

Hidrología de laguna albúfera Reserva El Yali, humedal Ramsar, Chile

Pablo Galdames V.
Alejandro Dussailant J.
Chi Sun L.

P. Universidad Católica de Chile
Dpto. Ing. Hidráulica y Ambiental

La Habana, Cuba
Noviembre, 2006

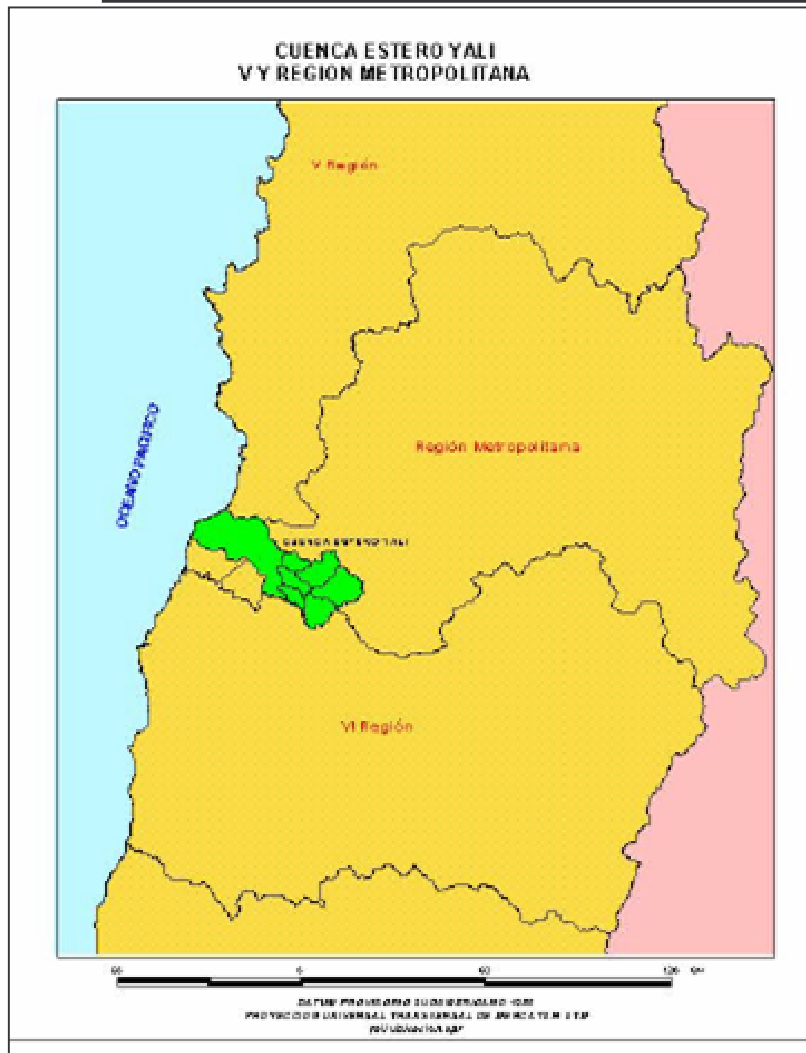




Estructura presentación

- Contexto general
- Motivación
- Objetivos
- Metodologías
- Resultados
- Modelación
- Trabajo futuro

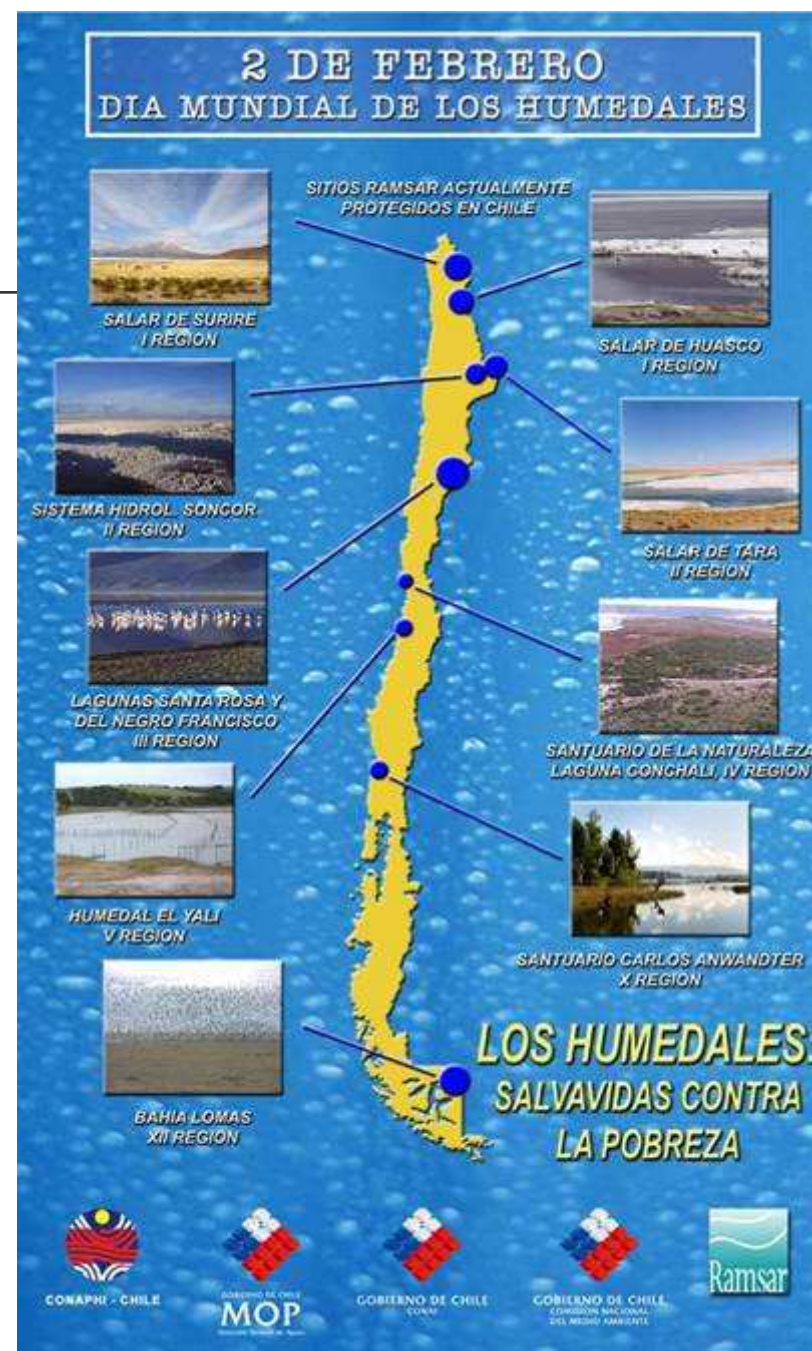
Contexto general



- Zona central de Chile:
 - latitud: $33^{\circ}45' S$
 - longitud: $71^{\circ}42' W$
- Superficie total aprox. 750 Km^2
- Cuenca costera netamente pluvial:
 - Pmedia anual 468mm
 - ET media anual 300mm
- Estero Yali:
 - Cauce de 50 Km de longitud
 - Caudal cercano a $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (invierno)

