

FACULTAD DE AGRONOMIA-UNALM

**DINAMICA DE CRECIMIENTO DEL PASTO  
GUINEA (*Typha sp*) EN LA ALBUFERA DE MEDIO  
MUNDO , PROVINCIA DE HUAURA; REGIÓN  
LIMA.**

**Ponente: Alcántara Morales Leonardo Flaes**

**Asesor: Javier Arias Carbajal ( Ing. Agr. ,MS, Dr.)**

**Huaura, 2016**

# INTRODUCCIÓN

La Albufera de Medio Mundo tiene gran importancia ecológica puesto que forma parte del corredor biológico del continente de América.



La Totora “enea” o “guinea” tiene una influencia directa e indirecta en el ecosistema de la Albufera, así como, en las familias extractoras de junco y totora balsa.



# OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1

Evaluar la dinámica de crecimiento del pasto guinea (*Typha sp*) en las condiciones de la Albufera de Medio Mundo.





# PROBLEMAS ENCONTRADOS



Problemas



Plagas



“Invasión” de la totora enea sobre el junco y totora balsa



# PROCESO PARA AFRONTAR EL PROBLEMA DE LA INVASIÓN DE LA TOTORA ENEA

Recopilar información sobre totora enea



Recopilar información del suelo, agua y atmosfera



Analizar su relación con su ambiente

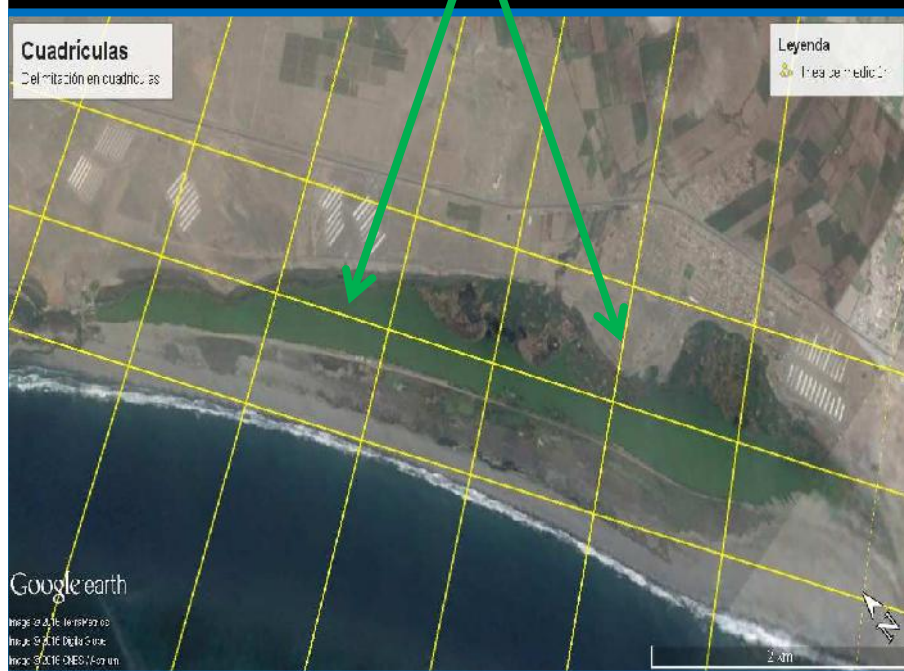


El resultado servirá como herramienta para un plan de manejo

# METODOLOGÍA

Delimitación de la  
Albufera en cuadrículas  
de lados iguales

Dos sectores: Lado Sur y  
Lado Norte



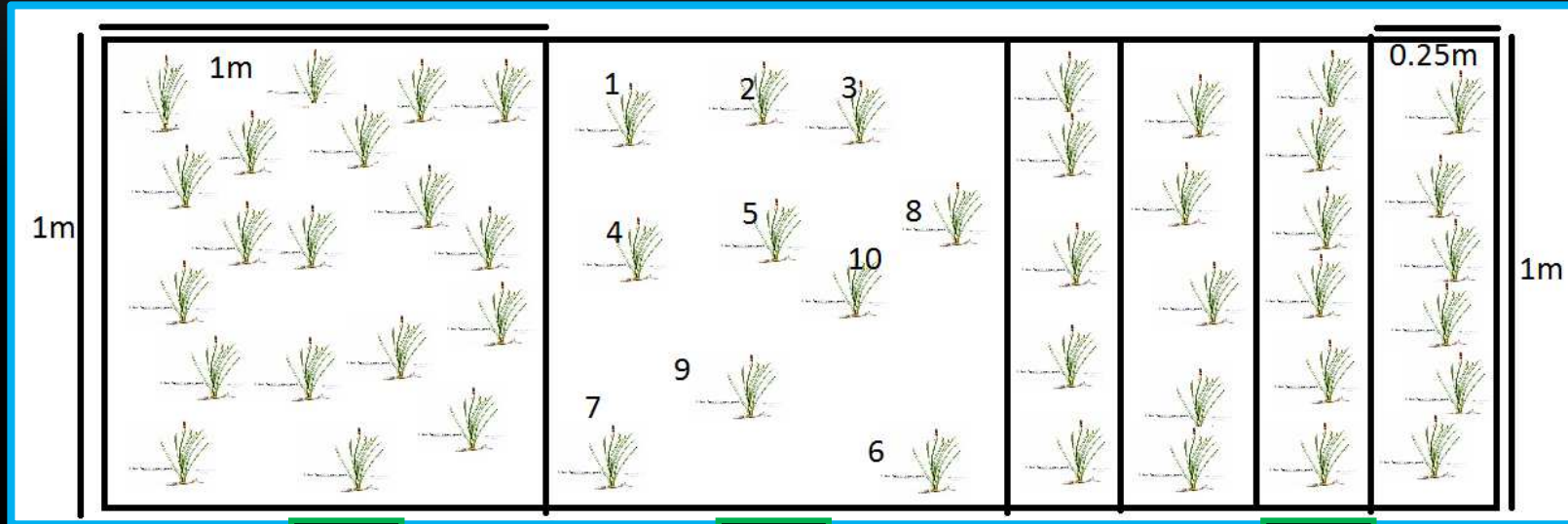
# METODOLOGÍA

De los 24 puntos Seleccionamos 8 puntos para llevar acabo la evaluación





# METODOLOGÍA



- Densidad de planta
- Cobertura

1

- Altura de planta
- Índice de Área foliar
- Días y duración de las fases fenológicas

2

- Fibra
- Materia fresca
- Materia Seca

3

# METODOLOGÍA

1



2



3



# METODOLOGÍA

suelo



- Análisis de Caracterización
- Análisis del sustrato

Clima



- Temperatura
- Humedad Relativa
- Fotoperiodo

Agua



Análisis  
Químico y físico





# METODOLOGÍA





# RESULTADOS ESPERADOS

- Se comprenderá la dinámica de crecimiento de la totora enea







¡MUCHAS GRACIAS!!







COOPERACCION



*Acción Solidaria para el Desarrollo*

# “ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA DE CO<sub>2</sub> DEL JUNCAL DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL LA ALBUFERA DE MEDIO MUNDO -HUACHO”

**TESISTA: CLAUDIA LILIANA GUTIERREZ ROSAS**  
**ASESOR: Mg. WILFREDO MENDOZA**

# Introducción

- El incremento en la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico, es un problema muy serio que esta enfrentando la humanidad.
- Sin embargo todos los ecosistemas pueden ayudar a mitigar esta concentración.
- Como ocurre con los humedales costeros además de brindar muchos servicios ambientales, se conoce muy poco sobre su función como sumidero de CO<sub>2</sub>.

# HUMEDALES

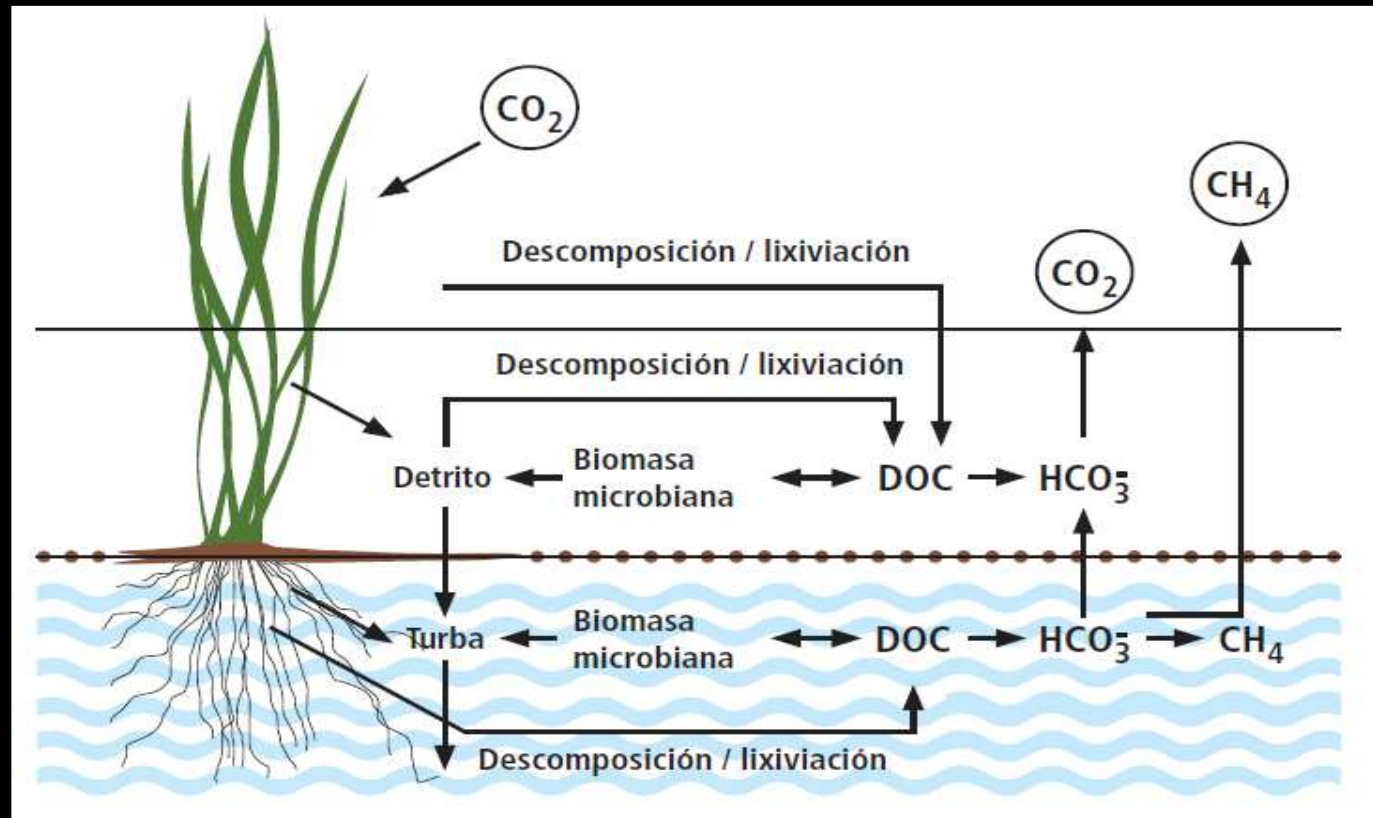


Figura N° 1: Flujo y almacenamiento de carbono en humedales.  
Adaptado de Reddy 2008 citado



- **¿Cuál es el stock de carbono en la unidad de vegetación juncal y suelo que ocupa esta unidad de vegetación dentro del ACRAMM?**



# Objetivos de la investigación

## Objetivo general

- Estimar el stock de carbono en la unidad de vegetación juncal y suelo que ocupa esta unidad de vegetación dentro del ACRAMM de la provincia de Huaura.

## Objetivos específicos

- a) Conocer la cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea de la unidad de vegetación.
- b) Estimar la cantidad de carbono almacenado en la necromasa.
- c) Determinar la cantidad de carbono almacenado en la biomasa raíz.
- d) Calcular la cantidad de carbono almacenado en el suelo que ocupa la unidad de vegetación.

# La Albufera de Medio Mundo



Resolución Suprema 237-83-ITI/TUR del 10 de noviembre de 1983, es declara como Zona de **Reserva Turística**,

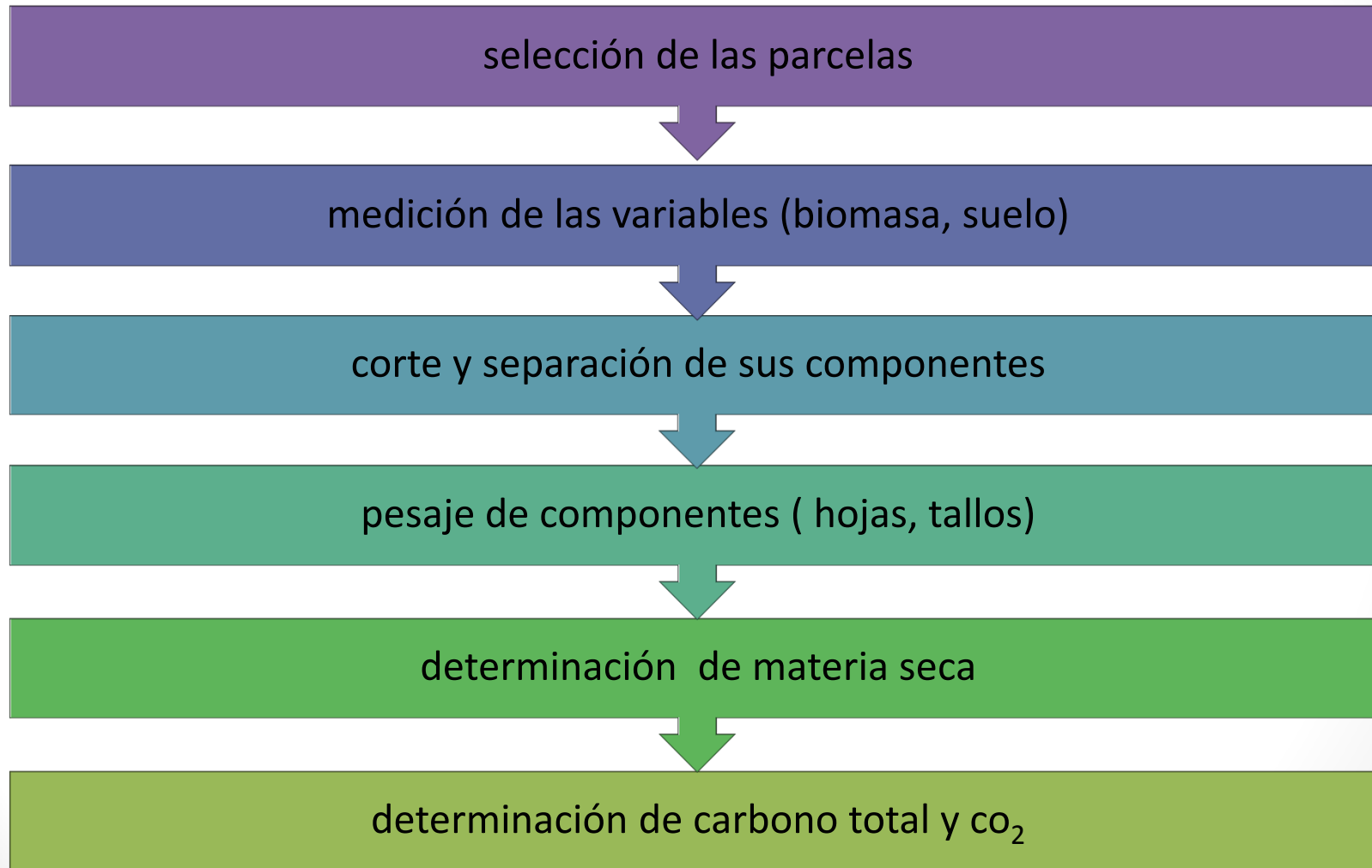


Estrategia Nacional de Humedales aprobado mediante Decreto Supremo N° 004-2015-MINAM), al Programa de Conservación y Desarrollo Sostenido de Humedales del Perú y a la convención **RAMSAR**



Está categorizada como área de conservación regional (ACR) desde el 24 de enero de 2007, según Decreto Supremo N° 006 - 2007 AG. Es la **única Área de Conservación Regional en Lima Provincias** y forma parte del **Corredor Biológico del Pacífico en la Costa**

# Metodología de investigación



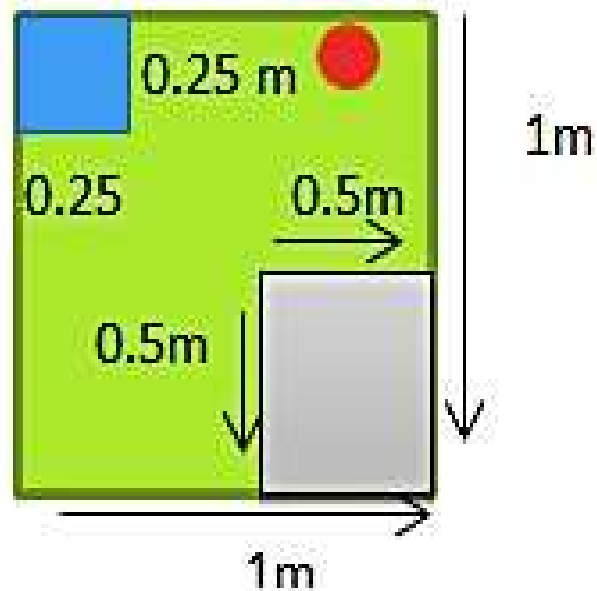






# PUNTOS DE MUESTREO

Se está mapeando el área ocupado por el Juncal mediante el uso de Imagen de satélite



# METODOLOGIA DE MUESTREO



-  Muestreo de necromasa
-  Muestreo de biomasa aérea
-  Muestreo de suelo
-  Muestreo de raíces

# MATERIALES Y EQUIPOS

- **Instrumentos y materiales para la recolección de datos**
- Carta nacional y planos.
- Imagen satelital de la cuenca
- Fichas y formatos para la recolección de datos
- Empleo Google Earth.
- **Material de campo:**
  - Libreta de campo
  - Cámara fotográfica
  - GPS
  - Mapa de ubicación
  - Brújula
  - Botas de jebe
  - Etiquetas
  - Wincha de 5,10 y 100 m
  - Tijera de Podar y/o machetes
  - Pala recta (2)
- Plumón indeleble, lapiceros.
- Bolsas se Papel #20 , 12, 8 , 6 (100 c/u)
- Bolsas de plástico 7x10, 8x12 (3 c/u )
- Costales de polietileno
- Barreno o cilindros
- Balanza
- Cuadrante de madera de 1m<sup>2</sup>.
- **Material de laboratorio y gabinete:**
  - Mufla
  - Estufa
  - Molino
  - Balanza analítica
  - Crisoles







## Cálculo del carbono total en la unidad de vegetación juncal

- Se utilizará la siguiente ecuación:

$$\text{CT (tC/ha)} = \text{CBH} + \text{CBN} + \text{CBRF} + \text{CS}$$

Donde:

- CT = Carbono total del SUT (tC/ha).
- CBH = Carbono en la biomasa herbácea
- CBN = Carbono en la biomasa necromasa
- CBRF = Carbono en la biomasa de raíces
- CS = Carbono en el suelo

# RESULTADOS PRELIMINARES

PUNTO	altitud (m)	coordenadas(UTM)	coordenada	distancia (m)	estadio	situación	condición	altura de biomasa aerea	profundidad de necromasa (cm)	profundidad de raíz(cm)	distancia de rizomas(cm)	grosor del risoma	peso húmedo total del m2 de ba(g)	peso humedo necromasa(g)	peso humedo raiz(g)
1.1	20	208095	8791058	0	maduro	no aprovechable	no asociado	1.062	20	20	1.5	gruesas	6700	2450	235
1.2	19	208099	8791062	5	maduro	no aprovechable	no asociado	1.94	25	15	6.5	gruesas	500	6450	190
1.3	23	208105	8791060	10	maduro	no aprovechable	no asociado	2.134	60	25	6.5	gruesas	1750	5200	337
2.1	21	206272	8794086	0	senecente	no aprovechable	no asociado	1.58	15	2.5	2.5	delgadas	3250	950	1000
2.2	20	206277	8794084	5	senecente	no aprovechable	no asociado	1.324	30	2	3.5	delgadas	2200	1100	50
2.3	21	206281	8794079	10	senecente	no aprovechable	no asociado	1.266	25	2	4.5	delgadas	3200	750	149
3.1	15	207098	8793218	0	senecente	no aprovechable	si asociado	2.644	30	19	1.5	medianas	2400	540	846
3.2	14	207099	8793223	5	senecente	no aprovechable	si asociado	1.76	70	20	6	medianas	3750	1920	899
3.3	19	207106	8793233	10	senecente	no aprovechable	si asociado	1.446	65	28	10	medianas	2200	2650	730
4.1	15	209309	8790347	0	juvenil	si aprovechable	no asociado	1.036	20	20	7	medianas	2950	180	507
4.2	16	209314	8790349	5	juvenil	si aprovechable	no asociado	1.268	40	15	9	medianas	5850	2350	439
4.3	18	209320	8790351	10	juvenil	si aprovechable	no asociado	1.172	20	15	8	medianas	1700	1940	553



*Gracias*

EMISIÓN DE CO<sub>2</sub> E IMPACTO EN  
EL SUELO POR UN INCENDIO EN  
EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE  
LOS PANTANOS DE VILLA

Raúl Vargas Portocarrero

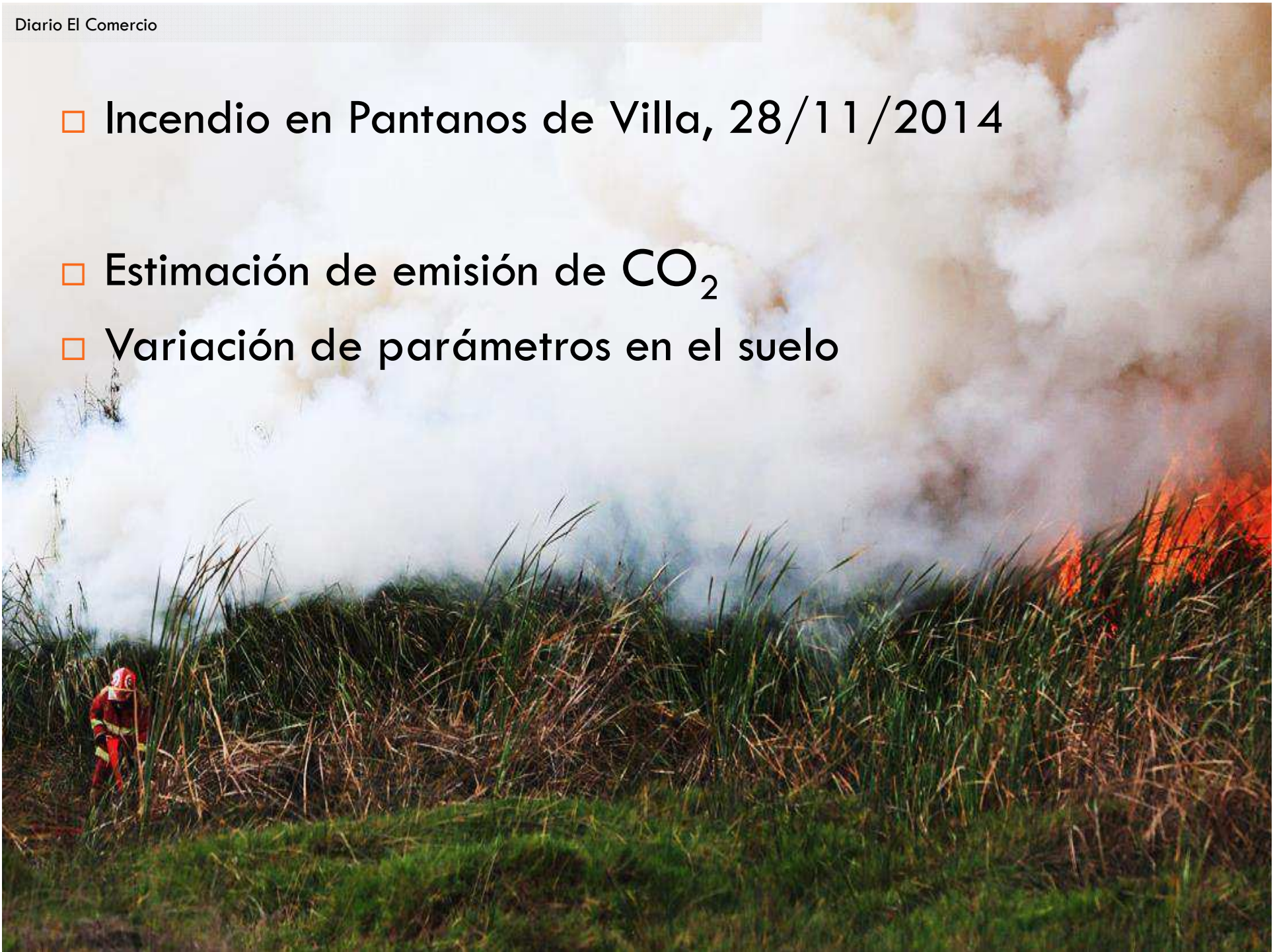


# Introducción

- ❑ Los humedales costeros son ecosistemas con un valor subestimado.
- ❑ Están expuestos a diferentes presiones y problemáticas.



- Incendio en Pantanos de Villa, 28/11/2014
- Estimación de emisión de  $\text{CO}_2$
- Variación de parámetros en el suelo





# Metodología de la investigación



# Estimación de la emisión de CO<sub>2</sub>

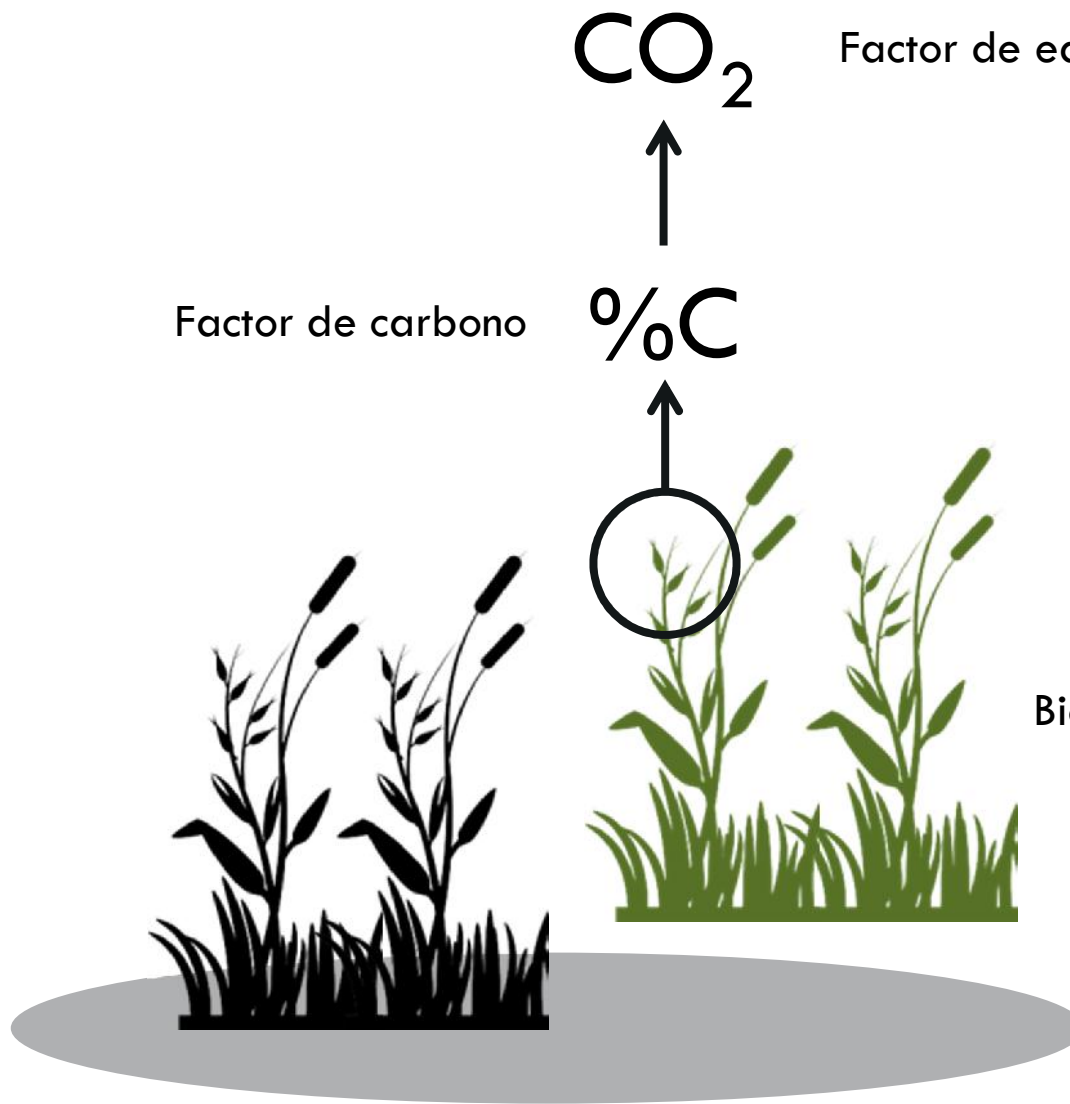


**¿Cuánta biomasa había  
en esa zona?**

# Estimación de la emisión de CO<sub>2</sub>

- Metodología de inventarios de gases de efecto desarrollada por el IPCC (2006).
  - Área afectada (metros cuadrados)
  - Cantidad de biomasa (plantas) perdida (Kg)
  - Factor de carbono
  - Factor de equivalencia C/CO<sub>2</sub>

