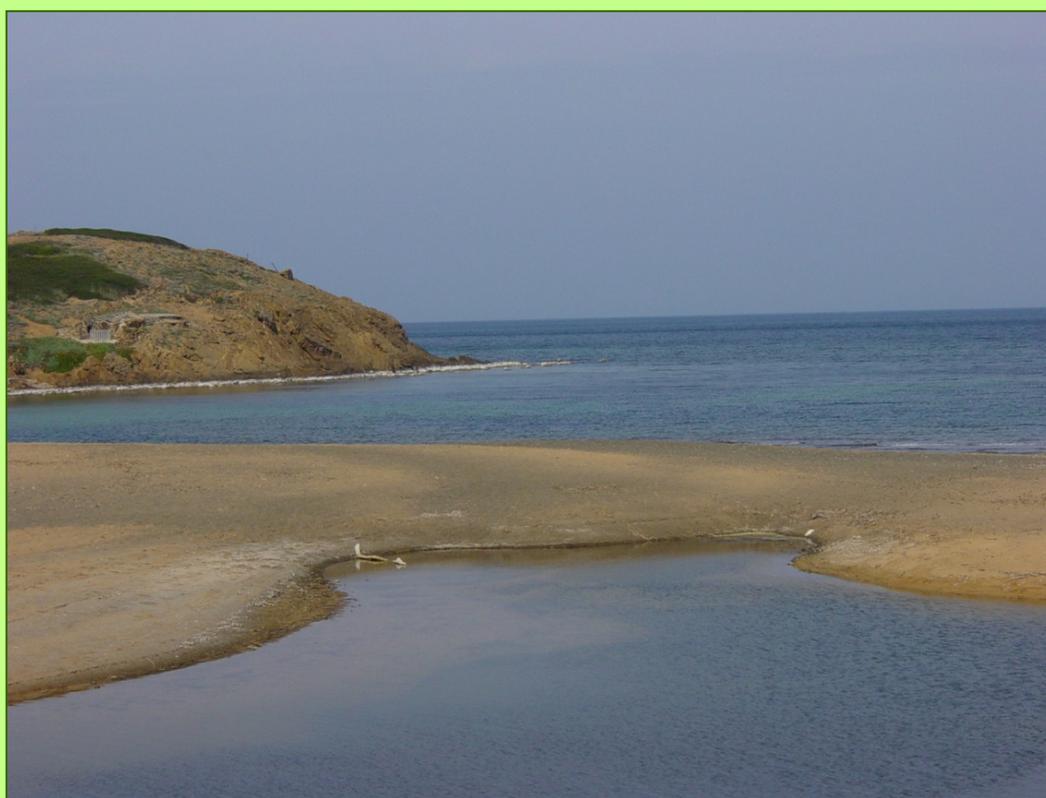


Implementación de la DMA en Baleares: evaluación de la calidad ambiental de las masas de agua epicontinentales utilizando indicadores e índices biológicos. Informe Final



**Govern
de les Illes Balears**

TOMO II: ZONAS HÚMEDAS



**UNIVERSIDADE
DE VIGO**

Agència Balear de l'Aigua i de la Qualitat Ambiental

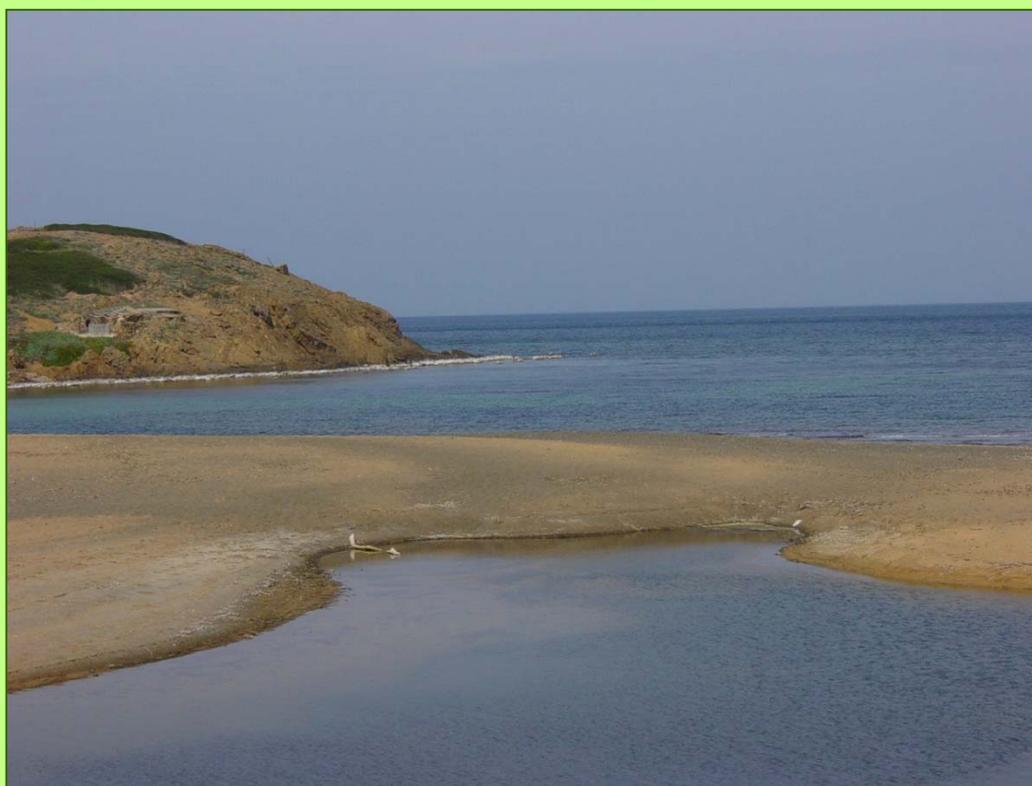
**Dirección General de Recursos Hídricos
Servicio de Estudios y Planificación**



Govern de les Illes Balears
Conselleria de Medi Ambient

Agència Balear de l'Aigua i de la Qualitat Ambiental

Implementación de la DMA en Baleares: evaluación de la calidad ambiental de las masas de agua epicontinentales utilizando indicadores e índices biológicos. Informe Final



TOMO II: ZONAS HÚMEDAS

Director del Estudio: Alfredo Barón Pérez, Dirección General de Recursos Hídricos, Govern de les Illes Balears

Coordinador: Fernando Orozco, FOA Ambiental s.l.

Directora científica: Isabel Pardo Gamundi, Universidad de Vigo



UNIVERSIDADE
DE VIGO

**Dirección General de Recursos Hídricos
Servicio de Estudios y Planificación**

Dirección:

Isabel Pardo Gamundi

(Área de Ecología, Universidad de Vigo)

Equipo redactor: Paloma Lucena-Moya, Rut Abraín Sánchez, Liliana García Lago y Cristina Delgado Núñez

Equipo apoyo técnico: Mar Domínguez Fernández

Cita del artículo:

PARDO, I., LUCENA-MOYA, P., ABRAÍN, R., GARCÍA, L. C. DELGADO & PACHÉS, M., 2010. Implementación de la DMA en Baleares: evaluación de la calidad ambiental de las masas de agua epicontinentales utilizando indicadores e índices biológicos. Informe Final. Tomo II: Zonas Húmedas. Informe Técnico. Universidad de Vigo.

	Pág.
2.1. Introducción.....	1
2.2. Objetivos del estudio.....	3
2.3. Metodología desarrollada en el diseño de la red de puntos.....	4
2.3.1. Criterios generales de diseño de la red	4
2.3.2. Morfometría	5
2.3.3. Localización de los puntos de muestreo	5
2.4. Metodología desarrollada en los trabajos de campo.....	10
2.4.1. Protocolo general de muestreo	10
2.4.2. Vegetación marginal y macrófita	11
2.4.3. Estima de parámetros físico-químicos	11
2.4.4. Toma de muestras de fitoplancton	11
2.4.5. Toma de muestras de invertebrados bentónicos	12
2.5. Metodología desarrollada en los trabajos de laboratorio	13
2.5.1. Análisis de aguas.....	13
2.5.2. Invertebrados bentónicos	13
2.5.3. Fitoplancton	15
2.6. Análisis de datos.....	19
2.7. Resultados	24
2.7.1. Establecimiento de tipologías.....	24
2.7.1.1. Tipos morfológicos	24
2.7.1.2. Tipos según la salinidad media anual (DMA).....	25
2.7.1.3. Subtipología.....	32
2.7.2. Condiciones de referencia: criterios de selección	34
2.7.3. Validación de estaciones de referencia	35
2.7.3.1. Tipo Oligohalino	36
2.7.3.2. Tipo Mesohalino	39
2.7.3.3. Tipo Euhalino	42
2.7.4. Identificación de Gradientes de Presión	45
2.7.4.1. Gradientes de presión dominantes.....	45
2.7.4.2. Gradiente de presión por tipo: Oligohalino.....	51
2.7.4.2.1. Gradiente de presión general	51
2.7.4.2.2. Gradiente de presión trófica	55
2.7.4.3. Gradiente de presión por tipo: Mesohalino (2005-08)	58
2.7.4.3.1. Gradiente de presión general	58
2.7.4.3.2. Gradiente de presión trófica	61
2.7.4.4. Gradiente de presión por tipo: Mesohalino (2008).....	63
2.7.4.4.1. Gradiente de presión general	64
2.7.4.4.2. Gradiente de presión trófica	67
2.7.4.5. Gradiente de presión por tipo: Euhalino	70
2.7.4.5.1. Gradiente de presión general	70
2.7.4.5.2. Gradiente de presión trófica	73
2.7.5. Modelos de Clasificación del Estado Ecológico.....	76
2.7.5.1. Modelo general por tipo: Oligohalino	78

2.7.5.2.	Modelo general por tipo: Mesohalino.....	96
2.7.5.3.	Modelo general por tipo : Euhalino	114
2.7.6.	Evaluación e Integración de las Clases de Estado Ecológico	127
2.7.6.1.	Tipo Oligohalino	129
2.7.6.2.	Tipo Mesohalino	139
2.7.6.3.	Tipo Euhalino	151
2.7.7.	Resumen del estado ecológico de las aguas de transición por isla	160
2.7.8.	Contribución al análisis de presiones e impactos	162
2.7.8.1.	Efecto de las depuradora y/o vertidos.....	162
2.7.8.1.1.	Tipo Oligohalino.....	162
2.7.8.1.2.	Tipo Mesohalino.....	164
2.7.8.1.3.	Tipo Euhalino.....	166
2.7.8.2.	Efecto del origen del agua	168
2.7.8.2.1.	Tipo Oligohalino.....	168
2.7.8.2.2.	Tipo Mesohalino.....	170
2.7.8.2.3.	Tipo Euhalino.....	172
2.7.8.3.	Efectos de la salinización e hidromorfología	174
2.7.8.3.1.	Tipo Mesohalino.....	175
2.7.8.3.2.	Tipo Euhalino.....	177
2.7.8.4.	Conclusiones al estudio del análisis de presiones.....	179
2.8.	Conclusiones.....	181
2.8.1.	Estado general de la red de humedales	181
2.8.2.	Propuesta de seguimiento y mejora de la red de humedales	187
2.8.3.	Recomendaciones para el programa de medidas	188
2.9.	Bibliografía	193
2.10.	Anexos.....	194
Anexo 2.I.	Metodología para la analítica de aguas	197
Anexo 2.II.	Matriz de parámetros físico-químicos*	198
Anexo 2.III.	Listado de especies de invertebrados bentónicos	199
Anexo 2.IV.	Listado fitoplanctónico	211
Anexo 2.V.	Estadillo de campo.....	221
Anexo 2.VI.	Fichas de humedales	224

* Se presentan en formato electrónico

2.1. INTRODUCCIÓN

Este volumen constituye la entrega final incluida dentro del convenio de colaboración entre la Agencia Balear del Agua y de la Calidad Ambiental y la Universidad de Vigo durante el periodo comprendido entre el año 2005 y el 2009. El estudio trata de diversos aspectos científico-técnicos relacionados con la aplicación de la Directiva Marco del Agua a las zonas húmedas de las Islas Baleares.

La Ley de Aguas (LA) establece una definición (ver apartado 3.2) que utiliza el término de “zonas húmedas” que incluye desde humedales naturales en sentido ecológico hasta las zonas húmedas creadas artificialmente. La utilización del término zonas húmedas, que arranca del Convenio Ramsar, hace que el importante cuerpo normativo que contiene la LA y sus reglamentos de desarrollo sean de aplicación compleja, especialmente al no basarse en una definición científica con base ecológica y no incluir criterios de delimitación. No obstante, la definición de la LA es la única que tiene carácter legal en España.

La Directiva Marco introduce el concepto de “masa de agua” y la considera como la unidad mínima de gestión. En el caso de las zonas húmedas se define como una parte diferenciada y significativa de agua superficial como un lago, un embalse o unas aguas de transición.

Las zonas húmedas se caracterizan por ser zonas de transición entre los ecosistemas acuáticos y los ecosistemas terrestres, y en la Directiva Marco del Agua (DMA) no se contemplan como masas de agua independientes, si no que deben asociarse a alguna masa de agua, ya sea superficial o subterránea. En concreto en el artículo 1, objeto de la directiva, se establece que el marco de protección de las aguas debe prevenir “todo deterioro adicional y proteja y mejore el estado de los ecosistemas acuáticos y, con respecto a sus necesidades de agua, de los ecosistemas terrestre y humedales directamente dependientes de los ecosistemas acuáticos”. Así pues, reconoce la importancia de las zonas húmedas como ecosistemas terrestres asociados a ecosistemas acuáticos.

En el presente convenio se presentan los protocolos diseñados para los trabajos de muestreo de campo y laboratorio, y se suministran los datos analizados en laboratorio. Mediante criterios de expertos, examen de fotografía aérea y recogida de información local, se establecieron criterios de referencia que permitieron la selección de localidades de referencia o en un supuesto *muy buen estado* en las zonas húmedas estudiadas, caso que no se dieran las condiciones de referencia dentro de alguno de los tipos establecidos.

Se han analizado el global de las muestras contempladas en la red de muestreo de los humedales de las Islas Baleares. Se han muestreado la casi totalidad de los humedales permanentes existentes en las islas (34 zonas húmedas, Tabla 2.1 y Tabla 2.2). El diseño de la red de muestreo de zonas húmedas en las islas Baleares, obedece a las especificaciones de la Directiva Marco del Agua, la evaluación de forma inicial y general de las presiones dominantes y las condiciones de referencia que permiten diseñar el sistema de clasificación del estado ecológico. Se han extraído ejes de presión antrópica utilizando tanto variables ambientales de la composición físico-química del agua, como variables derivadas de la actividad humana en las zonas húmedas (salinas).

El sistema de clasificación se ha basado en dos elementos de calidad biológica, el fitoplancton y los invertebrados bentónicos litorales. Las condiciones físico-químicas deben cumplirse para el *Buen* estado. Se ha usado la media del estado ecológico de cada componente, fitoplancton e invertebrados, en su integración en la clasificación del estado ecológico de los humedales.

Los invertebrados y fitoplancton tienden a dar distinta indicación en el caso de las zonas húmedas pertenecientes al tipo eusalino, cuando se produce una modificación física del hábitat y tendencia a la salinización (por ejemplo las salinas activas). Este tipo de presión no tiende a aumentar los niveles de nutrientes en los humedales afectados, y por lo tanto no influye sobre la biomasa del fitoplancton, aunque sí afecta al hábitat y a la variación anual en la concentración de sales, así como alteraciones físicas hidromorfológicas del humedal, influenciando a la comunidad bentónica de invertebrados. Se ha observado una alta variabilidad temporal en el fitoplancton, cambios en las comunidades de fitoplancton que necesitan de futura investigación para poder validar, y en su caso mejorar las herramientas de evaluación presentadas en este informe.

Se han desarrollado métricos múltiples para invertebrados que comprenden los parámetros especificados por la Directiva para la evaluación de este elemento de calidad biológica, riqueza de taxones, abundancias (porcentajes) y relación entre especies tolerantes y sensibles a la perturbación. Estos multimétricos reducen la probabilidad de clasificación errónea de puntos. Y se han seleccionado y combinado en función de su relación con los gradientes de presión estudiados, y en función de su eficiencia discriminatoria, entre la condición de referencia y los puntos sometidos a presiones dominantes. Se han generado métricos múltiples con eficiencias discriminatorias altas, que aseguran los resultados de la

clasificación del estado ecológico para las aguas naturales de los humedales de las Islas Baleares.

Por último, se presenta el estado ecológico de los puntos que constituyen la red de muestreo de humedales en las Islas Baleares, en función de las 5 clases de estado ecológico. Estas clases reflejan el estado ecológico de puntos de muestreo.

La clasificación del estado ecológico suministrado representa el estado ecológico de la localidad muestreada. La evaluación del estado ecológico de las masas de agua en su totalidad se debe integrar en la evaluación de presiones e impactos y la identificación de las alteraciones físicas que podría justificar su identificación como candidato de masa de agua muy modificada.

2.2.OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo principal de este trabajo es proporcionar un método de evaluación del estado ecológico de las zonas húmedas de las Islas Baleares utilizando indicadores e índices biológicos. Para alcanzar este objetivo se han considerado los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar las características morfométricas de las zonas húmedas estudiadas
2. Analizar la calidad físico-química de sus aguas
3. Caracterizar las comunidades acuáticas: invertebrados y fitoplancton
4. Establecer una tipología de zonas húmedas en función de la comunidad de invertebrados
5. Definir los criterios de referencia e identificar las masas de agua de referencia para cada tipo
6. Desarrollar un sistema de clasificación del estado ecológico de las zonas húmedas de las Islas Baleares
7. Definir propuestas de seguimiento para las redes de vigilancia y operativa, así como de mejora del diseño de la red actual.

Los trabajos realizados para cumplir con estos objetivos se organizaron en dos ámbitos complementarios, correspondientes a las labores de campo/laboratorio (i.e., obtención de datos) y a las labores de gabinete (i.e., desarrollo de la base de datos). Además, el desarrollo

de estos ámbitos vino precedido de una búsqueda de la información existente sobre las zonas húmedas de las islas Baleares, lo que ayudó a la selección de los puntos de muestreo.

2.3.METODOLOGÍA DESARROLLADA EN EL DISEÑO DE LA RED

Previa a la realización de las campañas de muestreo se llevó a cabo una búsqueda de información, basada principalmente en el estudio de los inventarios de zonas húmedas de las Islas Baleares que habían sido desarrollados hasta la fecha. Así mismo, se recopilaron los artículos, libros y documentos escritos o de la red, que pudiesen aportar información sobre las zonas húmedas del archipiélago. Del estudio del material recopilado se obtuvo un listado de zonas húmedas a partir del cual se estructuraron los trabajos a realizar y se determinaron el número concreto de zonas húmedas a contemplar en el estudio. Además, y siempre que ha sido posible, se han mantenido conversaciones con residentes en la zona (agricultores, ganaderos, propietarios, guardas, personal de ayuntamientos,...), con objeto de obtener información sobre acontecimientos ocurridos en el lugar, así como posibles modos y formas de gestión de la zona húmeda existente. Parte de esta información se incluyó en la base de datos como complemento de los datos obtenidos directamente por el equipo de la Universidad de Vigo.

2.3.1. Criterios generales para el diseño de la red de puntos

Para la selección de las zonas húmedas a incluir en el presente estudio, y basándonos en la información recopilada, sólo se incluyeron las zonas húmedas naturales. Así, se excluyeron del estudio las zonas húmedas modificadas o casi artificiales (i.e., embalses); sin embargo, masas de aguas modificadas como las salinas se han incluido; puesto que el origen de las mismas procedió un día de una masa de agua natural. De hecho, los tanques más externos de las salinas (los evaporadores) apenas están modificados. Por lo que consideramos, la inclusión de las mismas en este estudio, para así poder evaluar el estado ecológico de las salinas junto con las demás masas de aguas.

Dentro de cada una de las zonas húmedas seleccionadas se distribuyeron un número variable de estaciones de muestreo (entre 1 y 6). La selección del número de estaciones se hizo en función del tamaño y heterogeneidad espacial de cada zona húmeda, atendiendo a la

existencia de distintas zonas de vegetación representativas de los distintos ambientes dominantes.

2.3.2. Morfometría

Las zonas húmedas objeto de estudio en las Islas Baleares suponen, conforme a la base de datos existente un total de 4571.96 ha. Por provincias, la división del ámbito de estudio es la siguiente: Mallorca (2919.30 ha), Formentera (600.23 ha), Ibiza (552.54 ha) y Menorca (499.99 ha). De acuerdo a la clasificación Genético Funcional de los Humedales y Lagos Españoles del Inventario de Humedales de la DGOH (1991) la mayoría de las zonas húmedas de Baleares corresponderían a humedales Costeros Mediterráneos (3.2) y algunos a humedales Interiores tipo esteparios salinos (A.3.2). A los efectos de discriminar las distintas situaciones que se plantean dentro de este marco el Gobierno Balear ha desarrollado una propuesta de clasificación jerarquizada para la correcta gestión de los distintos humedales de Baleares (Decreto de Humedales). A tal efecto, los diferentes *tipos morfológicos* (a los cuales se harán mención en el apartado 2.7.1 de este trabajo) vienen determinados por la articulación de la cubeta que contempla y sintetiza la morfología de la cubeta así como por los procesos morfogenéticos y morfodinámicos que la originan.

2.3.3. Localización de los puntos de muestreo

En los mapas 1 a 3, se muestran las tres islas y las zonas húmedas que se han tenido en cuenta en este estudio. En total se estudiaron 61 puntos, distribuidos en 34 zonas húmedas (Tabla 2.1 y Tabla 2.2). La provincia que mayor número de zonas húmedas aporta al ámbito considerado es Mallorca (31 estaciones de muestreo, distribuidos en 16 ZH), seguida de Menorca (17 estaciones de muestreo, distribuidos en 11 ZH). La importancia relativa de las otras dos islas (Formentera, con 8 estaciones de muestreo pertenecientes a 5 ZH, e Ibiza, con 5 estaciones de muestreo incluidos en 2 ZH) es muy inferior (Tabla 2.1 y Tabla 2.2). Más información de cada una de las zonas húmedas incluidas en este estudio aparece en sus respectivas fichas (*Anexo 2.VI*).

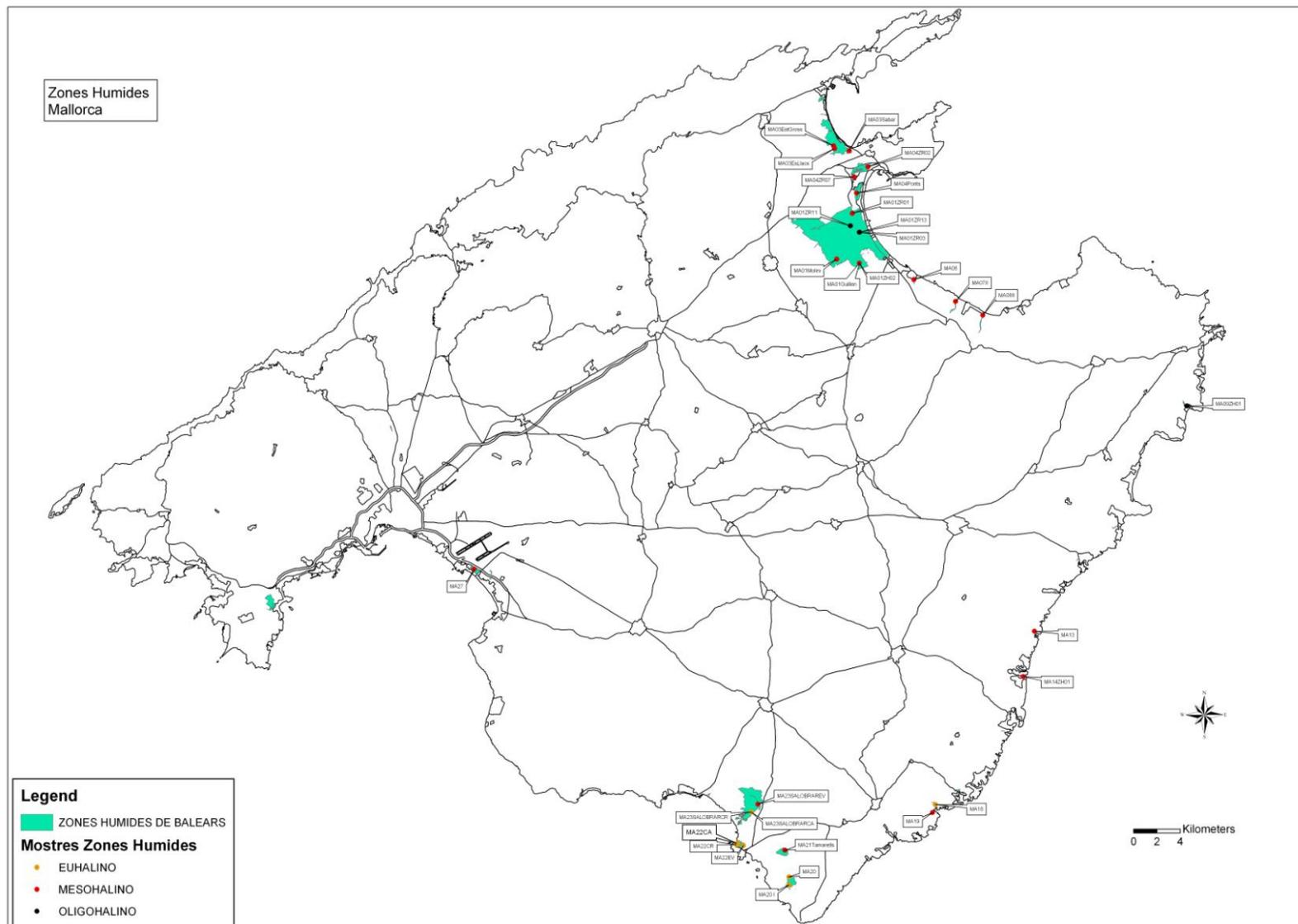
ISLA	Zona Húmeda	ID Subzona	ID Subzona CAIB	Topónimo	UTM X	UTM Y	Tipo	Referencia
IB	EI01	EI01ZH01CA	EIH04	Salines Eivissa	359382	4302725	euhalino	No Referencia
		EI01ZH01CR	EIH04	Salines Eivissa	360013	4302947	euhalino	No Referencia
		EI01ZH01EV	EIH04	Salines Eivissa	359045	4301911	euhalino	No Referencia
		EI01ZH02	EIH04	Salines Eivissa	360503	4303920	euhalino	No Referencia
	EI02	EI02	EIH03A	Ses Feixes de Talamanca	365658	4308443	mesohalino	No Referencia
FO	FO Peix	FO Peix 1	FoH04	Estany des Peix	362390	4288106	euhalino	No Referencia
		FO Peix 2	FoH04	Estany des Peix	361403	4287298	euhalino	No Referencia
	FO Pudent	FO Pudent 1	FoH03	Estany Pudent	364005	4286520	euhalino	No Referencia
		FO Pudent 2	FoH03	Estany Pudent	364363	4288302	euhalino	No Referencia
	FO01	FO01		Es Brols	363934	4286512	oligohalino	No Referencia
	FO03	FO03CA	FoH02	Salines de Formentera	364117	4288861	euhalino	No Referencia
		FO03CR	FoH02	Salines de Formentera	364114	4288913	euhalino	No Referencia
	FO04	FO04	FoH01	Estany de s'Espalmador	363277	4294077	euhalino	Referencia
MA	MA01	MA01Guillen	MAH07	Albufera de Mallorca	509651	4402144	oligohalino	No Referencia
		MA01Molini	MAH07	Albufera de Mallorca	507693	4402495	mesohalino	No Referencia
		MA01ZH02	MAH07	Albufera de Mallorca	509651	4402145	mesohalino	No Referencia
		MA01ZR01	MAH07	Albufera de Mallorca	509026	4406398	mesohalino	No Referencia
		MA01ZR03	MAH07	Albufera de Mallorca	509655	4404768	oligohalino	No Referencia
		MA01ZR11	MAH07	Albufera de Mallorca	508867	4405323	oligohalino	No Referencia
		MA01ZR13	MAH07	Albufera de Mallorca	509642	4404771	oligohalino	No Referencia
	MA03	MA03EsLlacs	MAH04	Albufereta de Pollença	507516	4411891	mesohalino	No Referencia
		MA03EstGross	MAH04	Albufereta de Pollença	507426	4412119	mesohalino	No Referencia
		MA03Sabar	MAH04	Albufereta de Pollença	508769	4411699	mesohalino	No Referencia
	MA04	MA04Ponts	MAH06	Prat Maristany-Estany Ponts	509391	4408102	mesohalino	No Referencia
		MA04ZR02	MAH05	Prat Maristany-Estany Ponts	510380	4410332	mesohalino	No Referencia
		MA04ZR07	MAH05	Prat Maristany-Estany Ponts	509192	4409478	mesohalino	No Referencia
	MA06	MA06	MAH08	Estany de Son Bauló	514324	4400765	mesohalino	No Referencia
	MA07	MA07II	MAH09	Estany de Son Real	517878	4398892	mesohalino	No Referencia
	MA08	MA08II	MAH10	Estany de Na Borges	520234	4397713	mesohalino	No Referencia
	MA09	MA09ZH01	MAH11	Estany de Caryamel	537736	4390015	oligohalino	No Referencia
	MA13	MA13	MAH15	Estany de Cala Magraner	524664	4370847	mesohalino	No Referencia
	MA14	MA14ZH01	MAH16	Estany de Cala Murada	523677	4366997	mesohalino	No Referencia
	MA18	MA18	MAH19	Font de Nalis	516153	4356116	euhalino	No Referencia
	MA19	MA19	MAH20	S'Amarador	515924	4355446	mesohalino	No Referencia
	MA20	MA20	MAH21	Estany de ses Gambes	503620	4349975	euhalino	No Referencia
		MA20 I	MAH21	Estany de ses Gambes	503610	4349303	euhalino	Referencia
	MA21	MA21Tamarells	MAH22	Estany des Tamarells	503253	4352248	mesohalino	No Referencia
	MA22	MA22CA	MAH23	Salines de la Colònia de Sant Jordi	499204	4352845	euhalino	No Referencia
		MA22CR	MAH23	Salines de la Colònia de Sant Jordi	499111	4352695	euhalino	No Referencia
		MA22EV	MAH23	Salines de la Colònia de Sant Jordi	499699	4352656	euhalino	No Referencia
MA23	MA23SALOBRARCA	MAH24	Salobrar de Campos	500378	4355478	euhalino	No Referencia	
	MA23SALOBRARCR	MAH24	Salobrar de Campos	500385	4355486	euhalino	No Referencia	
	MA23SALOBRAREV	MAH24	Salobrar de Campos	500942	4356157	mesohalino	No Referencia	
MA27	MA27	MAH27	Prat de Fontanelles	476624	4376141	mesohalino	No Referencia	
ME	ME01	ME01ZH02	MEH11	Albufera des Grau	606102	4422830	mesohalino	No Referencia
		ME01ZH03	MEH11	Albufera des Grau	606788	4422598	mesohalino	Referencia
		ME01ZH04nuevo	MEH11	Albufera des Grau	606788	4422599	mesohalino	Referencia
	ME04	ME04	MEH15	Gola de Cala en Porter	596604	4414427	oligohalino	No Referencia
	ME05	ME05ZR05	MEH16	Prat de Son Bou	591640	4417289	oligohalino	No Referencia
	ME06	ME06	MEH17	Gola del Torrent de Trebaluger	584429	4420711	oligohalino	No Referencia
	ME09	ME09ZH01	MEH20	Prat de Bellavista - Son Saura (Sud)	576661	4420306	oligohalino	No Referencia
	ME10	ME10	MEH21	Gola del Torrent d'Algaiarens	578950	4433488	oligohalino	No Referencia
	ME11	ME11ZH06	MEH22	Gola i maresme de Binimel-là	589828	4433852	oligohalino	No Referencia
	ME13	ME13ZH02	MEH02	Prat de Lluriac - Tirant	594092	4433196	oligohalino	No Referencia
	ME17	ME17	MEH06	Albufera de Mercadal - Son Saura (Nord)	598779	4431108	oligohalino	Referencia
	ME19	ME19ZH02Euh	MEH08	Prats i Salines de Mongofre (Addaia)	603128	4427554	euhalino	No Referencia
		ME19ZH02meso	MEH08	Prats i Salines de Mongofre (Addaia)	603158	4427475	mesohalino	No Referencia
		ME19ZH02Oligo	MEH08	Prats i Salines de Mongofre (Addaia)	603090	4427319	mesohalino	No Referencia
		ME19ZH03	MEH08	Prats i Salines de Mongofre (Addaia)	603101	4427331	mesohalino	No Referencia
ME19ZH04		MEH08	Prats i Salines de Mongofre (Addaia)	603077	4427337	mesohalino	No Referencia	
ME20ZH02	ME20ZH02	MEH09	Prat de Morella	607064	4427090	oligohalino	Referencia	

Tabla 2.1. Tabla síntesis de las zonas húmedas y puntos estudiadas en ellos.

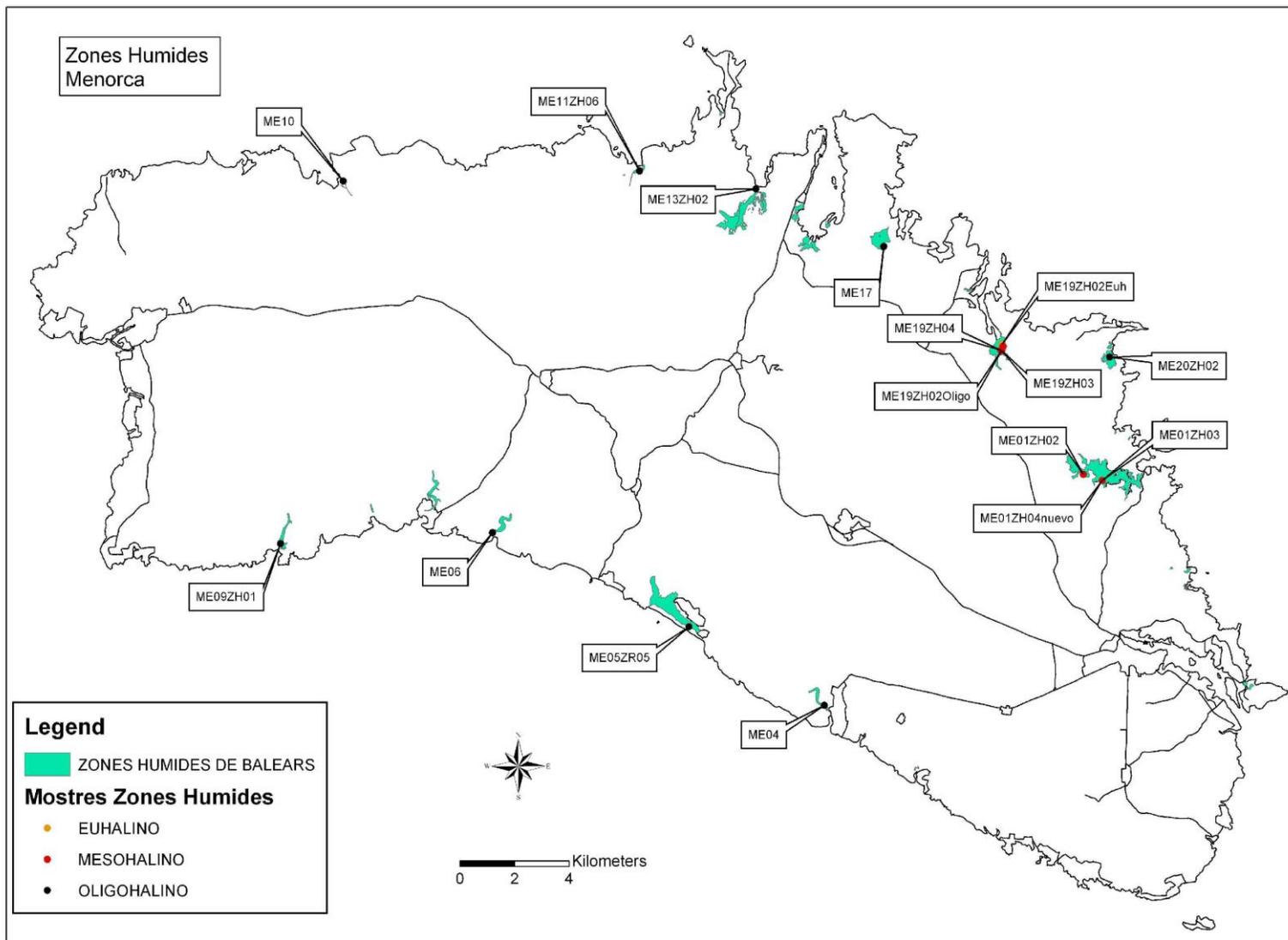
FO: Formentera; IB: Ibiza; MA: Mallorca; ME: Menorca
 ZH: Zona húmeda
 ID: identificador

ISLA	ZONAS HUMEDAS	ESTACIONES MUESTREO
IB	2	5
FO	5	8
MA	16	31
ME	11	17
TOTAL	34	61

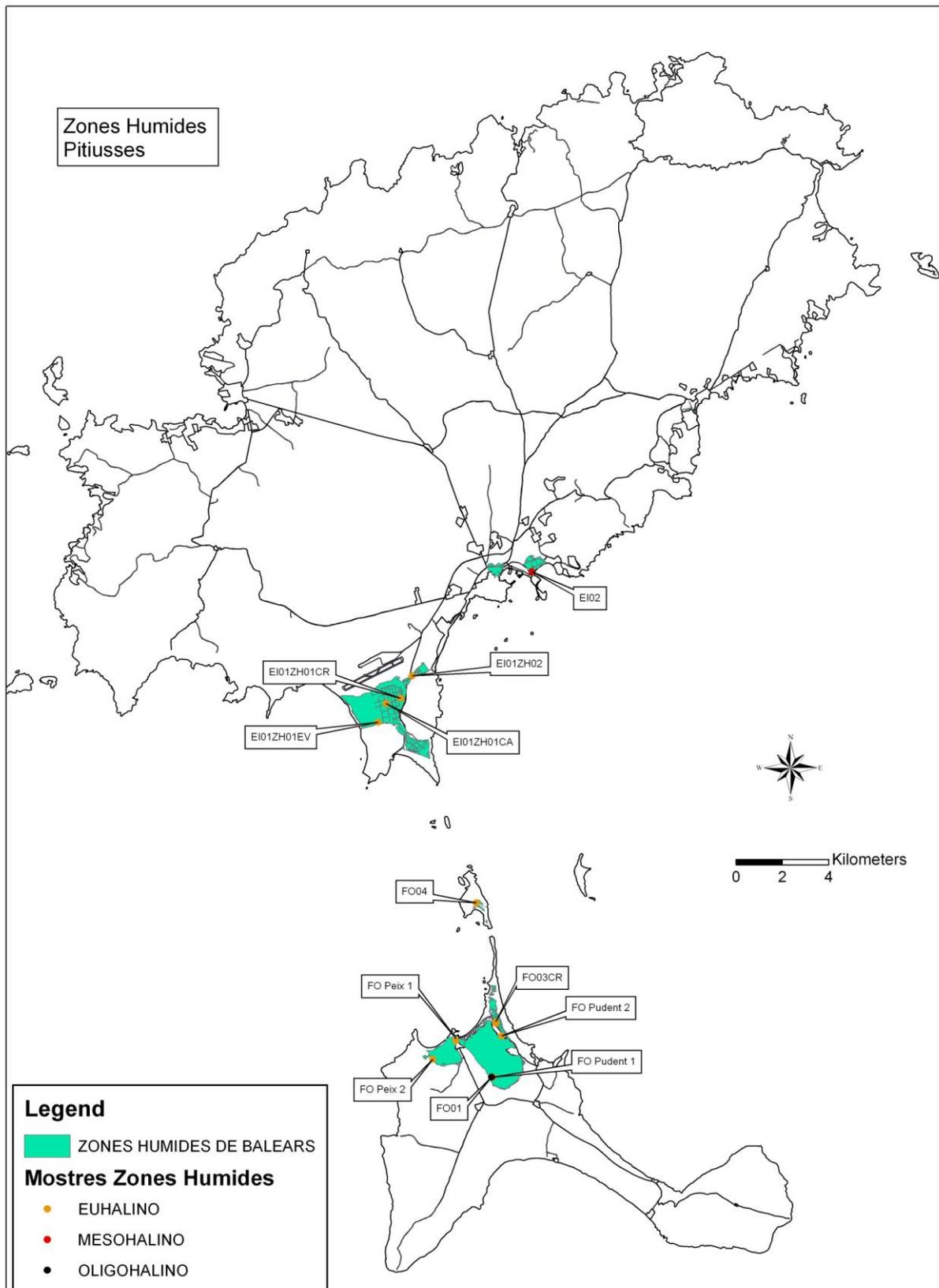
Tabla 2.2. Tabla síntesis del número de zonas húmedas y estaciones de muestreos por isla.
FO: Formentera; IB: Ibiza; MA: Mallorca; ME: Menorca



Mapa 1. Localización de los puntos de muestreo en la Isla de Mallorca.



Mapa 2. Localización de los puntos de muestreo en la Isla de Menorca



Mapa 3. Localización de los puntos de muestreo en las Islas de Ibiza y Formentera.

2.4. METODOLOGÍA DESARROLLADA EN LOS TRABAJOS DE CAMPO

El trabajo de campo fue realizado durante el periodo comprendido entre mayo-junio de 2005 y mayo-junio del 2008. Se realizaron un total de 6 campañas de muestreo que se llevaron a cabo con una periodicidad estacional: primavera'05 (mayo-junio), otoño'05 (noviembre y diciembre), invierno'06 (febrero y marzo), primavera'06 (mayo-junio), invierno'08 (febrero y marzo) y primavera'08 (mayo-junio). La primera campaña (mayo 2005) sirvió para comprobar el estado de las zonas húmedas seleccionadas, identificar el número de estaciones de muestreo a realizar en cada una de ellas y estandarizar metodologías.

2.4.1. Protocolo general de muestreo

Cada campaña de muestreo se desarrolló según un esquema común de actuación preestablecido, variándose según las necesidades y problemáticas que presentara cada zona húmeda en concreto. Se realizaron diversas tareas por los miembros del equipo:

- **Observación y descripción de la vegetación sumergida y riparia.**
- **Identificación del número de estaciones de muestreo** a realizar atendiendo al tamaño de la zona húmeda y a la existencia de distintas manchas de vegetación representativas de los distintos ambientes dominantes
- **Delimitación de cada punto** de muestreo mediante GPS (Garmin GPS12).
- **Reportaje fotográfico** de cada zona húmeda por medio de una cámara digital, tomando en ocasiones según el interés de cada lugar, fotografías panorámicas o puntuales de aspectos concretos, tales como determinados impactos, características naturales especiales, etc.
- **Toma de muestras:** para evitar que la toma de unas muestras pudiese influir en las siguientes el proceso de recogida de muestras siguió la siguiente secuencia temporal:
 - 1°. Estima de parámetros físico-químicos *in situ* y toma de muestras de agua.
 - 2°. Toma de muestras de fitoplancton
 - 3°. Toma de muestras de invertebrados
 - 4°. Las muestras se tomaron a lo largo de 50 metros del litoral en una banda que iba desde la orilla hasta 3 metros hacia el interior de la zona húmeda.
- **Observación de posibles impactos** existentes en cada zona húmeda, así como una primera aproximación a los posibles usos que pueda acoger.

Muchas de las observaciones y estimas de parámetros realizados *in situ* se recogieron en un estadillo de campo realizado específicamente para el desarrollo de este estudio (*Anexo 2.V*).