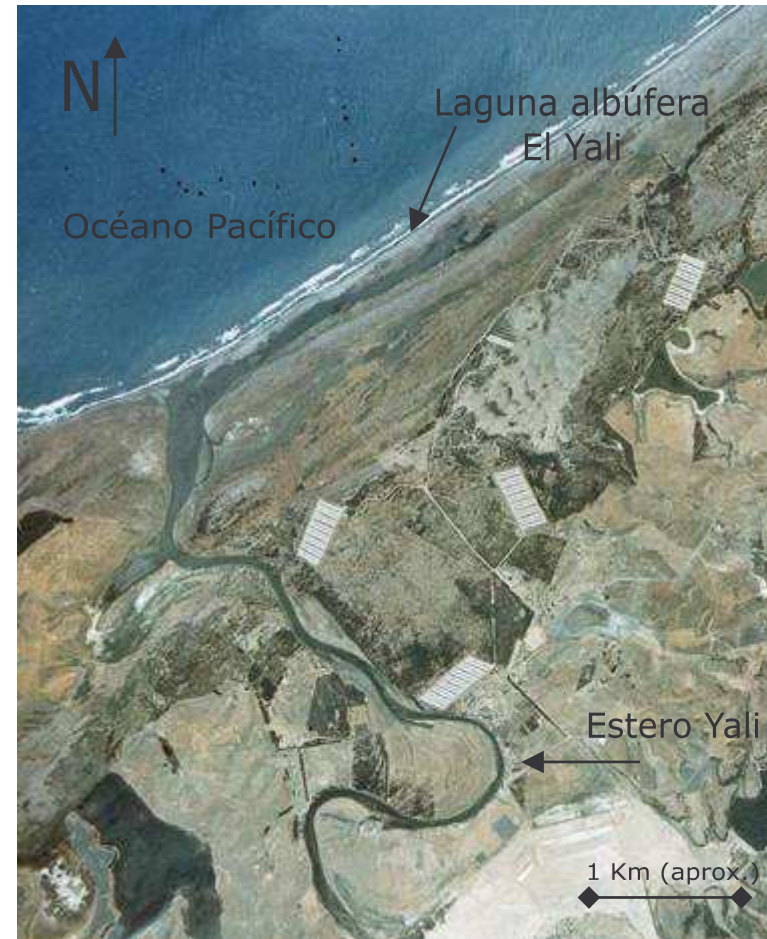
El Yali

- Complejo que incluye la laguna albúfera es uno de los 9 sitios Ramsar de Chile
- Reserva Nacional de 520 Há cercana a Santo Domingo, V Región
- Hábitat para cerca del 25% de la biodiversidad de aves en Chile
- Considerado el humedal costero más importante de Chile centro-norte (Leiva *et al.*, 1995)



Objetivos del proyecto

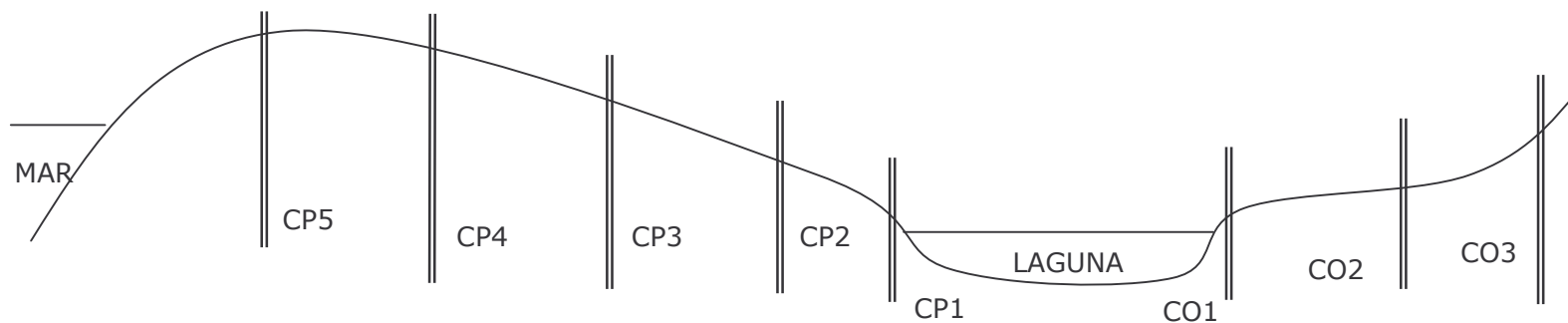
- **Conocer** ciclo hidrológico de la albúfera:
 - Obtención de datos meteorológicos
 - Flujos superficiales por estero y acequias
 - **Flujos subterráneos (acuífero y mar)**
 - Conexión superficial con el mar
- **Caracterizar** flujos:
 - Salinidad
 - pH
 - Nutrientes



Metodología

Identificación y caracterización de flujos subterráneos

- Instalación de piezómetros
 - Niveles + muestreos
- Topografía detallada de transectos



Metodología

Identificación y caracterización de flujos subterráneos *(cont.)*



- Estimación de parámetros
- Medición continua de nivel de agua con transductores de presión
- Análisis de efecto estacional y de mareas en niveles



Resultados

- Información recopilada:
 - Escasa información meteorológica disponible
 - Aeródromo Santo Domingo (Viento horario entre 8:00AM y 6:00PM)
 - Estación Meteorológica Fundo Las Dos Puertas (Precipitaciones desde 1990)
 - Mediciones horarias de mareas (San Antonio)
 - Amplitud marea $\sim 1\text{m}$
 - Topografía detallada de los transectos y acequias (2005-2006)
 - Cartografía e hidrografía local

