

## 8. CONCLUSIONES

A efectos del estudio de cada uno de los humedales, se planteó la necesidad de obtener una amplia información de todos aquellos aspectos que pueden considerarse como elementos que definen las características hidrogeológicas y geomorfológicas de cada una de las zonas.

Esta información queda recogida en las fichas de las distintas zonas húmedas litorales, en las que se incluyen los datos de campo obtenidos en el momento del muestreo, con descripciones de la cobertura vegetal, estado de la cubeta, posibles impactos naturales y antropogénicos. Además, se incluye el encuadre geológico de la zona donde se ubica el humedal, determinando las características geológicas, hidrogeológicas e hidroquímicas.

Se han establecido los indicadores físico-químicos y los indicadores biológicos obtenidos en cada uno de los muestreos, que han permitido calcular los índices tróficos y los índices bióticos que caracterizan cada uno de los humedales, estableciéndose unas fichas resumen con una valoración en función de los distintos indicadores.

Efectuando una recopilación tanto de las descripciones de cada humedal como de los resultados de los análisis estadísticos, se han determinado dentro de cada tipología los siguientes grupos:

### **Tipología III:**

Se diferencian dos humedales muy alterados, las desembocaduras de los ríos Antas y Aguas. Otros, con un nivel trófico variable entre mesotróficos y eutróficos (Tarelo, las Albuferas Honda y Nueva de Adra y la desembocadura del Guadalhorce) tienen un funcionamiento y características muy parecidas. Las Charcas interdunares de Cabo Trafalgar funcionan de manera diferente y están muy bien conservadas.

En las más contaminadas las comunidades de fitoplancton y zooplancton son muy poco diversas y con individuos de pequeña talla. En el resto hay más diversidad de especies y la autoecología ha ido marcando los distintos niveles tróficos.

Respecto a la cobertura vegetal, esta tipología es más heterogénea que la anterior. La mayoría de los humedales que engloba presentan una cobertura importante. En los más deteriorados resulta pobre en especies aunque densa en biomasa.

Las especies mejor repartidas son *Tamarix africana*, *Phragmites australis* y *Typha dominguensis*. La vegetación sumergida enraizada se reduce a *Najas marina* en la Albufera Nueva de Adra, por lo que ha sido más generalizado el predominio de fondos despoblados. La desembocadura del Guadalhorce también resulta una excepción, ya que presenta un desarrollo desmesurado de algas filamentosas sobre todo el sedimento.

Las Charcas Interdunares de Cabo Trafalgar, aun estando dentro de esta tipología son completamente diferentes en estructura, ya que aparecen muy despobladas de forma natural tanto de vegetación sumergida como emergente.

#### **Tipología VI:**

Aparecen dos tipos de humedales, los que son muy salinos pero sin entrada de agua de mar (Charcones de Punta Entinas, Salinas de Cabo de Gata, Cerrillos y Guardias Viejas) y los que se ven sometidos al régimen mareal (todas las marismas).

En el primer caso llegan a aparecer especies tolerantes a salinidades muy altas y que nunca aparecen en el mar, como *Arctodiaptomus salinus*. Las comunidades planctónicas en el segundo caso presentan especies marinas que nunca se dan en aguas interiores, aun de salinidad elevada.

La estructura vegetal está marcada por la salinidad en todos ellos. Las especies vegetales que predominan en ambos grupos son muy parecidas, tanto en las que tienen influencia directa de la marea como en las salinas. Aparecen *Spartina*, *Limoniastrum*, *Salicornia*, *Sarcocornia*, etc, como *taxa* más característicos, aunque en algunas zonas que reciban aportes de agua dulce pueden aparecer tarajes (*Tamarix*) y carrizos (*Phragmites*) localmente, tal es el caso de las Salinas de Cabo de Gata.

#### **Tipología VII:**

Dentro de esta tipología aparecen dos humedales con un buen nivel ecológico, El Portil y la Primera de Palos, aunque ésta última presenta gran riesgo de eutrofización.

Ambas conservan densas poblaciones de higrófitos. En caso de ser necesario buscar un sistema de referencia dentro de la tipología, podría ser interesante focalizar la atención en éstos. El resto de los humedales (Laguna de la Jara, La Mujer y Las Madres) son eutróficos.

En los humedales más eutróficos las comunidades del plancton resultan abundantes, diversas y con una autoecología muy indicativa de un nivel trófico elevado. Las de zooplancton han estado compuestas principalmente por especies de pequeño tamaño y microfiltradores. La diversidad del zooplancton ha aumentado cuando la vegetación inundada es abundante.

Los humedales que se incluyen aquí presentan una banda de vegetación importante y diversa, aunque todos ellos están sometidos a presión antrópica, principalmente por cultivos bajo plástico pero también industrial y urbanística.

Las especies vegetales de ribera más extendidas son *Tamarix africana* y *T. canariensis*, *Phragmites australis*, *Typha dominguensis*, *Scirpus* spp, *Juncus* spp e *Iris pseudoacorus*.

Aparecen en los humedales menos eutróficos (El Portil y Primera de Palos) densas praderas de higrófitos: *Zannichelia obtusifolia* (El Portil) y *Ceratophyllum demersum* (Primera de Palos), pero en las más eutróficas, como La Jara, estas poblaciones han ido en disminución a favor del fitoplancton. Otras especies presentes son *Lemna minor* y *Nymphaea alba*.

### **Tipología IX:**

La tipología IX está constituida por nueve humedales que se caracterizan por presentar aguas dulces y de marcado carácter estacional.

Sus aguas son, en líneas generales, de escasa salinidad (subsalinias-hiposalinas), salvo excepciones como la Laguna del Tejón (000CA) y la Laguna Vía Verde del Pinillo (132HU), que presentan una salinidad moderada.

Atendiendo a parámetros estrictamente biológicos, cabe destacar la variación en la composición fitoplanctónica en estos humedales. Encontrando diferencias en función de la salinidad registrada.

También hay que destacar la presencia de dos endemismos de zooplancton encontrados en las Lagunetas de Alcalá (442CA) y en la Laguna del Picacho (584CA).