Área afectada



Factor de carbono

CO<sub>2</sub>

Factor de equivalencia

%C

Biomasa perdida

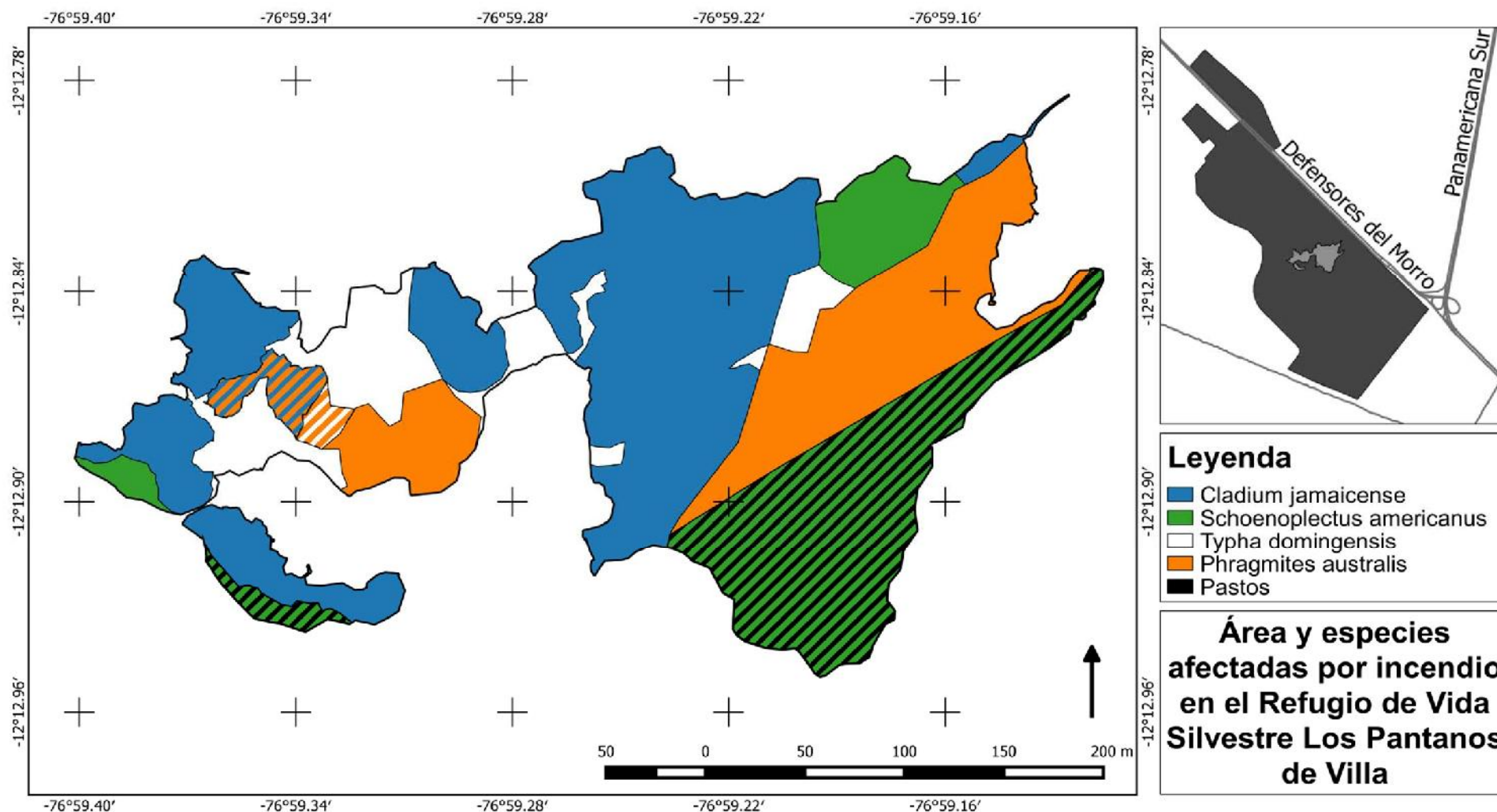


# Resultados preliminares





# Estimación de la emisión de CO<sub>2</sub>



# Estimación de la emisión de CO<sub>2</sub>



**Junco → 1.04 ha**

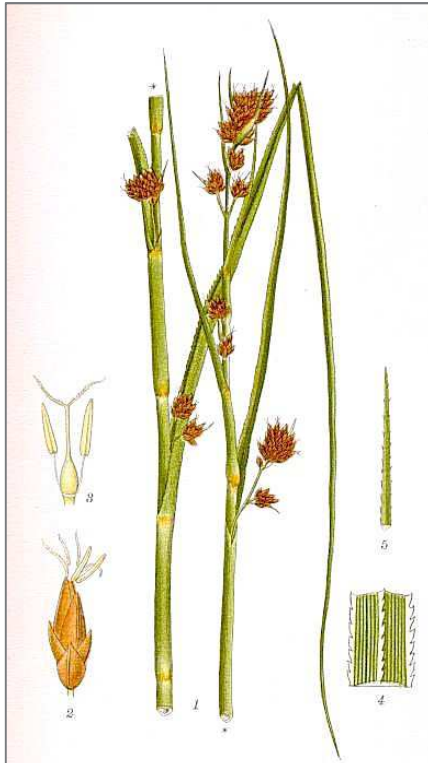


# Estimación de la emisión de CO<sub>2</sub>



**Totora → 0.77 ha**

# Estimación de la emisión de CO<sub>2</sub>



**Corta corta → 2.82 ha**



# Estimación de la emisión de CO<sub>2</sub>



**Carrizo → 1.42 ha**



# Estimación de la emisión de CO<sub>2</sub>



**Grama salada → 0.69 ha**

# Estimación de la emisión de CO<sub>2</sub>

- Biomasa medida en campo

Especie afectada	Biomasa viva	Biomasa muerta
<i>Junco (S. americanus)</i>	2.225	5.108
<i>Totora (T. domingensis)</i>	12.474	6.845
<i>Corta corta (C. jamaicense)</i>	5.3	9.20
<i>Carrizo (P. australis)</i>	8.21	24.15
<i>Pasto</i>	0.029	0.509

- Emisión promedio → 1 404.14 Ton CO<sub>2</sub>





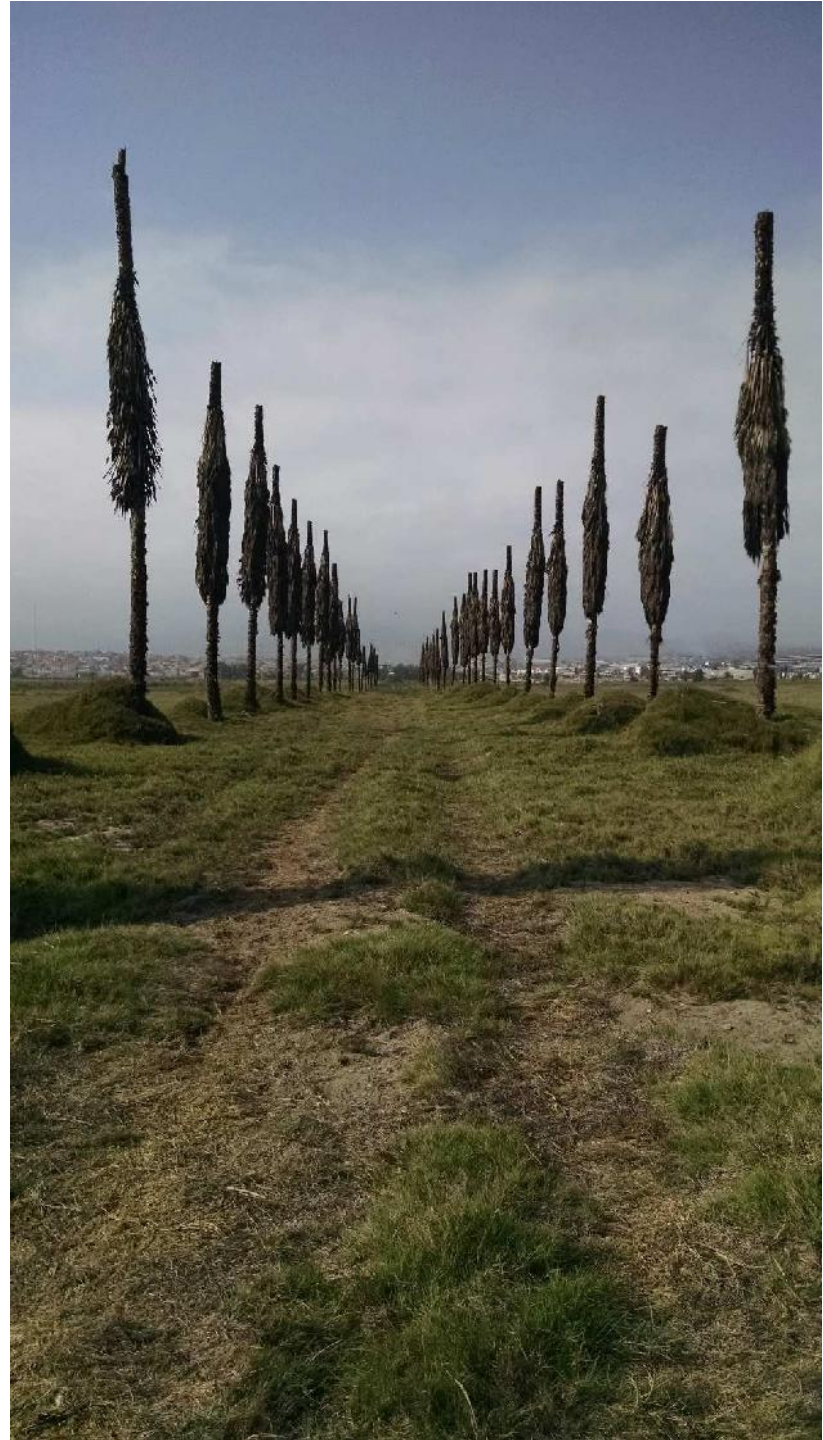


# Conclusiones preliminares

- La cantidad estimada de CO<sub>2</sub> emitido se debió principalmente a la biomasa muerta.
- El porcentaje de humedad juega un papel importante en la relevancia de una especie en el incendio.
- Cualitativamente, los parámetros afectados de suelos difieren entre especies y profundidad, mas no entre zona afectada y no afectada.



**¡Gracias!**



# Bibliografía

---

- IPCC. (2006). Metodologías Genéricas Aplicables a Múltiples Categorías de Uso de la Tierra. En IPCC, *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Vol. 4)*



**BIOMAR**  
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



**IPSD**

INSTITUTO PERUANO PARA LA  
SOSTENIBILIDAD Y EL  
DESARROLLO



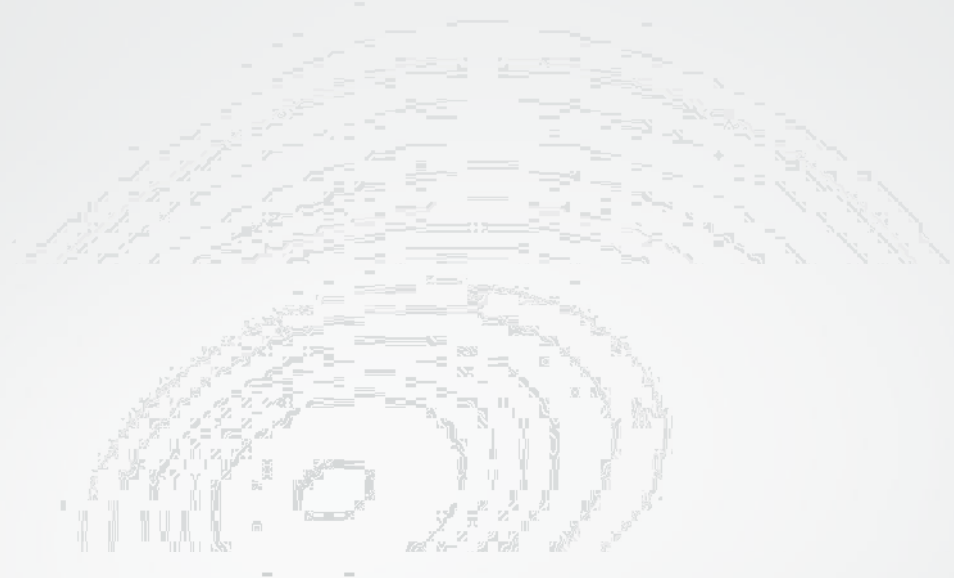
# ¿Son los humedales importantes para la conservación de la diversidad Biológica?

Dr. HÉCTOR APONTE UBILLÚS

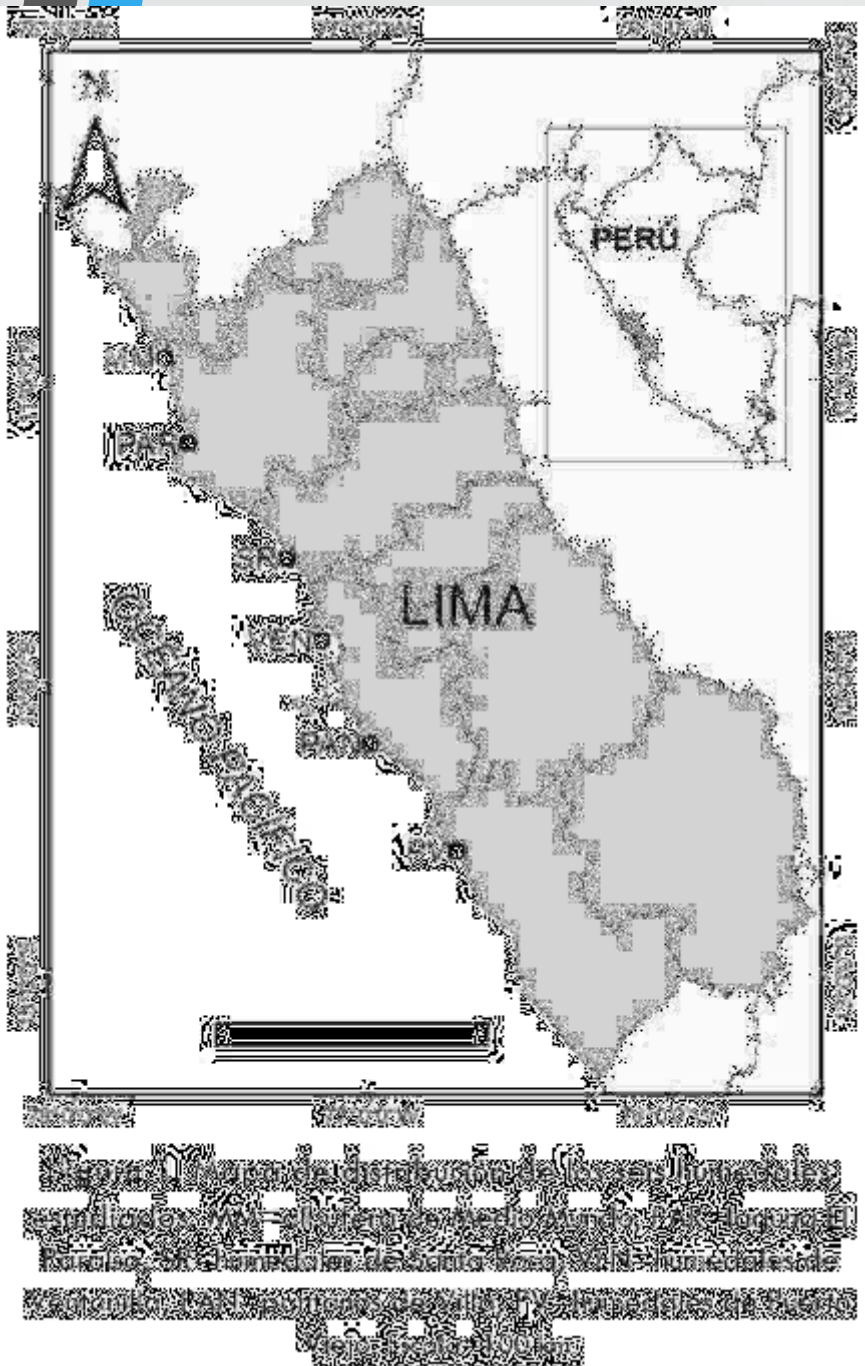
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

MUSEO DE HISTORIA NATURAL UNMSM





1. Por su ubicación en nuestra costa, los humedales son oasis en medio del desierto





## 2. LOS HUMEDALES ALBERGAN UNA GRAN CANTIDAD DE ORGANISMOS





GOBIERNO REGIONAL DE LIMA

### Edición general

Alejandro Tello, Luis Castillo Polo

### Fotografía

Alejandro Tello, Germán Chávez, Héctor Aponte, David Wood

### Textos:

**Introducción:** Luis Castillo Polo

**Aves:** Alejandro Tello

**Vegetación:** Héctor Aponte, Asunción Cano, Dámaso Ramírez

**Reptiles y Anfibios:** Germán Chávez

### Diseño y diagramación

César Tello Guevara

### Corrección de textos

Ricardo Espinosa





MAS DE 100 ESPECIES  
VEGETALES

*Baccopa monnieri*



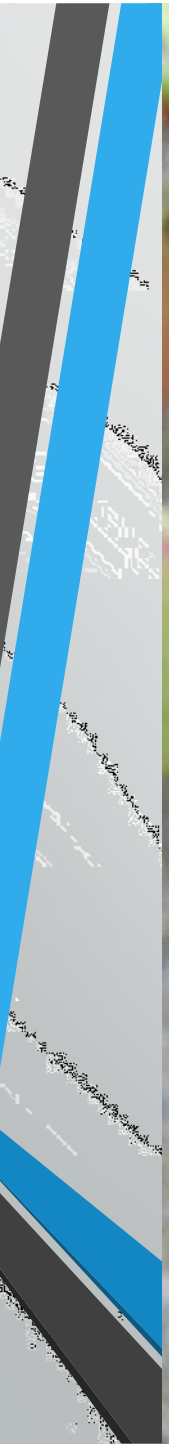
*Eichornia crassipes* – “Jacinto de agua”





*Pistia stratiotes* – “repollito de agua”





*Sesuvium portulacastrum*





*Sarcocornia neei*

“Salicornia”



*Heliotropium curassavicum*

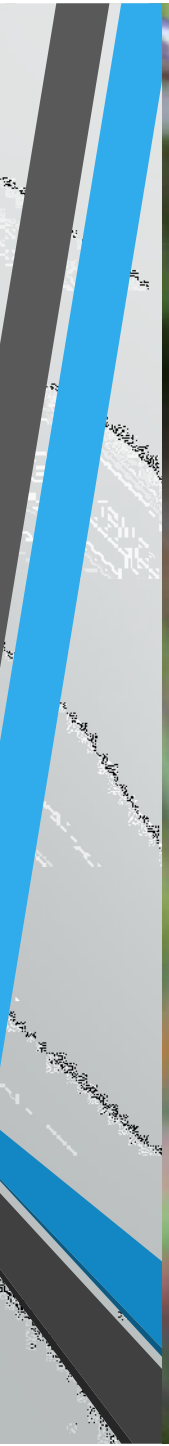
“Heliotropo”





*Tessaria integrifolia* - "Pájaro Bobo"

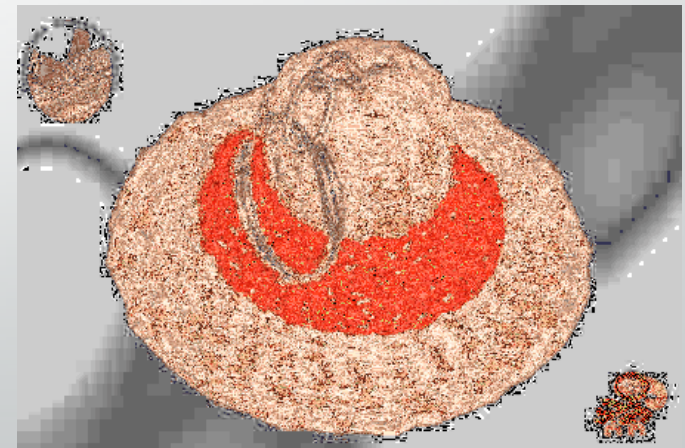




*Schoenoplectus americanus*

Junco







# 50 especies de aves en los Humedales costeros



*Podiceps rolland*  
"zambullidor pimiento"



*Podiceps major*  
"zambullidor mayor"



*Phalacrocorax brasilianus*  
"cormorán"





Macho en plumaje reproductivo

Hembra con crías

*Anas cyanoptera*  
"pato colorado"



Macho

Hembra

*Oxyura jamaicensis*  
"pato rana"



*Anas bahamensis*  
"Pato gargantillo"

# Garzas



*Egretta thula*



*Ardea alba*



*Butorides striata*



*Nycticorax nycticorax*



11 reptiles y 2 anfibios en los humedales de la costa de Lima



*Ctenobleparis adpersus* “*Largatija cabezona*”



*Microlopus perivianus* – “*Lagartija de las playas*”



*Microlopus theresiae*

Lagartija del desierto



*Microlopus toracicus*

Lagartija de los gramadales



# PROTOZOARIOS DE VIDA LIBRE DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL HUMEDALES DE VENTANILLA (CALLAO, PERÚ) EN EL PERÍODO SEPTIEMBRE 2011-ENERO 2012

FREE-LIVING PROTOZOA OF THE ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL HUMEDALES DE VENTANILLA (CALLAO, PERU) IN THE PERIOD SEPTEMBER 2011 - JANUARY 2012

Gisella Guillén<sup>1</sup>, Héctor Aponte<sup>2,3</sup>, Ximena Bacigalupo<sup>4</sup> y Roxana Rodríguez<sup>1</sup>

- 5 meses de evaluación
- 75 taxa
- **Mucha variabilidad**

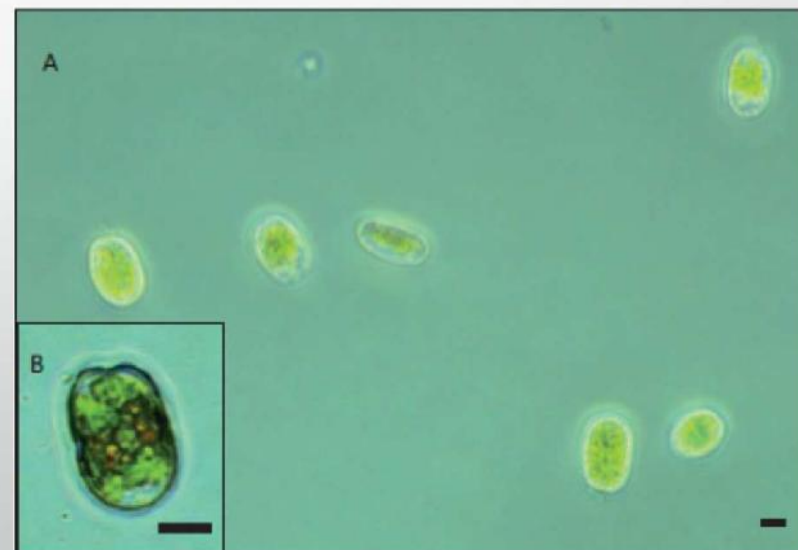


FIGURA 2. *EXUVIAELLA COMPRESSA* ES UNA DE LAS ESPECIES MÁS FRECUENTES EN EL ACR HU VENTANILLA. A) FOTOGRAFÍA EN CONTRASTE DE FASES. B) DETALLE DE LA ESPECIE. ESCALA



3. La diversidad Beta de los humedales es alta.



# Diversidad beta??

- Modelos clásicos (diversidad alfa): Número de especies, índices de diversidad (Shannon Wiener, Simpson)
- Diversidad Beta: **Recambio y variabilidad** dentro y entre las localidades. Mientras más recambio y variabilidad existe, mayor diversidad beta. Mientras menos similitud existe entre localidades, mayor diversidad beta.



## ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

### FLORISTIC RICHNESS AND CONSERVATION STATUS OF THE AREA OF REGIONAL CONSERVATION (ACR) WETLANDS OF VENTANILLA, CALLAO, PERU

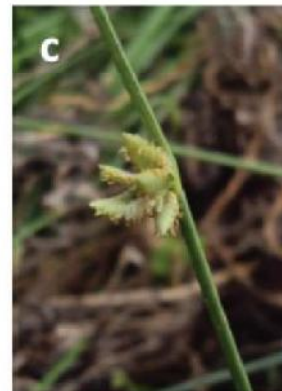
### RIQUEZA FLORÍSTICA Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL HUMEDALES DE VENTANILLA, CALLAO, PERÚ

Héctor Aponte<sup>1,2</sup> & D. Wilfredo Ramírez<sup>1</sup>

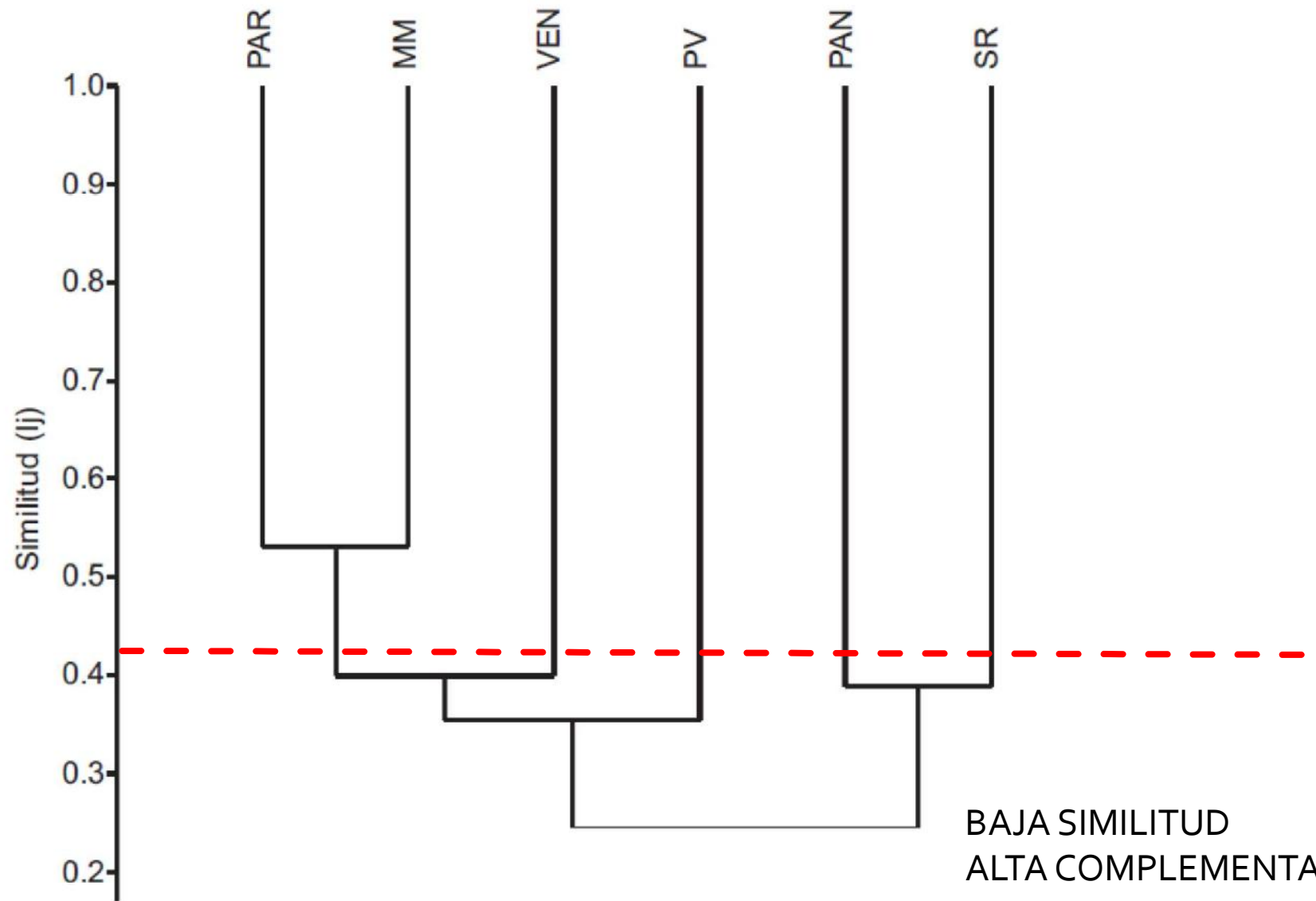
<sup>1</sup>Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Avenida Arenales 1256, Jesús María - Lima. Apartado 14-0434, Lima 14, Perú. Email Héctor Aponte: haponteu@yahoo.fr

<sup>2</sup>Área de Ecología, Coordinación Cursos Básicos. Universidad Científica del Sur. Av. Antigua Carretera Panamericana Sur km 19 Villa El Salvador. - Lima 42, Perú

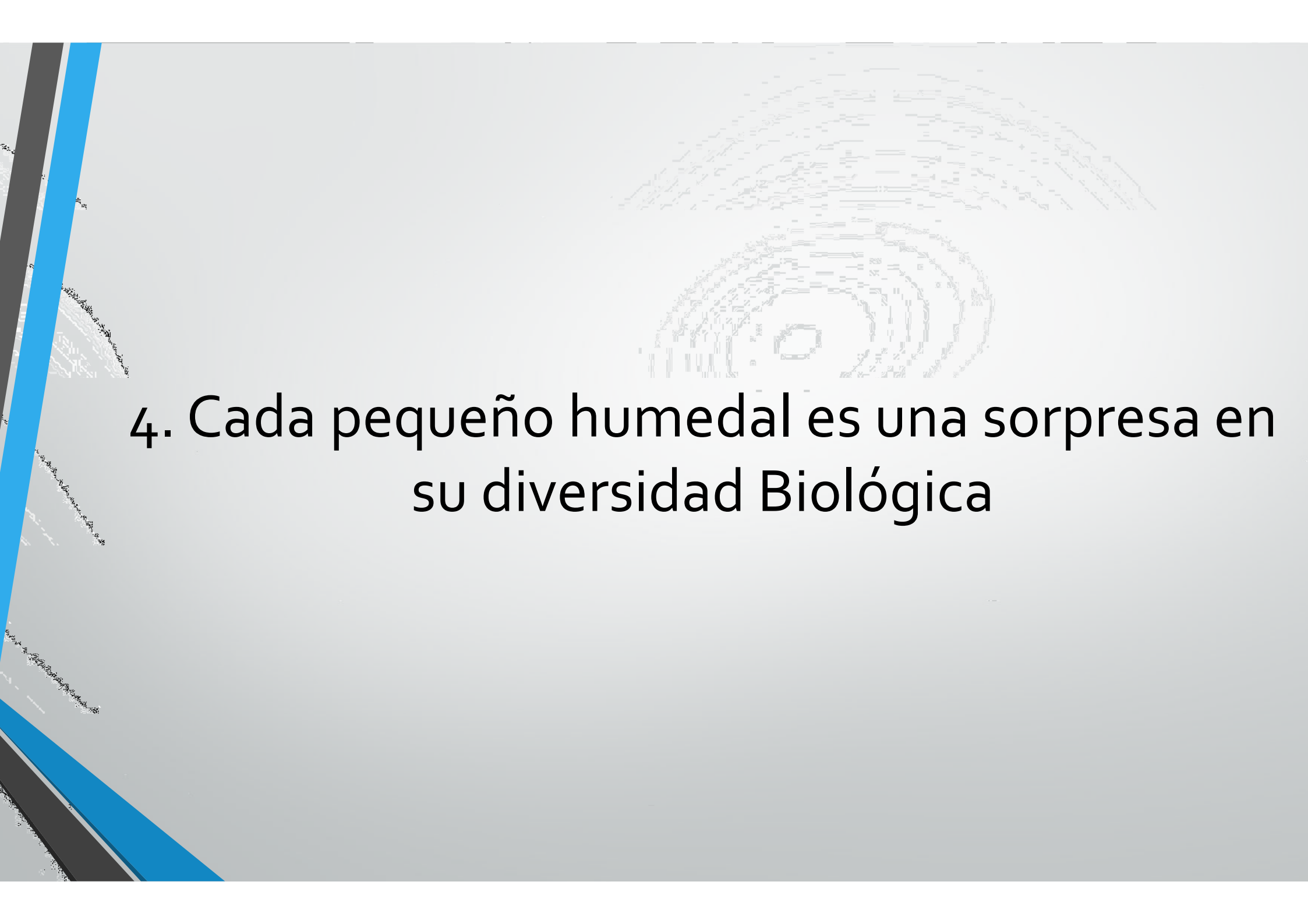
The Biologist (Lima), 12 (2), jul-dec: 283-295.







**Figura 3.** Dendrograma de similitud para los Humedales de Lima. PAN=Pantanos de Villa; SR=Humedales de Santa Rosa; PAR=Laguna El Paraíso; MM=Albufera de Medio Mundo; PV=Humedales de Puerto Viejo; VEN=Humedales de Ventanilla. Coeficiente cofonético=0,88.



