



MODELADO DEL NORTE DEL ECOSISTEMA DE LA CORRIENTE DE HUMBOLDT

**Jorge Tam, Adolfo Chamorro, Dante Espinoza, Cinthia
Arellano, Carlos Quispe, Yván Romero, Jorge Ramos**

**Laboratorio de Modelado Oceanográfico, Ecosistémico y del Cambio
Climático (LMOECC – AFIOF – DGIOCC – Instituto del Mar del Perú)**

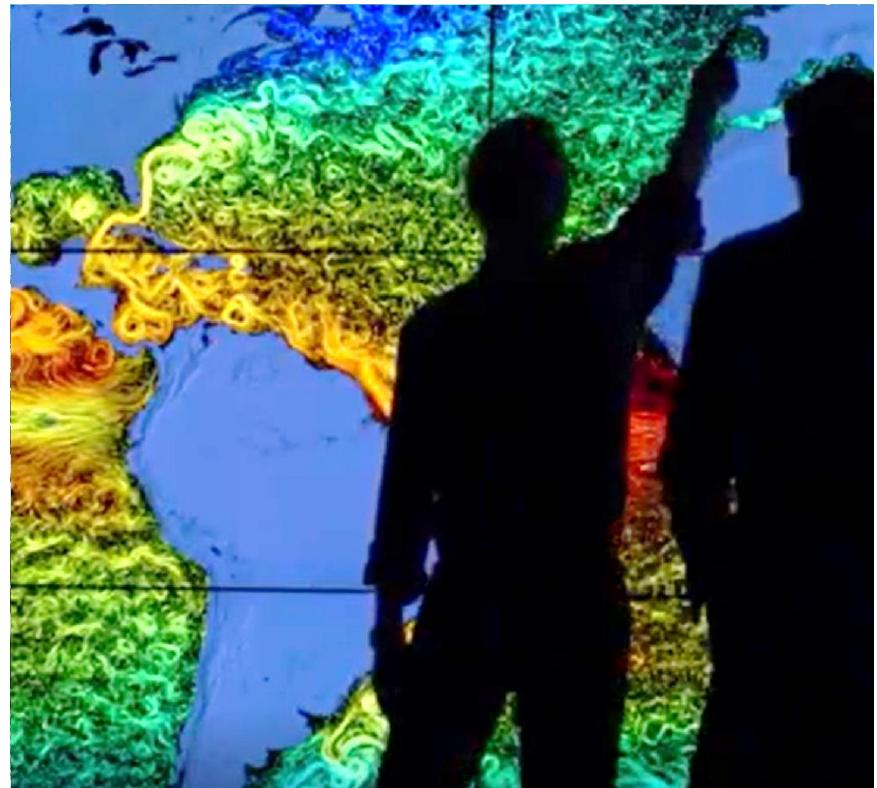
*Conferencias de Sostenibilidad Marina, Sociedad Nacional de Pesquería,
7 de Febrero 2019*

Contenido

- Introducción
- Modelado de procesos
- Modelado ecosistémico
- Perspectivas
- Conclusiones

Introducción

Modelado y análisis de procesos físicos, químicos y biológicos en el Norte del Ecosistema de la Corriente de Humboldt (NECH).



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

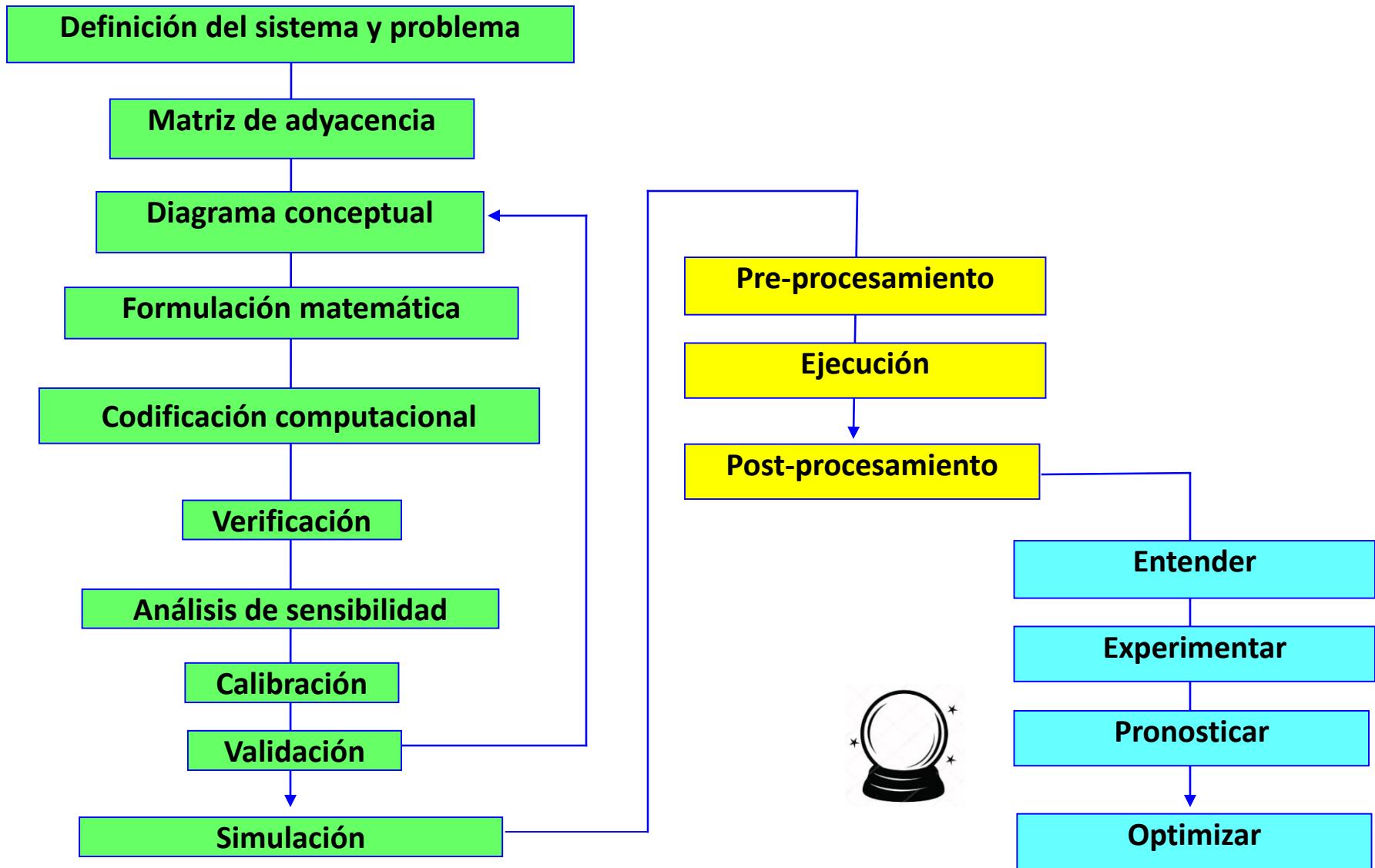


Trabajando para
todos los peruanos

Norte del Ecosistema de la Corriente de Humboldt (NECH)



¿Para qué sirven los modelos?