La escasez de datos referentes a estos humedales no nos permiten la obtención de conclusiones claras sobre la tipología, pues únicamente ha sido posible tomar muestras durante la campaña de invierno, pues durante el verano se encontraban secos debido a su carácter estacional. Se tratan de humedales hasta el momento, muy poco conocidos.

Sería necesario por tanto un mayor seguimiento de esta tipología, con el fin de obtener conclusiones relevantes.

Una de las premisas de partida del estudio determinaba que los medios eutróficos tienen mayor densidad de organismos. Este hecho se ha observado en ambas comunidades planctónicas, siendo menos determinante para los macroinvertebrados bentónicos. Se ha encontrado un caso excepcional (Desembocadura del Aguas en verano, 741ALb) en el que la alteración es muy alta y la carga de materia orgánica es tal que hay muy poco oxígeno disuelto y se pueden desarrollar muy pocos animales. Casi todos ellos son detritívoros, quedando también el fitoplancton muy reducido.

También se propuso que en los medios eutróficos suelen predominar los tamaños pequeños frente a los grandes y las especies suelen tener alta tasa de crecimiento. Esto se ha cumplido como norma general para los grupos planctónicos y para los macroinvertebrados bentónicos. En el caso del zooplancton, en medios más eutróficos han predominado los copépodos de pequeño tamaño (*Acanthocyclops robustus*), rotíferos (*Polyarthra*, *Asplanchna*, *Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus*, etc..) y las formas larvianas de los copépodos (nauplio). Cabe añadir que en los medios eutróficos las especies han sido principalmente de hábitos euplanctónicos.

Se ha encontrado fitoplancton diverso y rico en sistemas eutróficos, por lo que el grado trófico se ha puesto en evidencia por la alta densidad y la autoecología de las especies (Laguna de Las Madres, Laguna de La Jara, etc.) y no por la diversidad.

Igualmente, en el caso del zooplancton, los medios eutróficos no han sido menos diversos. El grado de eutrofia ha venido dada por la autoecología de las especies y la

fisonomía de la muestra (predominancia de organismos de pequeña talla). Sólo en el caso de las Desembocaduras del Antas y del Aguas, altamente contaminados y con bajas tensiones de oxígeno las comunidades han sido muy pobres.

La riqueza de especies en el caso del zooplancton ha sido más elevada en aquellos humedales que presentan una orla vegetal desarrollada e inundada y, por tanto mayor diversidad de hábitats, incluso aunque sólo se tomen muestras en el centro (Laguna de El Portil, Laguna de Las Madres, Albuferas de Adra, etc.).

La información que se desprende de los macroinvertebrados bentónicos es mucho más determinante en los humedales litorales con una influencia claramente marina, ya que las condiciones de las zonas húmedas “interiores” determinan que el grado de alteración de los fondos sólo permite la existencia de oligoquetos y quironómidos. En las zonas de marisma, la composición del macrobentos sí contribuye a determinar el estado ambiental de las zonas.

Es importante resaltar que existe una componente estacional en la composición cualitativa de las comunidades, por lo que es esperable que la biodiversidad de un humedal sea más alta lo largo de su estudio a más largo plazo. También sería mayor si se muestrea tanto en centro como en orillas, en aquellos donde existe una zona litoral diferenciada de una zona más profunda.

Por último, con el fin de obtener una serie de primeras directrices de identificación de organismos potencialmente indicadores de las distintas tipologías descritas, se presentan algunas conclusiones en función del grupo biológico. Para ello se ha realizado una correlación de los agrupamientos de los humedales teniendo en cuenta densidades y composición planctónica por un lado y bentónica por otro, con el fin de encontrar qué grupo biológico aporta más información acerca del estado ecológico del humedal.

### ***Humedales permanentes profundos dulces de bajo nivel trófico***

#### ***Fitoplancton***

Se desarrolla fitoplancton en densidad baja, lo que permite el crecimiento de vegetación acuática sumergida.

El grupo característico todo el año es el Orden *Chlorococcales*, compuesto por algas coccas verdes e inmóviles. Las especies dominantes son de pequeño tamaño y pueden potencialmente encontrarse en medios ricos en nutrientes, pero en estos humedales alcanzan densidades bajas.

Las *Chlorococcales* dominantes han sido *Monoraphidium convolutum*, *Monoraphidium. circinale*, *Chlorella sp.*, *Oocystis sp.*, *Schroederia setigera* y *Ankyra judayi*. También aparecen otros taxones representativos, como la ubicua *Rhodomonas minuta*, criptofíceas propias del invierno.

### **Zooplancton**

La densidad total de individuos del zooplancton en estos humedales es baja -media. Los grupos que mayoritariamente constituyen el zooplancton (branquiópodos, copépodos y rotíferos) aparecen bien representados, tanto por la aparición de efectivos, como por la diversidad de especies.

En estos humedales en los que el nivel trófico es más bajo, predominan los organismos de mayor talla. La densidad de rotíferos (pequeños microfiltradores) disminuye, por lo que las abundancias relativas de copépodos y branquiópodos aumentan. La presencia de organismos de mayor talla se refleja bien en la comunidad de copépodos, en los que la presencia de una, o incluso dos especies de ciclópodos muy abundantes, que es lo común en aguas eutróficas, puede ser reemplazada por poblaciones de calanoides (copépodos de mayor tamaño).

En estos humedales, donde se diferencia una zona litoral con vegetación y una zona planctónica, se encuentra una alta diversidad de especies tanto de hábitos litorales como de hábitos planctónicos. Ejemplos de branquiópodos de mayor talla y calanoides son *Diaphanosoma mongolianum* y *Copidodiaptomus numidicus*, respectivamente.

## **Humedales permanentes profundos dulces eutróficos**

### **Fitoplancton**

La cantidad de algas que se desarrolla en este tipo de aguas es elevada, por lo que se produce un efecto de sombreado importante y no puede implantarse vegetación acuática sumergida.

Se presenta en ellos la sucesión habitual en aguas estancadas con un periodo de mezcla y uno de estratificación. En la mezcla se desarrollan diatomeas centrales (acompañadas por algún otro taxón dominante variable de un humedal a otro) y en la estratificación aumenta la población de otros grupos, en gran parte clorofíceas de los Órdenes *Volvocales* (algas cocales verdes móviles) y *Chlorococcales*.

