



Simposio International
"El Estado del Lago Titicaca: Desafíos para una Gestión basada en el Ecosistema"
19 al 21 de octubre del 2011 Puno- Perú

Desafíos para el modelamiento de la capacidad de carga

Jose L. Blanco^{1,2}

¹ Center for Coastal Physical Oceanography, **Old Dominion University**, Norfolk, VA 23508 USA

² Instituto de Investigaciones Pesqueras del Norte

Factores necesarios para realizar una actividad productiva sostenible

- Reglamento y políticas claras
- Apoyo de los interesados y la comunidad
- Accesibilidad al capital
- Capacidad del ambiente a soportar la actividad

Capacidad de Carga

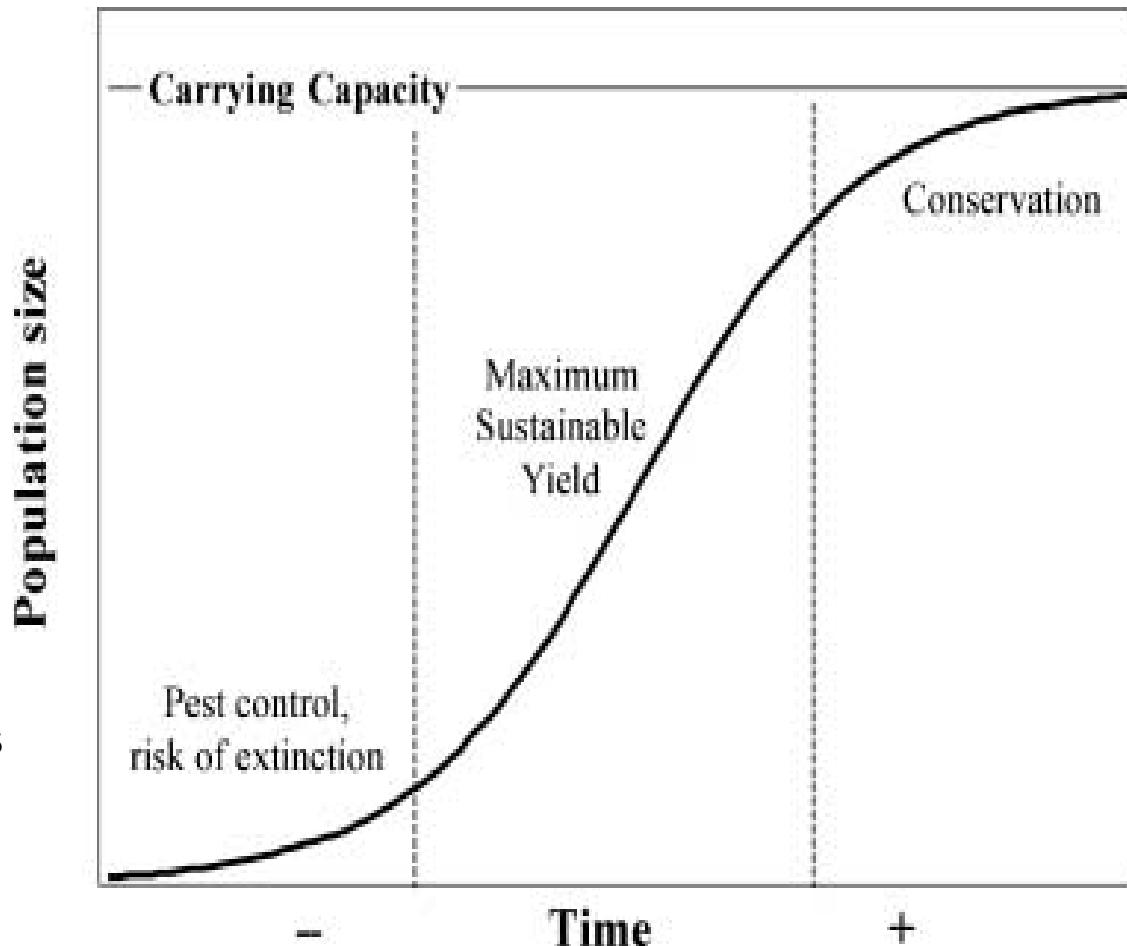
Definiciones:

- **Capacidad de Carga Productiva (CCP):** Máximo nivel sostenible de cultivo que puede ser desarrollado en un área determinada.
- **Capacidad de Carga Ecológica (CCE):** Nivel de cultivo que puede ser soportado sin producir cambios significativos en los procesos ecológicos, especies, poblaciones o comunidades del ambiente en que crecen (Gibbs, 2004).

Capacidad de Carga

El manejo de los recursos renovables, requiere del conocimiento de la curva de crecimiento de cada población.

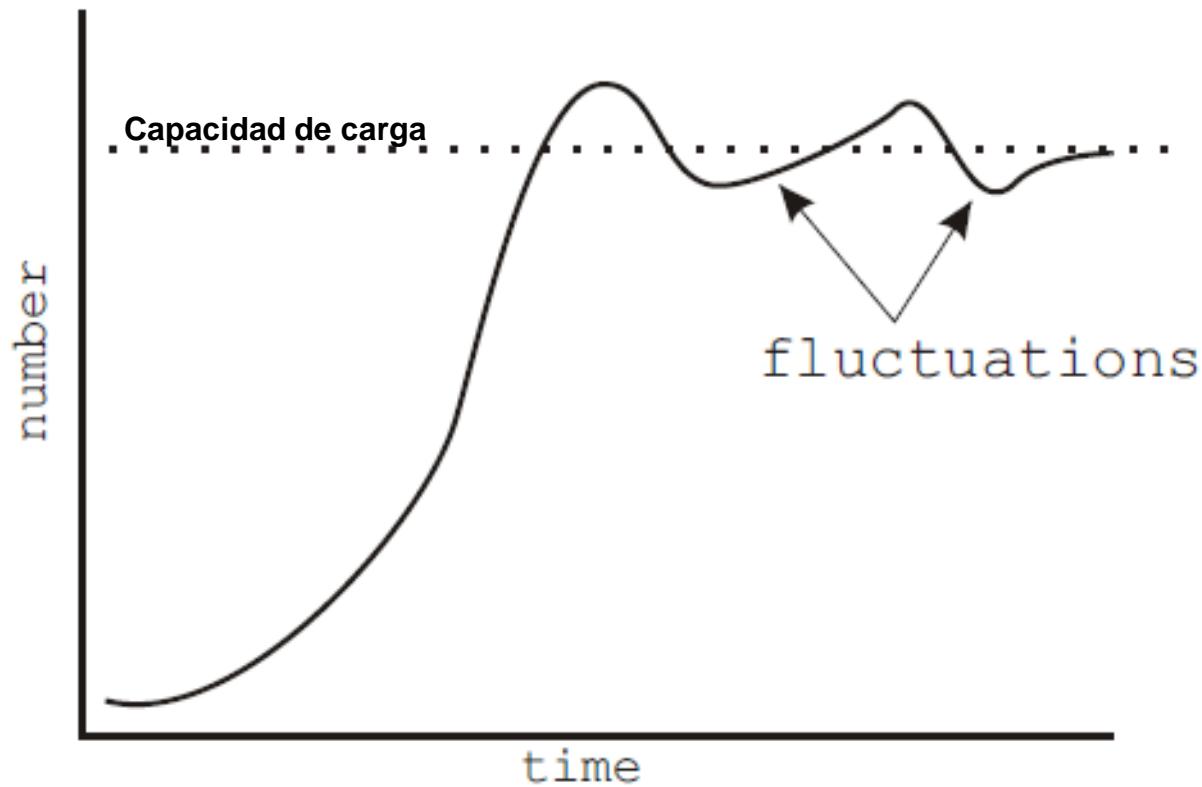
Alimento disponible, predación, parásitos, enfermedades, espacio para su crecimiento, cambios ambientales e interacción entre ellas, son parámetros relevantes para la determinación de CC



Capacidad carga en un ecosistema real

Cambios estacionales, e interanuales en factores ambientales como temperatura, viento, precipitación, radiación solar y eventos extremos, pueden cambiar la disponibilidad de alimento, nutrientes, sustrato, etc.

Producido cambios en el **tiempo de residencia** y por lo tanto una fluctuación en la capacidad de carga.



Por que determinar Capacidad de carga?

Para optimizar el tamaño de la población que puede ser sustentado por los recursos disponibles sin dañar el medio ambiente y maximizando en el tiempo la rentabilidad, sustentabilidad y aceptación social.

Como determinar la capacidad de carga

La determinación de la capacidad natural de carga de un ecosistema requiere utilizar algún tipo de modelo que identifique las variables relevantes del sistema a estudiar y como el sistema responde a los cambios.