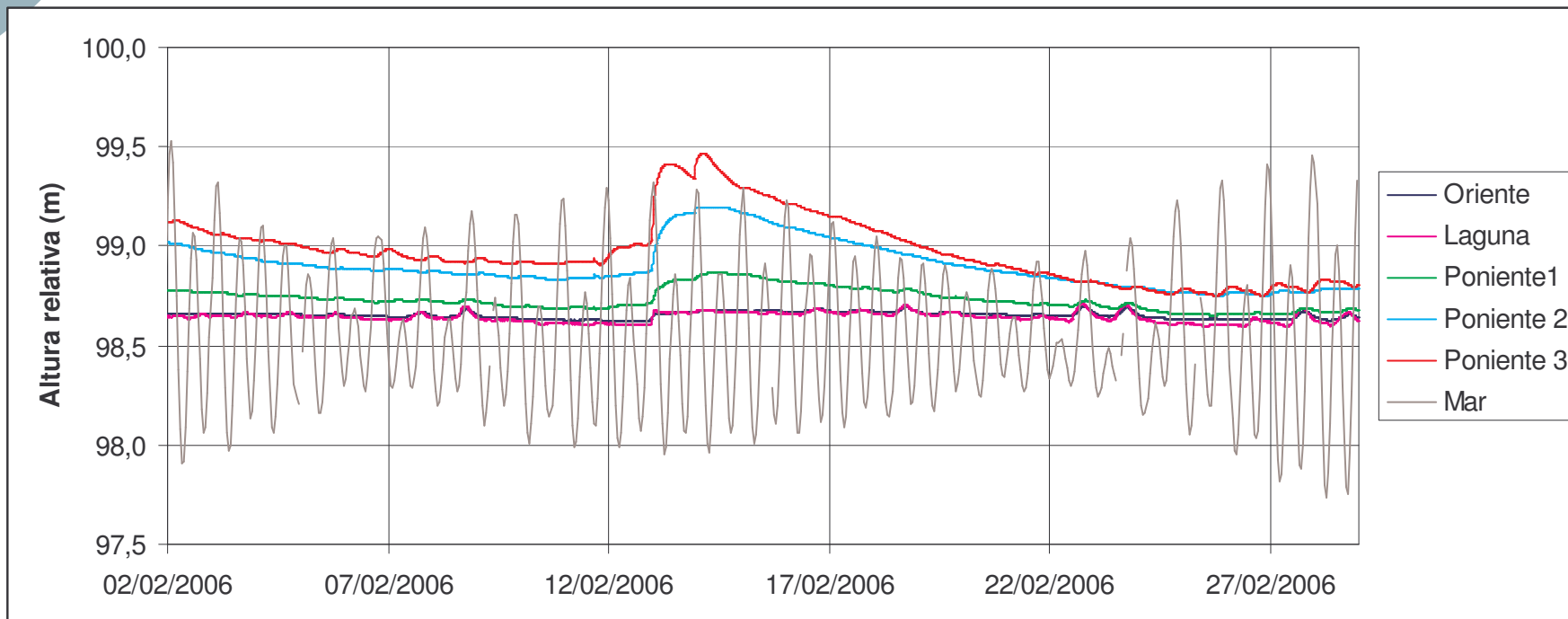


Resultados *(cont.)*

- K_S (terreno + laboratorio + fórmula empírica)
 - $5,77 \cdot 10^{-5}$ m/s sector oriente
 - $6,64 \cdot 10^{-5}$ m/s sector poniente
- K_{fondo} (seepage)
 - $1,08 \cdot 10^{-7}$ m/s
- Información hidrogeológica de la cuenca
 - Acuífero libre de profundidad en desembocadura ~ 100 m
 - Transmisividad de 1000 a 2000 m²/d
 - Coeficiente de almacenamiento 0,1

Resultados – Identificación niveles de agua

- Situación verano: desconexión
 - Escasa variación de nivel en laguna (>10 cm)
 - Duna laguna-mar afectada por oleajes



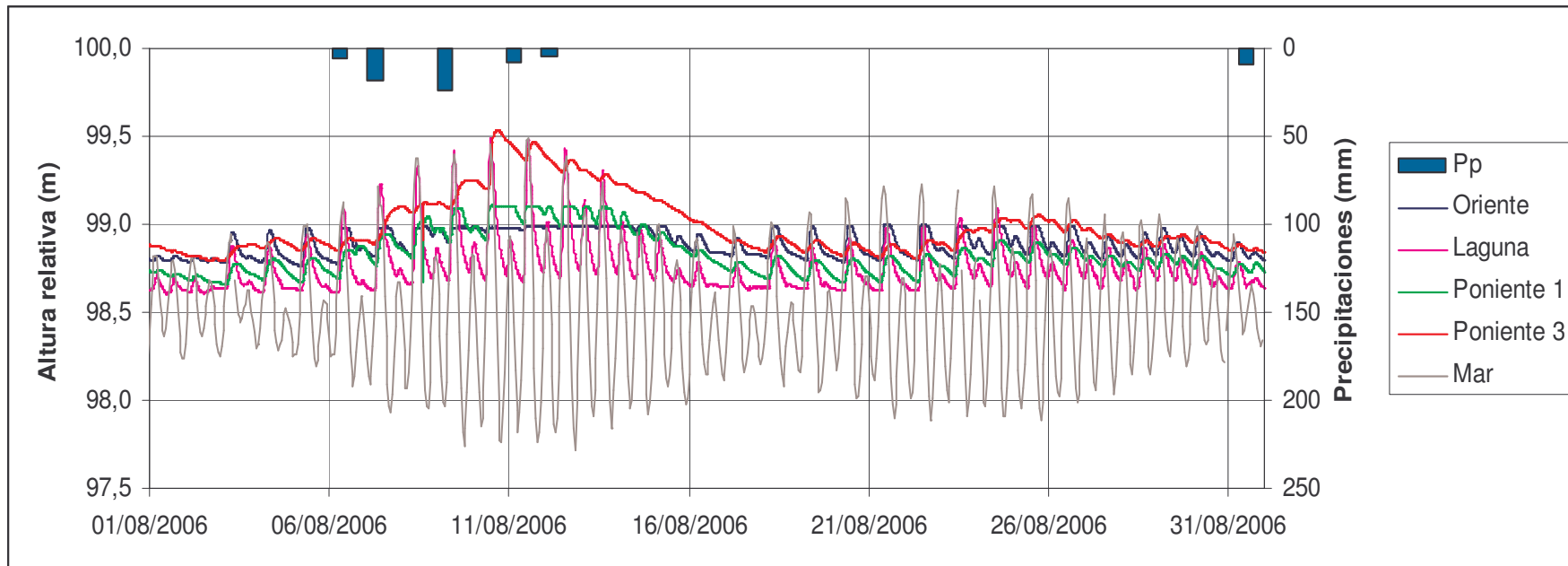


Resultados – Identificación niveles de agua *(cont.)*

- Procesos en época desconexión:
 - Precipitaciones
 - Rápido ascenso de niveles subterráneos (suelo arenoso)
 - Poco efecto en laguna
 - Viento
 - Dirección influiría en peralte hacia extremo o interior del cauce. Correlación intensidad viento-nivel laguna (cuadrante 225°-315°):
 - Promedio valores positivos: 0.716

Resultados – Identificación niveles de agua (cont.)