4. Cada pequeño humedal es una sorpresa en su diversidad Biológica



# FLORA VASCULAR DEL HUMEDAL DE CARQUÍN – HUALMAY, HUAURA (LA PALMA, PERÚ): UN ESTUDIO PRELIMINAR

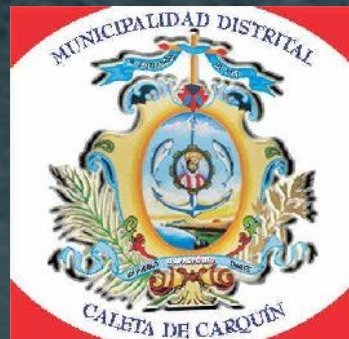
Director Aponte y Asunción Cano

Se registraron 21 especies de plantas vasculares, lo que representa una riqueza florística mayor a los registros actuales de la Albufera de Medio Mundo (21 especies) y Ventanilla (20 especies);



**IPSD**

INSTITUTO PERUANO PARA LA  
SOSTENIBILIDAD Y EL  
DESARROLLO



Hualmay

Atahualpa

Av. Hualmay

Juan Barreto

La Palma

Jose Ausejo Salas

Jrón Domingo Coloma

2 De Mayo

San Román Bolívar

Embenique

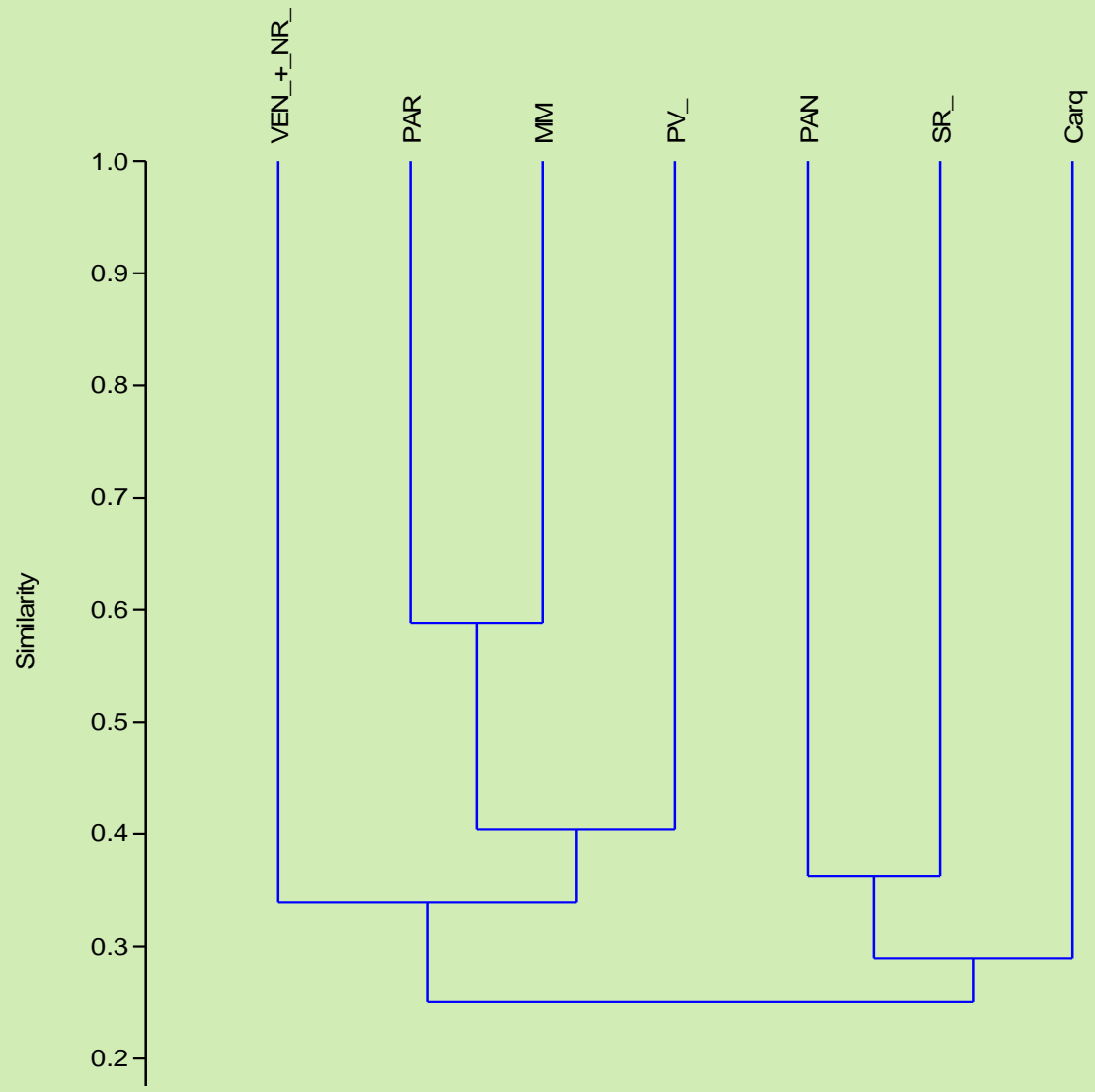
Alfonso Ugarte








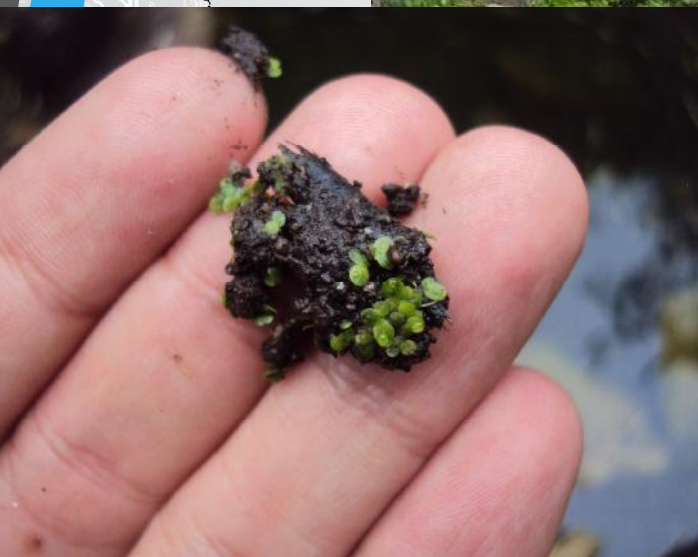








5. La diversidad de especies de los humedales está conectada con otros ecosistemas.



Lomas de Lachay

27 km



*Numenius phaeopus*

Humedal Santa Rosa



# PRIMER REPORTE DE UNA PLANTA ACUÁTICA EN LAS LOMAS!!! CÓMO LLEGÓ HASTA ALLÍ?

Nuevo Registro de Flora para las Lomas de Lachay (Lima, Perú): Primer reporte de *Lemna minuta* Kunth (ARACE) Aponte, 2016. Revista Ecología Aplicada



# ¿Son los humedales importantes para la conservación de la diversidad Biológica?

- Son oasis en medio del desierto
- Albergan una gran cantidad de especies
- Tienen una alta diversidad beta
- Cada humedal tiene su propia diversidad y es una sorpresa para el investigador
- Los humedales guardan una conexión importante con otros ecosistemas



**BIOMAR**  
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD  
**CIENTÍFICA**  
DEL SUR



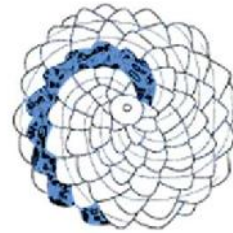
# Estudios formativos para la carrera de Biología Marina: Limnología y Diversidad



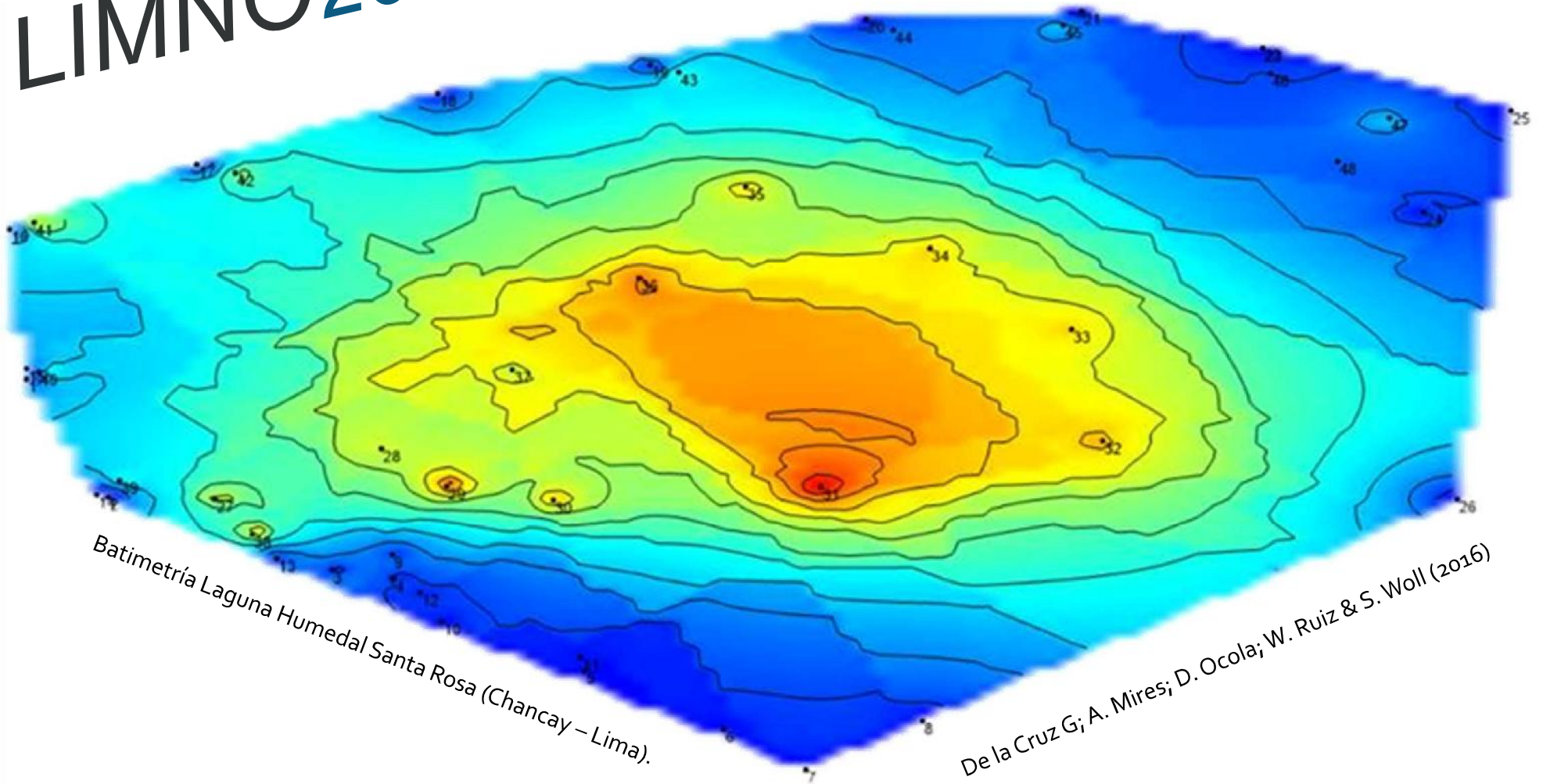




LIMNO2016



**BIOMAR**  
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



Batimetría Laguna Humedal Santa Rosa (Chancay - Lima).

De la Cruz G; A. Mires; D. Ocola; W. Ruiz & S. Woll (2016)



# REPOSITORIO

Universidad Científica del Sur



a Colecciones



**LICIA**   
LIBRE A INFORMACIÓN CIENTÍFICA PARA LA INNOVACIÓN

**TESIS**



AR

Año de Publicación  Ordenar

Por tema  Por autor  Por temas

Por los campos

Por las Bases

Por los Formatos

BUSCAR

BORRAR

Frase exacta

## Resultados de Búsqueda



Se encontraron 93 registros de a

- Documento Técnico N° 29. Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la reserva nacional Pacaya Samiria, Loreto - Perú** / Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana IIAP.  
Lima: IIAP.



- Zona Reservada Los Pantanos de Villa: Propuesta para su designación como sitio Ramsar** / Ministerio Agricultura - INRENA.



- Las plantas vasculares en las aguas Continentales del Perú** / Francis Kahn, Blanca León, Kenneth R. Young (Compiladores).

Google™

### Continuar Búsqueda en:

Biblioteca Virtual en Salud  
Emerald  
ERIC  
Google Books  
Health Sciences Online  
IDB Public Catalog  
JSTOR  
National Library of Medicine (USA)  
Open Access Journals  
OPENDOAR

### Temas Relevantes

### Autores Relacionados

Contraloría General de la República del Perú - Gerencia de Medio Ambiente y Patrimonio Cultural (2)





CIÓN ESPECIALIZADA EN BIODIVERSIDAD DE HUMEDALES

# WETLANDS - PERÚ

- Hasta la fecha: 93 entradas (papers, tesis y documentos técnicos)
- Objetivo: La colección más grande del Perú
- Se reciben donaciones digitales y físicas
- Contacto: [miparraguirre@cientifica.edu.pe](mailto:miparraguirre@cientifica.edu.pe)



# Revista *Científica*

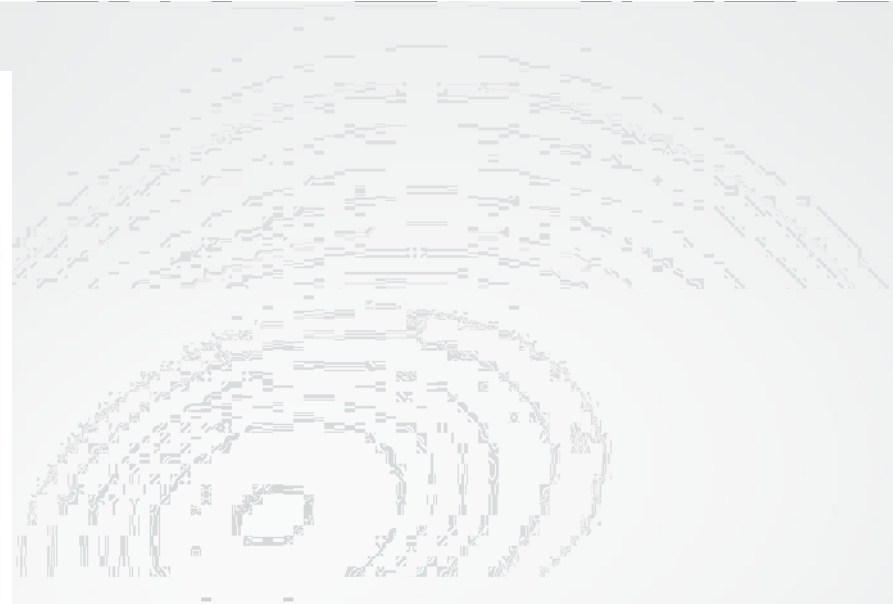
## Vol. 12 N°1 y N°2

# Números dedicados Humedales





# HABITAT CONCIENCIA



# PROGRAMA FORMATIVO “GUARDIANES DE LOS HUMEDALES”





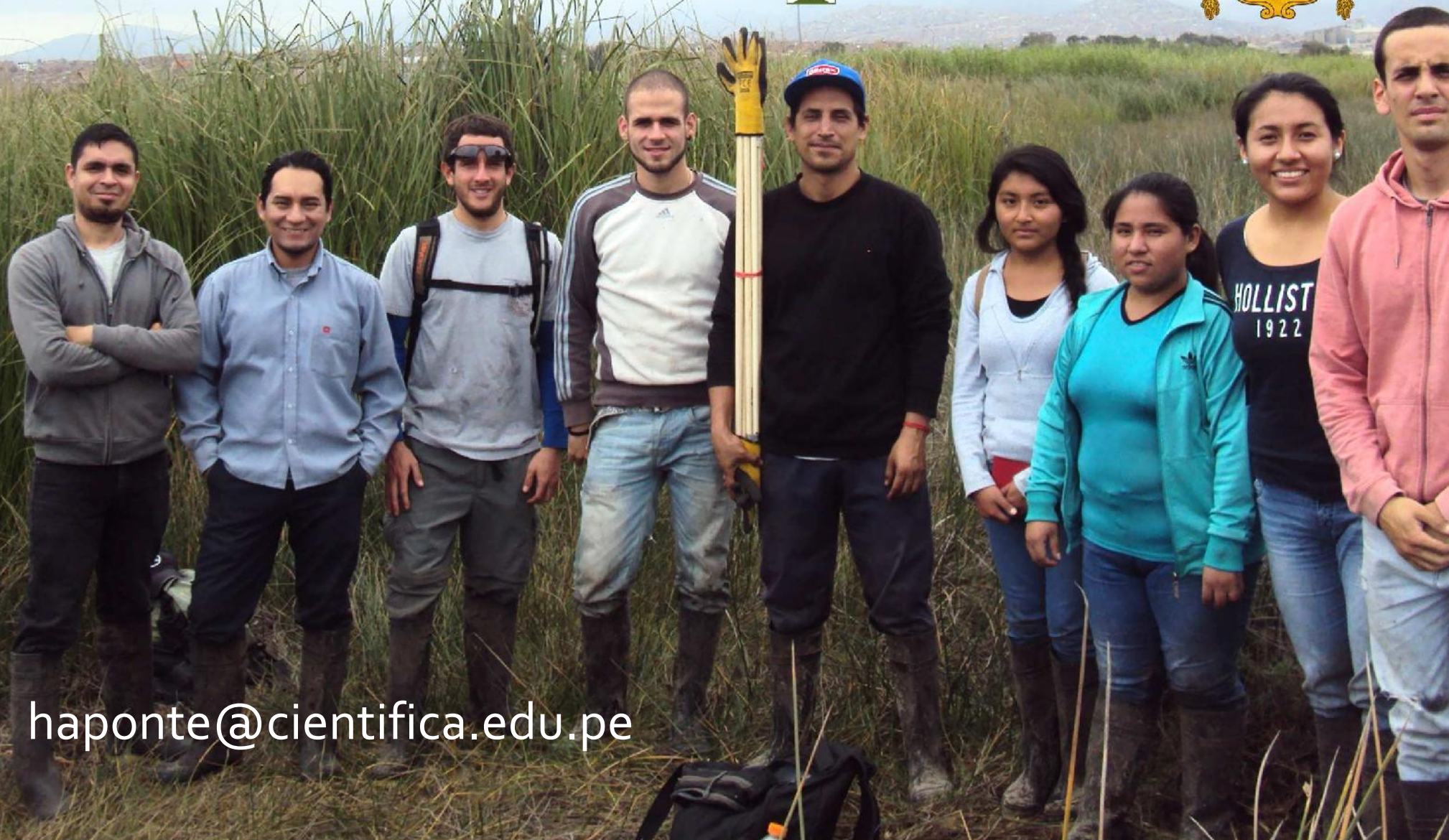


**BIOMAR**  
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



**IPSD**

INSTITUTO PERUANO PARA LA  
SOSTENIBILIDAD Y EL  
DESARROLLO



[haponte@cientifica.edu.pe](mailto:haponte@cientifica.edu.pe)

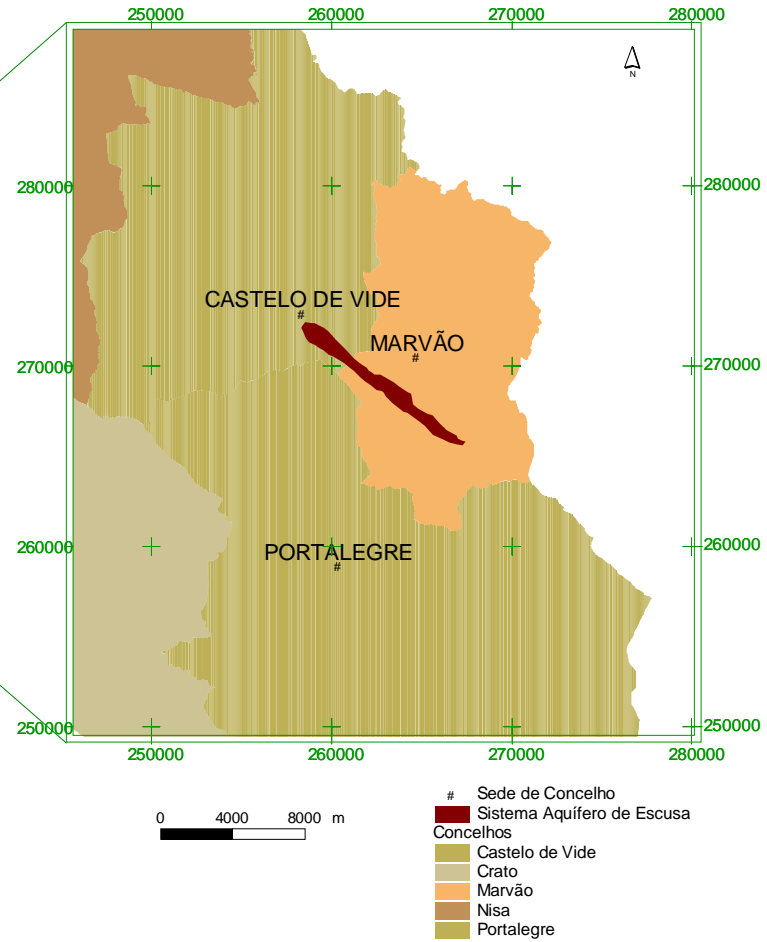
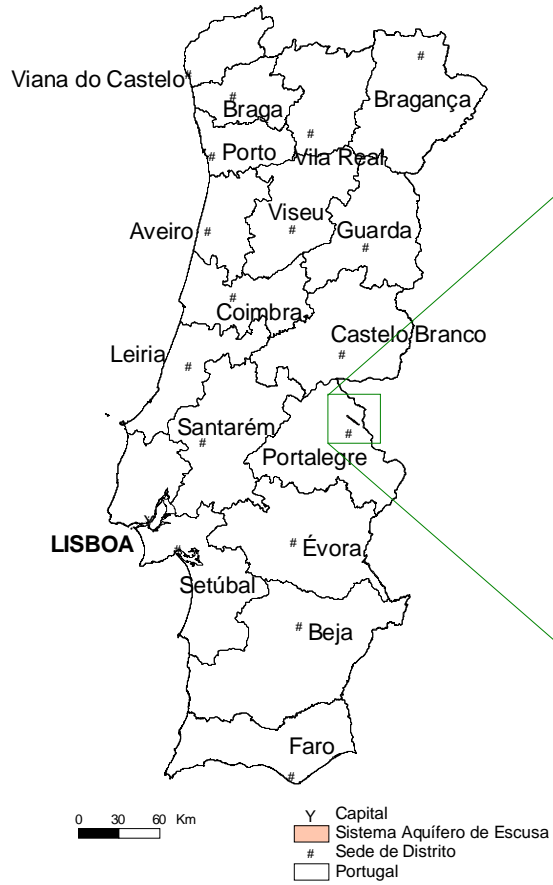
# ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA

LUIS RIBEIRO  
CERIS - INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO  
UNIVERSIDAD DE LISBOA  
PORTUGAL



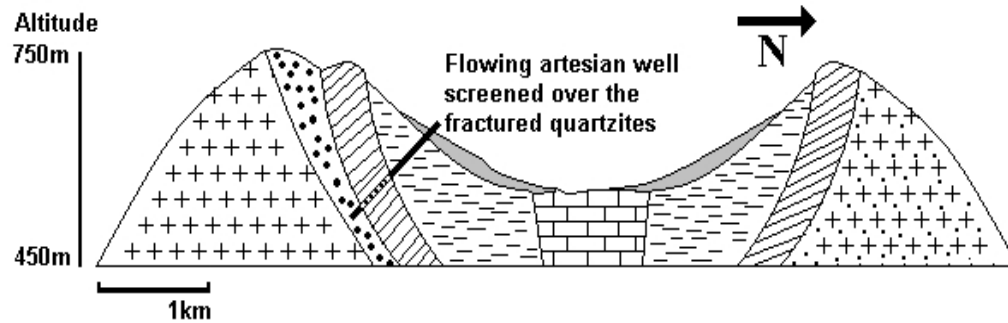
**AGUA SUBTERRÁNEA – AGUA SUPERFICIAL**








**UN SÓLO RECURSO**

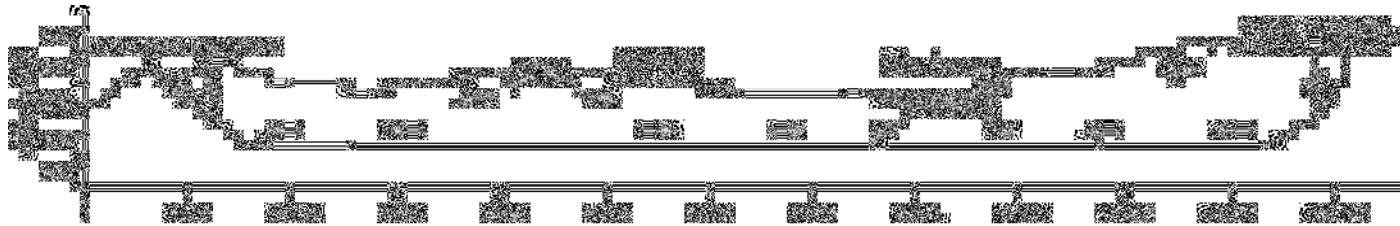




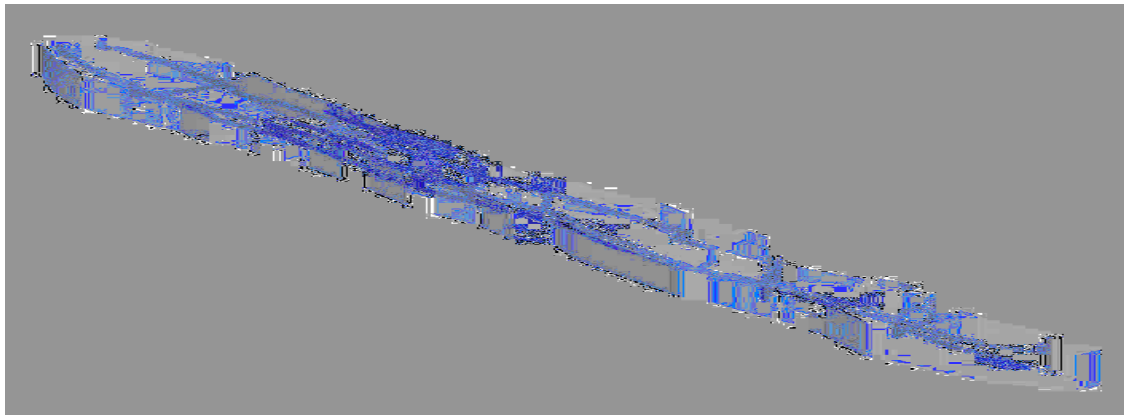
# Estrutura geológica



-  Colluvium
-  Carbonate aquifer
-  Schists with very low permeability
-  Fractured quartzites (aquifer)
-  Arkoses
-  Nisa Granites
-  Portalegre granites



Sentidos de escoamento



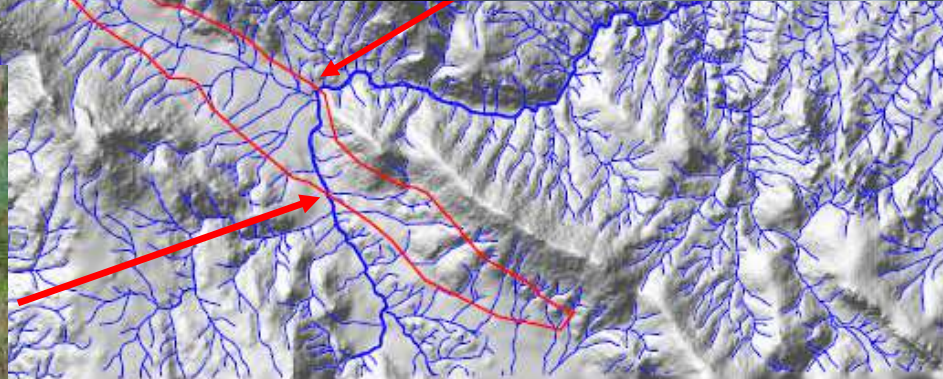
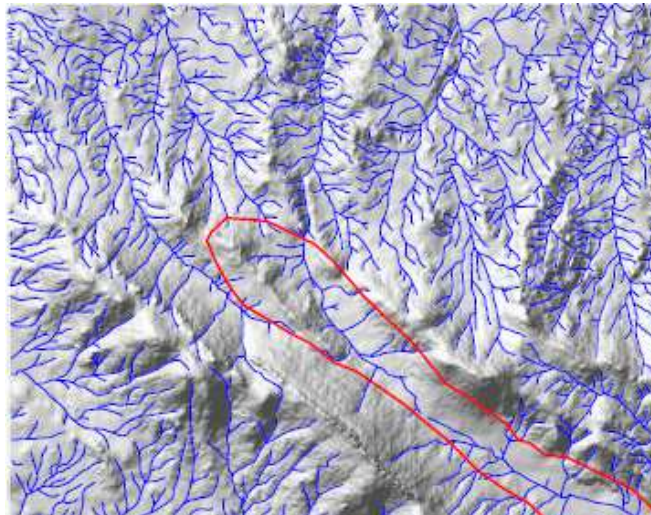
Rede de condutas onde circula a água



Pormenor da abertura  
das condutas  
cársicas



## Red hidrográfica

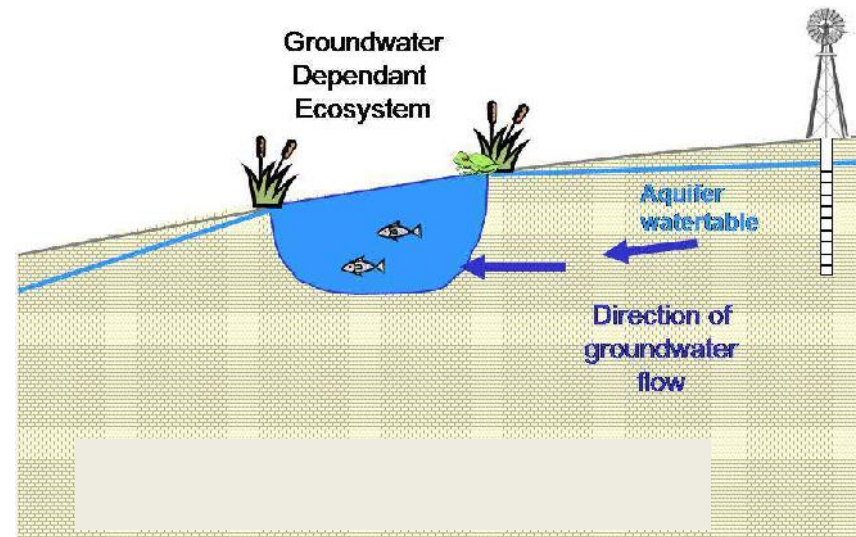


- **La agua subterránea es un recurso natural esencial para la vida y la integridad de los ecosistemas que dependen de ellos, lo que representa más del 95% de las reservas explotables de agua dulce en el mundo**



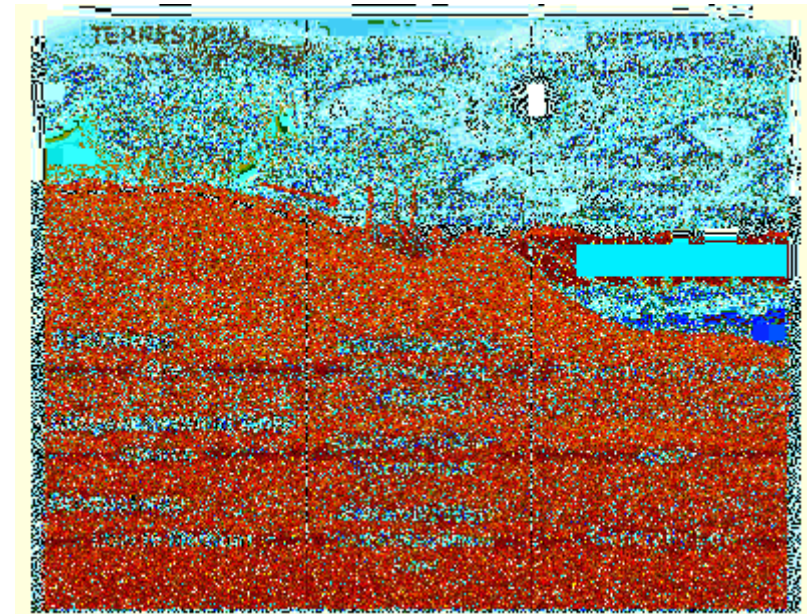
# Ecosistemas Dependientes de Aguas Subterráneas

- *Ecosistemas que necesitan el agua subterránea, parcial o totalmente para mantener los procesos ecológicos, asegurando su propia biodiversidad.*



# ECOTONO

- Un ecotono es una zona de transición entre dos ecosistemas que muestra características de ambos.