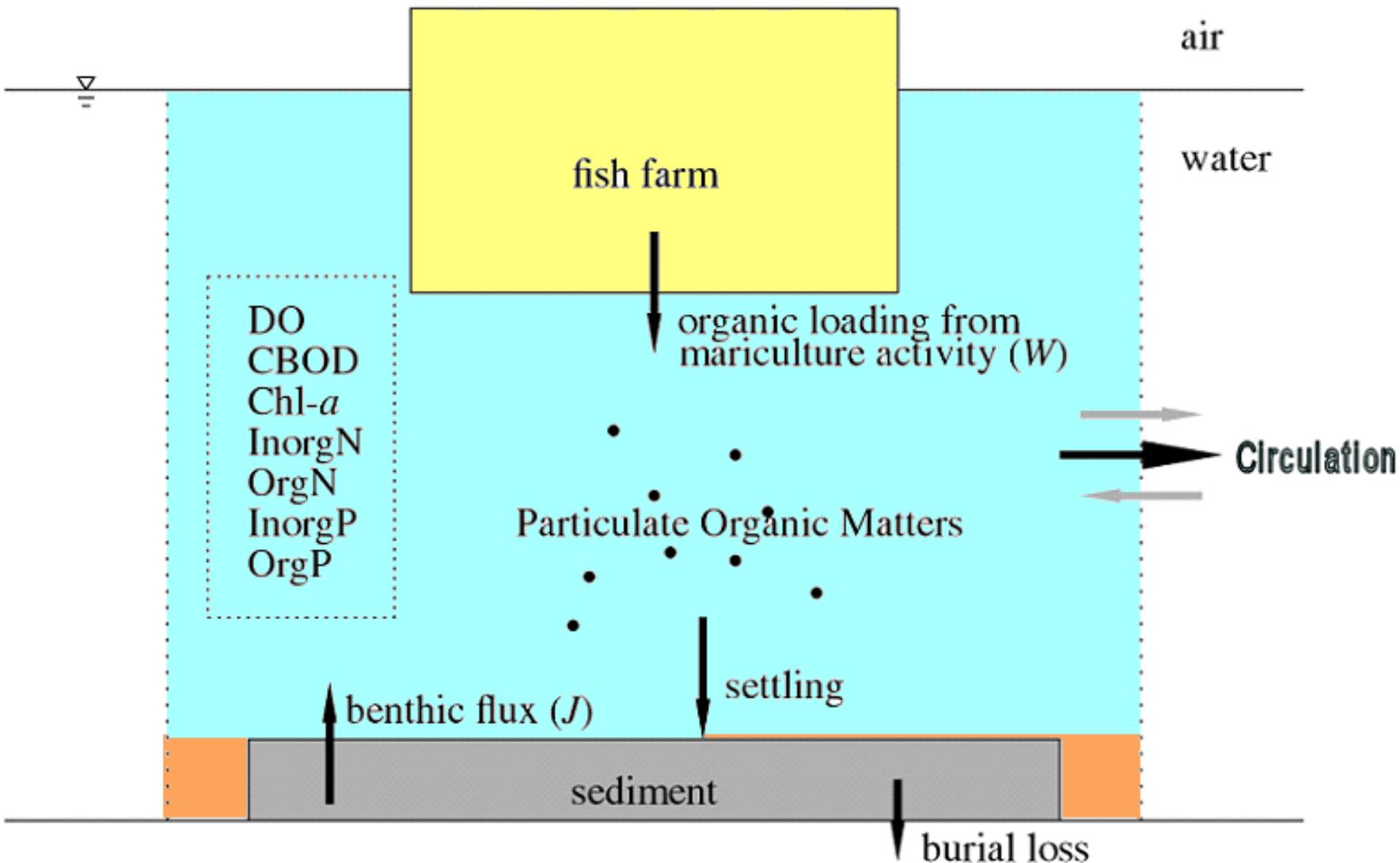
Los modelos empleados van desde modelos conceptuales basados en el conocimiento y la experiencia acumulada y principios científicos, hasta complejos modelos numéricos acoplados que resuelven ecuaciones diferenciales parciales.

Como determinar la capacidad de carga

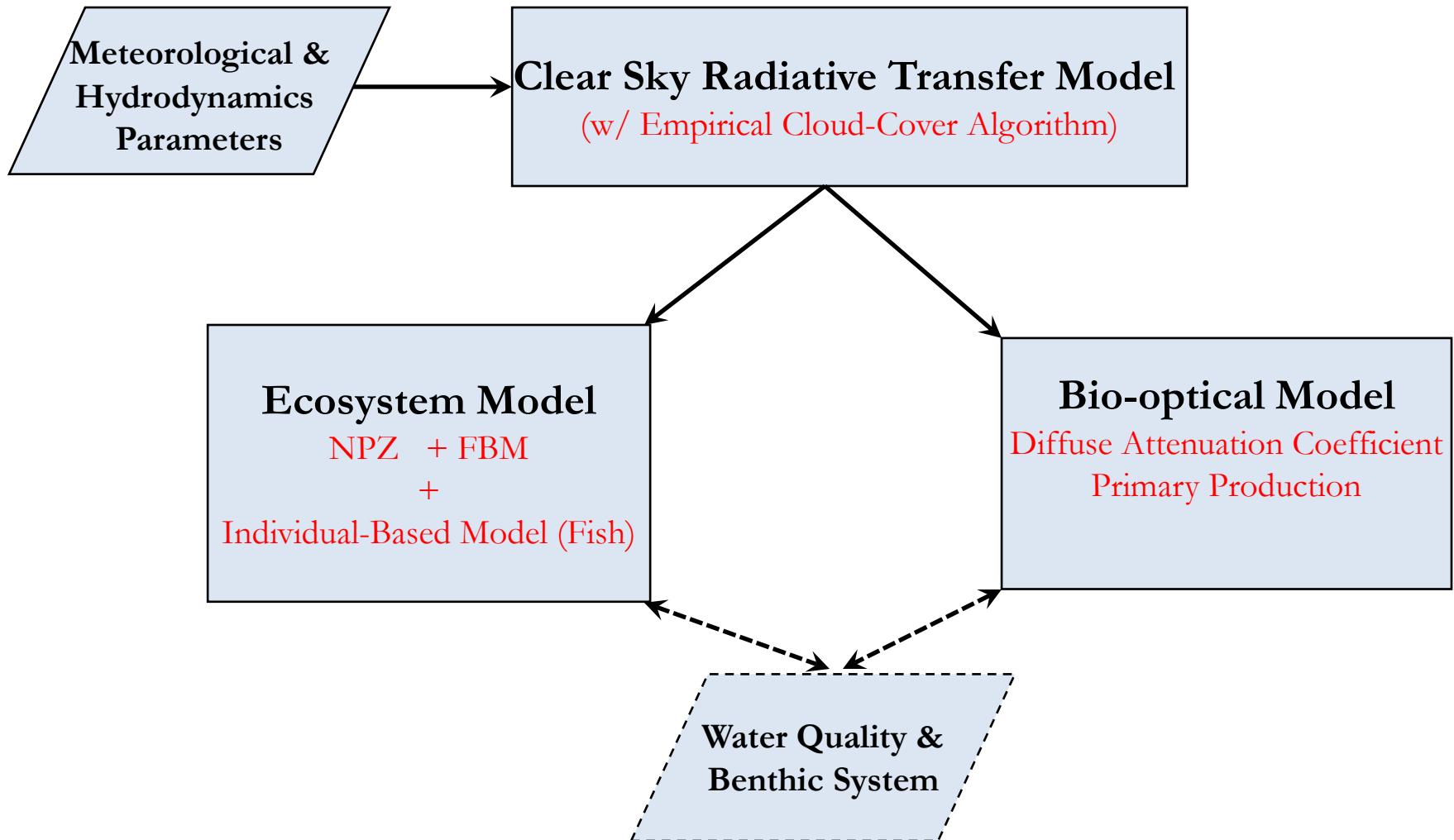
Para la determinación de la CC no solo es necesario invertir en investigación focalizada en los aspectos biofísicos, cuando las motivaciones son sociales o económicas de una comunidad. Este punto es particularmente pertinente con la ocupación del espacio y la propiedad comunitaria de los recursos.

Debido a la complejidad y heterogeneidad del ecosistema, la exactitud en la determinación de la CC siempre estará limitada, pero puede ser mejorada cualitativa y cuantitativamente si se mantienen estaciones de monitoreo permanente y se logran establecer las relaciones causa-efecto entre las poblaciones y el ambiente.