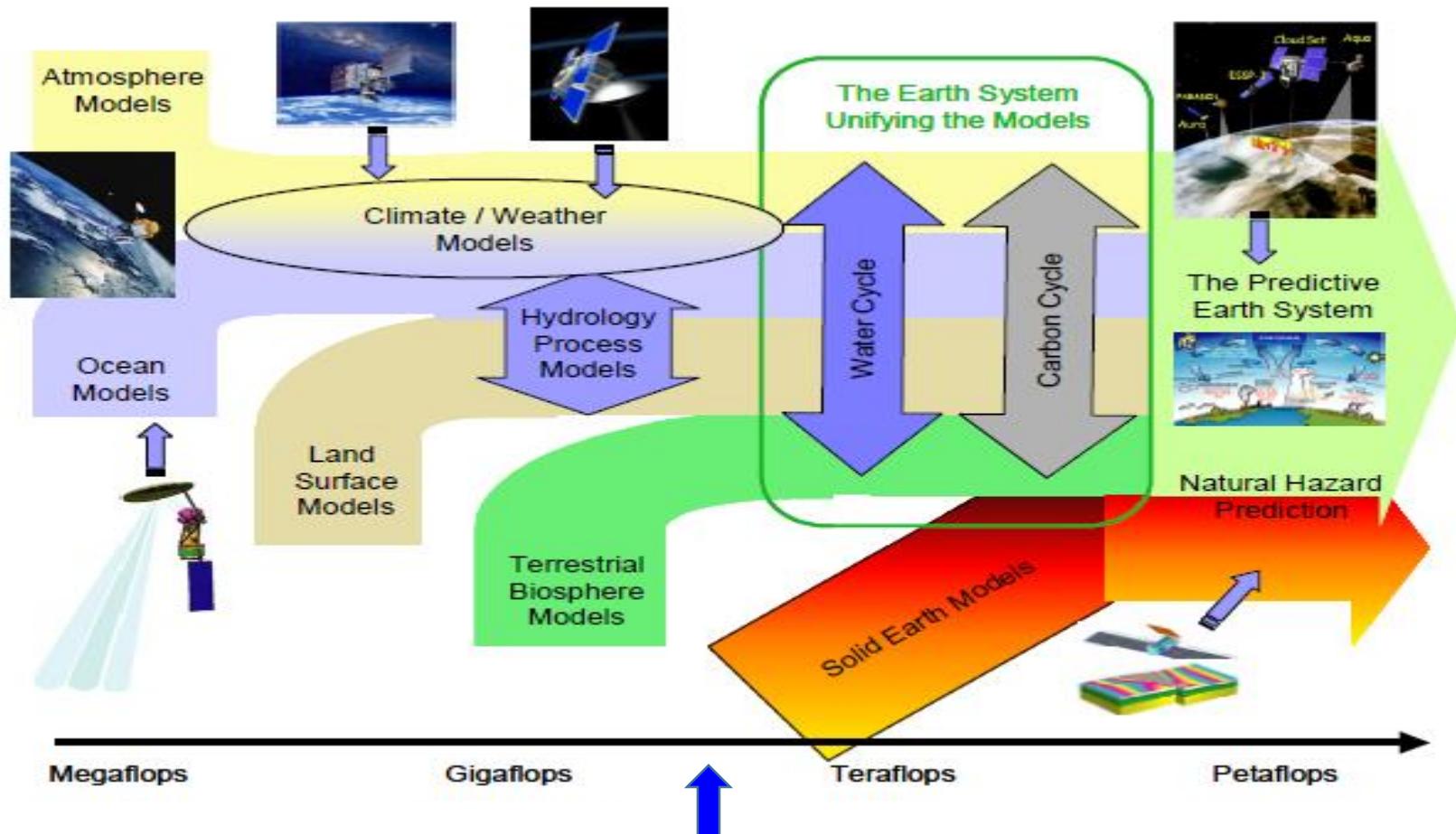


(modificado de: Jorgensen y Bendoricchio 2001)

Infraestructura del LMOECC



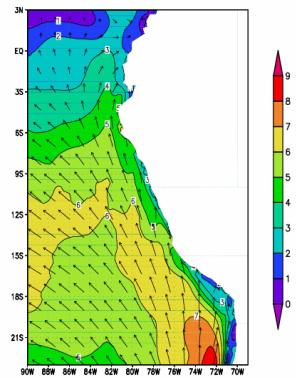
Infraestructura del LMOECC



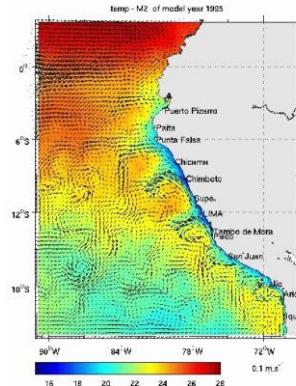
(Ferraro *et al.* 2003)

Modelado de extremo a extremo del NECH (E2E)

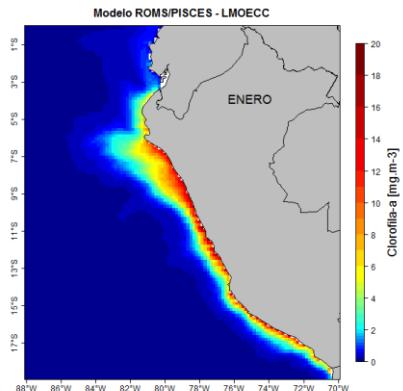
Modelo atmosférico
(WRF)



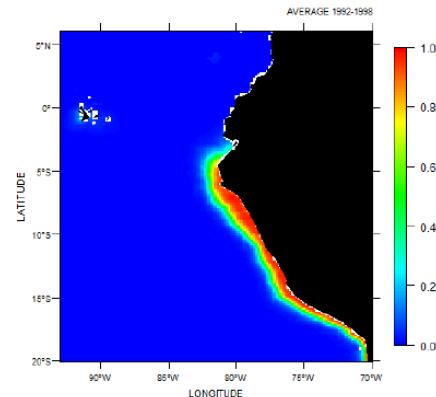
Modelo oceánico
(ROMS)



Modelo biogeoquímico
(PISCES)

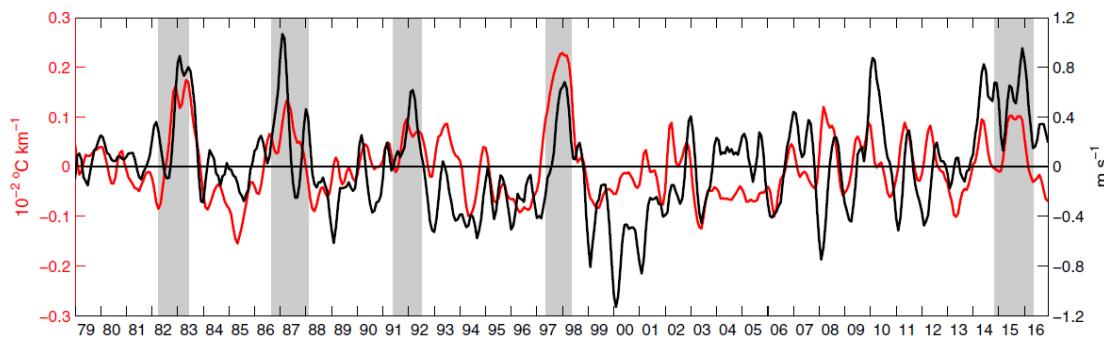
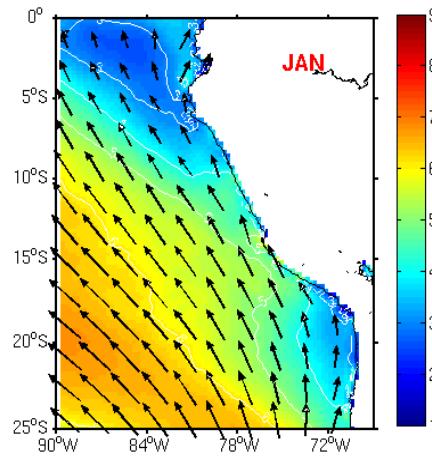


Modelo biológico
(OSMOSE)