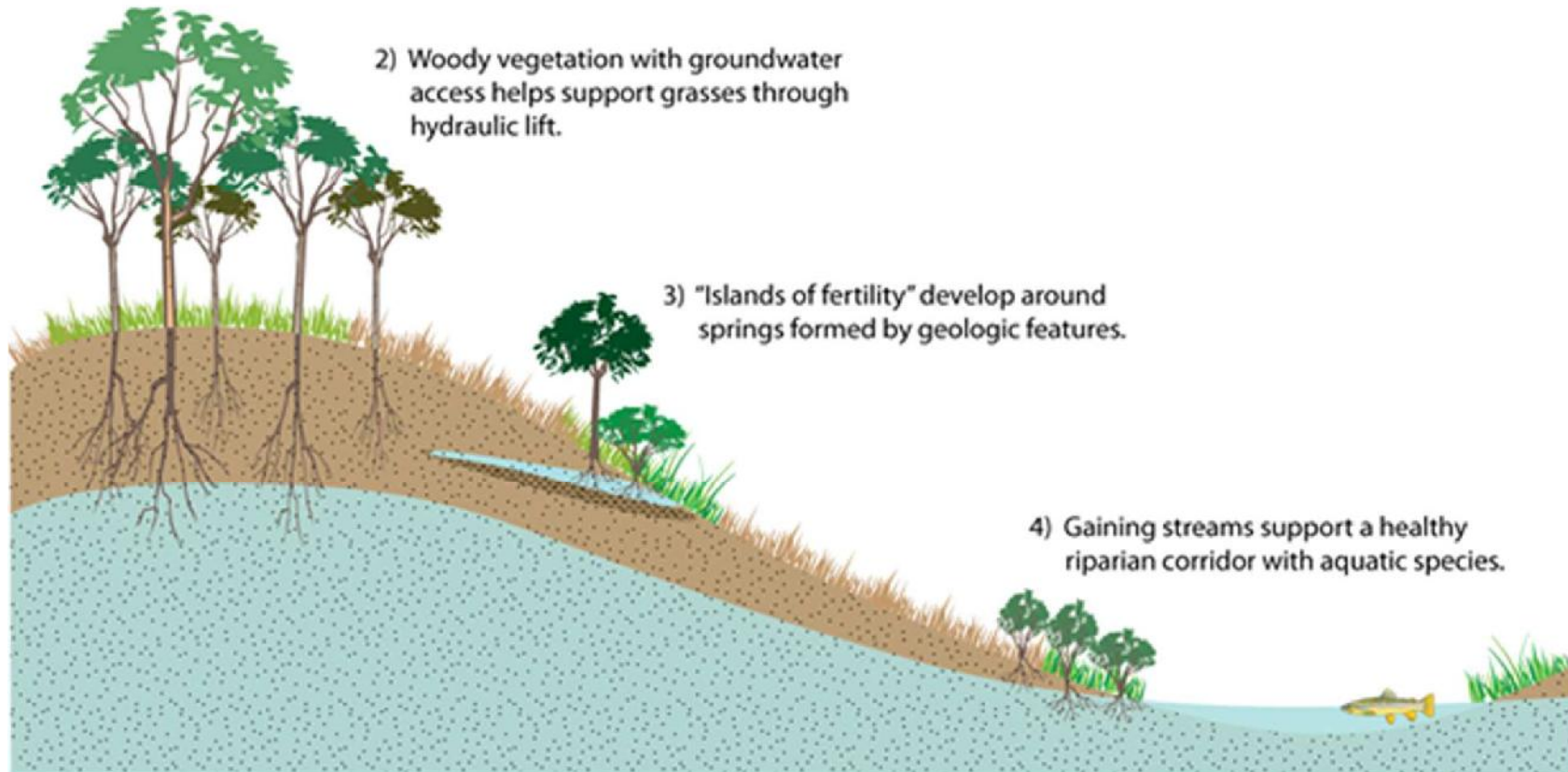


# Grado de dependencia

- El grado de dependencia de los ecosistemas de las aguas subterráneas deben ser evaluados en base a varios atributos hidrogeológicos, tales como el flujo de agua subterránea, el nivel del agua y los descriptores hidroquímicos.
- La respuesta de los ecosistemas de esos atributos es muy variable, e incluso hay un valor de umbral, de la que el ecosistema puede colapsar.



- 1) Deeply rooted vegetation thrives during long periods of low soil moisture while plants with shallow roots suffer water stress.



- 2) Woody vegetation with groundwater access helps support grasses through hydraulic lift.

- 3) "Islands of fertility" develop around springs formed by geologic features.

- 4) Gaining streams support a healthy riparian corridor with aquatic species.





# Metodología

- Para una correcta comprensión del funcionamiento de los EDAS es necesario aplicar un enfoque integral, que consiste en la aplicación de cualquiera de técnicas convencionales, como por ejemplo el balance hídrico y/o de técnicas más sofisticadas de análisis, como son los modelos hidrológicos y de isótopos y hidrogeológicos.



# Classificación

- **Ecosistemas que dependen totalmente de las aguas subterráneas**
- Son las comunidades donde sólo pequeños cambios de los atributos, por debajo o por encima de un valor umbral, puede provocar su muerte. Estos son los casos de los ecosistemas kársticos en el medio ambiente y la vegetación ribereña a lo largo de las vías fluviales.





# Classificación

- **Ecosistemas muy dependientes de las aguas subterráneas**
- las comunidades donde el efecto de cambios moderados del flujo o secreción del nivel del agua subterránea puede provocar un cambio sustancial en su distribución, la composición y la biodiversidad.
- Estos ecosistemas para el uso conjunto tanto de aguas superficiales o subterráneas y pueden llegar a morir si la parada de fuente subterránea.



# Classificación

- **Ecosistemas parcialmente dependientes de las aguas subterráneas**
- Estos ecosistemas se caracterizan por que no un límite para su supervivencia, pero sólo una respuesta proporcional al grado de modificación de los valores de los atributos observados hidrogeológico.
- Muchos de los ecosistemas dependen del flujo de base de los ríos se encuentran en este grupo en particular.

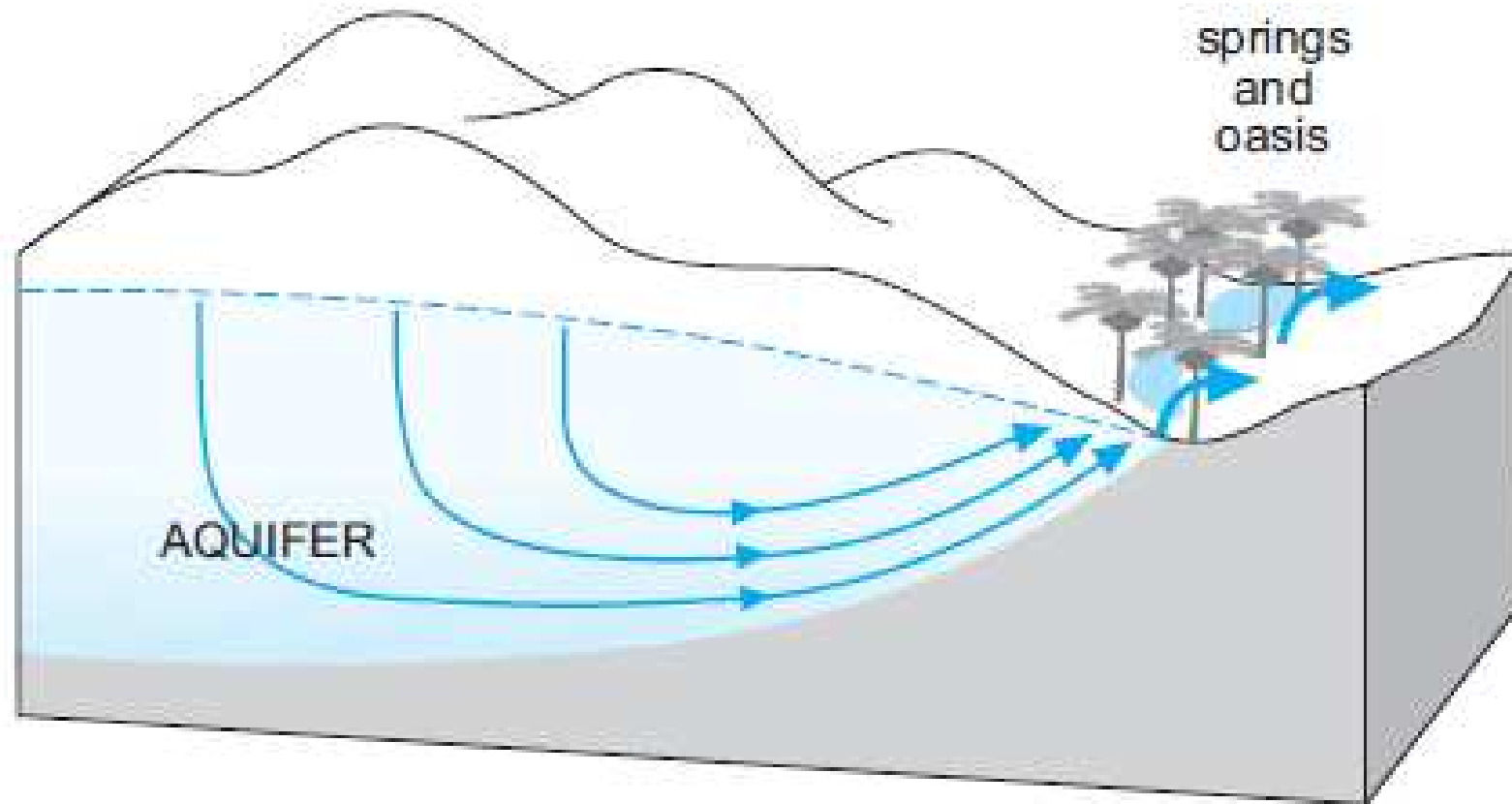




# Classificación

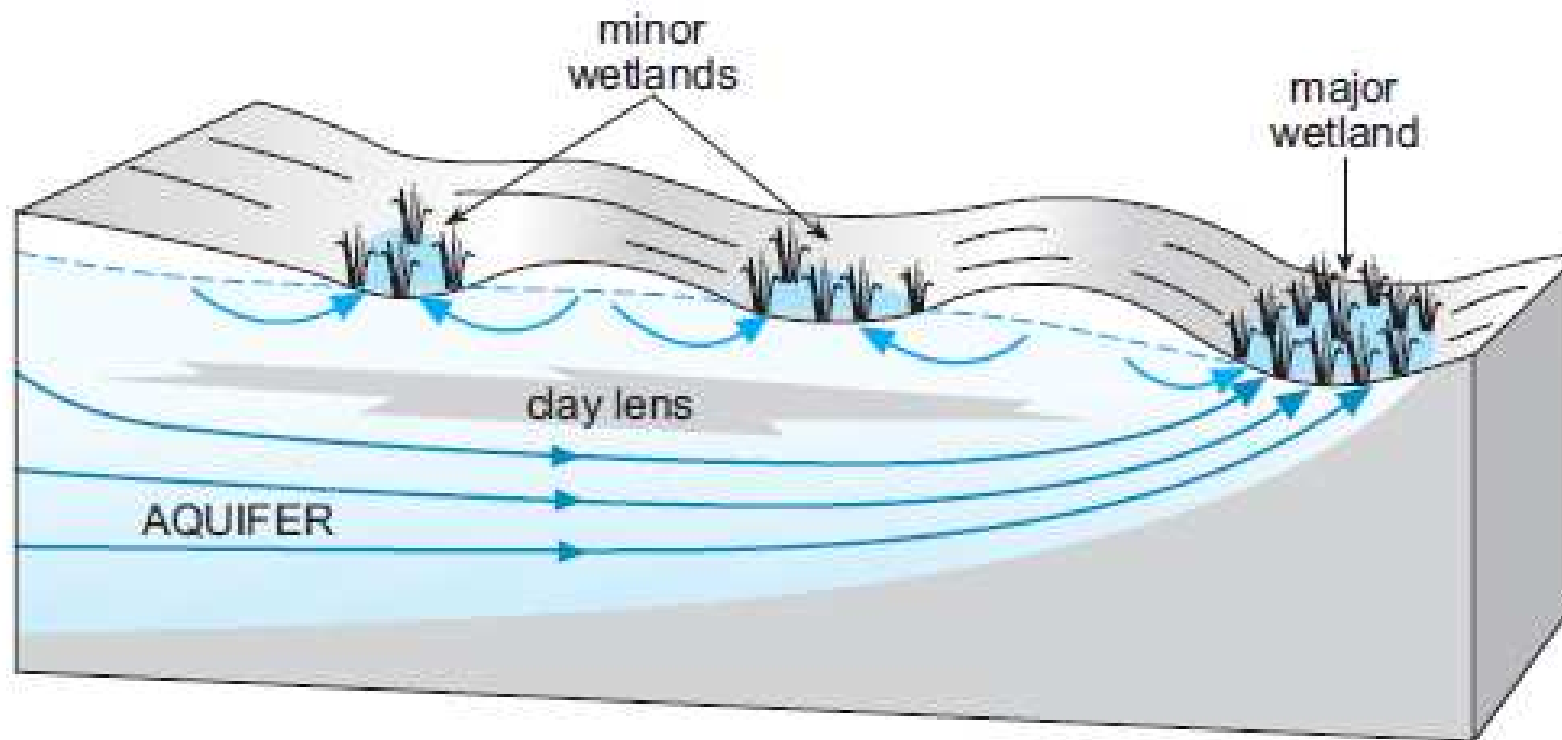
- **Ecosistemas utilizando de manera ocasional las aguas subterráneas para su supervivencia**
- En estos casos sólo el agua subterránea juega un papel importante en el balance de agua al final de la estación seca o durante una sequía extrema. Son comunidades que pueden tolerar la ausencia de una contribución de metro, pero finalmente colapsará si esta situación continúa por mucho tiempo.

# Humedale in zona arida

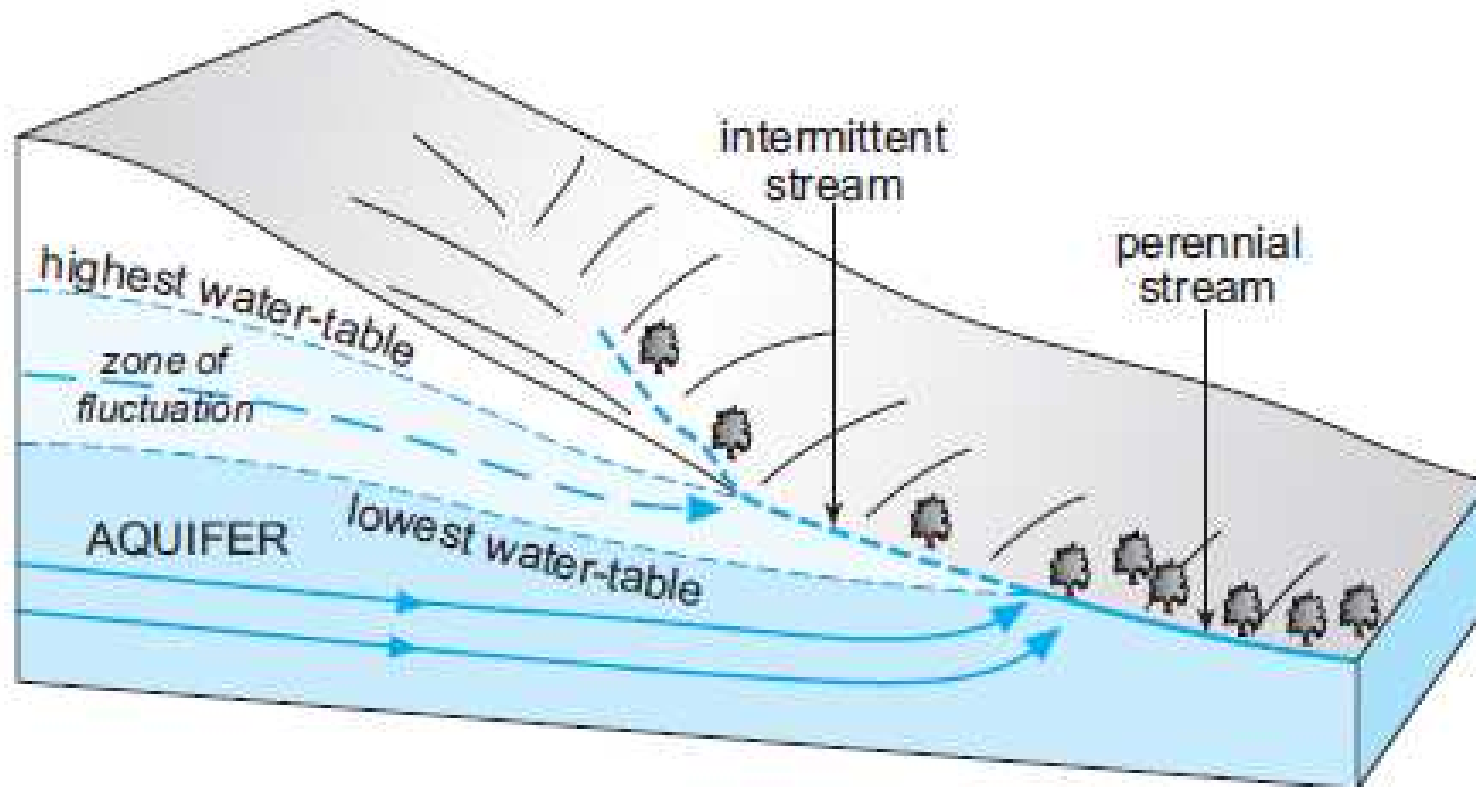




# Humedales in zona húmeda

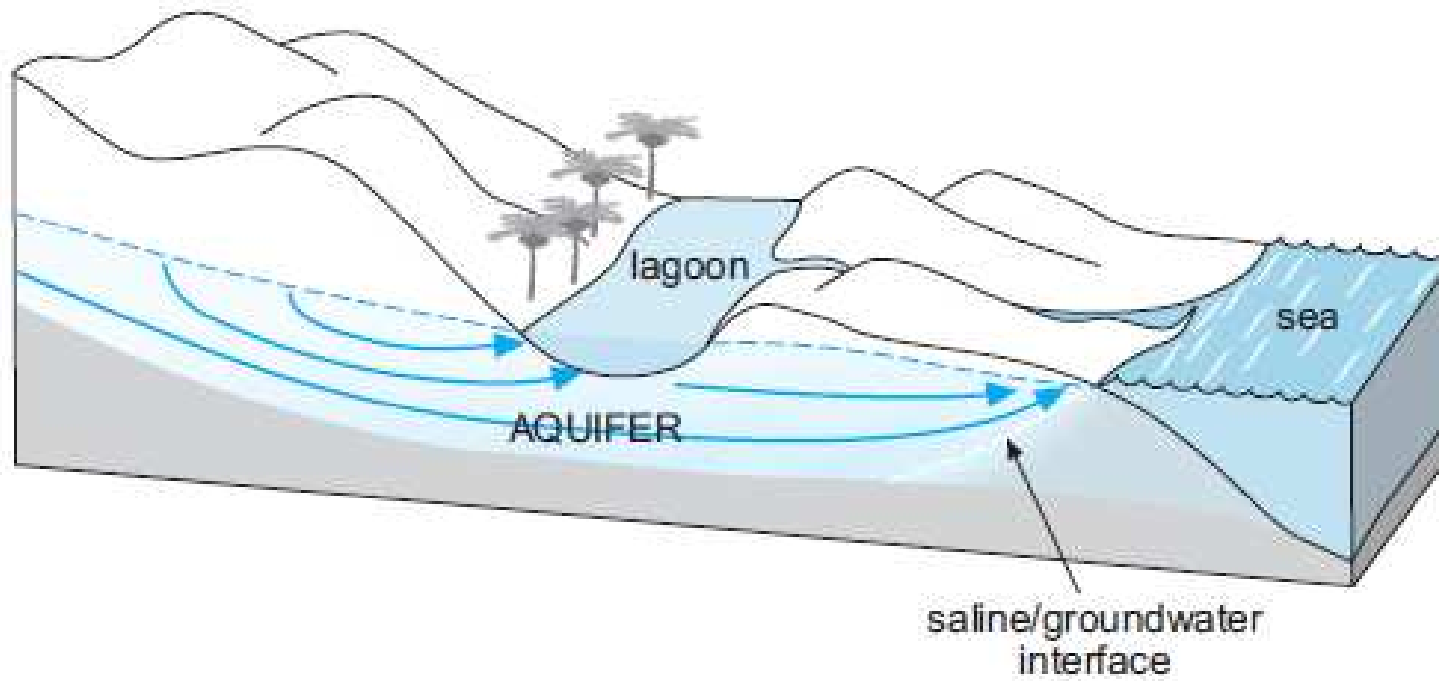


# Ecosistemas fluviales





# Ecosistemas lagunares

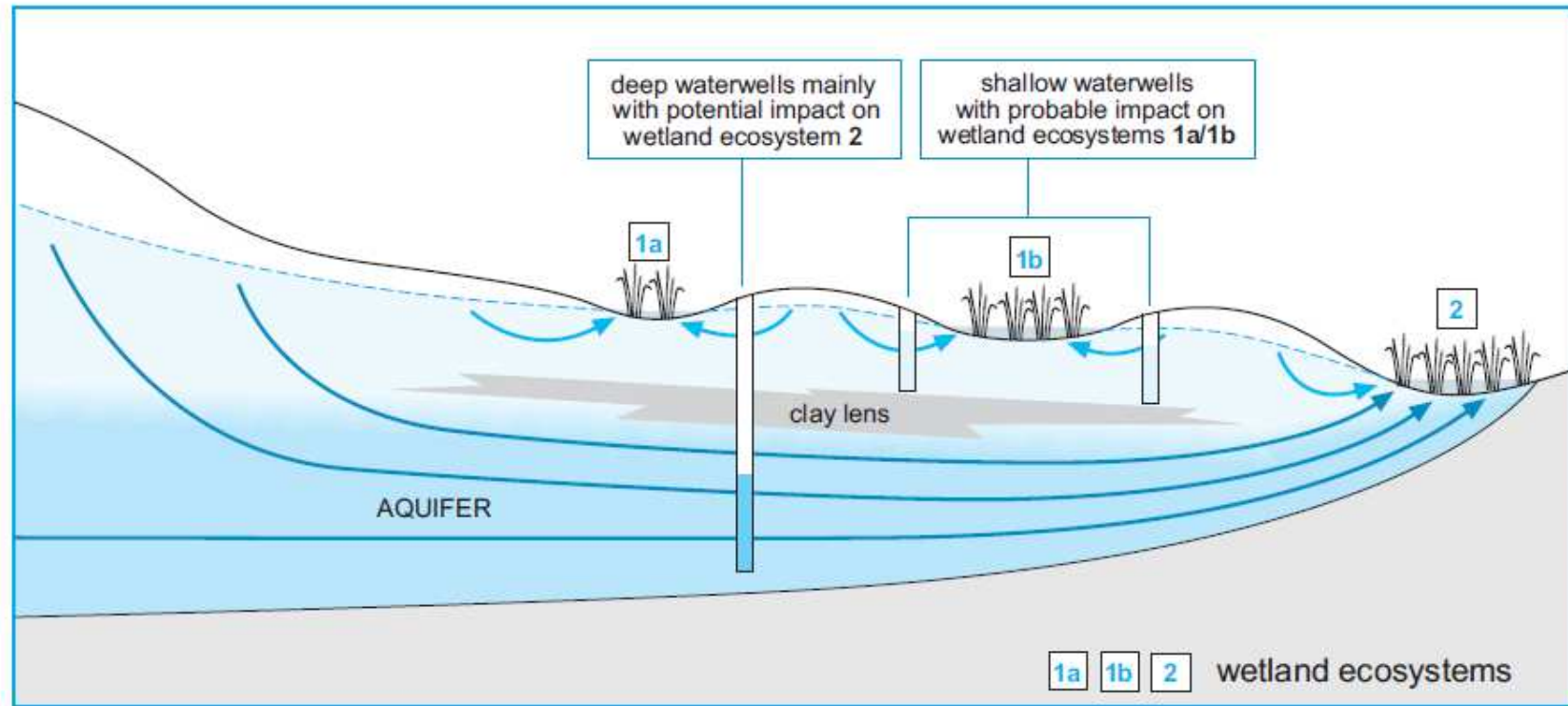




- A menudo existe incertidumbre sobre la reacción de las especies individuales a cambio hidrológico y la interdependencia de las especies dentro de un ecosistema determinado, y por lo tanto en la definición de qué nivel de cambio en un sistema de agua subterránea tendrá como resultado en un impacto significativo.



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO







# IMPACTOS

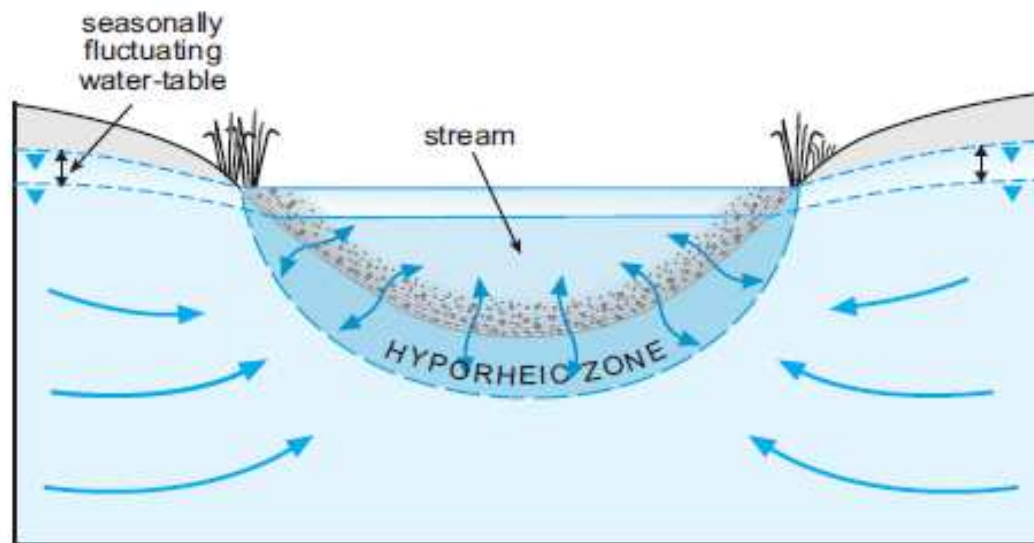
El impacto potencial de los ecosistemas pueden ser aún más complejo debido a que:

- **el efecto del deterioro de calidad del agua subterránea, especialmente en los aumentos de nitrato de amonio o fosfato (incluso a bajas concentraciones) y / o trazas de contaminación por plaguicidas, puede conducir a un mayor impacto que algunos niveles de modificación de flujo de agua subterránea.**



# IMPACTOS

- **es la forma en que las descargas de aguas subterráneas en, e interactúa con el ambiente de la superficie (a través de la zona hyporheica) que a veces es fundamental para la vida acuática**





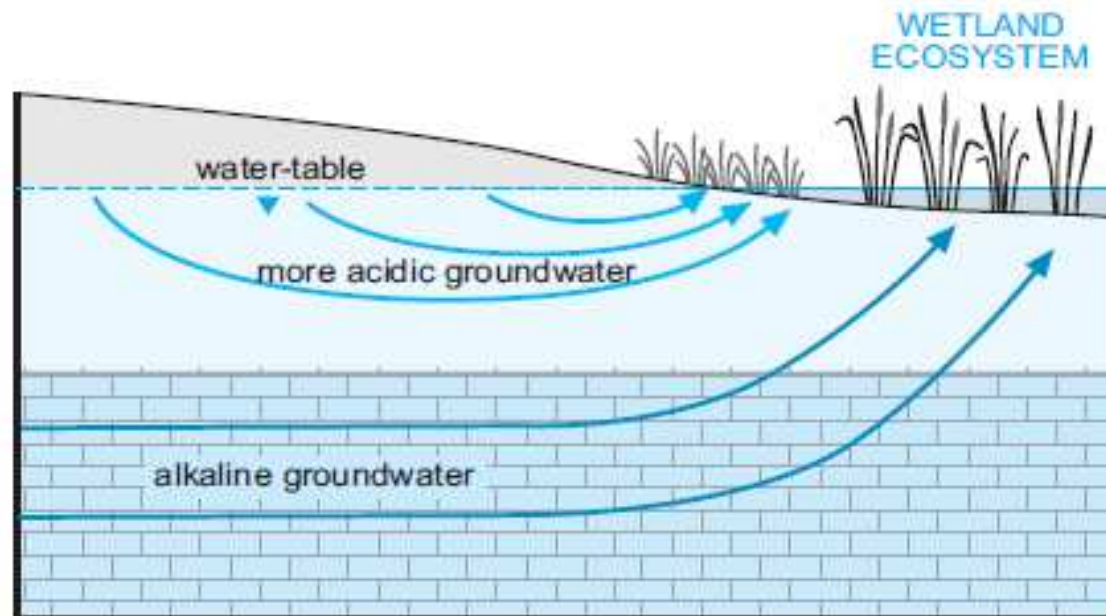


# IMPACTOS

- cambios irreversibles, mientras que algunos pueden ocurrir en períodos relativamente cortos (por ejemplo, la oxidación de humedales o en los sedimentos del cauce). Algunas especies están muy bien adaptadas para sobrevivir durante los fenómenos hidrológicos extremos y volver a aparecer cuando los niveles de agua subterránea suben de nuevo



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO





# Protección

- ❖ Todas las medidas para reforzar la gobernanza global y la gestión práctica de las aguas subterráneas pueden contribuir, o ser adaptados a la causa de la protección de los ecosistemas dependientes mediante la inclusión de criterios para mantener los niveles de aguas subterráneas y la conservación de la calidad del agua para satisfacer las necesidades de los receptores de los ecosistemas.





# Protección

- ❑ Esto a menudo implica mayores limitaciones en el volumen y la distribución de extracción de agua subterránea de lo que hubiera sido necesario, junto con controles más severos sobre la generación de carga contaminante de las aguas subterráneas que las necesarias para conservar las aguas subterráneas en la calidad del agua potable.
- ❑ Una discusión puede surgir sobre el equilibrio entre la mejora de los medios de vida rurales y el mantenimiento de salud de los ecosistemas - y este debate tiene que ser informado por técnicos especializados en análisis socio-económica



# Protección

- ✓ **Zonas de protección** alrededor de los ecosistemas de humedales, capaz de asegurar la calidad del flujo de agua subterránea poco profunda para los humedales y la reducción del grado de interferencia nivel del agua subterránea
- ✓ **Recarga artificial de acuíferos** para complementar los flujos de agua subterránea y mejorar la calidad de las aguas subterráneas en áreas limitadas en el interés de conservación de los humedales,



# Valor Económico de EDAS

- Una evaluación económica de los EDAS requieren una definición clara de los beneficios de los servicios prestados por el ecosistema en cuestión incluyendo:
  - Los valores directos a la población humana en términos de producción de peces y plantas
  - los valores indirectos de sostener la biodiversidad de especies, hábitat y el paisaje.