- Situación invierno: conexión
 - Fuerte variación niveles: de 5 a 80cm por día
 - Laguna y duna afectados por mareas y precipitaciones



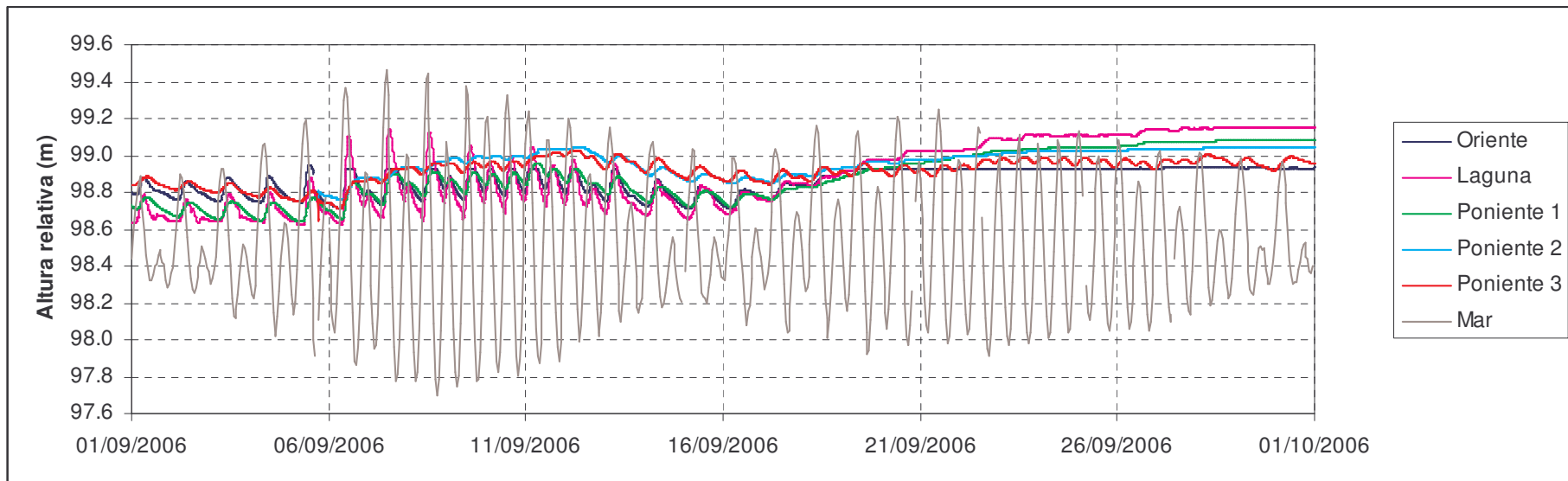


Resultados – Identificación niveles de agua *(cont.)*

- Procesos en época de conexión:
 - Precipitaciones
 - Causa de conexión
 - Rápido ascenso de niveles (suelo arenoso)
 - Flujo superficial por desembocadura estero
 - Depende de fase de la Luna: mareas
 - Ascensos laguna: ~10 cm/hr, 4-5 horas
 - Descensos: ~5 a 1 cm/hr (curva descarga superficial + subterránea laguna)
 - Viento
 - Afecta niveles sólo durante la pleamar
 - No se detecta correlación con niveles

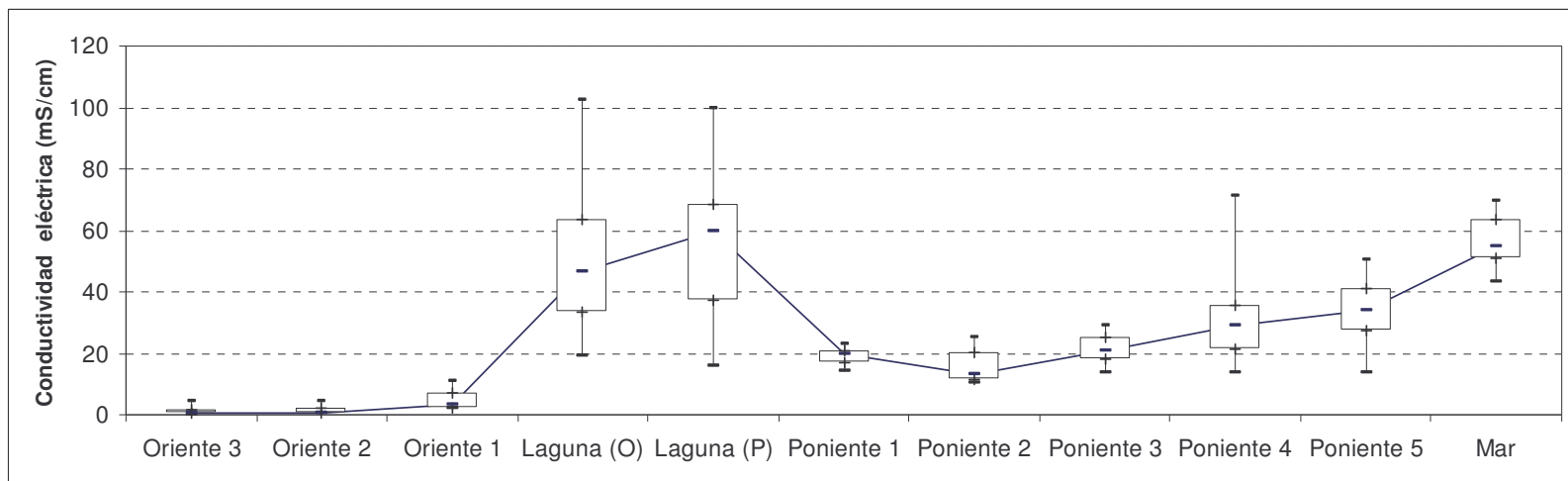
Resultados – Identificación niveles de agua *(cont.)*