El fitoplancton es muy diverso y rico en especies pero todas con un sentido indicador claro de eutrofia. Ejemplos característicos son *Aulacoseira granulata* y *Cyclotella meneghiniana* (diatomeas centrales) en el periodo de la mezcla y *Secenedesmus opoliensis*, *Secenedesmus spinosus* (clorococales) y *Chlamydomonas* sp. (volvocal) en la estratificación.

### **Zooplancton**

La densidad total de individuos del zooplancton en estos humedales es muy alta. Los tres grupos que principalmente forman el zooplancton están bien representados (branquiópodos, copépodos y rotíferos), pero en estos humedales en los que el nivel trófico es más alto, la abundancia relativa de branquiópodos se ve mermada debido a la dominancia de pequeños microfiltradores, representados por rotíferos y formas larvianas de copépodos (nauplios). Se observa predominio de ciclópodos en la comunidad de copépodos y branquiópodos de pequeño tamaño.

En estos humedales, donde se diferencia una zona litoral con vegetación, aparecen gran diversidad de especies tanto de hábitos litorales como de hábitos planctónicos, pero el aumento del nivel trófico dispara la densidad de especies planctónicas, dado que en estos sistemas suele predominar alimento en forma de fitoplancton.

Especies con poblaciones muy numerosas, planctónicas e indicadores de eutrofia comunes en este tipo de humedales han sido los rotíferos *Brachionus angularis*, *Brachionus quadridentatus*, *Brachionus calyciflorus*, *Keratella quadrata*, *Polyarthra dolychoptera* y el branquiópodo *Bosmina longirostris*. También se han observado especies de hábitos litorales, pero que son muy abundantes en el plancton cuando la eutrofia es elevada como el ciclópido *Acanthocyclops robustus*, el branquiópodo *Chydorus sphaericus* y el rotífero *Brachionus urceolaris*.

### **Humedales permanentes profundos salobres eutróficos**

#### **Fitoplancton**

La flora es muy similar a la que se desarrolla en los de las mismas características pero de agua dulce. El fitoplancton se desarrolla abundantemente y, salvo en la Albufera Nueva de Adra (donde prolifera *Najas marina*), no se desarrolla vegetación subacuática enraizada.

La Albufera Nueva de Adra es muy similar a los humedales dulces oligo-mesotróficos con vegetación sumergida, pues tiene en invierno y verano *Chlorococcales*, sólo que en densidad mayor.

Los otros humedales, más eutróficos y desprovistos de vegetación sumergida, presentan el ciclo habitual de las aguas estancadas con un solo periodo de estratificación al año. En invierno dominan criptofíceas, frecuentes en la mezcla al igual que las diatomeas. En verano proliferan *Chlorococcales*.

Las especies que aparecen son las mismas que en los humedales dulces: las criptofíceas *Rhodomonas minuta* y *Cryptomonas* sp., las clorococales *Oocystis* sp., *Monoraphidium circinale*, *Ankyra judayi*... etc., pero aparecen adicionalmente otras especies de aguas más mineralizadas como la diatomea *Chaetoceros* sp., que alcanza en algún humedal una población muy numerosa.

#### **Zooplancton**

Los grupos y la densidad total siguen la misma dinámica que en humedales dulces eutróficos.

Las comunidades son complejas, como sucede en este tipo de humedales en los que aparece una zona litoral con vegetación inundada y por tanto se favorece la diversidad de refugios y de alimento también, por la aparición de algas fijadas a diversos sustratos, como son los tallos de la vegetación, además del sedimento.

El aumento de grado trófico sesga las abundancias relativas de los distintos grupos a favor de rotíferos y larvas de copépodos (nauplios) y son más abundantes las especies planctónicas.

Los taxa son comunes a los de agua dulce como los rotíferos *Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus*, *Keratella tropica*, *Polyarthra* sp., el branquiópodo *Ceriodaphnia reticulata* y el ciclópido *Acanthocyclops robustus*, pero se suman especies tolerantes a rangos amplios de salinidad como el rotífero *Brachionus plicatilis* y el ciclópido *Metacyclops stammeri*.

### **Humedales permanentes profundos salados con influencia mareal**

#### **Fitoplancton**

El fitoplancton en estos sistemas es mucho menos abundante que en los tipos anteriores y el agua por lo general es más turbia por materia inorgánica en suspensión.

Se observa variación en la flora según si se muestrea en pleamar o bajamar. Para los distintos niveles tróficos aparecen muy bien representadas las diatomeas marinas y estuarinas, mezcladas con especies de aguas interiores pero de salinidad elevada.

Las diatomeas marinas y estuarinas más características encontradas son diversas *Thalassiosira* y *Chaetoceros* (*T. weissflogii*, *C. whigamii*, *C. tenuis*, *C. curvisetus*, etc.), *Nitzschia closterium*, *Skeletonema costatum*, *Helicotheca tamesis* y *Cerataulina pelagica*. La presencia más ocasional de dinoflagelados marinos como *Ceratium fusus*, *C. furca*, *Peridinium divergens* y *Prorocentrum micans* revelan asimismo la entrada de agua de mar.

Como típicas de aguas mineralizadas pero no necesariamente de influencia mareal se encuentran *Amphiprora alata*, *Fallacia pygmaea*, *Amphora coffeaeformis* y *Gyrosigma scalproides*.

En algunos humedales de este tipo han aparecido proliferaciones de pequeñas flageladas: *Pyramimonas* sp., *Rhodomonas* sp. y *Chrysidalis* sp.

### **Zooplankton**

Las comunidades de zooplankton alcanzan unas densidades bajas-medias, comparadas con los sistemas interiores. En ellas, se observa una variación cualitativa según sean condiciones de bajamar y pleamar.

En bajamar, aparecen principalmente rotíferos y copépodos. Las especies predominantes son las adaptadas a rangos amplios de salinidad, como el rotífero *Brachionus plicatilis* y especies propias de ámbitos estuarinos, como el harpacticóide *Harpacticus littoralis*.