La salamandra ciega de Texas (*Typhlomolge rathbuni*) que vive en las cuevas del acuífero Edwards, EE.UU.. está clasificado como especie en peligro de extinción debido a la explotación intensiva de los recursos hídricos en la región





# ECOLOGÍA DE AGUA SUBTERRÁNEA

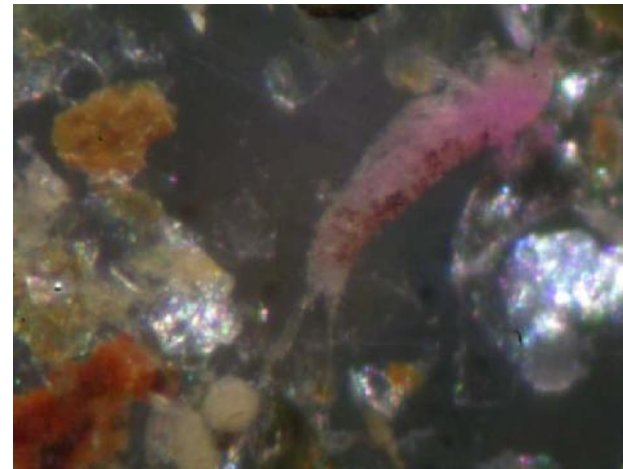
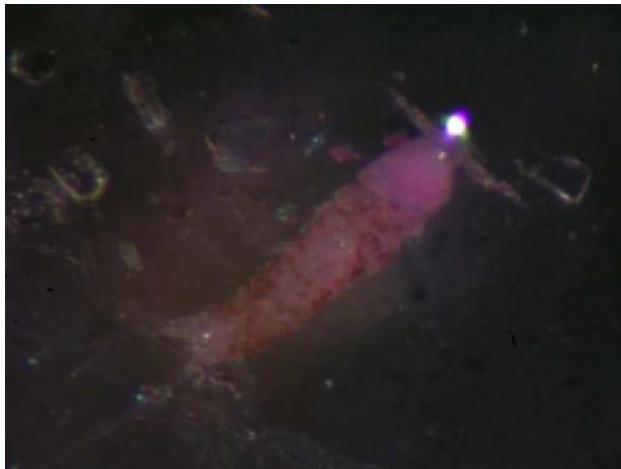
- ❖ Los acuíferos tienen en lugar de lo que se esperaba, una biodiversidad autóctona que se refleja en la heterogeneidad de hábitats que se dan tanto en los más superficiales o subterráneas, especialmente en los lagos que se forman en las cuevas cársticas

# STYGOFAUNA





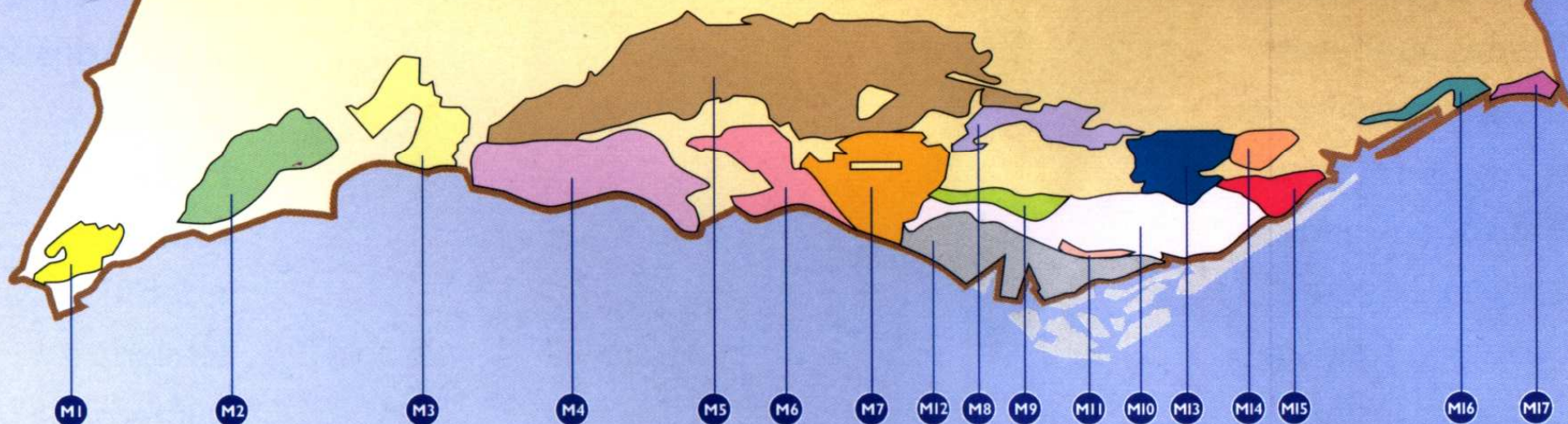
# STYGOFAUNA EN EL ACUIFERO ALUVIONAR DEL RIBEIRA DE PARDIELA (ALENTEJO, PORTUGAL)






















INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO

## Sistemas aquíferos da Orla Meridional



-  M1 COVÕES
-  M2 ALMÁDNA-ODEÁXERE
-  M3 MEXILHOEIRA GRANDE-PORTIMÃO
-  M4 FERRAGUDO-ALBUFEIRA
-  M5 QUERENÇA-SILVES
-  M6 ALBUFEIRA-RIBEIRA DE QUARTEIRA
-  M7 QUARTEIRA
-  M8 SÃO BRÁS DE ALPORTEL
-  M9 ALMANSIL-MEDRONHAL

-  M10 SÃO JOÃO DA VENDA-QUELFES
-  M11 CHÃO DE CEVADA-QUINTA JOÃO DE OURÉM
-  M12 CAMPINA DE FARO
-  M13 PERAL-MONCARAPACHO
-  M14 MALHÃO
-  M15 LUZ DE TAVIRA
-  M16 SÃO BARTOLOMEU
-  M17 MONTE GORDO

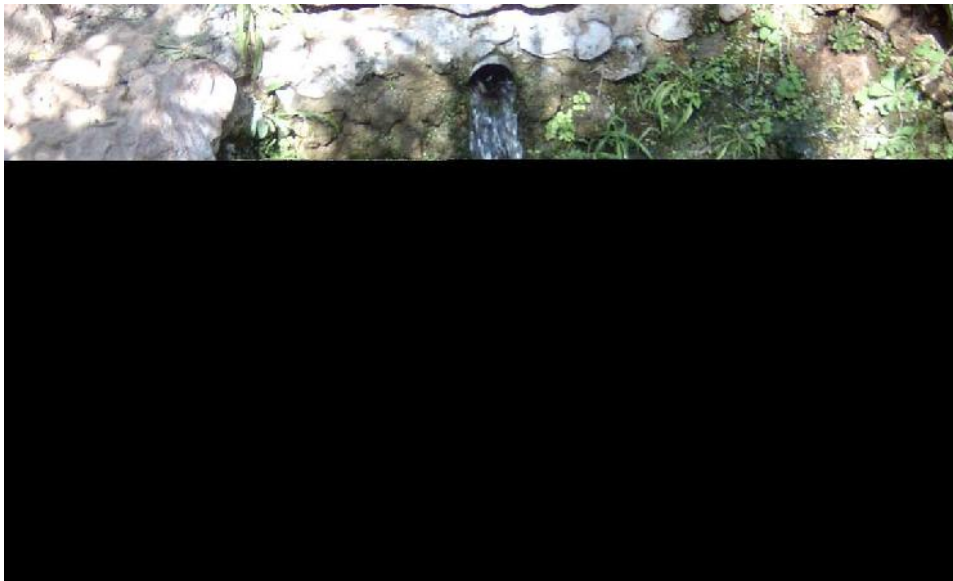


*Aspecto de algunas albufeiras durante o período de  
seca 2005*





# Abril de 2005 – Fonte de Benémola



Abril de 2005 – Ribeira do Algibre – Sector QS-Paderne



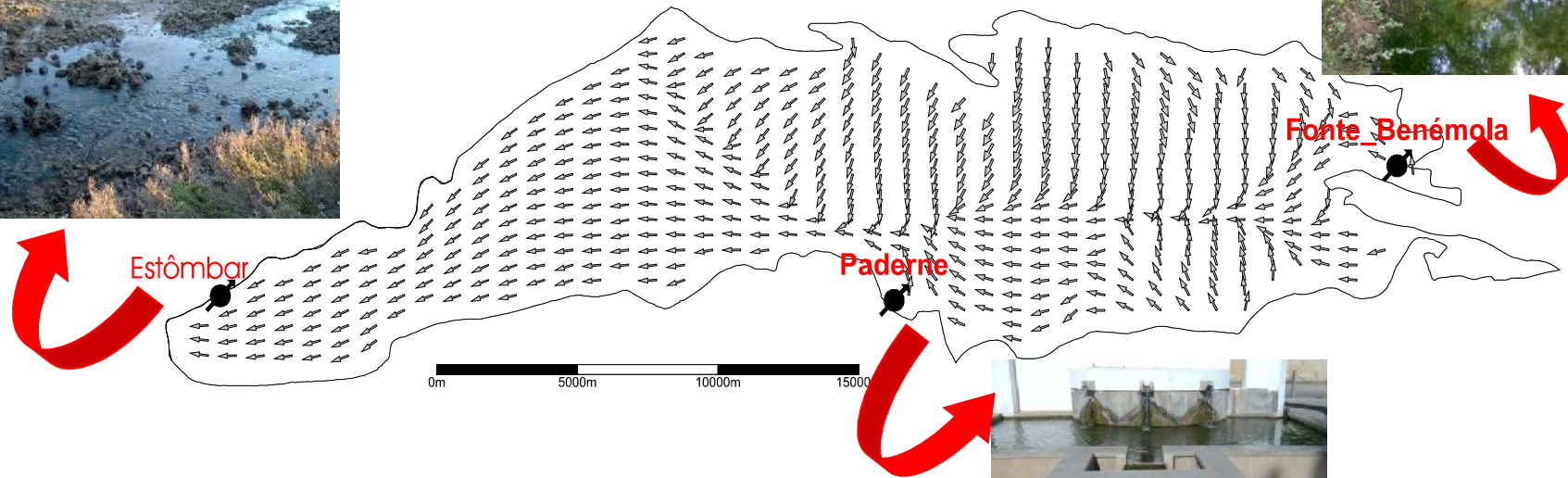


Abril de 2005 – Ribeira do Algibre – Sector QS-Benémola





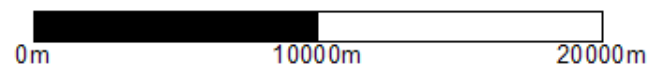
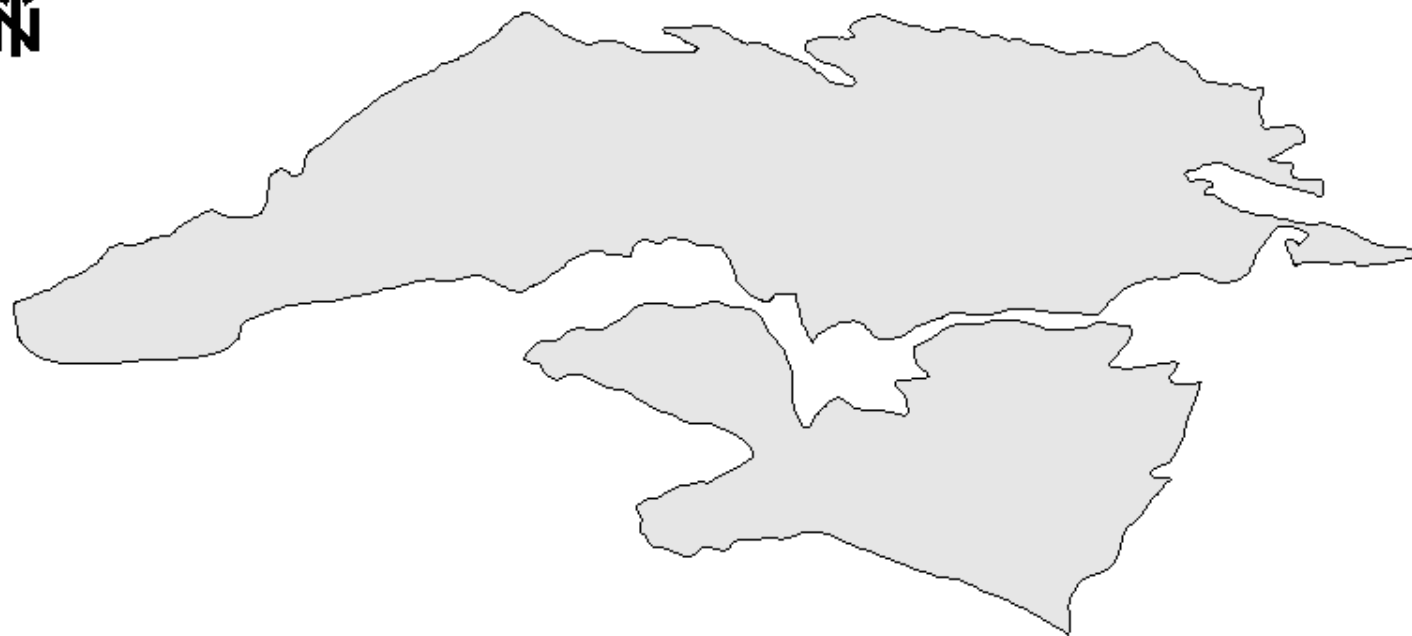
## Sentidos de escoamento



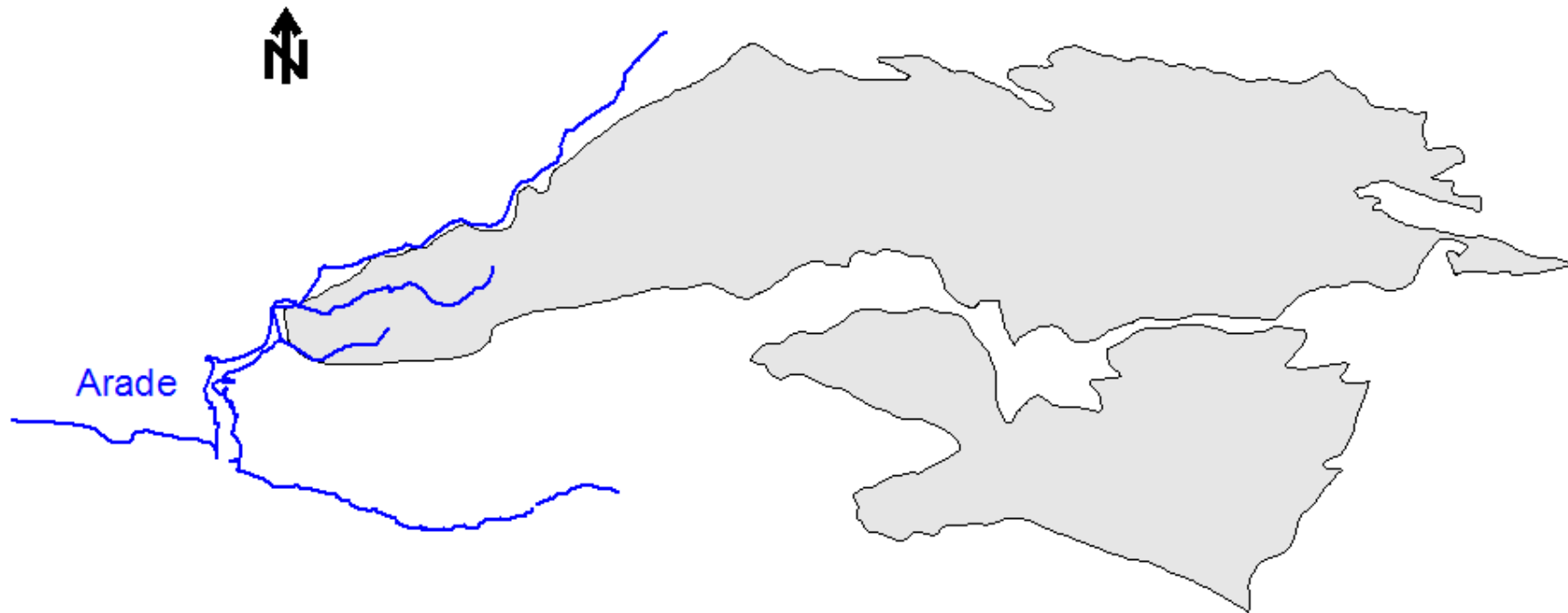
## Nascentes de água subterrânea



# Relações Água Subterrânea-Água Superficial no Algarve Central

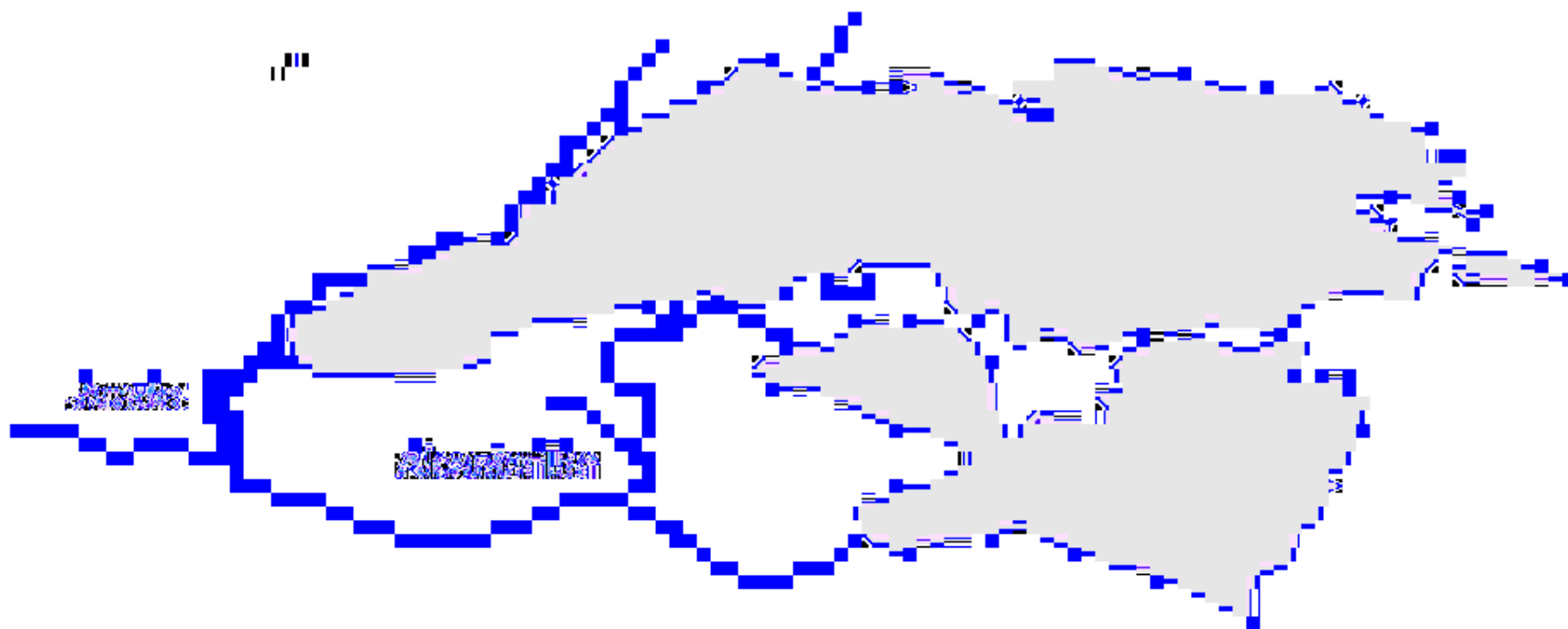


# Relações Água Subterrânea-Água Superficial no Algarve Central





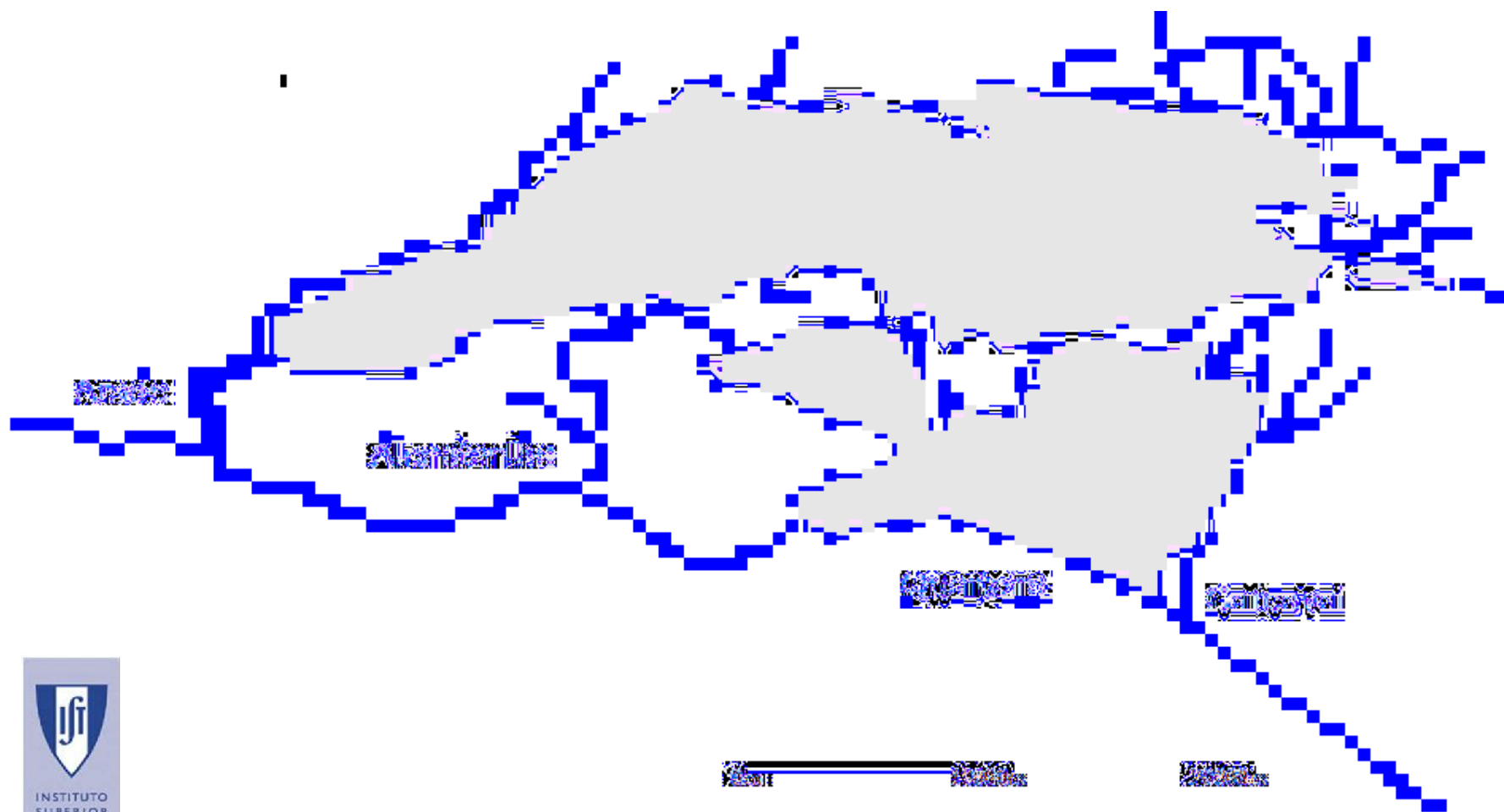
# Relações Água Subterrânea-Água Superficial no Algarve Central



# Relações Água Subterrânea-Água Superficial no Algarve Central

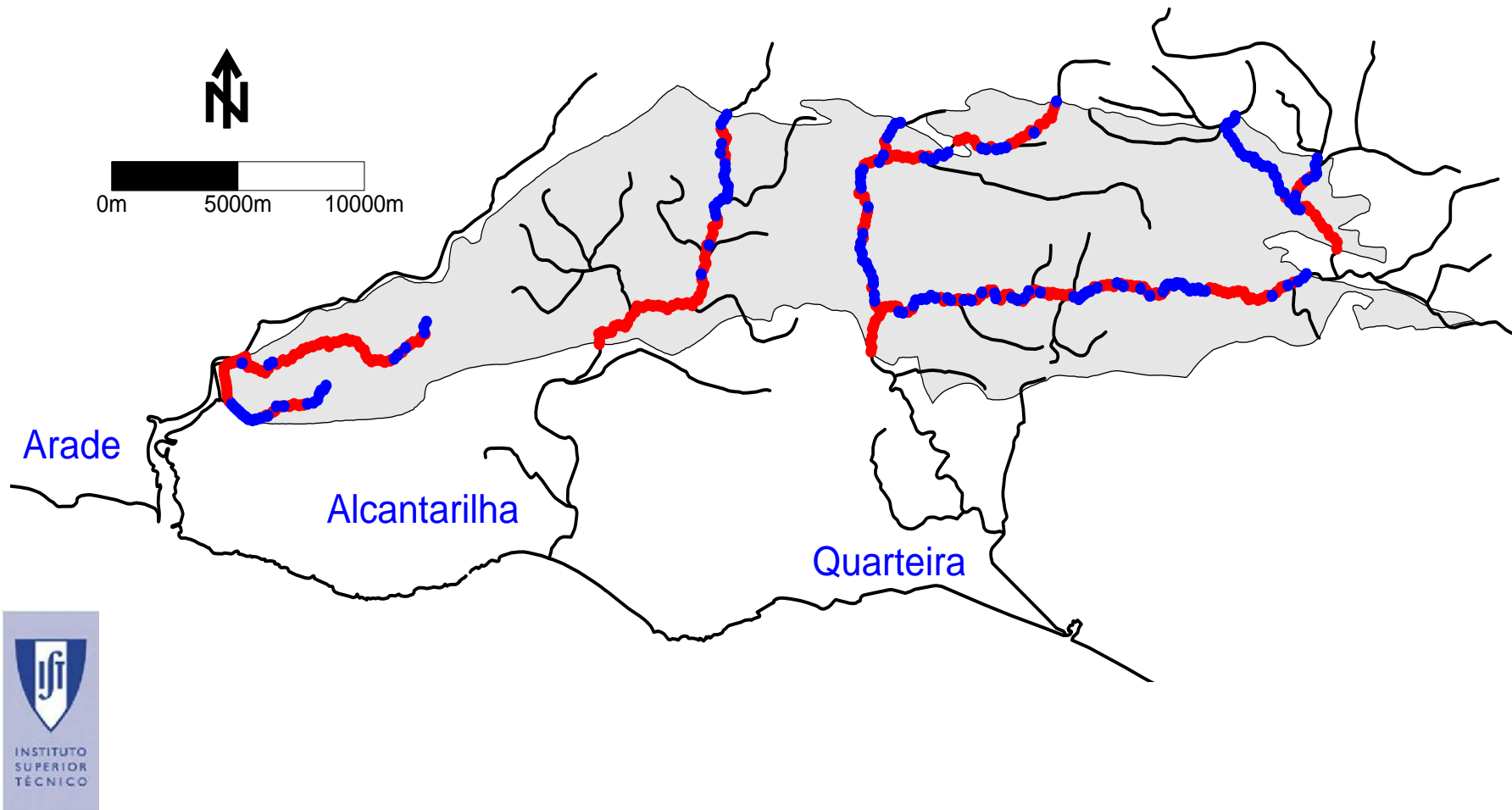


# Relações Água Subterrânea-Água Superficial no Algarve Central





MODELO REGIONAL DE SIMULAÇÃO DE ESCOAMENTO – Determinação de pontos onde a Ribeira é Influente e Efluente. Resultado obtido comparando potenciais hidráulicos calculados pelo modelo QS com a cota no leito das ribeiras.





# CLIMWAT

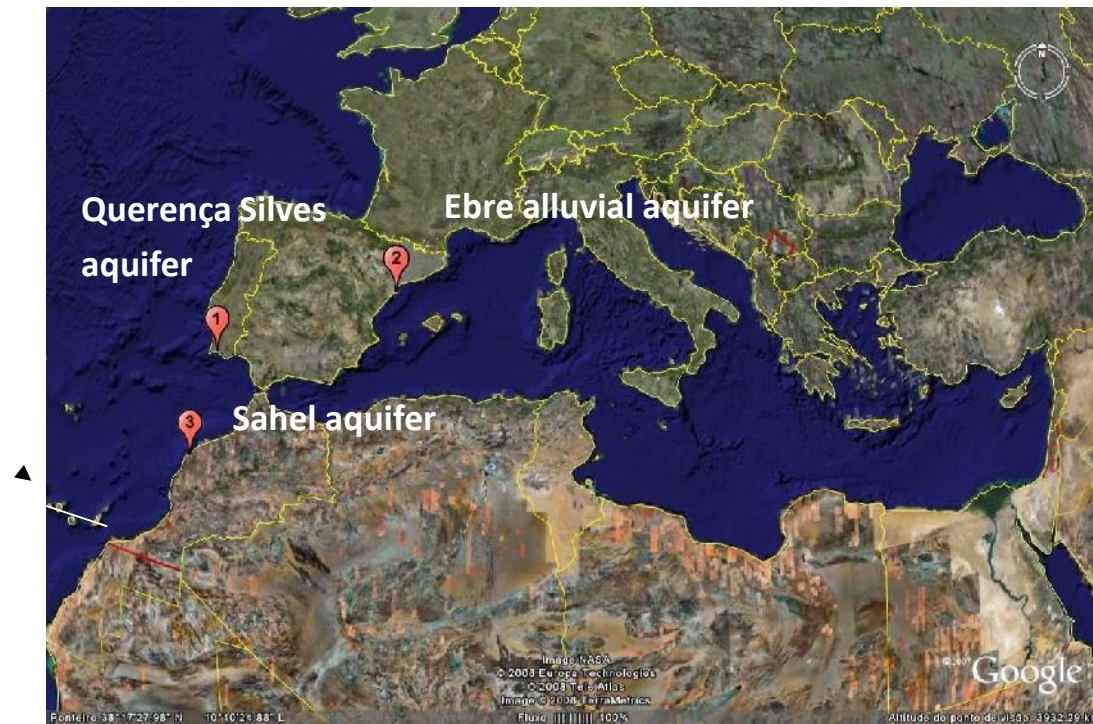
## **Evaluar y controlar el impacto del cambio climático en los recursos de aguas subterráneas costeras y los ecosistemas dependientes**

2009 - 2010





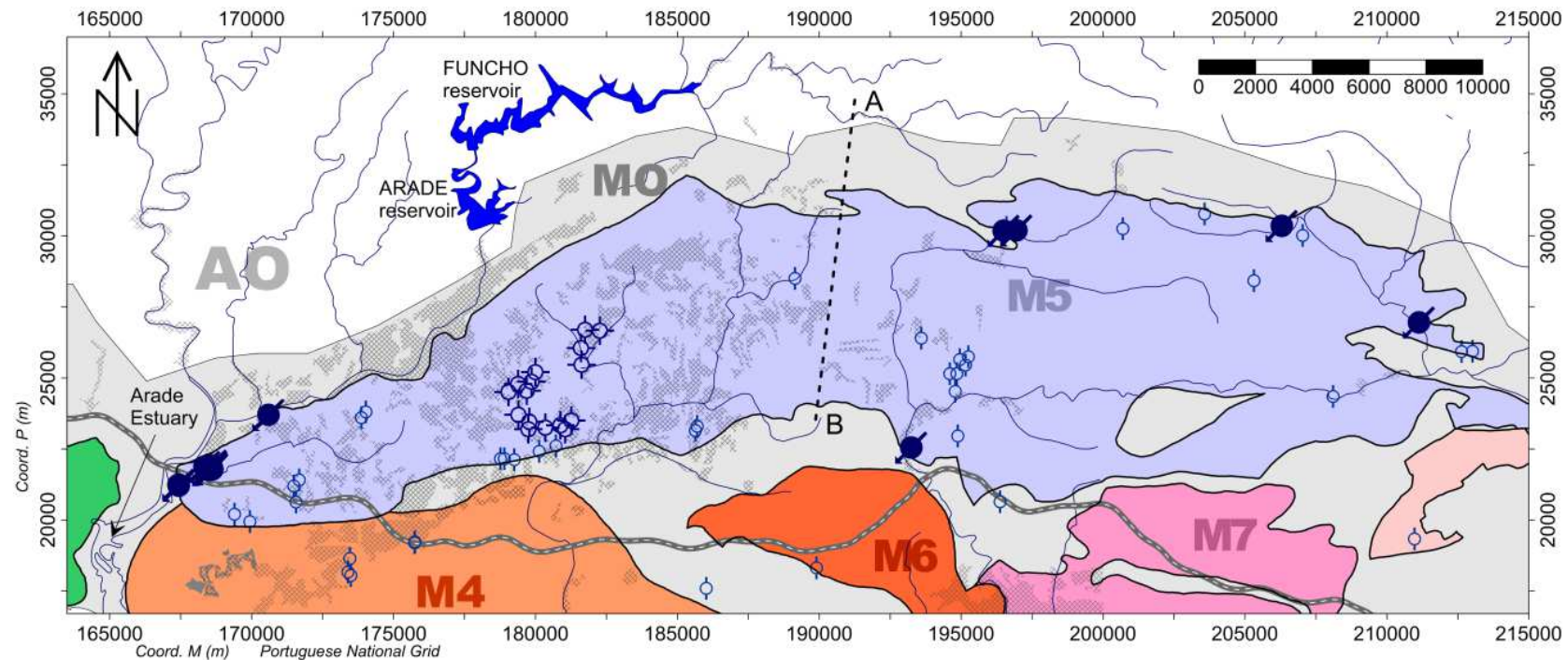
## Casos de estudio





# Área de estudo Portugal – Algarve Central

## Aquífero de Querença-Silves: calcários carsificados



### LEGEND

#### Hydrogeological units

Aquifer system:

M5 - Querença-Silves: limestone, dolomite

M6 - Albufeira-Rib.Quarteira: limestone, sandy limestone

M7 - Quarteira: limestone, dolomite, sandy limestone, sand

M4 - Ferragudoto: limestone, sandstone, sand

A0 - Maciço Antigo Indiferenciado schist, graywacke, no significant groundwater circulation

M0 - Orla Meridional Indiferenciado aquitards (marls, clays, silts) or aquifers of small extent