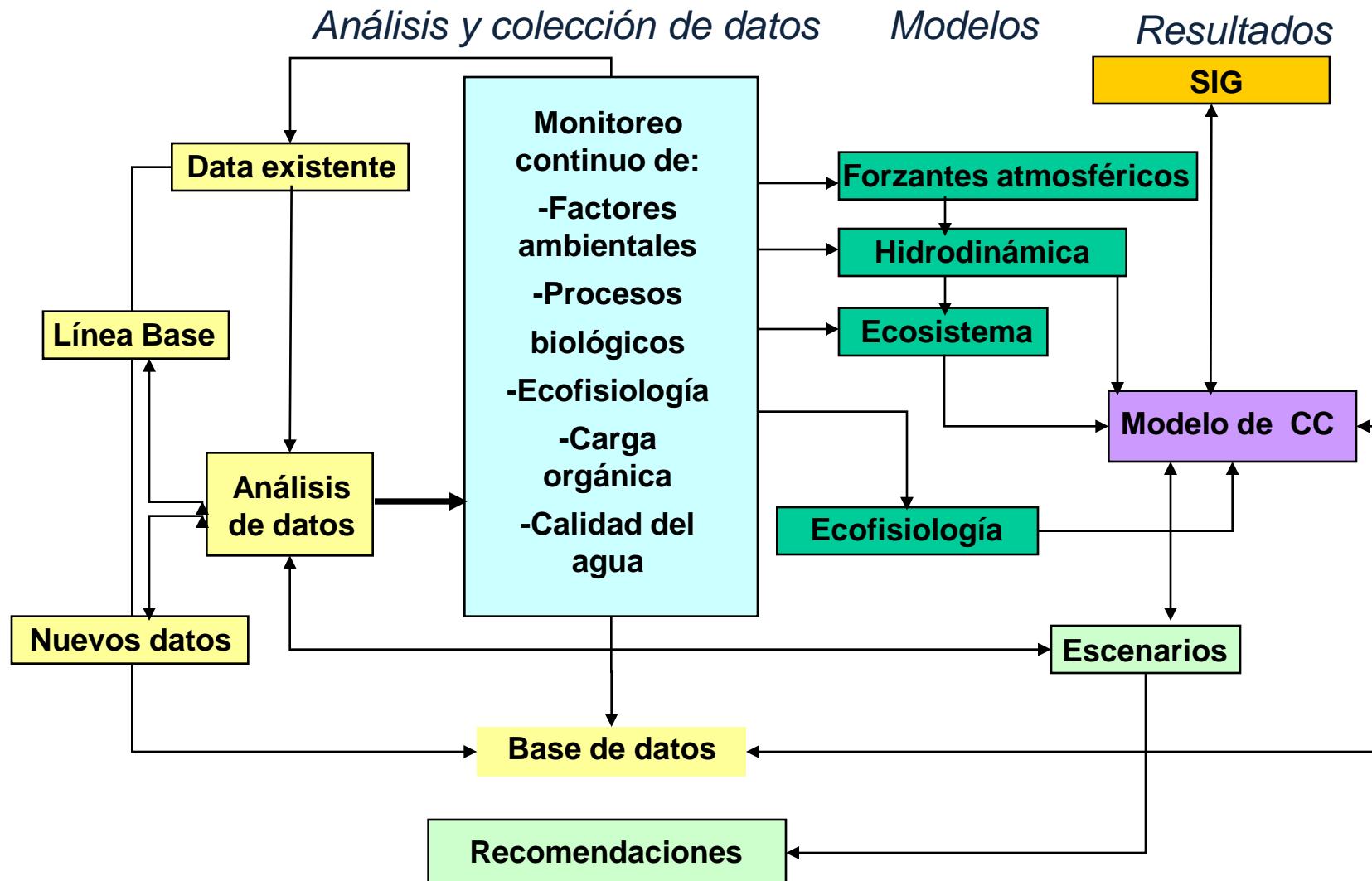
Modelando CC en granjas de cultivo de peces



Modelos Bio-fisicos



Modelando la CC- Componentes e Integración



Desafíos para el modelamiento de la capacidad de carga

Para lograr determinar la CC se requiere:

- Sociabilizar
- Apoyo instituciones y gobierno
- Financiamiento (equipos, embarcaciones)
- Capacitación de profesionales
- Obtención de Información continua
- Modelamiento (hidrodinámico, ecosistema, CC)
- Organización
- Reglamentación

Proyecto

- En Enero 2010 se iniciamos con apoyo del Fondo de Cooperación Hispano Peruano (FONCHIP) y PROPESCA la **primera etapa** de un proyecto que tiene como objetivo final la determinación de la capacidad de carga (CC)
- En esta primera etapa se adquirieron e instalaron instrumentos, se recolectó información, se configuró un modelo hidrodinámico para conocer la circulación del lago y por último se debe proponer algún tipo de organización que permita continuar con la tarea para determinar la CC

Lake Titicaca

Lake Titicaca is the bigger fresh water lake of south America and the higher of the world (3814 m).

Area: 8400 km²

Volume : 893 km³

Coast line : 1.125 km

Basin area : 58.000 km²

-Residence time - water : **70 yr**

-Residence time - conservative non-volatile constituents : **1.343 yr**

(Kessler and Moqheim, 1968, Richerson et al, 77)

Basins:

Lago Menor o Huiñaymarca (1.400 km²)

Lago Mayor o Chucuito (7.000 km²)

Separates by Tiquina strait.

Type: Lago Mayor – Oligotrophic

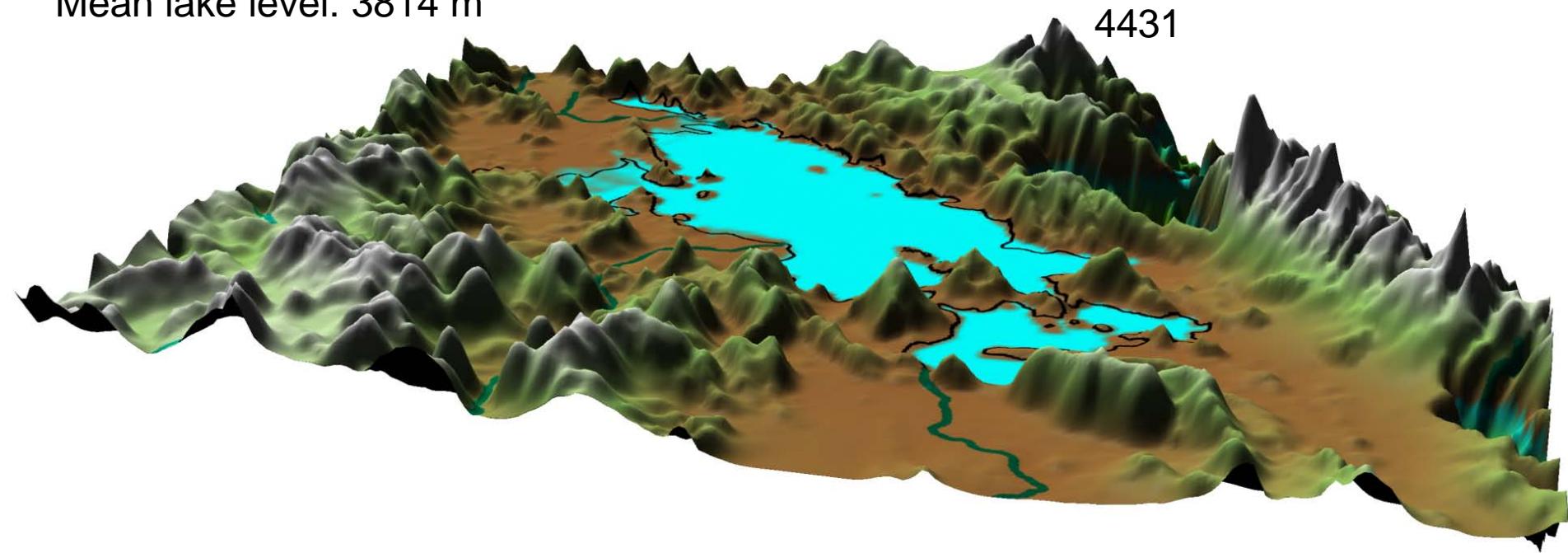
Lago Menor – Meso/Eutrophic



There are 87 islands with a total surface of 100 km² (58 in Lago Mayor, and 29 in Lago Menor).

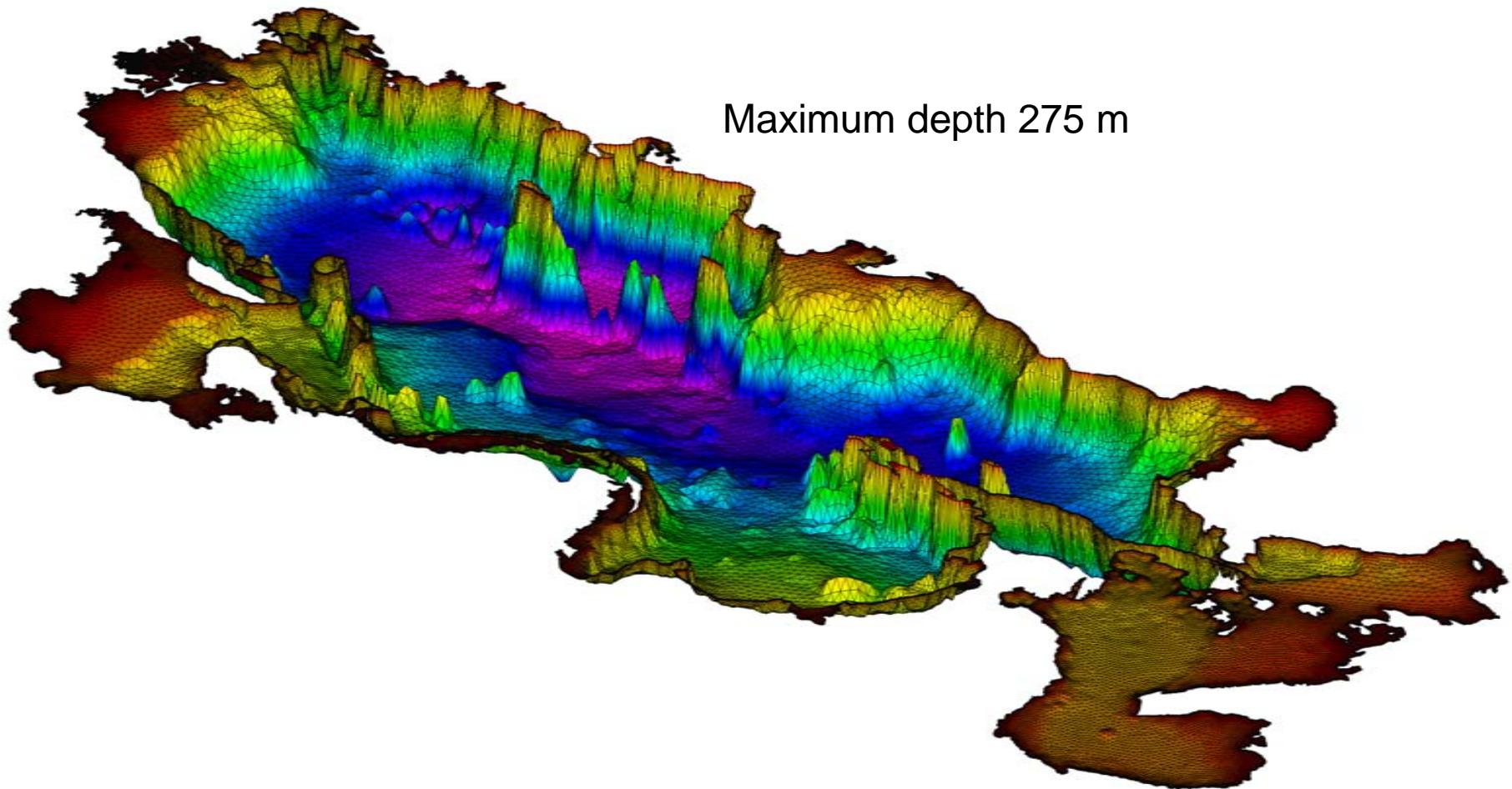
Lake Titicaca - Elevations

Mean lake level: 3814 m



Lake Titicaca - Bathymetry 3D

(digitalized from nautical charts)