Cuando aumenta la salinidad en los humedales por influencia mareal, comienza a desaparecer el grupo de los rotíferos, dado que el lugar de estos microfiltradores es ocupado por larvas de otros organismos pobladores del mar. Predominan grandes branquiópodos y la diversidad de copépodos aumenta.

El grupo de los copépodos aparece representado por más especies en un mismo humedal y suelen aparecer representados los tres órdenes que se dan en la clase *Copepoda* (O. *Calanoida*, O. *Cyclopoida* y O. *Harpacticoida*).

Se encuentran en ellos especies adaptadas a la salinidad del mar y propias de hábitats costeros, como los branquiópodos *Pleopis polyphemoides* y *Penilinia avirostris*, los copépodos *Euterpina acutifrons* y *Oithona* sp., y el rotífero *Synchaeta* sp.

## **Humedales permanentes someros salobres y eutróficos**

### **Fitoplancton**

La densidad de algas que se alcanza es mucho más elevada que en los tipos anteriores, con lo que el agua adquiere en ocasiones un intenso color verde. No aparecen poblaciones importantes de plantas sumergidas.

Comparten muchos *taxa* con los humedales profundos eutróficos. Como en estos, el fitoplancton es muy rico y diverso, con todas las especies indicadoras de eutrofia.

Aparecen gran cantidad de especies de clorococales (*Monoraphidium minutum*, *Scenedesmus falcatus*, *Oocystis* sp.) y volvocales (*Chlorogonium* sp., *Chlamydomonas* sp.) en la flora estival. La flora invernal también tiene bien representado este grupo, así como las criptofíceas *Rhodomonas minuta* y *Cryptomonas* y la diatomea *Cyclotella meneghiniana*, tal y como se ha descrito para los humedales dulces profundos. Y puesto que son sistemas salobres, presentan *taxa* como *Thalassiosira* y *Chaetoceros*, presentes también en los profundos mineralizados.

Sin embargo, en estos sistemas someros se añaden *taxa* que no aparecen en los profundos. Se trata de gran cantidad de diatomeas pennales móviles birrafídeas, especies cuyo hábitat habitual es el sedimento y aparecen en la columna de agua porque la profundidad es escasa. Ejemplos típicos son *Nitzschia palea* y *Nitzschia capitellata*.

Además, presentan gran cantidad de euglenales (*Euglena acus*, *E. oxyuris*, *Lepocinclis ovum*, *Phacus pusillus*, etc.) que no aparecen de forma importante en los profundos. Son muy características de aguas eutróficas.

Otra cualidad que diferencia los humedales someros de los profundos es que no se observa con la misma claridad la sucesión anual típica de las aguas estancadas, ya que la proximidad del sedimento conlleva una desviación respecto al patrón característico.

### **Zooplancton**

Los grupos y la densidad total siguen la misma dinámica que en humedales dulces y salobres eutróficos, predominando zooplancton de pequeña talla (rotíferos y larvas de copépodos) y de hábitos planctónicos, dado que estas especies se alimentan de fitoplancton, detritos y bacterias, más abundantes a medida que aumenta el nivel de eutrofia.

A pesar de ser someros, estos humedales permanentes han presentado una estructura vegetal inundada muy amplia, por lo que la comunidad de zooplancton está bien representada por los tres grupos principales de zooplancton y por especies bentónicas y planctónicas.

Los *taxa* han sido comunes a los encontrados en las aguas dulces y salobres profundas (*Brachionus angularis*, *B. plicatilis*, *Keratella tropica*, *Polyarthra* sp., *Acanthocyclops robustus*, etc...), especialmente parecidos a los segundos, ya que las especies más numerosas son las más tolerantes a rangos amplios de salinidad como el rotífero *Brachionus plicatilis*.

### **Humedales temporales someros meso-eutróficos**

#### **Fitoplancton**

Presentan una flora muy similar a los humedales dulces profundos, compuesta principalmente por clorococales (*Closteriopsis acicularis*, *Monoraphidium arcuatum*, *M. circinale*) y volvocales (*Chlamydomonas* sp., *Pandorina morum*, *Eudorina elegans*), así como las criptofíceas *Rhodomonas minuta* y *Cryptomonas* sp.

Al tratarse de aguas someras aparecen mezcladas con las especies del plancton algas del sedimento. Este carácter, así como la mayor variabilidad espacio-temporal de las comunidades y el desarrollo del plancton, en general, más pobre diferencia estos humedales de los profundos de nivel trófico similar.

### **Zooplankton**

La dinámica general del zooplankton en humedales temporales en los que el grado de eutrofia ha sido un poco más alto, es similar al plancton descrito hasta ahora para estos niveles tróficos. La densidad total es mayor que en las oligotróficas y hay predominio numérico de rotíferos y formas larvarias de copépodos (nauplios).

Las comunidades en general son mucho menos complejas que las profundas debido a la temporalidad, ya que ésta no permite que sean cuerpos de agua muy estructurados, excepto cuando hay vegetación inundada en el humedal, y entonces aparecen *taxa* pertenecientes a los tres grupos principales que conforman a esta comunidad, e incluso se alcanza la quincena de especies.

La composición faunística de un humedal a otro varía mucho, ya que estos humedales están sometidos a mayor fluctuación por las condiciones ambientales y por tanto, la sucesión de las especies se da con mayor rapidez. Este hecho repercute en que la biodiversidad sea alta en el espacio y en el tiempo, y se dan especies que no se han dado en el resto de humedales asociadas a la temporalidad del agua. Debido a la poca profundidad del agua predominan especies bentónicas frente a planctónicas.

Las especies de rotíferos no se han diferenciado del resto de humedales, pero predominan las especies bentónicas. Las especies pertenecientes al grupo de los branquiópodos en el conjunto de humedales temporales, han sido igual de diversas que los humedales profundos y aunque en un humedal por separado sólo se encuentren una o dos especies, la presencia de especies endémicas como *Daphnia hispanica* o *Alona iberica* en los humedales de los Alcornocales pone de manifiesto el potencial de biodiversidad que pueden ofrecer estos humedales temporales.