- Mecanismo de desconexión
 - Sedimentación y estabilización progresiva de barra de arena en desembocadura
 - Proceso toma cerca de 10 días



Resultados – Caracterización cuerpos de agua

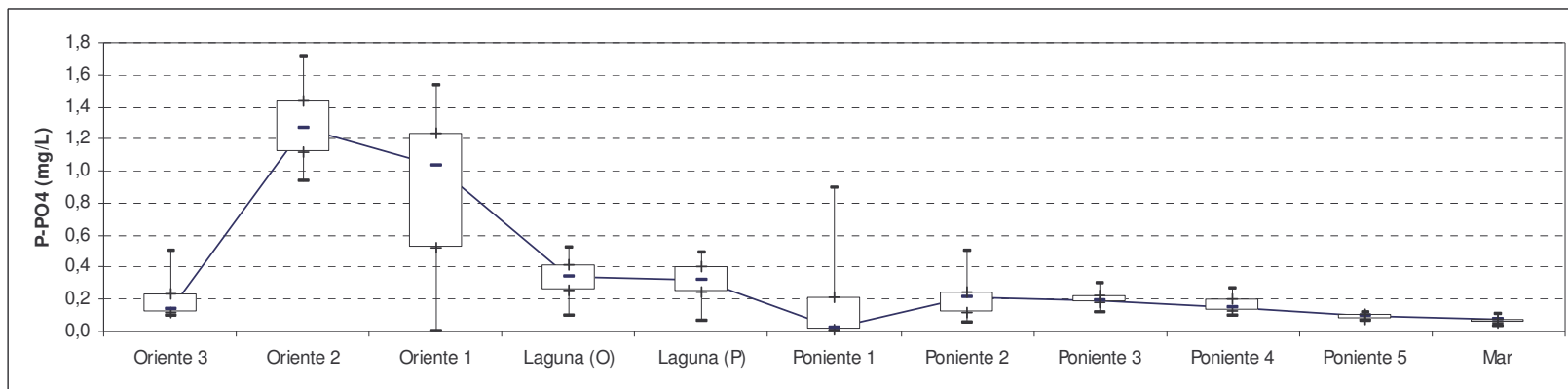
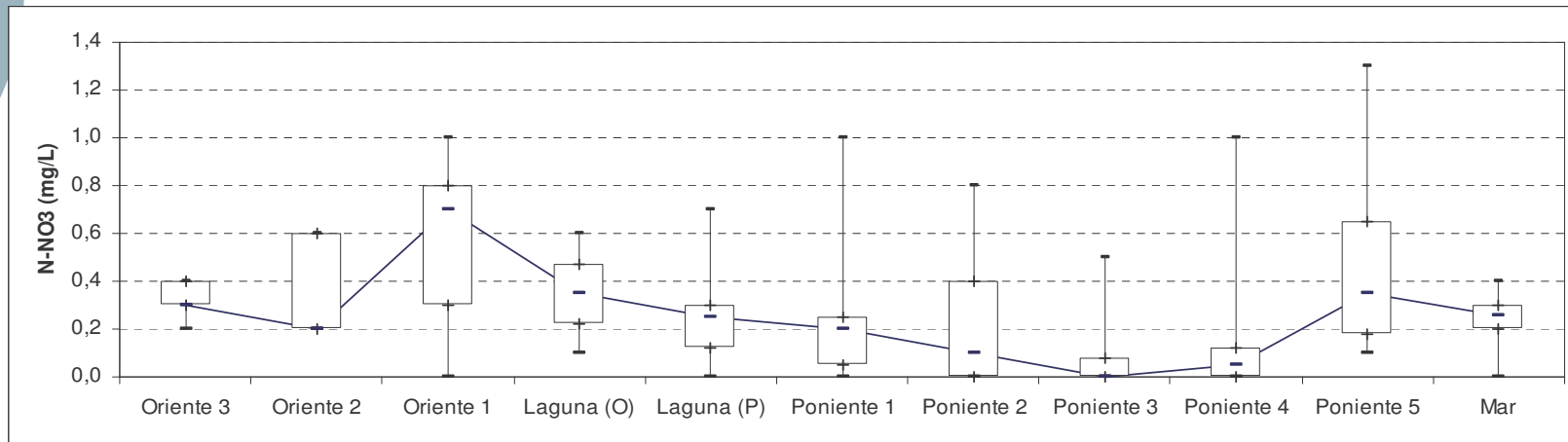
○ Perfil de conductividad eléctrica



- Presencia de dos cuerpos salinos
- Gradiente de salinidad al interior mismo de la laguna

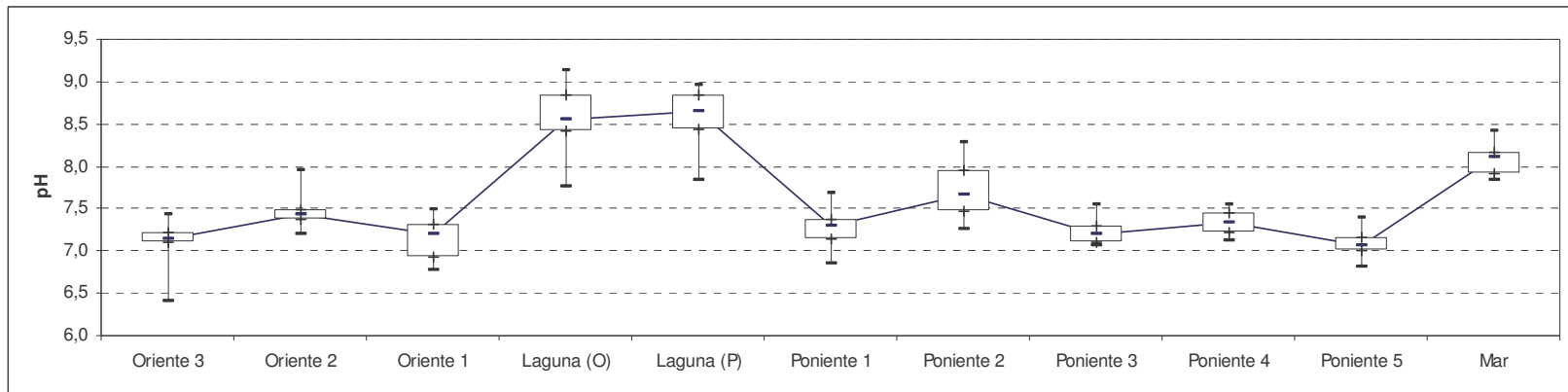
Resultados – Caracterización cuerpos de agua (cont.)