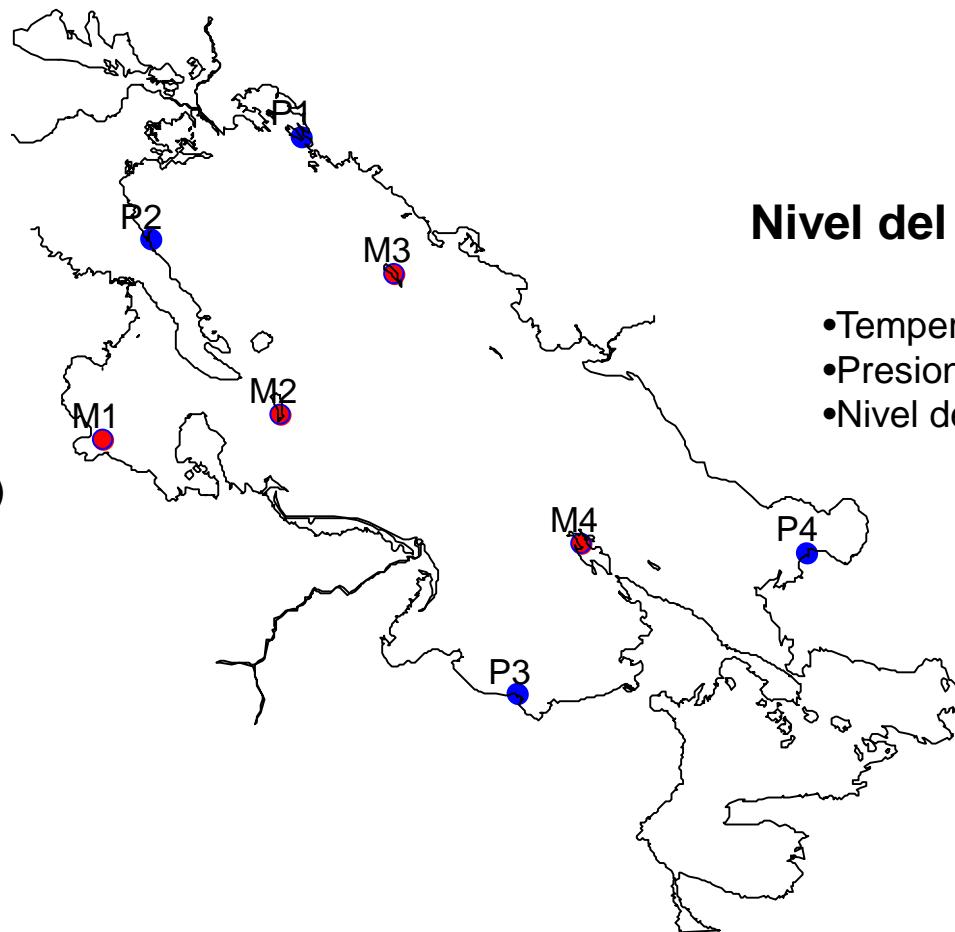
Instrumentos instalados (abril 2010)

Estaciones Meteorologicas (rojo)

Islas:

Uros, Taquile, Soto and del Sol

- Temperatura
- Humedad Relativa
- Radiacion solar (total & PAR)
- Presion atmosferica
- Viento (Int & Dirección)



Nivel del agua (azul)

- Temperatura del agua
- Presion atmosferica
- Nivel del agua

Estación Meteorologica– Uros

+ temperatura del agua

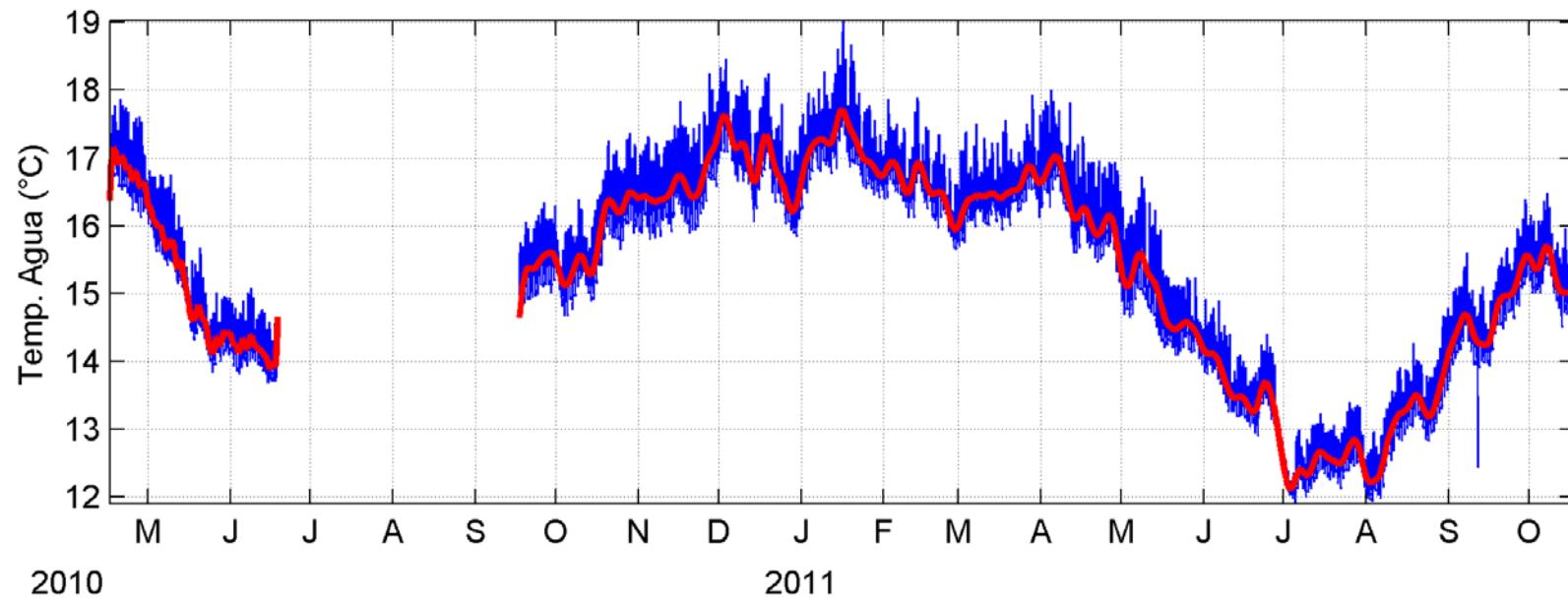
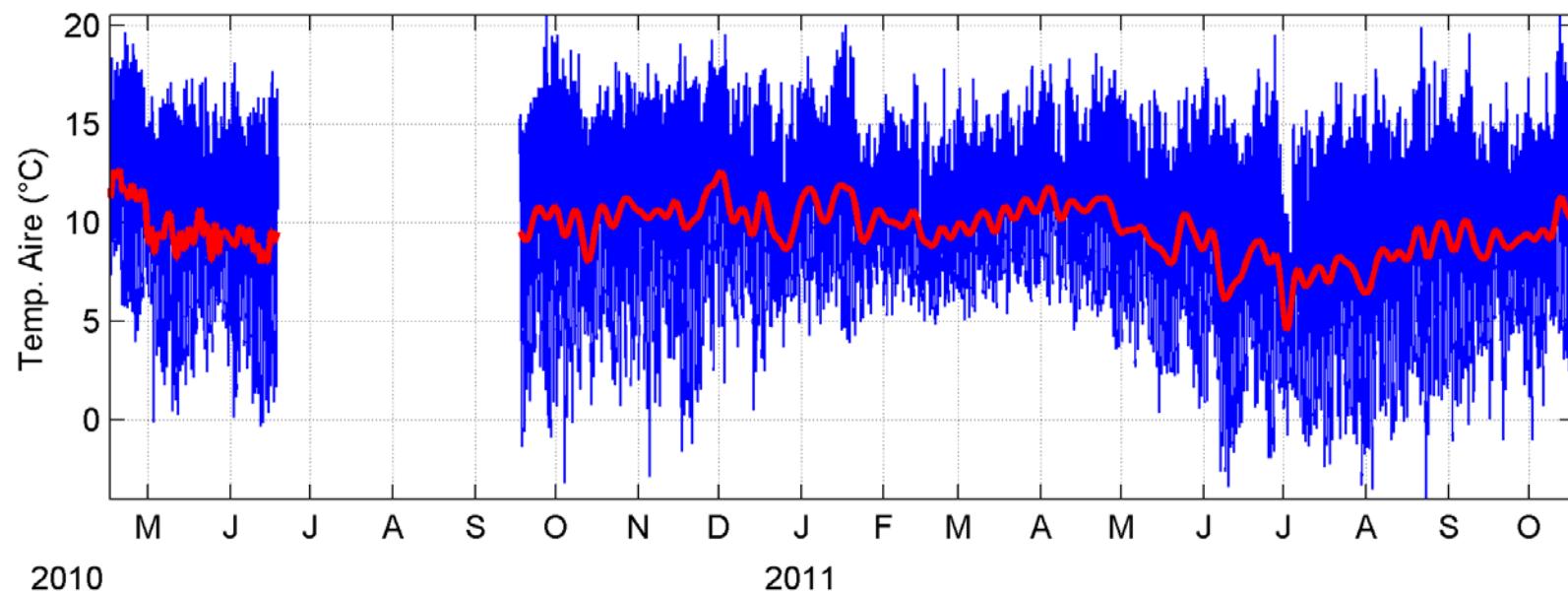