2.4.2. Vegetación marginal y macrófitas

En cada campaña de muestreo se realizó un inventario de la vegetación marginal así como de la vegetación sumergida del humedal. De manera general se procedió a la identificación *de visu* de los ejemplares observados. Cuando ha sido necesario, se han recogido muestras de vegetación para su posterior identificación en laboratorio, las cuales fueron debidamente etiquetadas y conservadas en el campo. En algunos casos se han realizado visitas a especialistas para la determinación de géneros que presentan especial complejidad.

Además se anotó la cobertura aproximada de cada taxón en cada una de las zonas húmedas estudiadas.

2.4.3. Estima de parámetros físico-químicos

En cada punto de muestreo se determinaron *in situ* ciertas variables físico-químicas del agua: Temperatura y pH (Termo Orion 3star), conductividad eléctrica y salinidad (termo Orion 115A+) y oxígeno disuelto (Termo Orion 835). Para estimar el resto de las variables físico-químicas evaluadas en este estudio (i.e., nutrientes, aniones, cationes, alcalinidad, carbonatos, bicarbonatos, etc.) se tomaron muestras de agua para el posterior análisis en el laboratorio. Estas muestras de agua se recogieron en los mismos puntos donde previamente se habían introducido los electrodos. Las muestras fueron tomadas a una profundidad de 0.4 m aproximadamente desde la superficie, recogidas en recipientes de polipropileno y vidrio, almacenadas en oscuridad y refrigeradas a 4°C hasta su posterior análisis en laboratorio. Tanto las determinaciones *in situ* como la recogida de muestras de agua se realizaron siguiendo los protocolos y metodologías indicados en el *Anexo 2.I*.

2.4.4. Toma de muestras de fitoplancton

Se tomaron dos tipos de muestras de fitoplancton, unas para el análisis de biomasa y otras para el análisis cuantitativo y cualitativo de la composición de la comunidad.

La toma de muestras para el análisis de la biomasa fitoplanctónica se realizó filtrando volúmenes conocidos de agua (variables en función de contenido sestónico) a través de

filtros de fibra de vidrio (Whatman GF/F con un tamaño de poro de 0.45 μm), utilizando una bomba de vacío manual. Estos filtros se guardaron posteriormente en recipientes opacos y se congelaron hasta ser procesados en el laboratorio, donde estas muestras se usaron para el cálculo de dos parámetros: a) la concentración de pigmentos fotosintéticos (clorofila, Cl-a), y b) la cantidad de materia orgánica particulada en suspensión (materia orgánica libre de cenizas -AFDM- del inglés *ash free dry mass*).

Toma de muestras campañas 2005/06

Para el estudio de las comunidades de fitoplancton se hicieron dos tipos de muestreo, uno cualitativo (i.e., determinación de la composición taxonómica) y el otro cuantitativo (i.e., estima de la abundancia fitoplanctónica). En el primer caso, se filtraron *in situ*, cantidades variables de agua, a través de una malla de plancton con un poro de 20 μm . La cantidad de agua filtrada varió en función del contenido sestónico de cada punto, añadiendo el volumen necesario para tupidar la malla. Las muestras recogidas en la malla se conservaron añadiéndoles unas gotas de formaldehído al 40%. Para la obtención de datos cuantitativos se recogieron 3 muestras de agua de 250 ml, a una profundidad aproximada de 20 cm, se guardaron en botellas de cristal opacas y se les añadió una solución yodada de lugol al 1% para su conservación. A partir de la segunda campaña hubo algunas masas de agua en las cuales, debido a la baja abundancia de fitoplancton que presentaban de forma natural -lo cual se comprobó en la primera campaña-, las muestras de agua (de 2 a 7 litros) se concentraron utilizando una malla de 20 μm .

Toma de muestras campaña 2008

Durante esta campaña, para el estudio de las comunidades de fitoplancton, se tomó una muestra de agua superficial, en botes de vidrio transparente de 125 ml. Las muestras fueron fijadas *in situ* mediante la adición de 2.5 ml de glutaraldehído al 2% (Sournia, 1978) y mantenidas a 4°C en oscuridad, hasta su posterior análisis en laboratorio.

2.4.5. Toma de muestras de invertebrados bentónicos

Las muestras de invertebrados bentónicos se tomaron con un kick (una manga de mano en forma de "D" con unas dimensiones estándares de 0,25 m*0,25 m y 250 μm de luz de malla), utilizando el método de muestreo en múltiple hábitats de la EPA (Barbour et al., 1999). Se

cogieron un total de 10 kicks¹ en las campañas de 2005-06 y 20 kicks en las campañas de 2008 por estación de muestreo. El cambio en el número de “kicks” entre los dos años, fue debido al intento de estandarizar el protocolo de muestreo con otros laboratorios a nivel nacional, de cara al ejercicio de intercalibración. Con el fin de evitar errores, debido al cambio de la unidad de esfuerzo entre los distintos años, los invertebrados serán expresados como individuos/CPUE (= Captura Por Unidad de Esfuerzo, esto es 10 en las campañas 2005-06 y 20 en las campañas de 2008). En todos los casos los kicks se realizaron distribuidos en número proporcional a los hábitats más representativos de las zonas seleccionadas. Las muestras fueron recogidas en una bolsa de elevada dureza (Galga 200) y doble, y se fijaron *in situ* en etanol al 70%. Aunque este tipo de muestreo esté diseñado para invertebrados bentónicos, debido al paso del kick a lo largo de la columna de agua (no muy profunda en la zona litoral) y por el sedimento, también se incluyen taxones pertenecientes al zooplancton.

2.5.METODOLOGÍA DESARROLLADA EN LOS TRABAJOS DE LABORATORIO

2.5.1. Análisis de aguas

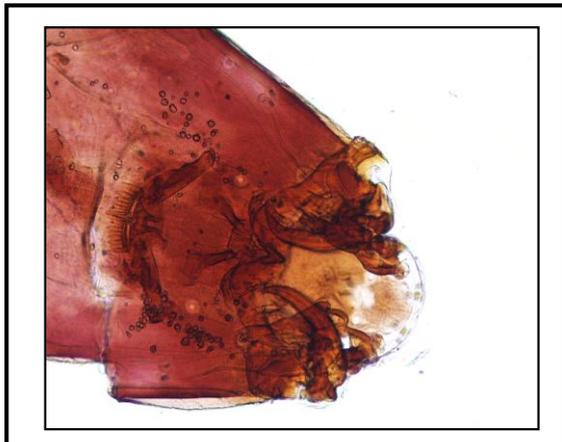
El conjunto de los parámetros analizados y el método analítico utilizado para la determinación de cada uno de ellos aparecen en el *Anexo 2.I*. Las muestras de aguas recogidas se analizan en el laboratorio o bien se envían al Centro de Apoyo Científico y Tecnológico a la Investigación de la Universidad de Vigo (C.A.C.T.I.) para su análisis según la metodología establecida (*Anexo 2.I*).

2.5.2. Invertebrados bentónicos

En laboratorio, los organismos fueron separados mediante una columna de tamices con diferente luz de poro: 5 mm, 1 mm y 0,1 mm, obteniéndose así tres fracciones, gruesa, media y fina, respectivamente. Posteriormente se procedió a la separación de los invertebrados de cada fracción, para ser contados e identificados. En los casos en que el número de individuos en una determinada fracción fuese muy elevado, se realizó un submuestreo. Para esto, el

¹Cada “kick” está conformado por tres rápidas “barridos” o “pasadas”: la primera en la columna de agua, la segunda pasada sobre el sedimento y la tercera pasada recoge el material en resuspensión.

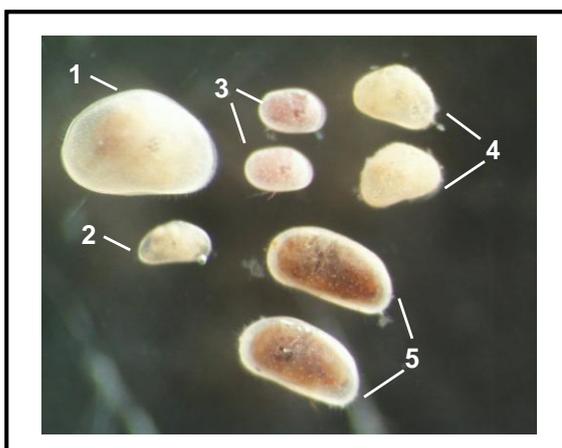
contenido de la muestra se homogenizó sobre su tamiz correspondiente y se dividió en partes iguales, tomando tantas partes como fuesen necesarias hasta alcanzar o superar el umbral de 100 (Wrona et al, 1982). El material óptico utilizado para la identificación fue un microscopio Olympus U-TV1X a un aumento de 40X y una lupa Nikon SMZ645 con aumento 5X. El nivel de identificación de este estudio ha sido el mayor posible, mayormente a género y especie, excepto para Diptera (familia, subfamilia, tribu), Oligochaeta (familia) e Hydrachnidia, taxones que requieren un mayor tiempo de identificación, especialistas y precios más elevados (*ver en listado faunístico en Anexo 2.III*). Los ejemplares separados, una vez identificados y contados, se volvieron a fijar en etanol al 70% y se almacenaron. El resto de la fracción, caso de que se hubiera realizado submuestreo, también se fijó y guardó.



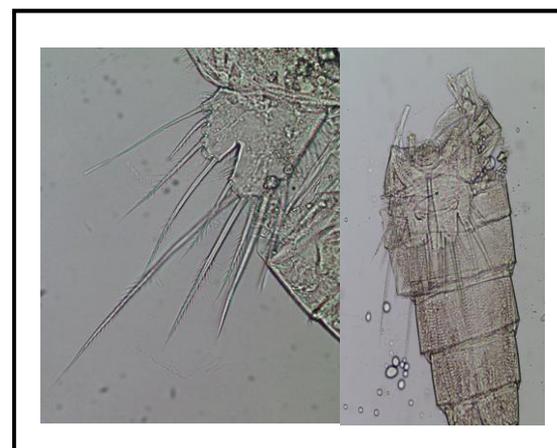
Cabeza de *Nilobezzia* sp., Ceratopogónido (Diptera) (Microscopio, 40X)



Isópodo *Cyathura carinata* (Lupa binocular 12.5X).



Ostrácodos comunes en las zonas húmedas de las Islas Baleares. 1 y 2: *Eucypris virens*; 3: *Loxoconcha elliptica*; 4: *Sarscypridopsis* sp.; 5. *Cyprideis torosa*. (Lupa binocular, 16X).



Pata 5ª de *Cletocamptus retrogressus*, Copépodo Harpacticoida. (Microscopio, 400X y 40X).

LÁMINA 1: Muestras de invertebrados recogidos en las zonas húmedas de las Islas Baleares

2.5.3. Fitoplancton

El método de extracción de la Cl-a se hizo en frío (4°C) y en acetona al 90%. La determinación de la concentración de Cl-a se realizó por espectrofotometría ((UV/VIS UV4 Spectrometer; Unicam, Cambridge, UK). Las longitudes de onda y los coeficientes empleados para los cálculos fueron los propuestos en el método monocromático de Lorenzen (1967). Para el cálculo de la AFDM, los filtros se secaron (1 día, 60 °C), se llevaron a temperatura ambiente,

y se pesaron. Después se introdujeron en la mufla (2.5h., 500 °C) para proceder a la combustión de la materia orgánica, obteniendo el peso seco de la materia orgánica fitoplanctónica por diferencia de los dos pesos obtenidos.

Para el análisis de la comunidad de fitoplancton, se desarrollaron dos metodologías distintas para las campañas 2005-06 (Método Üthermol) y 2008 (Epifluorescencia). El cambio de metodología de 2005/06 a 2008 se produjo con el fin de establecer metodologías comunes a nivel nacional, de cara al ejercicio de intercalibración.

Campaña 2005/06

Las muestras cualitativas se identifican con un microscopio Olympus BX61 con contraste interferencial Nomarski. En la identificación se llegó al menor nivel taxonómico posible, ayudándonos de la bibliografía disponible (i.e., Krammer & Lange-Bertalot 1988, 1991, Dillard 1999, 2000, John *et al.* 2002, Komárek & Anagnostidis 2005, entre otros) (*ver listado fitoplanctónico en Anexo 2.IV*).

Para el análisis cuantitativo, las muestras de la primera campaña se sedimentaron directamente en cámaras, empleando alícuotas de 30 ml en cada cámara. Si después de 24 horas de sedimentación no se observaba suficiente concentración se eliminaba el sobrenadante de la cámara y se añadían unos 20 ml más de muestra, así las veces necesarias hasta que aparecían individuos en la mayoría de los campos. Dependiendo de la concentración de fitoplancton en las muestra se contaron de 20 a 160 campos.

Con las muestras de las 3 campañas siguientes (Otoño 2005 e Invierno y Primavera 2006), el procedimiento consistió en dejar sedimentar en matraces y durante dos días, unos 250 ml de la muestra. Al cabo de 2 días se eliminaba el sobrenadante y el sedimento (unos 20 ml) se pasó a las cámaras, donde se dejaba sedimentar un día más antes de proceder al conteo. Si se observaba que había mucha concentración fitoplanctónica se sedimentaba menos volumen de muestra (la mitad o la cuarta parte).

El cálculo de la abundancia se realiza contando los individuos presentes en 20-50 campos (dependiendo de la abundancia que aparece en los 10 primeros campos contados). En el caso de colonias se cuenta cada célula como si fuera un individuo. En las cianofíceas filamentosas se cuenta cada célula como un individuo, aunque hay casos en los que no se observa la separación de las células, como en *Spirulina*, *Limnothrix*, *Pseudanabaena*, etc. en estos casos se

cuenta cada filamento como un individuo. El microscopio utilizado para contar el número de individuos es un microscopio invertido Nikon a un aumento de 40x.

Campaña 2008

En las últimas campañas (Invierno y Primavera 2008) el análisis de las muestras en laboratorio se realizó filtrando un volumen conocido de la muestra con membranas de policarbonato de tamaño de poro 0,2 μm (Millipore GTTP de \varnothing 25 mm).

Por otro lado, debido al carácter salobre de las muestras, la sal que queda retenida en la membrana filtrante se eliminó añadiendo 5 ml de agua destilada. Así, el filtro libre de sal, se deshidrató con lavados sucesivos de etanol al 50%, 80%, 90% y 99% y se dejó en un desecador antes de montar la preparación con aceite de inmersión.

Con la muestra filtrada se procede a hacer los recuentos de la comunidad fitoplanctónica con un microscopio de epifluorescencia. El microscopio utilizado es un Leica DM2500 que lleva acoplado una cámara de color y resolución de 12 Mpx, con técnica de múltiples disparos para adquirir imágenes.

El análisis de las comunidades fitoplanctónicas se realiza por el método de recuentos microscópicos por epifluorescencia (Vargo, 1978). Esta técnica se basa en la observación de caracteres morfológicos y de la coloración de los pigmentos para clasificar el fitoplancton.

Con el objetivo de inmersión 100x y a 1000 aumentos se cuenta un mínimo de 300 células y al menos 100 células del taxón más abundante para tener un error menor al 20% (Lund et al., 1958).

La identificación de taxones se realiza con el apoyo de diversas claves y guías. En la bibliografía se presenta una relación de las referencias más importantes.



Amphora veneta



Chlamydomonal



Euglena clavata



Euglena texta

LÁMINA 2: Muestras de algas fitoplanctónicas recogidos en las zonas húmedas de las Islas Baleares (Método Üthermol)

2.6. ANÁLISIS DE DATOS

El primer objetivo de este trabajo consiste en establecer una tipología que permita reducir la variabilidad natural de las zonas húmedas, en función de un número reducido de parámetros que determinan su funcionamiento. Tanto para la obtención de tipos con los datos físico-químicos como con los indicadores biológicos, se han utilizado métodos estadísticos de ordenación con el fin de minimizar la subjetividad de los resultados y sintetizar los datos obtenidos en nuevas variables más generales e interpretables.

Establecimiento de tipologías.- En primer lugar se estudió la posibilidad de utilizar la clasificación en tipos morfológicos establecida por el Departamento de Recursos Hídricos de las Islas Baleares en el Decreto de humedales. Para ello se partió de la matriz de datos de caracterización biótica de las referencias (composición y abundancia de invertebrados y fitoplancton) obtenidos en este estudio. Para cada base de datos se realizó una ordenación mediante escalamiento multidimensional (nMDS, non-metric multidimensional scaling), partiendo de la matriz de similaridades realizada en base al índice de Bray- Curtis. En segundo lugar se utilizaron los datos de caracterización físicoquímica (composición iónica) obtenidos en este estudio para establecer una nueva tipología.

Contraste de la tipología generada.- Para comprobar si la tipología anteriormente definida mediante los valores de salinidad, se ajustaba a la distribución de las comunidades biológicas se realizó una ordenación mediante escalamiento multidimensional (nMDS) con los datos de las comunidades biológicas. Este tipo de ordenación representa las muestras recogidas en cada estación de muestreo en base a la similitud en la composición de sus comunidades, y lo hace tomando como base la matriz de similaridades generada a partir del índice de Bray-Curtis.

Validación de referencias.- Una vez establecida la tipología definitiva, se validaron las referencias que habían sido escogidas *a priori*. Para cada tipo se realizaron ordenaciones nMDS de todos los puntos de muestreo y se vio la posición relativa de las referencias frente a las “no referencias”. En estas ordenaciones se partió de la matriz de datos de invertebrados obtenida para cada tipo. Además se le aplicó el protocolo para definir las condiciones de referencias en las aguas de transición (Pardo et al. 2007), a cada uno de los puntos de referencias escogidos para comprobar si realmente cumplían o no dicha condición.

Identificación de gradientes de presión.- Se analizaron los datos de las variables físico-químicas susceptibles de verse afectadas por la actividad humana, por tipo, para explorar los posibles gradientes de presión antrópica que afectan a las masas de agua. Con el fin de eliminar aquellas variables dependientes unas de otras o cuya información sea redundante, se realizó un análisis de correlación entre todas las variables físico-químicas estimadas. En aquella pareja de variables cuyo coeficiente de correlación fue igual o superior a un 80%, se eliminó una de ellas. A fin de corroborar el estado de las referencias y el resto de los puntos de muestreo, se realizó una reducción de la dimensionalidad de los datos con análisis de componentes principales (PCA) con los datos de las variables físico-químicas para cada uno de los tipos definidos. Esto permitió explicar de forma conjunta los gradientes ambientales naturales y no naturales subyacentes en la base de datos. Los gradientes extraídos son nuevas variables que permiten conocer cuáles de las variables hidroquímicas son las responsables de la variación espacio-temporal encontrada en los puntos de una misma zona húmeda.

Obtención de métricos indicadores.- Con el fin de identificar aquellos taxones y métricos que potencialmente podrían servir como indicadores de presión, se realizaron análisis de correlación entre éstos y los ejes obtenidos con el PCA. Estos análisis se hicieron por tipo y de forma separada para cada elemento biológico (invertebrados y fitoplancton). Se comprueba qué métricos se encuentran más correlacionados con los gradientes de presión extraídos, considerándose métricos candidatos para su inclusión en el sistema de evaluación de cada tipo de zona húmeda. Se eliminan previamente aquellos métricos que muestran redundancias, por ejemplo que entre ellos exista un coeficiente de correlación mayor del 80%. La búsqueda de taxones indicadores se completó con la realización de un análisis de porcentajes de similitud (Similarity Percentage Analysis, SIMPER), que calcula la contribución de cada taxón a la disimilitud entre los dos grupos establecidos (en nuestro caso establecimos referencia vs. no referencia), permitiendo identificar aquéllas especies sensibles (presentes sólo en referencias) frente a las especies tolerantes (presentes en las no referencias). Además se elaboraron métricos de diversidad (i.e., índice de Shannon, riqueza de Margalef, equitatividad, riquezas de taxones - especie, género, familia y orden-) calculados con el programa Primer6 (Clark and Warwick, 2001) y una medida indirecta de diversidad, el índice de Bray-Curtis. Este índice se basa en el cálculo de la distancia reales; permite conocer la distancia real que hay entre cada punto de muestreo "no referencia" y los

puntos de “referencia” (dentro de cada tipo). De modo, que aquéllos puntos más cercanos a las referencias, son esperados a presentar una comunidad más similar a la de éstos, al contrario que aquéllos puntos más alejados. Así, la obtención de métricos indicadores de presión se basó en el uso de las tres herramientas mencionadas: correlaciones con los gradientes de presión, software Primer (SIMPER y métricos de diversidad) e índice de Bray Curtis.

Clasificación del estado ecológico.- La comparación entre los valores de los métricos obtenidos para las condiciones de referencia por cada tipo con los valores obtenidos en el resto de las localidades permite valorar de forma cualitativa y cuantitativa el estado ecológico. La suma de aquellos métricos individuales que mejor discriminen entre referencias y no referencias da lugar a un índice Multimétrico para las Islas Baleares, calculado para cada elemento biológico (denominados INVHMIB, en el caso de invertebrados y FITOHMIB para el fitoplancton) y tipo. Para poder obtener el multimétrico, los valores de los métricos individuales han tenido que ser previamente transformados y normalizados. Los métricos expresados en forma de frecuencia (porcentajes), se sustituirán por su valor en tanto por uno. Aquéllos métricos que tienden a aumentar frente a los gradientes de presión deben ser invertidos antes de fusionarse. La estandarización se hace dividiendo el valor de cada métrico por la mediana de los valores de las localidades de referencia. Una vez realizados estos procedimientos los métricos seleccionados se suman, obteniéndose el valor del índice multimétrico para cada punto. El valor de este índice multimétrico se normaliza, dividiéndolo por la mediana de las localidades de referencia dando lugar al EQR (*Ecological Quality Ratio*). En este texto aparecerán con los acrónimos, EQR-INVHMIB, para invertebrado y EQR-FITOHMIB, para fitoplancton (HMIB corresponde al acrónimo: **H**umedales **M**ultimétrico de las **I**slas **B**aleares). Al calcular los métricos de fitoplancton fue necesario transformar los valores de clorofila a dividiéndolos por el máximo de la serie, previamente a su inversión.

Para confirmar las clases resultantes generadas a partir de cada multimétrico, se realizó una ordenación multivariante nMDS de todas las muestras pertenecientes a un mismo tipo. Esta ordenación nos permitirá visualizar y comprobar si la clasificación del estado resultante obtenida con los índices multimétricos se corresponde con las diferencias reales existentes entre las muestras de la ordenación.

De esta manera, y siguiendo con las directrices de la DMA, introducimos un sistema de clasificación de cinco clases de estado ecológico INICIAL.

El sistema de clasificación desarrollado para este informe, se ha basado en las condiciones ecológicas específicas de las estaciones de referencia; se clasifica a las aguas de transición según clases de estado ecológico, disminuyendo desde el *Muy Buen* estado hasta el *Malo*, en función de la los valores de EQR obtenidos (Tabla 2.3). Los cortes entre las clases de estado ecológico se definieron siguiendo el *Boundary Setting Protocol* (BSP) propuesto en la nueva guía de intercalibración 2008-2011 (EC, 2009). Los cortes entre las clases de estado, deben responder a un significado ecológico. Para ello se siguieron los pasos propuestos en el BSP, es decir, se comprobaron mediante diagramas de dispersión, la respuesta de los métricos que conforman el multimétrico a los cambios de presión. Se prestó atención a posibles discontinuidades que pueden representar centro de clases de estado ecológico o límites entre éstas; Esta comprobación se puede hacer también entre pares de métricos, observándose en este caso el cruce entre los mismos (Fig. 2.1 A y B).

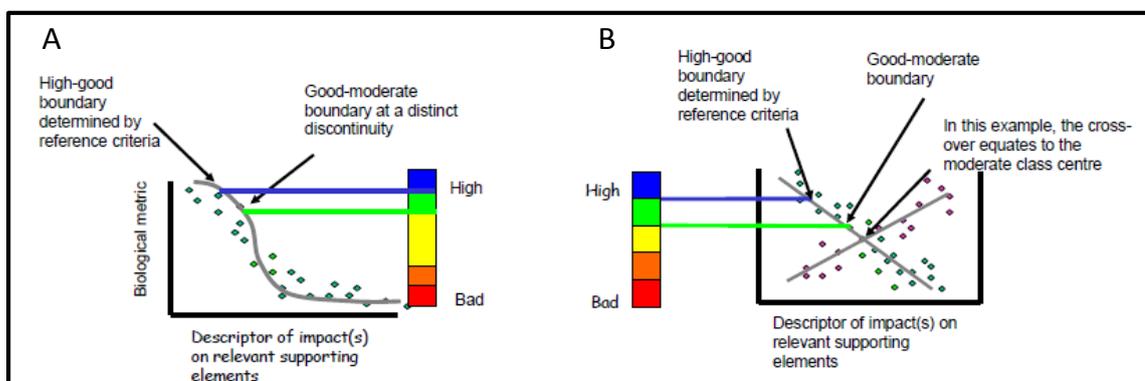


Figura 2.1. Propuesta del protocolo para determinar los límites entre clases de estado ecológico (Boundary Setting Protocol, BSP) de la guía de intercalibración 2008-2011. (A) Respuesta de un métrico a la presión. (B) Respuesta de pares de métricos a la presión.

Estas gráficas fueron realizadas para cada elemento biológico de calidad y para cada tipo, lo cual permitió establecer los cortes de estado ecológico para las aguas de transición de las Islas Baleares. El corte entre la clase de estado “*Muy bueno*” y el “*Bueno*” se estableció en 0.93. Para definir los siguientes cortes de estado se calculó el percentil 25 (P_{25}) del corte entre las clases *Muy bueno-Bueno* (i.e., 0.93), y el resultado se dividió entre 4, a su vez el resultado de dicha división se restó sucesivamente hasta obtener las clases de estado restantes (Tabla 2.3). En el presente convenio los objetivos de calidad de la DMA que se representan con el corte

Bueno/Moderado, fijado en 0.73, se le va a asumir una incertidumbre en la clasificación de 5%. Por ello el actual corte del 0.73 se reemplazará por el **0.68**, para el **apartado de evaluación e integración final** del estado ecológico (apartado 2.7.6) a la espera de una futura validación con más datos. En el sistema de clasificación por tipos de cada elemento biológico (apartado 2.7.5) se mantendrá el corte de 0.73, entre las clases de estado *Bueno y Moderado*.

Corte	Grado de alteración	Clase de calidad	Color
		Referencia	
> 0.93	Mínimo	Muy bueno	
0.73 - 0.92	Leve	Bueno	
0.50 - 0.72	Importante	Moderado	
0.49 - 0.25	Grave	Deficiente	
<0.24	Muy grave	Malo	

Tabla 2.3. Asignación de niveles de calidad a los distintos cortes de divergencia del EQR respecto a sus condiciones de referencia.

Integración final.- Se desarrolla un sistema de clasificación, integrando los resultados de los dos elementos biológicos de calidad estudiados y los datos físico-químicos, para establecer la clase de *Estado Ecológica* única para cada punto estudiado. Para llegar a la integración, se realizaron previamente diagramas de barras de los EQR por campañas y del EQR medio, para cada elemento biológico de calidad. Posteriormente, se realizaron correlaciones con los EQR nombrados anteriormente, para decidir el EQR *óptimo*, para cada uno de los elementos biológicos. La integración de ambos, se lleva a cabo utilizando este EQR *óptimo*. La clase de estado final, se realizó usando la **media** de los EQRs *óptimos* de cada elemento biológico de calidad. De forma que aquellas masas de agua cuyo EQR *final* sea inferior a 0.68 (ya que para el estado ecológico final, se asume un 5% de incertidumbre) se considerará que “no cumplen” con los objetivos de la DMA.

Contribución al análisis de presiones e impactos.-Con el objeto de identificar el efecto que sobre el estado ecológico tienen las principales presiones a las que se encuentran sometidos los humedales, se ha analizado la respuesta del EQR frente a tres tipos de presiones (*depuradoras/vertidos, origen hipógeo del agua y carga en nutrientes, y presión de salinización/modificación hidromorfológica*) para cada tipo de zona húmeda.

Todos los análisis de ordenación se han realizado sobre variables con distribución normal, para lo cual se realizarán las transformaciones de variables necesarias: $\log(x+1)$ para todos los datos de estimas absolutas y arcocoseno de la raíz cuarta ($\arccos(x^{1/4})$) de aquellos valores expresados en forma de frecuencias. Además, para realizar los PCAs los valores fueron estandarizados (media/desviación estándar). Todas las ordenaciones multivariantes y análisis de similaridad SIMPER se realizaron con el programa estadístico, PRIMER 6 (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) v6. Las gráficas de distribución, diagramas de dispersión, diagramas de cajas, gráficas de barra y análisis de correlaciones se realizaron con SPSS (Statistical Product and service Solutions) v15.0.

2.7.RESULTADOS OBTENIDOS

Un resumen de los resultados relativos a los parámetros físico-químicos y biomasa fitoplanctónica, a la composición de invertebrados bentónicos y a la de las comunidades de fitoplancton aparecen en los *Anexos 2.II, 2.III y 2.IV*, respectivamente.

2.7.1. Establecimiento de tipologías

2.7.1.1. Tipos morfológicos

En un primer momento se estudió la posibilidad de establecer la tipología de los humedales en función de los tipos morfológicos definidos en el Decreto de Humedales de las Islas Baleares. Este decreto estableció una clasificación de los humedales de acuerdo a la clasificación Genérica Funcional de los Humedales y Lagos Españoles del Inventario de Humedales de la DGOH (1991). En Baleares se diferenciaron los siguientes tipos morfológicos: prado litoral, laguna litoral, albufera, gola, balsa interior, embalse y prado costero. La diferenciación entre tipos está basada en la morfología de la cubeta y los procesos morfogenéticos y morfodinámicos que la originan. Para comprobar la identidad biológica de estos tipos se realizaron dos ordenaciones multivariantes (nMDS); uno con todas las muestras de la composición de la comunidad de invertebrados y otro con los datos de fitoplancton (Fig. 2.2). Como se observa en las ordenaciones obtenidas, no se obtiene una delimitación clara entre los distintos tipos. Sólo los embalses de Mortixt² se separan del resto de los tipos, lo cual se justifica de forma evidente debido a su peculiar morfología asociada a su artificialidad y ubicación en montaña, no comparable a ningún otro tipo morfológico natural costero. A la vista de estos resultados se descarta establecer una tipología biológica en función de la “morfología” de las zonas húmedas para la aplicación de la DMA.

² Los embalses NO se han incluido en los posteriores análisis de los humedales por presentar unas comunidades biológicas no correspondientes a ningún tipo costero y considerarse masas de agua muy modificadas, como ya se indicó al principio de este informe.

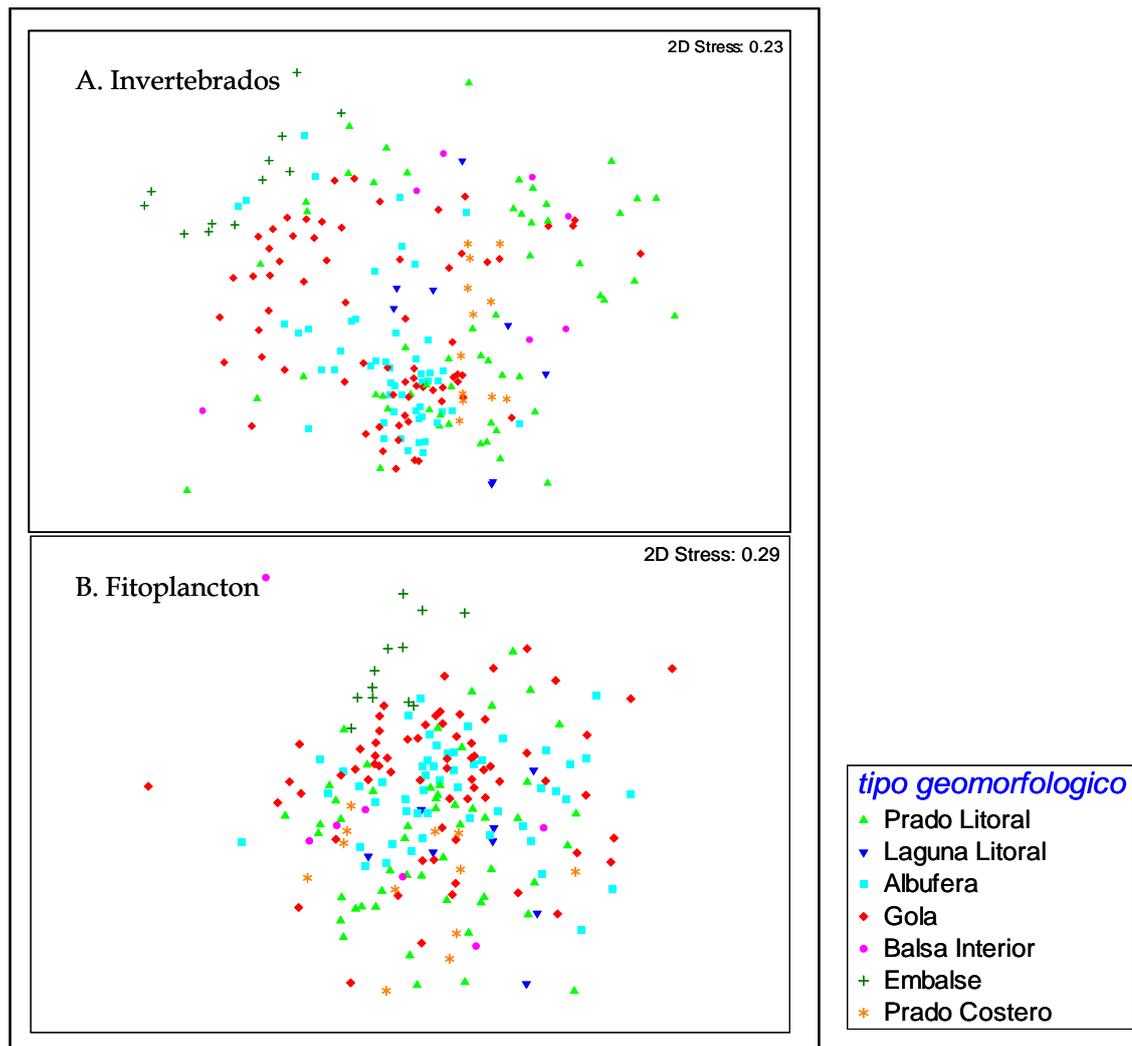


Figura 2.2. Ordenación bidimensional MDS basada en los datos de invertebrados (A) y fitoplancton (B) en función de los tipos morfológicos. Los datos representan las abundancias de cada taxón obtenidas para cada campaña y punto de muestreo, los cuales han sido previamente transformados en $\log(x+1)$.

2.7.1.2. Tipos según la salinidad media anual (DMA)³

La Directiva Marco del Agua presenta dos posibilidades para desarrollar una tipología específica para las distintas masas de agua: sistema A y sistema B. La tipología adoptada en este trabajo está basado en el sistema B, cuyos descriptores son: el tamaño, las mareas, masas lénticas (lagunas) y gradiente de salinidad. Sin embargo todas las zonas húmedas estudiadas

³ Para mayor información de cómo se desarrolló la tipología de las aguas de transición de las Islas Baleares, puede consultarse el artículo científico publicado en *Estuarine, Coastal and Shelf Sciences* (Lucena-Moya et al., 2009).

en el archipiélago son inferiores a 2.5km² (la superficie total de la Albufera de Mallorca supera los 2.5km² pero al haberse considerado varias estaciones de muestreos dentro de las mismas como independientes, se considera el área de cada una de éstas, como inferior a 2.5km²; Estany Pudent y las salinas de Eivissa también superan esta superficie, pero son muy someros por lo que lo hemos seguido considerando junto con el resto de las masas de aguas), no están sometidas a mareas ya que en el Mediterráneo se dan micromareas y exceptuando ocasionalmente las Golas, todas se tratan de masas lénticas. Por lo tanto, sólo la salinidad nos permitió discriminar tipos bien diferenciados. Dentro del Sistema B de clasificación la DMA propone hasta cinco tipos de salinidad, con sus correspondientes niveles de salinidad: agua dulce (0 - 0.5‰), oligohalina (0.5 - 5‰), mesohalino (5 - 18‰), polihalino (18 - 30‰) y euhalino ($\geq 30‰$). En un principio se intentó aplicar estas clases de salinidad a las masas de agua de las Islas Baleares objeto de estudio, pero debido al amplio rango de salinidad de las zonas húmedas de las Islas Baleares (encontrándose valores de 0.3 a 213‰), se vio la necesidad de establecer nuevos cortes en base al valor medio anual (en el presente informe, la media anual se hizo con 5 datos estacionales en la mayoría de las masas de agua - correspondientes a dos ciclos hidrológicos 2006 y 2008-, y con 2 datos estacionales, en aquéllas masas de aguas que fueron muestreadas sólo durante el 2008). Así los 5 datos estacionales corresponden a las campañas Nov.-Dic.'05, Feb.-Marzo'06, Mayo-Junio'06, Feb.-Marzo'08 y Mayo-Junio'08; y los 2 datos estacionales a estas dos últimas campañas de 2008. La metodología propuesta para desarrollar la tipología, puede consultarse más extensamente en el artículo Lucena-Moya et al. (2009). En todo caso, en el presente informe, volvemos a recordar brevemente los pasos seguidos para establecer la tipología, ya que ésta se volvió a revisar incluyendo los datos de la nueva base de datos más actualizada.

Para establecer unos límites de salinidad más adecuados para las aguas de transición de las Islas Baleares, que nos permitieran diferenciar entre tipos, se relacionó el gradiente de salinidad encontrado en las muestras de **referencia** con la distribución de la comunidad de invertebrados bentónicos litorales. Esto permitió identificar aquellos taxones que se distribuían en un rango de salinidad más o menos estrecho (estenohalinos), frente a otros cuya distribución se extendía a lo largo de un amplio rango de salinidad (eurihalinos) (Fig. 2.2), y así ajustar los rangos de salinidad de la tipología. Los resultados obtenidos con las gráficas de distribución se complementaron con un análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de los taxones respecto al factor salinidad establecido. Estos análisis permitieron definir comunidades tipo para las tres tipologías propuestas basadas en la comunidad de

invertebrados, y la determinación de nuevos cortes de salinidad entre los tipos (Tablas 2.3. & 2.4). Estos nuevos cortes basados en la media anual se aplicaron a cada uno de los puntos estudiados con el fin de adjudicar cada humedal a un tipo (Tabla 2.4). Así, la tipología de las zonas húmedas consideradas en este estudio se ha definido en base a la comunidad de invertebrados. Esto es debido a que la composición de estos organismos, altamente sedentarios, es un reflejo integrador de condiciones pasadas y presentes en la composición de las aguas de los humedales. Por el contrario, el fitoplancton, presenta una alta variabilidad espacial y temporal, que puede ser debida a altas tasas de renovación, una rápida respuesta al cambio de las condiciones medioambientales (concentración de nutrientes, variación en la salinidad) o a distintos mecanismos de dispersión entre los sistemas acuáticos.

Así, para la tipología de las aguas de transición de las Islas Baleares, se eliminó la tipología *agua dulce*, propuesta por la DMA, el grupo *oligohalino* se mantuvo, denominándolo tipo **oligohalino**, los grupos *mesohalino* y *polihalino* se fusionaron en un único tipo, denominado **mesohalino** y los grupos *euhalino* e *hipersalino*, se fusionaron en el tipo **euhalino**. De modo que la nueva tipología y cortes de salinidad asociados propuesto para Baleares es: **oligohalino** (< 5 ‰), **mesohalino** (5- 30‰) y **euhalino** (≥ 30‰) (Tabla 2.4). Respecto a la tipología del informe anterior, y tal como se adelantaba en el mismo, el límite entre mesohalino y euhalino ha sido modificado a 30 ‰ (en el informe de 2007, este límite se estableció en 26‰). El nuevo límite de salinidad entre mesohalino y euhalino, coincide con la tipología propuesta en el ejercicio de intercalibración nacional⁴. La modificación ha sido realizada en base a la respuesta de la biota (invertebrados) a la salinidad (ver Figura 2.3). Así la nueva tipología para las aguas de transición de las Islas Baleares puede resumirse en la Tabla 2.4, y la asignación del tipo a cada estación de muestreo estudiada en la Tabla 2.5. Algunas masas de aguas han cambiado de tipología respecto al año pasado (Tabla 2.6): las masas de agua MA01ZH02 (una estación de muestreo de la Albufera de Mallorca), MA04ZR02 (una estación de muestreo del Prat de Maristany) y MA06 (Son Bauló) son masas de aguas que oscilan entre los tipos oligohalinos y mesohalinos (ver Tabla 2.5) pero en función de la respuesta a la fauna (invertebrados) han sido asignados a la tipología de mesohalinos.

⁴ Islas Baleares participa del proceso de intercalibración de las aguas de transición del Mediterráneo junto con Cataluña, Valencia y Murcia, tanto a nivel nacional como internacional.

Casos especiales son MA08II (Na Borges) y ME19ZH04 (una estación de muestreo de Prat i Salines de Mongofre (Addaia)) que siendo según la media de salinidad oligohalino y euhalino respectivamente, se han clasificado ambas masas de agua como mesohalinos, ya que la biota (invertebrados) es propia de este tipo. MA08II es una gola, de carácter cambiante cuyo flujo entrante de agua dulce se ha visto aumentado en las últimas campañas debido al aumento de las lluvias, sin embargo los invertebrados encontrados siguen siendo de carácter salobre (mesohalino). MA19ZH04, corresponde a una antigua salinas y es una masa de agua muy somera, por lo que los valores altos de salinidad deben deberse a es su escasa profundidad que favorece la evaporación, sin embargo los invertebrados presentes corresponde a una fauna de tipo mesohalino.

Para la comprobación de la identidad biológica de estos tipos de salinidad se realizaron ordenaciones MDS con las bases de datos de invertebrados y fitoplancton, separadamente (Fig. 2.4). La ordenación obtenida con los datos de invertebrados muestra una clara separación entre las masas de aguas en función de su salinidad, quedando perfectamente delimitados los 3 tipos, con una ligera zona de solapamiento que puede ser perfectamente asumida (Fig. 2.4 A). Sin embargo, en la ordenación basada en los datos del fitoplancton no se observa una separación tan clara entre tipos (Fig. 2.4 B). A la vista de los resultados, y como se comprobará más adelante, parece que la composición de invertebrados pueda utilizarse de forma más coherente que la de fitoplancton, que resulta más variable.

Una vez establecida esta tipología, se trata el análisis de cada tipo de salinidad por separado. Así, el establecimiento de condiciones de referencia, análisis físico-químicos, análisis de comunidades biológicas y demás tratamientos, se realiza por tipo, incluida *por ende*, la evaluación final del estado ecológico.