○ Perfil de nutrientes

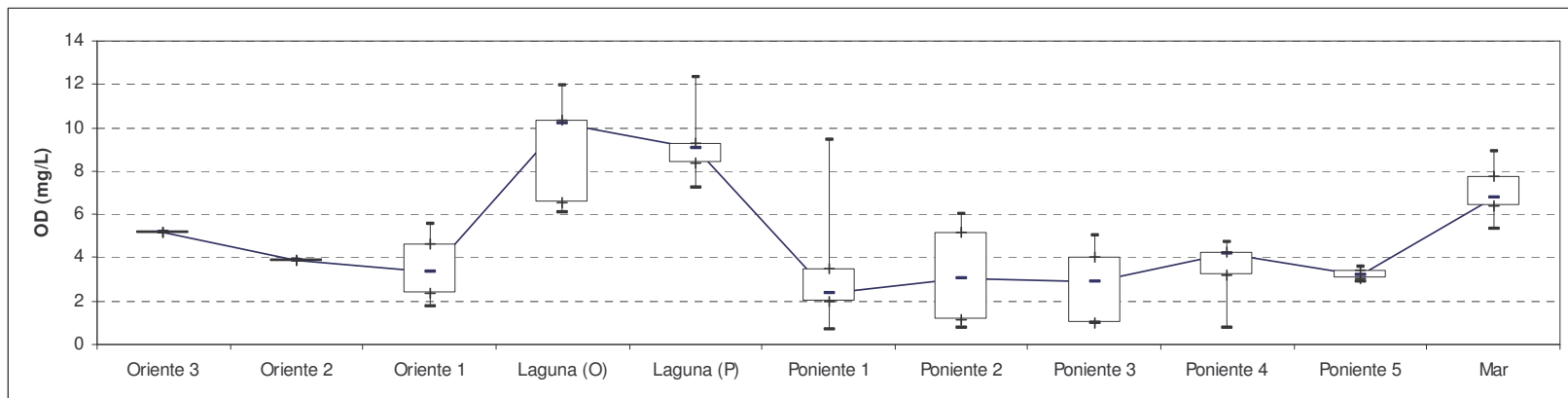


Resultados – Caracterización cuerpos de agua (cont.)

○ Perfil de pH



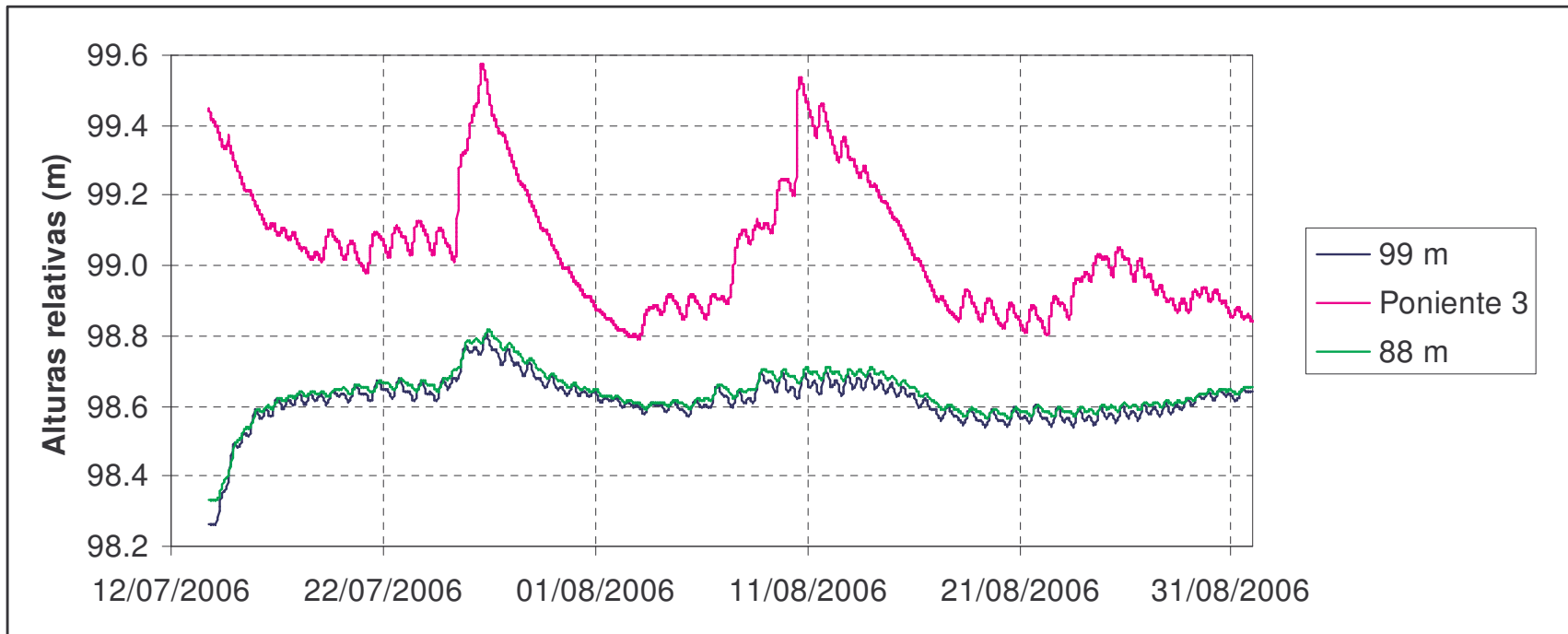
○ Perfil de oxígeno disuelto



Modelación

○ Modelo diferencias finitas

$$\frac{\partial h}{\partial t} - D \cdot \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = \frac{w}{p} \quad D = \frac{K \cdot a}{p}$$





Trabajo futuro

- Recolección periódica de datos y muestras
 - Identificación de valores y fenómenos estacionales y anuales
- Mejorar modelación computacional
 - Diferencias finitas
 - Softwares comerciales



Agradecimientos

- Corporación Nacional Forestal (CONAF) V Región
- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile; Dirección General de Aguas; Dirección Meteorológica de Chile
- CASEB – PUC: Grupo de ecología que actualmente estudia El Yali
- Scott Tyler (Universidad de Nevada, EEUU), Aaron Packman (Universidad de Northwestern, EEUU), Rodrigo Cienfuegos (DIHA - PUC), Eric Barthelemy (Universidad de Grenoble, Francia)
- Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Pontificia Universidad Católica de Chile
- Capítulo Estudiantil PUC-IAHR