Estación Meteorológica – Taquile

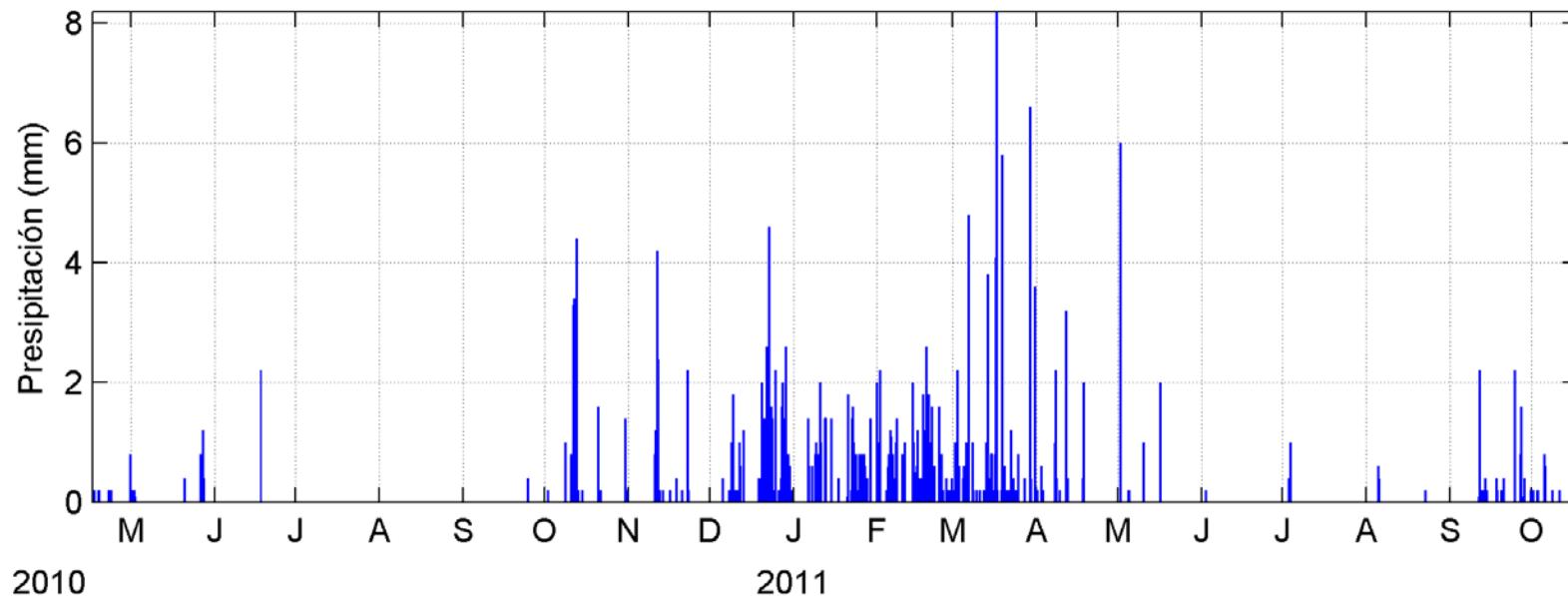
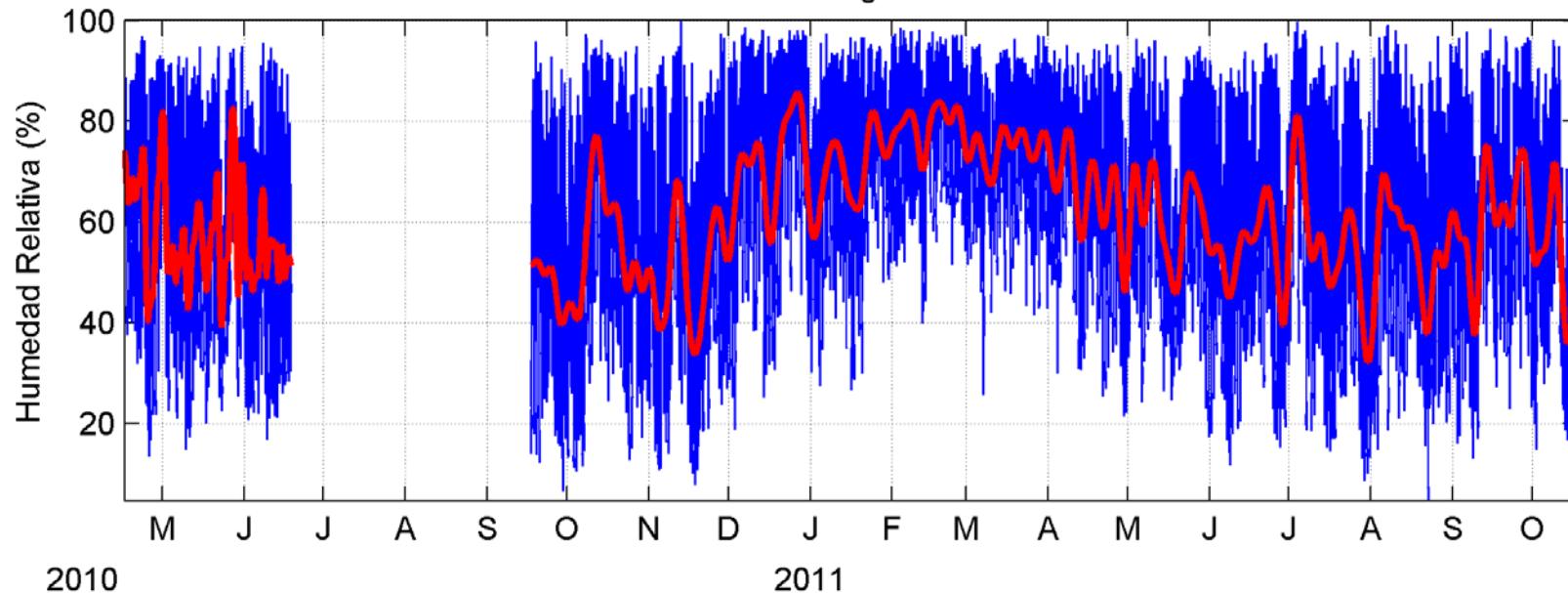