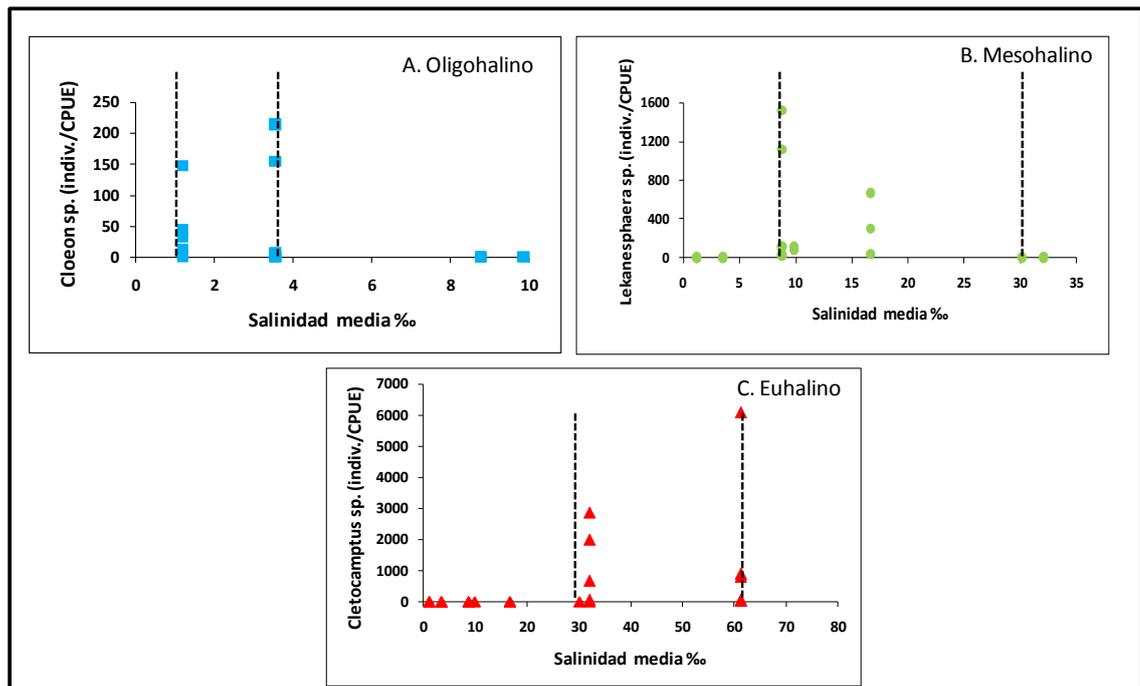


Figura 2.3 Distribución del distintos taxones en función del rango de salinidad. A) Distribución de *Cloeon sp.*, como ejemplo del establecimiento de la comunidad del tipo oligohalino; B) Distribución del orden isópodo *Lekanesphaera sp.*, como ejemplo de la comunidad del tipo mesohalino; C) Distribución del copépodo *Cletocamptus sp.*, como ejemplo de la comunidad del tipo euhalino.

Tipo	Límite
Oligohalino	< 6 ‰
Mesohalino	6 - 30 ‰
Euhalino	≥ 30 ‰

Tabla 2.4. Tipología de las aguas de transición de las Islas Baleares. Límites de salinidad.

Zona Húmeda	Topónimo	Tipología 2007	Tipología 2009
MA01ZH02	Albufera de Mallorca	oligohalino	mesohalino
MA04ZR02	Prat Maristany-Estany Ponts	oligohalino	mesohalino
MA06	Estany de Son Bauló	oligohalino	mesohalino

Tabla 2.5. Masas de aguas que han cambiado de tipología respecto al informe anterior.

Zona Húmeda	Topónimo	Tipo	Subtipo	Salinidad ‰				
				Media ± DE	CV	Máximo	Mínimo	N válido
ME04	Gola de Cala en Porter	oligohalino	estable	0.61 ± 0.18	0.298	0.90	0.40	5
ME09ZH01	Prat de Bellavista - Son Saura (Sud)	oligohalino	estable	0.67 ± 0.19	0.287	1.00	0.50	5
ME05ZR05	Prat de Son Bou	oligohalino	estable	0.90 ± 0.48	0.529	1.45	0.40	5
ME17	Albufera de Mercadal - Son Saura (Nord)	oligohalino	estable	1.20 ± 0.39	0.327	1.80	0.80	5
MA09ZH01	Estany de Canyamel	oligohalino	estable	1.24 ± 0.85	0.689	2.40	0.35	5
ME11ZH06	Gola i maresme de Binimel-là	oligohalino	estable	1.60 ± 0.6	0.372	2.10	0.90	5
ME10	Gola del Torrent d'Algaiarens	oligohalino	estable	1.68 ± 0.59	0.353	2.55	1.10	5
ME13ZH02	Prat de Lluriac - Tirant	oligohalino	estable	1.85 ± 0.95	0.515	2.90	0.90	5
MA01ZR03	Albufera de Mallorca	oligohalino	estable	2.29 ± 0.72	0.314	3.55	1.75	5
MA01Guillen	Albufera de Mallorca	oligohalino	estable	2.50 ± 1.13	0.453	3.30	1.70	2
MA01ZR13	Albufera de Mallorca	oligohalino	estable	2.60 ± 1.00	0.384	3.90	1.75	5
ME06	Gola del Torrent de Trebaluger	oligohalino	estable	3.31 ± 1.89	0.572	6.00	1.00	5
ME20ZH02	Prat de Morella	oligohalino	estable	3.56 ± 0.92	0.258	4.70	2.20	5
FO01	Es Brols	oligohalino	estable	4.47 ± 2.42	0.540	8.50	2.65	5
MA01ZR11	Albufera de Mallorca	oligohalino	estable	4.67 ± 1.29	0.276	6.15	2.95	5
MA08II	Estany de Na Borges	mesohalino	estable	5.47 ± 7.67	1.402	18.85	0.60	5
MA04ZR02	Prat Maristany-Estany Ponts	mesohalino	variable	5.94 ± 3.97	0.668	11.40	1.90	5
MA06	Estany de Son Bauló	mesohalino	estable	6.05 ± 2.88	0.476	9.05	1.40	5
MA01ZH02	Albufera de Mallorca	mesohalino	variable	6.28 ± 2.32	0.369	8.55	3.10	5
ME19ZH02Oligo	Prats i Salines de Mongofre (Addaia)	mesohalino	estable	7.85 ± 3.11	0.396	10.05	5.65	2
MA01Molini	Albufera de Mallorca	mesohalino	estable	8.39 ± 2.38	0.284	11.90	5.95	5
MA03EstGross	Albufereta de Pollença	mesohalino	variable	8.48 ± 8.45	0.997	14.45	2.50	2
ME01ZH03	Albufera des Grau	mesohalino	estable	8.79 ± 1.98	0.225	11.45	6.00	5
ME01ZH02	Albufera des Grau	mesohalino	estable	9.05 ± 6.09	0.673	19.30	3.00	5
MA21Tamarells	Estany des Tamarells	mesohalino	estable	9.43 ± 1.52	0.161	10.50	8.35	2
ME01ZH04nuevo	Albufera des Grau	mesohalino	estable	9.88 ± 2.16	0.218	11.40	8.35	2
MA03EsLlacs	Albufereta de Pollença	mesohalino	variable	12.55 ± 13.42	1.069	30.05	1.75	5
MA01ZR01	Albufera de Mallorca	mesohalino	estable	12.73 ± 6.95	0.546	22.00	4.40	5
MA19	S'Amarador	mesohalino	estable	13.08 ± 4.80	0.367	20.00	6.90	5
MA03Sabar	Albufereta de Pollença	mesohalino	variable	13.74 ± 10.03	0.730	28.95	4.35	5
MA14ZH01	Estany de Cala Murada	mesohalino	estable	14.53 ± 5.41	0.373	21.70	7.65	5
EI02	Prat de Tamanca	mesohalino	estable	15.92 ± 6.03	0.379	22.05	7.50	5
MA04ZR07	Prat Maristany-Estany Ponts	mesohalino	estable	17.83 ± 7.16	0.401	24.25	9.55	5
MA07II	Estany de Son Real	mesohalino	estable	18.50 ± 11.96	0.646	31.20	2.00	5
ME19ZH02meso	Prats i Salines de Mongofre (Addaia)	mesohalino	estable	20.17 ± 15.07	0.747	46.00	7.60	5
MA04Ponts	Prat Maristany-Estany Ponts	mesohalino	estable	21.75 ± 0.28	0.013	21.95	21.55	2
ME19ZH03	Prats i Salines de Mongofre (Addaia)	mesohalino	variable	22.14 ± 13	0.587	33.30	7.45	5
MA13	Estany de Cala Magraner	mesohalino	estable	23.84 ± 10.01	0.420	33.65	9.10	5
MA27	Prat de Fontanelles	mesohalino	estable	23.95 ± 2.19	0.092	25.50	22.40	2
MA23SALOBRAREV	Salobrar de Campos	mesohalino	variable	26.30 ± 11.03	0.420	39.95	13.90	5
ME19ZH04	Prats i Salines de Mongofre (Addaia)	mesohalino	variable	30.26 ± 12.03	0.397	43.15	13.20	5
MA20 I	Estany de ses Gambes	euhalino	variable	30.20 ± 7.57	0.251	35.55	24.85	2
MA22EV	Salines de la Colònia de Sant Jordi	euhalino	variable	31.06 ± 5.89	0.190	36.65	24.50	5
MA20	Estany de ses Gambes	euhalino	variable	32.09 ± 16.17	0.504	59.55	20.30	5
FO Peix 2	Estany des Peix	euhalino	estable	34.05 ± 8.27	0.243	39.90	28.20	2
ME19ZH02Euh	Prats i Salines de Mongofre (Addaia)	euhalino	estable	34.60 ± 3.11	0.090	36.80	32.40	2
FO Peix 1	Estany des Peix	euhalino	estable	34.60 ± 9.05	0.262	41.00	28.20	2
MA18	Font de Nalis	euhalino	estable	43.19 ± 32.7	0.757	99.40	14.90	5
EI01ZH01EV	Salines Eivissa	euhalino	estable	43.84 ± 16.92	0.386	66.00	25.90	5
MA22CA	Salines de la Colònia de Sant Jordi	euhalino	estable	50.4 ± 16.69	0.331	62.20	38.60	2
FO Pudent 1	Estany Pudent	euhalino	estable	65.00 ± 11.88	0.183	73.40	56.60	2
FO Pudent 2	Estany Pudent	euhalino	estable	65.83 ± 9.51	0.144	72.55	59.10	2
FO04	Estany de s'Espalmador	euhalino	variable	66.85 ± 39.10	0.585	102.28	24.65	5
MA23SALOBRARCA	Salobrar de Campos	euhalino	estable	76.43 ± 24.66	0.323	93.87	59.00	2
EI01ZH02	Salines Eivissa	euhalino	estable	79.35 ± 44.29	0.558	140.00	29.60	5
FO03CR	Salines de Formentera	euhalino	estable	89.1 ± 27.52	0.309	126.20	54.75	5
MA23SALOBRARCR	Salobrar de Campos	euhalino	estable	89.93	-	-	-	1
MA22CR	Salines de la Colònia de Sant Jordi	euhalino	estable	104.30 ± 38.8	0.372	131.73	76.87	2
FO03CA	Salines de Formentera	euhalino	estable	108.97 ± 8.45	0.078	114.94	102.99	2
EI01ZH01CR	Salines Eivissa	euhalino	estable	110.38 ± 3.37	0.031	112.77	108.00	2
EI01ZH01CA	Salines Eivissa	euhalino	estable	111.09 ± 1.78	0.016	112.35	109.83	2

Tabla 2.6. Tabla síntesis. Masas de aguas y nuevas clases de salinidad que le ha sido asignada.

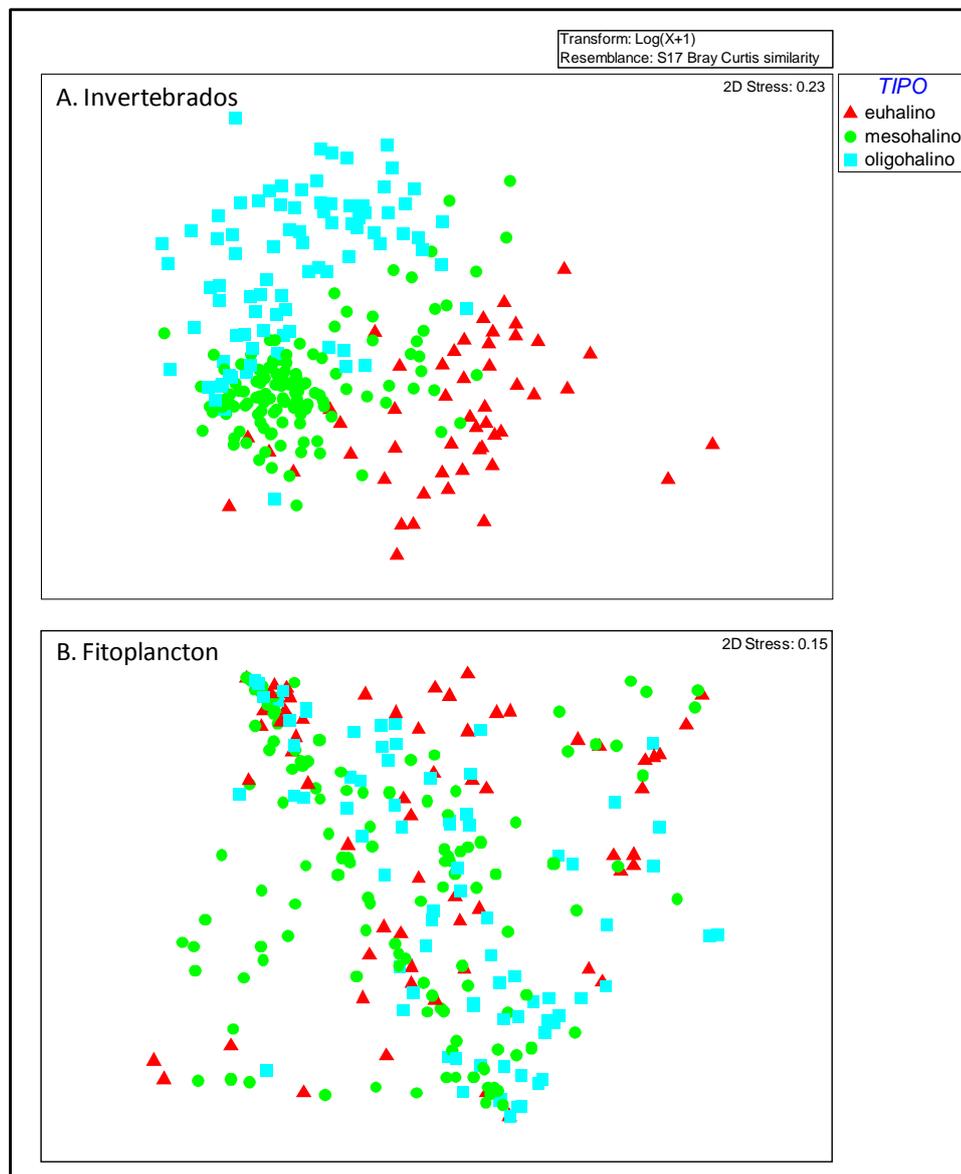


Figura 2.4. Ordenación bidimensional MDS basada en todas las muestras de invertebrados (A) y fitoplancton (B) en función de los tipos de salinidad establecidos. Los datos representan las abundancias relativas (individuos/CPUE en el caso de los invertebrados) de cada taxón (género) obtenidas para cada campaña (2005-2008) y punto de muestreo (incluyendo las salinas), los cuales han sido previamente transformados en $\log(x+1)$.

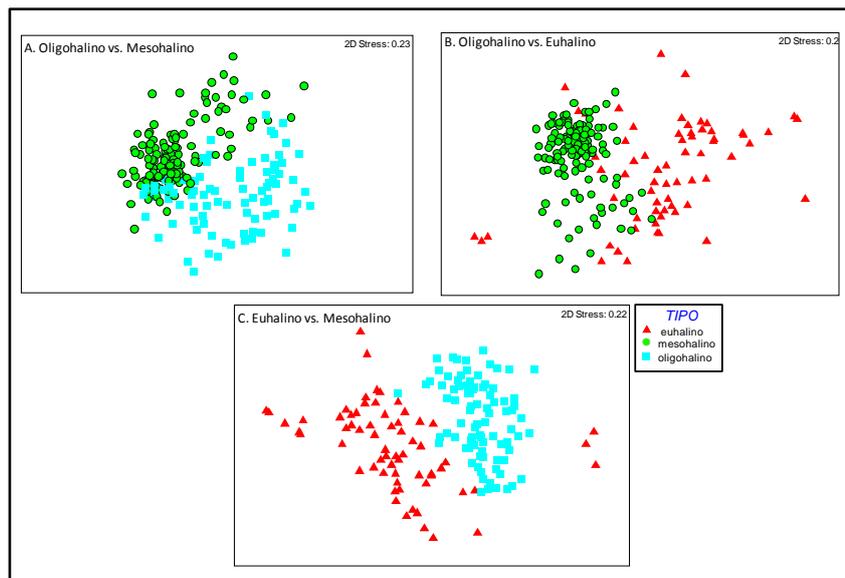


Figura 2.5. Ordenación bidimensional MDS basada en todas las muestras de invertebrados, en función de los tipos de salinidad mostrados dos a dos. A: Oligohalino vs. Mesohalino; B: Oligohalino vs. Euhalino y C: Euhalino vs Mesohalino. Los datos representan las abundancias de cada taxón (género) obtenidas para cada campaña (2005-2008) y punto de muestreo (incluyendo las salinas), los cuales han sido previamente transformados en $\log(x+1)$.

2.7.1.3. Subtipología

Aunque la tipología propuesta, basada en la media anual de salinidad, es capaz de discriminar eficientemente entre tipos de aguas de transición, no refleja la variabilidad intra-anual de salinidad, característica de estos ecosistemas. Por ello, como complemento de la tipología propuesta en el apartado anterior (2.7.1.2) y con objeto de explorar la variación intra-anual de la salinidad, las estaciones de muestreo se sub-clasificaron en dos subtipos: sistemas variables y estables (Tabla 2.6). Las estaciones de muestreo se consideraron estables cuando sus valores de salinidad a lo largo del año permanecieron dentro del rango medio anual de la salinidad para el tipo (i.e., valores dentro de los percentiles 25-75) (Figura 2.6). Lo cual fue representado mediante diagramas de cajas con los datos de la salinidad de las seis campañas de campo y para cada estación de muestreo. Por otro lado, las estaciones de muestreos se consideraron variables cuando los valores de salinidad media a lo largo del año, estuvieron fuera del rango de la media anual de salinidad para el tipo (i.e., los valores de los percentiles 25-75 estuvieron fuera del rango de salinidad media para el tipo) (Figura 2.6).

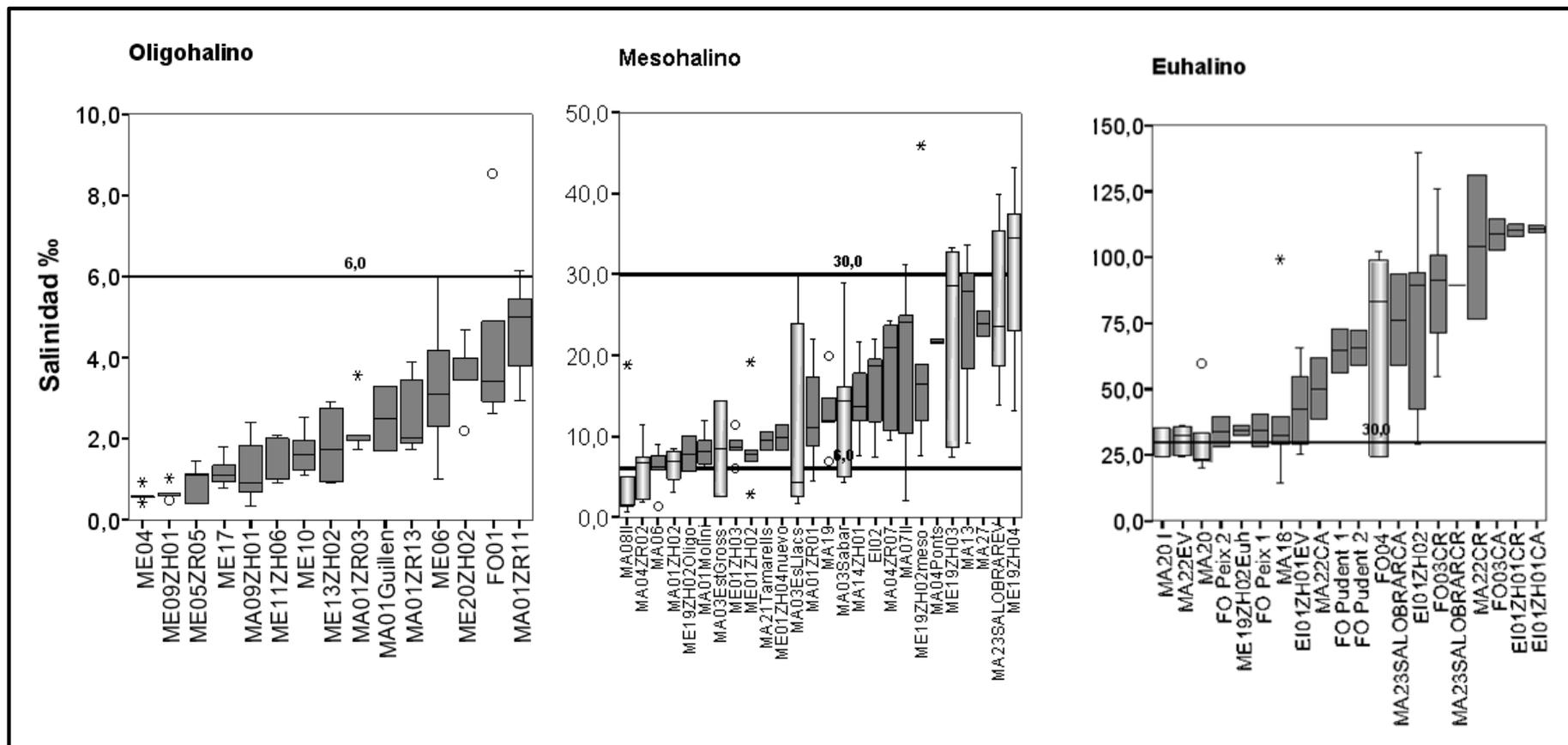


Figura 2.6. Diagrama de cajas mostrando los rangos de salinidad para cada tipo y subtipo definidos para las aguas de transición de las Islas Baleares. Cada barra representa los datos de salinidad para cada estación de muestreo (n=6). Se consideró subtipo estable (barras oscuras) cuando la salinidad no sobrepasó los valores de los percentiles 25-75 y subtipo variable (barras claras) cuando los valores de salinidad sobrepasaron los umbrales de los percentiles 25-75 (ver texto). La línea continua indica los umbrales de salinidad identificados entre los tipos de lagunas costeras: 5‰ para Oligohalino, 6-30 ‰ para Mesohalino y 30 ‰ para Euhalino.

2.7.2. Condiciones de referencia: criterios de selección

La definición de las condiciones de referencia es de suma importancia, puesto que éstas van a constituir la base con la cual se compararán las masas de agua pertenecientes al mismo tipo que se quieran evaluar (U.S EPA, 1998 y 2002). Esta definición implica la descripción de las comunidades biológicas, y sus características físico-químicas y condiciones hidromorfológicas acompañantes, que habitan ambientes con niveles mínimos de perturbación o presión antrópica (EC, 2003). Este concepto, aunque sencillo, resulta difícil de aplicar puesto que la mayoría de los ecosistemas se encuentran afectados de forma histórica en mayor o menor grado por alteraciones derivadas de actividades humanas (Moss et al., 2003). Por ello, es preciso asegurar criterios científicos rigurosos que definan las referencias.

En el presente informe las condiciones de referencia se seleccionaron siguiendo una combinación de los tres métodos propuestos por la DMA (i.e., enfoque espacial, modelos predictivos, juicio de experto - Anexo II (1.3) DMA-), complementado con un método modificado de la Agencia Americana de Protección Medioambiental (U.S. EPA 2002). Se realizó un examen *a priori* de las presiones, inicialmente en base a inventarios regionales de humedales y cartografía proporcionados por el SITIBSA (Serveis d'Informació Territorial de les Illes Balears S.A.), así como mediante fotografías aéreas y de satélite. Este análisis *a priori* consistió en: a) evaluación de los niveles de presión a nivel de cuenca, o en el área de influencia donde los aportes de los torrentes son relevantes, b) recopilación de información sobre usos del suelo en unas determinadas zonas alrededor de la laguna (zonas tampón o de amortiguación); y c) comprobación en el campo de la ausencia de presiones.

De este modo, se seleccionaron dos "zonas tampón" alrededor de las estaciones de muestreo identificadas como referencia, con el objetivo de evaluar las presiones. La primera zona correspondió al área inmediata a la orilla de la laguna (< 50 m) y la segunda zona tampón abarcó desde los 50 m que limitan con la primera zona hasta los próximos 300 metros. En la primera zona tampón, consideramos las presiones seleccionadas como ausentes: agricultura (extensiva o intensiva), caminos-carreteras, usos artificiales/urbano, fuente de contaminación, canales/compuertas, actividades recreativas y presencia de especies exóticas (Tabla 2.7). La segunda zona tampón se trató de un área más permisiva respecto a las presiones; se permite la agricultura extensiva (pero no intensiva) a niveles bajos y actividades recreativas, así como caminos de tierra (pero no asfaltados), canales o

compuertas que no influyan en la conexión del agua y la presencia de algunas especies exóticas (Tabla 2.7).

Presión	Tampón 1 (0- 50 m)	Tampón 2 (50-300 m)
Vegetación autóctona	X	X
Agricultura ausente	X	Agricultura intensiva (regadío) ausente
Carreteras o caminos ausentes	X	Caminos de tierra/pistas
Uso artificial/urbano/foco de contaminación ausente	X	X
Canales, compuertas, dragados, estructuras similares ausentes	X	Estructuras que no infuyan en el régimen hídrico
Especies exóticas ausentes	X	Especies exóticas presentes, pero no invasivas
Actividades recreativas ausentes	X	Uso bajo para actividades recreativas

Tabla 2.7. Lista de presiones evaluadas en las dos zonas tampón utilizadas para definir las condiciones de referencia (X indica ausencia de la presión en cuestión).

2.7.3. Validación de estaciones de referencia

Inicialmente se propusieron un total de 18 masas de aguas como posible referencias potenciales. El análisis de las mismas, redujo las referencias potenciales, a tan sólo 6 zonas de referencia. En el presente informe estas 6 referencias han vuelto a ser analizadas y evaluadas, modificándose respecto al año pasado (Tabla 2.8). En el caso del tipo oligohalino, una referencia (ME09Z01, Prat de Bellavista-Son Saura (Sud)) fue eliminada y sustituida por una nueva referencia (ME17, Albufera de Mercadal-Son Saura (Nord)) (Tabla 2.8). Las referencias de los tipos mesohalinos y euhalinos se han mantenido, aunque en dos casos (ME01ZH04 – Albufera des Grau- y MA20 –Ses Gambes), los puntos han sido desplazados, dentro de la masa de agua para mejorar su representatividad (lo cual se ha indicado con nuevos códigos, ME01ZH04-nuevo y MA20 I) (Tabla 2.8).

Referencias 2007		Referencias 2009		Tipo
ID Subzona	Topónimo	ID Subzona	Topónimo	
FO04	Estany de s'Espalmador	FO04	Estany de s'Espalmador	euhalino
MA20	Estany de ses Gambes	MA20 I	Estany de ses Gambes	euhalino
ME01ZH03	Albufera des Grau	ME01ZH03	Albufera des Grau	mesohalino
ME01ZH04	Albufera des Grau	ME01ZH04nuevo	Albufera des Grau	mesohalino
ME09ZH01	Prat de Bellavista - Son Saura (Sud)	ME17	Albufera de Mercadal - Son Saura (Nord)	oligohalino
ME20ZH02	Prat de Morella	ME20ZH02	Prat de Morella	oligohalino

Tabla 2.8. Resumen de las estaciones de referencia seleccionadas en función de la tipología. Se indican las referencias del año 2007 y las actuales referencias.

Para validar los seis puntos de referencia finalmente seleccionados para cada tipo de salinidad, se realizaron ordenaciones nMDS con la comunidad de invertebrados de todas las muestras, y se analizó la posición relativa de las muestras de puntos de “referencia” frente a las “no referencias”. En estas ordenaciones se partió de la matriz de datos de invertebrados y fitoplancton obtenida para cada tipo. Además, se espera que la composición y abundancia de los elementos biológicos de las estaciones de referencia constituya la fauna característica para este tipo. Para determinar las especies características del grupo de referencias se ha utilizado el análisis de porcentajes de similitud (SIMPER), el cual calcula la contribución de cada especie a la similitud dentro del grupo de referencias específico para cada tipo (“comunidad tipo”).

2.7.3.1. Validación de referencias: Tipo Oligohalino

Invertebrados.- La ordenación de las muestras de referencia obtenidas para el tipo oligohalino, muestra la separación del núcleo de referencias en posición periférica a la nube de puntos, aunque con cierto solapamiento con la composición de otras muestras (Fig. 2.7). Aún así, se considera que ambos grupos de referencia se localizan en el interior de una misma elipse imaginaria, con una composición faunística muy similar, por lo que se valida la selección de referencias realizada *a priori* para este tipo (Fig. 2.7). La composición de la fauna de las referencias está formada por un grupo heterogéneo de taxones, pertenecientes a distintos órdenes, pero con géneros o familias representantes de aguas pocos salinas: Copepoda, Ephemeroptera, Cladocera, Ostracoda, Diptera, Gastropoda, Heteroptera, Odonata (Tabla 2.9). Algo más del 50% de la abundancia media total de la comunidad característica está representada por los géneros *Megacyclops* sp., *Cloeon* sp., *Simocephalus* sp., *Psectrocladius* sp., *Daphnia* sp., y *Sarscypridopsis* sp.

Las masas de agua de referencia han sido evaluadas siguiendo el protocolo de selección de referencias explicado en el apartado anterior (2.7.2). A continuación se muestra la evaluación de las zonas tampón 1 y 2, que confirma que estas referencias pueden ser consideradas como tal (Tabla 2.10).

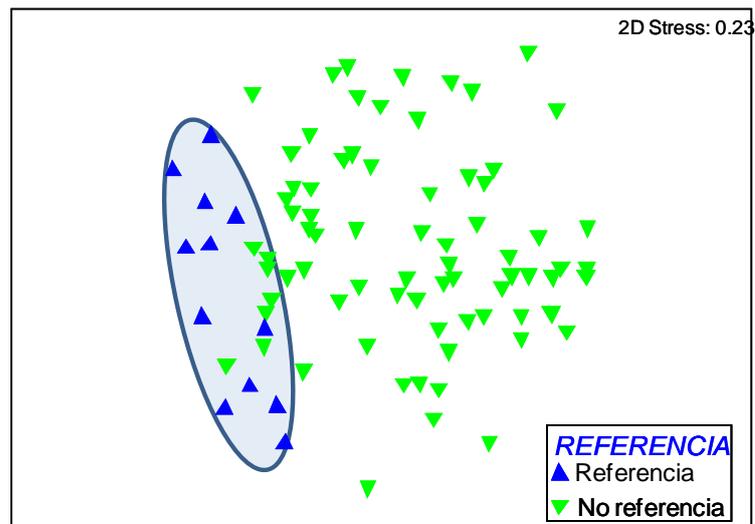


Figura 2.7. Ordenación bidimensional MDS para los puntos del tipo oligohalino basada en los datos de invertebrados. Se señala la agrupación de las referencias con el fin de facilitar su interpretación.

Similitud media dentro del grupo: 25.24			
Taxa	Abundancia media	Porcentaje contribución	Porcentaje acumulado
<i>Megacyclops</i> sp.	3.06	11.2	11.2
<i>Cloeon</i> sp.	2.39	9.8	21
<i>Simocephalus</i> sp.	2.73	9.57	30.56
<i>Psectrocladius</i> sp.	2.34	9.54	40.11
<i>Daphnia</i> sp.	3.25	9.52	49.63
<i>Sarscypridopsis</i> sp.	3.36	8.02	57.65
<i>Physella</i> sp.	1.58	5.74	63.39
<i>Ischnura</i> sp.	1.23	4.73	68.12
<i>Chironomus</i> sp.	1.45	3.56	71.67
<i>Plea</i> sp.	1.37	3.32	74.99
<i>Dasyhelea</i> sp.	1.06	3.12	78.11
<i>Herpetocypris</i> sp.	1.82	2.82	80.93
Hydrachnidia Gen. sp.	1.07	2.28	83.21
Corixidae Gen. sp.	1.01	2.06	85.28
<i>Paratanytarsus</i> sp.	0.9	1.99	87.26
<i>Laccophilus</i> sp.	0.9	1.6	88.86
Libellulidae Gen. sp.	0.64	0.94	89.8
<i>Sigara</i> sp.	0.86	0.91	90.71

Tabla 2.9. Composición de la comunidad referencia de invertebrados del tipo oligohalino obtenida mediante un análisis SIMPER.

Presiones	Oligohalino	
	ME17 (Albufera de Mercadal)	ME20 (Prat de Morella)
Zona tampón 1 (< 50 m)		
Vegetación autóctona	X	X
Agricultura ausente	X	X
Carreteras o caminos ausentes	Pista tierra	X
Uso artificial/urbano/foco de contaminación ausente	X	X
Canales, compuertas, dragados, estructuras similares ausentes	X	Muro de rocas
Especies exóticas ausentes	X	X
Actividades recreativas ausentes	X	X
Zona tampón 2 (>50-300 m)		
Vegetación autóctona	X	X
Agricultura intensiva (regadío) ausente	X	Extensiva
Caminos de tierra/pistas	Carreteras/pistas	X
Uso artificial/urbano/foco de contaminación ausente	Depuradora	X
Estructuras que no infuyan en el régimen hídrico	¿?	X
Especies exóticas presentes, pero no invasivas	X	X
Uso bajo para actividades recreativas	Campo golf	X

Tabla 2.10. Evaluación de las masas de aguas de referencia del tipo oligohalino, siguiendo el protocolo indicado en el apartado 2.6.2 (Tabla 2.7)

Fitoplancton.- La ordenación de los puntos estudiados del tipo oligohalino en base a la comunidad fitoplanctónica (usando los taxones comunes para las campañas 2005-2006 y 2008: cianobacterias, diatomeas, dinoflagelados, euglenales y clorofíceas), presenta una diferenciación de las estaciones de referencia mucho menos homogénea y centralizada que en el caso de invertebrados (Fig. 2.8), indicando una mayor variación anual en la composición del fitoplancton para los puntos estudiados.

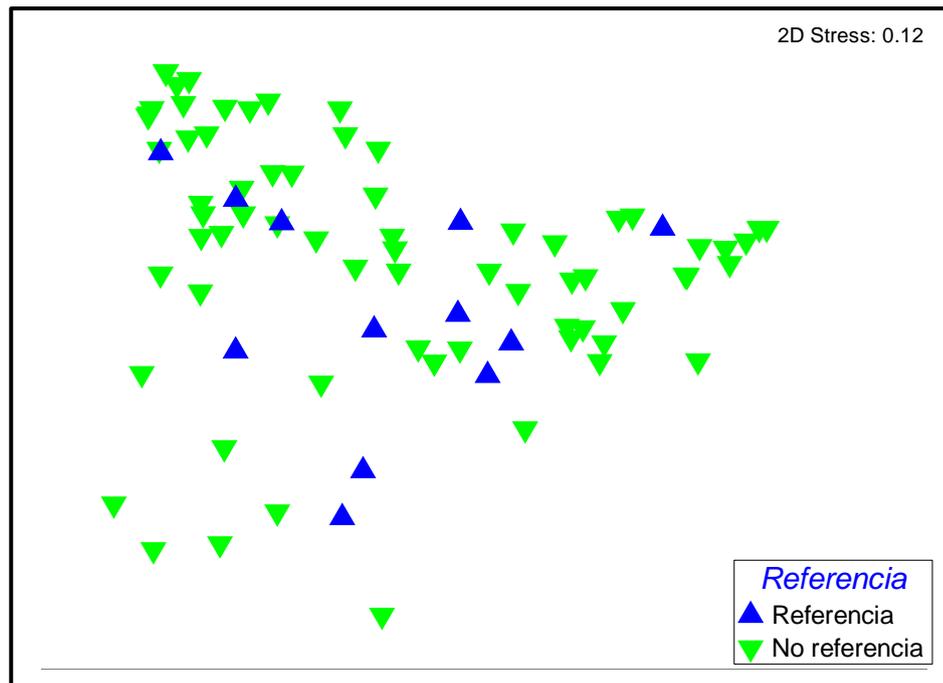


Figura 2.8. Ordenación bidimensional MDS para los puntos del tipo Oligohalino basada en la composición de fitoplancton.

2.7.3.2. Validación de referencias: Tipo Mesohalino

Invertebrados.- La ordenación de los puntos del tipo Mesohalino obtenida, muestra la separación discreta y periférica de un núcleo diferenciado de las referencias (Fig. 2.6). Al tratarse de puntos de referencia, la composición de la fauna de dichos puntos, constituye la fauna característica para este tipo (Tabla 2.11). La composición de la fauna de las referencias está formada por un grupo de taxones típicos de aguas salobres pertenecientes a los órdenes Gastropoda, Isopoda, Amphipoda, Ostracoda y Polychaeta (Tabla 2.11.). De hecho, más del 50% de la abundancia total promedio de invertebrados está representado por los géneros *Hydrobia* sp., *Lekanesphaera* sp. y *Gammarus* sp.

Las masas de agua de referencia han sido evaluadas siguiendo el protocolo de selección de referencias explicado en el apartado anterior (2.7.2). A continuación se muestra la evaluación de las zonas tampón 1 y 2, que confirma que estas referencias pueden ser consideradas como tal (Tabla 2.12).

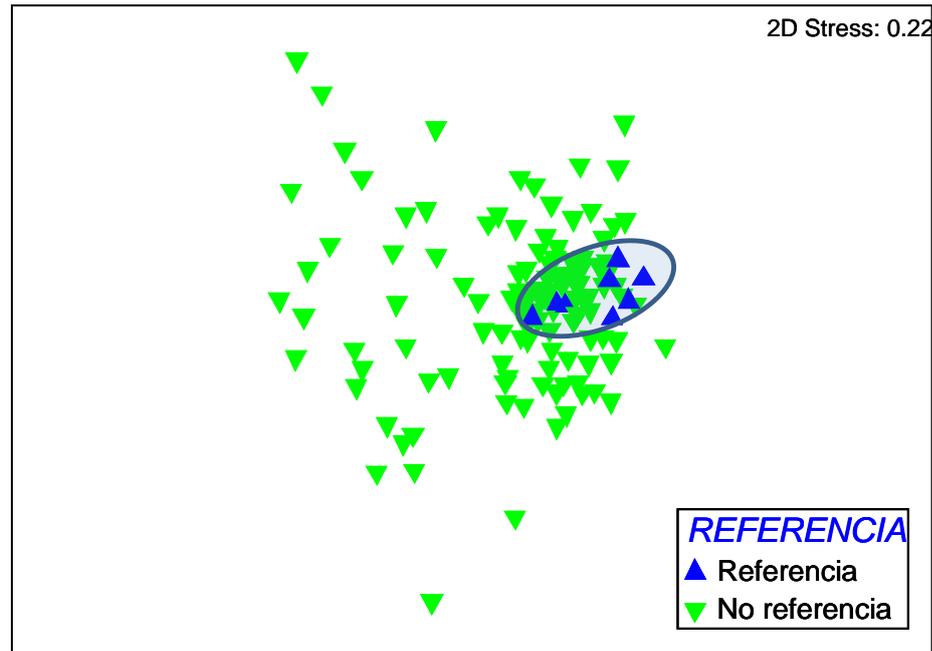


Figura 2.6. Ordenación bidimensional MDS para los puntos del tipo mesohalino basada en la composición de invertebrados. Se señala la agrupación de las referencias con el fin de facilitar su interpretación.

Similitud media dentro del grupo: 56.29			
Taxa	Abundancia media	Porcentaje contribución	Porcentaje acumulado
<i>Hydrobia</i> sp.	5.42	19.92	19.92
<i>Lekanesphaera</i> sp.	4.88	19.84	39.76
<i>Gammarus</i> sp.	4.74	19.39	59.15
<i>Cyprideis</i> sp.	4.73	18.57	77.72
<i>Loxoconcha</i> sp.	3.18	6.39	84.12
<i>Nereis</i> sp.	1.96	5.89	90.01

Tabla 2.11. Composición de la comunidad referencia de invertebrados del tipo mesohalino obtenida mediante un análisis SIMPER.

Presiones	Mesohalino	
	ME01ZH03 (Albufera es Grau)	ME01ZH04-nuevo (Albufera es Grau)
Zona tampón 1 (< 50 m)		
Vegetación autóctona	X	X
Agricultura ausente	Extensiva	X
Carreteras o caminos ausentes	Pista tierra	Carreteras/pistas
Uso artificial/urbano/foco de contaminación ausente	X	1 casa
Canales, compuertas, dragados, estructuras similares ausentes	X	X
Especies exóticas ausentes	X	X
Actividades recreativas ausentes	Observación aves	Paseos
Zona tampón 2 (>50-300 m)		
Vegetación autóctona	X	X
Agricultura intensiva (regadío) ausente	X	X
Caminos de tierra/pistas	Pista tierra	Carreteras/pistas
Uso artificial/urbano/foco de contaminación ausente	Casas	Casas
Estructuras que no infuyan en el régimen hídrico	Compuerta	Compuerta
Especies exóticas presentes, pero no invasivas	X	X
Uso bajo para actividades recreativas	Observación aves	Paseos

Tabla 2.12. Evaluación de las masas de aguas de referencia del tipo mesohalino, siguiendo el protocolo indicado en el apartado 2.6.2 (Tabla 2.7).

Fitoplancton.- La ordenación de los puntos estudiados en función de la comunidad fitoplanctónica (usando datos de las campañas del año 2008), presenta una distribución de las estaciones de referencia más heterogénea que en el caso de invertebrados, apuntando a una mayor variación anual en la composición de muestras de un mismo punto (Figura 2.9).

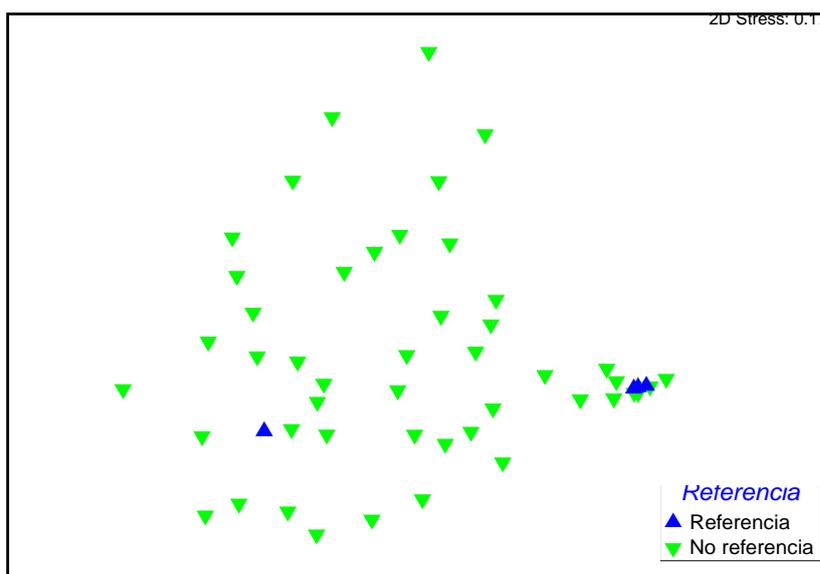


Figura 2.9 Ordenación bidimensional MDS para los puntos del tipo Mesohalino basada en la composición del fitoplancton.