Gracias





Caracterización por transecto

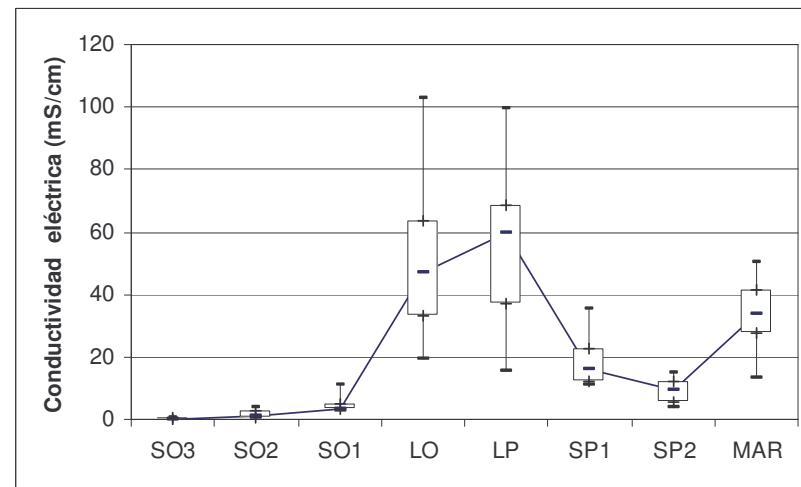
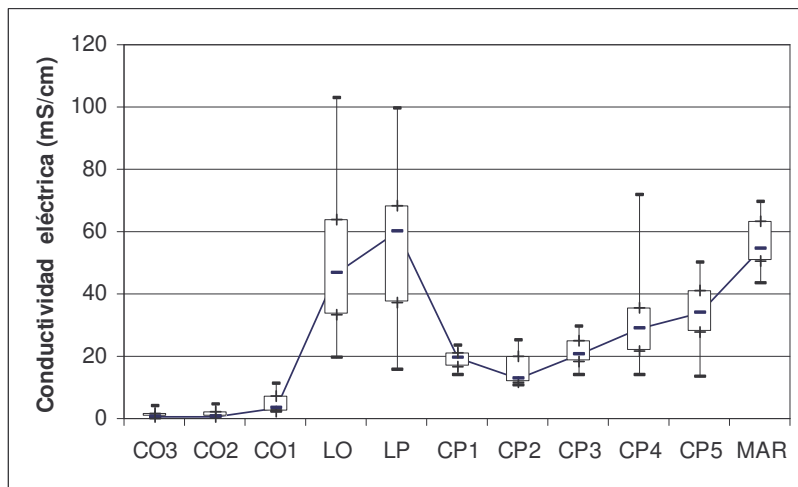
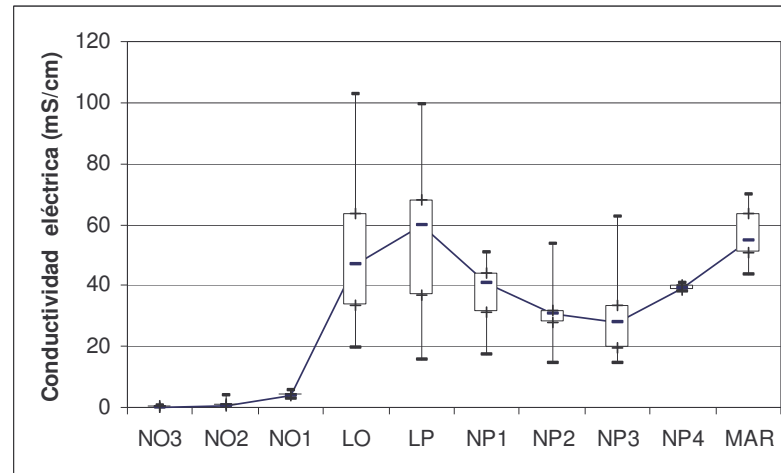
- Conductividad eléctrica
- Nitrato
- Fosfato



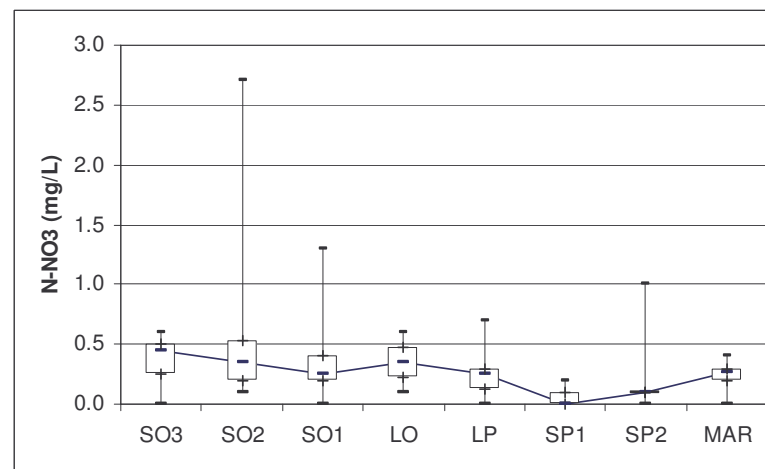
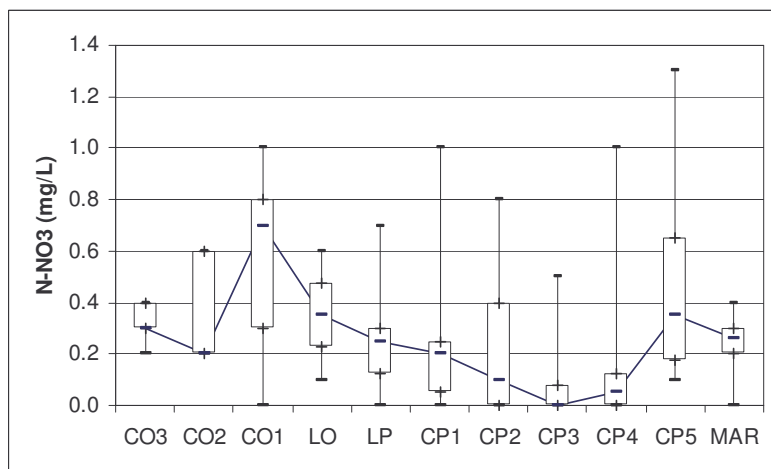
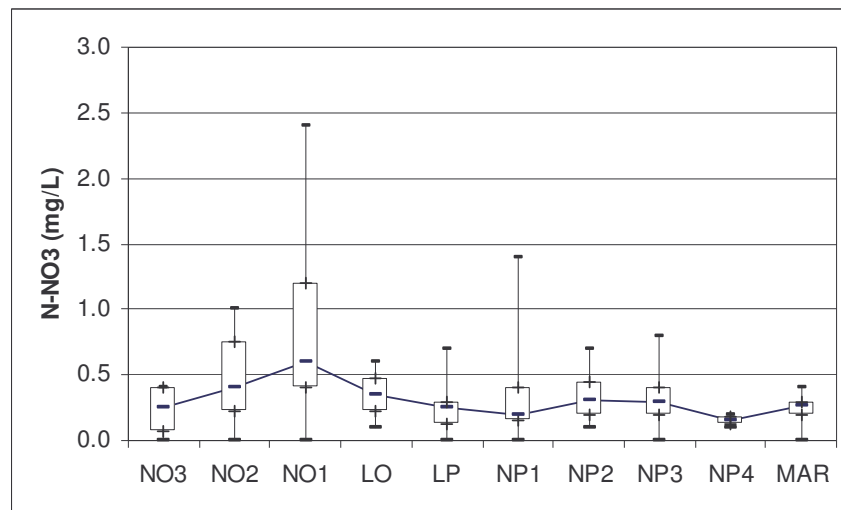
Referencias