Ejemplo de datos medidos en estación de Uros

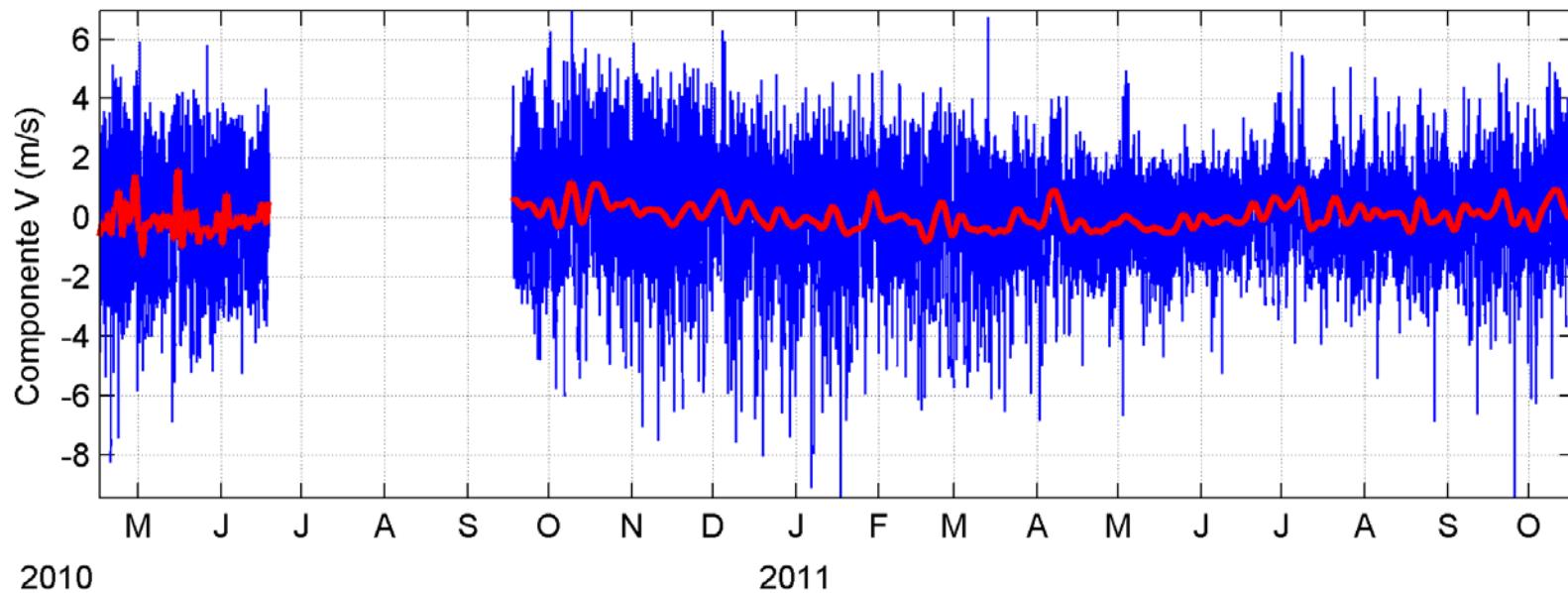
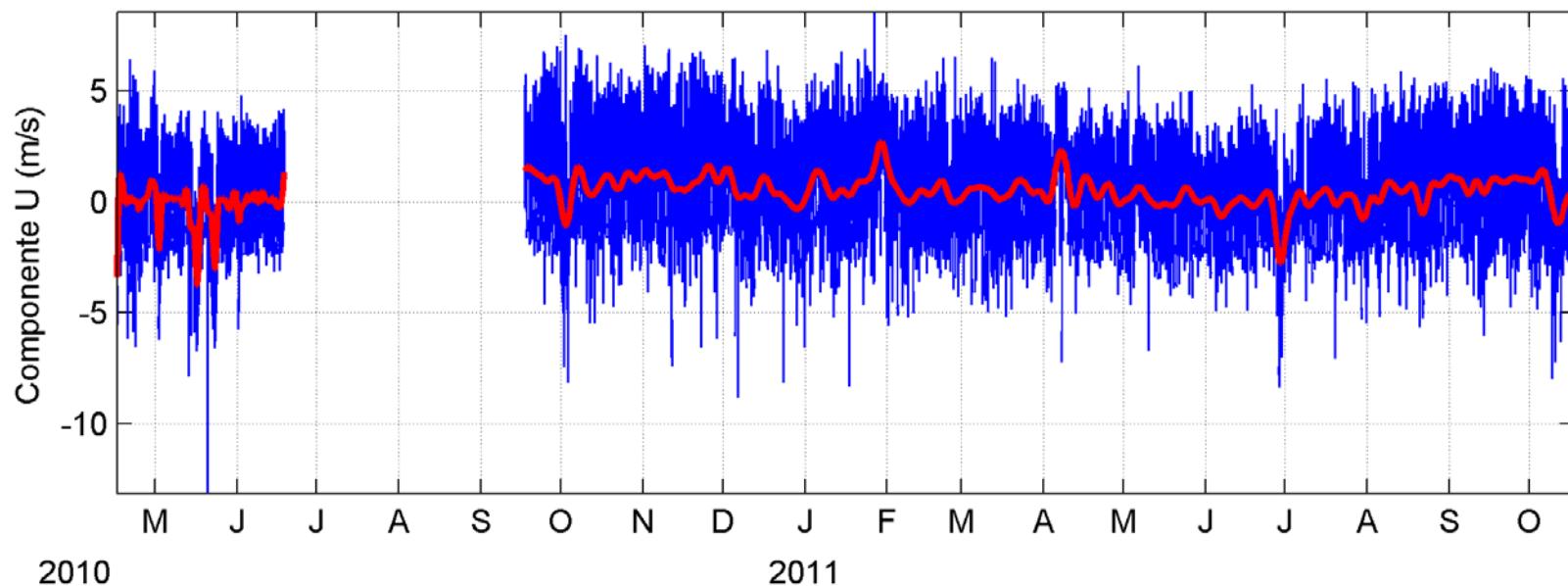
Estación Meteorológica Isla Los Uros



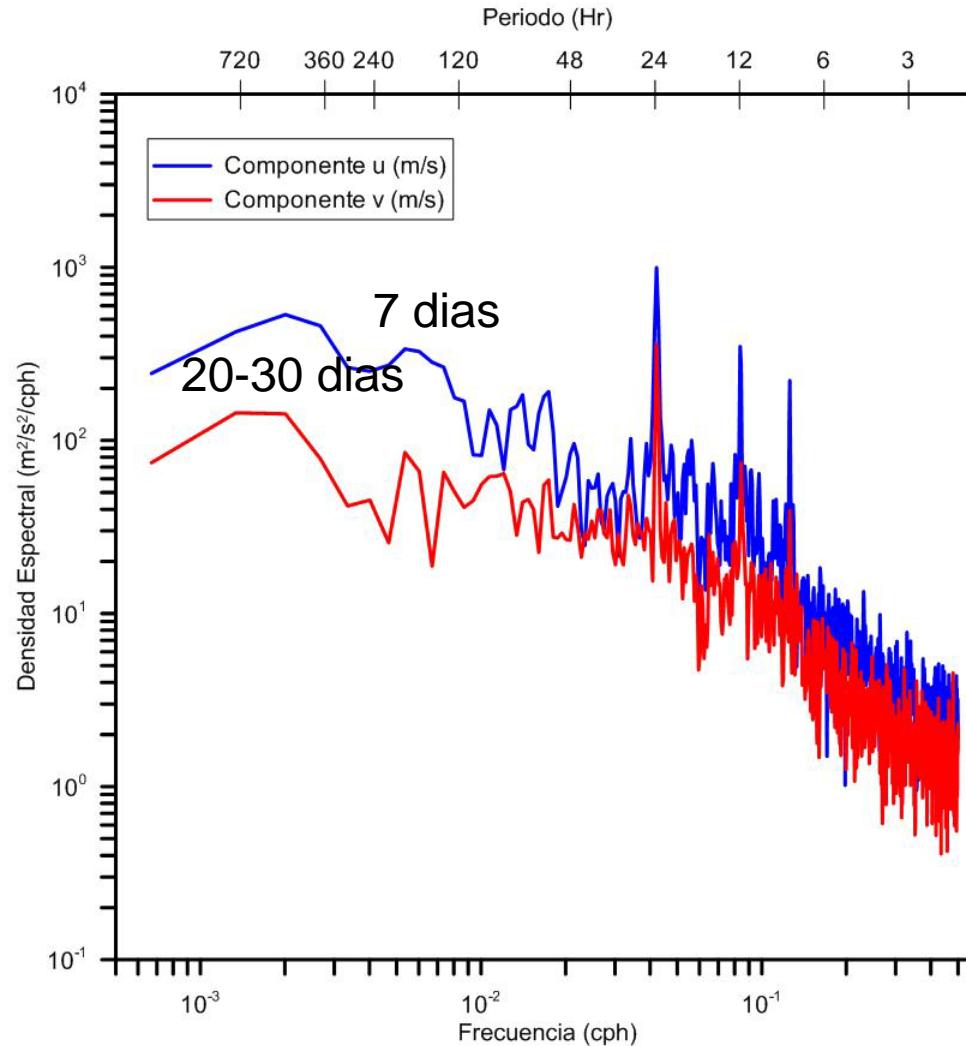
Estación Meteorológica Isla Los Uros



Estación Meteorológica Isla Los Uros



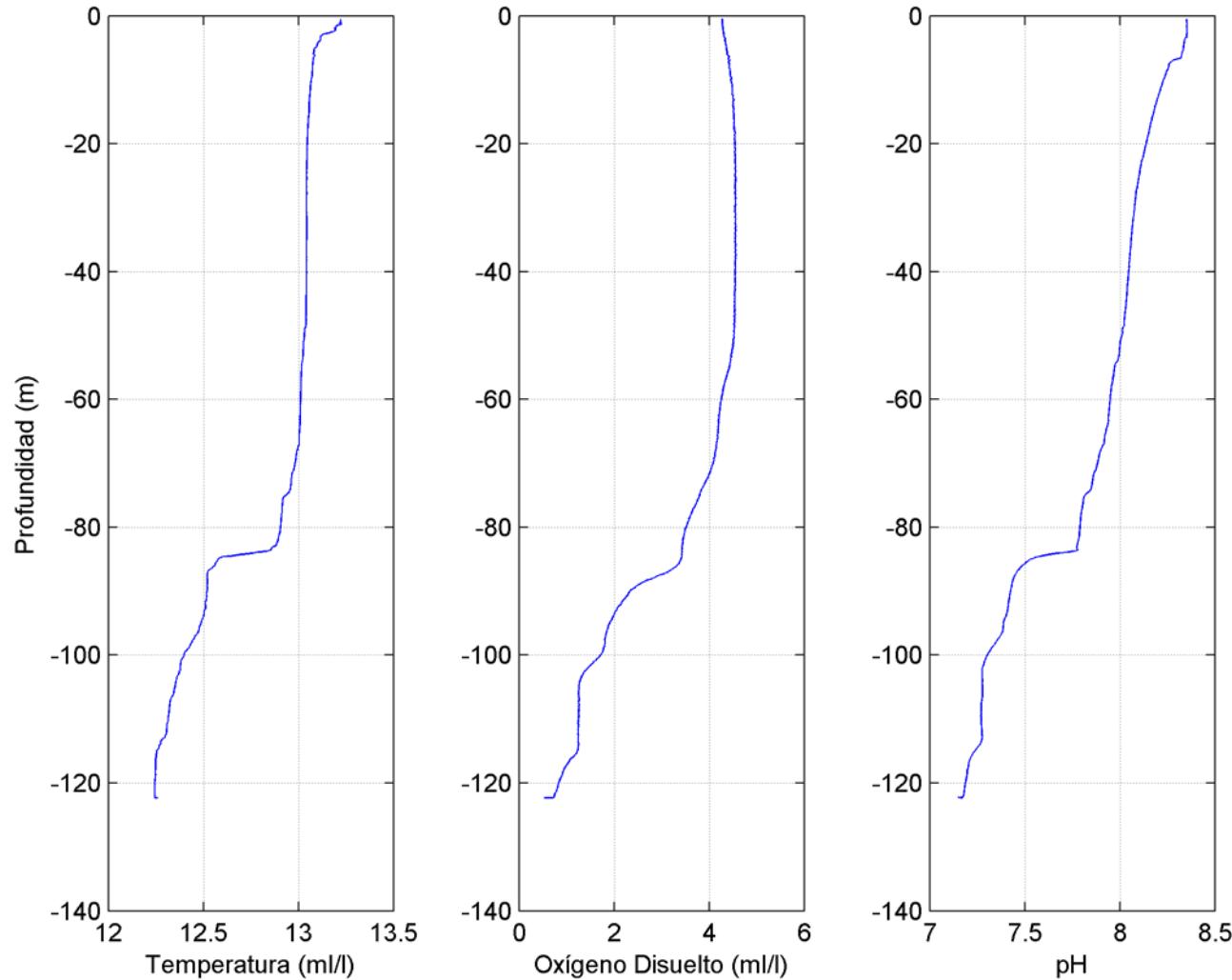
Análisis espectral de viento en isla del Sol