○ Municipal public supply well, not active

⊕ AdA Water Utility public supply well

● Groundwater springs

— Water course

▨ Groundwater irrigated area

— Highway

# Área de estudo Portugal – Algarve Central

Zona húmida costeira: **Ecosistema dependente de águas**





# Área de estudio Espanha – Delta do Ebro





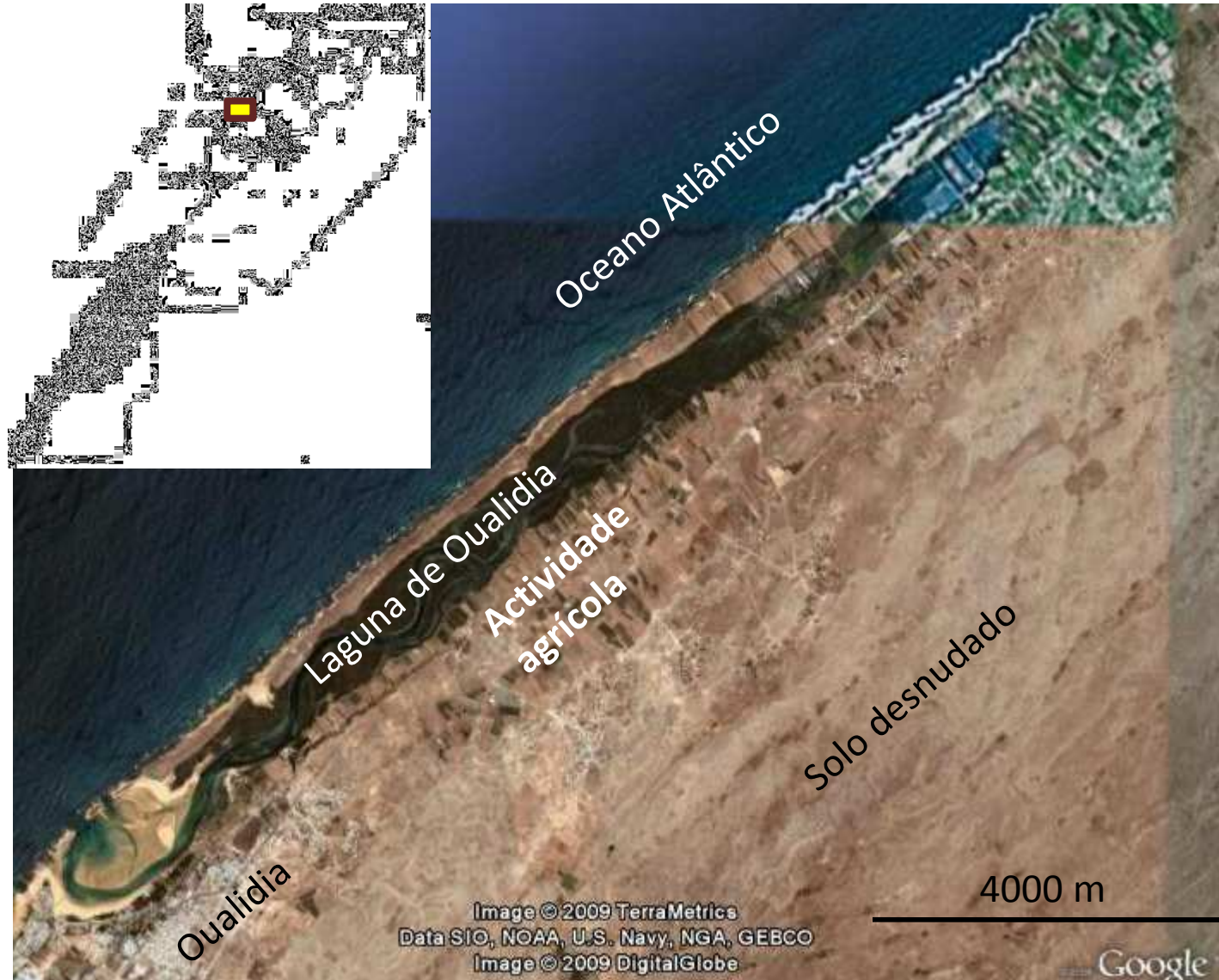
# *Área de estudo Espanha – Delta do Ebro*

Ullals de La Carroba – nascentes e lagos

**Ecosistema dependente de águas subterrâneas**



# Área de estudo Marrocos – Sahel Atlântico



**Laguna de Qualidia**  
**Sítio RAMSAR**



# *Área de estudo Marrocos – Sahel Atlântico*

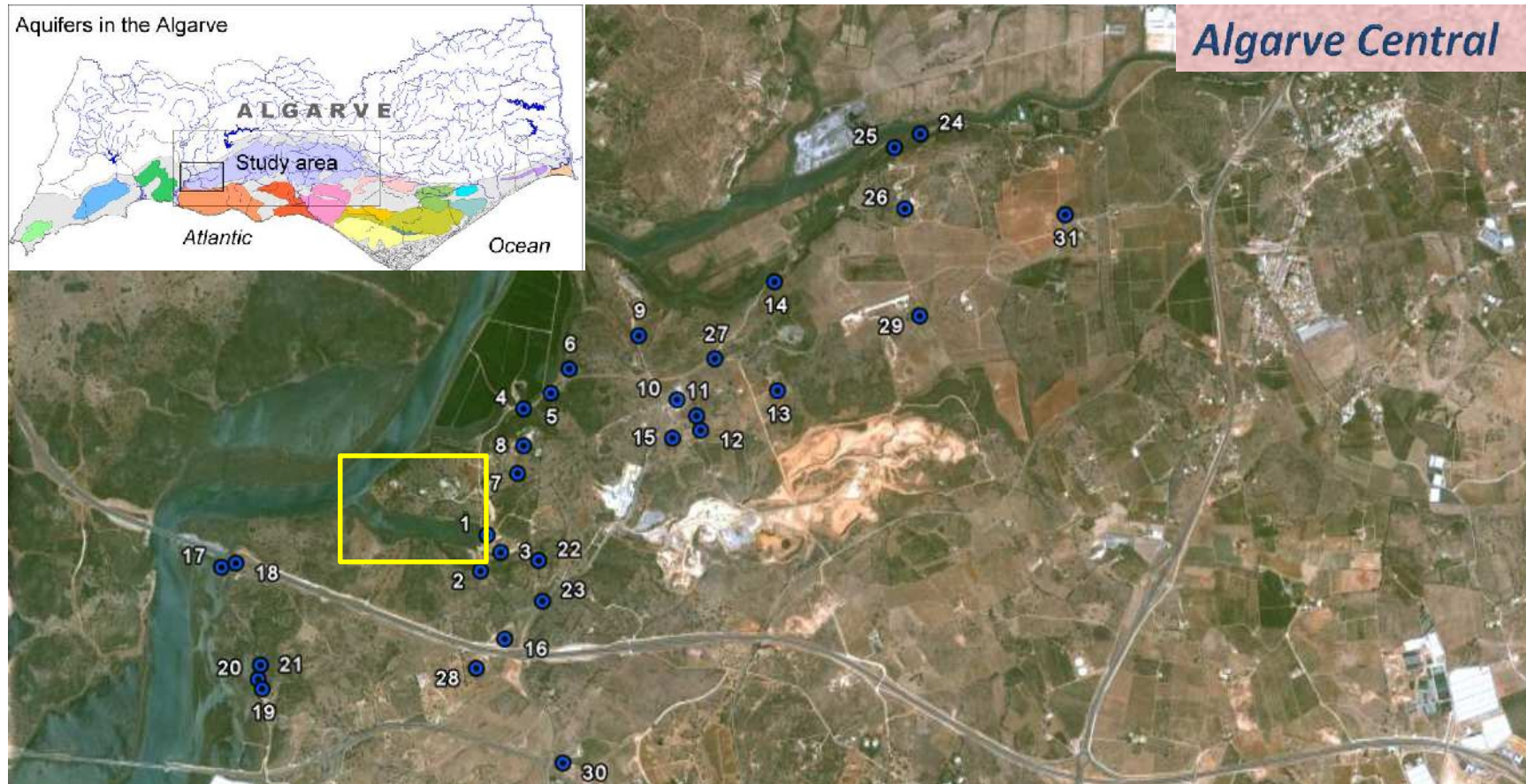
Laguna de Oualidia

**Ecossistema dependente de águas subterrâneas**



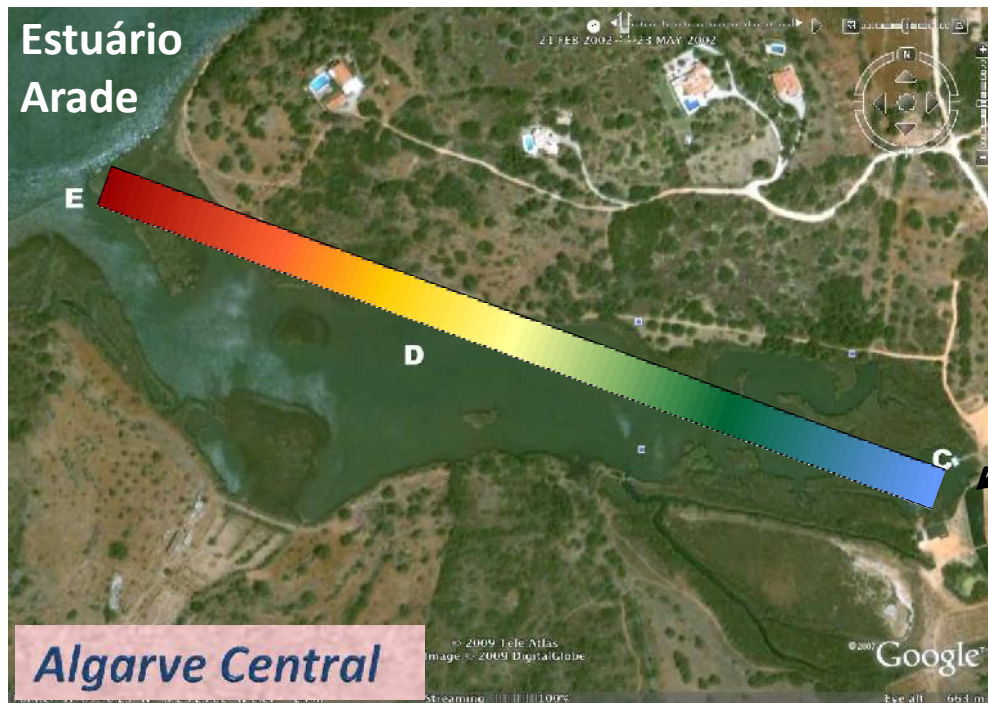


# WP4 – Caracterização da fauna no estuário



# *WP4 – Caracterização da fauna no estuário*

- i. Ao longo de um gradiente de influência da água subterrânea na zona húmida
- ii. Na época seca e de chuva





# WP4 – Caracterização da fauna no estuário



$$E \neq A + B + C$$

E => **abundância** *Hediste diversicolor*, *Cyathura carinata* and *Heteromastus filiformis*

A,B,C => **abundância** polychaets and oligochaets

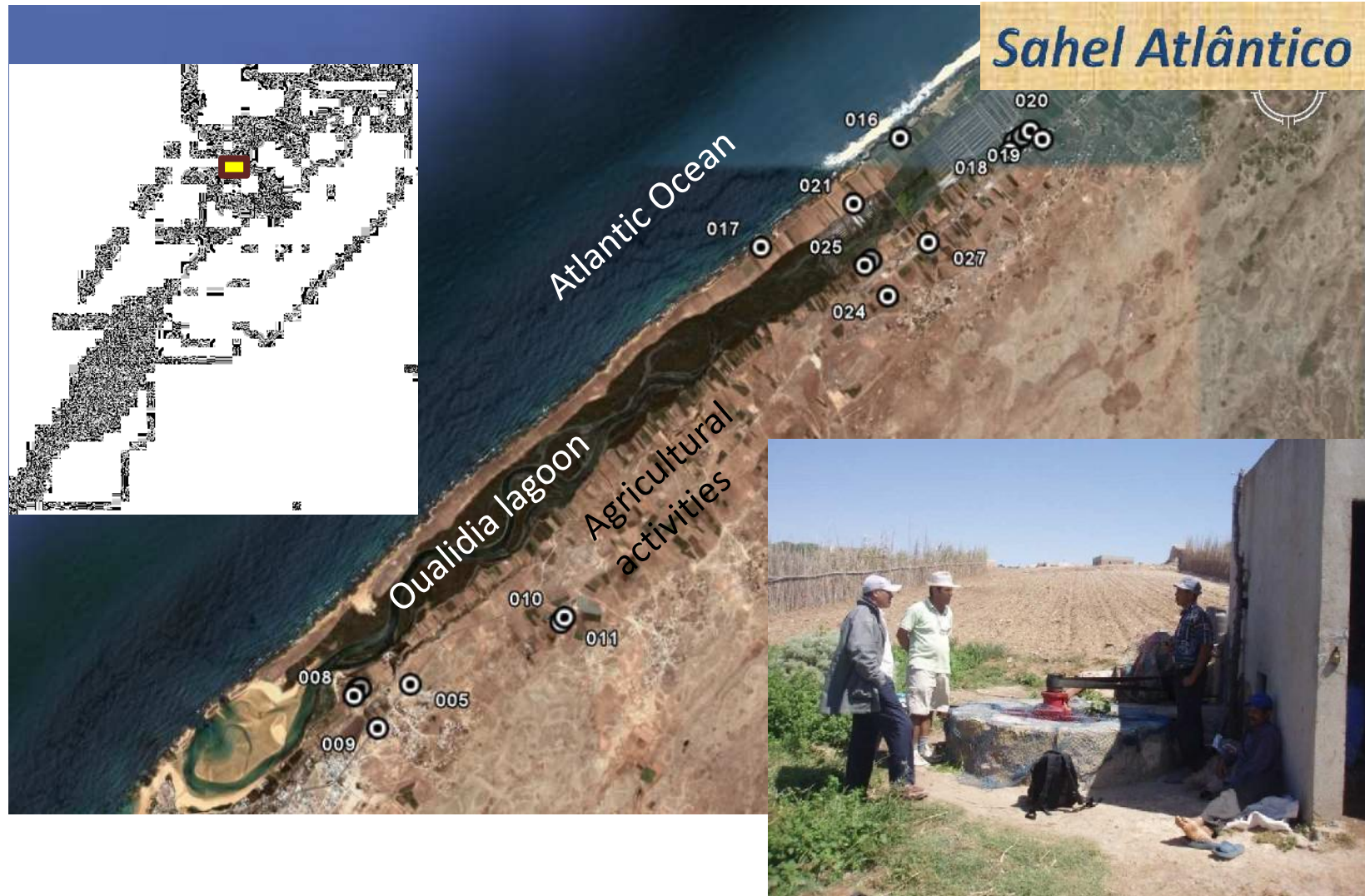


Silva et al. (aceite)  
*Estuarine, Coastal and Shelf Science*

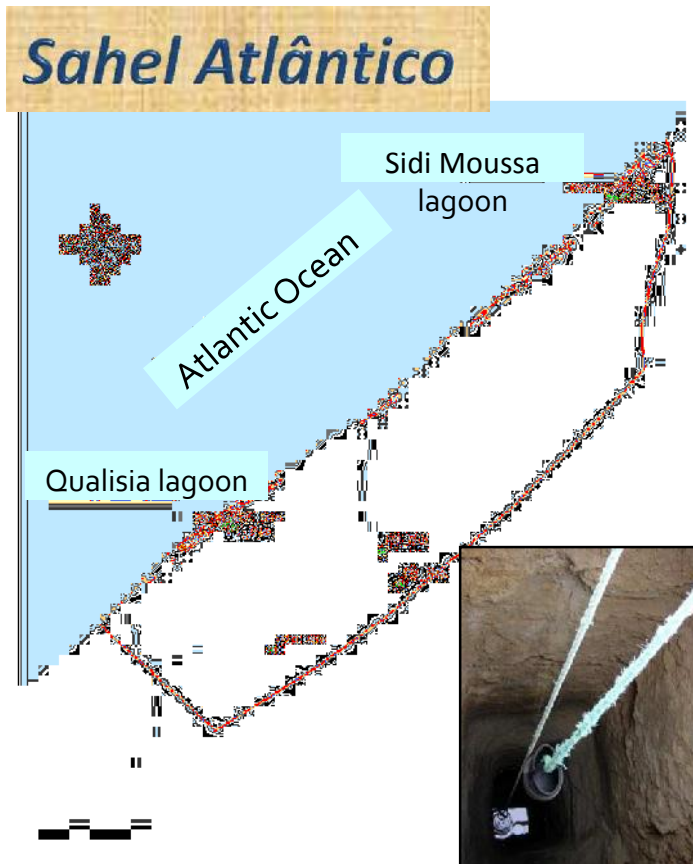
**Possíveis bioindicadores da intrusão  
marinha ou descida na  
disponibilidade de água subterrânea**



# WP4 – Caracterização da fauna subterrânea



## WP4 – Caracterização da fauna subterrânea



- 17 espécies de estigofauna :
- **Oligochaetes**
- **Amphipoda crustáceos**
- **Isopoda crustáceos**



Altamente sensível à poluição antropogênica (agricultura)

Possível efeito da salinidade da água ainda em análise



# WP4 – Caracterização da fauna subterrânea



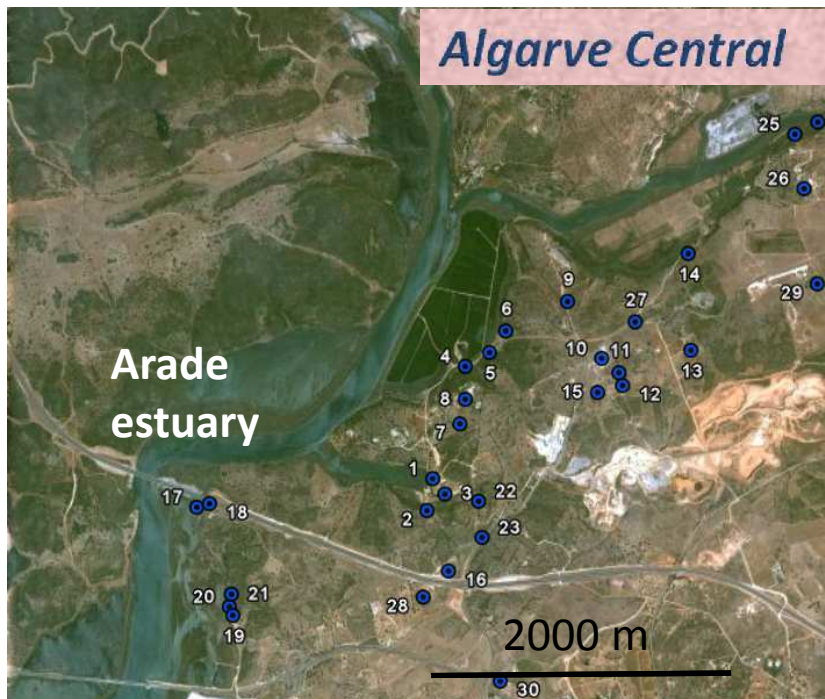


# WP4 – Caracterização da fauna subterrânea

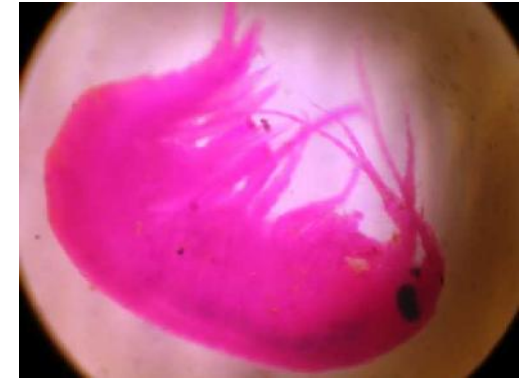


# WP4 – Caracterização da fauna subterrânea

Primeiro estudo  
em Portugal



Silva et al., a submeter a *Freshwater Biology*



Identificação em curso

Resultados preliminares sugerem uma descida na composição e abundância de espécies com descida da salinidade

# CONCLUSIONES

- Al parecer, tan importante para la dimensión ecológica de las políticas de aguas subterráneas integrar la planificación y la gestión de los recursos hídricos, ya sea a través del reconocimiento de los ecosistemas dependientes del agua subterránea como lugares particularmente vulnerables a las actividades antropogénicas, tanto en el papel ecológico de las aguas subterráneas se el desarrollo sostenible de diversas actividades socio-económicas como la agricultura, industria, desarrollo urbano, el turismo, especialmente en las zonas costeras y otros sectores donde la mala gestión de los recursos hídricos puede ser una seria amenaza para la integridad de los ecosistemas y la biodiversidad.





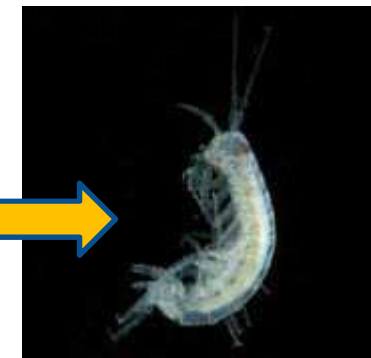
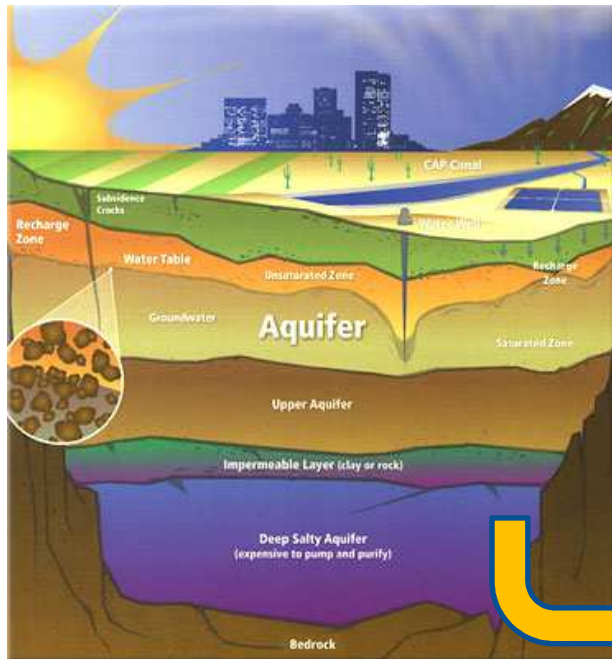
# STYGOFAUNA COMO BIO- INDICADOR DA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA

**Luís Ribeiro**

*CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa,  
Portugal*



# ECOLOGIA DE AGUA SUBTERRÁNEA



# *Groundwater Ecology*



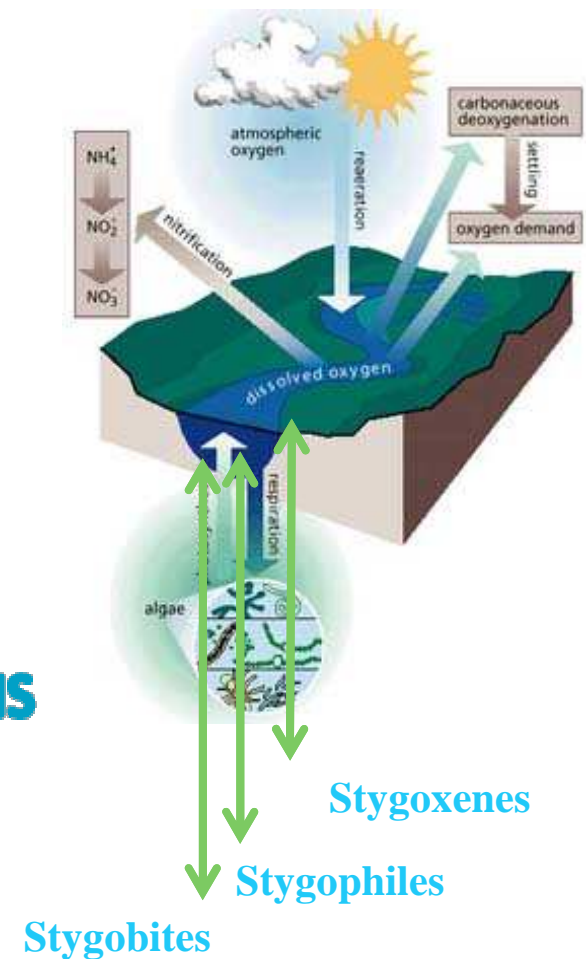
*Edited by*  
Janine Gibert · Dan L. Danielopol · Jack A. Stanford



La ecología de aguas subterráneas es una ciencia en desarrollo en las últimas décadas, que trata de los aspectos estructurales y funcionales de los organismos que habitan en el subsuelo el agua y con las relaciones entre estos organismos y su medio ambiente acuático circundante

En 2002, la Comisión Europea puso en marcha el programa PASCALIS, con el objetivo de mejorar la evaluación de la biodiversidad de las aguas subterráneas y a elaborar directrices y estrategias para su conservación en seis regiones europeas.

Por lo tanto, la presencia o ausencia relativa de las diferentes comunidades o poblaciones de organismos pueden reflejar el impacto de los cambios en la calidad del agua.



# CONDICIONES AMBIENTALES DEL ACUÍFERO

Baja  
concentración  
de nutrientes +  
carbono

Oxígeno  
disuelto  
limitado

Ausencia de  
luz

Espacio libre  
limitado



Adaptaciones  
morfológicas, fisiológicas  
y de comportamiento  
especializados

**STYGOFAUNA = fauna de agua subterránea**



## CARACTERISTICAS DA STYGOFAUNA

- Falta de pigmentación, sin ojos o muy reducidos, y se han mejorado los órganos sensoriales no ópticos, han aumentado la segmentación y son pequeñas de cuerpo para facilitar el movimiento a través del medio intersticial
- La mayoría de las especies tienen un metabolismo lento, son de larga duración y de crecimiento lento, y tienen pocas crías
- La riqueza, la diversidad y la densidad baja y variable (dificultad en la toma de muestras)
- Clasificación especial de los organismos definidos por su relación con el hábitat subterráneo ...

Stygoxege

Stygophile

Stygobyte



# CLASSIFICACIÓN DE STYGOFAUNA

## Stygoxege

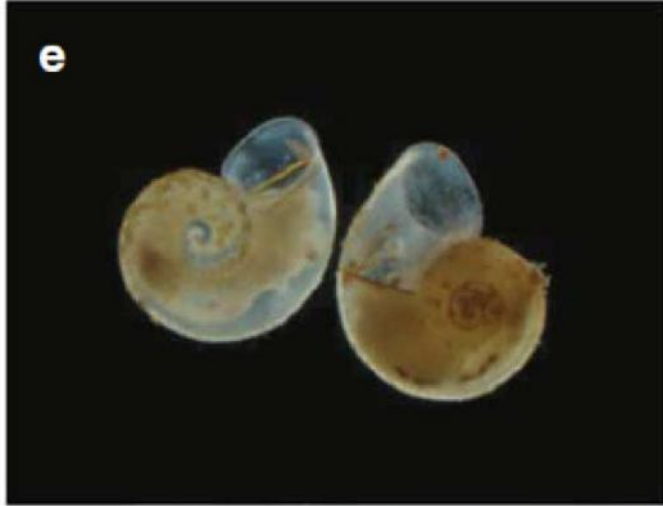
- **No hay afinidad con AS**
- **Ocurren en las cuevas o los sedimentos aluviales**
- **Puede tener importantes funciones como depredadores o presas en los ecosistemas de aguas subterráneas**
- *Por ejemplo: peces, insectos*

## Stygophile

- **AS activamente explotadas**
- **Toman refugio en el sistema**
- **3 categorías:**
  - **ocasionales hyporheos**
  - **amphibite**
  - **permanentes hyporheos**
- *Por ejemplo larvas de insectos, copépodos, ostrácodos, nemátodos, etc*

## Stygobite

- **Formas especializados de AS**
- **hypogean obligatorio**
- *Por ejemplo anfípodos*



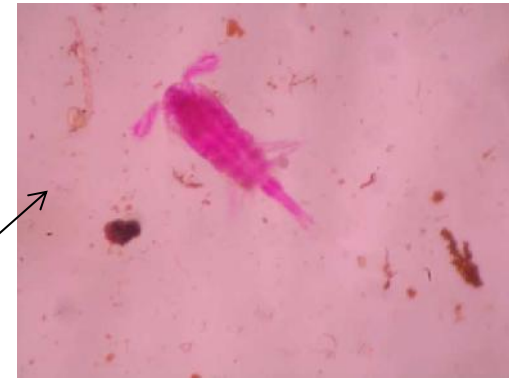
# Stygoxiphiles and stygobites

## Stygoxenes

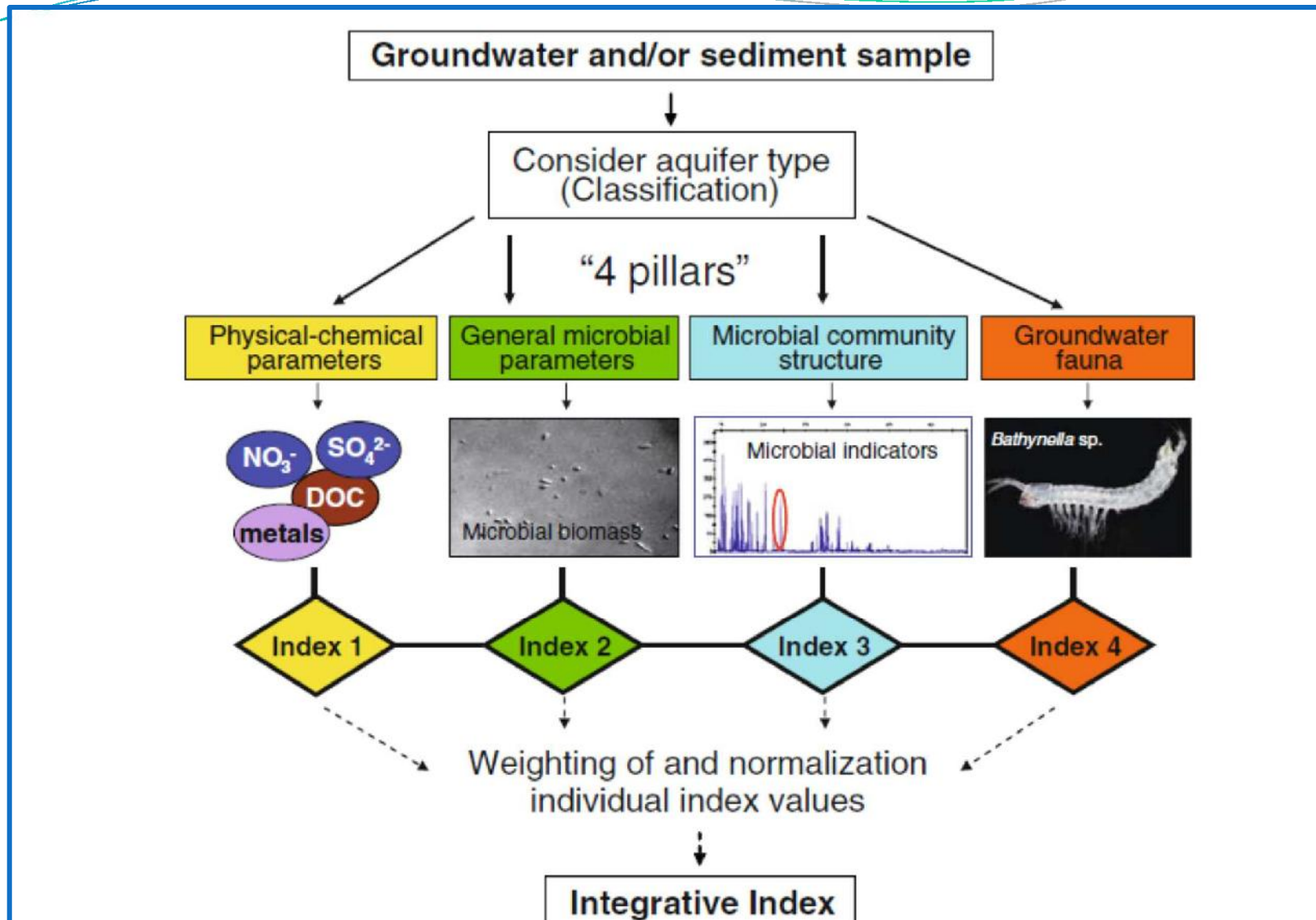


Amphipod,  
ostracods,  
crustaceans, etc

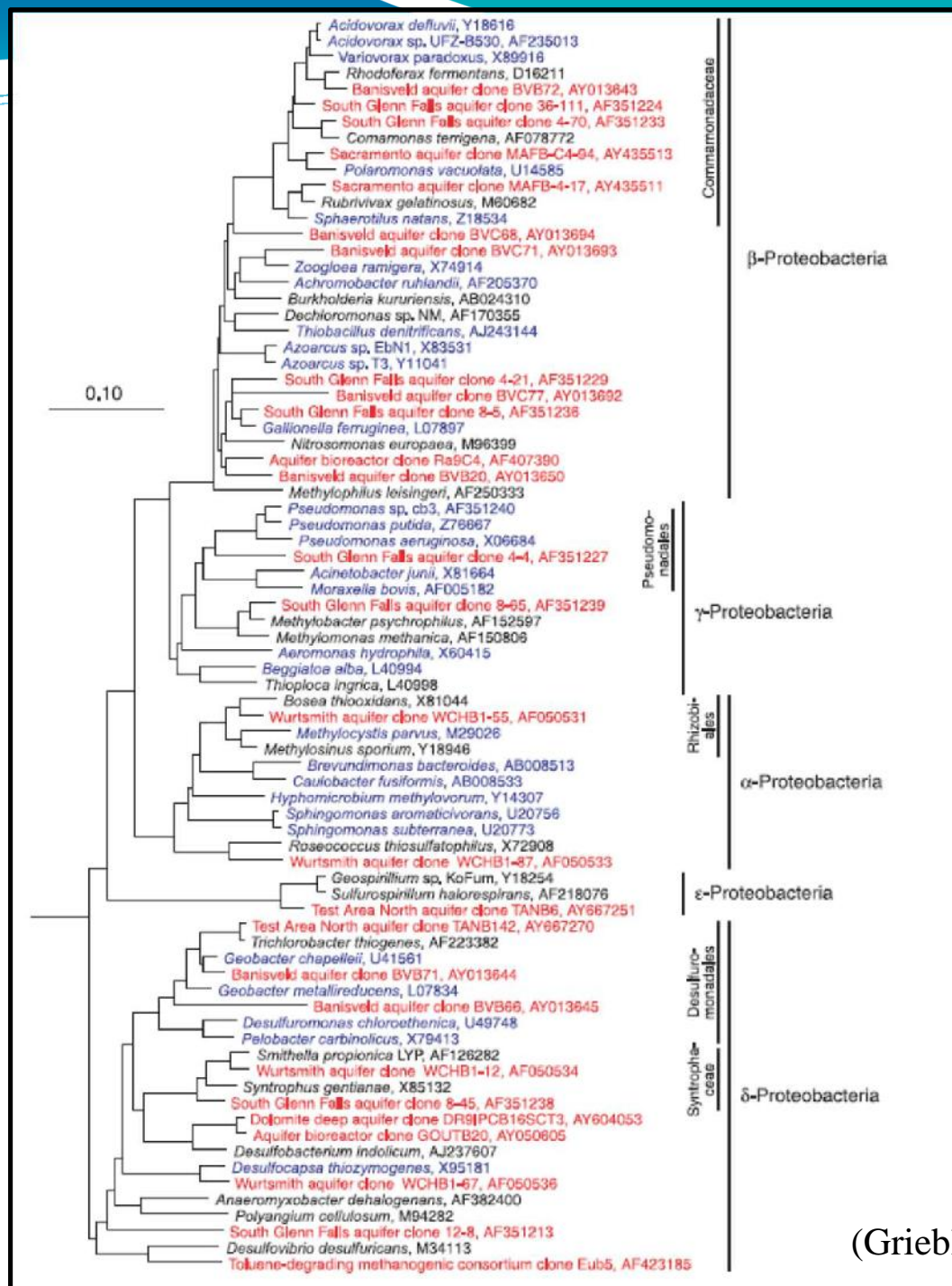
Absence of eyes  
indicates GW life







(Steube et al.,2009)