2.7.3.3. Validación de referencias: Tipo Euhalino

Invertebrados.- La ordenación de las muestras del tipo Euhalino de la comunidad de invertebrados muestra cierta variación dentro de las muestras de referencia. Como se puede ver en la figura 2.10 los puntos de referencia que se localizan más dispersos pertenecen a la misma zona húmeda, FO04 (s'Espalamador), indicando la variación anual (temporal) en la composición faunística de ésta. La mayoría de las masas de aguas naturales euhalinas responden a las siguientes características: son someras, temporales, con elevada tasa de evaporación y origen del agua mixto, pluviométrico e intrusión marina. Estas características favorecen una comunidad de invertebrados menos estable ante la variación de las condiciones físico-químicas y medioambientales, como parece reflejar la masa de agua referencia, s'Espalamador. Frente a otras masas de aguas de carácter más estable como ses Gambes. Así, estas dos masas de agua se mantienen como referencias representantes de la heterogeneidad de las masas de aguas euhalinas. Al tratarse de puntos de referencia, se espera que la composición de la fauna de invertebrados de dichos puntos constituya la fauna característica del tipo (Tabla 2.13). En general, la comunidad de invertebrados está compuesta por pocos taxones, aunque muy abundantes, lo que por otro lado es característico de ambientes extremos, como es el caso de las masas de aguas euhalinas. De hecho, el 45% de la abundancia total promedio de invertebrados está representado un único taxón, el copépodo Harpacticoida *Cletocamptus* sp. (Tabla 2.13). Además de este taxón, otros terminan de conformar la comunidad tipo, como son: dípteros (*Halocladius* sp., *Nemotelus* sp. y *Ephydra* sp.), heterópteros (*Sigara* sp.) y ostracódos (*Heterocypris* sp.).

Las masas de agua de referencia han sido evaluadas siguiendo el protocolo de selección de referencias explicado en el apartado anterior (2.7.2). A continuación se muestra la evaluación de las zonas tampón 1 y 2, que confirma que estas referencias pueden ser consideradas como tal (Tabla 2.14).

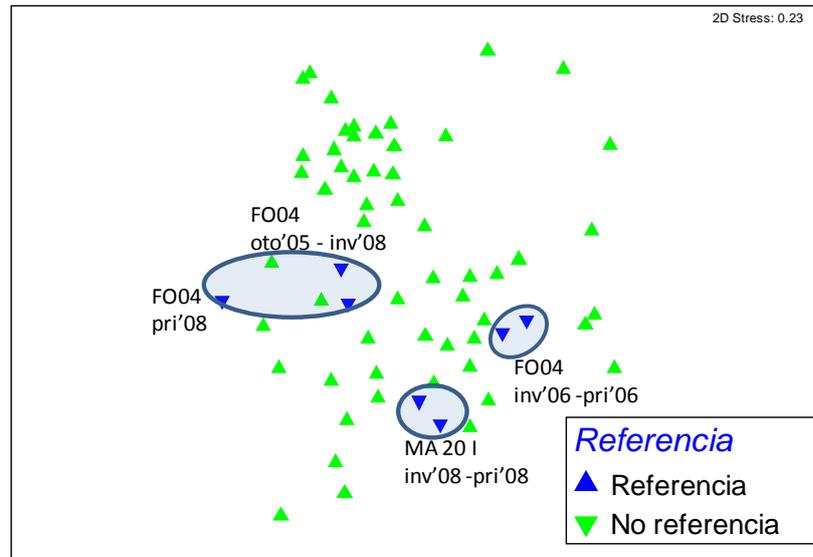


Figura 2.10. Ordenación bidimensional MDS para los puntos del tipo Euhalino basada en los datos de invertebrados. Se señala la agrupación de las referencias con el fin de facilitar su interpretación.

Similitud media dentro del grupo: 23.01			
Taxa	Abundancia media	Porcentaje contribución	Porcentaje acumulado
<i>Cletocamptus</i> sp.	4.15	45.11	45.11
<i>Halocladius</i> sp.	2.3	15.89	61
<i>Nemotelus</i> sp.	1.51	15.57	76.57
<i>Sigara</i> sp.	1.47	5.47	82.04
<i>Ephydra</i> sp.	0.61	3.65	85.69
<i>Corixidae</i> Gen. sp.	0.97	3.07	88.76
<i>Heterocypris</i> sp.	1.24	2.21	90.98

Tabla 2.13. Composición de la comunidad referencia de invertebrados característica del tipo Euhalino obtenida mediante la rutina SIMPER (ver texto).

Presiones	Euhalino	
	FO04 (s'Espalmador)	MA20 I (ses Gambes)
Zona tampón 1 (< 50 m)		
Vegetación autóctona	X	X
Agricultura ausente	X	X
Carreteras o caminos ausentes	X	Pista tierra
Uso artificial/urbano/foco de contaminación ausente	X	X
Canales, compuertas, dragados, estructuras similares ausentes	X	X
Especies exóticas ausentes	X	X
Actividades recreativas ausentes	X	X
Zona tampón 2 (>50-300 m)		
Vegetación autóctona	X	X
Agricultura intensiva (regadío) ausente	X	Extensiva
Caminos de tierra/pistas	X	Pista tierra
Uso artificial/urbano/foco de contaminación ausente	1 casa	X
Estructuras que no infuyan en el régimen hídrico	X	X
Especies exóticas presentes, pero no invasivas	X	X
Uso bajo para actividades recreativas	X	X

Tabla 2.14. Evaluación de las masas de aguas de referencia del tipo euhalino, siguiendo el protocolo indicado en el apartado 2.6.2 (Tabla 2.7).

Fitoplancton.- La ordenación MDS de los puntos estudiados en función de la comunidad fitoplanctónica, no presenta una agrupación de las estaciones de referencia tan marcada como en el caso de invertebrados (Fig. 2.11). Este hecho impide realizar una caracterización de la composición del fitoplancton característico del tipo, ya que esta se realiza en función de la disimilitud entre los puntos de referencia y el resto de los puntos.

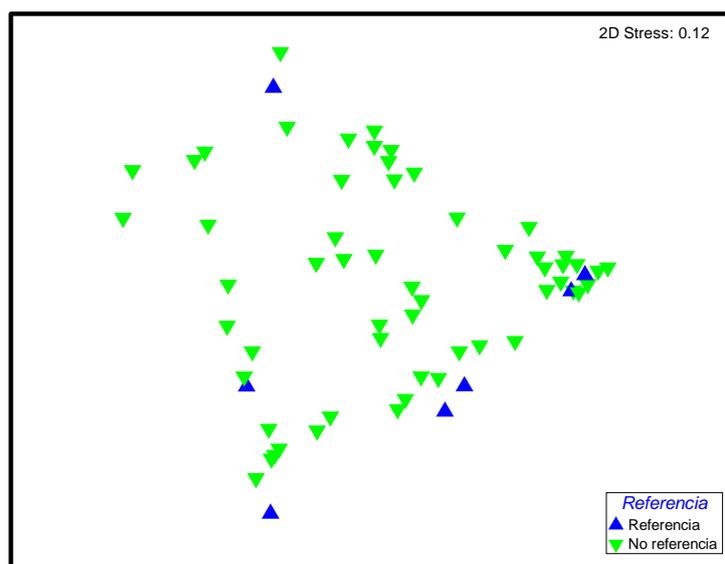


Figura 2.11. Ordenación bidimensional MDS para los puntos del tipo Euhalino basada en los datos de fitoplancton.

2.7.4. Identificación de gradientes de presión

La interpretación de los datos referentes a la calidad de agua se llevó a cabo de la forma siguiente: con el fin de extraer los gradientes de presión subyacentes en cada tipo se han hecho dos series de ordenaciones multivariantes PCAs utilizando las variables de la composición físico-química del agua, al ser susceptibles de ver alterados sus valores bajo presiones orgánica/nutrientes (análisis incluidos a continuación). Los PCAs realizados para extraer los gradientes de presión subyacentes en cada tipo se ejecutaron en base a dos series de datos: a) datos de caracterización general (composición físico-química y biomasa fitoplanctónica) (Gradiente General), y b) datos de composición de nutrientes (Gradiente Trófico). A su vez, estas ordenaciones se han hecho utilizando dos bases de datos diferentes: a) los datos de composición físico-química obtenidos en cada una de las 6 campañas por separado, y b) datos medios de las campañas, para minimizar las variaciones temporales. Para la selección de variables se ha seguido el criterio explicado en el apartado 2.6, aunque algunas variables muy correlacionadas con la salinidad, como los elementos alcalinos y cloruros, se dejaron en el análisis, ya que podrían explicar la dinámica de los datos físico-químicos seleccionados y las posibles diferencias en el origen de las zonas húmedas estudiadas (i.e., terrestre *vs.* marino).

2.7.4.1. Gradientes de Presión dominantes

Resultados por campañas.-Se realizó un análisis de componentes principales (PCA), con la matriz del total de puntos de muestreo (61) y el valor (por campaña) de las 14 variables de la composición del aguas: Alcalinidad, P-PO₄⁼, P_T, DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = N-NO₂⁻ + N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺), N_T, DIN/P-PO₄⁼, SiO₂, Cl, Temperatura, Oxígeno, pH, Salinidad, Cl-a y AFDM habiéndose eliminado aquellas variables con alta correlación ($r > 0.8$) (Tabla 2.15, Figs. 2.11 y 2.12). Los 3 primeros ejes generados explicaron el 60.9%, de la varianza total explicada, el primer eje explica el 29.4%, el segundo el 16.8% y el tercero el 14.7%.

El primer y segundo eje presentaron las mismas relaciones, que fueron positivas con la salinidad y los cloruros, y negativa con la clorofila *a* y las formas solubles de nutrientes (DIN, sílice y la relación DIN/P-PO₄⁼) (Tabla 2.15, Fig. 2.11), representando un gradiente de salinización y trófico, en el cual las mayores concentraciones de nutrientes se corresponden con las aguas menos saladas. El tercer eje se relacionó negativamente con el contenido de sílice y de nuevo con la salinidad y cloruros. El análisis de PCA demuestra que junto con los

nutrientes (gradiente trófico), el gradiente de salinidad es el más relevante para las aguas de transición de las Islas Baleares.

Variable	PC1 General	PC2 General	PC3 General
Alcalinidad_meqL1	-0.121	-0.030	-0.049
P-PO4mgL	-0.095	-0.191	-0.213
PT_mgL	0.043	0.019	-0.299
DIN mgL	-0.492	0.301	-0.071
NT_mgL	-0.356	0.388	-0.062
DIN/P-PO4	-0.314	0.561	0.180
SIO2_mgL	-0.401	-0.272	-0.705
Cl_grL	0.356	0.361	-0.371
Temp_°C	0.041	-0.008	-0.121
Oxig_mgL	-0.087	-0.161	0.194
pH	0.042	-0.015	0.034
Salinidad_‰	0.444	0.390	-0.324
Cla_µg/L	-0.078	-0.142	-0.109
AFDMgL	0.071	0.065	-0.128
% Variación	29.4	16.8	14.7

Tabla 2.15. Contribución de cada uno de las variables a los componentes del PCA realizado con los valores por campaña de las variables hidroquímicas y biomasa fitoplanctónica para todas las muestras de las zonas húmedas.

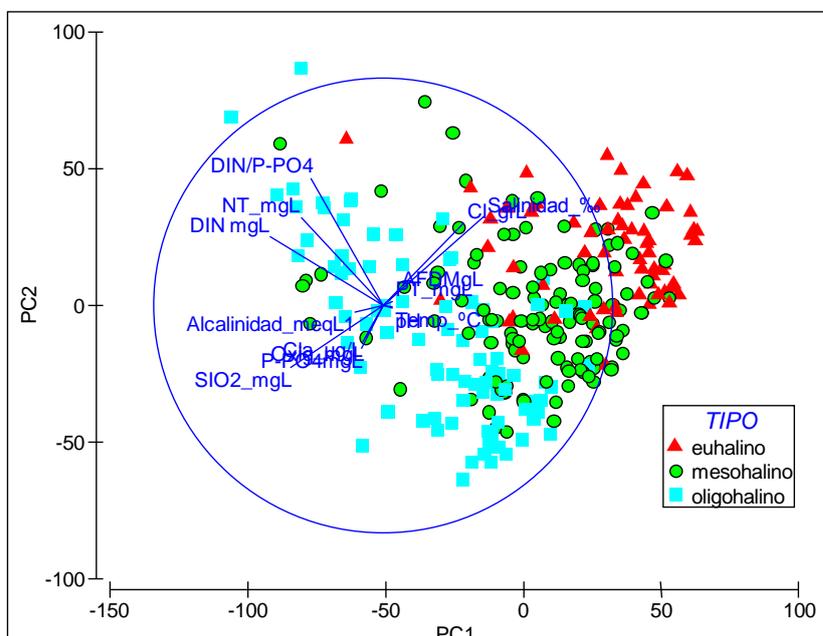


Figura 2.11. Ordenación bidimensional PCA de todas las muestras de las zonas húmedas en función de su tipología. El análisis se realizó con los datos medios de las variables hidroquímicas y de biomasa fitoplanctónica.

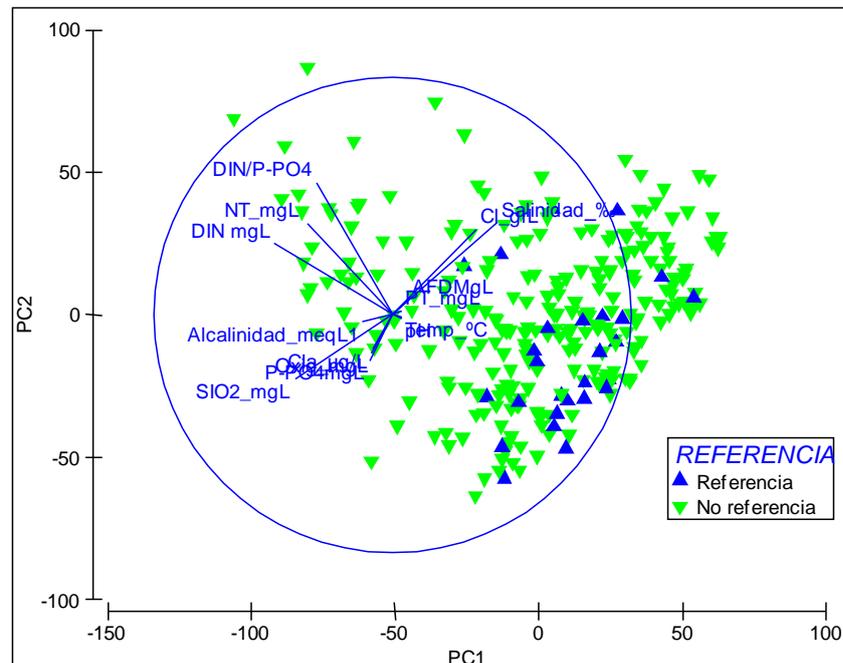


Figura 2.12. Ordenación bidimensional PCA de todas las muestras de las zonas húmedas en función de su condición de referencia (i.e., referencia vs. no referencia). El análisis se realizó con los datos por campaña de las variables hidroquímicas y de biomasa fitoplanctónica.

Resultados por medias.-Se realizó un análisis de componentes principales (PCA), con la matriz del total de puntos de muestreo (61) y **de sus valores medios** (media anual de 6 campañas) en 14 variables de la composición del agua: Alcalinidad, P-PO₄⁻³, P_T, DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = N-NO₂ + N-NO₃ + N-NH₄⁺), N_T, DIN/ P-PO₄⁻³, SIO₂, Cl, Temperatura, Oxígeno, pH, Salinidad, Cl-a y AFDM habiéndose eliminado aquellas variables con alta correlación ($r > 0.8$) (Tabla 2.16, Figs. 2.13 y 2.14). Los 3 primeros ejes generados explicaron el 65.1%, de la varianza total explicada, el primer eje explica el 36%, el segundo el 15.7% y el tercero el 13.4%.

El primer eje se relacionó positivamente con la salinidad y los cloruros enfrentados a la clorofila *a* y a las formas solubles de nutrientes (DIN, sílice y la relación DIN/ P-PO₄⁻³) (Tabla 2.16, Fig. 2.13), representando al igual que el caso anterior (PCA con valores por campaña) un gradiente de salinización y trófico, en el cual las mayores concentraciones de nutrientes se corresponden con las aguas menos saladas. Así, en la figura 2.13 se observa la secuencia de muestras según el tipo de salinidad, desde la derecha a la izquierda se disponen los tipos Oligohalino, Mesohalino y Euhalino. El segundo eje se relaciona positivamente con todas las

formas de nutrientes (orgánicos e inorgánicos, P-PO₄⁻, P_T, DIN y N_T) indicando un claro gradiente trófico (Tabla 2.16, Figs. 2.13 y 2.14). Así, como se ve en la Fig. 2.14, la disposición de las muestras de referencia se sitúan en la parte inferior derecha del eje, al lado opuesto de los nutrientes. El tercer eje se relacionó positivamente con la salinidad y la relación DIN/PO₄.

Variable	media PC1 General	media PC2 General	media PC3 General
Alcalinidad_meqL1	-0.063	0.180	-0.103
P-PO4mgL	-0.068	0.419	-0.360
PT_mgL	0.284	0.536	-0.035
DIN mgL	-0.362	0.379	0.263
NT_mgL	-0.226	0.307	0.237
DIN/P-PO4	-0.312	-0.082	0.693
SIO2_mgL	-0.368	0.295	-0.083
Cl_grL	0.363	0.149	0.195
Temp_°C	0.031	0.005	0.006
Oxig_mgL	-0.271	-0.261	-0.128
pH	-0.002	-0.065	-0.001
Salinidad_‰	0.412	0.028	0.425
Cla_µg/L	-0.301	0.021	-0.062
AFDMgL	0.171	0.276	0.086
% Variación	36	15.7	13.4

Tabla 2.16. Contribución de cada uno de las variables a los componentes del PCA realizado con las **medias (2005-2008)** de las variables hidroquímicas y biomasa fitoplanctónica para todas las muestras de las zonas húmedas.

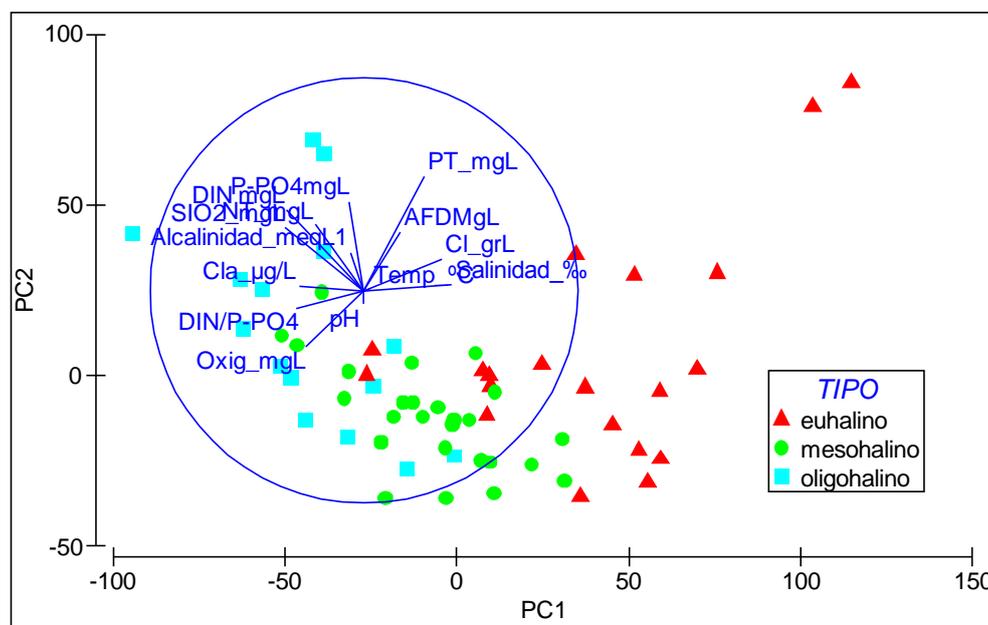


Figura 2.13. Ordenación bidimensional PCA de todas las muestras de las zonas húmedas en función de su tipología. El análisis se realizó con los datos medios (2005-2008) de las variables hidroquímicas y de biomasa fitoplanctónica.

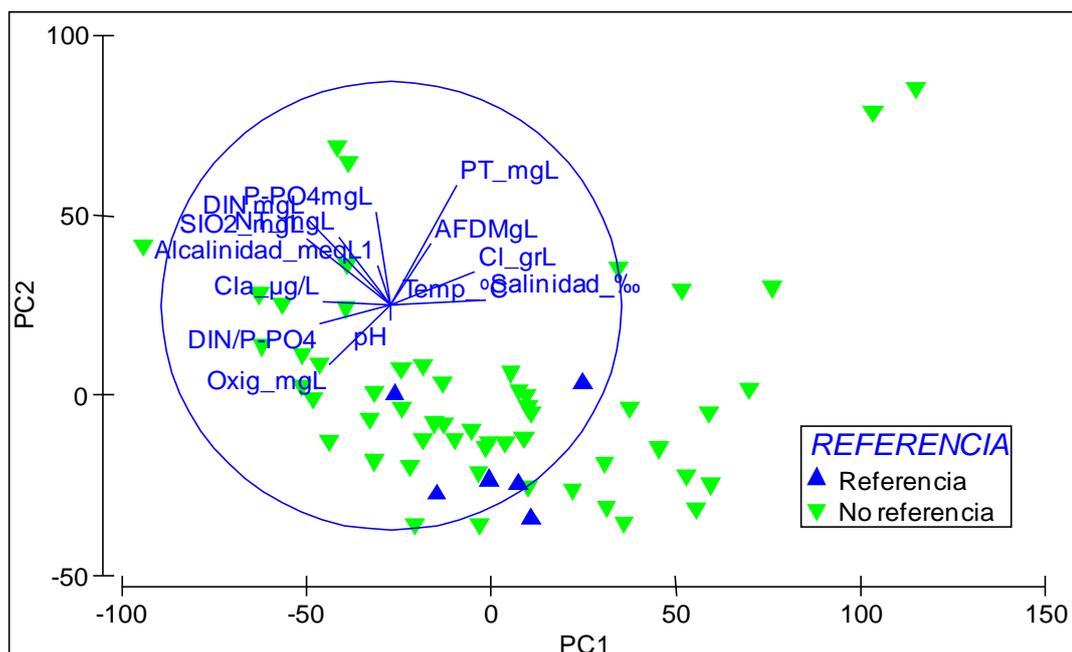


Figura 2.14. Ordenación bidimensional PCA de todas las muestras de las zonas húmedas en función de su condición de referencia (i.e., referencia vs. no referencia). El análisis se realizó con los datos medios (2005-2008) de las variables hidroquímicas y de biomasa fitoplanctónica

En la tabla 2.17 se suministran los valores medios, el error estándar y los valores máximos y mínimos de las variables físico-químicas por tipo de salinidad, según sean referencias o no. Destacar que el tipo Euhalino incluye como referencia a s'Espalmador, un humedal de referencia localizado en un islote cerca de Formentera. Esta laguna representa un caso único en las Islas Baleares, por su situación aislada, que por otro lado garantiza su condición de referencia, pero sus niveles de clorofila *a*, así como los contenidos en nutrientes son de los más altos encontrados para el tipo Euhalino, aunque se trata de una situación natural probablemente ocasionada por el aporte de heces por los pájaros, o arrastre de nutrientes del suelo por el agua marina durante temporales. Como se explicará más adelante, el sistema de clasificación para el tipo euhalino, se realizó solo en base a invertebrados, ya que el fitoplancton no pudo ser utilizado por ser un sistema singular. Sin embargo su comunidad de invertebrados es similar a otros humedales de referencia del tipo, y por ello se considera apropiado incluirlo en el desarrollo de los sistemas de clasificación en base a los invertebrados.

	Euhalino		Mesohalino		Oligohalino	
	No referencia n=59	Referencia n=7	No referencia n=123	Referencia n=8	No referencia n=74	Referencia n=12
Alcalinidad_meqL1	4.83 ± 0.32 (16.10-0.48)	4.32 ± 0.55 (6.73-2.75)	4.98 ± 0.24 (15.65-0.35)	5.55 ± 2.84 (25.36-2.05)	6.58 ± 0.31 (16.60-0.00)	7.13 ± 0.76 (10.2-3.10)
P-PO ₄ ⁻² mgL	0.04 ± 0.01 (0.28-0.00)	0.05 ± 0.03 (0.19-0.00)	0.05 ± 0.01 (0.80-0.00)	0.02 ± 0.01 (0.07-0.00)	0.15 ± 0.03 (1.33-0.00)	0.06 ± 0.04 (0.44-0.00)
P _T mgL	0.54 ± 0.12 (3.91-0.00)	0.22 ± 0.10 (0.80-0.06)	0.14 ± 0.02 (1.2-0.00)	0.04 ± 0.01 (0.08-0.02)	0.26 ± 0.05 (2.30-0.00)	0.11 ± 0.04 (0.44-0.01)
DIN mgL	0.39 ± 0.14 (6.80-0.01)	0.05 ± 0.02 (0.16-0.01)	0.66 ± 0.13 (8.3-0.01)	0.03 ± 0.02 (0.12-0.01)	2.47 ± 0.39 (17.34-0.01)	0.09 ± 0.03 (0.36-0.01)
N _T mgL	1.9 ± 0.22 (7.76-0.02)	2.64 ± 0.66 (6.16-0.69)	1.63 ± 0.17 (11.6-0.04)	0.71 ± 0.13 (1.29-0.08)	3.27 ± 0.42 (17.34-0.14)	0.82 ± 0.21 (2.78-0.08)
DIN/P-PO ₄ ⁻²	202.71 ± 100.57 (5207.27-0.03)	99.78 ± 69.53 (504.66-0.06)	477.96 ± 226.3 (25442.67-0.02)	7.53 ± 4.09 (34.81-0.08)	651.34 ± 238.21 (14134.76-0.02)	96.81 ± 91.63 (1104.47-0.13)
SiO ₂ mgL	2.73 ± 0.68 (25.48-0.06)	5.26 ± 1.85 (13.35-1.00)	4.47 ± 0.60 (28.89-0.06)	2.2 ± 0.68 (6.6-0.36)	4.94 ± 0.42 (22.46-0.41)	2.15 ± 0.69 (6.17-0.09)
Cl grL	76.37 ± 17.4 (899.00-4.60)	44.65 ± 14.6 (114.5-12.83)	11.92 ± 1.59 (159.69-0.01)	6.4 ± 1.44 (12.74-1.97)	4.62 ± 1.21 (73.86-0.10)	3.60 ± 1.54 (13.86-0.27)
Temperatura °C	20.7 ± 0.70 (34.72-9.50)	19.69 ± 1.54 (24.95-15.25)	19.54 ± 0.54 (32.1-6.25)	19.56 ± 2.84 (29.45-8.15)	18.7 ± 0.68 (32.20-9.20)	18.54 ± 1.72 (28.8-10.55)
Oxigeno mgL	5.20 ± 0.41 (16.28-0.00)	5.61 ± 1.14 (9.18-1.68)	7.56 ± 0.32 (22.1-0.38)	8.34 ± 1.15 (15.49-5.62)	6.78 ± 0.40 (16.18-0.39)	7.76 ± 0.84 (11.97-2.20)
pH	8.18 ± 0.07 (9.65-6.58)	8.29 ± 0.2 (9.23-7.82)	8.24 ± 0.05 (10.19-6.94)	8.52 ± 0.31 (9.84-7.66)	7.89 ± 0.05 (9.26-7.03)	7.76 ± 0.26 (9.17-5.39)
Salinidad ‰	60.05 ± 4.43 (140-9.70)	56.38 ± 13.88 (102.28-24.65)	15.93 ± 1.03 (57.05-0.60)	9.03 ± 0.63 (11.45-6.00)	2.27 ± 0.20 (8.50-0.35)	2.31 ± 0.38 (4.70-0.80)
Cl _a µg/L	4.89 ± 1.05 (41.16-0.00)	15.46 ± 5.72 (39.29-0.18)	8.25 ± 1.62 (183.37-0.09)	2.36 ± 0.38 (4.67-1.12)	6.74 ± 0.94 (48.8-0.06)	2.57 ± 0.65 (6.65-0.29)
AFDM gL	0.095 ± 0.025 (1.253-0.000)	0.087 ± 0.045 (0.341-0.009)	0.011 ± 0.001 (0.129-0.002)	0.003 ± 0.001 (0.007-0.002)	0.013 ± 0.004 (0.257-0.000)	0.003 ± 0.001 (0.009-0.001)

* Límite de detección: PO₄⁻²=0.0016; NO₃⁻=0.005; NO₂⁻=0.003; NH₄⁺=0.001; SiO₂=0.06

Tabla 2.17. Valores medios ± error estándar, y máximos y mínimos en paréntesis de las concentraciones de los distintas variables medioambientales determinadas en este estudio en función del tipo y de la condición (referencia no referencia) de cada punto de zona húmeda estudiado.

En la figura 2.15 se representa la distribución de diversas variables de la composición de agua de los humedales, por tipo y según se trate de puntos de referencias *vs* las no referencias.

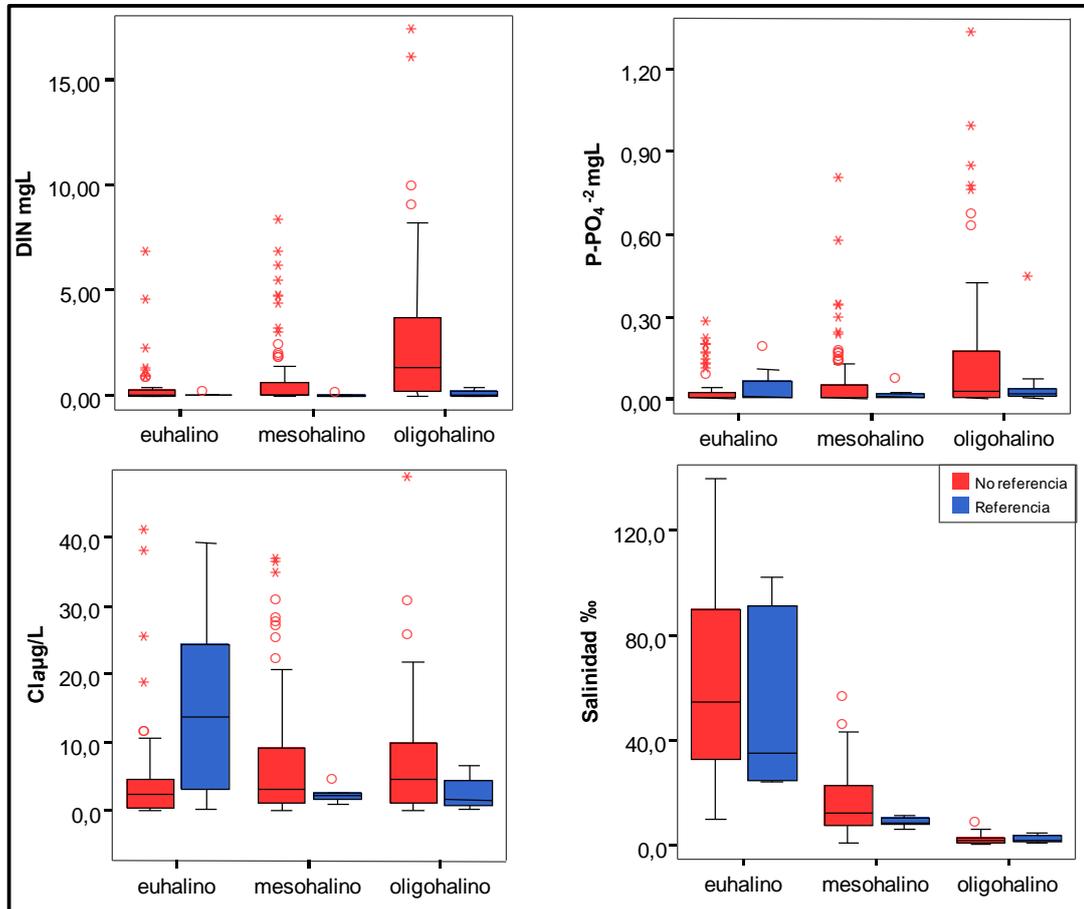


Figura 2.15 Diagramas de cajas con la representación de diversas variables medioambientales por tipo de zona húmeda y en función de su condición: referencia (azul), no referencia (rojo).

2.7.4.2. Gradientes de presión por tipo: Oligohalino

2.7.4.2.1. Gradiente de presión general: tipo Oligohalino

Resultados por campañas.- Se ha realizado un PCA con la matriz reducida de variables medioambientales: Alcalinidad, P-PO₄³⁻, P_T, DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = N-NO₂⁻ + N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺), N_T, DIN/P-PO₄³⁻, SiO₂, Cl, Temperatura, Oxígeno, pH, Salinidad, Cl-a y AFDM (Tabla 2.11, Fig. 2.13). Algunas variables han sido eliminadas debido a su alta

correlación ($r > 0.80$). Los 3 primeros ejes generados explicaron el 61.9% de la varianza total explicada, el primer eje explica el 31.1%, el segundo el 17.5% y el tercero el 13.3%.

El primer y segundo eje debe interpretarse como un gradiente de eutrofización, mientras que el tercer eje es un gradiente de salinización. El primer eje se relaciona positivamente con las formas nitrogenadas de nutrientes, y el segundo de forma negativa con las formas fosfatadas, indicando un gradiente de alternancia anual de formas solubles en el tiempo, aumentos de nitrógeno en otoño-invierno por aportes y dominancia del fosfato en los primaveras (Tabla 2.18). La concentración de sales de las muestras aumenta a medida que disminuye el contenido de nutrientes (Tabla 2.18, Fig. 2.16). Indicando un mayor contenido en nutrientes en los humedales menos salados, tendencia ya indicada en el PCA general de tipos previo.

Variable	PC1 oligo	PC2 oligo	PC3 oligo
P-PO4mgL	-0.117	-0.537	0.288
PT_mgL	-0.041	-0.519	0.141
DIN_mgL	0.597	-0.269	0.106
NT_mgL	0.522	-0.219	0.017
DIN/P-PO4	0.554	0.231	-0.192
Alcalinidad_meqL1	-0.008	0.005	0.067
SIO2_mgL	0.019	-0.245	0.207
Cl_grL	0.002	-0.278	-0.63
Temp_°C	-0.078	-0.013	-0.094
Oxig_mgL	-0.013	-0.034	0.097
pH	-0.01	0.007	-0.017
Salinidad_‰	-0.024	-0.182	-0.568
Cla_µg/L	-0.193	-0.31	-0.245
AFDMgL	-0.066	-0.04	-0.065
% Variación	31.1	17.5	13.3

Tabla 2.18. Contribución de cada uno de las variables a los componentes del PCA realizado con las réplicas de las variables hidroquímicas y biomasa fitoplanctónica para el tipo Oligohalino.

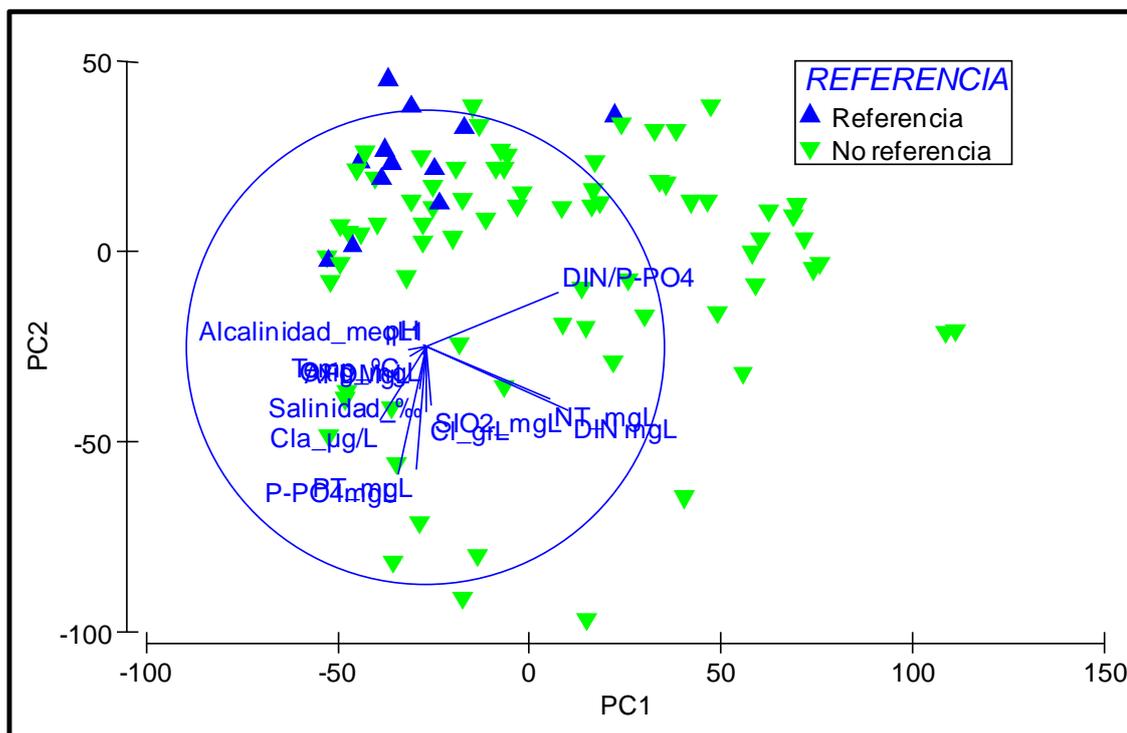


Figura 2.16. Ordenación bidimensional PCA para las muestras pertenecientes al tipo Oligohalino basada en la matriz reducida de datos hidroquímicos y biomasa fitoplanctónica.

Resultados por medias.- Se ha realizado un PCA con la matriz reducida de variables medioambientales: Alcalinidad, $P-PO_4^{3-}$, P_T , DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = $N-NO_2^- + N-NO_3^- + N-NH_4^+$), N_T , $DIN/P-PO_4^{3-}$, SiO_2 , Cl, Temperatura, Oxígeno, pH, Salinidad, Cl-a y AFDM (Tabla 2.19, Fig. 2.16). Algunas variables han sido eliminadas debido a su alta correlación ($r > 0.80$). Los 3 primeros ejes generados por el análisis explicaron el 72.7% de la varianza total. El primero explicaba un 35.6%, el segundo el 24.6% y el tercero el 12.6%.

El primer y segundo ejes reflejan un gradiente trófico. El primer eje se relaciona positivamente a los nutrientes fosfatados ($P-PO_4^{3-}$, y P_T) y con una relación baja de $DIN/P-PO_4^{3-}$ (Tabla 2.19, Fig. 2.16). Mientras que el segundo eje, se relaciona positivamente con las formas inorgánicas y orgánicas de nitrógeno (DIN y N_T). Estos ejes separan claramente los puntos de referencia, que se sitúan por debajo de los mismos (Fig. 2.16). El tercer eje refleja un gradiente salino y trófico, estando relacionado de manera positiva con la salinidad y de forma negativa con AFDM, indicando que las muestras menos saladas son las que más materia orgánica tienen en suspensión (Tabla 2.19, Fig. 2.16).

Variable	Media PC1 oligo	Media PC2 oligo	Media PC3 oligo
P-PO4mgL	0.59	0.233	0.29
PT_mgL	0.535	0.242	-0.114
DIN mgL	-0.154	0.669	-0.069
NT_mgL	-0.142	0.529	0.01
DIN/P-PO4	-0.508	0.246	-0.067
Alcalinidad_meqL1	0.012	0.046	-0.008
SIO2_mgL	0.049	0.174	-0.133
Cl_grL	-0.007	0.105	0.247
Temp_°C	0.003	-0.023	0.046
Oxig_mgL	0.063	-0.068	0.114
pH	0.016	-0.017	0.028
Salinidad_‰	-0.063	0.125	0.633
Cla_µg/L	0.175	0.177	-0.111
AFDMgL	0.151	0.057	-0.621
% Variación	35.6	24.5	12.6

Tabla 2.19. Contribución de cada uno de las variables a los componentes del PCA realizado con las medias (2005-2008) de los valores de las variables hidroquímicas y biomasa fitoplanctónica para el tipo Oligohalino.

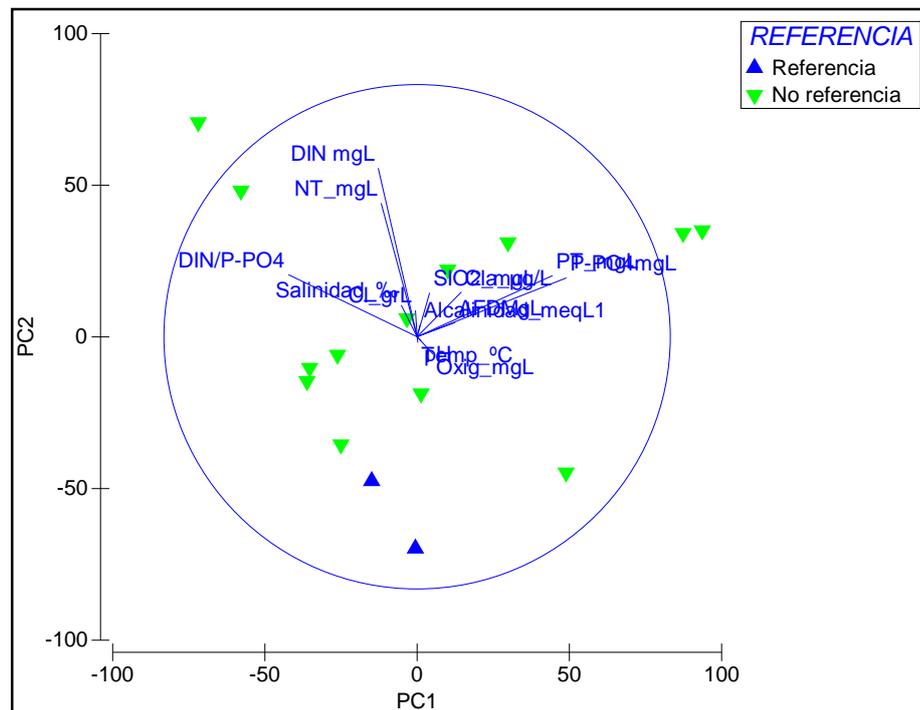


Figura 2.16. Ordenación bidimensional PCA para las zonas húmedas del tipo Oligohalino basada en la matriz reducida de medias (2005-2008) de las variables hidroquímicas y biomasa fitoplanctónica.

2.7.4.2.2. *Gradiente de presión trófica: tipo Oligohalino*

Resultados por campañas.- Se ha realizado un PCA con 9 variables tróficas: P-PO₄³⁻, P_T, DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = N-NO₂⁻ + N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺), N_T, DIN/P-PO₄³⁻, SIO₂, Oxígeno, Cl-a y AFDM (Tabla 2.13, Figura 2.15). Las formas inorgánicas disueltas de nitrógeno (N-NO₃⁻, N-NO₂⁻ y N-NH₄⁺) fueron eliminadas previamente debido a su alta correlación con el DIN ($r > 0.80$). Los 3 primeros ejes generados con el análisis explican el 73.9% de la varianza total de las muestras, el primer eje explica un 40%, el segundo el 21.9% y el tercer eje el 12%.

Todos los ejes extraídos por el PCA pueden considerarse como ejes de eutrofia. El primer eje, representa el gradiente trófico de los nutrientes nitrogenados (DIN, N_T) y relación DIN/P-PO₄³⁻ (Tabla 2.20 Fig. 2.17). Mientras que el segundo eje, se relaciona directamente con los nutrientes fosfatados (P-PO₄³⁻, P_T) (Tabla 2.20, Fig. 2.17) y por último el tercer eje se relaciona con la producción primaria ya que se relaciona negativamente con la SIO₂ y Cl-a. Ambos ejes representan gradientes tróficos relacionados con la dinámica natural de nutrientes y con los aportes derivados de actividades humanas.

Variable	PC1 Trófico	PC2 Trófico	PC3 Trófico
P-PO4mgL	-0.118	0.593	0.233
PT_mgL	-0.042	0.537	0.222
DIN mgL	0.599	0.29	0.026
NT_mgL	0.524	0.217	-0.006
DIN/P-PO4	0.557	-0.269	-0.176
SIO2_mgL	0.02	0.295	-0.53
Oxig_mgL	-0.012	0.061	0.332
Cl_a_µg/L	-0.19	0.256	-0.669
AFDMgL	-0.066	0.021	-0.161
% Variación	40	21.9	12

Tabla 2.20. Contribución de cada uno de las variables a los componentes del PCA realizado con las réplicas (2005-2008) de las variables tróficas y biomasa fitoplanctónica para el tipo Oligohalino.