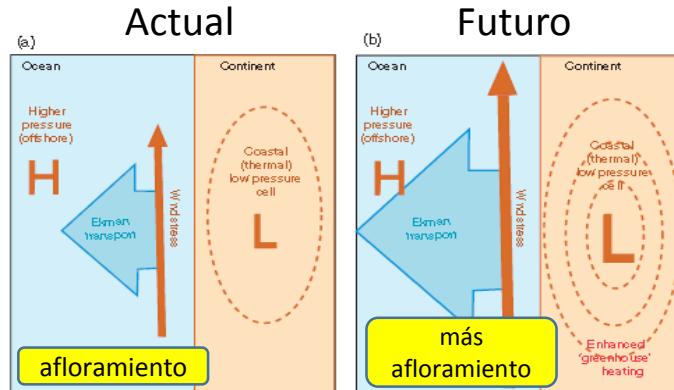


Modelado de procesos: atmosféricos

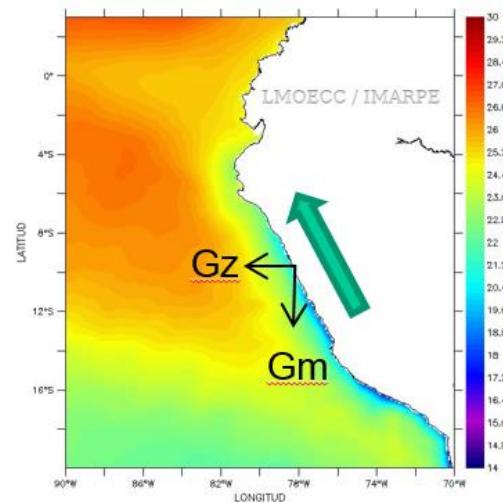
Modelo atmosférico (WRF): vientos



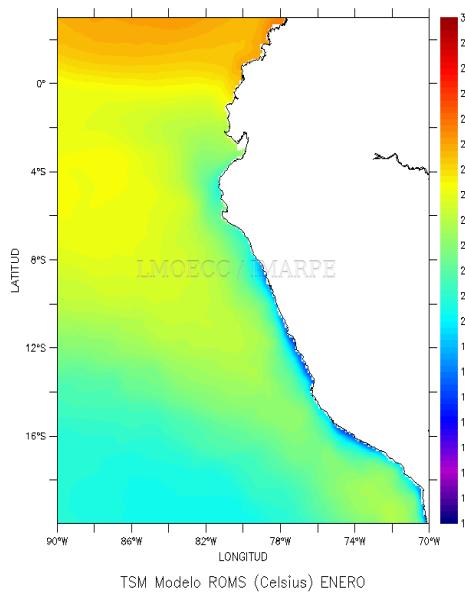
Anomalías de gradiente de temperatura (rojo) y viento costero a lo largo de la costa (negro) entre 1979-2016 (Chamorro *et al.* 2018)



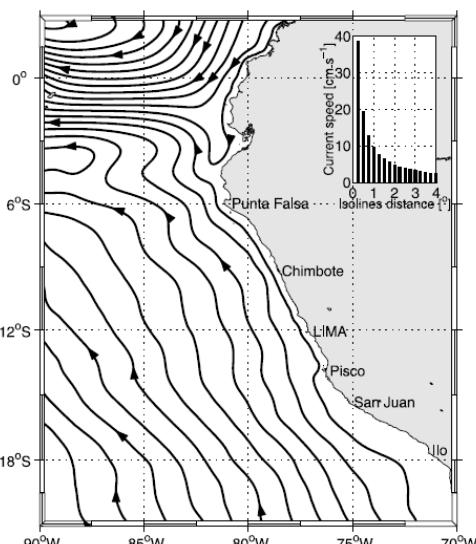
(Bakun *et al.* 2014)



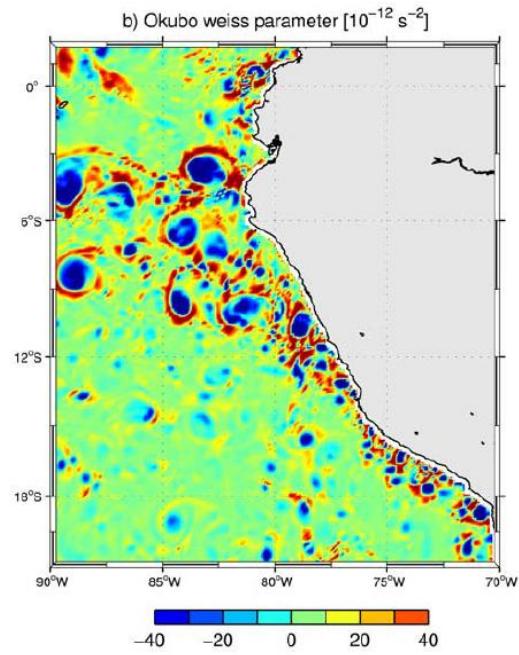
Modelado de procesos: oceánicos físicos



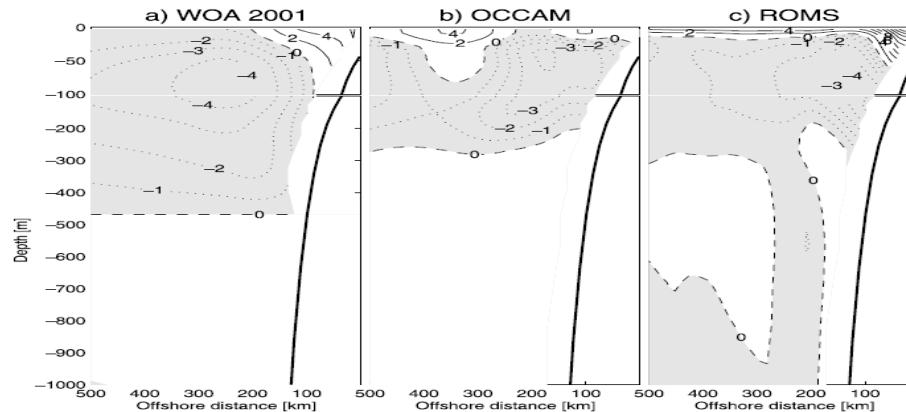
Temperaturas
(LMOECC)



Corrientes
(Penven *et al.* 2005)

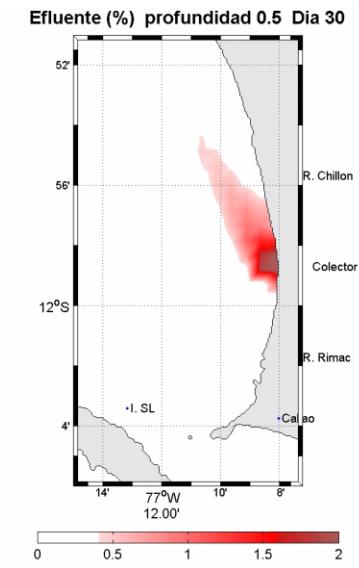
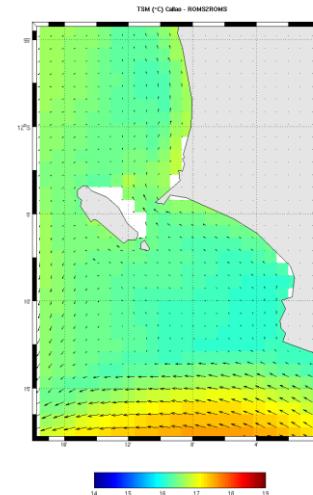
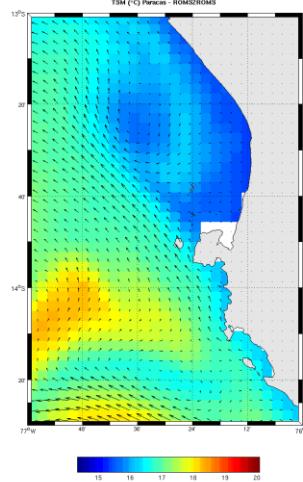
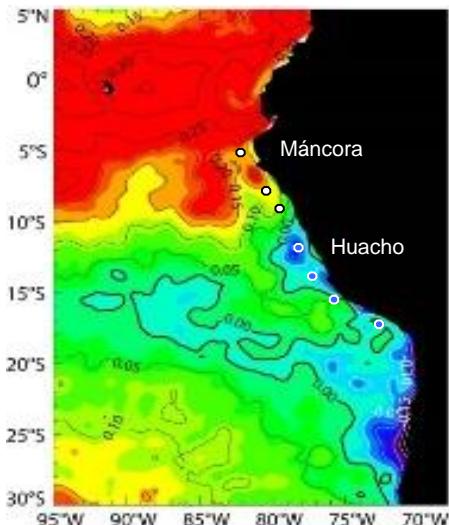
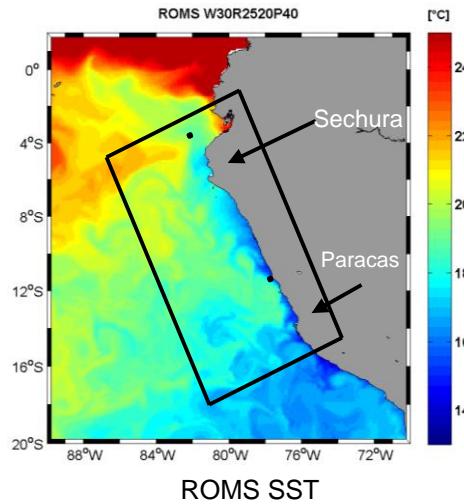