Otros equipos adquiridos

- Correntometro perfilador acustico doppler
- Perfilador multiparametro
 - Temperatura
 - Conductividad
 - Oxigeno
 - Radiacion PAR
 - PH
 - Fluorecencia
 - Presión

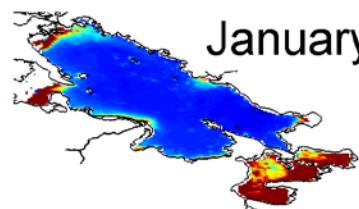
Perfil de CTD - lago mayor al norte de I. Taquile (24 julio 2011)



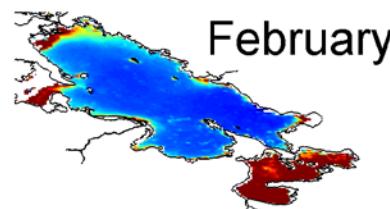
Climatología de clorofila superficial (MODIS)

- Algoritmo de clorofila fue adaptado para la altitud
- Se removieron las nubes
- Promedio mensual desde 2002 a 2009
- Resolución 1 km

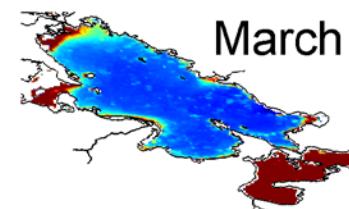
Clorofila (MODIS)– climatología mensual (2002 – 2009)



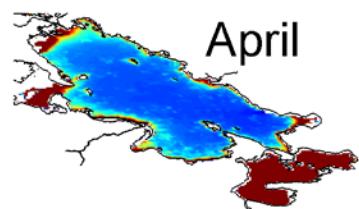
January



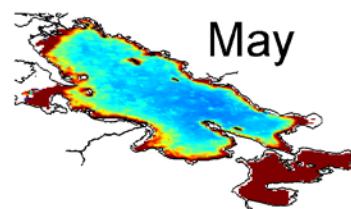
February



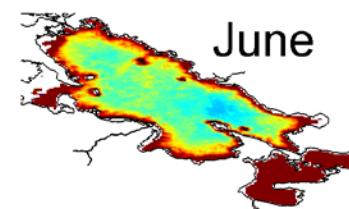
March



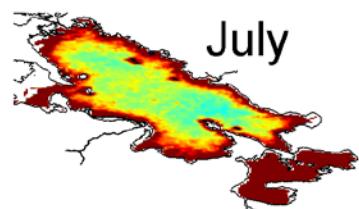
April



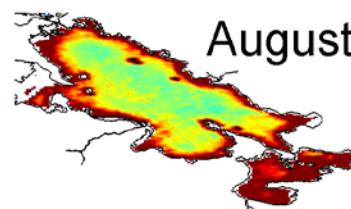
May



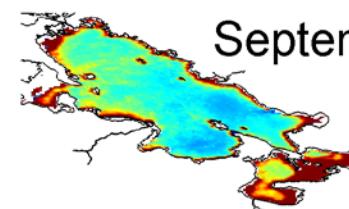
June



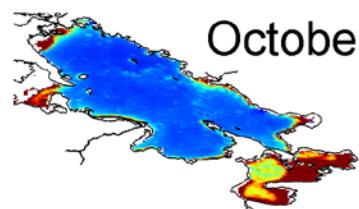
July



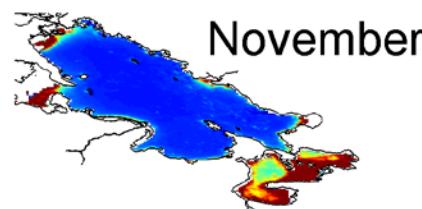
August



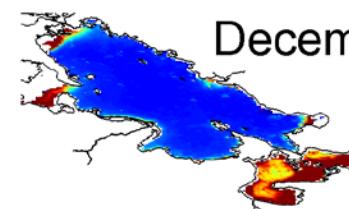
September



October



November

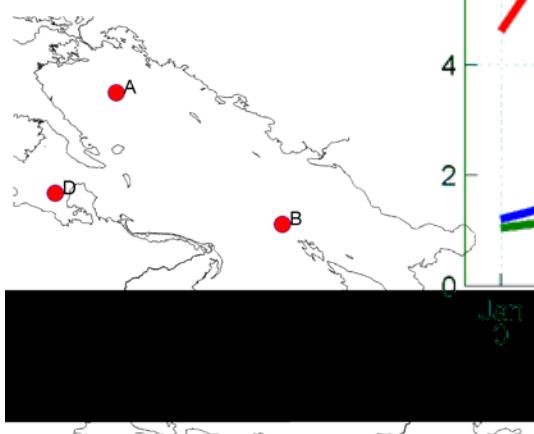
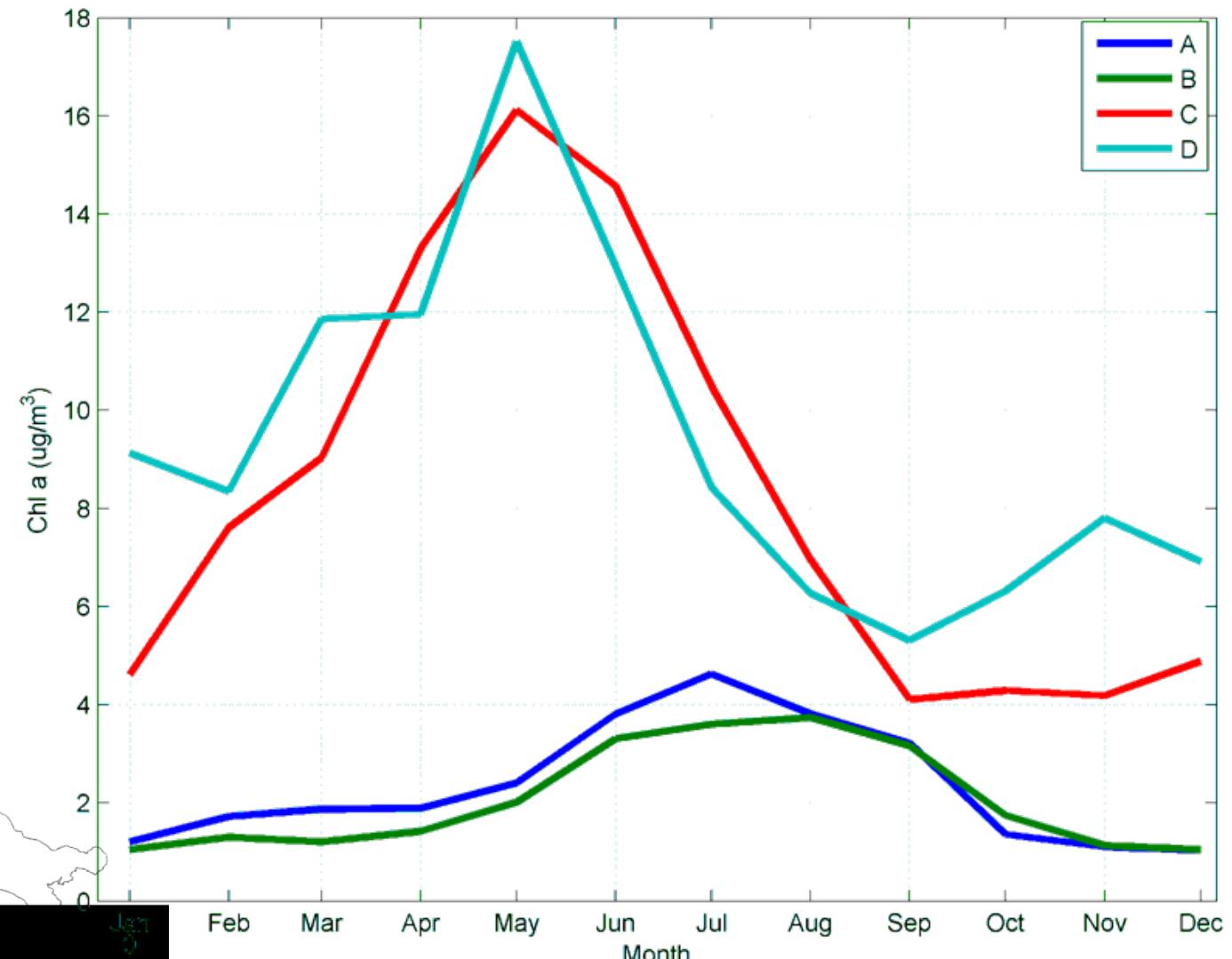