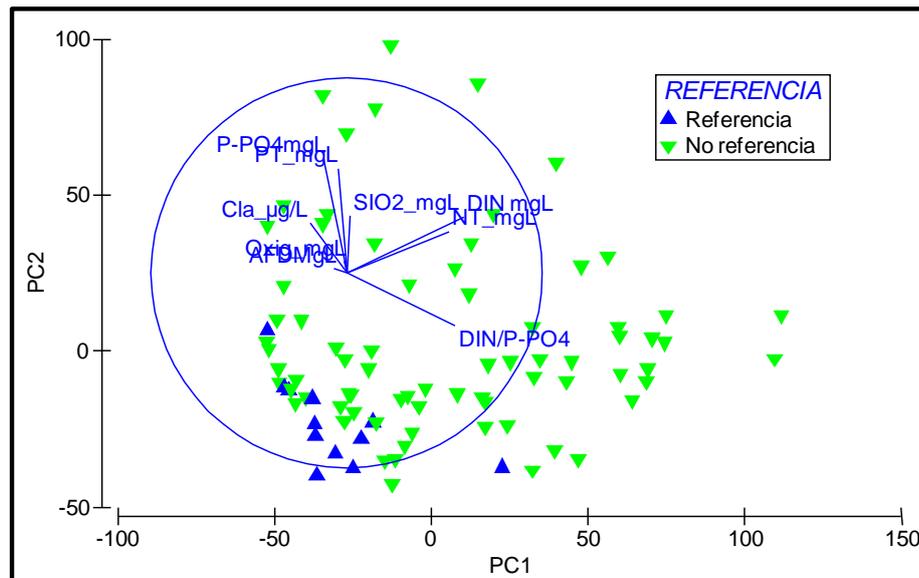


Figura 2.17 Ordenación bidimensional PCA para las muestras pertenecientes al tipo Oligohalino basada en la matriz reducida de datos de nutrientes y biomasa fitoplanctónica.

Resultados por medias.- Se ha realizado un PCA con los valores medios de las mismas variables introducidas en el PCA realizado con las réplicas: $P-PO_4^{3-}$, P_T , DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = $N-NO_2^- + N-NO_3^- + N-NH_4^+$), N_T , $DIN/P-PO_4^{3-}$, SiO_2 , Oxígeno, Cl-a y AFDM (Tabla 2.21, Figura 2.18). Los 3 primeros ejes generados explican el 82.6% de la varianza total de las muestras, el primer eje explica el 41.8%, el segundo el 28.3% y el tercer eje el 12.5%.

El primer eje debe interpretarse como un gradiente trófico, relacionado positivamente con las formas fosfatadas de los nutrientes ($P-PO_4^{3-}$ y P_T) y negativamente con la relación $DIN/P-PO_4^{3-}$. El segundo eje se relaciona de forma positiva con mayores contenidos de las formas nitrogenadas (DIN y N_T) y el tercer eje con la materia orgánica en suspensión (AFDM).

Variable	Media PC1 Trófico	Media PC2 Trófico	Media PC3 Trófico
P-PO4mgL	0.596	0.212	-0.335
PT_mgL	0.538	0.245	0.121
DIN mgL	-0.147	0.68	0.011
NT_mgL	-0.135	0.532	0.007
DIN/P-PO4	-0.507	0.262	-0.034
SIO2_mgL	0.047	0.188	-0.092
Oxig_mgL	0.064	-0.081	-0.019
Cla_μg/L	0.175	0.184	-0.058
AFDMgL	0.147	0.071	0.927
% Variación	41.8	28.3	12.5

Tabla 2.21. Contribución de cada uno de las variables a los componentes del PCA realizado con las medias de los valores de las variables tróficas y biomasa fitoplanctónica para el tipo Oligohalino.

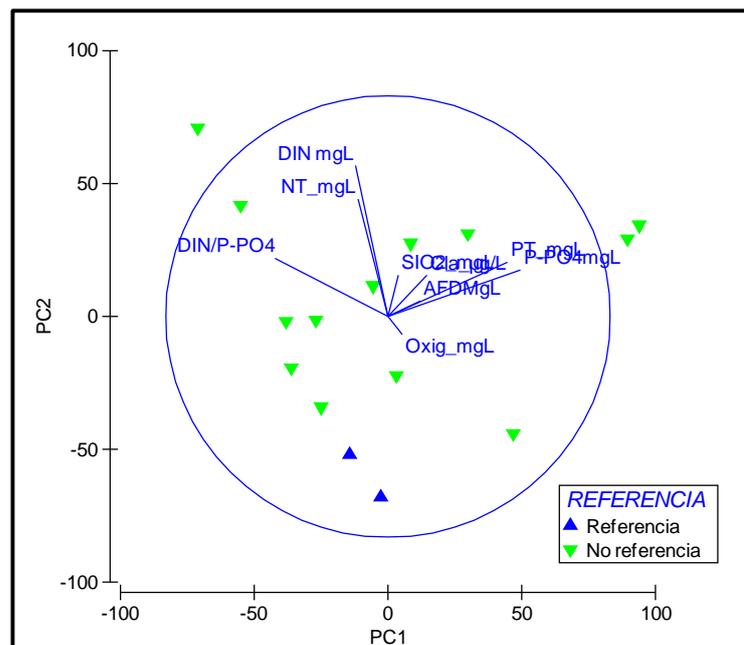


Figura 2.18. Ordenación bidimensional PCA para las muestras pertenecientes al tipo Oligohalino basada en la matriz reducida de medias de las variables tróficas y biomasa fitoplanctónica.

2.7.4.3. Gradientes de presión por tipo: MESOHALINO

Para el tipo mesohalino, el multimétrico de fitoplancton (FITOHMIB) fue obtenido teniendo en cuenta los datos de la última campaña (i.e., 2008) (ver más adelante, sección 2.7.5.2 para su desarrollo y justificación); Sin embargo el multimétrico de invertebrados (INVHMIB) fue desarrollado teniendo en cuenta todas las campañas (i.e., 2005-2008). Así para identificar los gradientes de presión a los cuales deben responder dichos multimétricos, se han diferenciado los gradientes de 2005-2008 (serán tenidos en cuenta para INVHMIB) y los gradientes del año 2008 (serán tenidos en cuenta para FITOHMIB).

2.7.4.3.1. Gradiente de presión general: tipo Mesohalino (2005-08)

Resultados por campañas.- Se ha realizado un PCA con la matriz reducida de variables medioambientales seleccionadas para este tipo: Alcalinidad, P-PO₄⁻³, P_T, DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = N-NO₂⁻ + N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺), N_T, DIN/P-PO₄⁻³, SiO₂, Cl, Temperatura, Oxígeno, pH, Salinidad, Cl-a y AFDM (Tabla 2.22, Fig. 2.19). Los 3 primeros ejes generados por el análisis explicaron el 58.7% de la variación encontrada en las muestras. El primero explicaba un 27.5%, el segundo el 16.7% y el tercero el 14.5%.

El primer eje se relaciona positivamente con las formas nitrogenadas de nutrientes, el segundo eje se relaciona positivamente con el sílice y negativamente con la relación DIN/P-PO₄⁻³ (Tabla 2.22) por lo que ambos se podrían considerar como gradientes de eutrofización. Por otro lado, el tercer eje se relaciona de forma positiva con el DIN/P-PO₄⁻³, salinidad y Cl por lo que se podría considerar como gradiente de salinidad.

Variable	PC1 Meso	PC2 Meso	PC3 Meso
P-PO4mgL	0.165	0.22	-0.158
PT_mgL	0.152	0.282	-0.002
DIN_mgL	0.55	-0.246	0.086
NT_mgL	0.403	-0.305	-0.005
DIN/P-PO4	0.268	-0.458	0.438
Alcalinidad_meqL1	0.132	-0.103	0.026
SiO2_mgL	0.57	0.656	0.109
Cl_gL	-0.122	0.158	0.588
Temp_°C	-0.005	0.113	0.147
Oxig_mgL	-0.011	0.058	-0.228
pH	-0.041	0.026	-0.04
Salinidad_‰	-0.21	0.143	0.568
Cl_a_µg/L	0.103	-0.061	-0.133
AFDMg/L	-0.014	0.042	0.04
% Variación	27.5	16.7	14.5

Tabla 2.22. Contribución de cada uno de las variables a los componentes del PCA realizado con las réplicas de los valores de las variables hidroquímicas y biomasa fitoplanctónica para el tipo Mesohalino.

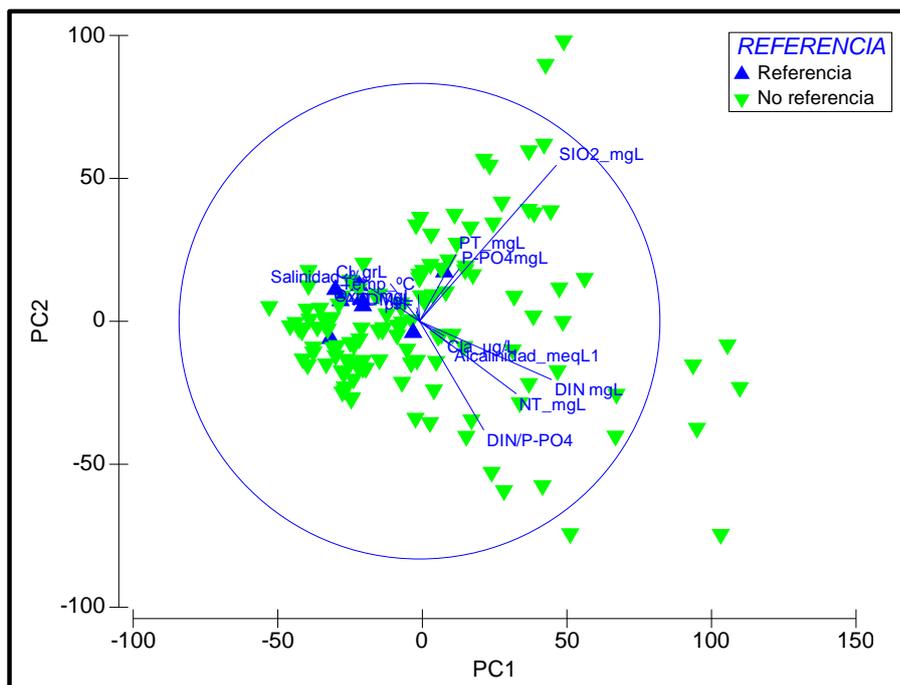


Figura 2.19. Ordenación bidimensional PCA para las muestras pertenecientes al tipo Mesohalino basada en la matriz reducida de las variables hidroquímicas y de biomasa fitoplanctónica.

Resultados por medias.- Se ha realizado un PCA con la matriz reducida de los valores medios para las variables medioambientales seleccionadas para este tipo: Alkalinidad, P-PO₄³, P_T, DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = N-NO₂⁻ + N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺), N_T, DIN/P-PO₄³, SIO₂, Cl, Temperatura, Oxígeno, pH, Salinidad, Cl-a y AFDM (Tabla 2.23, Fig. 2.20). Los 3 primeros ejes generados por el análisis explicaron el 62.1% de la variación total encontrada en los puntos estudiados. El primer eje explica un 28.8%, el segundo el 19.9% y el tercero el 13.49%.

El primer y segundo eje, de la misma manera que en el tipo oligohalino, se podrían considerar como un gradiente trófico, relacionándose el primer eje positivamente con el P-PO₄³ y con el DIN, el segundo con las formas fosfatadas P-PO₄³ y P_T y negativamente con las nitrogenadas DIN y DIN/P-PO₄³ (Tabla 2.23).

Variable	Media PC1	Media PC2	Media PC3
	meso	meso	meso
P-PO4mgL	0.497	0.397	-0.263
PT_mgL	0.33	0.426	-0.347
DIN mgL	0.605	-0.517	0.056
NT_mgL	0.333	-0.138	0.097
DIN/P-PO4	0.221	-0.407	0.171
Alcalinidad_meqL1	0.111	0.061	0.197
SIO2_mgL	0.224	0.031	-0.24
Cl_grL	-0.12	-0.084	-0.168
Temp_°C	-0.004	-0.002	-0.013
Oxig_mgL	0.072	0.08	0.048
pH	0.005	0.037	-0.009
Salinidad_‰	-0.054	-0.069	-0.21
Cla_µg/L	0.131	0.287	0.606
AFDMgL	0.123	0.319	0.48
% Variación	28.8	19.9	13.4

Tabla 2.23. Contribución de cada uno de las variables a los componentes del PCA realizado con las medias (campañas 2005-2008) de los valores de las variables hidroquímicas y biomasa fitoplanctónica para el tipo Mesohalino.

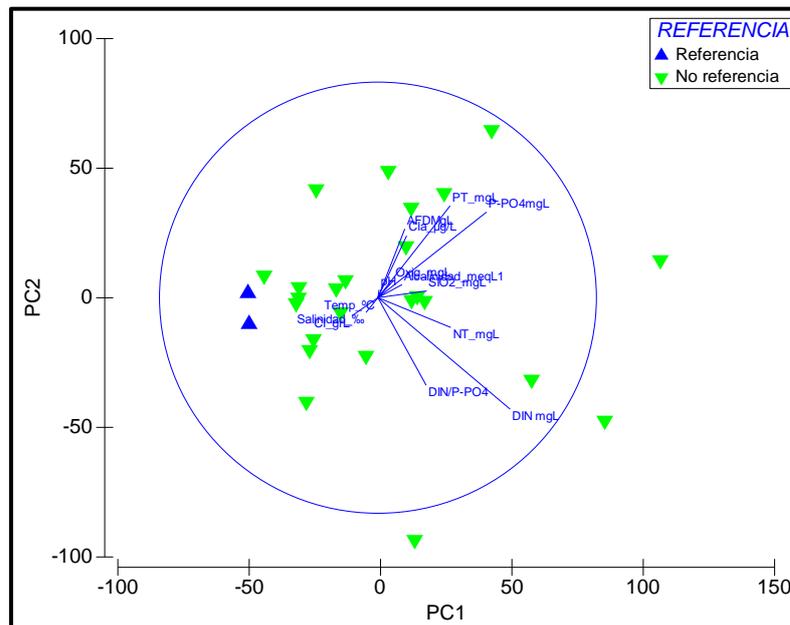


Figura 2.20. Ordenación bidimensional PCA para los puntos del tipo Mesohalino basada en la matriz de medias (campañas 2005-2008) reducida de las variables hidroquímicas y de biomasa fitoplanctónica.

2.7.4.3.2. Gradiente de presión trófica: tipo Mesohalino (2005-08)

Resultados por réplicas.- Se ha realizado un PCA con las siguientes variables tróficas: P-PO₄³⁻, P_T, DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = N-NO₂⁻ + N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺), N_T, DIN/P-PO₄³⁻, SIO₂, Oxígeno, Cl-a y AFDM (Tabla 2.24, Fig. 2.20). Las formas nitrogenadas (N-NO₃⁻, N-NO₂⁻ y N-NH₄⁺) fueron eliminado previamente debido a su alta correlación con el DIN ($r > 0.8$). Los 3 primeros ejes generados explicaban el 68.8% de la varianza total explicada, el primer eje explicaba un 34%, el segundo el 21.2% y el tercero el 13.6%.

El primer eje se relaciona positivamente con el DIN y con el sílice, el segundo positivamente con la relación DIN/P-PO₄³⁻ y negativamente con el sílice. Por último, el tercer eje se relaciona también de forma negativa con la sílice y positiva con los nutrientes fosfatados PT. Por lo que se podrían considerar a los tres ejes como un gradiente trófico, en donde la sílice juega un papel importante ya que es un aporte necesario para la comunidad fitoplanctónica (Fig. 2.20).

Variable	PC1 Trófico	PC2 Trófico	PC3 Trófico
P-PO ₄ mgL	0.169	-0.236	0.391
PT_mgL	0.181	-0.258	0.502
DIN_mgL	0.558	0.297	0.311
NT_mgL	0.395	0.319	0.099
DIN/P-PO ₄	0.287	0.563	-0.224
SIO ₂ _mgL	0.618	-0.6	-0.431
Oxig_mgL	-0.022	-0.099	0.292
Cl _a _μg/L	0.085	0.026	-0.391
AFDMgL	-0.005	-0.033	-0.125
% Variación	34.00	21.2	13.6

Tabla 2.24. Contribución de cada uno de las variables a los componentes del PCA realizado con las réplicas de las variables tróficas y biomasa fitoplanctónica para el tipo Mesohalino.

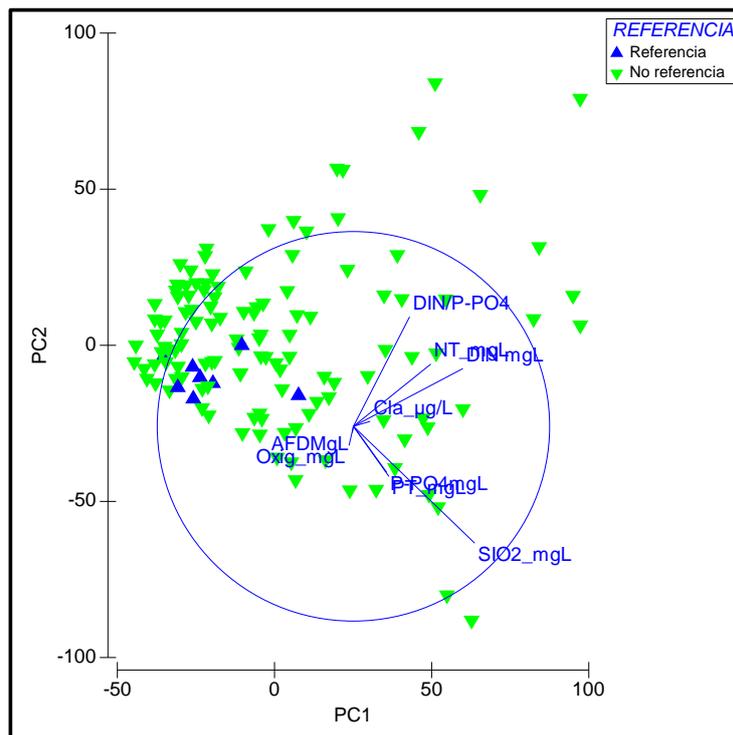


Figura 2.20. Ordenación bidimensional PCA para los puntos del tipo Mesohalino basada en la matriz reducida de datos de nutrientes y biomasa fitoplanctónica.

Resultados por medias.- Se ha realizado un PCA con los valores medios de las variables tróficas: P-PO₄³⁻, P_T, DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = N-NO₂⁻ + N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺), N_T, DIN/P-PO₄³⁻, SIO₂, Oxígeno, Cl-a y AFDM (Tabla 2.25, Figura 2.21). Las formas nitrogenadas (N-NO₃⁻, N-NO₂⁻ y N-NH₄⁺) fueron eliminado previamente debido a su alta correlación con el DIN ($r > 0.8$). Los 3 primeros ejes generados por el análisis explicaron el 67.8% de la variación total encontrada en los puntos estudiados. El primer eje explica un 31.6% de esta variación, el segundo el 22.1% y el tercero el 14.1%.

El primer eje determina un gradiente trófico, relacionándose negativamente con formas inorgánicas nitrogenadas (DIN) y fosfatadas (P-PO₄³⁻ y P_T) (Tabla 2.18, Figura 2.20). Al igual que ocurría en la ordenación realizada con las réplicas este eje separa las referencias (con un menor contenido promedio en nutrientes) de otros puntos más alterados, que se sitúan a la derecha de la ordenación. El segundo eje es temporal y trófico, estando relacionado negativamente de nuevo con el P-PO₄³⁻ y P_T, y positivamente con el DIN y la relación DIN/P-PO₄³⁻. Por último el tercer eje está relacionado con la biomasa planctónica, estando relacionado negativamente con AFDM y Cl-a (Tabla 2.25, Figura 2.21).

Variable	Media PC1 Trófico	Media PC2 Trófico	Media PC3 Trófico
P-PO4mgL	-0.494	-0.431	0.221
PT_mgL	-0.335	-0.468	0.242
DIN_mgL	-0.629	0.491	-0.071
NT_mgL	-0.336	0.13	-0.087
DIN/P-PO4	-0.237	0.399	-0.218
SIO2_mgL	-0.228	-0.048	0.298
Oxig_mgL	-0.065	-0.078	-0.057
Cla_μg/L	-0.101	-0.26	-0.607
AFDMg/L	-0.11	-0.318	-0.61
% Variación	31.6	22.1	14.1

Tabla 2.25. Contribución de cada uno de las variables a los componentes del PCA realizado con las medias (campañas 2005-2008) de los valores de las variables tróficas y biomasa fitoplanctónica para el tipo Mesohalino.

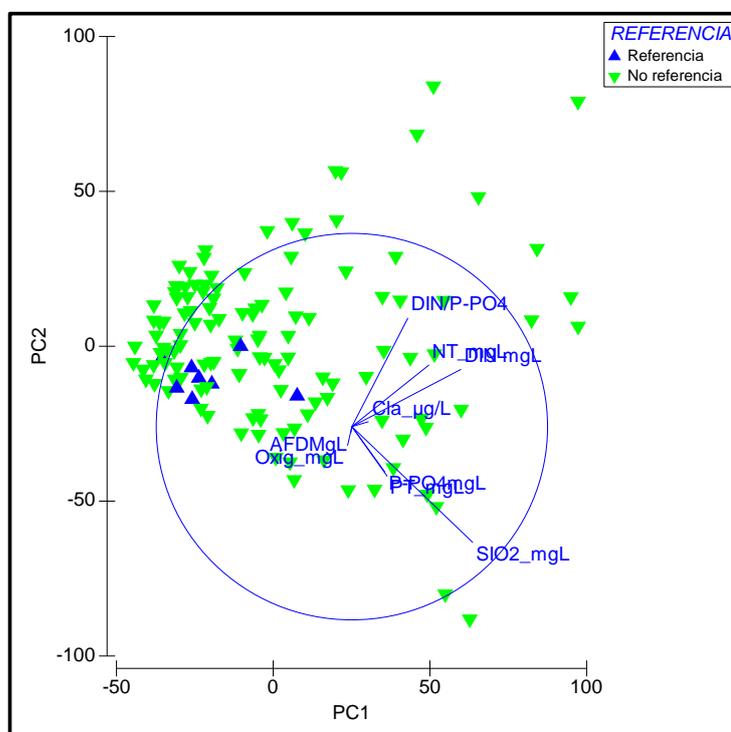


Figura 2.21. Ordenación bidimensional PCA para zonas húmedas del tipo Mesohalino basada en la matriz reducida de medias (campañas 2005-2008) de las variables tróficas y biomasa fitoplanctónica.

2.7.4.4. Gradiente de presión por tipo: MESOHALINO 2008

De la misma manera que para el mesohalino entre los años 2005-08 se ha realizado un PCA para las campañas de 2008, ya que para el fitoplancton, como se ha dicho anteriormente, se

han utilizado datos de las últimas campañas. A continuación se detallan los gradientes de presión para estas campañas.

2.7.4.4.1. Gradiente de presión general: tipo Mesohalino (campaña 2008)

Resultados por campañas.- Se ha realizado un PCA con la matriz reducida de variables medioambientales seleccionadas para este tipo: Alcalinidad, P-PO₄⁻³, P_T, DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = N-NO₂⁻ + N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺), N_T, DIN/P-PO₄⁻³, SiO₂, Cl, Temperatura, Oxígeno, pH, Salinidad, Cl-a y AFDM (Tabla 2.26, Fig. 2.22). Los 3 primeros ejes generados por el análisis explicaron el 61.4% de la variación encontrada en las muestras. El primero explicaba un 30.4%, el segundo el 17.9% y el tercero el 13.1%.

El primer eje (PC1 mesohalino) se relaciona negativamente con las formas nitrogenadas y la sílice y positivamente con la salinidad, el PC2 negativamente con el PT, Cl-a y AFDM; ambos podrían considerarse como un gradiente trófico (Tabla 2.26, Fig. 2.22).

Variable	PC1 meso	PC2 meso	PC3 meso
P-PO4mgL	-0.34	-0.322	-0.137
PT_mgL	-0.138	-0.243	-0.203
DIN mgL	-0.641	0.146	-0.201
NT_mgL	-0.417	-0.096	-0.216
DIN/P-PO4	-0.275	0.522	-0.019
Alcalinidad_meqL1	-0.162	0.006	-0.08
SiO2_mgL	-0.253	-0.144	0.864
Cl_grL	0.145	0.081	-0.128
Temp_°C	0.003	0.051	0.046
Oxig_mgL	-0.024	-0.104	-0.097
pH	0.003	-0.008	-0.02
Salinidad ‰	0.285	0.218	-0.205
Cl_a_µg/L	0.05	-0.606	-0.083
AFDMgL	0.097	-0.281	-0.151
% Variación	30.4	17.9	13.1

Tabla 2.26. Contribución de cada una de las variables a los componentes del PCA realizado con las réplicas de los valores de las variables hidroquímicas y biomasa fitoplanctónica para el tipo Mesohalino'08.

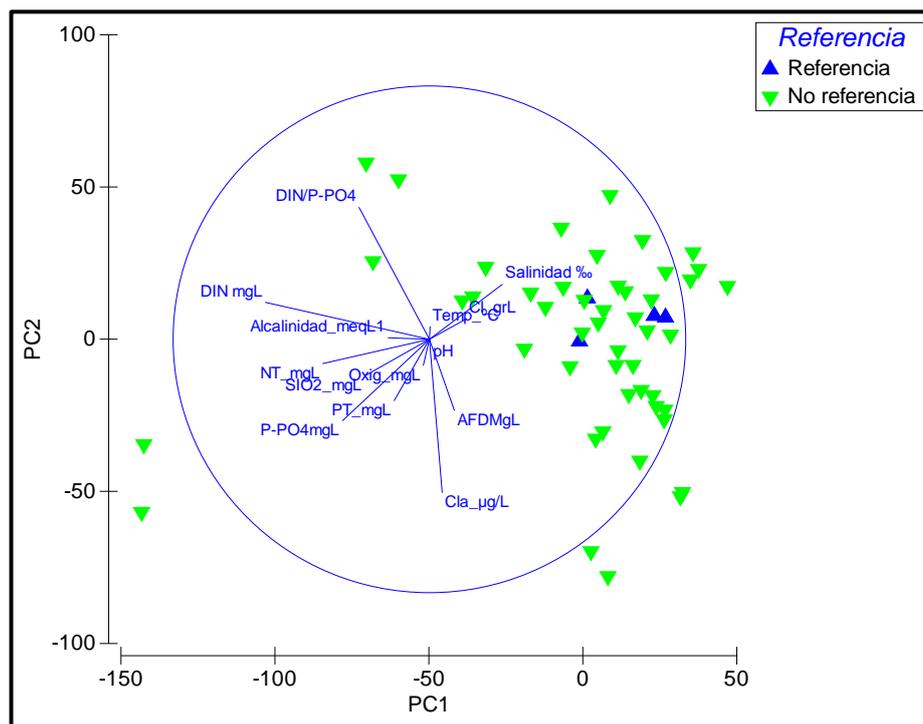


Figura 2.22. Ordenación bidimensional PCA para las muestras pertenecientes al tipo Mesohalino'08 basada en la matriz reducida de las variables hidroquímicas y de biomasa fitoplanctónica.

Resultados por medias.- Se ha realizado un PCA con la matriz reducida de los valores medios para las variables medioambientales seleccionadas para este tipo: Alcalinidad, P-PO₄³, P_T, DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = N-NO₂⁻ + N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺), N_T, DIN/P-PO₄³, SIO₂, Cl, Temperatura, Oxígeno, pH, Salinidad, Cl-*a* y AFDM (Tabla 2.27, Fig. 2.23). Los 3 primeros ejes generados por el análisis explicaron el 66.4% de la variación total encontrada en los puntos estudiados. El primer eje explica un 30%, el segundo el 22.2% y el tercero el 14.2%.

El primer eje (media PC1 meso) se podría considerar un gradiente trófico, relacionado negativamente tanto con las formas nitrogenadas y fosfatadas, así como con la sílice. El segundo eje se encuentra muy relacionado con la biomasa fitoplanctónica, expresada en forma de Cl-*a* y AFDM. El tercer eje (media PC3 meso) se encuentra relacionado negativamente, casi en su totalidad, con la sílice con un valor mayor de 0.8, variable muy importante para la comunidad fitoplanctónica.

Variable	Media PC1 meso	Media PC2 meso	Media PC3 meso
P-PO4mgL	-0.394	0.183	0.17
PT_mgL	-0.26	0.408	0.379
DIN mgL	-0.599	-0.171	0.108
NT_mgL	-0.383	-0.012	0.127
DIN/P-PO4	-0.225	-0.293	0.002
Alcalinidad_meqL1	-0.138	-0.02	0.064
SIO2_mgL	-0.262	0.177	-0.875
Cl_grL	0.153	0.004	0.093
Temp_°C	0.026	0.004	0.001
Oxig_mgL	-0.056	0.058	-0.046
pH	-0.002	0.006	0.003
Salinidad ‰	0.29	-0.116	0.112
Cla_µg/L	0.007	0.586	-0.053
AFDMg/L	0.149	0.541	0.069
% Variación	30	22.2	14.2

Tabla 2.27. Contribución de cada una de las variables a los componentes del PCA realizado con las medias de los valores de las variables hidroquímicas y biomasa fitoplanctónica para el tipo Mesohalino'08

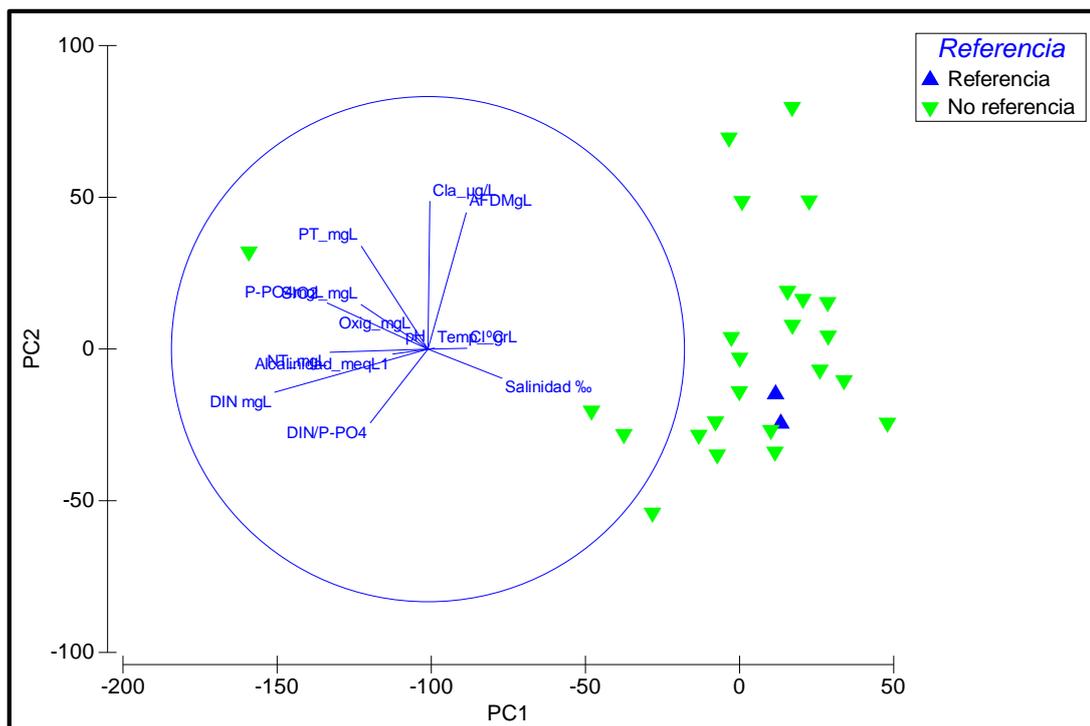


Figura 2.23. Ordenación bidimensional PCA para las muestras pertenecientes al tipo Mesohalino'08 basada en la matriz de medias reducida de las variables hidroquímicas y de biomasa fitoplanctónica

2.7.4.4.2. Gradiente de presión trófica: tipo Mesohalino 2008

Resultados por réplicas.- Se ha realizado un PCA con las siguientes variables tróficas: P-PO₄³⁻, P_T, DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = N-NO₂⁻ + N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺), N_T, DIN/P-PO₄³⁻, SiO₂, Oxígeno, Cl-a y AFDM (Tabla 2.28, Figura 2.24). Las formas nitrogenadas (N-NO₃⁻, N-NO₂⁻ y N-NH₄⁺) fueron eliminado previamente debido a su alta correlación con el DIN ($r > 0.8$). Los 3 primeros ejes generados explicaban el 70.8% de la varianza total explicada, el primer eje explicaba un 34%, el segundo el 21.2% y el tercero el 15.6%.

El primer eje se podría considerar un gradiente de eutrofia ya que está relacionado positivamente tanto con las formas nitrogenadas como con las fosfatadas. El segundo y tercero (PC2 y PC3 trófico) están relacionados mayoritariamente con la sílice, componente muy importante para la comunidad fitoplanctónica.

Variable	PC1 trófico	PC2 trófico	PC3 trófico
P-PO4mgL	0.325	-0.377	-0.11
PT_mgL	0.128	-0.281	-0.188
DIN mgL	0.706	0.01	-0.118
NT_mgL	0.432	-0.183	-0.164
DIN/P-PO4	0.346	0.466	-0.001
SiO2_mgL	0.228	-0.107	0.947
Oxig_mgL	0.018	-0.118	-0.073
Cl_a_μg/L	-0.098	-0.636	0.077
AFDMgL	-0.11	-0.312	-0.061
% Variación	34	21.2	15.6

Tabla 2.28. Contribución de cada una de las variables a los componentes del PCA realizado con las réplicas de las variables y biomasa fitoplanctónica para el tipo Mesohalino'08.

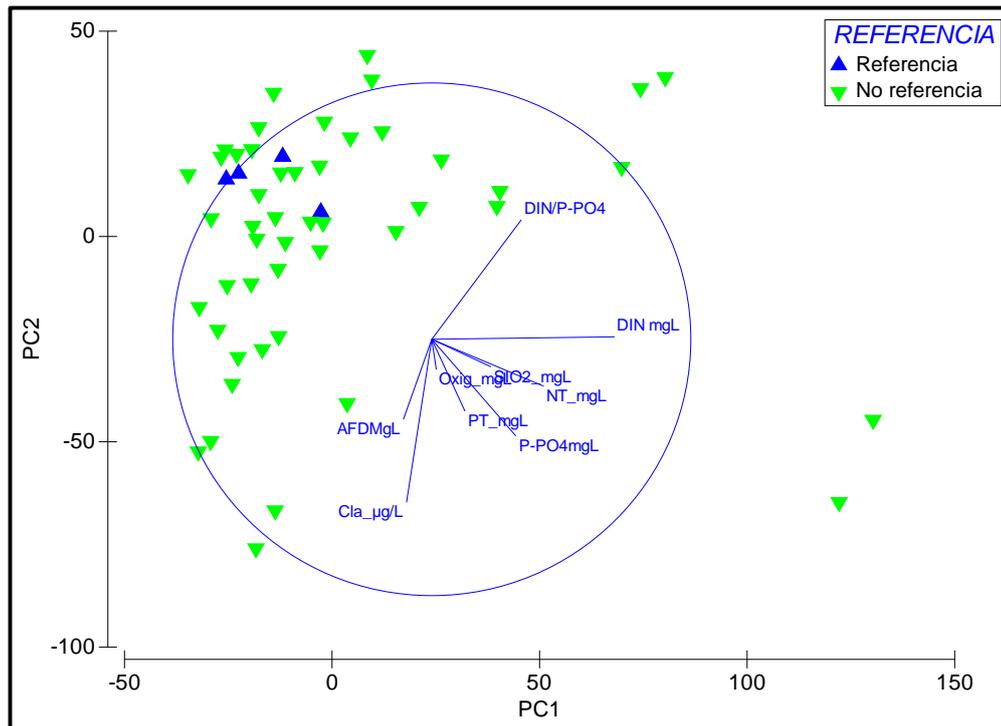


Figura 2.24. Ordenación bidimensional PCA para los puntos del tipo Mesohalino '08 basada en la matriz reducida de datos de nutrientes de biomasa fitoplanctónica.

Resultados por medias.- Se ha realizado un PCA con los valores medios de las variables tróficas: P-PO₄³⁻, P_T, DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = N-NO₂⁻ + N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺), N_T, DIN/P-PO₄³⁻, SiO₂, Oxígeno, Cl-a y AFDM (Tabla 2.29, Figura 2.25). Las formas nitrogenadas (N-NO₃⁻, N-NO₂⁻ y N-NH₄⁺) fueron eliminado previamente debido a su alta correlación con el DIN ($r > 0.8$). Los 3 primeros ejes generados por el análisis explicaron el 73.4% de la variación total encontrada en los puntos estudiados. El primer eje explica un 31.5% de esta variación, el segundo el 25.5% y el tercero el 16.4%.

El primer eje determina un gradiente trófico, relacionado negativamente con formas nitrogenadas y fosfatadas. Por otro lado, el segundo (medias PC2 trófico) se encuentra relacionado de forma positiva con la biomasa fitoplanctónica (clorofila a y AFDM). El tercero, de igual manera que en los anteriores PCAs de mesohalino (campana 2008) se encuentra relacionado principalmente con la sílice.

Variable	media PC1 trófico	media PC2 trófico	media PC3 trófico
P-PO4mgL	-0.379	0.23	0.204
PT_mgL	-0.234	0.448	0.397
DIN_mgL	-0.671	-0.071	0.03
NT_mgL	-0.408	0.046	0.099
DIN/P-PO4	-0.296	-0.237	-0.119
SIO2_mgL	-0.232	0.193	-0.867
Oxig_mgL	-0.048	0.066	-0.053
Cla_μg/L	0.065	0.594	-0.147
AFDMg/L	0.191	0.537	0.006
% Variación	31.5	25.5	16.4

Tabla 2.29. Contribución de cada una de las variables a los componentes del PCA realizado con las medias de los valores de las variables tróficas y biomasa fitoplanctónica para el tipo Mesohalino'08.

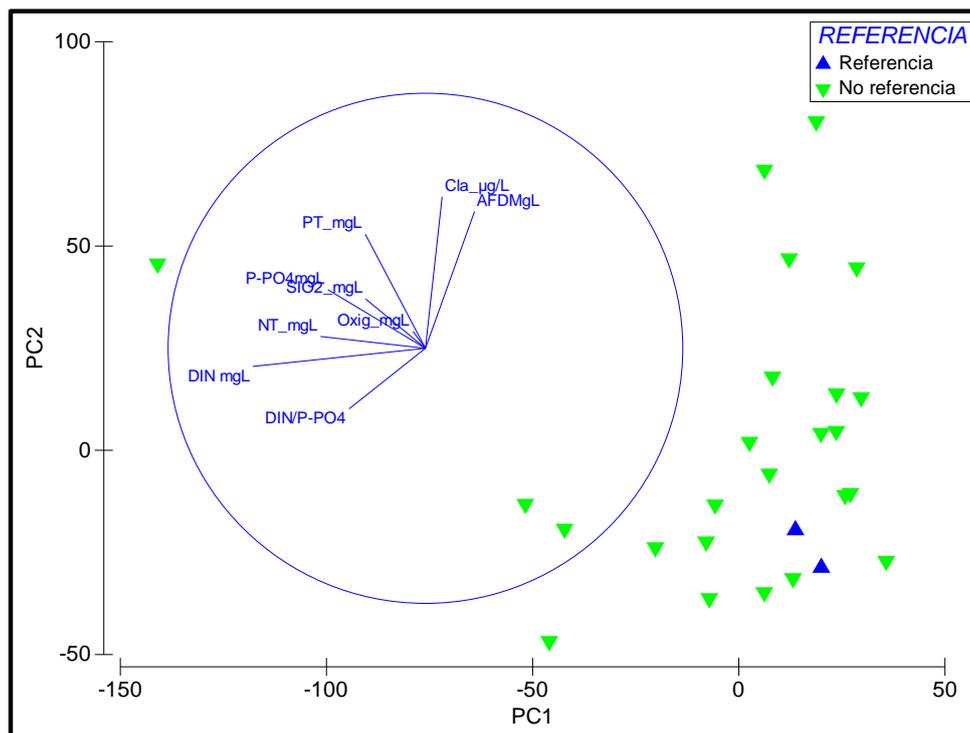


Figura 2.25. Ordenación bidimensional PCA para los puntos del tipo Mesohalino'08 basada en la matriz reducida por medias de datos de nutrientes de biomasa fitoplanctónica.

2.7.4.5. Gradientes de presión por tipo: EUHALINO

2.7.4.5.1. Gradiente de presión general: tipo Euhalino

Resultados por campañas.- Se ha realizado un PCA con la matriz reducida de variables medioambientales: Alcalinidad, P-PO₄⁻³, P_T, DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = N-NO₂⁻ + N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺), N_T, DIN/P-PO₄⁻³, SiO₂, Cl, Temperatura, Oxígeno, pH, Salinidad, Cl-a y materia orgánica libre de ceniza AFDM (Tabla 2.30, Figura 2.26). Algunas variables han sido eliminadas debido a su alta correlación ($r > 0.80$). Los 3 primeros ejes generados explican el 58.5% de la varianza total encontrada en las muestras. El primero explicó un 25.5%, el segundo el 20.8% y el tercero el 12.2%.

El primer eje podría considerarse como un gradiente trófico del agua, en el que se apunta a las muestras con valores elevados de N_T, DIN/P-PO₄⁻³ y Cl-a, pero bajos valores de nutrientes fosfatados (P-PO₄⁻³, P_T). Es decir, aquéllas muestras con un origen más influenciado por la actividad humana.

Variable	PC1 euh	PC2 euh	PC3 euh
P-PO4mgL	0.269	-0.555	0.23
PT_mgL	0.375	-0.194	-0.675
DIN mgL	-0.148	-0.281	-0.243
NT_mgL	-0.439	-0.117	0.362
DIN/P-PO4	-0.398	0.087	-0.494
Alcalinidad_meqL1	0.069	-0.106	-0.046
SIO2_mgL	-0.164	-0.663	0.017
Cl_grL	0.23	-0.062	0.091
Temp_°C	-0.013	-0.092	0.02
Oxig_mgL	-0.302	0.015	-0.048
pH	-0.047	0.048	0.042
Salinidad_‰	0.082	-0.106	0.113
Cl_a_µg/L	-0.451	-0.247	-0.17
AFDMgL	0.161	-0.127	0.028
% Variación	25.5	20.8	12.2

Tabla 2.30. Contribución de cada una de las variables a los componentes del PCA realizado con las réplicas de los valores de las variables hidroquímicas y biomasa fitoplanctónica para el tipo Euhalino.