Remolinos



Estructura vertical de
corrientes

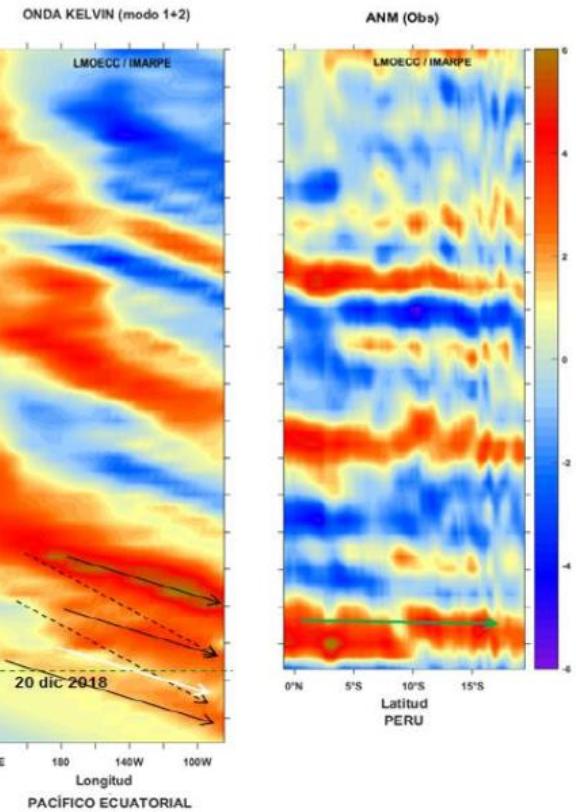
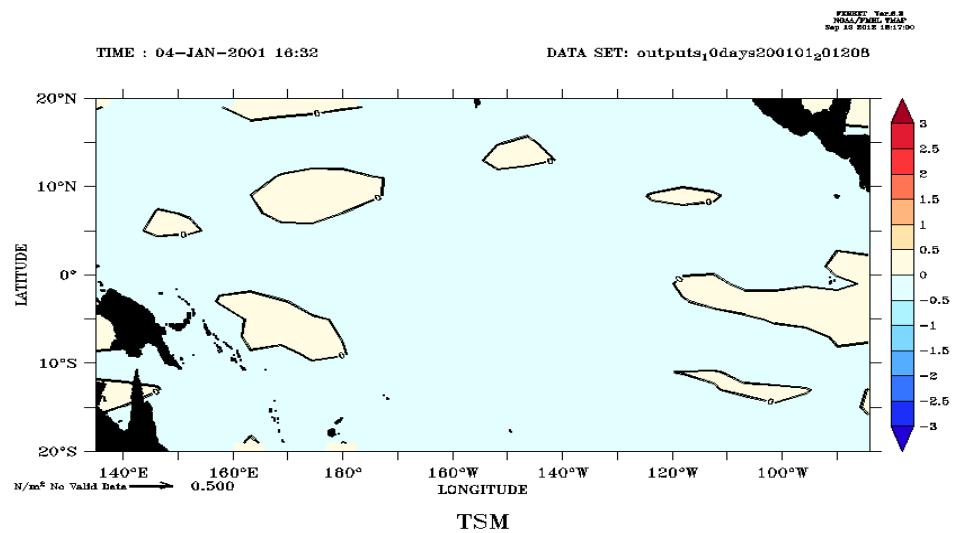
Modelos anidados: procesos de mesoescala



Modelos Bahías Paracas y Callao
(Arellano et al., Romero *et al.* in prep.)

Descarga hipotética de
efluentes domésticos
(Correa *et al.* 2008)

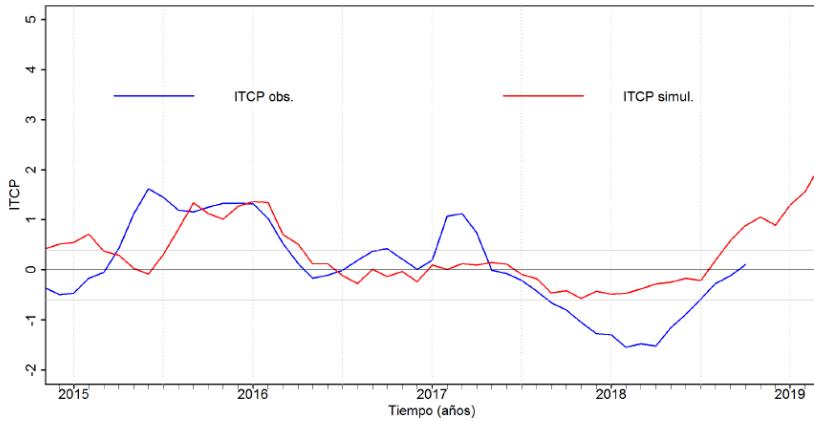
Modelo océano-atmósfera acoplado del océano Pacífico ecuatorial



Modelo acoplado de complejidad
intermedia del Pacífico ecuatorial
(Quispe *et al.* in prep.)

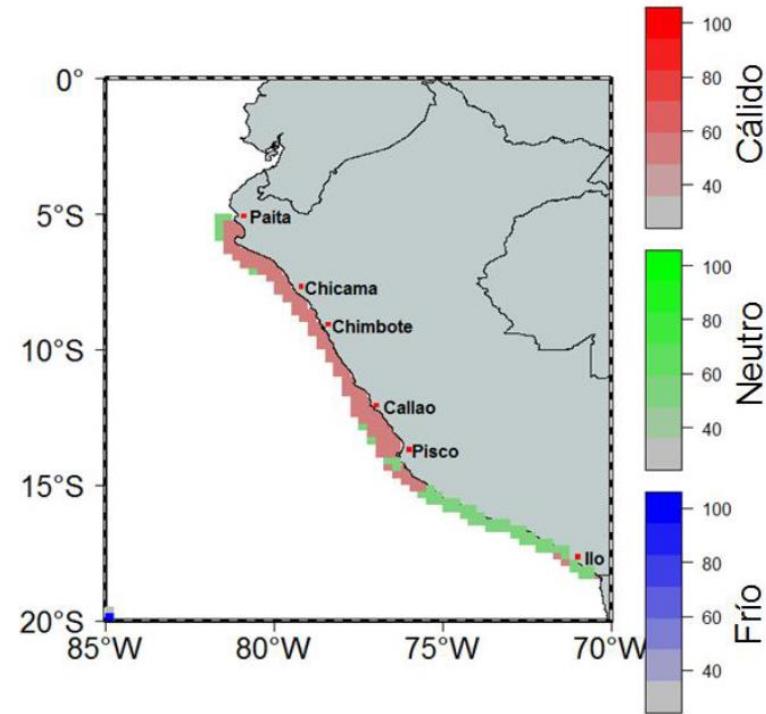
Pronóstico de ondas
Kelvin ecuatoriales
(LMOECC)

Modelado de efectos de El Niño: forzantes remotos ecuatoriales



Modelo basado en el volumen de agua cálida ecuatorial

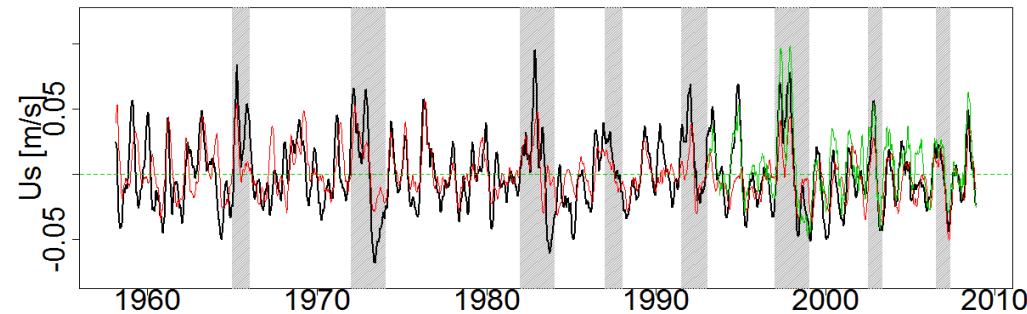
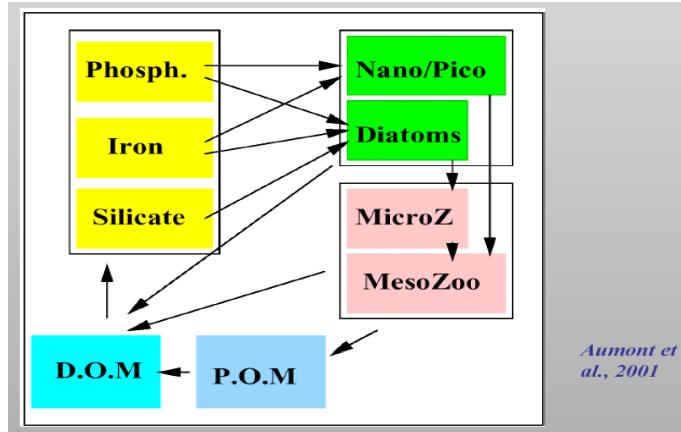
(C. Quispe *et al.* in prep.)