(Griebler & Lueders 2008)

$$\text{GW-Fauna-Index} = \sqrt{\text{DO (mg/l)}} \bullet \sqrt{\text{Relative Amount of Detritus}} \bullet \text{SD Temperature.}$$

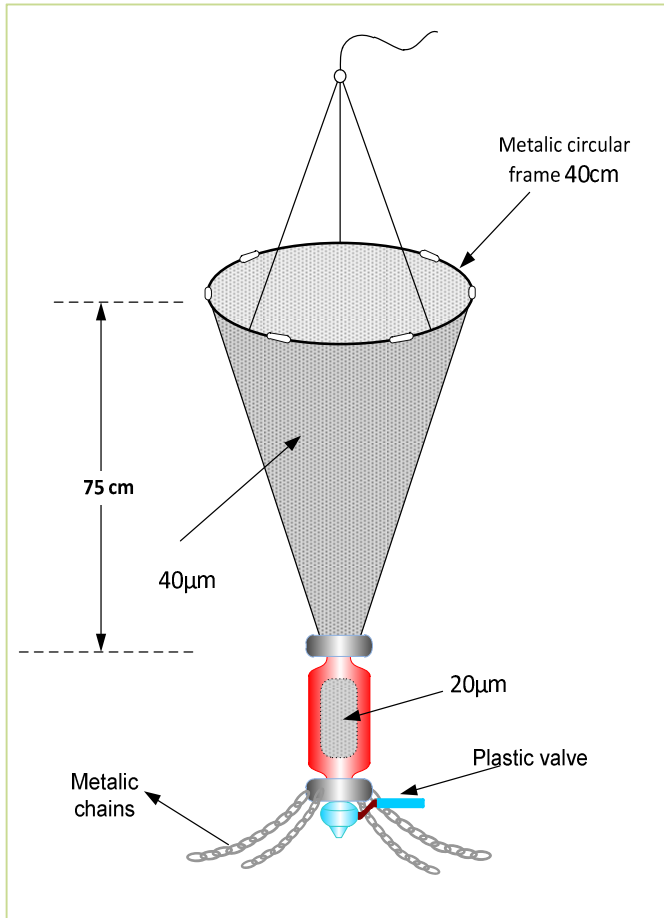
**Table 1.** Estimation of the relative amounts of sediment per sample. From Hahn and Matzke (2005)

Scale	Description	Characterization
0	Absent	No detritus in the sampling vessel
1	Little	Bottom of the sampling vessel ( $\varnothing = 7.6$ cm) slightly covered by detritus
2	Much	Bottom of the sampling vessel covered by several millimetres of detritus
3	Very much	Bottom of the sampling vessel covered by one or more centimetres of detritus

(Hahn, 2006)



# Equipo de muestreo



**La red crea una corriente ascendente en el pozo por los sucesivos movimientos ascendentes y descendentes de la red, capturando de los organismos suspendidos.**



# MUESTREO DE STYGOFAUNA





# MUESTREO DE STYGOFAUNA





# MUESTREO DE STYGOFAUNA



**Examinada al microscopio**



**Separación del fauna de aguas superficiales y subterráneas**



**Identificación**



**Aguas subterráneas y aguas superficiales son componentes interactivos del sistema hidrológico y no puede ser tratado de forma aislada**

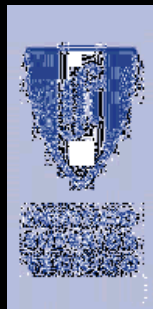
**El intercambio de las aguas subterráneas y las aguas superficiales en los sedimentos saturados de cauce del río-la zona-hiporreica son un vivo ejemplo de esta interacción con sus repercusiones en el la calidad del agua en ambos componentes**



# CLIMWAT

## ASSESSING AND MANAGING THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON COASTAL GROUNDWATER RESOURCES AND DEPENDENT ECOSYSTEMS. (2008-2010)

*Project funded by the 6th FP of European Commission through the CIRCLE  
(Climate Impact Research Coordination for a Larger Europe) program*







# objetivo

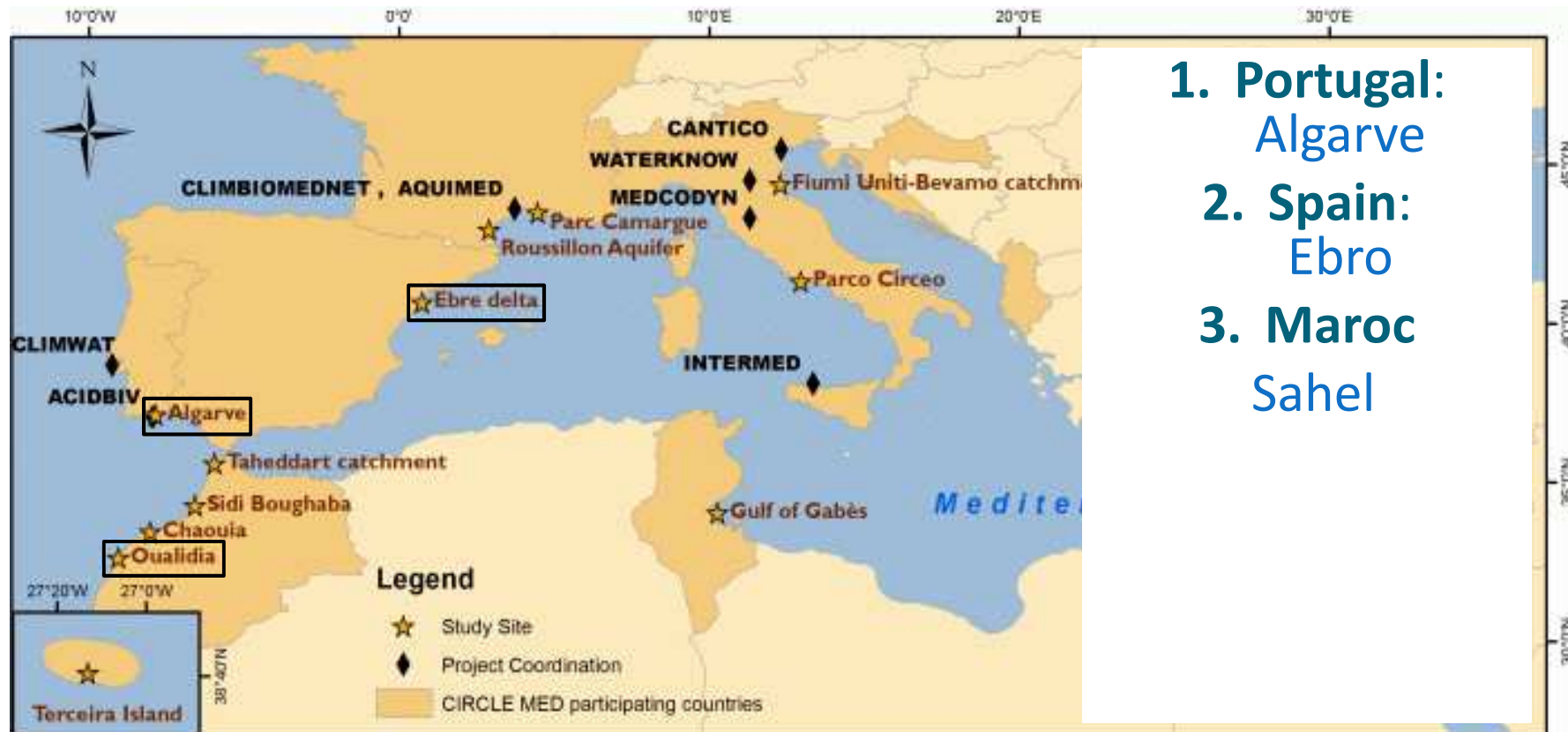
- El proyecto CLIMWAT tuvo como objetivo evaluar el impacto del cambio climático sobre los recursos de aguas subterráneas costeras y EDAS en tres sistemas acuíferos costeros: el centro de Algarve, en Portugal, el Delta del Ebro, en España y en el Sahel Atlántico en Marruecos.
- Lo hace mediante el empleo de una metodología de ajuste basados en escenarios climáticos y la modelización hidrológica e hidrogeológica, así como las herramientas biológicas para el desarrollo de indicadores de los cambios que se producen en los EDAS



# Tareas

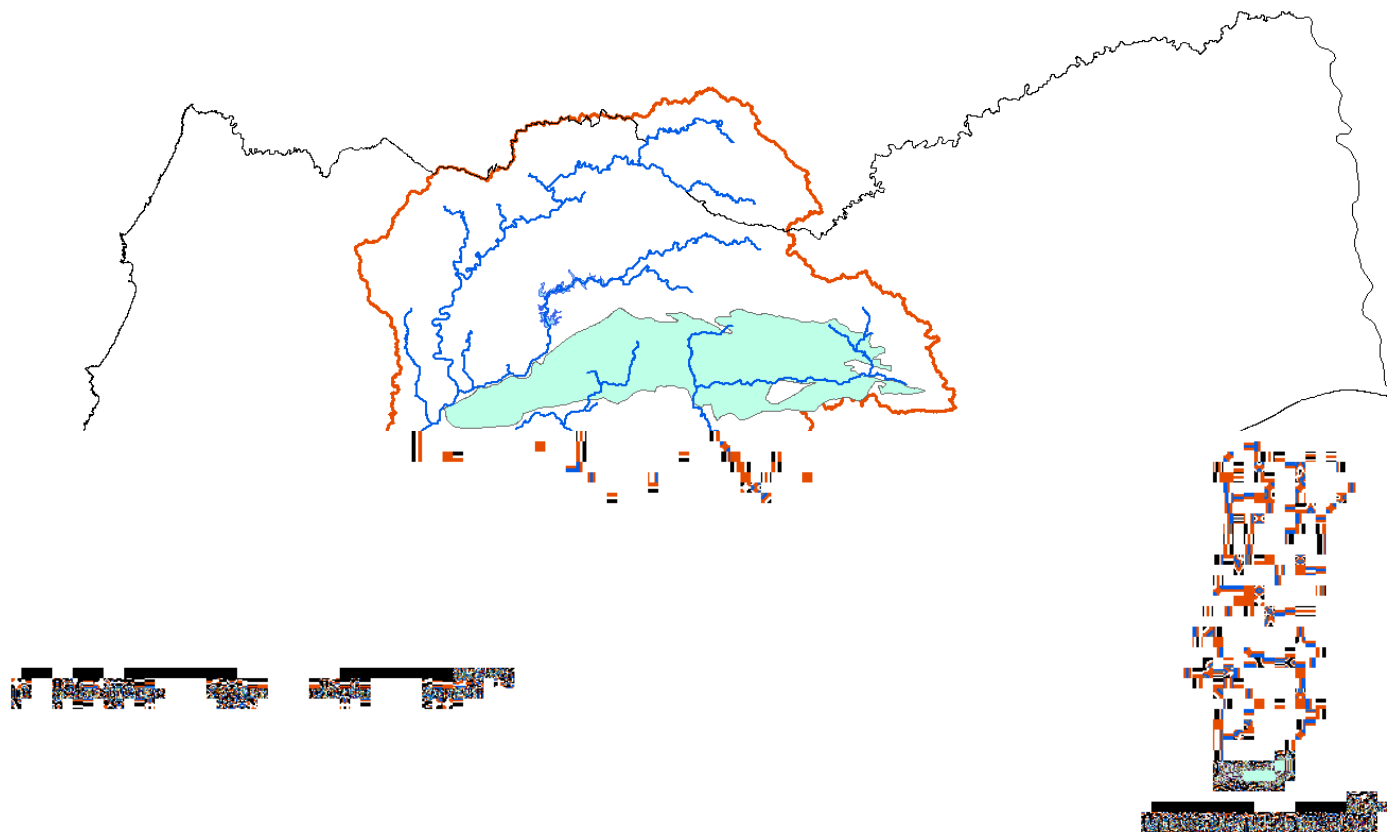
- i. La estimación de los escenarios de cambio climático para las áreas de estudio con una alta resolución espacial y temporal para escenarios múltiples de emisión de CO<sub>2</sub> y / o los modelos climáticos
- ii. La aplicación y la evaluación de los cálculos de balance hídrico y modelos hidrológicos más avanzados para estimar los impactos del cambio climático en el flujo superficial y la recarga de las aguas subterráneas para múltiples escenarios, centrándose en las tendencias a largo plazo (hasta 2100) y los cambios en la variabilidad interanual y estacional;
- iii. El uso de modelos de flujo de agua subterránea y los de transporte para obtener una imagen clara de la evolución de los niveles de agua subterránea y de la calidad bajo los escenarios climáticos futuros, incluyendo el movimiento de la zona de transición dulce / agua salada en las zonas costeras;
- **iv. La evaluación de la estructura de las comunidades de invertebrados en la superficie / aguas subterráneas y las zonas de transición dulce / agua salada, con el fin de estudiar su potencial como bioindicadores de los cambios en la calidad del agua subterránea y la disponibilidad.**

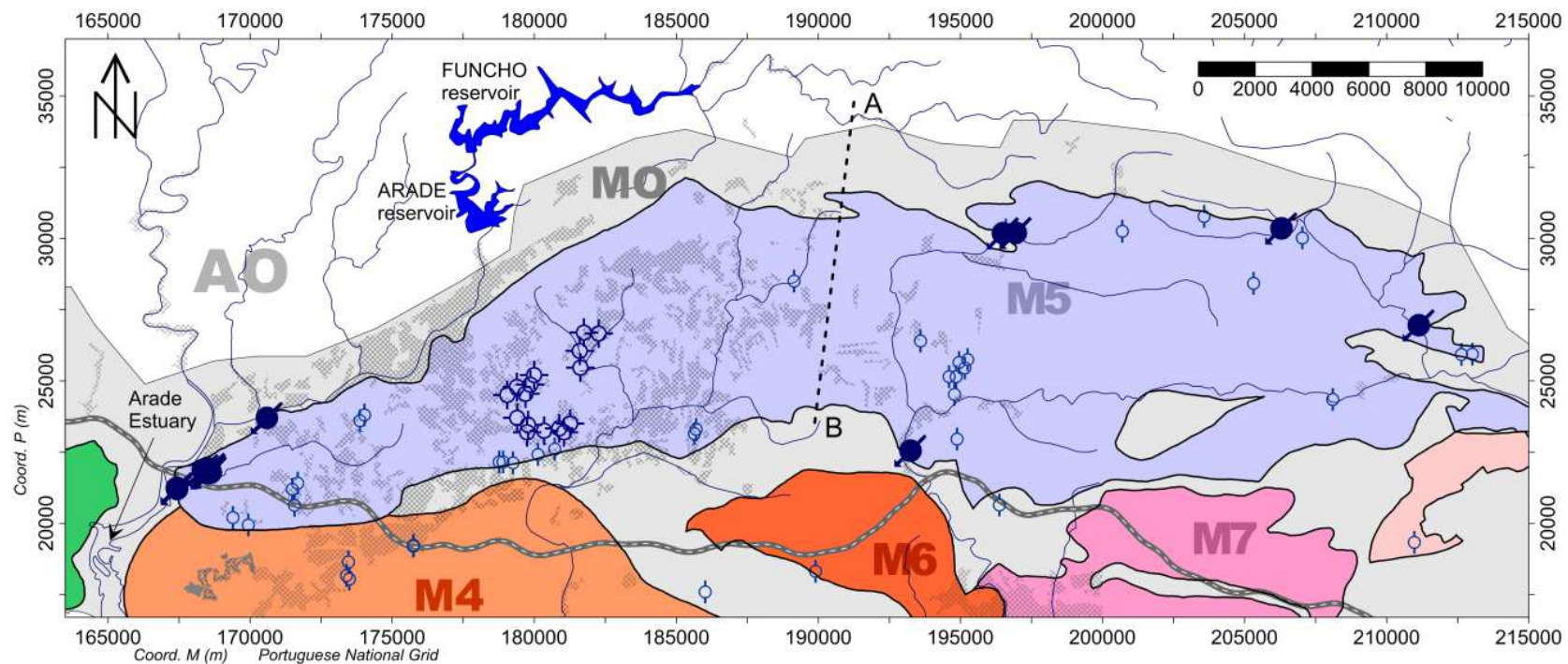
# Ubicación de áreas de estudio





# Portugal – Algarve





### LEGEND

#### Hydrogeological units

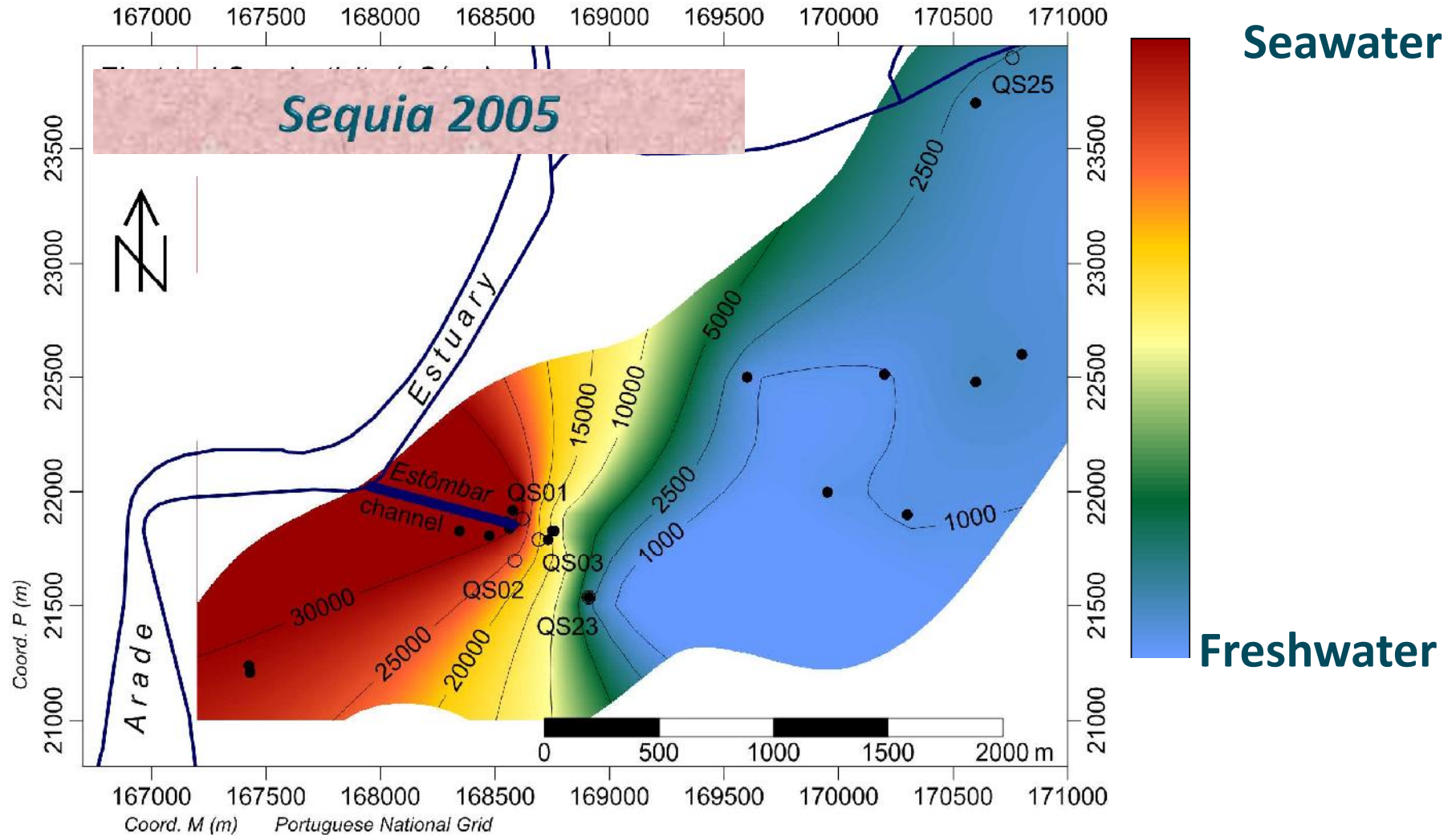
Aquifer system:

- M5 - Querença-Silves: limestone, dolomite
- M6 - Albufeira-Rib.Quarteira: limestone, sandy limestone
- M7 - Quarteira: limestone, dolomite, sandy limestone, sand
- M4 - Ferragudoto: limestone, sandstone, sand

- A0 - Maciço Antigo Indiferenciado schist, graywacke, no significant groundwater circulation
- M0 - Orla Meridional Indiferenciado aquitards (marls, clays, silts) or aquifers of small extent

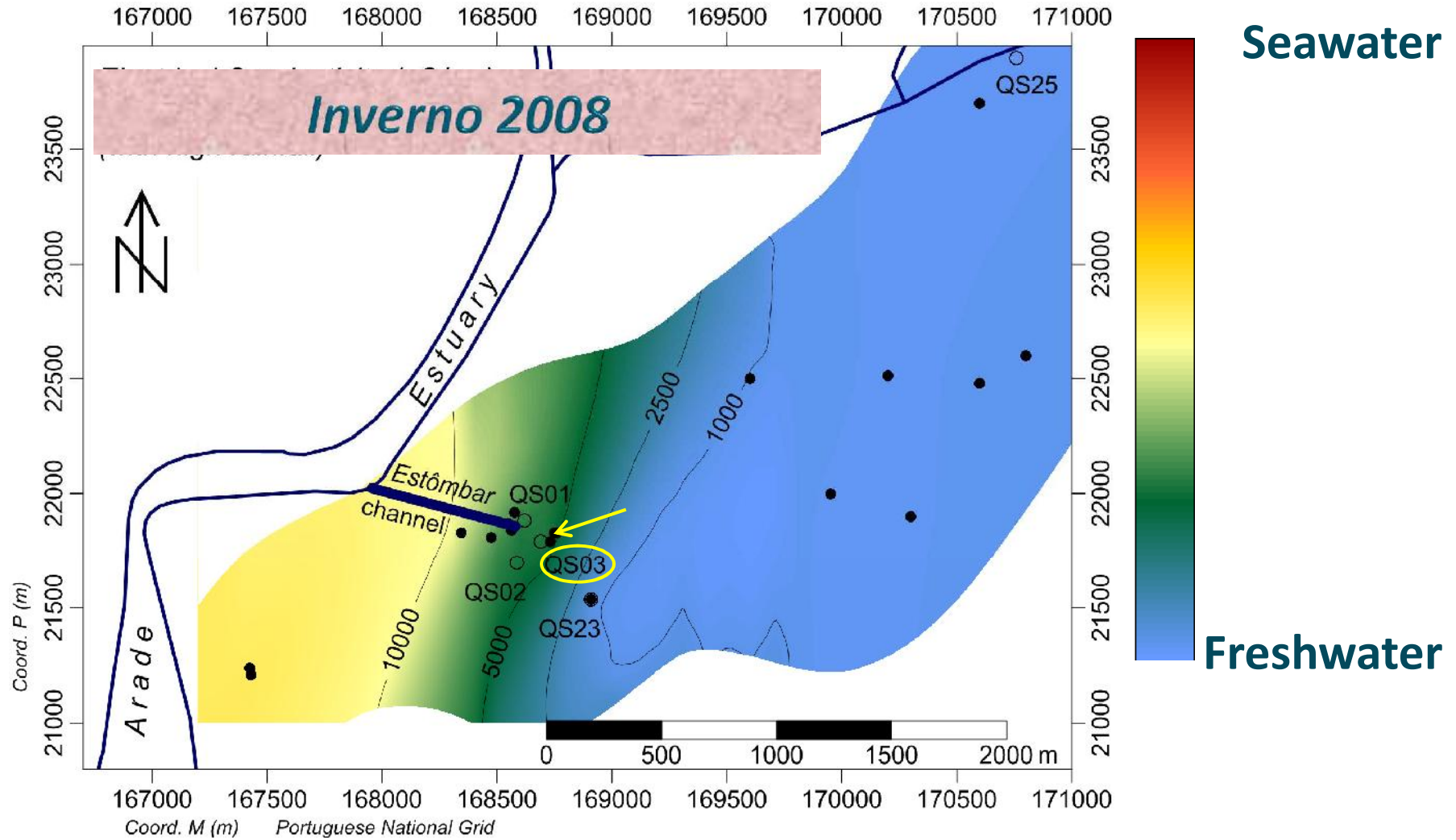
- Municipal public supply well, not active
- AdA Water Utility public supply well
- Groundwater springs
- Water course
- Groundwater irrigated area
- Highway

# Saltwater interface





# Saltwater interface



# Objetivos

**Experiencia I:** se tomaron muestras de los sedimentos para recoger macro invertebrados

i) Caracterizar la variación espacial-temporal de las comunidades bentónicas al largo del gradiente de salinidad que refleja las condiciones de los ecosistemas dependientes de las aguas subterráneas



ii) Identificar las especies específicas de macro-invertebrados que potencialmente podran ser indicadores de descargas de aguas subterráneas en zonas de interface

# Puentes de Mustreo

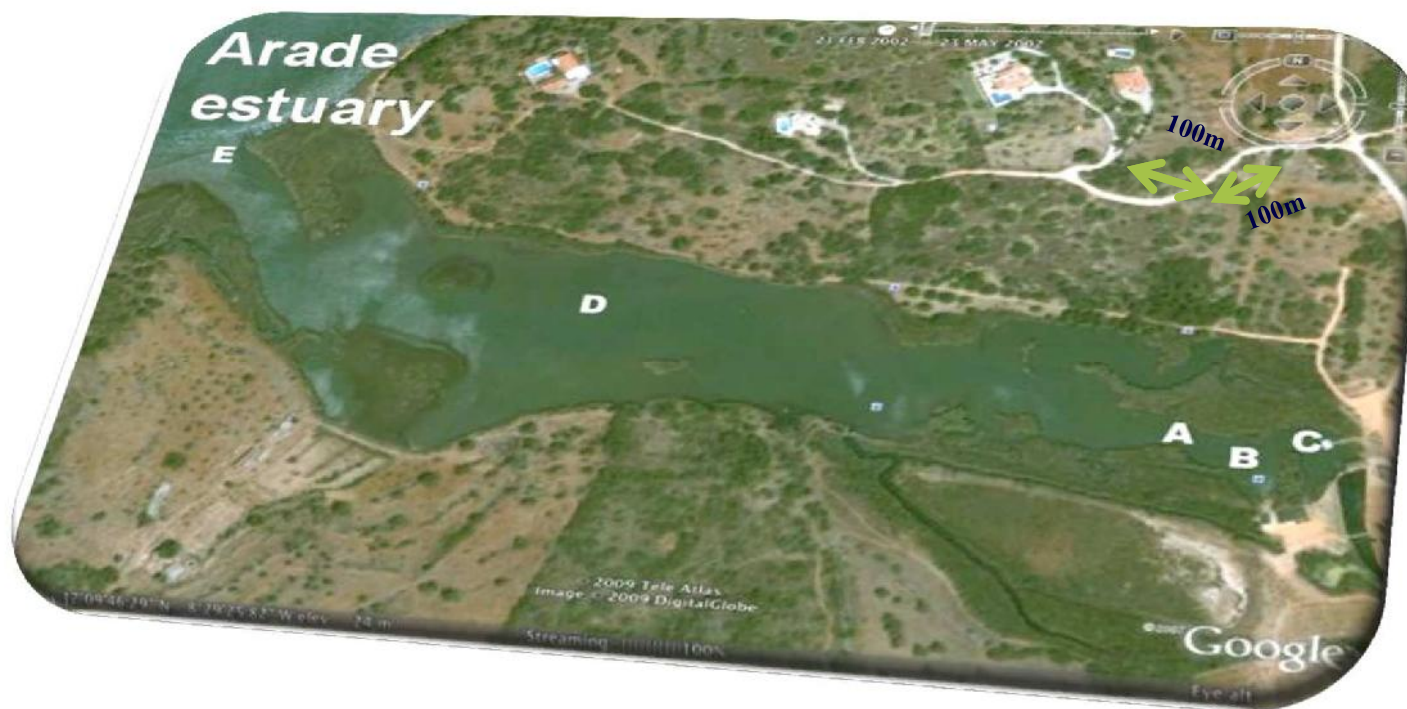




## Diseño del muestreo

Se seleccionó cinco estaciones de muestreo en el sitio Estômbar y su posición refleja el gradiente basado en la distancia, empezando en el punto de descarga superficial de las aguas subterráneas en el estuario.