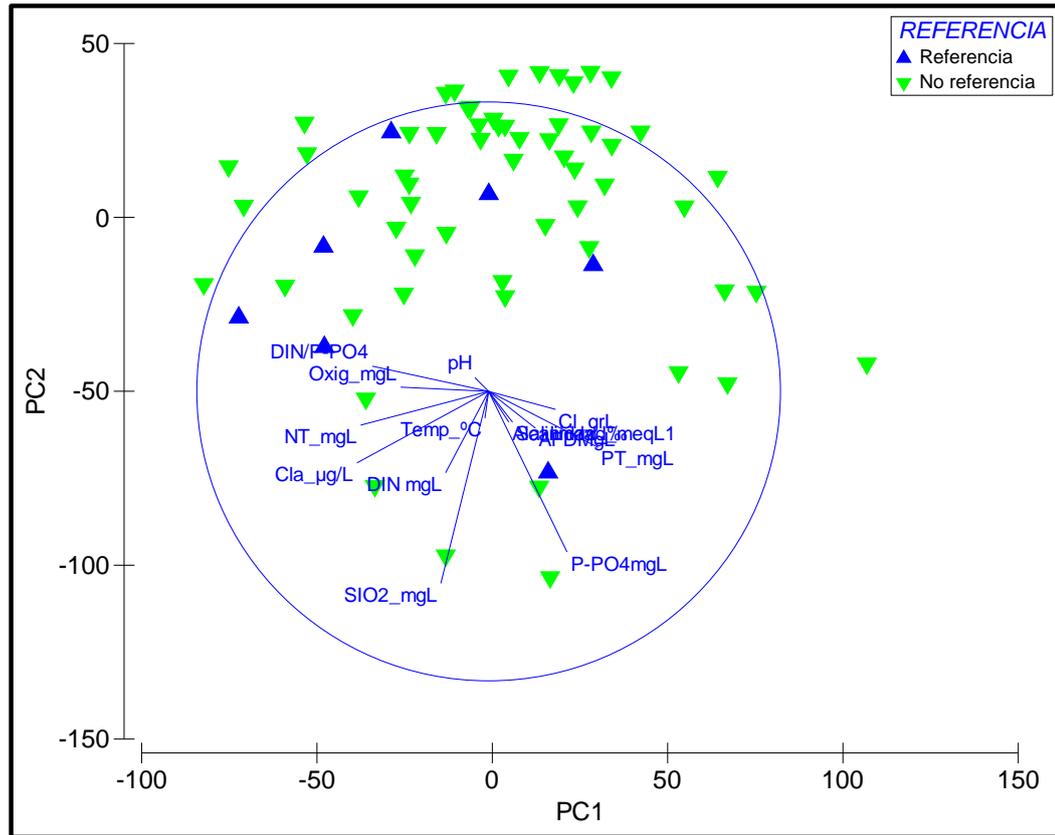


Figura 2.26. Ordenación bidimensional PCA para las muestras pertenecientes al tipo Euhalino basada en la matriz reducida de las variables hidroquímicas y de biomasa fitoplanctónica.

Resultados por medias.- Se ha realizado un PCA con la matriz reducida de los valores medio de las variables medioambientales: $P-PO_4^{-3}$, P_T , DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = $N-NO_2^- + N-NO_3^- + N-NH_4^+$), N_T , $DIN/P-PO_4^{-3}$, SiO_2 , Oxígeno, $Cl-a$ y AFDM (Tabla 2.31, Fig. 2.27). Se han eliminado algunas variables por su alta correlación ($r > 0.8$). Los 3 primeros ejes generados por el análisis explican el 75.8 % de la varianza total de las muestras. El primero explicaba un 39.2 %, el segundo el 25.8% y el tercero el 10.8%.

El primer eje se relaciona negativamente con la N_T , $DIN/P-PO_4^{-3}$ y $Cl-a$ y positivamente con el P_T (Tabla 2.31, Fig. 2.27): El segundo eje, que se podría considerar como un gradiente trófico, se relaciona negativamente con los nitratos y fosfatos así como con la sílice (Tabla 2.31, Fig. 2.27). El tercer eje se correlaciona negativamente con los nutrientes ($DIN/P-PO_4^{-3}$, DIN) y positivamente con la $Cl-a$ (Tabla 2.31).

Variable	Media PC1 euh	Media PC2 euh	Media PC3 euh
P-PO4mgL	0.184	-0.453	-0.039
PT_mgL	0.378	-0.418	-0.179
DIN mgL	-0.264	-0.3	-0.456
NT_mgL	-0.352	-0.338	0.362
DIN/P-PO4	-0.37	-0.054	-0.445
Alcalinidad_meqL1	0.101	-0.042	0.033
SIO2_mgL	-0.284	-0.336	-0.058
Cl_grL	0.177	-0.169	0.125
Temp_°C	0.008	-0.018	0.047
Oxig_mgL	-0.32	0.196	-0.281
pH	-0.063	0.041	0.004
Salinidad_‰	0.015	-0.252	-0.275
Cla_µg/L	-0.482	-0.194	0.485
AFDMgL	0.176	-0.357	0.131
% Variación	39.2	25.8	10.8

Tabla 2.31. Contribución de cada una de las variables a los componentes del PCA realizado con las medias (campañas 2005-2008 con salinas) de los valores de las variables hidroquímicas y biomasa fitoplanctónica para el tipo Euhalino.

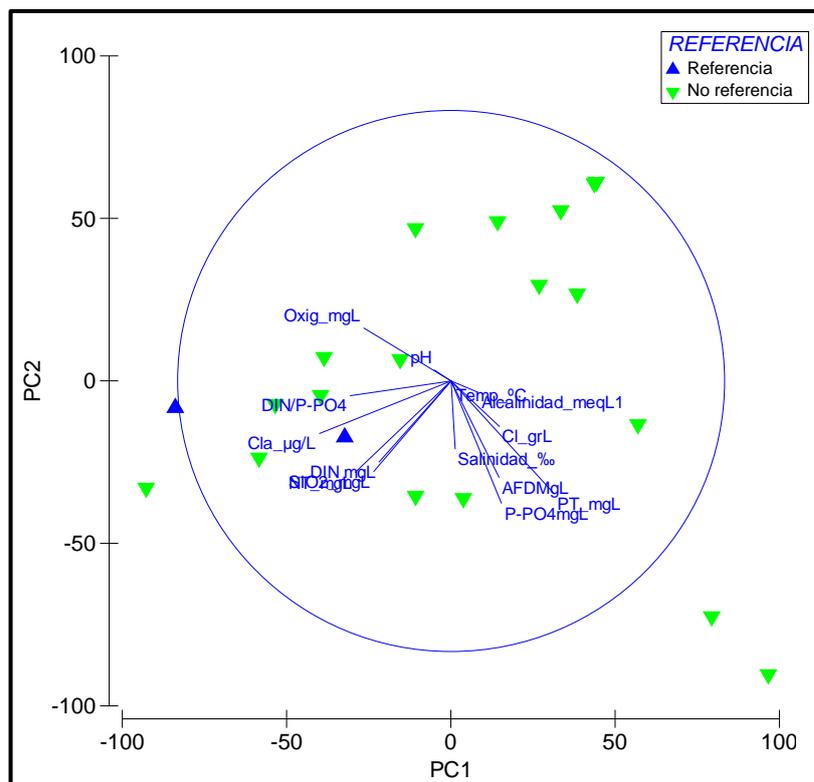


Figura 2.27. Ordenación bidimensional PCA para los puntos del tipo Euhalino basada en la matriz reducida de medias (campañas 2005-2008 con salinas) de las variables hidroquímicas y biomasa fitoplanctónica.

2.7.4.5.2. Gradiente de presión trófica: tipo Euhalino

Resultados por campañas.- Se ha realizado un PCA con las siguientes variables tróficas: P-PO₄³⁻, P_T, DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = N-NO₂⁻ + N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺), N_T, DIN/P-PO₄³⁻, SIO₂, Oxígeno, Cl-*a* y AFDM. Algunas variables fueron eliminado previamente debido a su alta correlación ($r > 0.80$) (Tabla 2.32, Fig. 2.28). Los 3 primeros ejes generados explicaron el 64.2% de la variación total de las muestras, el primer eje explicaba un 27.6%, el segundo el 22.9% y el tercero el 13.7%.

El primer eje se relaciona positivamente con el N_T y Cl-*a* (Tabla 2.32, Fig. 2.28). El segundo eje se relaciona negativamente con P-PO₄³⁻ y SIO₂ (Tabla 2.32, Fig. 2.28). Las réplicas de primavera'05 (i.e. MA18-pri05, EI01ZH02-pri05) son las que valores más altos tienen de nutrientes, situándose en la parte inferior de la ordenación, esto sucede probablemente por la escasez de agua del año 2005 (Fig. 2.28).

Variable	PC1 Trófico	PC2 Trófico	PC3 Trófico
P-PO4mgL	-0.205	-0.614	-0.268
PT_mgL	-0.364	-0.267	0.668
DIN mgL	0.182	-0.261	0.227
NT_mgL	0.486	-0.025	-0.331
DIN/P-PO4	0.397	0.156	0.53
SIO2_mgL	0.256	-0.635	-0.027
Oxig_mgL	0.285	0.039	0.03
Cla_μg/L	0.484	-0.189	0.196
AFDMgL	-0.133	-0.136	-0.007
% Variación	27.6	22.9	13.7

Tabla 2.32. Contribución de cada una de las variables a los componentes del PCA realizado con las réplicas de las variables tróficas y biomasa fitoplanctónica para el tipo Euhalino.

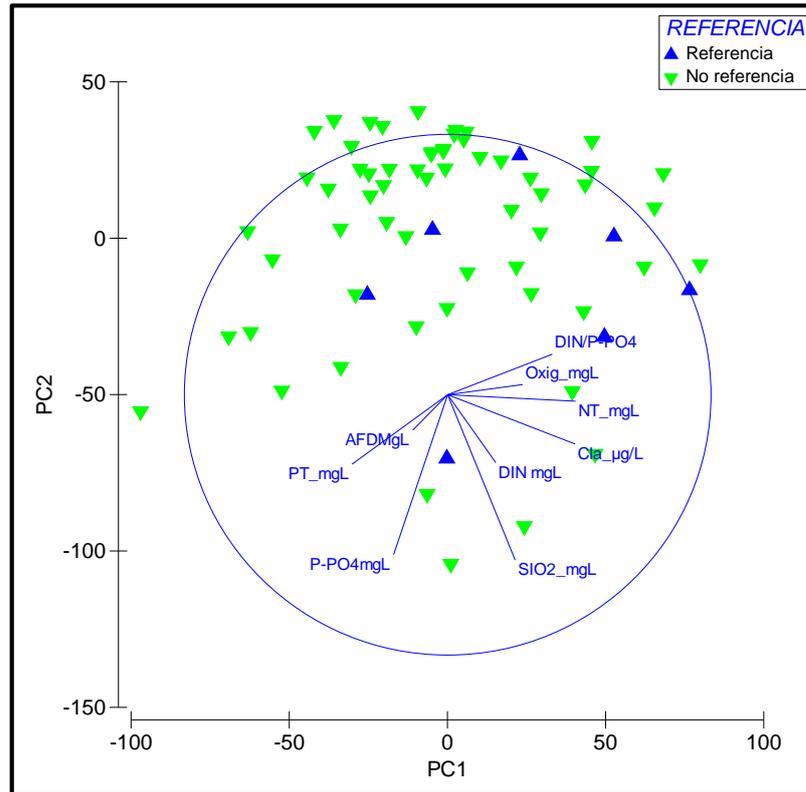


Figura 2.28. Ordenación bidimensional PCA para zonas húmedas del tipo Euhalino basada en la matriz reducida de las réplicas de las variables tróficas y biomasa fitoplanctónica.

Resultados por medias.- Se ha realizado un PCA con los valores medios de las mismas variables introducidas en el PCA realizado con las réplicas: $P-PO_4^{-3}$, P_T , DIN (nitrógeno inorgánico disuelto = $N-NO_2^- + N-NO_3^- + N-NH_4^+$), N_T , $DIN/P-PO_4^{-3}$, SIO_2 , Oxígeno, $Cl-a$ y AFDM (Tabla 2.33, Fig. 2.29). Se han eliminado algunas variables por su alta correlación ($r > 0.8$). Los 3 primeros ejes generados por el análisis explicaron el 80% de la varianza total. El primero explicaba un 42.2% el segundo el 26.4% y el tercero el 11.4%.

El primer eje se relaciona negativamente con la clorofila-*a* (Tabla 2.33, Fig. 2.29). El segundo eje se relaciona positivamente con las formas fosfatadas (Tabla 2.33, Fig. 2.29). El tercer eje se relaciona negativamente con DIN y positivamente con la *Cl-a* (Tabla 2.33).

Variable	Media PC1 Trófico	Media PC2 Trófico	Media PC3 Trófico
P-PO4mgL	0.153	0.488	-0.06
PT_mgL	0.354	0.472	-0.167
DIN mgL	-0.289	0.29	-0.563
NT_mgL	-0.388	0.328	0.29
DIN/P-PO4	-0.374	0.002	-0.441
SIO2_mgL	-0.316	0.311	-0.072
Oxig_mgL	-0.308	-0.258	-0.26
Cla_μg/L	-0.509	0.145	0.531
AFDMgL	0.154	0.403	0.137
% Variación	42.2	26.4	11.4

Tabla 2.33. Contribución de cada uno de las variables a los componentes del PCA realizado con las medias (campañas 2005-2008 incluyendo salinas) de los valores de las variables tróficas y biomasa fitoplanctónica para el tipo Euhalino.

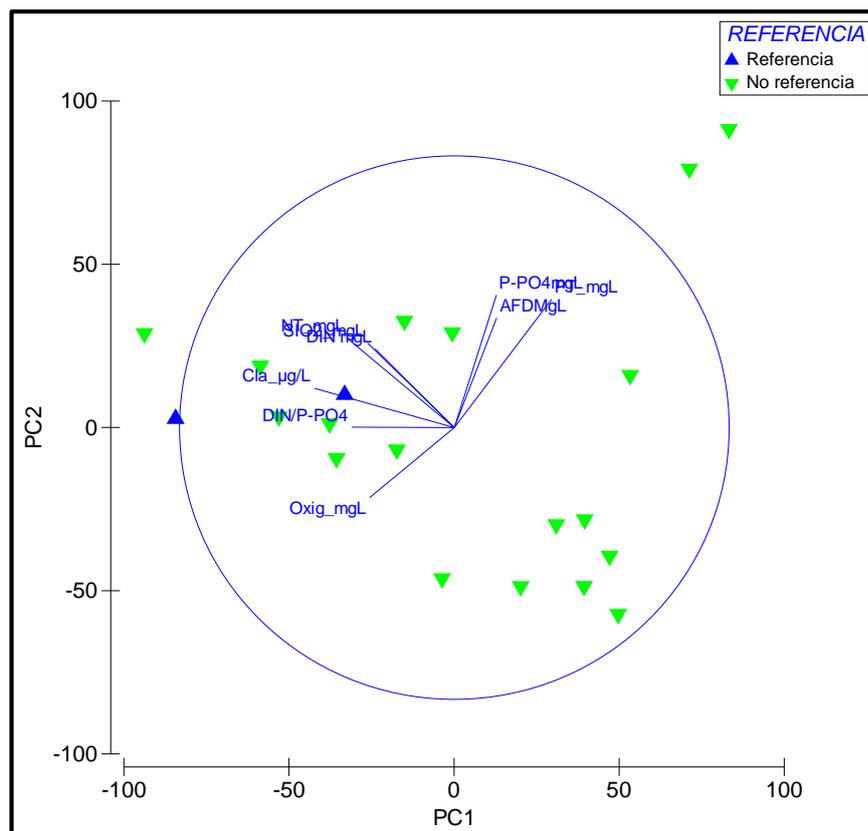


Figura 2.29. Ordenación bidimensional PCA para zonas húmedas del tipo Euhalino basada en la matriz reducida de medias de las variables tróficas y biomasa fitoplanctónica.

2.7.5. Modelos de Clasificación del Estado Ecológico

Para evaluar cada una de los puntos estudiados en las aguas de transición según indica la DMA, los esfuerzos se dirigieron a la elaboración de un índice multimétrico para cada uno de los elementos biológicos analizados (invertebrados y fitoplancton), que nos permita establecer, a partir de los valores del mismo en las localidades de referencia, el estado ecológico de cualquier punto a efectos comparativos. Al índice multimétrico creado para las Islas Baleares, se le ha denominado con el acrónimo de **MIB** (Multimétrico de Islas Baleares), además se indica el elemento biológico y el tipo de masa de agua para el que está diseñado, en este caso, aguas de transición (que se considerarán como **humedales - H**). De modo que los acrónimos que se encontrarán a lo largo del texto y figuras serán, para invertebrados INVHMIB (**INV**ertebrados-**H**umedales-**M**ultimétrico de Islas **B**aleares) y para fitoplancton FITOHMIB (**FIT**Oplancton-**H**umedales-**M**ultimétrico de Islas **B**aleares). Las clases de estado ecológico así como la metodología para su cálculo, fue explicado en el apartado 2.6. No obstante, se recuerda aquí de nuevo, que para este apartado, *Modelos de clasificación*, el corte utilizado entre las clases *Bueno/Moderado* es de 0.73.

Invertebrados.- La comunidad de invertebrados analizada incluye numerosos grupos taxonómicos que se encuentran asociados al fondo de las orillas de las zonas húmedas estudiadas, así como algunos invertebrados de la columna de agua. Aunque ésta no sea muy profunda, el tipo de muestreo (mediante red de mano) permite capturar invertebrados asociados al plancton. A pesar de que el zooplancton es un parámetro biológico que no está recogido en la DMA, muchos de estos organismos como ostrácodos o copépodos aparecen resuspendidos en el fondo acompañando a los macroinvertebrados. Siguiendo el procedimiento explicado en el apartado 2.4., se seleccionaron para cada tipo de zona húmeda, los taxones y métricos que potencialmente podrían responder a las perturbaciones (uso como indicador), analizando su respuesta a los gradientes de presión identificados. Los métricos seleccionados para el cálculo del multimétrico de invertebrados se muestran en la tabla 2.34. Posteriormente, estos métricos individuales fueron transformados en función de su naturaleza y el modo de respuesta a la presión, para poder sumarlos y calcular así el multimétrico, INVHMIB (Tabla 2.34). Con estos métricos indicadores se generó un nuevo índice, sumando los valores normalizados (por la mediana de las referencias) de los métricos seleccionados. Después, este multimétrico se normaliza de nuevo por la mediana de las

referencias, para así obtener el índice de calidad estandarizado EQR-INVHMIB (ver apartado 2.6).

Tipo	Métrico	Descripción	Respuesta a la presión	Inversión	Transformación	Normalización
Oligohalino	%GENSEN	Abundancia relativa de géneros sensibles	-	no	no	Mediana ref.
	%Cy+Po	Abundancia relativa de taxa tolerantes (<i>Cyprideis torosa</i> + Polychaeta)	+	sí	no	Mediana ref.
	RGEN	Diversidad (Riqueza géneros)	-	no	no	Mediana ref.
Mesohalino	RSENGEN	Riqueza de géneros sensibles	-	no	no	Mediana ref.
	BCor	Índice de Bray Curtis (Orden)	+	sí	no	Mediana ref.
	%Am+Ga+Is	Abundancia relativa de Amphipoda + Gastropoda+Isopoda	-	no	no	Mediana ref.
Euhalino	RSENGEN	Riqueza de géneros sensibles	-	no	no	Mediana ref.
	% <i>A.salina</i>	Abundancia relativa de <i>Artemia salina</i>	+	sí	no	Mediana ref.

Tabla 2.34. Tabla resumen de los métricos utilizados en la elaboración del multimétrico de invertebrados (INVHMIB), indicando su respuesta a la presión y las transformaciones y normalizaciones necesarias para la obtención del multimétrico.

Fitoplancton.- El anexo V de la DMA contempla el fitoplancton como un indicador de la calidad biológica de las aguas de transición, por lo que es de gran importancia su descripción e interpretación en las zonas húmedas de las Islas Baleares. Como se indicó en el apartado (2.7.1.2) la tipología de las zonas húmedas consideradas en este estudio se ha definido en base a la comunidad de invertebrados bentónicos litorales. En parte esto se debe a que el fitoplancton ha demostrado presentar una variabilidad temporal muy alta, tanto en lo que se refiere a la composición del fitoplancton como a la estima de la clorofila, que responde directamente a la disponibilidad de nutrientes, que a su vez está marcada por una dinámica muy contrastada. Para el cálculo del multimétrico de fitoplancton (FITOHMIB) se evaluó la composición taxonómica y la abundancia de cada una de los grupos, siguiendo la metodología indicada en el apartado (2.6) para cada campaña. En esta ocasión los grupos están constituidos por taxones englobados en la categoría de Clase. Además, y tal y como se contempla en el anexo V de la DMA también se usaron indicadores de la biomasa fitoplanctónica, tales como la Cl-a. Aún así, la variabilidad en los humedales de estos grupos es muy alta.

En este estudio se han elaborado multimétricos incluyendo la clorofila-a, la abundancia relativa de cianobacterias, diatomeas, prasinofíceas y criptofíceas (estas tres últimas en la

campeña'08) que de forma natural y antrópica tienden a caracterizar la composición fitoplanctónica de los humedales más enriquecidos en nutrientes (Tabla 2.35).

Una vez seleccionados los métricos se comprueba su calidad indicadora, analizando su respuesta a los gradientes de presión identificados para cada tipo mediante PCAs. Los métricos seleccionados para el cálculo del multimétrico de fitoplancton, FITOHMIB, se muestran en la tabla 2.35. Con estos métricos indicadores se generó un nuevo multimétrico, siguiendo el mismo proceso explicado para los macroinvertebrados, pero en este caso aplicado al fitoplancton EQR-FITOHMIB (ver apartado 2.6).

TIPO	Métrico	Respuesta a la presión	Inversión	Transformación	Normalización
Oligohalino	Biomasa <i>Cla</i> (µg/L)	+	si	/Max. Serie	Mediana ref.
	Composición % Cianobacterias	+	si	no	Mediana ref.
Mesohalino	Biomasa <i>Cla</i> (µg/L)	+	si	/Max. Serie	Mediana ref.
	Composición Pras. + Diato. + Cript. (*)	+	si	no	Mediana ref.

Tabla 2.35. Tabla resumen de los métricos utilizados en la elaboración del multimétrico de fitoplancton (FITOHMIB), indicando su respuesta a la presión y las transformaciones y normalizaciones necesarias para la obtención del multimétrico. (*) Prasinífceas + Diatomeas + Criptofceas.

2.7.5.1. Modelo general por tipo: OLIGOHALINO

Multimétrico Invertebrados (INVHMIB).- Para el cálculo del MIB del tipo Oligohalino se seleccionaron 3 métricos que cumplen los requerimientos normativos especificados por la DMA (anexo V, punto 1.2.3): como taxones sensibles en este caso se utilizó, abundancias relativas (i.e., porcentaje) de los géneros que caracterizan a las muestras de referencia (i.e., comunidad tipo de referencia); métricos basados en abundancia, en este caso se utilizaron, la suma de las abundancias relativas de los taxones *Cyprideis torosa* y Polychaeta, así como métricos basados en diversidad, en este caso se utilizó, la riqueza de géneros como indicador indirecto de diversidad (Tabla 2.36). La comunidad tipo de referencia ha sido obtenida mediante la rutina SIMPER (como fue explicado en el punto 2.6), el porcentaje (respecto de la abundancia total) fue calculado para aquellos géneros sensible que resultaron más abundantes (contribución hasta un 90%): *Cloeon* sp., Corixidae Gen. sp., *Daphnia* sp., *Dasyhelea* sp., *Herpetocypris* sp., Hydrachnidia Gen. sp., *Ischnura* sp., *Laccophilus* sp.,

Libellulidae Gen. sp., *Megacyclops* sp., *Physella* sp., *Plea* sp., *Psectrocladius* sp., *Sarscypridopsis* sp. y *Sigara* sp.

Tipo de Métrico	INVHMIB-oligo
Abundancia relativa - sensibilidad	% Géneros sensibles
Abundancia relativa	% <i>Cyprideis torosa</i> + Polychaeta
Diversidad (Riqueza géneros)	Riqueza géneros

Tabla 2.36. Relación de métricos seleccionados para la elaboración del INVHMIB del tipo Oligohalino.

Como cabría esperar, el valor de los métricos individuales riqueza de géneros y porcentaje de géneros sensibles se correlacionó positivamente con el valor de EQR-INVHMIB obtenido (i.e., mayor EQR – mejor estado ecológico – que corresponde a mayor número de géneros y más taxones sensibles) (Tabla 2.37). Mientras que la correlación entre el porcentaje de *Cyprideis torosa* y Polychaeta con el EQR-INVHMIB fue negativa (i.e., se espera que estos taxones indicadores de salinización, ya que son típicos de aguas salobres, aumenten a medida que el estado ecológico empeora, es decir, aumente con valores bajos de EQR). Para estudiar la respuesta del INVHMIB obtenido como indicador biológico, se hicieron correlaciones entre los valores de los métricos individuales y el valor del EQR-INVHMIB con los ejes de presión identificados previamente (apartado 2.7.4). El valor del EQR-INVHMIB obtenido se correlaciona significativamente con muchos de los ejes de presión identificados (Tabla 2.37). Se destaca la correlación entre el EQR-INVHMIB y los 2 ejes del PCA por tipo (PC 1 oligohalino y PC 3 oligohalino), como ya se vio en el apartado 2.7.4, el PC 1 se relaciona con el gradiente trófico de elementos nitrogenados (DIN, N_T) y el tercer eje, PC 3, con la salinidad. El EQR-INVHMIB respondió de forma general al gradiente trófico (especialmente al nitrógeno orgánico e inorgánico, y la clorofila a) y a la salinidad. En relación con los métricos individuales, se observa que el porcentaje de géneros sensibles es el métrico que tiene una mayor correlación con los gradientes de presión (se correlacionó además de entre otros ejes, con los 3 ejes del PCA por tipo, indicando su respuesta a los nutrientes nitrogenados –PC1 oligohalino-, fosfatados – PC2 oligohalino- y salinidad –PC3 oligohalino); seguida de la riqueza de géneros y el porcentaje de *Cyprideis torosa*+Polychaeta,

ambos métricos se correlacionaron con 4 ejes de presión aunque diferentes. El porcentaje de *Cyprideis torosa*+Polychaeta además de otros ejes, se correlacionó con los ejes terceros del PCA por tipo, y por medias (PC3 oligohalino y media PC3 oligohalino) que precisamente representan el gradiente salino (que es la respuesta que se buscaba con este métrico), mientras que la riqueza de géneros además de responder a la salinidad (a medida que ésta aumenta, el número de géneros disminuye), también se relacionó negativamente con los nutrientes nitrogenados (media PC2 oligohalino y media PC2 trófico) (Tabla 2.37).

Oligohalino	EQR-INVHMIB	% Géneros sensibles	Riqueza géneros	% Cyprideis + Polychaeta
EQR-INVHMIB	-	0.846	0.733	-0.686
% Géneros sensibles	0.846	-	0.418	-0.388
Riqueza géneros	0.733	0.418	-	-0.279
% Cyprideis + Polychaeta	-0.686	-0.388	-0.279	-
PC1 oligohalino	-0.233	-0.276	n.s.	n.s.
PC2 oligohalino	n.s.	0.237	n.s.	n.s.
PC3 oligohalino	0.408	0.226	0.395	-0.347
Media PC1 oligohalino	n.s.	n.s.	n.s.	-0.259
Media PC2 oligohalino	-0.423	-0.551	-0.291	n.s.
Media PC3 oligohalino	n.s.	n.s.	-0.219	0.375
PC1 trófico	-0.242	-0.282	n.s.	n.s.
PC2 trófico	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
PC3 trófico	0.222	0.351	n.s.	n.s.
Media PC1 trófico	n.s.	n.s.	n.s.	-0.243
Media PC2 trófico	-0.394	-0.556	-0.254	n.s.
Media PC3 trófico	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabla 2.37. Tabla de correlación ente EQR-INVHMIB y los métricos utilizados para el cálculo del multimétrico de invertebrados para el tipo Oligohalino, con los gradientes de presión generados con el PCA (ver texto). PC oligohalino=Gradiente General por campañas; media PC oligohalino= Gradiente general por medias; PC trófico= Gradiente trófico por campañas; media PC trófico= Gradiente trófico por medias. Los números indican los ejes extraídos con el PCA. Se muestra el valor del coeficiente de correlación (*Rho Spearman*) obtenido entre dos variables. ns = correlaciones no significativas ($p > 0.05$).

Una vez comprobado el funcionamiento de los indicadores que componen el EQR-INVHMIB para el tipo Oligohalino, se puede observar el cambio que se produce a lo largo de los ejes de presión identificados al disminuir la clase de estado ecológico (Fig. 2.25). Existe una clara segregación de las muestras a lo largo de los gradientes identificados, en particular, se muestra la relación entre el cambio de clase de estado ecológico y los ejes 3 y 2 de

degradación general realizado por tipo con réplicas y por medias respectivamente (i.e., PC3 oligohalino y media PC2 oligohalino), que expresaban un gradiente de salinización y trofía (ver apartado 2.7.4.2.2.) (Fig. 2.30A y B).

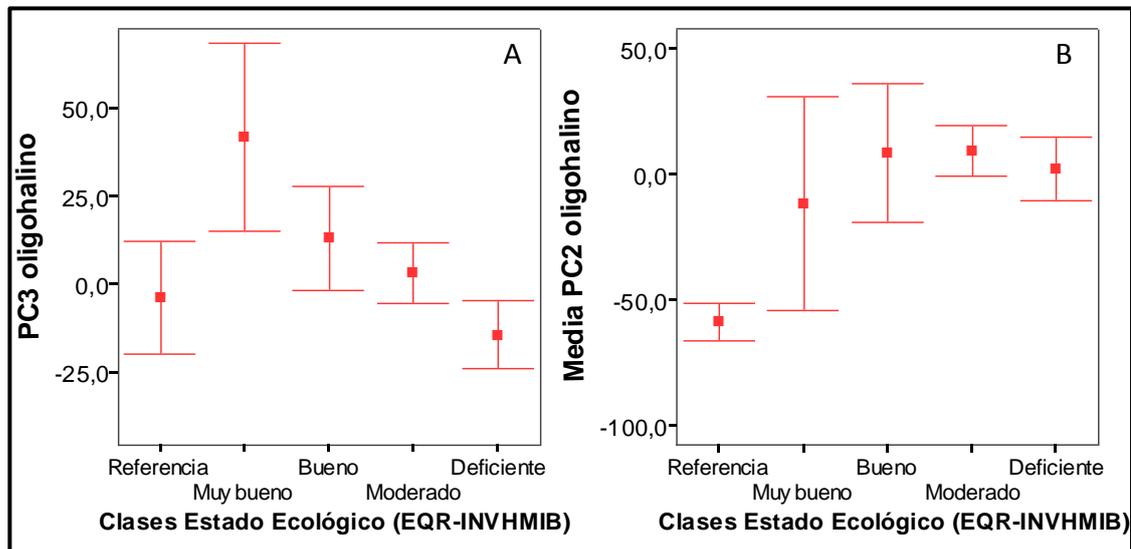


Figura 2.30. Correspondencia entre distintos gradientes de presión obtenidos con las réplicas por clase del EQR-INVHMIB, para el tipo Oligohalino en función de las clases de estado. Se muestra la relación entre la clase de estado y: A) eje 1 y del gradiente de degradación general, B) eje 2 del gradiente de degradación general, y C) eje 2 del gradiente trófico, todos obtenidos en base a las réplicas.

Además, el cambio que se produce en el valor del EQR-INVHMIB a lo largo del gradiente trófico, también se refleja en un cambio en las condiciones físico-químicas entre las 5 clases de estado identificadas (Fig. 2.31, Tabla 2.38). De forma general, los puntos con un valor de EQR menor se corresponden con aquellas zonas húmedas con un mayor contenido de sales, nutrientes y biomasa fitoplanctónica, incrementándose el valor promedio y el rango de dichos parámetros en condiciones de eutrofia (Fig. 2.31, Tabla 2.38).

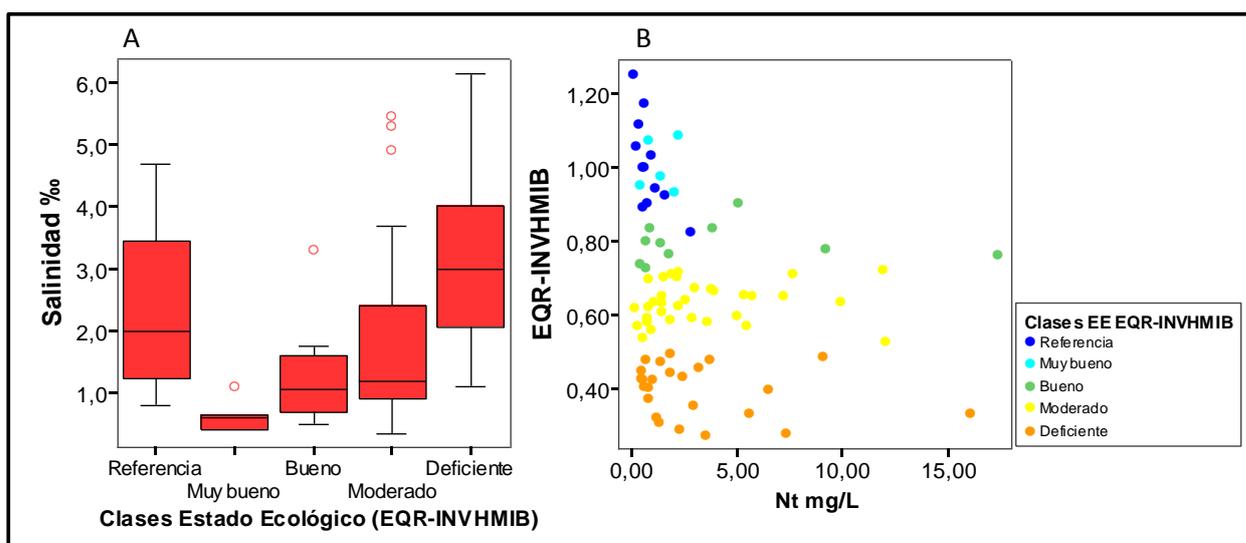


Figura 2.31. Cambio que se produce en el valor de ciertas variables medioambientales con las clases de estado. La figura muestra: A) diagrama de caja para la variable salinidad y B) grafico de dispersión para la variable biomasa fitoplanctónica en forma de Cl-a, ambas variables seleccionadas por su alta correlación con el EQR-INVHMIB. La línea central en la caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango.

Variable		Clases Estado Ecológico EQR-INVHMIB				
		Referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente
Salinidad ‰	Media	2.31	0.63	1.29	1.81	3.30
	EE	0.38	0.13	0.26	0.24	0.30
	Mediana	2.00	0.60	1.05	1.20	3.00
Cla µg/L	Media	2.57	12.26	5.24	6.36	6.99
	EE	0.65	9.21	1.13	1.17	1.55
	Mediana	1.59	3.23	4.57	5.11	3.95
Nt mg/L	Media	0.090	0.904	3.315	2.559	2.202
	EE	0.031	0.435	1.681	0.444	0.760
	Mediana	0.067	0.668	1.270	1.837	0.425
DIN mg/L	Media	0.824	1.345	4.113	3.379	3.131
	EE	0.214	0.351	1.711	0.561	0.738
	Mediana	0.583	1.372	1.561	2.192	1.813
Ptmg/L	Media	0.110	0.378	0.250	0.285	0.172
	EE	0.037	0.245	0.079	0.087	0.054
	Mediana	0.069	0.258	0.145	0.110	0.046
P-PO ₄ ⁻² mg/L	Media	0.056	0.410	0.137	0.137	0.125
	EE	0.036	0.234	0.064	0.042	0.050
	Mediana	0.017	0.258	0.062	0.034	0.011

Tabla 2.38. Tabla resumen de del valor de aquellas variables medioambientales más correlacionadas con los valores de EQR-INVHMIB obtenidos para cada muestra del tipo Oligohalino. Se muestran los valores medios, error típico de la media (EE, error estándar) y mediana para cada una de las 5 clases de estado definidas con el valor de EQR obtenido.

En lo referente al cambio que se produce en las comunidades en las clases de estado, se observa por ejemplo, que el porcentaje de los géneros presentes en referencia (% Gen. sensibles), es un buen métrico discriminador de las referencias (Fig. 2.32A), así como la riqueza de géneros, (Fig. 2.32B), mientras que el porcentaje del ostrácodo *Cyprideis torosa*+poliquetos, discrimina a las masas de las clases de peor calidad, moderadas y deficientes (Fig. 2.32C).

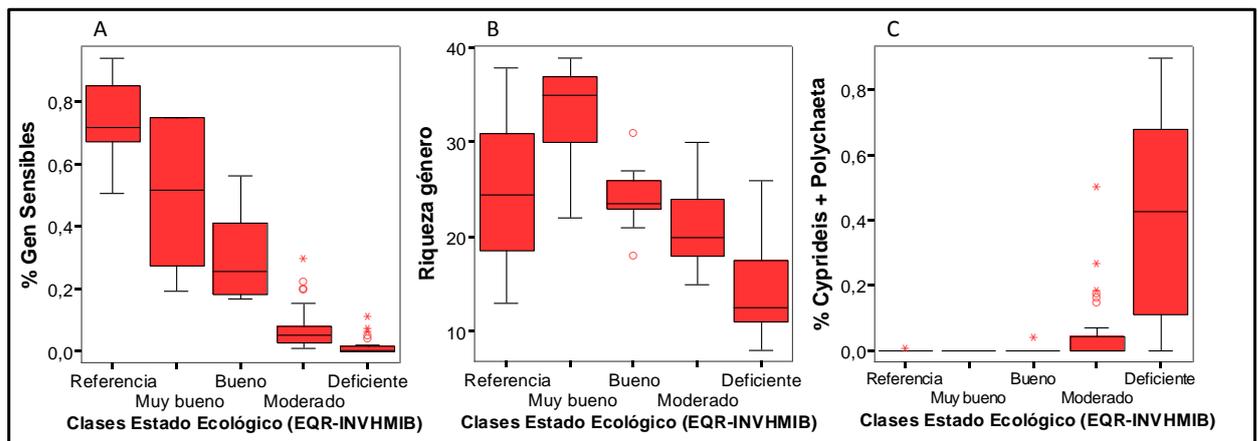


Figura 2.32. Cambio que se produce en el valor de los métricos individuales con las clases de estado. La figura muestra diagramas de caja para los tres métricos indicadores que conforman el multimétrico del tipo Oligohalino: A) géneros presentes en referencia, B) riqueza de géneros, y C) abundancia relativa de *Cyprideis* + poliquetos. La línea central en la caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango.

Para comprobar si las clases del estado ecológico que han sido definidas por el EQR-INVHMIB se corresponden con la composición y abundancia de las comunidades de invertebrados. Se ha realizado una ordenación MDS con todas las muestras incluidas en este tipo (Figura 2.33), adjudicándosele a cada muestra la clase en la que ha sido incluida según el multimétrico del tipo Oligohalino (Tabla 2.39).

En la ordenación se puede observar un gradiente de cambio de la clase de estado. Las referencias y las muestras pertenecientes a la clase de estado *Muy Bueno* se agrupan en la izquierda de la ordenación mostrando una alta similitud, rodeadas de las muestras a las que se les adjudicó un estado *Bueno* o *Moderado*, y siendo las muestras con estado *Deficiente* y *Malo* las más disimilares y en posición más alejadas del núcleo de referencias (Figura 2.33).

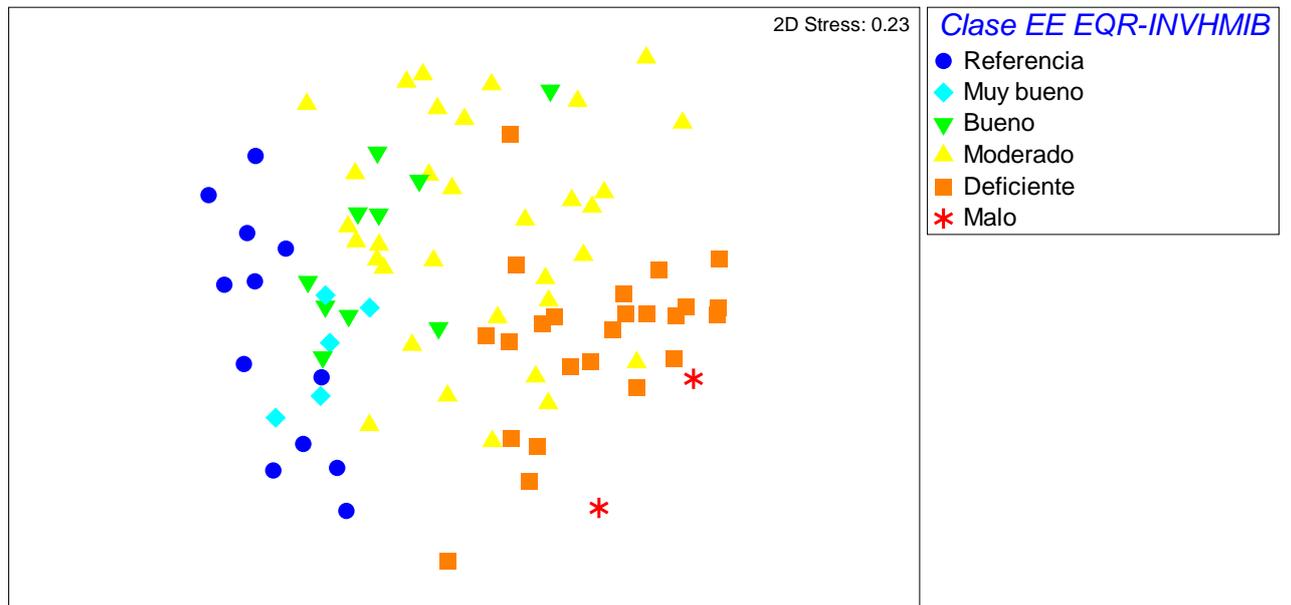


Figura 2.33. Ordenación MDS de las comunidades de invertebrados de las todas las muestras incluidas en el tipo Oligohalino. Las clases de estado ecológico son las correspondientes a la tabla 2.28.