En conjunto, la composición de copépodos es más variable y rica que los profundos sin influencia mareal (dulces y salobres), apareciendo especies pertenecientes a calanoides (*Mixodiaptomus incrassatus*, *Copidodiaptomus numidicus*), harpacticoides (*Atteyella trispinosa*) y ciclópodos (*Metacyclops minutus* y *Cyclops vicinus*), siendo estas dos últimas especies propias de aguas temporales.

### **Humedales temporales someros dulces oligotróficos**

#### **Fitoplancton**

Este agrupamiento presenta aguas muy claras y con predominio de la producción primaria en el bentos.

Los biofilms están compuestos de algas filamentosas conjugadas o zigofíceas (*Spirogyra*, *Zygnema*, *Pleurodiscus*, etc.). Asociados a esta masa de filamentos se desarrolla toda una comunidad de epífitas, en su mayor parte diatomeas.

#### **Zooplancton**

Como se ha citado anteriormente, las comunidades son menos complejas que en humedales profundos, de forma que alguno de los grupos principales del zooplancton no aparecen representados. Esta representación es completa cuando aparece vegetación inundada en el humedal, lo cual diversifica el hábitat y el alimento.

La densidad total de zooplancton es baja-media, y como ha ocurrido en otros humedales de bajo nivel trófico, la abundancia relativa de los tres grupos principales que conforman al zooplancton no está sesgada hacia los organismos de pequeño tamaño.

Dado que son humedales muy someros, han predominado especies bentónicas como los rotíferos pertenecientes al género *Lecane*, *Colurella* o *Lepadella* etc.. y branquiópodos y copépodos adaptados a la temporalidad del agua como son *Pleuroxus letourneuxi* y *Diacyclops bicuspidatus*, respectivamente.

### **Humedales temporales someros salobres oligotróficos**

#### **Fitoplancton**

El fitoplancton se desarrolla en muy poca cantidad y el agua es muy clara.

La comunidad está compuesta de manera casi exclusiva por diatomeas pennales birrafídeas. Aunque se encuentran especies capaces de vivir en condiciones de eutrofia, aparecen en muy poca cantidad y se asientan principalmente porque son muy tolerantes a las fluctuaciones ambientales y a los cambios de salinidad.

Ejemplos muy ilustrativos son *Fallacia pygmaea*, *Navicella pusilla*, *Pleurosigma elongatum* y *P. angulatum*.

### **Zooplankton**

La dinámica de la comunidad es igual que en los humedales temporales descritos. La complejidad en la composición faunística aumenta si hay vegetación inundada.

La densidad de zooplankton es baja-media, respondiendo a un nivel trófico más bajo, predominando especies bentónicas. Cabe citar la presencia de especies asociadas a una mayor salinidad, como el rotífero bentónico *Notholca psamarina* o el harpacticóide *Harpacticus littoralis*.

## **Humedales someros muy salinos sin influencia mareal**

### **Fitoplancton**

En general se trata de aguas con un crecimiento moderado de fitoplancton, salvo excepciones anormales. Es el caso de un crecimiento masivo monoespecífico que se detectó en las salinas de Guardas Viejas en verano y que no refleja la tónica habitual observada en este tipo de humedales.

La flora es muy similar a la de las aguas someras salobres, con gran cantidad de especies de diatomeas del bentos (*Amphora*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pleurosigma*, *Gyrosigma*, etc.). Se presentan igualmente en cantidad importante dinoflagelados, formas móviles, principalmente del género *Gymnodinium*. Este género es propio aunque no exclusivo de medios mineralizados, incluido del mar.

### **Zooplancton**

Las comunidades en los humedales muy salinos han sido poco diversas y menos complejas que en otros humedales. La elevada salinidad que alcanza el agua restringe la composición de zooplancton solamente a especies que toleran altas conductividades que muchas veces superan a la del mar, en lo cual radica la peculiaridad de estos humedales.

Así, el branquiópodo *Artemia* y el calanoide *Arctodiaptomus salinus* aparecen en este grupo, siendo especies adaptadas a salinidad alta y que no se encuentran en el mar, ni en el resto de humedales de este estudio

### **Humedales permanentes someros salobres muy alterados:**

#### **Fitoplancton**

En este tipo de aguas el fitoplancton presenta un efectivo numérico poblacional desmesurado pero una diversidad muy baja, ya que casi todos los individuos son de la misma especie.

En todos los casos se trata de especies de muy pequeña talla y rápida tasa de multiplicación. Se han detectado crecimientos muy elevados de *Chroococcus* y *Chlorella*. Ambas son formas coccas esféricas inmóviles, diminutas, muy separadas filogenéticamente pero de morfología muy parecida.

En el periodo en que la contaminación ha sido más elevada la población de fitoplancton ha caído drásticamente y se ha potenciado la red trófica detritívora por encima de la producción primaria.