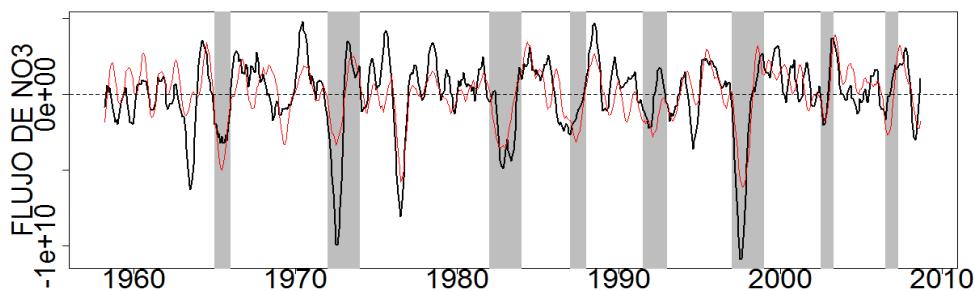
Modelo probabilístico espacial usando tablas de contingencia ONI-ITCP

(C. Quispe *et al.* in prep.)

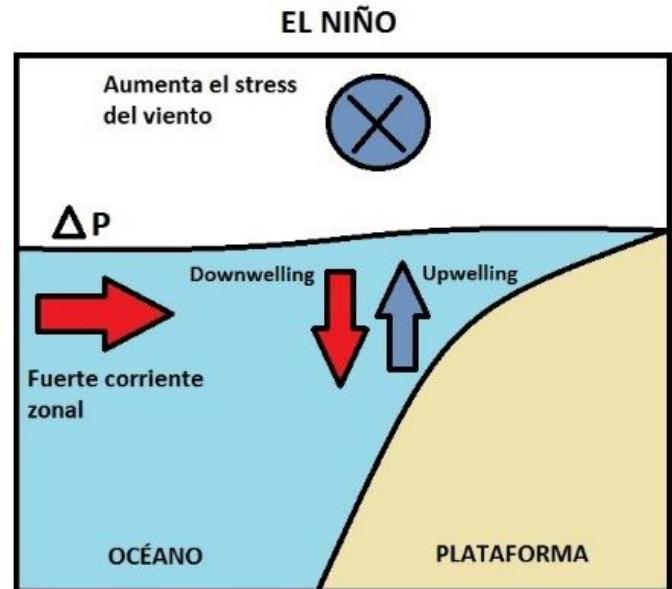
Modelado de procesos: biogeoquímicos



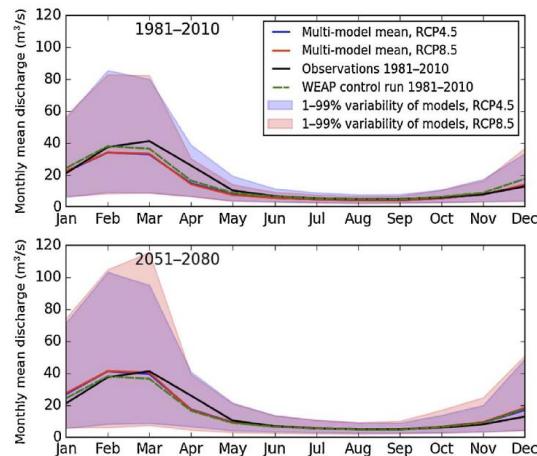
Anomalía de corrientes zonales
(Espinoza et al. 2018)



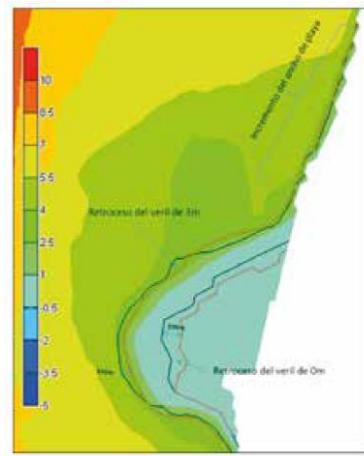
Anomalía de flujos de nitrato
(Espinoza et al. 2018)



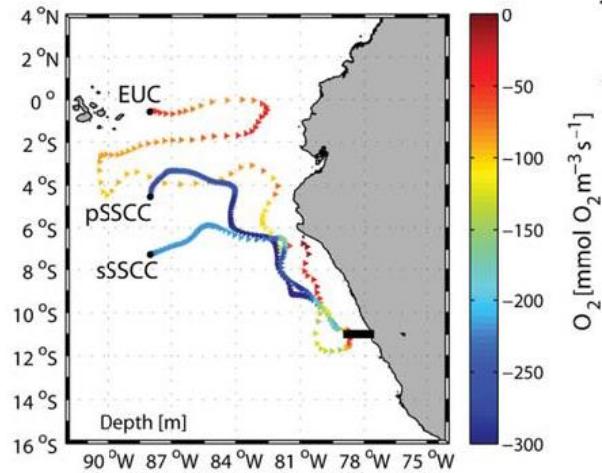
Modelado en otras instituciones peruanas



Vientos, precipitaciones,
caudales
(Olson *et al.* 2017)

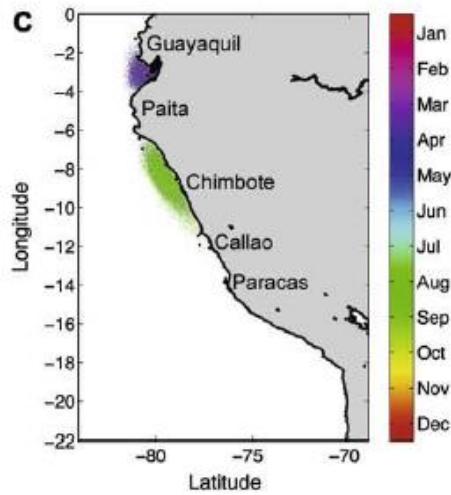


Oleaje, transporte
sedimentos
(Ramos *et al.* 2017)

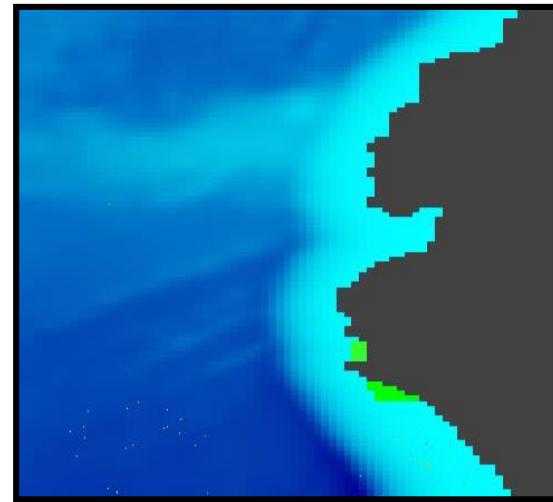


Dinámica de fluidos
geofísicos
(Montes *et al.* 2014)