ID	CAMPAÑA	% Géneros sensibles	Riqueza géneros	% Cyprídeis + Polychaeta	MM	EQR	EE
ME17-Oto05	oto05	0.704	0.980	1.000	2.684	0.892	Referencia
ME17-Inv06	pri06	0.926	1.429	1.000	3.355	1.115	Referencia
ME17-Inv08	pri08	0.860	1.143	1.000	3.003	0.999	Referencia
ME17-Pri05	ver05	1.214	1.551	1.000	3.765	1.252	Referencia
ME17-Pri06	ver06	1.147	1.388	1.000	3.535	1.175	Referencia
ME17-Pri08	ver08	0.950	1.061	1.000	3.011	1.001	Referencia
ME20ZH02-Oto05	oto05	0.946	0.531	1.000	2.477	0.824	Referencia
ME20ZH02-Inv06	pri06	0.941	0.776	1.000	2.717	0.903	Referencia
ME20ZH02-Inv08	pri08	1.308	0.531	1.000	2.838	0.944	Referencia
ME20ZH02-Pri05	ver05	1.170	1.020	0.995	3.185	1.059	Referencia
ME20ZH02-Pri06	ver06	1.202	0.898	1.000	3.100	1.031	Referencia
ME20ZH02-Pri08	ver08	1.050	0.735	1.000	2.785	0.926	Referencia
ME13ZH02-Pri05	ver05	1.041	1.224	1.000	3.266	1.086	Muy bueno
ME05ZR05-Inv06	pri06	0.720	1.510	1.000	3.230	1.074	Muy bueno
ME05ZR05-Oto05	oto05	1.042	0.898	1.000	2.940	0.978	Muy bueno
ME09ZH01-Pri06	ver06	0.268	1.592	1.000	2.859	0.951	Muy bueno
ME04-Pri06	ver06	0.382	1.429	1.000	2.810	0.934	Muy bueno
ME09ZH01-Pri08	ver08	0.784	0.939	1.000	2.722	0.905	Bueno
ME13ZH02-Inv06	pri06	0.252	1.265	1.000	2.517	0.837	Bueno
ME05ZR05-Pri06	ver06	0.574	0.939	1.000	2.513	0.836	Bueno
ME10-Pri06	ver06	0.352	1.102	0.960	2.415	0.803	Bueno
ME09ZH01-Inv06	pri06	0.366	1.020	1.000	2.386	0.793	Bueno
ME13ZH02-Oto05	oto05	0.610	0.735	1.000	2.345	0.780	Bueno
ME09ZH01-Pri05	ver05	0.324	0.980	1.000	2.304	0.766	Bueno
MA01Guillen-Inv08	pri08	0.235	1.061	1.000	2.297	0.764	Bueno
ME05ZR05-Inv08	pri08	0.365	0.857	1.000	2.222	0.739	Bueno
ME13ZH02-Pri06	ver06	0.255	0.939	1.000	2.194	0.730	Bueno
MA01Guillen-Pri08	ver08	0.194	0.980	1.000	2.174	0.723	Moderado
ME11ZH06-Inv08	pri08	0.066	1.143	0.949	2.157	0.717	Moderado
ME11ZH06-Oto05	oto05	0.030	1.143	0.963	2.136	0.710	Moderado
ME04-Pri05	ver05	0.114	1.020	1.000	2.134	0.710	Moderado
ME13ZH02-Pri08	ver08	0.178	0.939	1.000	2.117	0.704	Moderado
MA01ZR13-Pri05	ver05	0.106	1.020	0.988	2.115	0.703	Moderado
MA01ZR13-Inv06	pri06	0.061	1.224	0.825	2.110	0.702	Moderado
ME04-Oto05	oto05	0.091	0.939	1.000	2.030	0.675	Moderado
MA09ZH01-Inv06	pri06	0.411	0.612	0.991	2.014	0.670	Moderado
ME06-Oto05	oto05	0.273	0.735	1.000	2.008	0.668	Moderado
ME11ZH06-Inv06	pri06	0.029	1.102	0.838	1.969	0.655	Moderado
MA09ZH01-Oto05	oto05	0.189	0.776	1.000	1.964	0.653	Moderado
FO01-Pri06	ver06	0.216	0.816	0.930	1.963	0.653	Moderado
ME04-Inv06	pri06	0.103	0.857	1.000	1.961	0.652	Moderado
MA09ZH01-Pri08	ver08	0.277	0.653	1.000	1.930	0.642	Moderado
ME09ZH01-Oto05	oto05	0.309	0.612	1.000	1.921	0.639	Moderado
MA01ZR11-Inv06	pri06	0.019	0.939	0.956	1.914	0.636	Moderado
ME09ZH01-Inv08	pri08	0.095	0.816	1.000	1.911	0.636	Moderado
ME13ZH02-Inv08	pri08	0.070	0.816	1.000	1.887	0.627	Moderado
ME10-Pri08	ver08	0.015	0.857	0.999	1.871	0.622	Moderado
ME05ZR05-Pri05	ver05	0.087	0.776	1.000	1.862	0.619	Moderado
MA09ZH01-Pri05	ver05	0.019	0.816	1.000	1.835	0.610	Moderado
MA09ZH01-Inv08	pri08	0.104	0.694	1.000	1.798	0.598	Moderado
ME04-Inv08	pri08	0.053	0.735	1.000	1.787	0.594	Moderado
ME05ZR05-Pri08	ver08	0.052	0.735	1.000	1.786	0.594	Moderado
ME04-Pri08	ver08	0.070	0.694	1.000	1.763	0.586	Moderado
MA01ZR03-Oto05	oto05	0.041	0.980	0.736	1.757	0.584	Moderado
ME10-Inv08	pri08	0.013	0.776	0.961	1.750	0.582	Moderado
ME10-Pri05	ver05	0.035	0.735	0.956	1.726	0.574	Moderado
MA01ZR11-Pri05	ver05	0.014	0.857	0.853	1.724	0.573	Moderado
MA09ZH01-Pri06	ver06	0.072	0.612	1.000	1.684	0.560	Moderado
MA01ZR03-Pri05	ver05	0.065	1.061	0.498	1.625	0.540	Moderado
ME10-Oto05	oto05	0.038	0.735	0.814	1.587	0.528	Moderado
FO01-Oto05	oto05	0.070	0.449	0.969	1.487	0.495	Deficiente
ME10-Inv06	pri06	0.007	0.490	0.968	1.465	0.487	Deficiente
FO01-Pri05	ver05	0.000	0.449	1.000	1.449	0.482	Deficiente
MA01ZR13-Pri08	ver08	0.026	0.816	0.599	1.441	0.479	Deficiente
ME06-Pri05	ver05	0.000	0.531	0.897	1.428	0.475	Deficiente
MA01ZR13-Oto05	oto05	0.156	0.898	0.329	1.383	0.460	Deficiente
ME11ZH06-Pri06	ver06	0.000	0.490	0.868	1.358	0.451	Deficiente
MA01ZR03-Inv06	pri06	0.103	1.061	0.176	1.341	0.446	Deficiente
ME06-Pri08	ver08	0.000	0.408	0.894	1.302	0.433	Deficiente
ME11ZH06-Pri05	ver05	0.000	0.408	0.886	1.294	0.430	Deficiente
FO01-Inv06	pri06	0.016	0.408	0.863	1.287	0.428	Deficiente
ME11ZH06-Pri08	ver08	0.000	0.327	0.950	1.277	0.425	Deficiente
MA01ZR13-Inv08	pri08	0.057	0.653	0.520	1.230	0.409	Deficiente
MA01ZR03-Inv08	pri08	0.086	0.816	0.315	1.218	0.405	Deficiente
MA01ZR11-Pri06	ver06	0.000	0.449	0.756	1.205	0.401	Deficiente
FO01-Pri08	ver08	0.006	0.571	0.547	1.124	0.374	Deficiente
ME06-Inv06	pri06	0.003	0.531	0.539	1.073	0.357	Deficiente
ME06-Inv08	pri08	0.000	0.367	0.644	1.011	0.336	Deficiente
MA01ZR11-Inv08	pri08	0.000	0.735	0.269	1.004	0.334	Deficiente
ME06-Pri06	ver06	0.000	0.449	0.527	0.976	0.324	Deficiente
MA01ZR13-Pri06	ver06	0.008	0.694	0.231	0.932	0.310	Deficiente
MA01ZR03-Pri08	ver08	0.000	0.653	0.222	0.876	0.291	Deficiente
MA01ZR11-Pri08	ver08	0.002	0.490	0.352	0.843	0.280	Deficiente
MA01ZR03-Pri06	ver06	0.001	0.735	0.101	0.837	0.278	Deficiente
FO01-Inv08	pri08	0.000	0.490	0.199	0.689	0.229	Malo
MA01ZR11-Oto05	oto05	0.000	0.449	0.190	0.639	0.212	Malo

Pie de tabla anterior. Tabla 2.39. Valor del EQR-INVHMIB obtenido para cada muestra. (ID=identificador; Los métricos (% Géneros sensibles= porcentaje de los géneros presentes en referencia, riqueza de géneros y % *Cyprideis torosa* + Polychaeta aparecen transformados y estandarizados por la mediana (pasos previos para ser sumados y formar el multimétrico); MM=multimétrico; EQR= Ecological Quality Ratio (obtenido de dividir el valor del MM por la mediana del MM de las referencias). Las muestras aparecen ordenadas en orden descendente en función del EQR-INVHMIB.

Los cálculos y procedimientos para determinar el límite de los cortes entre las clases de estado ecológico ya fue explicado en la apartado 2.6. Siguiendo las recomendaciones del Boundary Setting Protocol (BSP) los cortes entre clases de estado ecológico, tienen que responder a un significado ecológico. Aquí se presenta la gráfica de dispersión entre los métricos individuales que conforman el multimétrico (eje y) y el valor de EQR (eje x). El índice multimétrico responde al gradiente de presión (representado con el valor del EQR) y, cuando incrementa la presión la comunidad de invertebrados se ve afectada, produciéndose un descenso gradual de la calidad ecológica (Figura 2.34). La distribución de las distintas localidades en función de su estado ecológico se puede observar en la Figura 2.34.

Todos los pares de métricos se entrecruzaron, marcando así las distintas clases o centro de clases para la comunidad de invertebrados (Figura. 2.34); Los cruces fueron:

- Porcentaje de *Cyprideis torosa*+Polychaeta *vs.* Riqueza de géneros
- Porcentaje de Géneros sensibles *vs.* Riqueza de géneros
- Porcentaje de Géneros sensibles *vs.* Porcentaje de *Cyprideis torosa*+Polychaeta

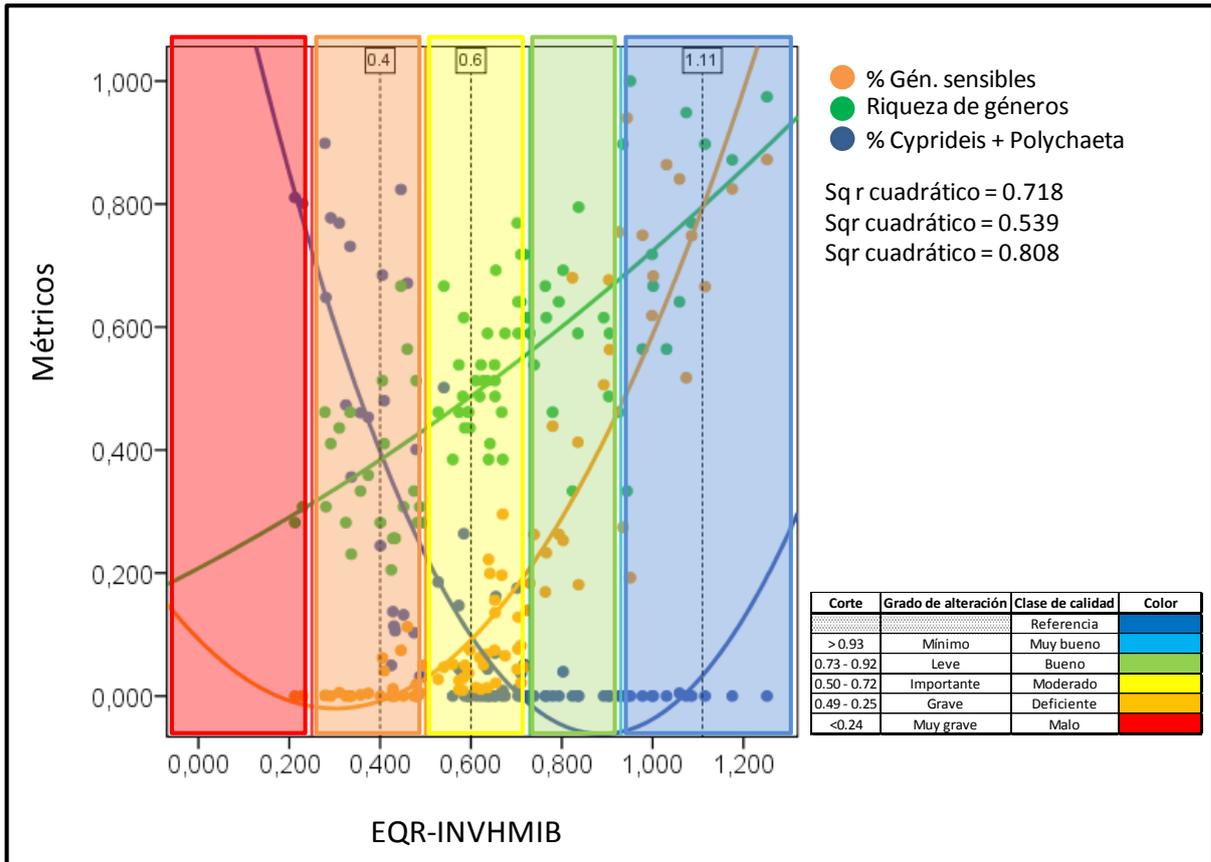


Fig. 2.34. Representación de los métricos que componen el multimétrico de invertebrados (INVHMIB-oligohalino) en el gradiente de presión (representado como EQR). Los cuadros de colores representan las clases de estado ecológico. Los límites entre las clases de estado se obtienen en base al P₂₅ de las referencias (0.93, 0.73, 0.5 y 0.25). Las líneas discontinuas representan el cruce entre métricos.

A niveles mínimos de presión los valores de los métricos indican una comunidad de referencia representada por el % Géneros sensibles y Riqueza de géneros; los valores de ambos métricos son muy altos, y el cruce entre ambos marca el centro de clase del estado *Muy Bueno*. Cuando la presión incrementa se produce un descenso de ambos métricos, siendo más acusado en el caso en el porcentaje del % Géneros sensibles, definiendo las clases de estado *Bueno*. El centro de la clase *Moderado* viene definido por el cruce entre % Géneros sensibles y % *C.torosa*+Polychaeta; la clase *Moderado* se define porque el % Géneros sensibles se ha reducido considerablemente, la riqueza de géneros se mantiene un poco por debajo que la clase anterior, pero empiezan a aparecer taxones indicadores de presión (% *C.torosa*+Polychaeta). Nos encontramos con una comunidad que ya está bastante afectada y que no puede recuperar rápidamente al estado de referencia. A mayores presiones, el %

Géneros Sensibles alcanza valores muy bajos, incluso hasta desaparecer, mientras que la riqueza de géneros disminuye respecto a la clase anterior y aumenta aún más los taxones tolerantes (*C.torosa* + Polychaeta). El centro de la clase *Deficiente* viene determinado por el cruce entre Riqueza de géneros *vs.* % *C.torosa*+Polychaeta. En este punto el estado ecológico es muy bajo y muy difícil de recuperar. Finalmente el estado *Malo* está dominando por una comunidad que se aleja mucho de la comunidad de referencia.

En general, hay una buena aproximación entre la interpretación de los métricos y los bordes y centro de clases que inicialmente se habían establecido a partir del percentil 25 (P₂₅) de las referencias. Como se verá posteriormente, llegado el momento de la integración entre los dos componentes biológicos, se va a tener en cuenta un 5% de incertidumbre en la asignación del estado ecológico final, por lo que se propone mover el borde entre el *Bueno* y *Moderado* desde 0.730 a 0.680, gracias a ello el centro de clases entre *Bueno/Moderado* queda más centrado (Figura 2.34).

Multimétrico Fitoplancton (FITOHMIB): Para el cálculo del FITOHMIB del tipo Oligohalino se seleccionaron 2 métricos que cumplen los requerimientos normativos especificados por la DMA (anexo V, punto 1.2.3): biomasa fitoplanctónica expresada como Cl-a y abundancias relativas de Cianobacterias (Tabla 2.40). Estos métricos fueron seleccionados después de haber realizado un SIMPER (*Similarity Percentage Analysis*) (ya explicado en el punto 2.6).

Tipo de métrico	Métrico Oligohalino
Biomasa	Clorofila a
Composición	% Cianobacterias

Tabla 2.40. Relación de métricos seleccionados para la elaboración del MIB del tipo Oligohalino

El valor de los métricos individuales se correlacionó negativamente con el valor de EQR-FITOHMIB obtenido (i.e. mayor porcentaje de taxones tolerantes-cianobacterias en este caso-peor estado ecológico) (Tabla 2.40). Para estudiar la respuesta a la presión del MIB obtenido como indicador biológico, se hicieron correlaciones entre los valores de los métricos individuales y el valor del EQR-FITOHMIB con los ejes de presión identificados previamente (Tabla 2.41).

OLIGOHALINO	EQR-FITOHMIB	%Cianobacterias	Chl- <i>a</i> µg/L
EQR-FITOHMIB	n.s.	-0.663	-0.605
%Cianobacterias	-0.663	n.s.	0.366
Chl-<i>a</i> µg/L	-0.605	0.366	n.s.
PC1 oligohalino	n.s.	-0.252	-0.264
PC2 oligohalino	0.359	-0.296	-0.419
PC3 oligohalino	0.342	-0.244	n.s.
Media PC1 oligohalino	n.s.	n.s.	n.s.
Media PC2 oligohalino	n.s.	n.s.	n.s.
Media PC3 oligohalino	n.s.	n.s.	n.s.
PC1 trófico	n.s.	-0.245	-0.259
PC2 trófico	-0.259	0.214	0.378
PC3 trófico	0.360	n.s.	-0.506
Media PC1 trófico	n.s.	n.s.	n.s.
Media PC2 trófico	n.s.	n.s.	n.s.
Media PC3 trófico	n.s.	n.s.	n.s.

Tabla 2.41. Tabla de correlación ente EQR-FITOHMIB, los métricos utilizados para su cálculo y los gradientes de presión generados con el PCA para el tipo Oligohalino (ver texto). PC trófico = Gradiente trófico por tipo; Media PC trófico= Gradiente trófico por medias; PC oligohalino = Gradiente General por tipo; media PC oligohalino = Gradiente por medias. Los números indican los ejes extraídos con el PCA. Se muestra el valor del coeficiente de correlación (*Rho Spearman*) obtenido entre dos variables. ns = correlaciones no significativas ($p > 0.05$).

Como cabria esperar, el valor del EQR-FITOHMIB obtenido se correlaciona significativamente y en sentido negativo con los métricos que lo conforman (%cianobacterias y clorofila-a), es decir, a medida que ambos aumentan el estado ecológico empeora (Tabla 2.41). Por otro lado, el EQR se correlaciona negativamente con el eje trófico 2 por réplicas relacionado negativamente con las formas fosfatadas, es decir, a medida que aumenta el fosfato empeora el estado ecológico. El estado ecológico se correlaciona positivamente con el tercer gradiente trófico por réplicas (PC3 trófico) relacionado negativamente con la Cl-a y la sílice. Finalmente, el EQR presenta una correlación positiva con el PC2 y PC3 por réplicas, relacionados positivamente con las formas nitrogenadas y la salinidad respectivamente. Se observa que la clorofila *a* es el que tiene una mayor correlación con estos gradientes, mostrando una mayor sensibilidad cuando se trabajó con los ejes tróficos con réplicas. (Tabla 2.41).

Una vez comprobada la respuesta de los indicadores que componen el EQR-FITOHMIB para el tipo Oligohalino, así como los cortes correspondientes a cada clase de estado ecológico (ver

metodología seguida para el establecimiento de clases de estado en el apartado 2.6), se puede observar el cambio que se produce en la composición de las aguas según las clases de estado derivadas del EQR-FITOHMIB obtenido, lo que afirma su funcionamiento como indicador de degradación general/trófica (Fig. 2.35). En particular, se muestra la relación entre el EQR-FITOHMIB y sus clases y el gradiente trófico obtenido con las réplicas (PC3 trófico), relacionado negativamente con la *Cl-a* lo que sigue explicando el empeoramiento del estado ecológico a medida que aumentan sus valores (ver apartado 2.7.4.2.2).

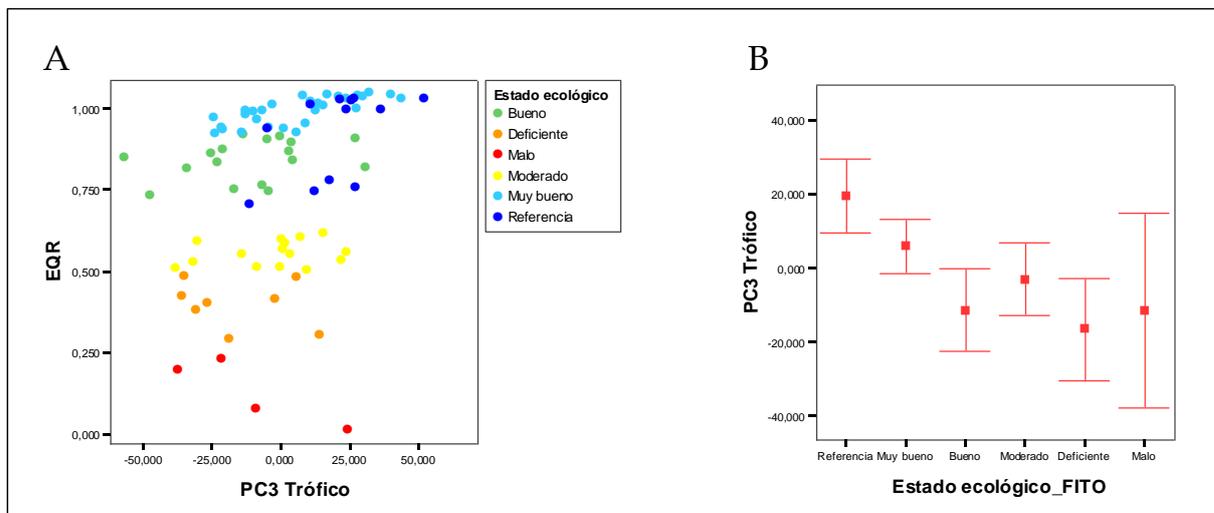


Figura 2.35. Correspondencia entre el gradiente de presión trófico obtenido con las réplicas (PC3 trófico) en función de las clases de estado obtenidas para el tipo Oligohalino. La figura muestra: A) diagrama de dispersión entre el valor del EQR-FITOHMIB y el valor del gradiente obtenido en cada punto; B) Barras de error de valor promedio del gradiente obtenido en función de las clases de estado.

El cambio que se produce en las clases del EQR-FITOHMIB se refleja en un cambio en las condiciones físico-químicas (Fig. 2.36, Tabla 2.42) entre las 5 clases de estado identificadas.

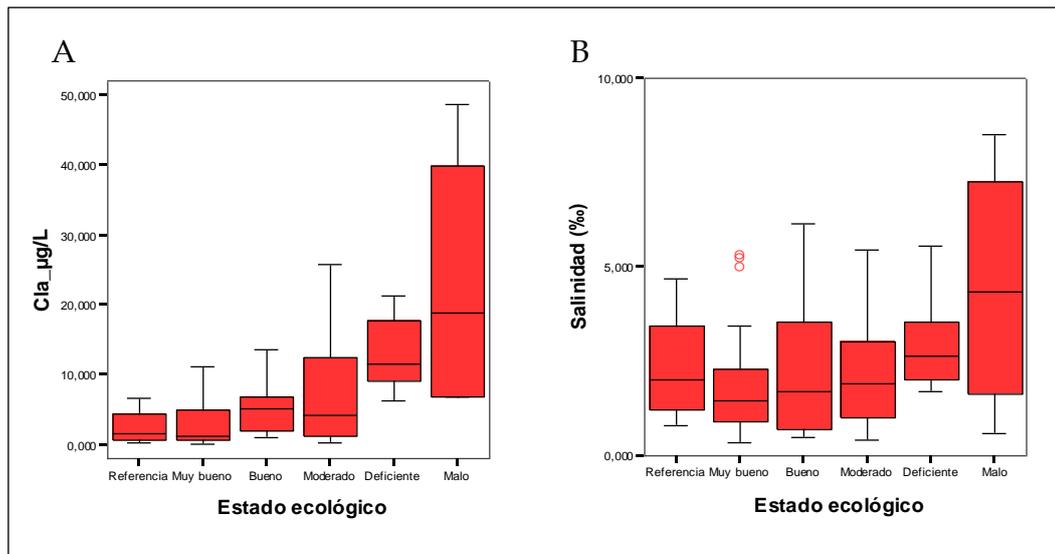


Figura 2.36. La figura muestra los diagramas de caja por clase para las variables de biomasa fitoplanctónica en forma de *Chl-a* (A) y salinidad (B), variables seleccionadas por su mayor correlación con el EQR-FITOHMIB. La línea central en la caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango.

Variable		Clase EQR Fitoplancton					
		Referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Chl-a µg/L	Media	2.57	3.06	5.27	7.78	13.14	23.38
	Mediana	1.59	1.25	5.17	4.21	11.64	18.93
	EE	0.65	0.60	0.93	2.10	1.98	10.17
Salinidad (‰)	Media	2.31	1.81	2.24	2.18	2.95	4.44
	Mediana	2.00	1.45	1.71	1.90	2.65	4.33
	EE	0.38	0.26	0.45	0.36	0.46	1.75

Tabla 2.42. Tabla resumen del valor de aquellas variables medioambientales más correlacionadas con los valores de EQR-FITOHMIB obtenidos para cada muestra. Se muestran los valores medios, error típico de la media (EE, error estándar) y mediana para cada una de las 6 clases de estado definidas con el valor de EQR-FITOHMIB obtenido.

En cuanto a los dos métricos seleccionados, se observa que presentan una buena eficiencia discriminadora entre clases de estado (Fig. 2.37).

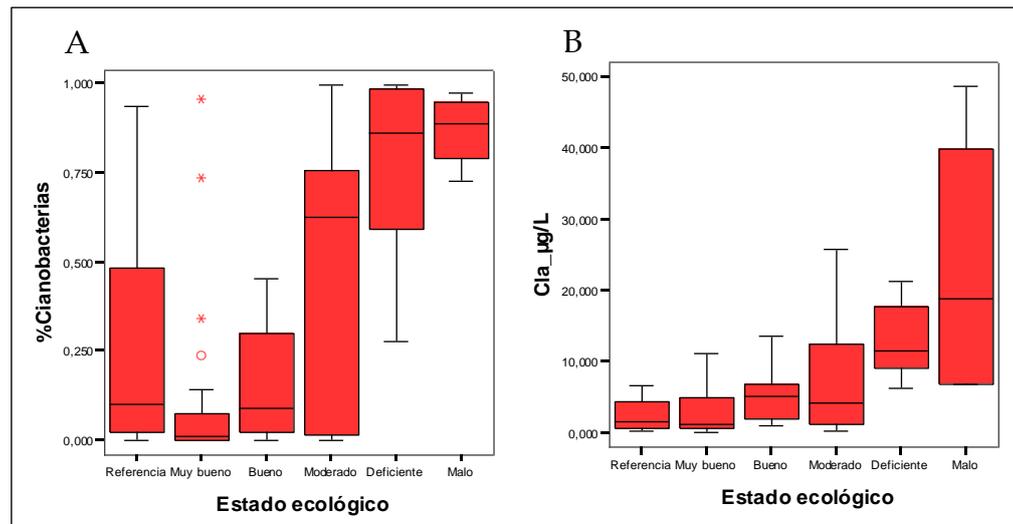


Figura 2.37. Cambio que se produce en el valor de los métricos individuales con las clases de estado. La figura muestra diagrama de caja para dos métricos indicadores: A) biomasa fitoplanctónica en forma de clorofila *a*, y B) porcentaje de Cianobacterias. La línea central en la caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango.

Para comprobar si las clases del estado ecológico que han sido definidas por el EQR-FITOHMIB se corresponden con la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton. Se ha realizado una ordenación MDS con todas las muestras incluidas en este tipo (Figura 2.38), adjudicándosele a cada muestra la clase en la que ha sido incluida según el multimétrico (Tabla 2.43). En la ordenación se constata la elevada variación que muestra la ordenación de las clases, por ejemplo muestras cercanas presentan clases distintas con alta variación en la composición fitoplanctónica estacional, con la excepción de las más alejadas del centro de la ordenación que están en peor estado con una menor variación natural).

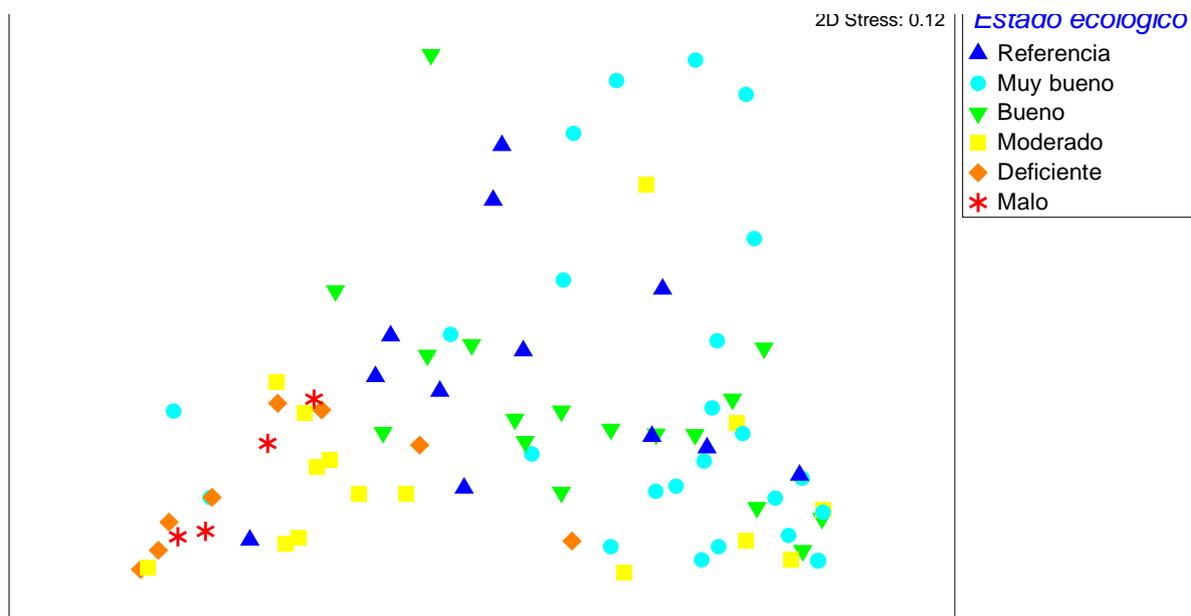


Figura 2.38. Ordenación MDS de las comunidades de fitoplancton de las todas las muestras incluidas en el tipo Oligohalino. Las clases de estado ecológico son las correspondientes a la Tabla 2.43.

ID_CAMPAÑA	% Cianobacterias	Cl- α $\mu\text{g/L}$	MM	EQR-FITOHMIB	Clase
ME20ZH02-Oto05	1.031	1.021	2.052	1.031	Referencia
ME20ZH02-inv06	1.056	0.932	1.988	0.999	Referencia
ME20ZH02-pri08	1.030	1.012	2.042	1.026	Referencia
ME20ZH02-pri05	1.056	1.004	2.060	1.035	Referencia
ME20ZH02-pri06	1.049	1.014	2.064	1.037	Referencia
ME20ZH02-pri08	0.531	0.979	1.509	0.758	Referencia
ME17-Oto05	0.528	1.027	1.556	0.782	Referencia
ME17-inv06	1.028	0.996	2.024	1.017	Referencia
ME17-inv08	0.516	0.893	1.409	0.708	Referencia
ME17-pri05	0.972	1.020	1.992	1.001	Referencia
ME17-pri06	0.583	0.905	1.488	0.748	Referencia
ME17-pri08	0.926	0.947	1.872	0.941	Referencia
ME11ZH06-Oto05	1.056	1.032	2.089	1.050	Muy bueno
ME06-Oto05	1.056	1.028	2.084	1.047	Muy bueno
ME06-inv06	1.056	1.025	2.081	1.046	Muy bueno
ME13ZH02-Oto05	1.056	1.018	2.074	1.042	Muy bueno
MA01ZR11-pri05	1.056	1.017	2.073	1.042	Muy bueno
ME10-inv06	1.056	1.010	2.067	1.039	Muy bueno
MA09ZH01-inv06	1.040	1.026	2.067	1.038	Muy bueno
ME13ZH02-pri05	1.056	1.007	2.064	1.037	Muy bueno
ME05ZR05-inv06	1.043	1.020	2.063	1.037	Muy bueno
ME04-pri05	1.049	0.984	2.033	1.022	Muy bueno
ME11ZH06-inv06	1.022	1.008	2.031	1.020	Muy bueno
ME05ZR05-Oto05	1.056	0.965	2.022	1.016	Muy bueno
ME13ZH02-pri06	1.056	0.957	2.013	1.012	Muy bueno
MA01ZR03-Oto05	1.056	0.942	1.999	1.004	Muy bueno
MA01ZR11-Oto05	1.017	0.968	1.985	0.998	Muy bueno
ME11ZH06-pri05	1.056	0.924	1.980	0.995	Muy bueno
ME11ZH06-pri06	1.056	0.923	1.980	0.995	Muy bueno
MA01ZR03-pri06	1.034	0.943	1.976	0.993	Muy bueno
ME10-pri06	1.056	0.903	1.960	0.985	Muy bueno
ME04-Oto05	0.975	0.968	1.943	0.976	Muy bueno
ME09ZH01-Oto05	0.923	1.007	1.930	0.970	Muy bueno
MA01ZR13-Oto05	0.907	1.000	1.907	0.958	Muy bueno
MA09ZH01-inv08	1.056	0.829	1.885	0.947	Muy bueno
ME09ZH01-pri06	1.006	0.878	1.883	0.946	Muy bueno
ME06-pri05	1.056	0.822	1.878	0.944	Muy bueno
MA01Guillen-inv08	1.005	0.861	1.866	0.938	Muy bueno
ME05ZR05-pri06	1.056	0.796	1.852	0.931	Muy bueno
MA01ZR13-inv08	0.946	0.904	1.850	0.930	Muy bueno
ME04-inv08	1.029	0.817	1.846	0.927	Bueno
ME05ZR05-inv08	0.918	0.920	1.838	0.924	Bueno
MA01ZR03-inv08	0.962	0.870	1.832	0.920	Bueno
ME05ZR05-pri05	0.805	1.012	1.817	0.913	Bueno
MA01ZR03-pri05	1.041	0.761	1.802	0.905	Bueno
MA01ZR13-pri05	1.029	0.759	1.788	0.898	Bueno
ME09ZH01-inv08	0.998	0.745	1.744	0.876	Bueno
ME09ZH01-inv06	0.737	1.000	1.737	0.873	Bueno
MA09ZH01-pri05	1.056	0.661	1.717	0.863	Bueno
ME09ZH01-pri08	0.825	0.871	1.697	0.853	Bueno
MA01ZR11-inv08	0.762	0.923	1.685	0.847	Bueno
ME04-pri08	0.739	0.924	1.663	0.836	Bueno
MA01ZR03-inv06	0.695	0.938	1.633	0.821	Bueno
ME10-pri08	0.717	0.907	1.624	0.816	Bueno
ME09ZH01-pri05	0.577	0.953	1.531	0.769	Bueno
FO01-pri06	1.028	0.473	1.500	0.754	Bueno
MA01ZR03-pri08	0.673	0.815	1.488	0.748	Bueno
MA01ZR13-pri06	1.031	0.433	1.464	0.736	Bueno
ME04-inv06	0.287	0.944	1.231	0.619	Moderado
MA09ZH01-pri08	0.277	0.936	1.213	0.610	Moderado
MA01ZR11-pri08	0.246	0.950	1.196	0.601	Moderado
ME05ZR05-pri08	0.263	0.920	1.183	0.595	Moderado
MA09ZH01-Oto05	0.185	0.983	1.169	0.587	Moderado
ME06-inv08	0.412	0.721	1.133	0.569	Moderado
FO01-pri08	0.277	0.841	1.118	0.562	Moderado
MA01ZR11-inv06	1.053	0.050	1.104	0.555	Moderado
ME13ZH02-inv06	0.279	0.819	1.098	0.552	Moderado
ME10-Oto05	0.045	1.024	1.070	0.538	Moderado
MA09ZH01-pri06	1.056	0.000	1.056	0.531	Moderado
MA01ZR13-inv06	1.027	0.000	1.027	0.516	Moderado
MA01ZR11-pri06	0.186	0.838	1.023	0.514	Moderado
FO01-Oto05	1.016	0.000	1.016	0.510	Moderado
ME11ZH06-inv08	0.003	1.004	1.007	0.506	Moderado
MA01Guillen-pri08	0.454	0.514	0.969	0.487	Deficiente
ME13ZH02-inv08	0.239	0.723	0.962	0.484	Deficiente
MA01ZR13-pri08	0.407	0.443	0.850	0.427	Deficiente
ME13ZH02-pri08	0.048	0.781	0.829	0.416	Deficiente
ME11ZH06-pri08	0.012	0.793	0.805	0.405	Deficiente
FO01-pri05	0.762	0.000	0.762	0.383	Deficiente
ME10-inv08	0.019	0.589	0.608	0.305	Deficiente
ME06-pri06	0.001	0.581	0.581	0.292	Deficiente
ME06-pri08	0.080	0.381	0.461	0.231	Malo
ME04-pri06	0.396	0.000	0.396	0.199	Malo
FO01-inv06	0.157	0.000	0.157	0.079	Malo
FO01-inv08	0.028	0.000	0.028	0.014	Malo

Tabla 2.43. Valor del EQR-FITOHMIB obtenido para cada muestra. (ID=identificador; %Cianofíceas = porcentaje de cianofíceas; Cl-a $\mu\text{g/L}$ = clorofila a ambos previamente transformados, estandarizados y normalizados; MM= multimétrico; EQR= índice de calidad ecológica). Las muestras aparecen ordenadas en orden descendente en función del EQR-FITOHMIB.

Los pares de métricos se entrecruzaron marcando así las distintas clases o centro de clases para la comunidad de invertebrados (Figura. 2.39); el cruce fue:

- Clorofila a vs Porcentaje de Cianobacterias

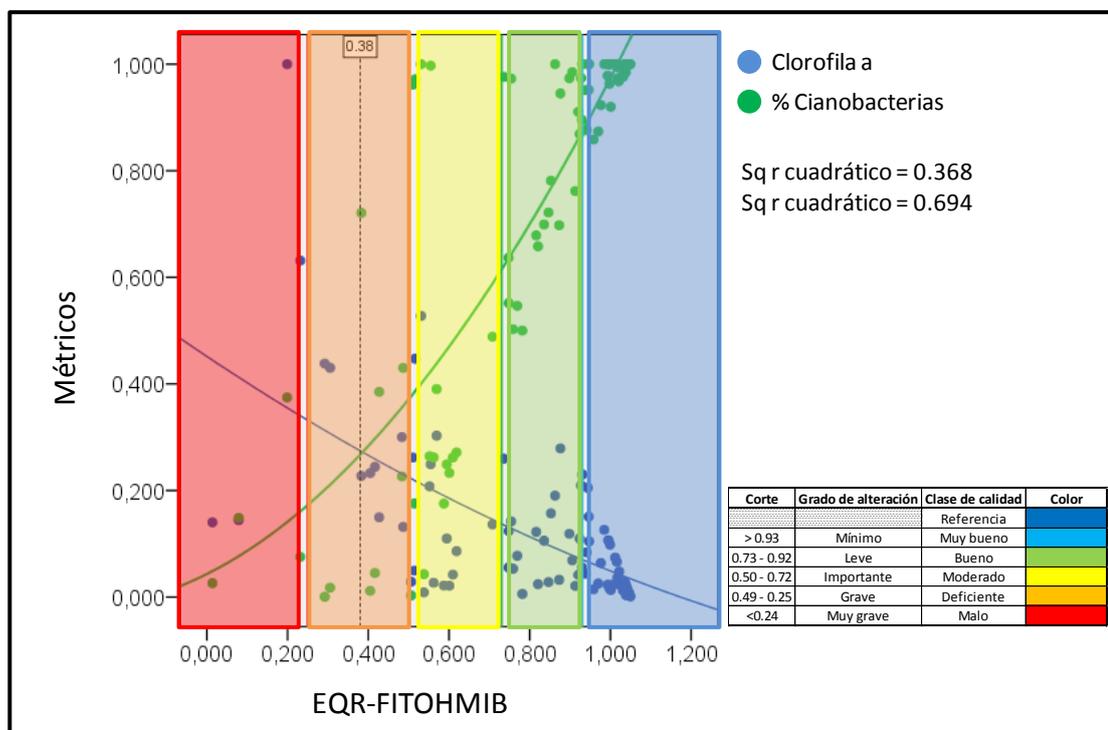


Fig. 2.39. Representación de los métricos que componen el multimétrico de fitoplancton (FITOHMIB-oligohalino) en el gradiente de presión (representado como EQR). Las líneas son los bordes de las clases que se obtienen en base al P_{25} de las referencias (0.93, 0.73, 0.5 y 0.25).

El centro de clase de *Moderado* viene definido por el cruce entre ambos métricos. A bajas presiones se observa como los valores de EQR-FITOHMIB aumentan, concentrándose la mayoría en valores entre *Bueno* y *Muy bueno*. A medida que la presión aumenta estos valores van descendiendo.

2.7.5.2. Modelo general por tipo: MESOHALINO

Multimétrico Invertebrados (INVHMIB).- Para el cálculo del INVHMIB del tipo Mesohalino se seleccionaron 3 métricos que cumplen los requerimientos normativos especificados por la DMA (anexo V, punto 1.2.3). Como taxones sensibles, se utilizó la riqueza de géneros sensibles considerándose éstos aquéllos taxones dominantes en la comunidad de referencias, en este caso fueron: *Cyprideis* sp., *Gammarus* sp., *Hydrobia* sp., *Lekanesphaera* sp., *Loxoconcha* sp. y *Nereis* sp. La comunidad tipo de referencia fue obtenida mediante la rutina SIMPER (como fue explicado en el punto 2.6). Como métricos basados en abundancia, se utilizó la abundancia relativa de los órdenes Amphipoda, Gastropoda e Isopoda, y también se usaron métricos de diversidad, se utilizó como medida de beta diversidad el índice de Bray Curtis a nivel de orden (explicado en el apartados 2.6, análisis de datos).

Los géneros sensibles se obtuvieron mediante SIMPER (se explicó en el punto 2.6).

Tipo de Métrico	INVHMIB-meso
Riqueza de géneros - sensibilidad	Riqueza de géneros sensibles
Diversidad (índice de Bray Curtis)	Bray Curtis (Orden)
Abundancia relativa de Amphipoda + Gastropoda+Isopoda	% Amphipoda + Gastropoda+Isopoda

Tabla 2.44. Relación de métricos seleccionados para la elaboración del INVHMIB del tipo Mesohalino

Como cabría esperar, los valores de los métricos individuales, riqueza de géneros sensibles y el porcentaje de Amphipoda+Gastropoda+Isopoda se correlacionaron positivamente con el valor de EQR-INVHMIB obtenido (Tabla 2.44). Mientras que el índice de Bray Curtis se correlacionó negativamente con el EQR-INVHMIB (a medida que aumenta el índice, aumenta la distancia que los separa de las referencias, por tanto presentan un bajo valor de EQR). Para estudiar la respuesta del INVHMIB obtenido como indicador biológico, se hicieron correlaciones entre los valores de los métricos individuales y el valor del EQR-INVHMIB, con los ejes de presión identificados previamente. El valor del EQR-INVHMIB obtenido se correlacionó significativamente con varios ejes de presión, cabe destacar las correlaciones con los 3 ejes del PCA medio por tipo (media PC1 mesohalino, media PC2 mesohalino y media PC3 mesohalino) (Tabla 2.45). Como se comentó en el apartado 2.7.4.3.2 los ejes media PC1 y PC2 mesohalinos representan un gradiente trófico, tanto de componentes nitrogenados como fosfatados, y el tercer eje (media PC3 mesohalino), también

representa a un gradiente trófico pero más relacionado con la biomasa fitoplanctónica (Cl-a y AFDM). El métrico individual que más se correlacionó con los gradientes de presión fue la riqueza de géneros sensibles, que se relacionó con casi todos los gradientes, al menos con 2 ejes en cada caso y todos ellos indicando una presión trófica. El segundo métrico más correlacionado fue el índice de Bray Curtis, que pareció completar el gradiente de presión del métrico anterior, ya que presentó mayor correlación con los ejes que no se correlacionó la riqueza de géneros sensibles, y por último el porcentaje de Amphipoda+Gastropoda+Isopoda que se relacionó sólo con dos ejes, y en los dos casos con los promedios (media PC2 trófico y media PC2 meso) pero las correlaciones fueron bastante elevadas (Tabla 2.45).