#### **Zooplancton**

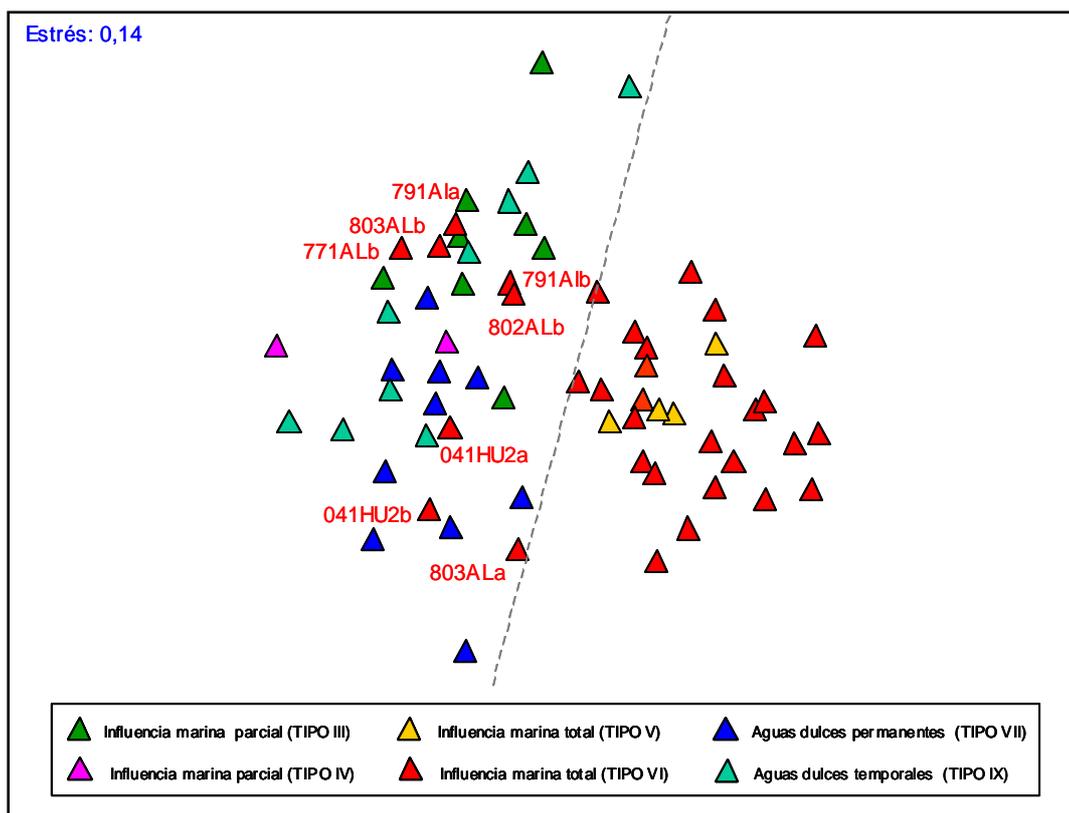
Se caracterizan por una baja diversidad y la poca representación de los grupos propios del zooplancton, siendo una manifestación de lo alterado que se encuentra el sistema. Aparecen casi en exclusivo ciliados y rotíferos. La densidad de ciliados es alta, similar a la de rotíferos, debido a que en estos humedales predominan la materia orgánica disuelta y las bacterias como fuente de alimento.

Debido a la estructura de las comunidades bentónicas en los humedales estudiados, con escasa variabilidad entre los grandes grupos,

### **Macroinvertebrados bentónicos**

En el estudio de los macroinvertebrados se ha observado una clara dicotomía entre los humedales con clara influencia marina de aquellos que se encuentran próximos al litoral, pero el llenado de la cubeta se efectúa por aportes de agua dulce.

Aplicando un análisis de escala multidimensional (MDS), se obtiene la siguiente distribución para todos los organismos bentónicos encontrados en todas las estaciones muestreadas:



Análisis de Escala Multidimensional (MDS) para todas las tipologías del bentos.

Puede observarse una clara segregación en dos grupos principalmente:

- En la zona derecha del gráfico, se encuentran los humedales de influencia marina total.
- En la zona izquierda, se encuentran los humedales continentales (temporales y permanentes) y los que tienen una influencia marina parcial.

Las excepciones a este patrón, la constituyen por un lado, el punto de agua dulce del Estero de Domingo Rubio (041HU2) y por otro, los humedales de aguas salobres y salinas englobados en la tipología VI, pero que difieren del patrón biológico encontrado en los humedales de dicha tipología. Esto se debe a la ausencia de éstos de un taxón eminentemente marino, los poliquetos (Clase *Polychaeta*, phylum *Annelida*).

El análisis estadístico y la simple observación de los resultados obtenidos en los análisis biológicos, pone de manifiesto las diferencias que existen entre las comunidades bentónicas de humedales marinos, continentales y parcialmente marinos.

Estas diferencias se deben principalmente a su composición faunística, pues no se han encontrado grandes diferencias en cuanto a índices bióticos.

Como excepción, cabe destacar el caso de los humedales hipersalinos (salinas y aguas de tipo salobre). En ellos se han obtenido los índices bióticos de diversidad más bajos, pues la elevada salinidad de sus aguas, conlleva una serie de restricciones que merma la capacidad de los organismos bentónicos para colonizar un nicho tan extremo.

En líneas generales sería de esperar una mayor diversidad en las comunidades bentónicas que pueblan el sedimento de los humedales interiores, debido a la mayor heterogeneidad ambiental que se encuentra en muchos de ellos, proporcionando gran variedad de nichos para colonizar. Sin embargo, como ya ha sido comentado, no ha sido así, debido probablemente a la dinámica de muestreo efectuada..

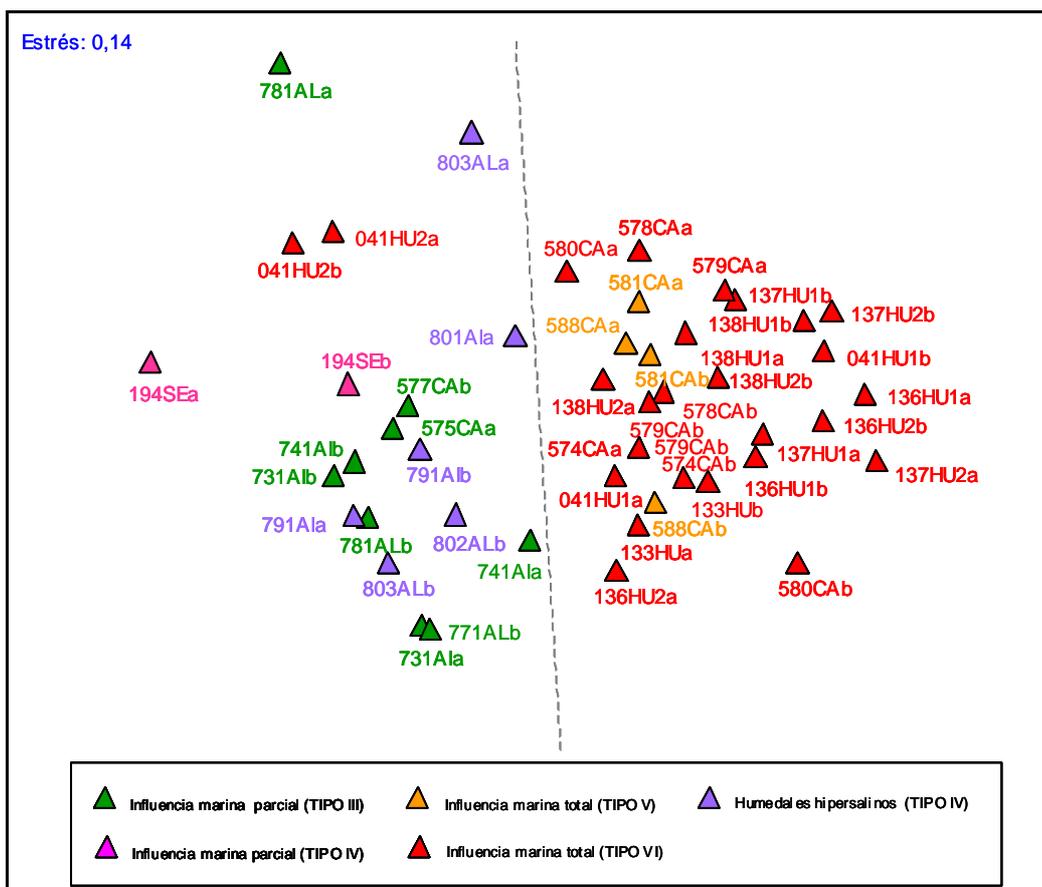
Los *taxa* encontrados en humedales interiores (principalmente quironómidos y oligoquetos) unidos a una carga de materia orgánica elevada, ponen de manifiesto un estado deficiente del sedimento y por tanto, poco apropiado para la colonización bentónica. Condiciones sólo tolerables por organismos generalistas y oportunistas, que proliferan en ausencia de competidores, tales como los mencionados. La comunidad bentónica encontrada caracterizaría al humedal como de estado ecológico malo.