- Krasnostein A.L., and Oldham C.E. (2004) Predicting wetland water storage, *Water Resour. Res.*, 40, W10203
- Leiva I., Meza J., Möder L. (1995) Fundamento para la creación de la Reserva Nacional El Yali. Documento electrónico
- Mitsch W.J., Gosselink J.G. (2000) *Wetlands*. 3^o Edición. Ed. John Wiley & Sons, EEUU
- MOP (2005) Area de restricción sector hidrogeológico de aprovechamiento común de Yali bajo El Prado. Documento electrónico
- MOP (2005) Determinación de la disponibilidad de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en la cuenca del Estero Yali hasta sector El Prado, Región Metropolitana. Documento electrónico
- Ursino N., Silvestri S., Marani M. (2004) Subsurface flow and vegetation patterns in tidal environments. *Water Resour. Res.*, 40, W05115
- www.ramsar.org

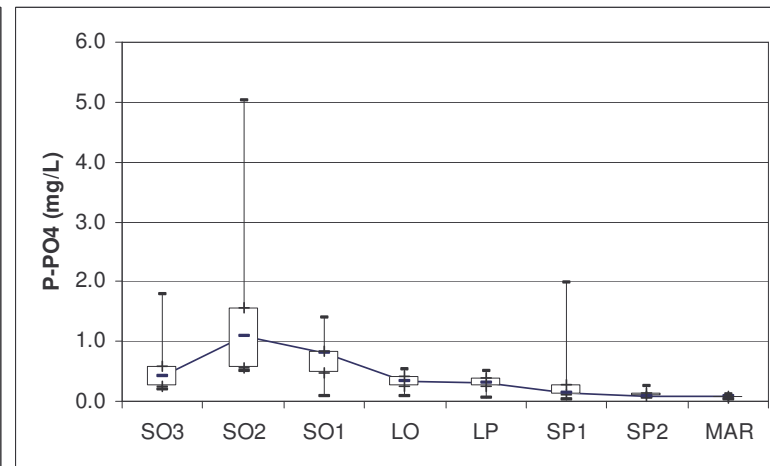
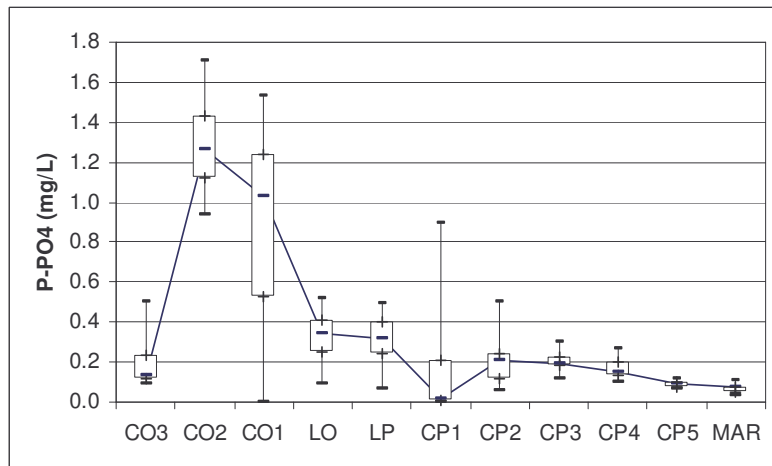
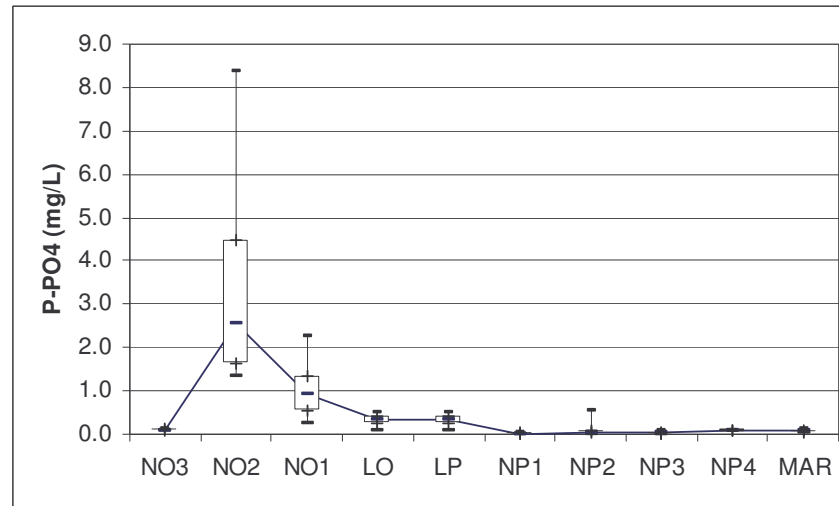
Conductividad eléctrica



Nitrato



Fosfato



ERROR: syntaxerror
OFFENDING COMMAND: --nostringval--

STACK:

(3- Presentación FRIEND)
/Title
()
/Subject
(D:20081230174859)
/ModDate
()
/Keywords
(PDFCreator Version 0.8.0)
/Creator
(D:20081230174859)
/CreationDate
(phi-asis)
/Author
-mark-