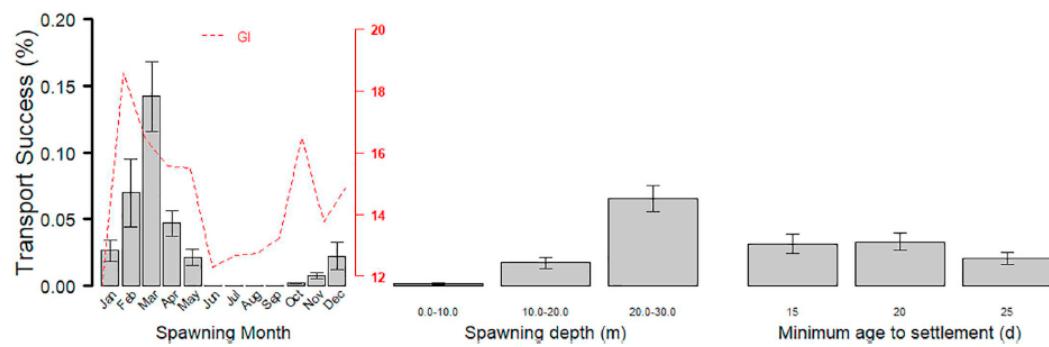
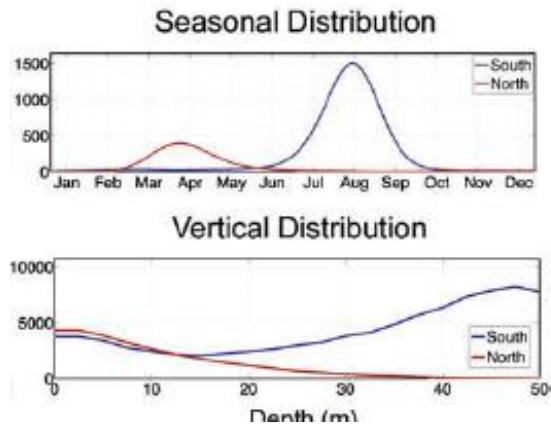
Modelado de procesos biológicos: transporte de larvas



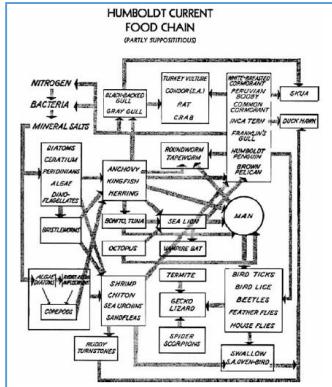
Huevos y larvas de anchoveta
(Brochier *et al.* 2009)



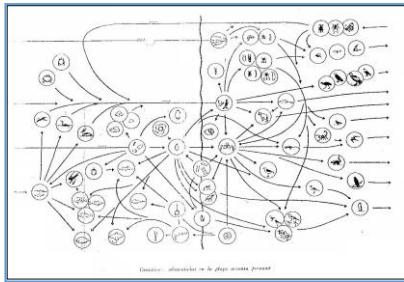
Transporte de larvas de concha
de abanico (Flores *et al.* 2019)



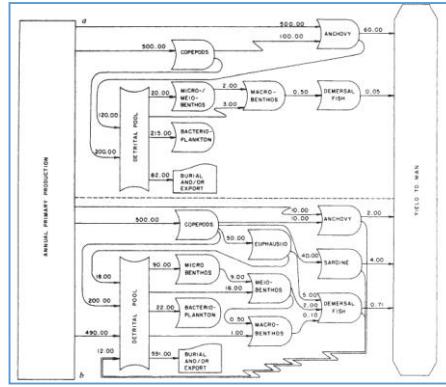
Modelado ecosistémico: antecedentes



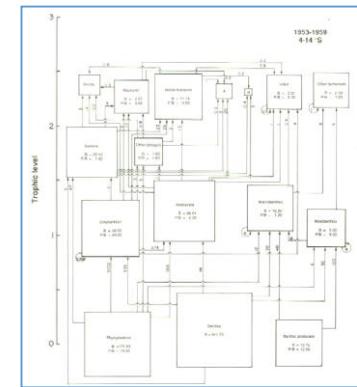
Vogt (1948)



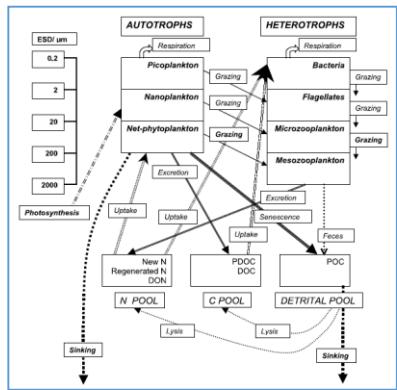
Koepcke y
Koepcke (1952)



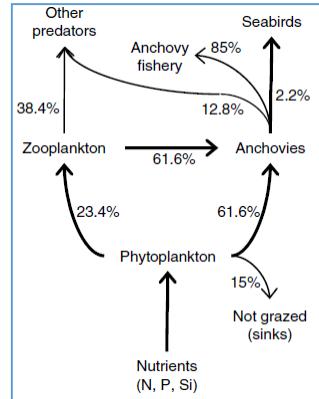
Walsh (1981)



Jarre *et al.* (1991)



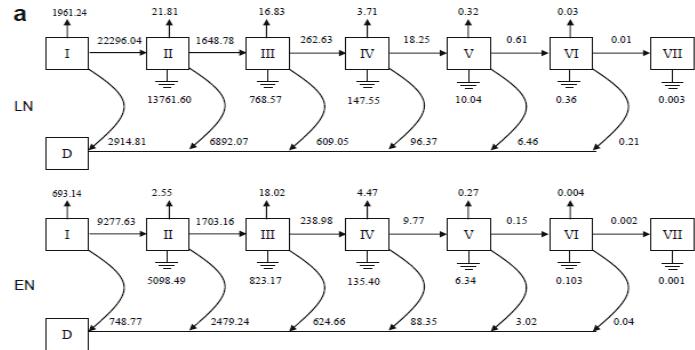
Carr (2003)



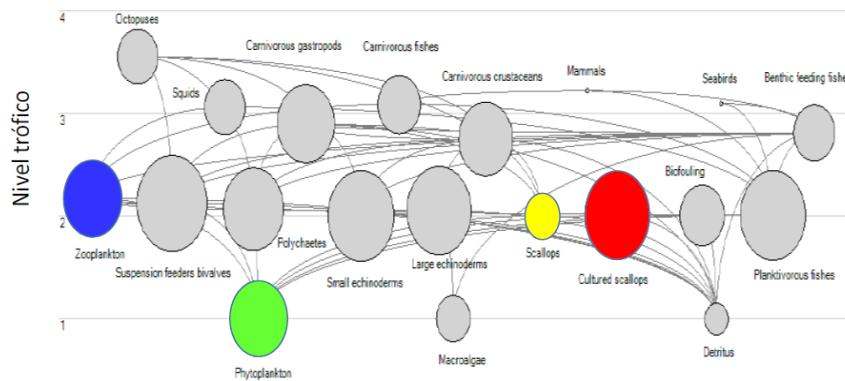
Jahncke *et al.* (2004)



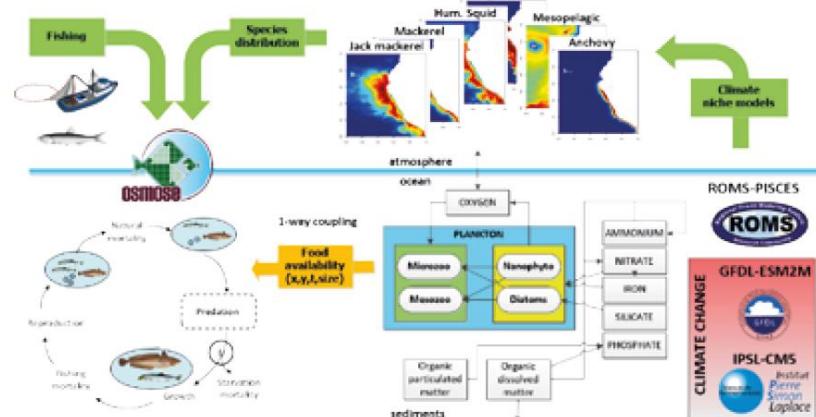
Modelado ecosistémico



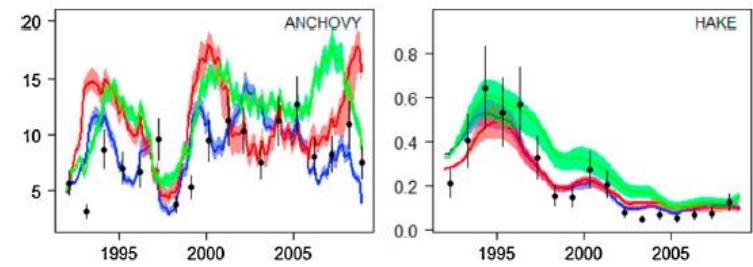
Modelo ecotrófico EwE
(Tam *et al.* 2008, Taylor *et al.* 2008)



Capacidad de carga de concha
de abanico (Tam *et al.* 2014)