Estos resultados sin embargo, no se han visto siempre respaldados por los obtenidos para las comunidades planctónicas (fitoplancton y zooplancton). Hecho que se evidencia especialmente en el caso de los humedales continentales.

La metodología de muestreo, muy conveniente en el caso de humedales marinos, podría ser insuficiente para reflejar la realidad ambiental de los humedales continentales, en los que la heterogeneidad de hábitats suele ser superior.

Para sucesivas campañas de muestreo se propone revisar la metodología de trabajo, adecuándola a las tendencias actuales en las que se apuesta por un tipo de muestreo multihábitat, que comprende muestreos en todos la diversidad de hábitats representativos del humedal.

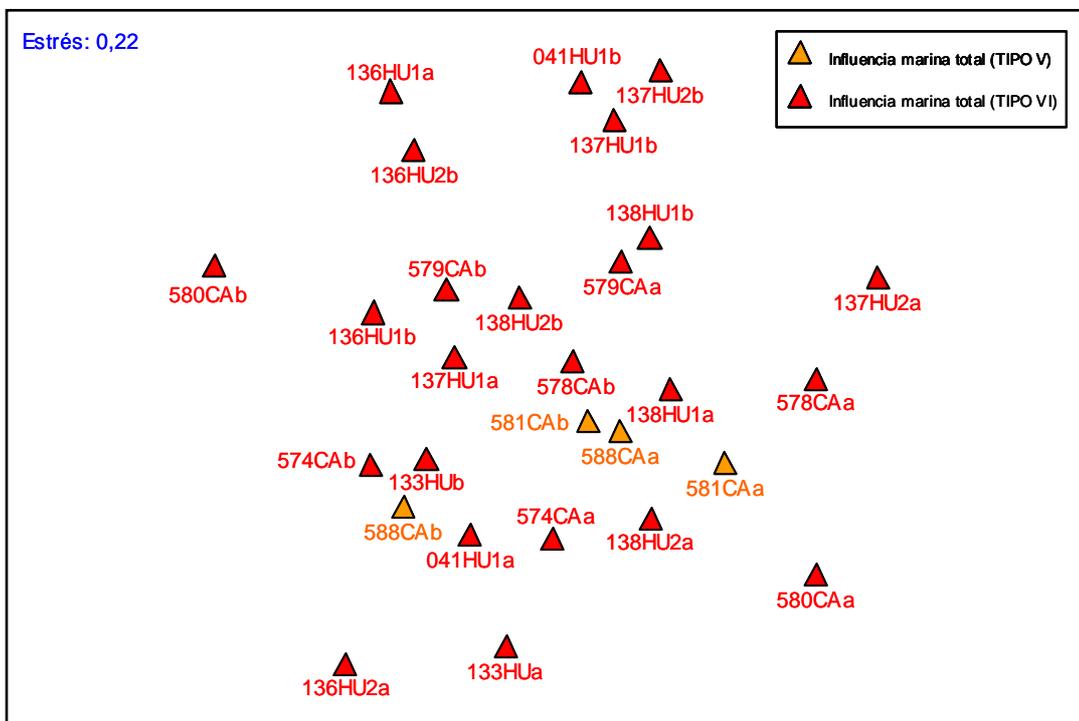
Debido a ello, se eliminan de la distribución general las muestras bentónicas continentales, para poder obtener una distribución de humedales marinos:



Análisis de Escala Multidimensional (MDS) de humedales marinos para bentos.