December

Times series location

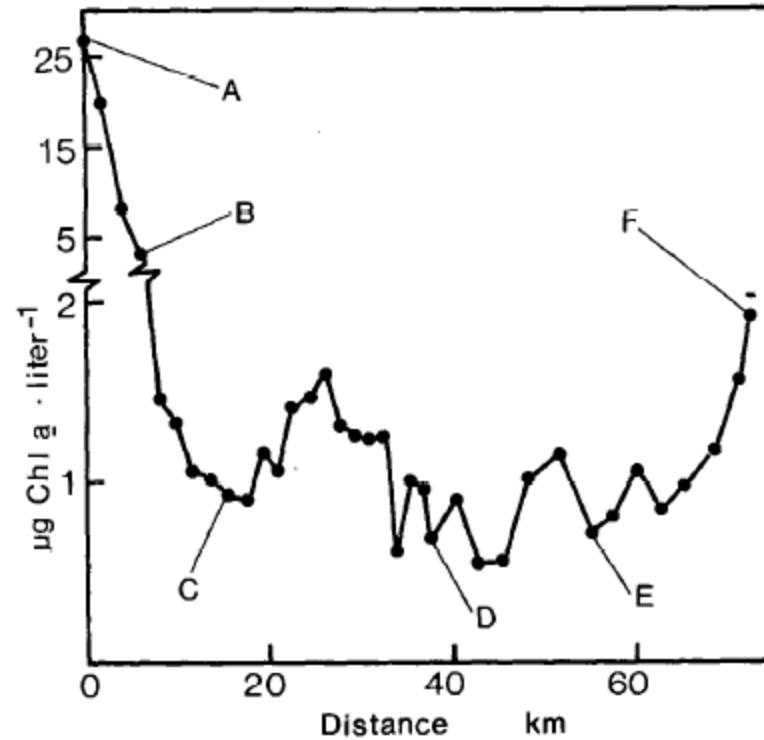
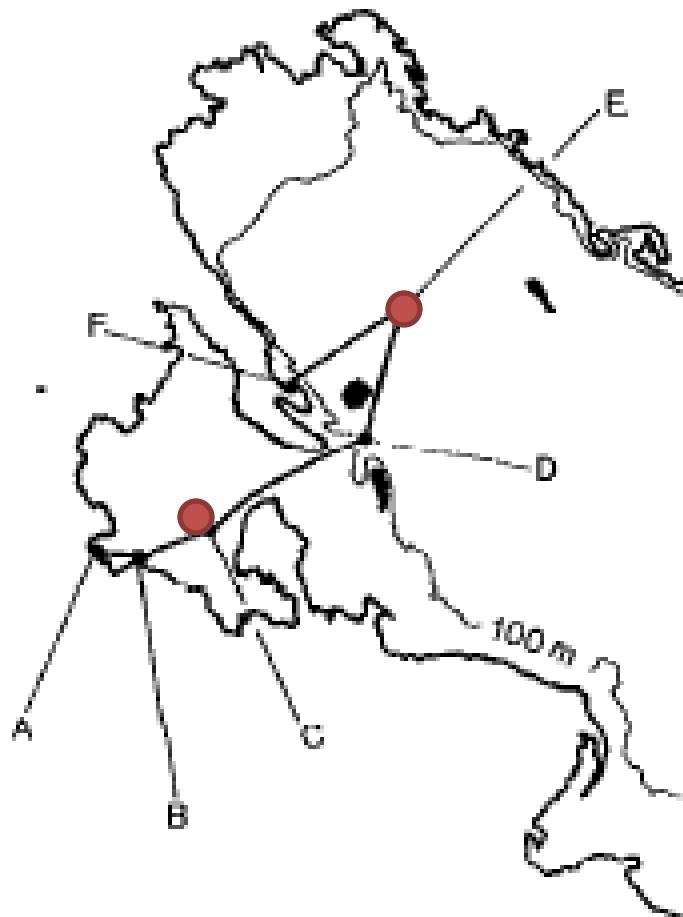


Monthly mean – MODIS Chl_a



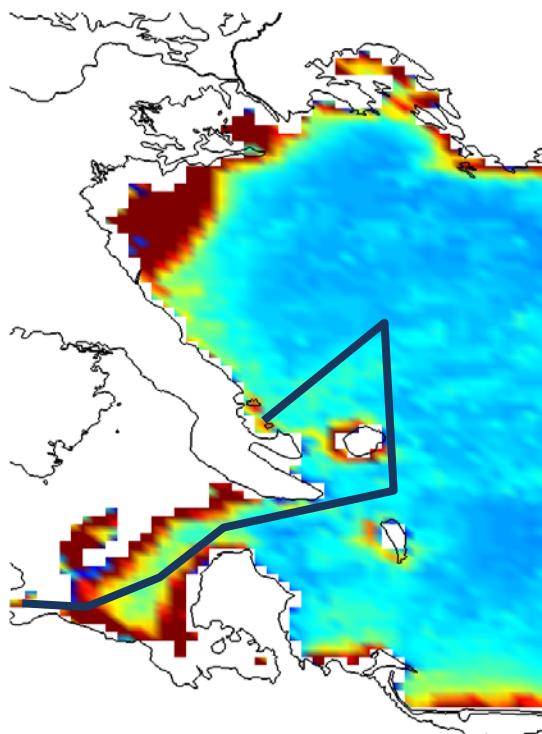
Chl_a distribution in the lake

From Vincent et al (1984) - Limnol. Oceanogr., 29(3), 1984, 540-552

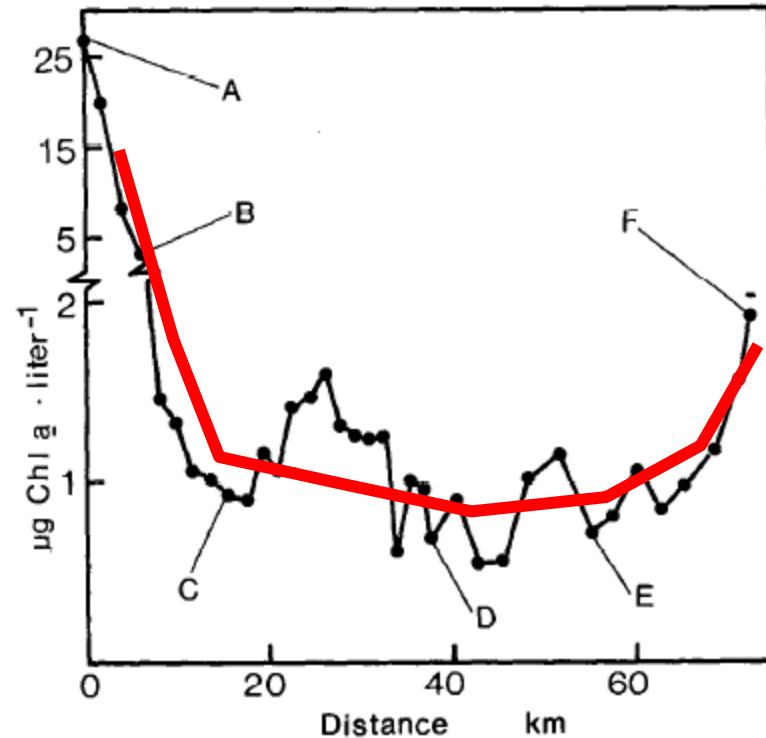


Chlorophyll a concentrations in the surface waters of Lake Titicaca, 27 October 1982.

Chl_a distribution in the lake Modis



Chlorophyll a concentrations in surface waters – MODIS Monthly mean October



Chlorophyll a concentrations in surface waters of Lake Titicaca, 27 October 1982.

Conclusiones clorofila

- Datos de clorofila del satélite modis muestra el mismo patrón que los datos observados
- En Invierno los procesos de mezcla traen una mayor cantidad de NO_3 PO_4 a la capa fótica de la cuenca principal
- Bahías someras tienen una gran variación y aportes de NO_3 PO_4 presentando máximos valores de clorofila en otoño

Conclusiones

- La producción sustentable de la acuicultura y de la pesquería requiere definir la CC del lago
- La determinación de CC es un **proceso** que requiere la participación de todos.
- El proyecto está generando una gran cantidad de información meteorológica y de conocimiento que servirá para continuar con la tarea de estudiar el lago

Recomendaciones

- Se requiere el compromiso de la organizaciones comunitarias, instituciones gubernamentales , ONGs y Universidades, tanto de Perú como Bolivia
- Creación de comité capacidad de cargabinacional que se encargue de las coordinaciones, uso de los equipos adquiridos por el proyecto
- Definir red de monitoreo permanente
- Es fundamental incentivar la formación de profesionales que puedan continuar con esta iniciativa
- Redefinir áreas aptas para cultivos mediante características de circulación y batimetría