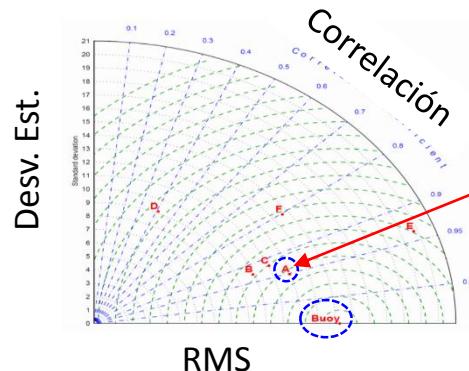
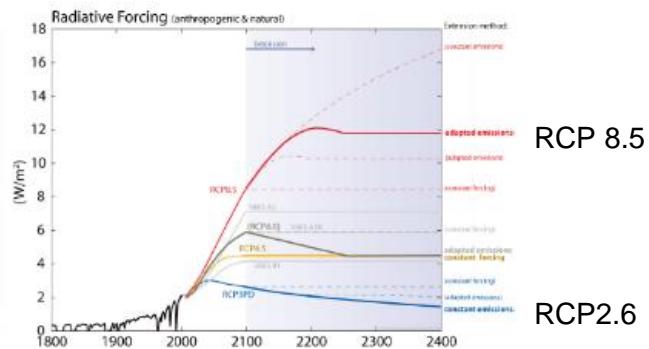


Modelo IBM OSMOSE
(Oliveros *et al.* 2018)



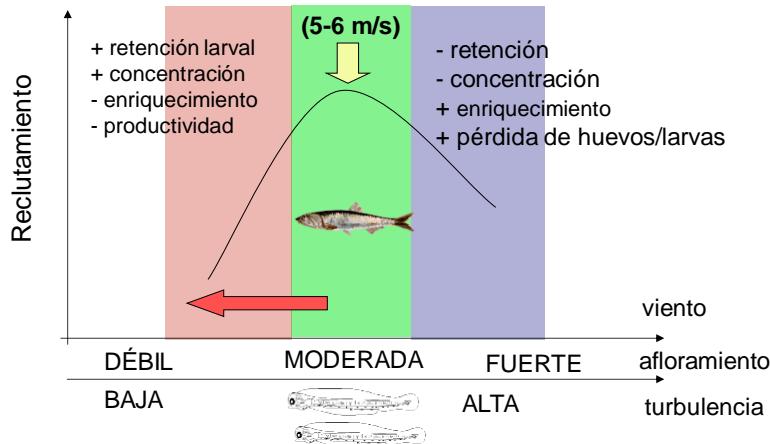
Calibración con biomasa
(Oliveros *et al.* 2017)

Modelado de efectos del cambio climático

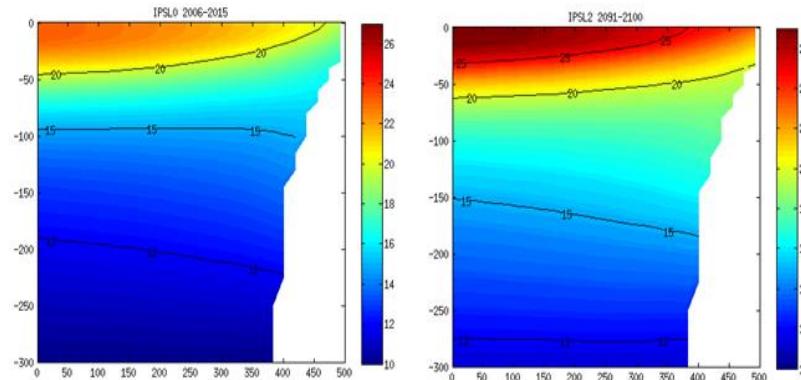


Escenarios globales del IPCC

Diagrama de Taylor de modelos del IPCC (Soto 2016)



Cury *et al.* (1989)

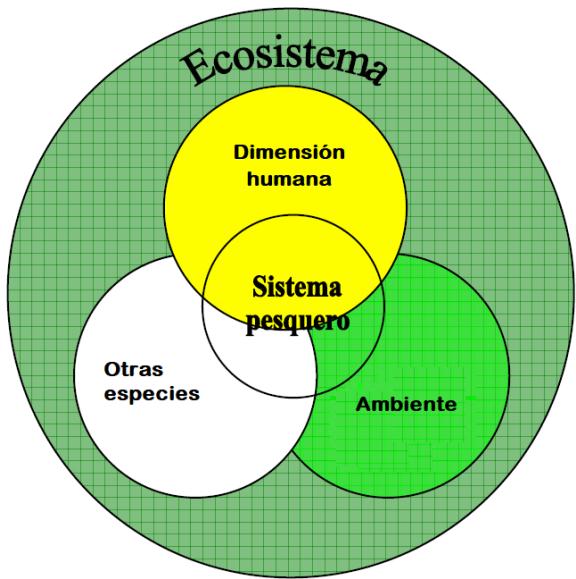


Echevin *et al.* (in prep.),
Chamorro *et al.* (in prep.)

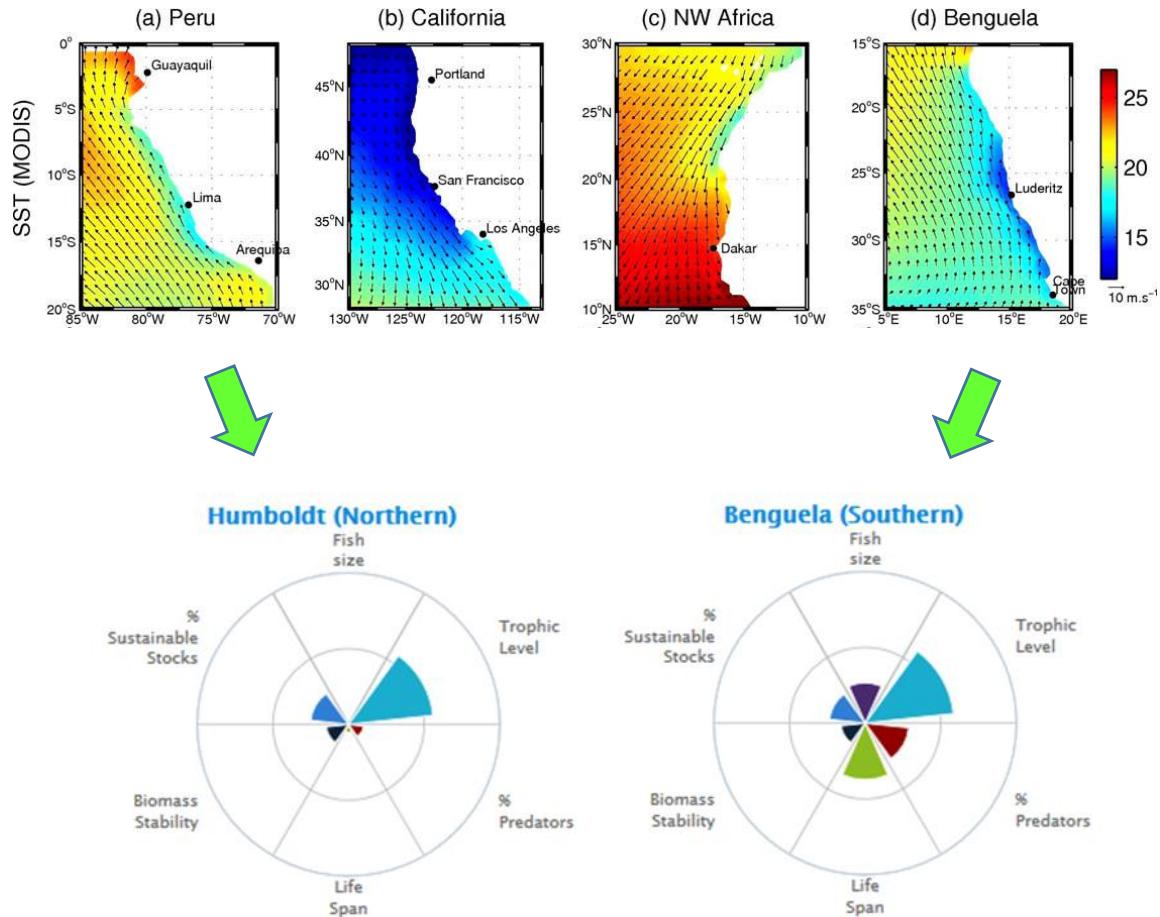


Comparando sistemas de afloramiento: indicadores ecosistémicos

Componentes del EEP



Enfoque ecosistémico
de la pesca (EEP)
(FAO 2010)