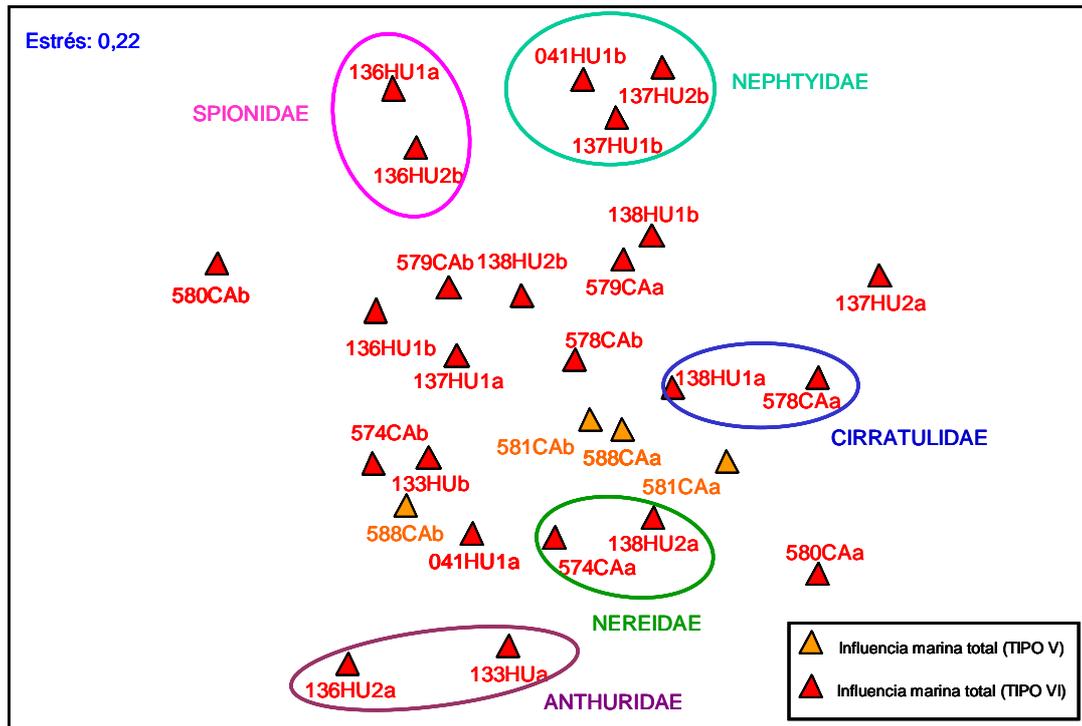
En la nueva distribución el punto de agua dulce del Estero de Domingo Rubio (041HU2) se aleja aún más de la distribución general. Los humedales de tipo hipersalinos (salinas y aguas salobres) se alejan también de la distribución general debido a la escasez de *taxa* y bajas densidades. y los de influencia marina parcial y superficie superior a los 1,5 Km<sup>2</sup>,

En el siguiente análisis se suprimen los humedales hipersalinos pertenecientes a la tipología IV (791AL, 801AL, 802AL y 803AL) y el punto de agua dulce del Estero de Domingo Rubio (041HU2):



Análisis de Escala Multidimensional (MDS) para humedales con influencia marina total.

Con el fin de obtener los taxones que más contribuyen a la distribución de dichas estaciones de muestreo, se ha realizado un análisis SIMPER. El análisis refleja que los *taxa* que contribuyen en mayor medida a la distribución de los humedales son: *Spionidae*, *Cirratulidae*, *Nereidae*, *Nephtyidae* y *Anthuridae*.



Agrupamientos obtenidos en el Análisis SIMPER para los humedales con absoluta influencia marina.

El macrobentos constituye uno de los elementos estructurales más importantes de las cadenas tróficas de zonas de marisma y desempeña un papel muy importante en la dinámica general de estos sistemas.

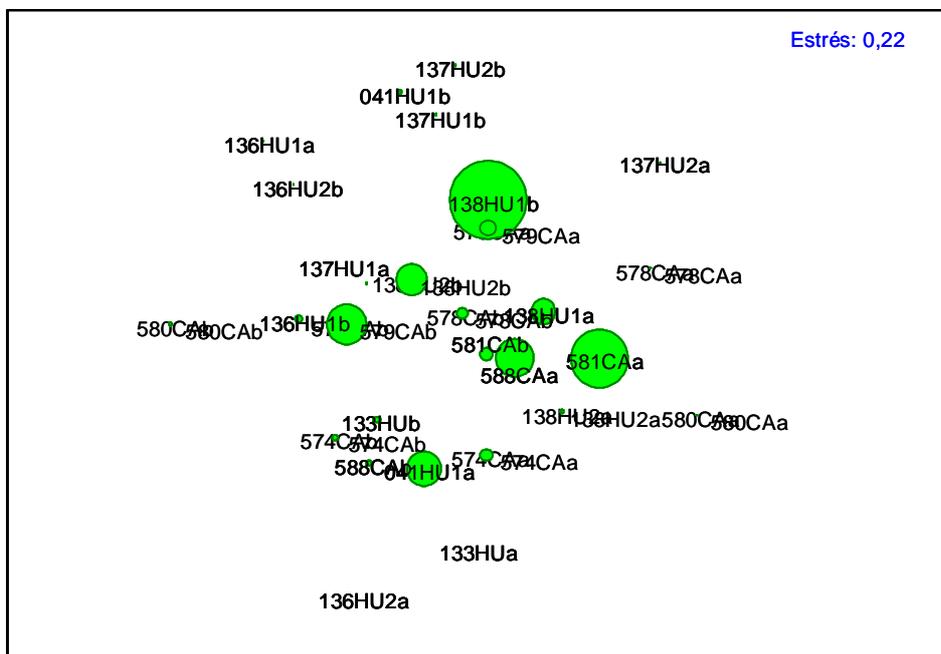
Prácticamente todos los organismos discriminantes son poliquetos (Clase *Polychaeta*, phylum *Annelida*), con la excepción del taxón *Anthuridae* (Orden *Isopoda*, Clase *Malacostraca*, phylum *Arthropoda*).

Como queda reflejado en el análisis estadístico, la distribución de anélidos poliquetos es determinante en la estructura de las comunidades que caracterizan los humedales con influencia marina.

Los organismos de las familias *Spionidae* y *Anthuridae* se caracterizan por colonizar lugares en los que existe una alteración de las condiciones físico-químicas, lugares sometidos a variaciones de salinidad, temperatura, desecación,... Son organismos típicos de estuarios y marismas, llegando a colonizar las zonas altas donde la influencia de las aguas dulces es más notable.

En cambio, el resto de familias de poliquetos (en especial *Nereidae* y *Nepthyidae*) caracterizan zonas que presentan una mayor estabilidad de los factores físico-químicos; zonas de marismas y estuarios más próximas a las desembocaduras. Por último, la presencia de cirratúlidos se encuentra relacionada con la estructura del fondo, con la existencia de una mayor heterogeneidad espacial determinada por la presencia de gravas o biodetríticos.

En función del taxón que más contribuye a la distribución de las estaciones, *Spionidae*, se obtiene el siguiente MDS:



Análisis de Escala Multidimensional (MDS) para humedales de influencia marina total, en función de la contribución del taxón *Spionidae*.