El muestreo se realizó después de la temporada seca y húmeda (2009)



# Resultados

6.786 invertebrados se colectaron e se identificaron 38 especies



Los más abundantes son:

*Alkmaria romijni* 29%

*Oligochaeta* 26%

*Spionidae* 14%

*Cyathura carinata* 11%

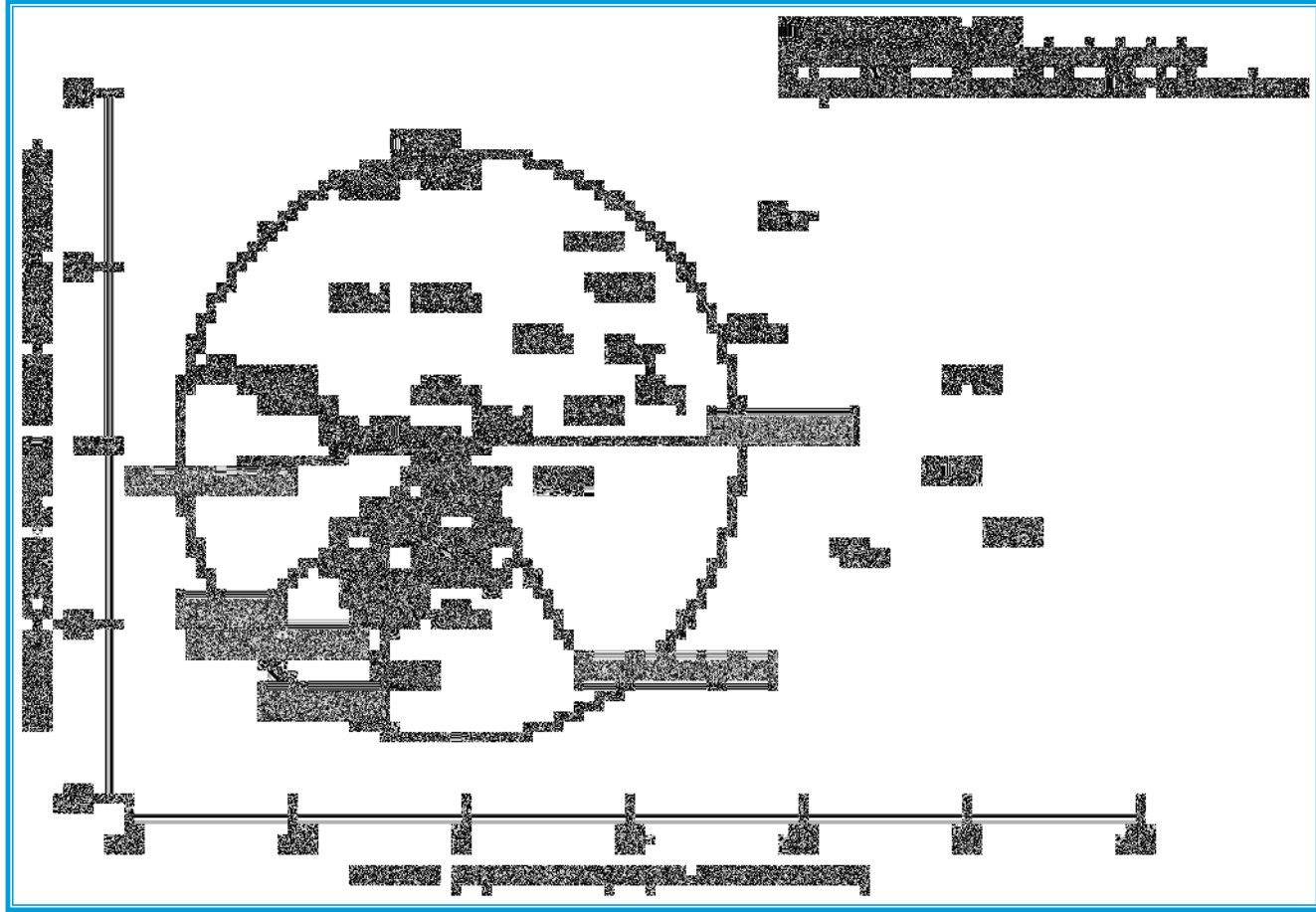
# Análisis de datos

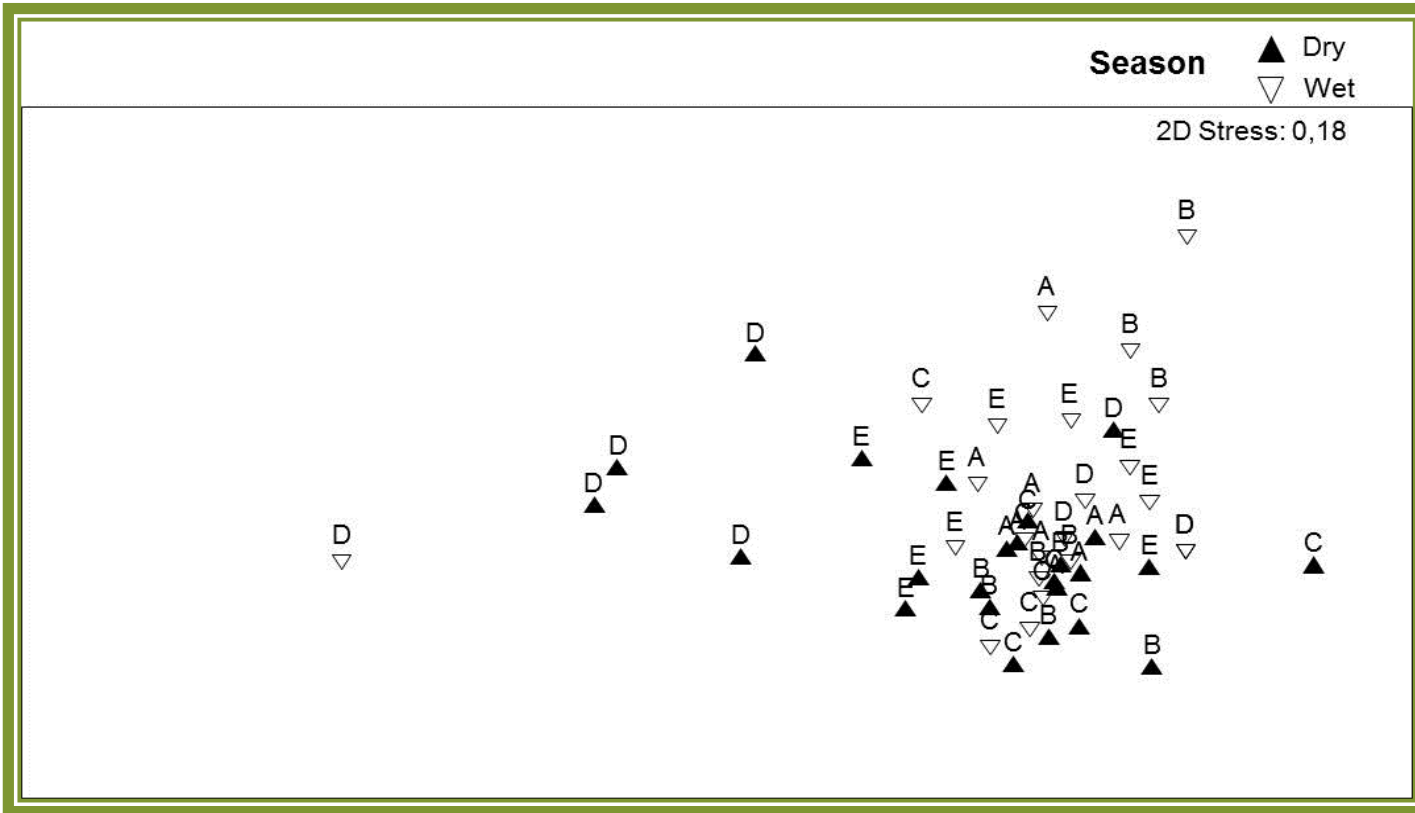
Análisis Multifactorial con el package PRIMER+



- ❖ **Características generales de la comunidad bentónica**
- ❖ **La variabilidad espacio-temporal de la comunidad**
- ❖ **Relación entre variables ambientales y biológicas**







# Resultados

## Distribución de Especies

El análisis SIMPER identificó qué especies más contribuyeron a las diferencias significativas entre períodos para todas las ubicaciones.

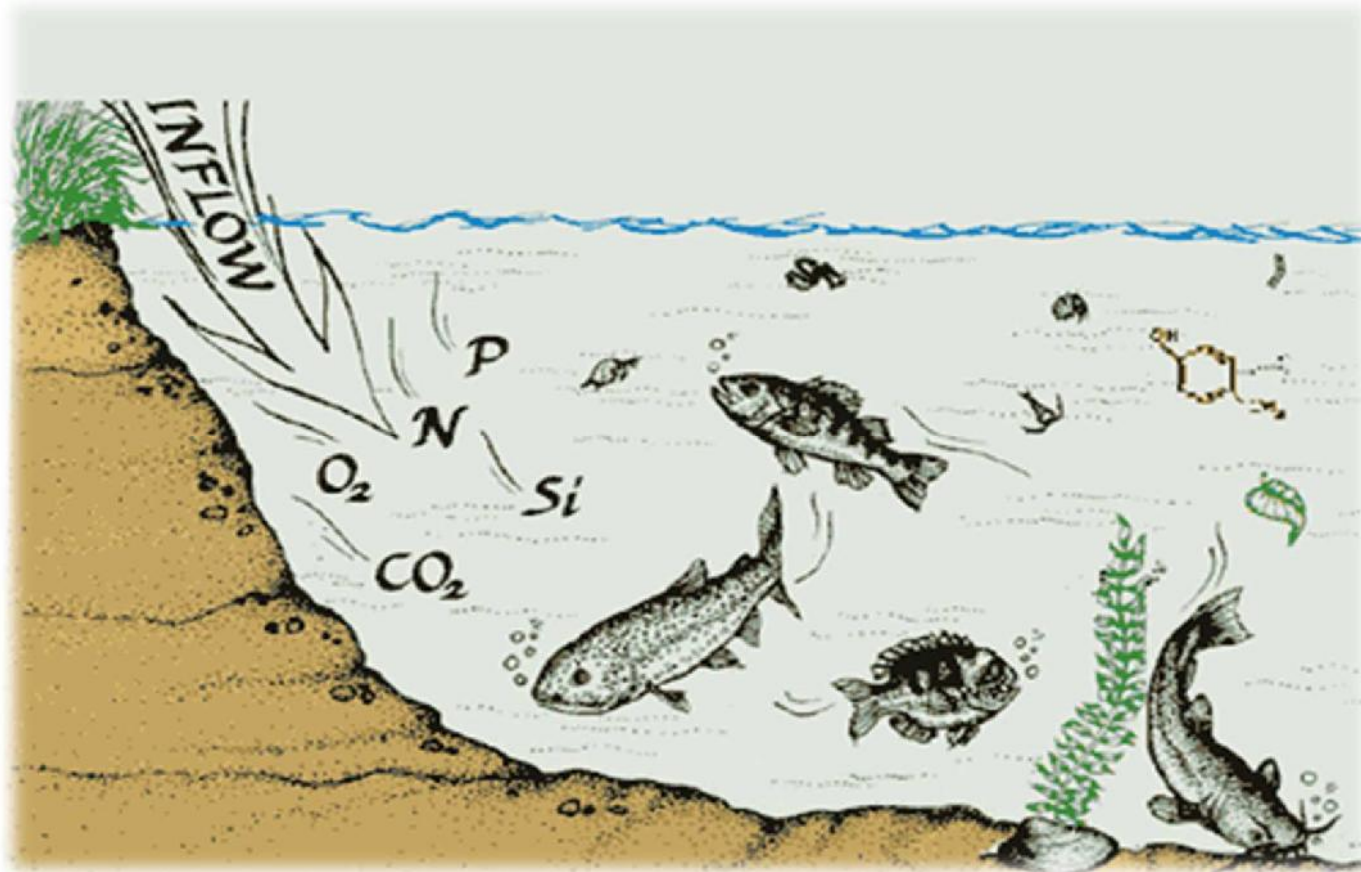
Species	Grupo					
	seco	humido	Av.Diss	Diss/SD	Contr.%	Cum.%
<i>Oligochaeta</i>	1,90	1,19	5,29	1,09	11,34	11,34
<i>Spionidae</i>	1,50	1,63	4,89	1,23	10,48	21,81
<i>Alkmaria romijni</i>	2,01	2,26	4,35	0,98	9,33	31,14
<i>Hediste diversicolor</i>	1,24	1,35	3,61	1,02	7,75	38,89
<i>Capitella capitata</i>	0,97	0,70	3,59	1,18	7,70	46,59
<i>Scrobicularia plana</i>	1,11	0,78	3,15	1,01	6,74	53,33

Qué más contribuyó para diferencias entre temporadas fueron *Oligochaeta* (11%) que, junto con el *Polychaeta Capitella capitata* y el bivalvo *Scrobicularia* tuvo abundancias más altas en el periodo seco que en los tiempos húmedos.



# Resultados

- ❖ **La comunidad mostró evidencia clara de responder a la influencia de la descarga de aguas subterráneas y los tiempos.**
- ❖ **El presente estudio permite la predicción de una disminución en la abundancia de las especies y aumento en el Polychaeta en isópodos, son potencialmente las alertas tempranas de una reducción de la entrada de las aguas subterráneas en esta interacción hábitat.**
- ❖ **La abundancia de la romijni Spionidae, Alkmaria y Hediste diversicolor potencialmente disminuirá en gran medida en virtud de la reducción severa de la descarga de aguas subterráneas en los ecosistemas estuarinos.**
- ❖ **Algunas especies como oligoquetos, los segundos ejemplares más abundantes de nuestras muestras, y Capitella capitata muestran el patrón con la descarga de aguas subterráneas . Ambos eran abundantes al final de la estación seca y los puntos de descarga de agua dulce.**
- ❖ **El romijni Polychaeta Alkmaria era la especie dominante y omnipresente en toda las estaciones de muestreo.**
- ❖ **Entre las variables ambientales, la salinidad fue el parámetro mas importante para explicar la distribución de la comunidad.**





## Estuarine biodiversity as an indicator of groundwater discharge

A.C.F. Silva<sup>a,\*</sup>, P. Tavares<sup>a,1</sup>, M. Shapouri<sup>a</sup>, T.Y. Stigter<sup>a,c</sup>, J.P. Monteiro<sup>a,c</sup>, M. Machado<sup>b</sup>,  
L. Cancela da Fonseca<sup>c,d</sup>, L. Ribeiro<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Centro de Geosistemas-CVRM, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal

<sup>b</sup>Universidade do Algarve, FCT, CCMAR, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal

<sup>c</sup>Universidade do Algarve, Centro de Tecnologias da Água, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal

<sup>d</sup>Laboratório Marítimo da Guia/Centro de Oceanografia, FCUL, Av. N. Sra. do Cabo, 939, 2750-374 Cascais, Portugal

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 8 February 2011

Accepted 3 November 2011

Available online 18 November 2011

#### Keywords:

benthic macrofauna  
salinity gradient  
groundwater  
habitat interface  
climatic and human pressures

### ABSTRACT

Communities located in the interface between marine/brackish and freshwater habitats are likely to be early responders to climatic changes as they are exposed to both saline and freshwater conditions, and thus are expected to be sensitive to any change in their environmental conditions. Climatic effects are predicted to reduce the availability of groundwater, altering the hydrological balance on estuarine-aquifer interfaces. Here, we aimed to characterise the estuarine faunal community along a gradient dependent on groundwater input, under a predicted climatic scenario of reduction in groundwater discharge into the estuary. Sediment macrofauna was sampled along a salinity gradient following both the wet and dry seasons in 2009. Results indicated that species abundance varied significantly with the salinity gradient created by the groundwater discharge into the estuarine habitat and with sampling time. The isopode *Cyathura carinata* (Kreyer, 1847) and the polychaetes *Heteromastus filiformis* (Claparède, 1864) and *Hediste diversicolor* O.F. Müller, 1776 were associated with the more saline locations, while oligochaeta and Spionidae were more abundant in areas of lower salinity. The polychaete *Aikmaria romijni* Horst, 1919 was the dominant species and ubiquitous throughout sampling stations. This study provides evidence for estuarine fauna to be considered as a potentially valuable indicator of variation in the input of groundwater into marine-freshwater interface habitats, expected from climatic pressures on aquifer levels, condition and recharge rates. For instance, a reduction in the abundance of some polychaete species, found here to be more abundant in freshwater conditions, and increasing Oligochaeta found here on higher salinities, can potentially be early warnings of a reduction in the input of groundwater into estuaries. Estuarine benthic species are often the main prey for commercially important fish predators such as in our case study, making it important to monitor the aquatic habitat interfaces taking into consideration the estuarine macrobenthos and groundwater availability in the system.

© 2011 Elsevier Ltd. All rights reserved.

### 1. Introduction

Freshwater ecosystems have been important sources for the development of environmental monitoring programmes (De Pauw et al., 1992), but these solutions are hardly applicable to the very variable tide-related characteristics of the brackish estuarine environment such as salinity variation. Hence, there is a necessity of developing rapid tools for monitoring the marked estuarine environmental gradients such as salinity, particularly for habitats

which are subject to groundwater influence (McKenna and Martin, 2004), as this key resource is under severe climatic and human pressure (Danielopol et al., 2003).

The evaluation of shifts in the species presence on an ecosystem is a valid strategy for environmental monitoring (Van Hoey et al., 2010), because the life cycle of organisms integrates alterations on the environmental characteristics in a relatively wide period of time. This approach overcomes the limitations of an evaluation of the environmental condition singly based on physical–chemical parameters, which does not consider the consequences of environmental alterations on the ecosystem (Cairns et al., 1993). Management plans which include biological indicators are advantageous because they incorporate the conjugated action of environmental conditions and make the impact easily detectable.

\* Corresponding author.

E-mail address: [ana.c.f.silva@st.utl.pt](mailto:ana.c.f.silva@st.utl.pt) (A.C.F. Silva).

<sup>1</sup> Deceased.



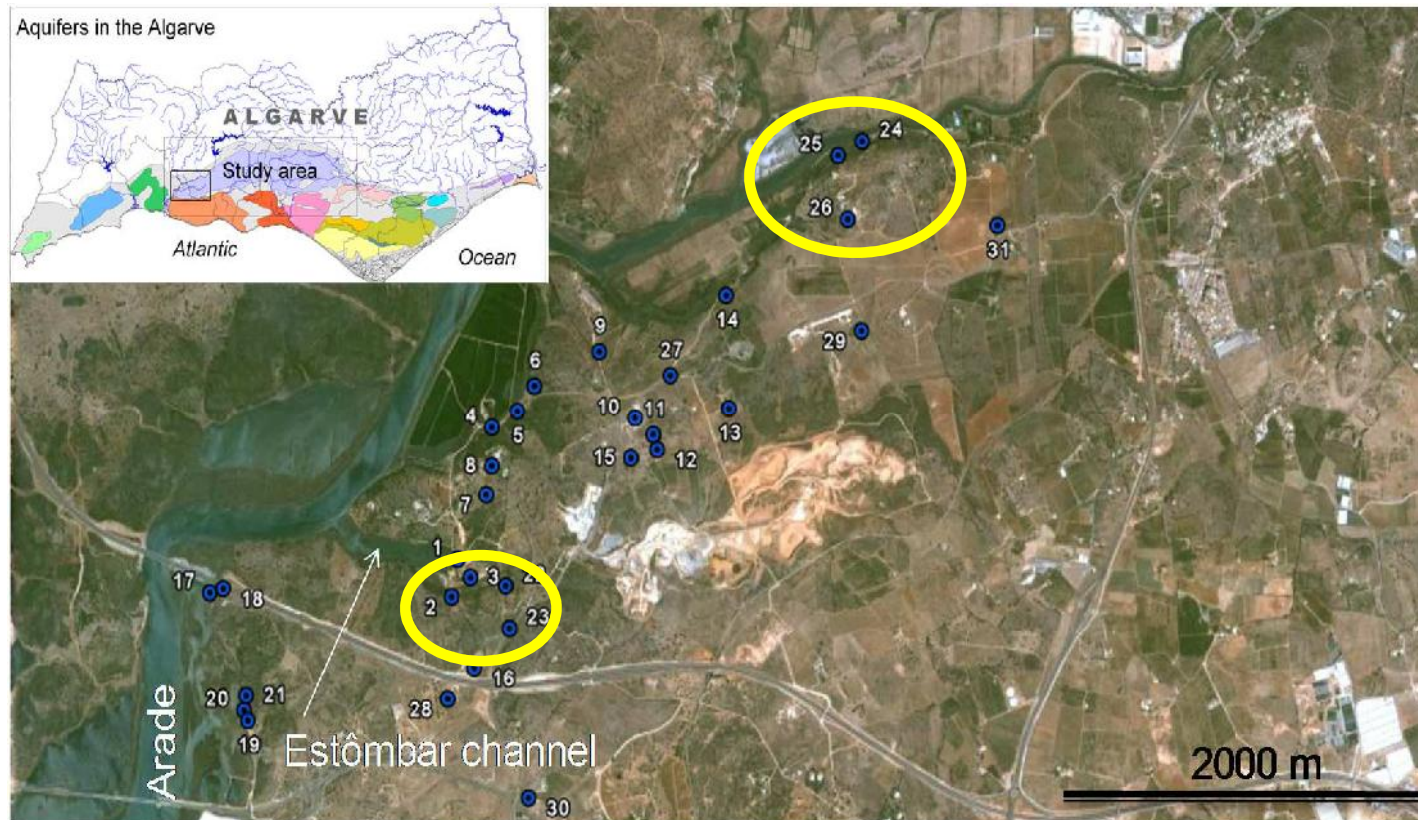
# Experiência II . Fauna de los pozos

## OBJECTIVO

Examinar la sensibilidad de stygofauna a la variación en la salinidad de las aguas subterráneas

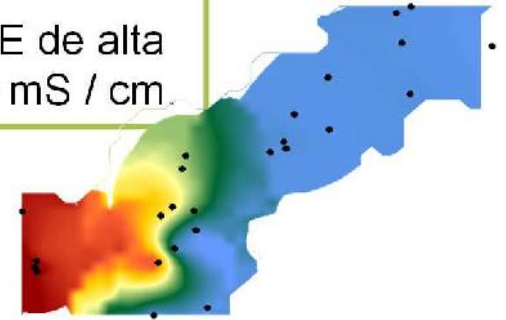


# Muestreo de pozos



# Diseño de la muestra pozos y las evaluaciones de la fauna

Dos categorías de pozos fueron seleccionados: pozos de CE de alta salinidad  $> 6000$  mS/cm y pozos de baja salinidad  $CE < 1400$  mS / cm.



Planificación de una estrategia de muestreo eficiente está fuertemente limitada por las dificultades en el acceso al medio subterráneo, especialmente en hábitats freáticas profundos.

El stygofauna particular, está dominada por crustáceos (65% de las especies) y para este estudio sólo Crustáceos (Ostrácodos, copépodos, Amphipodes) fueron estudiados y considerados.



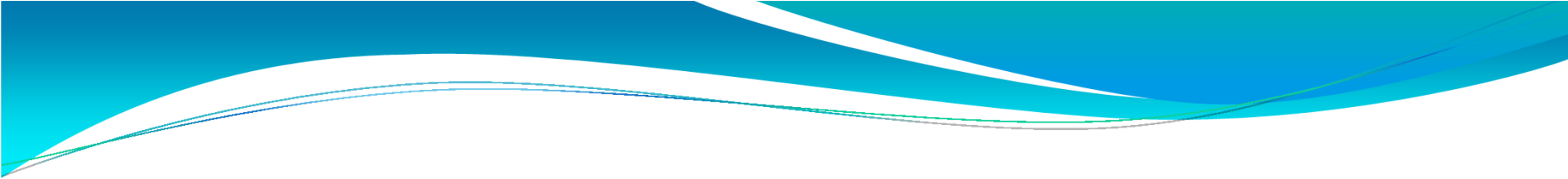


Un total de 612  
especímenes de  
crustáceos han sido  
identificados Se  
identificó un total de 19  
especies.

Cyclopodias son los  
ejemplares más  
dominantes.  
(Q4 y Q5). El pozo Q4  
tiene mayor riqueza de  
especies en comparación  
con otros pozos.



from left up to right down: *Gammarus pulex*/*Eucyclops serrulatus serrulatus* /  
*Cypridopsis vidua*/ *Harpacticoida*/ *Macrocyclops albidus*/ *Eucyclops* / *Megacyclops*  
*viridis*/



Well code	PH	Depth (m)	EC (µm/cm)	Dis. Oxi.(mg/l)	Temp (C)	Hyd.head (m)
Q5	7.75	2	12987	1.5	15.3	1.7
Q1	7.44	2	8162	4.4	19.63	1.3
Q3	7.49	3.65	6100	0.88	15.71	3
Q6	7.58	>30	848	6.15	15.43	n.a.
Q4	7.03	>10	1390	3.61	17.6	5.6
Q2	7.37	1	9113	3.72	16.2	0.95
Spring	7.25	n.a.	759	6.38	20	n.a._

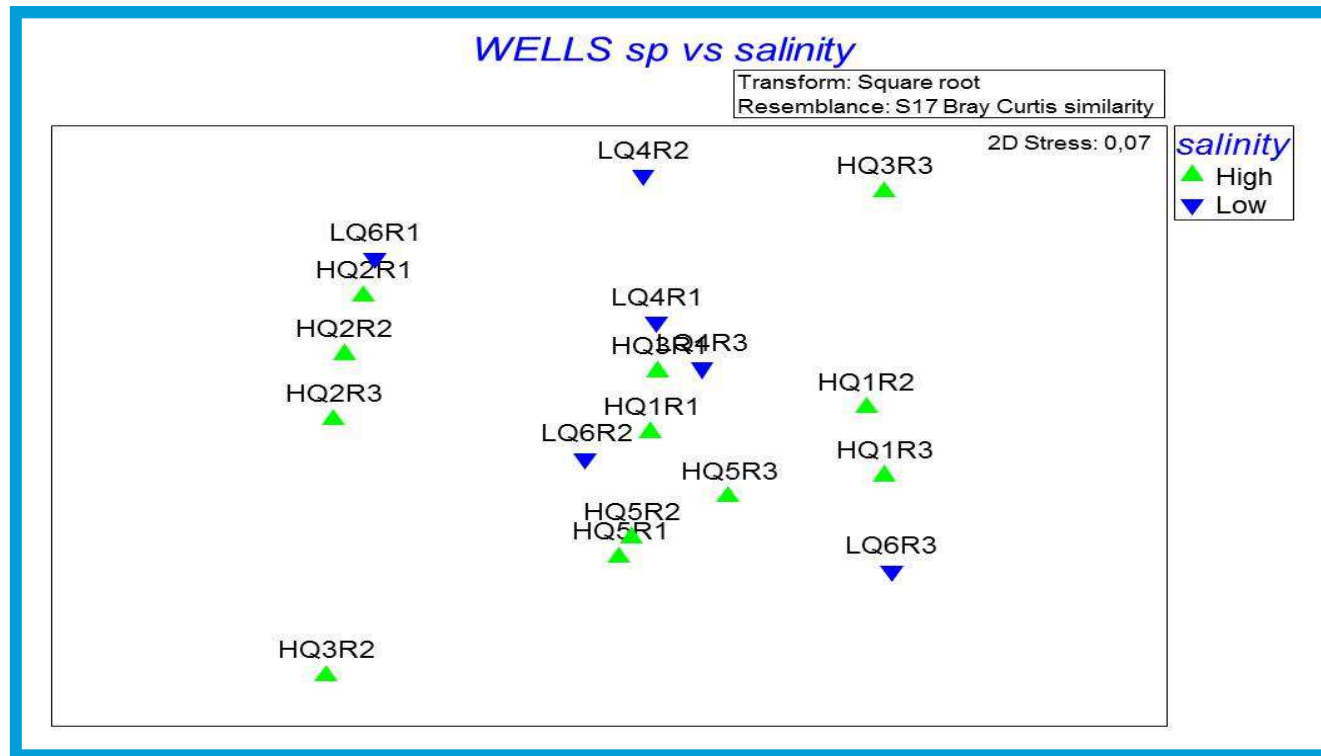
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Spring
<b>Halicyclops sp.</b>	Brackish W.								
<b><i>Eucyclops graeteri</i></b>	Stygobite	Most Abound. 37%							
<b><i>Eucyclops serrulatus</i></b>	epigean								
<b><i>Eucyclops hadjebensis</i></b>	Stygobite	Only in Q4							
<b><i>Eucyclops speratus</i></b>	Epigean								
<b><i>Megacyclops brachypus</i></b>	Stygobite								
<b><i>Acanthocyclops sp.</i></b>									
<b><i>Acanthocyclops sensitivus</i></b>	Stygobite	common GW species							
<b><i>Megacyclops viridis</i></b>	Epigean								
<b><i>Macrocyclus sp.</i></b>	Epigean								



			Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Spring
<i>Cypria ophtalmica</i>	stygoxene, stygophile	Dominant Ostracod/Q4							
<i>Cypridopsis vidua</i>	stygoxene, stygophile								
<i>Bradleycypris oblique</i>	stygoxene, stygophile								
<b>Amphipoda</b>			1	12	1	1	0	3	
Gammaridae	Tolerant diff. salinity								
<i>Sphroma</i> sp.									
<i>Gammarus</i> sp.									
<i>Gammarus pulex</i>	freshwater	Sensi.to water pollution							
<b>Copepoda</b>			2				2		3
Harpacticoida									



## La estructura de la comunidad varió entre pozos con diferentes categorías de salinidad



MDS ordination of wells fauna samples collected from 6 different wells (Q1-Q6), with three replicate from each well (R1-R3) grouped into two groups of salinity categories (H: high and L:low salinities).



# Resultados

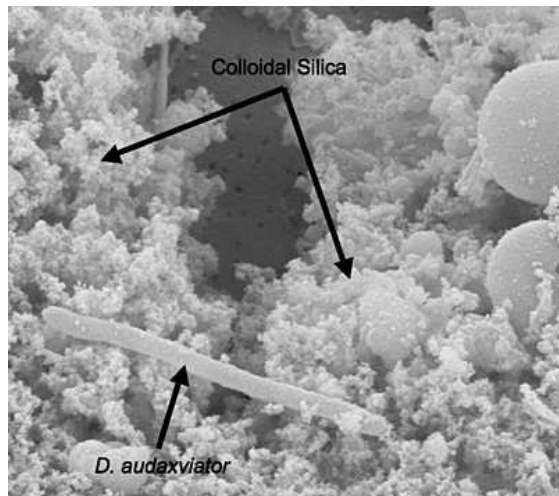
- ❖ **Hubo una aparente relación entre el nivel de salinidad del agua de pozo y la presencia de stygofauna**
- ❖ **Las especies *Eucyclops speratus*, *Eucyclops hadjebensis*, *Megacyclops viridis*, *Acanthocyclops* Particularmente están asociadas a condiciones de baja salinidad (conductividad eléctrica  $<1,500$  mS / s), siendo indicadores potenciales para la intrusión salina si su abundancia disminuyen grandemente.**
- ❖ ***Halicyclops* sp. es un posible indicador de las condiciones de salinidad elevada (conductividad eléctrica  $> 6000$  mS / s).**
- ❖ **La mayor diversidad y mayor abundancia fueron encontrados en la condiciones de salinidad más baja**
- ❖ **Otros estudios sobre los pozos de alta y de baja salinidad son necesarios para esclarecer la relación entre la presencia de las especies y las condiciones de salinidad.**

## STYGOFAUNA - BIOINDICADOR



Amfípodes e copépodes  
(Crustáceos)

- Indicadores de
- água subterrânea não poluída
  - regimes hidricos do aquífero
    - Estrutura do aquífero
  - Ex. *Diacyclops languidoides*



Biodiversidade de  
bactérias

Indicadores de água subterrânea pristina a moderadamente impactada por contaminantes orgânicos

## STYGOFAUNA - BIOINDICADOR



Concentrações elevadas de nitratos incompatíveis com stygobiontes



Macroinvertebrados utilizados para monitorizar entrada de contaminação por metais (e.g crómio) na água subterrânea ou efeitos de contaminação térmica nos aquíferos





## **Consideraciones finales**

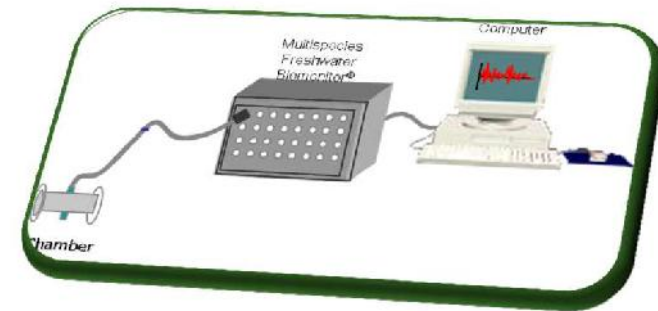
**Ha habido una resistencia en el uso de indicadores biológicos para evaluar las condiciones de las aguas subterráneas.**

**Esta resistencia refleja las preocupaciones acerca de los costos de muestreo , las limitaciones taxonómicas , la falta de datos de referencia para la comparación, y la incertidumbre acerca de cómo interpretar la stygofauna.**

**Este trabajo inicia el estudio sobre stygofauna en el sur de Portugal, con la esperanza de superar estas restricciones proporcionando datos de referencia para el futuro.**

# WATERSENSE

**Sensing and environmental  
management of surface-  
groundwater contaminated  
systems**



# ACQUEAU EUREKA LABEL



This is to certify that Acqueau Eureka Label has been awarded  
to the project:

## WATERSENSE

under project leader Águas do Ribatejo

03.10.2012

Xavier Chazelle  
Chairman of the Board



ACQUEAU AISBL – 0828.194.215  
This certificate is the property of ACQUEAU  
Returnable on request