Indicadores ecosistémicos (Shin *et al.* 2010)
www.indiseas.org

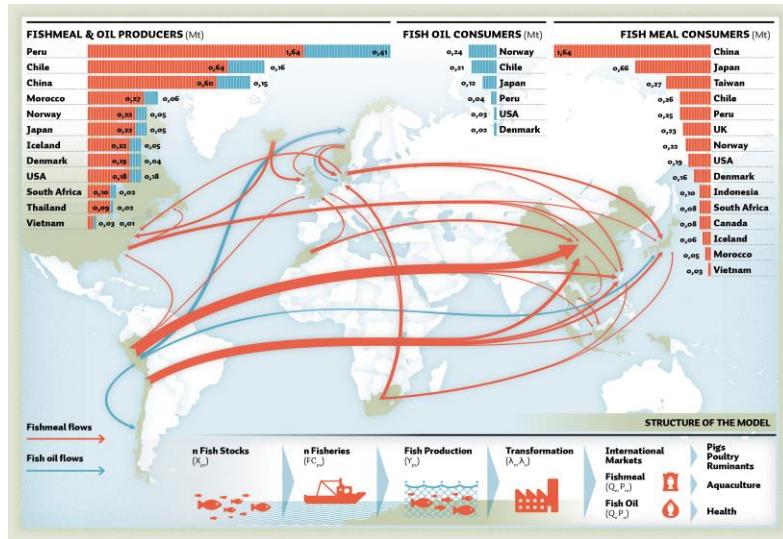


Perspectivas: recomendaciones de expertos internacionales

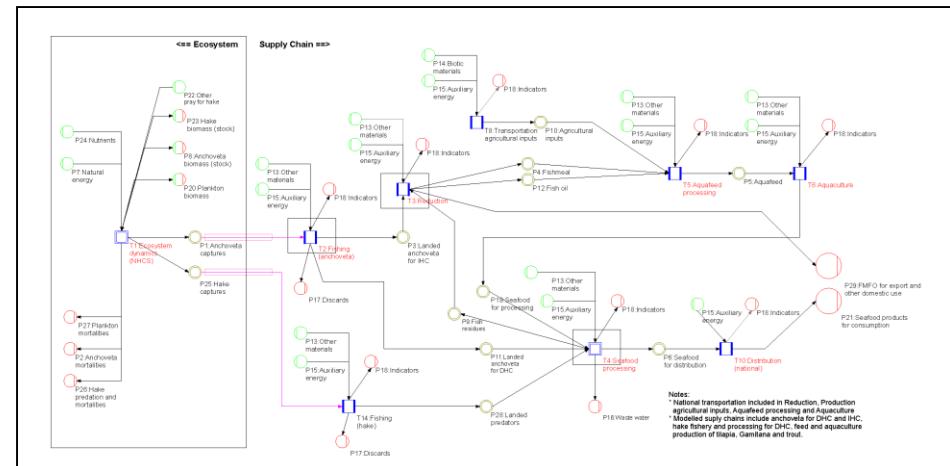


- Modelado E2E con interacción océano-atmósfera acoplado (two-way).
- Incluir más especies y sus características bioenergéticas (DEB).
- Efecto de variación de mortalidad por pesca, adaptativa al contexto futuro.
- Explorar especies alternativas, con mejor capacidad adaptativa a las nuevas condiciones futuras, que puedan ocupar nuevos nichos.
- Incorporar la dimensión humana en el modelado para implementar el enfoque ecosistémico a las pesquerías (**EEP**).

Perspectivas: modelado bioeconómico y socio-ecológico

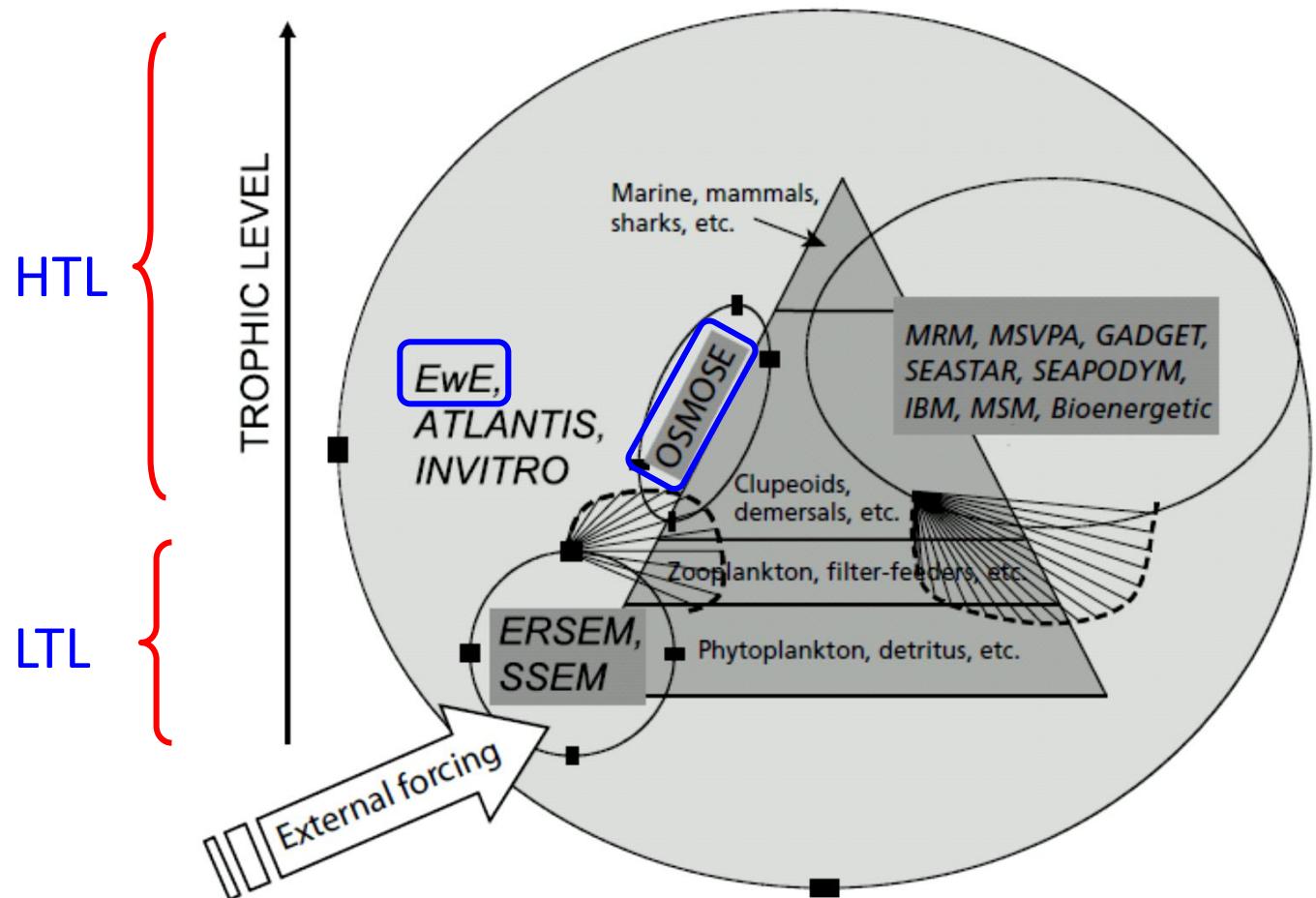


(Merino *et al.* 2012)



(Avadi *et al.* 2016)

Perspectivas: modelos para el EEP en un contexto de cambio climático



(Plaganyi 2007)

Conclusiones

- Los modelos son útiles para: entender procesos, realizar experimentos virtuales, pronosticar y optimizar el Norte del Ecosistema de la Corriente de Humboldt.
- El modelado del NECH ha permitido entender efectos de El Niño y del cambio climático con la complejidad de procesos atmosféricos, oceánicos físicos, biogeoquímicos y biológicos, para contrastar hipótesis y paradigmas.
- Para la adaptación al cambio climático, se requerirán modelos ecosistémicos, no sólo multiespecíficos, sino también bioeconómicos y socio-ecológicos con un enfoque transdisciplinario.



! Gracias !

(jtam@imarpe.pe)