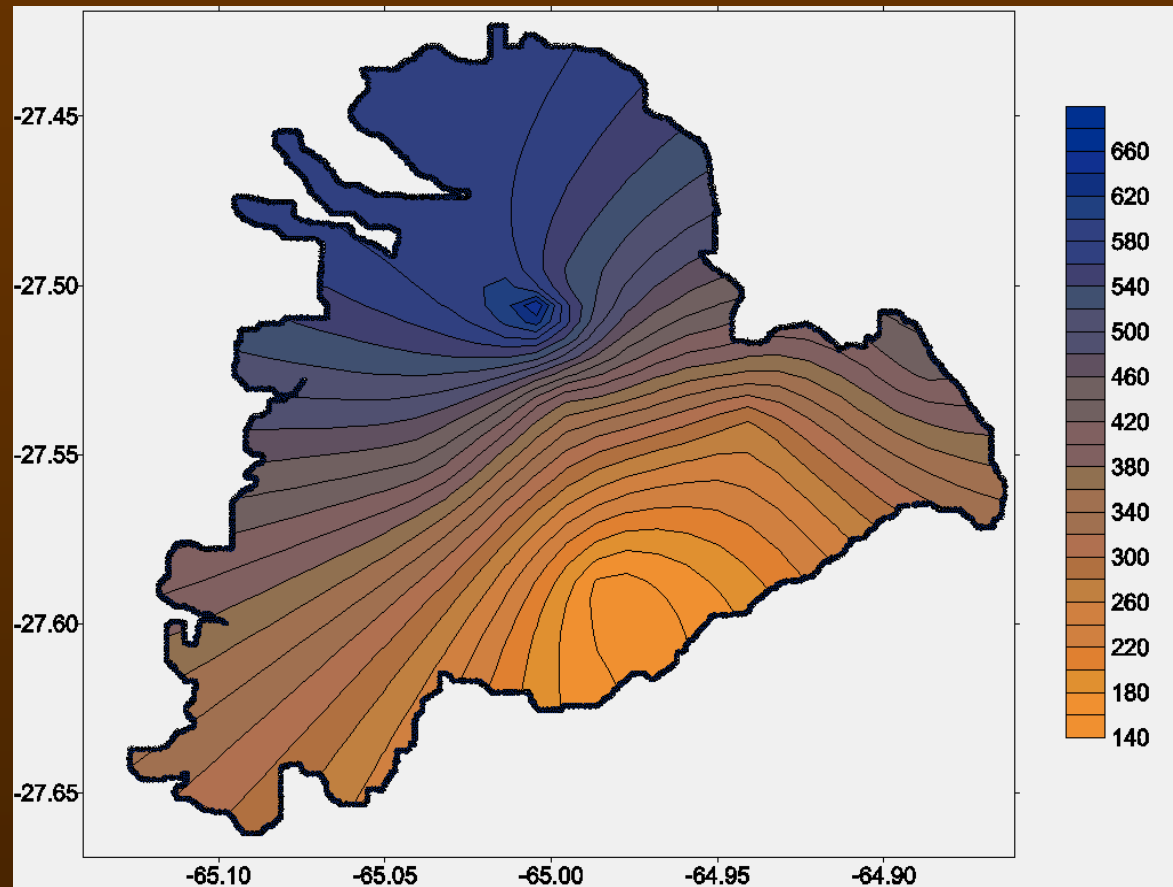
50 veces
superiores

a los
registrados en
cuerpos de
agua
eutróficos.



NIT – Marzo 2007

Componentes
fundamentales
por
Nitratos



PRS y NIT son los que se encuentran biodisponibles para el desarrollo y crecimiento del fitoplancton

Concentración de metales (Marzo 2007)

Tipo de muestra	Ubicación	Zn	Cu	Cr(total)	As	Cd	Hg	Pb
Sedimento ($\mu\text{g/g}$)	Centro-a	32.8	18.9	6.3	3.2	ND	0.34	ND
	Presa	34.9	18.7	6.1	2.9	ND	0.34	ND
	Salí-a	55.4	20.2	20.8	2.6	ND	0.27	ND
	D. Gastona	59.6	22.5	27.1	2.7	ND	0.29	ND
	D. Medina	----	----	----	----	----	----	---
Niveles guía p/sedimentos no contaminados (s/Normas Holandesas)		140	36	100	29	0.8	0.3	85

Posible origen de los metales contaminantes y sus efectos en la salud

Metal	Posible Origen	Efectos en la salud
As	Fundiciones, plaguicidas agrícolas, industria química y farmacéutica	Pleuritis, neuritis óptica, alopecia, dermatitis, cancer de pulmán y piel
Cd	Fertilizantes, disposición final de baterías, colorantes	Se bioconcentra. Vómitos y diarrea, daño en riñones y sobre la masa ósea
Cu	Fundiciones, enchapados, fertilizantes.	Se bioconcentra. Vómitos y diarrea, nauseas. Bronquitis crónica
Cr	Industria metalúrgica, química, curtiembres.	Irritación gastrointestinal, ulcera estomacal, daños hepáticos y renales, daños en piel
Hg	Industria química, minería del oro, bactericidas, industria farmacéutica	Se bioconcentra, alteraciones renales, alteraciones sobre el SNC, alteraciones en el hígado
Pb	Fundiciones, procesamiento de metales, emisiones de automóviles.	Se bioconcentra, lesiones irreversibles sobre el SNC, anemia, lesiones renales grav, saturnismo
Zn	Galvanoplastía, fundiciones, industria minera, industria química	Se bioconcentra, vómitos, nauseas, anemia