Mesohalino	EQR-INVHMIB	Riqueza de géneros sensibles	Bray Curtis (Orden)	% Amphipoda + Gastropoda+Isopoda
EQR-INVHMIB	n.s.	0.763	-0.888	0.688
Riqueza de géneros sensibles	0.763	n.s.	-0.399	0.310
Bray Curtis (Orden)	-0.888	-0.399	n.s.	-0.653
% Amphipoda + Gastropoda+Isopoda	0.688	0.310	-0.653	n.s.
PC1 mesohalino	0.217	0.297	n.s.	n.s.
PC2 mesohalino	n.s.	n.s.	0.234	n.s.
PC3 mesohalino	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Media PC1 mesohalino	0.185	0.226	n.s.	n.s.
Media PC2 mesohalino	-0.366	-0.209	0.349	-0.384
Media PC3 mesohalino	0.205	n.s.	-0.178	n.s.
PC1 trófico	0.185	0.261	n.s.	n.s.
PC2 trófico	n.s.	n.s.	-0.234	n.s.
PC3 trófico	n.s.	-0.174	n.s.	n.s.
Media PC1 trófico	n.s.	-0.194	n.s.	n.s.
Media PC2 trófico	0.393	0.241	-0.364	0.397
Media PC3 trófico	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabla 2.45. Tabla de correlación ente EQR-INVHMIB y los métricos utilizados para el cálculo del multimétrico de invertebrados para el tipo Mesohalino, con los gradientes de presión generados con el PCA (ver texto). PC mesohalino=Gradiente General por campañas; media PC mesohalino= Gradiente general por medias; PC trófico= Gradiente trófico por campañas; media PC trófico= Gradiente trófico por medias. Los números indican los ejes extraídos con el PCA. Se muestra el valor del coeficiente de correlación (*Rho Spearman*) obtenido entre dos variables. ns = correlaciones no significativas ($p > 0.05$).

Una vez comprobada la respuesta de los indicadores que componen el EQR-INVHMIB para el tipo Mesohalino, así como los cortes correspondientes a cada clase de estado ecológico (metodología de establecimiento de clases de estado, en el apartado 2.6), se analiza el cambio

que se produce en los valores del multimétrico al disminuir la clase de estado ecológico. Aunque existe una segregación de las muestras a lo largo del gradiente de presión en función del valor del EQR-INVHMIB obtenido, lo que más se destaca es la diferenciación entre las muestras que cumplen el objetivo de la DMA (aquellas en *Muy Buen* y *Buen* estado ecológico), de las que no (muestras con estado ecológico *Moderado*, *Deficiente* o *Malo*), en los dos ejemplos presentados. En concreto, se muestra la segregación de las muestras con el gradiente de presión general para el tipo mesohalino obtenido con las medias (eje 2 del PCA, media PC2 mesohalino), que había sido identificado como un gradiente de eutrofización, indicándose aquéllas muestras con elevada carga de compuestos fosfatados, pro bajos contenidos de nitrógeno (Fig. 2.40) (ver apartado 2.7.4.3.1). También se muestra la diferenciación de las muestras de *Referencia*, y con estado ecológico *Bueno* y *Muy Bueno*, respecto de aquéllas en peor estado ecológico, en su relación con el gradiente trófico de presión obtenido con la media (media PC2 trófico). Este eje vuelve a separar aquéllas muestras con elevados nutrientes nitrogenados, pero con bajos niveles de componentes fosfatados.

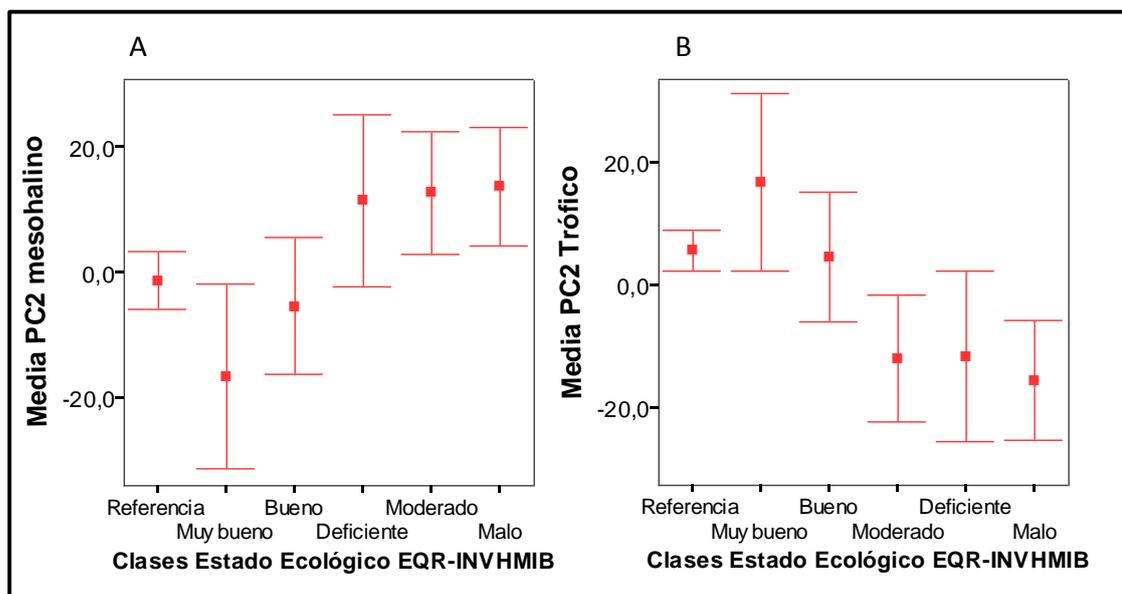


Figura 2.40. Correspondencia entre distintos gradientes de presión obtenidos con las medias para el tipo Mesohalino en función de las clases de estado ecológico obtenidas del EQR-INVHMIB. Se muestra la relación entre la clase de estado y: A) eje 2 del gradiente de degradación general por tipo obtenido con medias, y B) eje 2 del gradiente de degradación trófico por tipo con medias.

El cambio que se produce en el valor del EQR-INVHMIB no refleja de forma consistente cambios en las condiciones físico-químicas, aunque si se muestran variaciones relacionadas con la salinidad y el fósforo (Fig. 2.40, Tabla 2.45); las referencias presentan una salinidad más constante e inferior que el resto de las masas de agua, lo cual podría estar reflejando que el multimétrico, además de otras presiones como las tróficas, también indica proceso de salinización. Respecto al fósforo total, de nuevo las referencias son las que presentan niveles más bajos y menos fluctuantes, aunque en general los niveles de fósforo entre las demás clases de estado ecológico son similares, siendo el estado deficiente el más fluctuante.

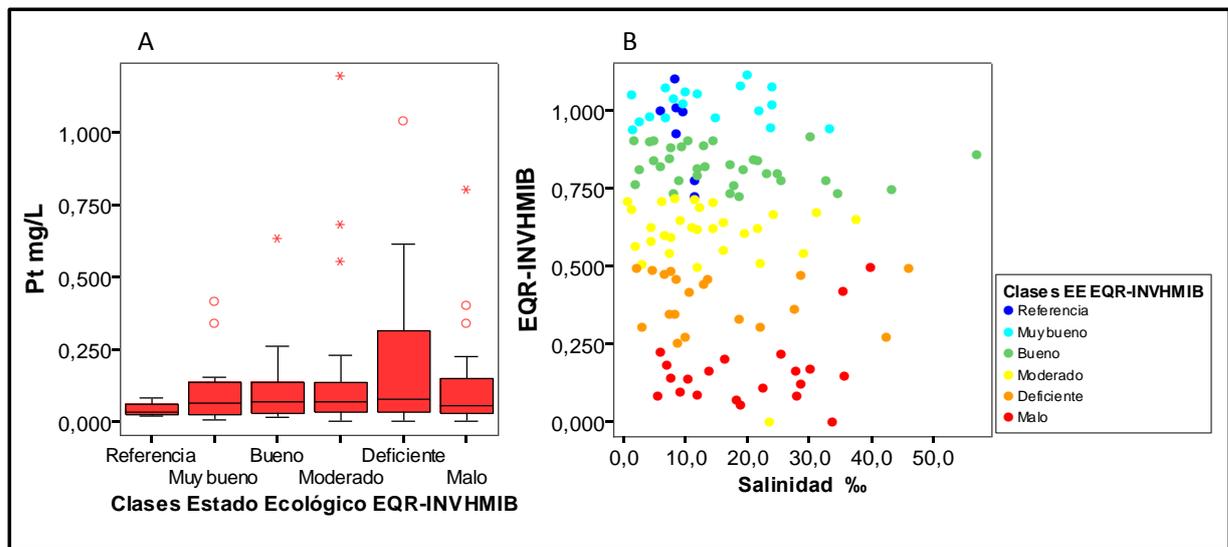


Figura 2.41. Cambio que se produce en el valor de ciertas variables medioambientales con las clases de estado. La figura muestra diagrama de caja para la variable fósforo total y grafico de dispersión para la variable salinidad. La línea central en la caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango.

Variable		Clases Estado Ecológico EQR-INVHMIB					
		Referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Salinidad ‰	Media	9.03	13.53	16.55	13.29	16.61	19.96
	EE	0.63	2.22	2.17	1.70	3.07	2.38
	Mediana	8.58	11.00	13.20	11.63	10.38	18.63
Cla µg/L	Media	2.36	9.21	5.59	8.04	8.65	5.34
	EE	0.38	2.63	1.28	1.55	2.65	1.76
	Mediana	2.32	4.20	2.87	4.21	5.85	2.12
Nt mg/L	Media	0.711	2.303	1.528	1.613	1.611	1.249
	EE	0.128	0.504	0.302	0.417	0.427	0.162
	Mediana	0.802	1.643	0.860	0.861	0.899	0.926
DIN mg/L	Media	0.029	1.397	0.647	0.523	0.767	0.147
	EE	0.016	0.453	0.221	0.245	0.407	0.058
	Mediana	0.006	0.506	0.113	0.053	0.121	0.032
Ptmg/L	Media	0.044	0.103	0.108	0.145	0.205	0.130
	EE	0.008	0.027	0.021	0.045	0.060	0.039
	Mediana	0.036	0.064	0.069	0.071	0.078	0.057
P-PO ₄ ⁻² mg/L	Media	0.016	0.060	0.029	0.039	0.062	0.069
	EE	0.008	0.026	0.009	0.013	0.029	0.037
	Mediana	0.008	0.002	0.005	0.007	0.007	0.006

Tabla 2.46. Tabla resumen del valor de aquellas variables medioambientales más correlacionadas con los valores del EQR-INVHMIB obtenidos para las muestras del tipo Mesohalino. Se muestran los valores medios, error típico de la media (EE, error estándar) y mediana para cada una de las 6 clases de estado definidas con el valor de EQR-INVHMIB obtenido.

En cuanto a la respuesta de cada uno de los métricos que conforman el multimétrico, se puede observar la discriminación que se produce en sus valores entre las clases de estado ecológico (Fig. 2.42). La riqueza de géneros sensibles (aquéllos géneros que caracterizan la comunidad de referencia) permitió discriminar en tres grupos de muestras, las referencias, un grupo más amplio que va desde *Muy Bueno* a *Moderado* y un tercer grupo formado por las muestras en estado *Deficiente* y *Malo*. Sin embargo, el segundo métrico utilizado, el índice de similitud de Bray-Curtis, permitió discriminar de forma eficiente cada una de las clases de estado ecológico. Por último, el porcentaje de Amphipoda+Gastropoda+Isopoda, permitió discriminar entre las muestras que no alcanzaron el objetivo de la DMA (aquéllas con estado ecológico *Moderado* y por debajo), de aquéllas en *Buen* y *Muy buen* estado ecológico. De modo que mediante la combinación de los tres multimétricos, se obtiene una respuesta muy eficaz. Gracias a la sinergia de los tres métricos, lo que permite discriminar las clases de estado ecológico (Fig. 2.42).

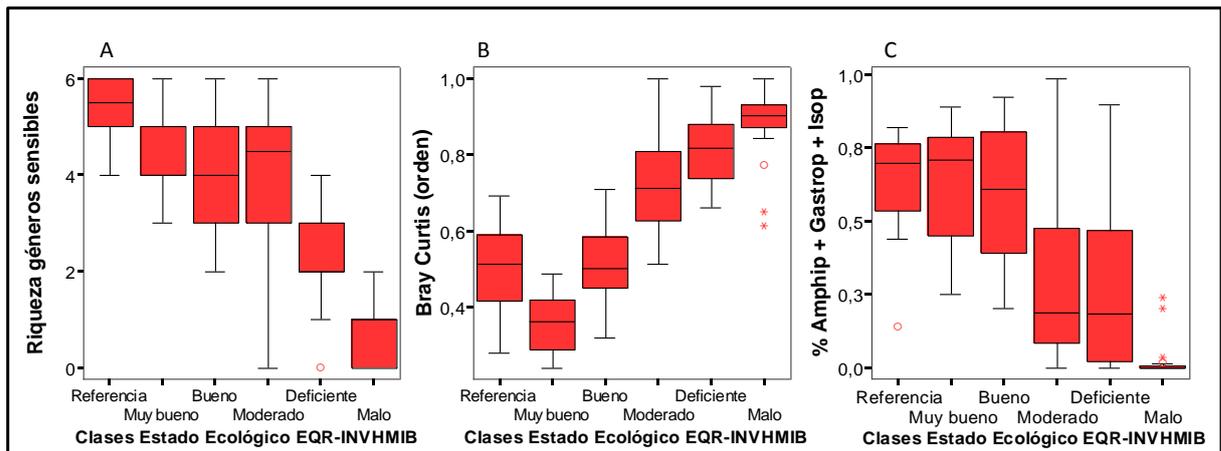


Figura 2.42. Cambio que se produce en el valor de los métricos que conforman el multimétrico del tipo Mesohalino entre las clases de estado ecológico. La línea central en la caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango.

Para comprobar si las clases del estado ecológico que han sido definidas por el EQR-INVHMIB se corresponden con la composición y abundancia de las comunidades de invertebrados, se ha realizado una ordenación MDS con todas las muestras incluidas en este tipo (Fig. 2.43), adjudicándose a cada muestra la clase de estado ecológico que se ha derivado de la aplicación del multimétrico (Tabla 2.47a y b).

En la ordenación no se observa un gradiente entre las clases de estado ecológico. Pero es evidente que esta ordenación diferencia claramente las muestras con estado ecológico *Malo* del resto. Las diferencias entre estos dos grupos de muestras (i.e., muestras con EE malo y el resto de las muestras) son tan grandes, que hace que se formen dos núcleos, y no un gradiente.

Se observa que en la ordenación existen dos muestras en estado *Deficiente* que aparecen próximas a las referencias. Estas muestras corresponden a MA07II (Son Real) y MA01Molini (Bassa del Molí-Albufera de Mallorca) recogidas en primavera'05 y otoño'05, respectivamente (Fig. 2.43). Sin embargo, el EE final (obtenido mediante las medias de las campañas de invierno-primavera de estas masas de agua corresponde a *Moderado* y *Bueno*, respectivamente, no *Deficiente*, aunque su variabilidad temporal puede presentar una clasificación tan mala.

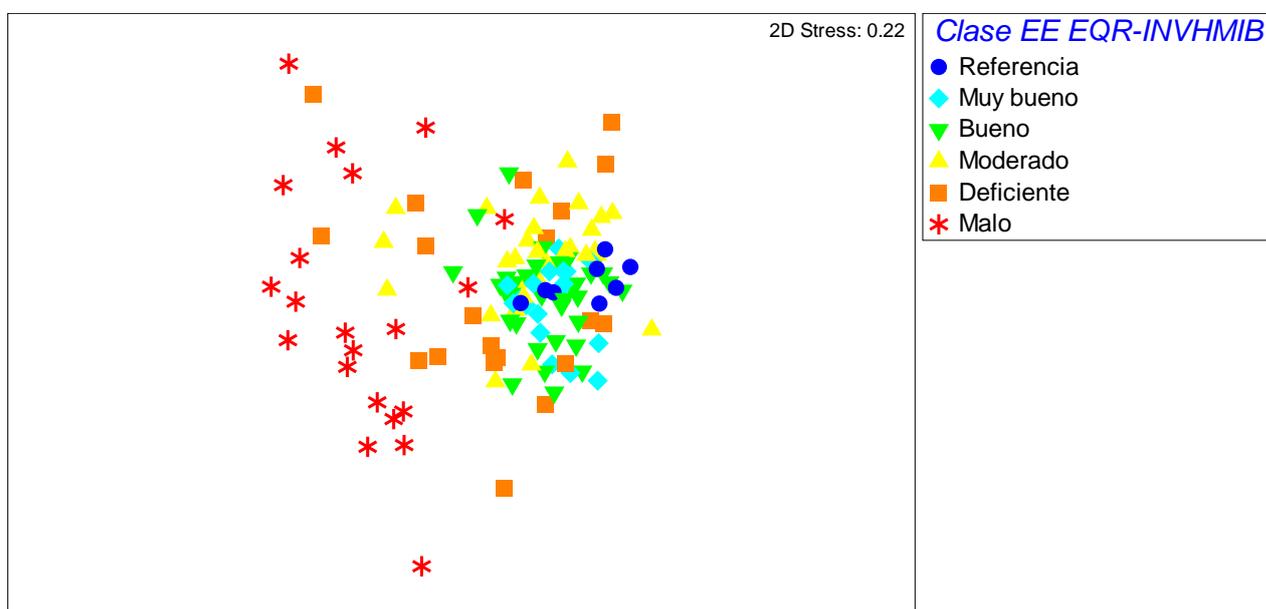


Figura 2.43. Ordenación MDS de las comunidades de invertebrados de las todas las muestras incluidas en el tipo Mesohalino. Las clases de estado ecológico son las correspondientes a la Tabla 2.47a y b.

ID	CAMPAÑA	Riqueza de géneros	Bray Curtis	% Amphipoda +	MM	EQR	EE
		sensibles	(Orden)	Gastropoda+Isopoda			
ME01ZH03-Oto05	oto05	0.727	1.338	0.238	2.303	0.997	Referencia
ME01ZH03-Inv06	pri06	1.091	0.976	0.249	2.316	1.003	Referencia
ME01ZH03-Inv08	pri08	0.909	0.719	0.045	1.674	0.725	Referencia
ME01ZH03-Pri05	ver05	0.909	0.964	0.267	2.140	0.926	Referencia
ME01ZH03-Pri06	ver06	1.091	1.024	0.216	2.331	1.009	Referencia
ME01ZH03-Pri08	ver08	1.091	1.483	0.142	2.716	1.176	Referencia
ME01ZH04nuevo-Inv08	pri08	0.909	0.631	0.248	1.789	0.775	Referencia
ME01ZH04nuevo-Pri08	ver08	1.091	1.062	0.206	2.359	1.022	Referencia
MA19-Pri08	ver08	0.727	1.561	0.280	2.568	1.112	Muy bueno
MA08II-Oto05	oto05	1.091	1.191	0.214	2.496	1.081	Muy bueno
MA07II-Pri08	ver08	0.727	1.535	0.220	2.482	1.075	Muy bueno
MA19-Inv06	pri06	0.727	1.493	0.253	2.473	1.071	Muy bueno
MA01Molini-Pri05	ver05	0.909	1.293	0.241	2.442	1.058	Muy bueno
MA19-Pri06	ver06	0.727	1.466	0.241	2.434	1.054	Muy bueno
MA08II-Inv08	pri08	0.727	1.508	0.191	2.426	1.050	Muy bueno
MA01Molini-Pri08	ver08	0.909	1.268	0.221	2.398	1.038	Muy bueno
MA04ZR07-Oto05	oto05	0.727	1.383	0.254	2.364	1.024	Muy bueno
MA03EsLlacs-Pri06	ver06	1.091	1.157	0.101	2.349	1.017	Muy bueno
MA04Ponts-Pri08	ver08	0.727	1.329	0.256	2.312	1.001	Muy bueno
MA03EsLlacs-Oto05	oto05	0.909	1.255	0.095	2.260	0.978	Muy bueno
MA04ZR02-Pri08	ver08	0.909	1.234	0.113	2.257	0.977	Muy bueno
MA19-Inv08	pri08	0.545	1.451	0.259	2.256	0.977	Muy bueno
MA03EstGross-Pri08	ver08	1.091	1.054	0.081	2.226	0.964	Muy bueno
MA04ZR07-Inv08	pri08	0.727	1.191	0.267	2.186	0.946	Muy bueno
MA08II-Inv06	pri06	0.909	1.117	0.146	2.171	0.940	Muy bueno
ME19ZH03-Pri08	ver08	0.545	1.343	0.288	2.177	0.943	Muy bueno
MA03EsLlacs-Inv08	pri08	1.091	0.897	0.127	2.115	0.916	Bueno
MA07II-Inv08	pri08	0.545	1.401	0.141	2.087	0.904	Bueno
MA03EsLlacs-Inv06	pri06	1.091	0.839	0.157	2.086	0.903	Bueno
MA08II-Pri06	ver06	1.091	0.799	0.197	2.088	0.904	Bueno
MA03Sabar-Inv08	pri08	0.727	1.149	0.211	2.088	0.904	Bueno
MA03Sabar-Inv06	pri06	0.727	1.101	0.248	2.076	0.899	Bueno
MA08II-Pri05	ver05	0.909	0.847	0.299	2.055	0.890	Bueno
MA01Molini-Pri06	ver06	0.909	0.956	0.180	2.044	0.885	Bueno
MA06-Pri08	ver08	0.909	0.854	0.268	2.031	0.879	Bueno
ME19ZH04-Pri05	ver05	0.545	1.265	0.172	1.982	0.858	Bueno
MA04ZR02-Pri06	ver06	0.727	1.159	0.065	1.951	0.845	Bueno
MA04ZR07-Pri08	ver08	0.909	0.881	0.156	1.946	0.843	Bueno
MA03EstGross-Pri06	ver06	0.909	0.934	0.093	1.936	0.838	Bueno
MA04Ponts-Inv08	pri08	0.545	1.131	0.262	1.938	0.839	Bueno
MA03Sabar-Oto05	oto05	0.364	1.273	0.295	1.932	0.837	Bueno
MA01ZR01-Oto05	oto05	0.727	1.101	0.079	1.907	0.826	Bueno
MA01Molini-Inv06	pri06	0.727	1.078	0.091	1.896	0.821	Bueno
ME19ZH04-Inv06	pri06	0.545	1.155	0.198	1.898	0.822	Bueno
MA01Molini-Inv08	pri08	0.727	1.027	0.127	1.882	0.815	Bueno
ME01ZH02-Pri06	ver06	0.727	1.046	0.094	1.867	0.808	Bueno
MA03EsLlacs-Pri08	ver08	0.909	0.709	0.249	1.867	0.808	Bueno
MA07II-Pri06	ver06	0.545	1.076	0.215	1.836	0.795	Bueno
ME19ZH04-Oto05	oto05	0.364	1.246	0.226	1.836	0.795	Bueno
MA19-Oto05	oto05	0.727	0.880	0.227	1.834	0.794	Bueno
MA01ZR01-Pri08	ver08	1.091	0.596	0.108	1.795	0.777	Bueno
ME19ZH03-Inv08	pri08	0.364	1.214	0.219	1.796	0.778	Bueno
MA04ZR07-Pri05	ver05	0.727	0.779	0.286	1.793	0.776	Bueno
MA07II-Inv06	pri06	0.545	0.929	0.289	1.764	0.764	Bueno
MA14ZH01-Oto05	oto05	0.364	1.114	0.271	1.748	0.757	Bueno
ME19ZH04-Inv08	pri08	0.364	1.061	0.300	1.725	0.747	Bueno
MA01ZH02-Oto05	oto05	0.909	0.675	0.108	1.692	0.733	Bueno
ME01ZH02-Pri05	ver05	0.545	0.960	0.187	1.692	0.733	Bueno
ME19ZH04-Pri08	ver08	0.727	0.703	0.264	1.694	0.734	Bueno
EI02-Pri08	ver08	0.545	1.020	0.112	1.678	0.726	Bueno

Tabla 2.47a. Debido al gran tamaño de la tabla, se muestra en esta tabla las muestras entre “Referencia y Bueno”. Valor del EQR-INVHMIB obtenido para cada muestra. (ID=identificador; Los métricos (riqueza de géneros sensibles= número de géneros presentes en referencia, índice Bray-Curtis y porcentaje Amphipoda+Gastropoda+Isopoda aparecen transformados y estandarizados por la mediana (pasos previos para ser sumados y formar el multimétrico); MM=multimétrico; EQR= Ecological Quality Ratio (obtenido de dividir el valor

del MM por la mediana del MM de las referencias). Las muestras aparecen ordenadas en orden descendente en función del EQR-INVHMIB.

ID	CAMPAÑA	Riqueza de géneros sensibles	Bray Curtis (Orden)	% Amphipoda + Gastropoda+Isopoda	MM	EQR	EE
ME01ZH02-Pri08	ver08	1.091	0.511	0.052	1.654	0.716	Moderado
MA06-Inv08	pri08	0.909	0.688	0.053	1.651	0.715	Moderado
MA04ZR02-Inv08	pri08	0.909	0.599	0.141	1.649	0.714	Moderado
MA08II-Pri08	ver08	1.091	0.521	0.028	1.639	0.710	Moderado
MA06-Pri06	ver06	0.909	0.659	0.065	1.633	0.707	Moderado
MA03EstGross-Inv08	pri08	0.727	0.841	0.056	1.624	0.703	Moderado
MA06-Inv06	pri06	0.909	0.648	0.026	1.583	0.685	Moderado
MA19-Pri05	ver05	0.727	0.586	0.276	1.589	0.688	Moderado
MA07II-Oto05	oto05	0.545	0.831	0.177	1.554	0.673	Moderado
MA04ZR07-Pri06	ver06	0.727	0.654	0.159	1.540	0.667	Moderado
ME19ZH04-Pri06	ver06	0.909	0.529	0.067	1.505	0.652	Moderado
MA03Sabar-Pri08	ver08	0.727	0.634	0.119	1.481	0.641	Moderado
MA01ZR01-Inv06	pri06	0.909	0.486	0.051	1.447	0.626	Moderado
MA01ZR01-Inv08	pri08	1.091	0.323	0.027	1.442	0.624	Moderado
MA03EsLacs-Pri05	ver05	1.091	0.178	0.169	1.439	0.623	Moderado
MA14ZH01-Pri06	ver06	0.364	0.765	0.311	1.440	0.623	Moderado
MA14ZH01-Pri08	ver08	0.364	0.784	0.274	1.421	0.615	Moderado
EI02-Pri06	ver06	0.545	0.775	0.074	1.394	0.604	Moderado
MA04ZR02-Pri05	ver05	0.909	0.433	0.047	1.389	0.602	Moderado
ME01ZH02-Inv08	pri08	0.727	0.633	0.012	1.372	0.594	Moderado
MA06-Pri05	ver05	1.091	0.243	0.007	1.341	0.581	Moderado
MA01ZH02-Pri05	ver05	0.182	1.003	0.154	1.339	0.580	Moderado
MA04ZR02-Oto05	oto05	0.909	0.385	0.005	1.299	0.562	Moderado
MA01ZR01-Pri05	ver05	0.909	0.252	0.115	1.276	0.552	Moderado
EI02-Oto05	oto05	0.364	0.846	0.043	1.253	0.543	Moderado
MA03Sabar-Pri05	ver05	0.545	0.391	0.320	1.257	0.544	Moderado
MA01ZR01-Pri06	ver06	1.091	0.071	0.010	1.172	0.508	Moderado
MA01ZH02-Inv06	pri06	0.182	0.890	0.095	1.167	0.505	Moderado
EI02-Inv06	pri06	0.545	0.576	0.030	1.152	0.499	Moderado
MA23Salobar-Pri06	ver06	0.364	0.720	0.065	1.149	0.497	Moderado
MA04ZR02-Inv06	pri06	0.727	0.378	0.030	1.136	0.492	Deficiente
ME19ZH02meso-Pri06	ver06	0.545	0.401	0.194	1.140	0.494	Deficiente
MA01ZH02-Pri08	ver08	0.364	0.664	0.105	1.132	0.490	Deficiente
MA14ZH01-Inv06	pri06	0.364	0.554	0.198	1.115	0.483	Deficiente
MA01Molini-Oto05	oto05	0.727	0.256	0.115	1.098	0.475	Deficiente
MA07II-Pri05	ver05	0.727	0.330	0.034	1.092	0.473	Deficiente
MA01ZH02-Pri06	ver06	0.182	0.699	0.184	1.065	0.461	Deficiente
MA14ZH01-Inv08	pri08	0.364	0.583	0.109	1.056	0.457	Deficiente
MA14ZH01-Pri05	ver05	0.364	0.368	0.292	1.023	0.443	Deficiente
MA23SALOBRAREV-Inv08	pri08	0.182	0.793	0.000	0.975	0.422	Deficiente
MA04ZR07-Inv06	pri06	0.364	0.514	0.086	0.964	0.417	Deficiente
ME19ZH03-Pri05	ver05	0.545	0.280	0.022	0.847	0.367	Deficiente
EI02-Pri05	ver05	0.545	0.178	0.119	0.843	0.365	Deficiente
ME19ZH03-Inv06	pri06	0.545	0.238	0.016	0.800	0.346	Deficiente
MA21Tamarells-Pri08	ver08	0.182	0.356	0.258	0.796	0.345	Deficiente
MA23Salobar-Oto05	oto05	0.364	0.395	0.002	0.761	0.329	Deficiente
EI02-Inv08	pri08	0.545	0.161	0.001	0.707	0.306	Deficiente
ME01ZH02-Inv06	pri06	0.182	0.525	0.000	0.706	0.306	Deficiente
ME19ZH02Oligo-Pri08	ver08	0.000	0.623	0.000	0.623	0.270	Deficiente
ME19ZH03-Oto05	oto05	0.364	0.218	0.010	0.592	0.256	Deficiente
MA06-Oto05	oto05	0.182	0.261	0.078	0.521	0.225	Malo
MA01ZH02-Inv08	pri08	0.182	0.322	0.001	0.505	0.219	Malo
MA27-Inv08	pri08	0.182	0.320	0.001	0.503	0.218	Malo
ME19ZH02meso-Inv08	pri08	0.000	0.467	0.000	0.467	0.202	Malo
MA23Salobar-Pri05	ver05	0.364	0.040	0.004	0.407	0.176	Malo
MA13-Pri06	ver06	0.182	0.217	0.000	0.399	0.173	Malo
ME19ZH02meso-Pri05	ver05	0.182	0.192	0.006	0.380	0.164	Malo
MA23Salobar-Inv06	pri06	0.364	0.011	0.000	0.375	0.162	Malo
ME01ZH02-Oto05	oto05	0.182	0.169	0.004	0.355	0.154	Malo
MA13-Pri05	ver05	0.182	0.155	0.000	0.337	0.146	Malo
ME19ZH02meso-Inv06	pri06	0.182	0.143	0.002	0.327	0.141	Malo
MA21Tamarells-Inv08	pri08	0.182	0.128	0.011	0.321	0.139	Malo
ME19ZH03-Pri06	ver06	0.182	0.097	0.000	0.279	0.121	Malo
MA27-Pri08	ver08	0.000	0.255	0.000	0.255	0.110	Malo
MA13-Inv06	pri06	0.000	0.221	0.000	0.221	0.096	Malo
ME19ZH02meso-Oto05	oto05	0.000	0.204	0.000	0.204	0.088	Malo
ME19ZH02Oligo-Inv08	pri08	0.000	0.199	0.000	0.199	0.086	Malo
MA13-Pri08	ver08	0.000	0.198	0.000	0.198	0.086	Malo
MA13-Oto05	oto05	0.000	0.162	0.000	0.162	0.070	Malo
ME19ZH02meso-Pri08	ver08	0.000	0.132	0.000	0.132	0.057	Malo
MA13-Inv08	pri08	0.000	0.002	0.000	0.002	0.001	Malo

Tabla 2.47b. Debido al gran tamaño de la tabla, se muestra en esta tabla las muestras entre “Moderado a Malo”. Valor del EQR-INVHMIB obtenido para cada muestra. (ID=identificador; Los métricos (riqueza de géneros sensibles= número de géneros presentes en referencia, índice Bray-Curtis y porcentaje Amphipoda+Gastropoda+Isopoda aparecen transformados y estandarizados por la mediana (pasos previos para ser sumados y formar el multimétrico);

MM=multimétrico; EQR= Ecological Quality Ratio (obtenido de dividir el valor del MM por la mediana del MM de las referencias). Las muestras aparecen ordenadas en orden descendente en función del EQR-INVHMIB.

Los cálculos y procedimientos para determinar el límite de los cortes entre las clases de estado ecológico ya fue explicado en el apartado 2.6. Siguiendo las recomendaciones del Boundary Setting Protocol (BSP) los cortes entre clases de estado ecológico, tienen que responder a un significado ecológico. Aquí se presenta la gráfica de dispersión entre los métricos individuales que conforman el multimétrico (eje y) y el valor de EQR (eje x) que refleja el gradiente de presión evaluado por el EQR. El índice multimétrico responde al gradiente de presión (representado con el valor del EQR) y, cuando aumenta la presión, la comunidad de invertebrados se ve afectada, produciéndose un descenso gradual de la calidad ecológica (Figura 2.44). La distribución de las distintas localidades en función de su estado ecológico se puede observar en la Figura 2.44.

Los pares de métricos se entrecruzaron, marcando así las distintas clases o centro de clases para la comunidad de invertebrados (Fig. 2.44); Los cruces fueron:

- Índice de Bray-Curtis *vs.* Riqueza de géneros sensibles
- Índice de Bray-Curtis *vs.* Porcentaje de Amphipoda+Gastropoda+Isopoda

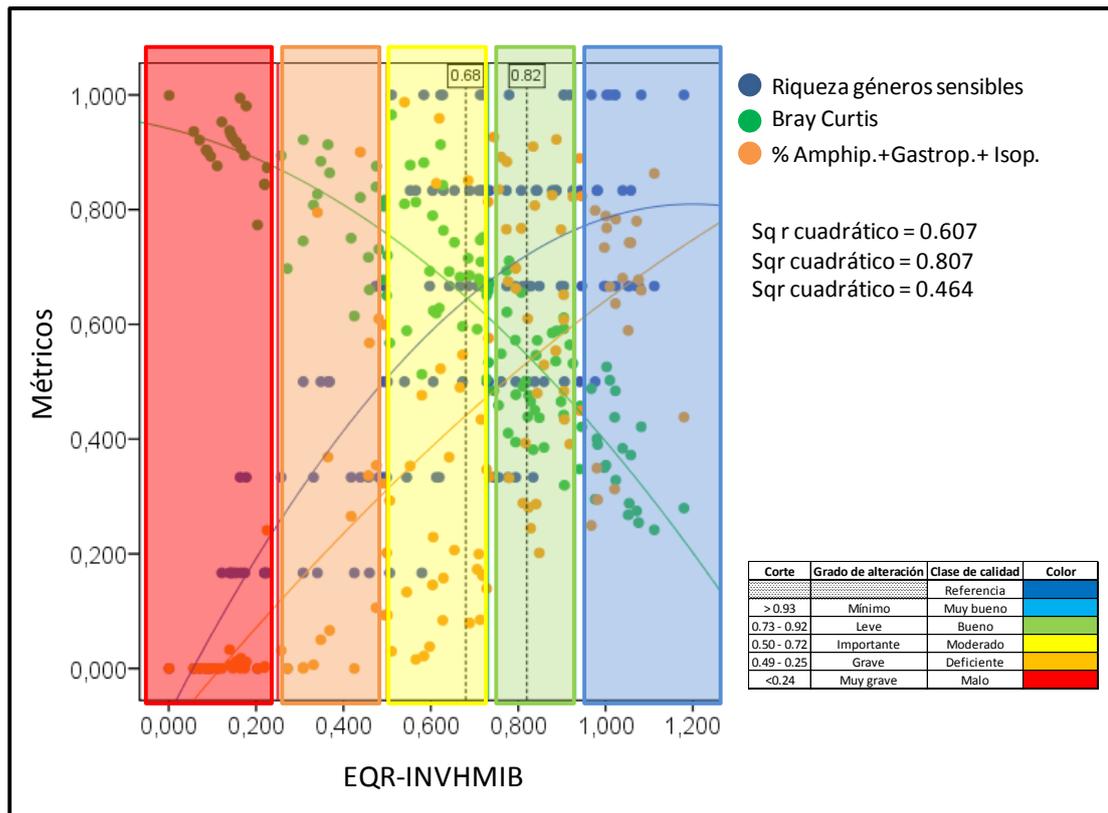


Figura 2.44. Representación de los métricos que componen el multimétrico de invertebrados (INVHMIB-mesohalino) en el gradiente de presión (representado como EQR). Los cuadros de colores representan las clases de estado ecológico. Los límites entre las clases de estado se obtienen en base al P₂₅ de las referencias (0.93, 0.73, 0.5 y 0.25). Las líneas discontinuas representan el cruce entre métricos.

A niveles mínimos de presión los valores de los métricos indicadores de buena calidad son altos, en este caso corresponde a elevados valores de la Riqueza de géneros sensibles y el %Amphipoda+Gastropoda+Isopoda. Cuando la presión aumenta se produce un descenso de ambos métricos, y comienza a aumentar el índice de Bray-Curtis para algunas muestras. La interacción de este último métrico con el %Amphipoda+Gastropoda+Isopoda indican el centro de la clase de estado *Bueno*. El límite entre las clases de estado *Bueno/Moderado* viene definido por el cruce entre los métricos Riqueza de géneros sensibles e índice de Bray-Curtis. A este nivel el índice de Bray-Curtis comienza a aumentar (es decir, aumenta la distancia de las muestras a las referencias) y el número de taxones sensibles disminuye respecto al *Buen* estado. Nos encontramos con una comunidad que ya está bastante afectada y que no puede recuperarse rápidamente. A mayores presiones, el número de taxones sensibles ha

disminuido considerablemente, así como el %Amphipoda+Gastropoda+Isopoda, sólo el índice de Bray-Curtis aumenta, lo cual indica un aumento paralelo de las presiones. Dado este punto el estado ecológico alcanzado es *Deficiente* y la situación es muy difícil de recuperar. Finalmente el estado *Malo* está dominado por una comunidad que se aleja mucho de la comunidad de referencia.

En general, hay una muy buena aproximación entre la interpretación de los métricos y los bordes y centro de clases que inicialmente se habían establecido a partir del percentil 25 (P_{25}) de las referencias. Como se verá posteriormente, llegado el momento de la integración entre los dos componentes biológicos, se va a tener en cuenta un 5% de incertidumbre en la asignación del estado ecológico final, por lo que se propone mover el borde entre el *Bueno* y *Moderado* desde 0.73 a 0.68, gracias a ello el centro de clases entre *Bueno/Moderado* queda físicamente centrado (corresponde exactamente con el cruce entre la riqueza de géneros sensibles y el índice de Bray-Curtis) (Figura 2.44).

Multimétrico Fitoplancton (FITOHMIB): Para el cálculo del MIB del tipo Mesohalino se seleccionaron dos métricos que cumplen los requerimientos de las definiciones normativas especificados por la DMA (anexo V, punto 1.2.3): biomasa fitoplanctónica expresada como clorofila a y composición taxonómica, para lo cual se utilizó el porcentaje del métrico Diatomeas + Prasinofíceas + Criptofíceas ambos de la campaña de invierno y primavera 2008.

La sola utilización de las campañas de 2008 (y no del resto de años, 2005 y 2006) para el cálculo del multimétrico, fue debido al cambio de metodología realizado entre las campañas 2005/06 (método Ûthermol) y 2008 (epifluorescencia) con el fin de establecer metodologías comunes a nivel nacional (tal como se explicó en la sección 2.5.3). Debido a los diferentes niveles de resolución de ambos métodos los grupos taxonómicos utilizados para el métrico %Diatomeas + Prasinofíceas + Criptofíceas, solo pudieron ser calculado para las campañas de 2008.

Tipo de métrico	Métrico Mesohalino
Biomasa	Clorofila a
Composición	Prasinofíceas + Diatomeas + Criptofíceas

Tabla 2.48. Relación de métricos seleccionados para la elaboración del multimétrico del tipo Mesohalino.

Como era de esperar, tanto la clorofila a como el porcentaje de criptofíceas, diatomeas y prasinofíceas se correlacionan negativamente con el EQR-FITOHMIB (Tabla 2.48), es decir, que a medida que estas comunidades fitoplanctónicas y/o la Cl-a aumentan, el estado ecológico de las aguas de transición estudiadas empeora. Para estudiar la respuesta del multimétrico obtenido como indicador biológico, se hicieron correlaciones entre los valores de los métricos individuales y el valor del EQR-FITOHMIB con los ejes de presión identificados previamente. El valor del EQR-FITOHMIB obtenido se correlaciona con varios de los gradientes de presión extraídos, existiendo una correlación positiva con el gradiente del PCA general II (PC2 mesohalino), relacionado negativamente a su vez con las formas fosfatadas, Cl-a y AFDM (lo que significa que al aumentar los valores de estas variables fisicoquímicas el estado ecológico de las masas de agua empeora) y positivamente con la relación DIN/P-PO₄³⁻. Por otro lado, el EQR se encuentra relacionado también positivamente con el PC2 trófico (relacionado de forma negativa con fosfatos, Cl-a y AFDM (Tabla 2.49). Se observa que la Cl-a presenta correlaciones muy similares a las obtenidas con el EQR-FITOHMIB (Tabla 2.49), al ser parte del multimétrico.

MESOHALINO	EQR	Cl-a µg/L	%Cripto+diato+pras(*)
EQR	n.s.	-0.516	-0.846
Cl-a µg/L	-0.516	n.s.	n.s.
% Cripto+diato+pras(*)	-0.846	n.s.	n.s.
PC1 mesohalino	n.s.	n.s.	n.s.
PC2 mesohalino	0.294	-0.719	n.s.
PC3 mesohalino	n.s.	n.s.	n.s.
medias PC1 mesohalino	n.s.	n.s.	n.s.
medias PC2 mesohalino	n.s.	0.530	n.s.
medias PC3 mesohalino	n.s.	n.s.	n.s.
PC1 trófico	n.s.	n.s.	n.s.
PC2 trófico	0.337	-0.742	n.s.
PC3 trófico	n.s.	n.s.	n.s.
medias PC1 trófico	n.s.	n.s.	n.s.
medias PC2 trófico	n.s.	0.527	n.s.
medias PC3 trófico	n.s.	n.s.	n.s.

Tabla 2.49. Tabla de correlación ente EQR-FITOHMIB y los métricos utilizados para el cálculo del multimétrico de fitoplancton para el tipo Mesohalino, con los

gradientes de presión generados con el PCA (ver texto). PC trófico= Gradiente trófico por campañas; medias PC trófico = Gradiente trófico por medias; PC mesohalino = Gradiente General por campañas; media PC mesohalino = Gradiente general por medias. Los números indican los ejes extraídos con el PCA. Se muestra el valor del coeficiente de correlación (*Rho Spearman*) obtenido entre dos variables. n.s. = correlaciones no significativas ($p > 0.05$). *cripto+diato+pras = porcentaje de Criptofíceas + Diatomeas + Prasinofíceas.

Una vez comprobado el funcionamiento de los indicadores que componen el EQR-FITOHMIB para el tipo Mesohalino, así como los cortes correspondientes a cada clase de estado ecológico (metodología de establecimiento de clases de estado, en el apartado 2.6), se analiza el cambio que se produce en los valores del índice al disminuir la clase de estado ecológico. Existe una clara segregación de las muestras a lo largo del gradiente en función del valor del EQR-FITOHMIB obtenido, lo que confirma su funcionamiento como indicador de degradación trófica (Figura 2.45). En particular, se muestra la relación del EQR-FITOHMIB con los gradientes trófico y general (PC2 trófico y PC2 mesohalino), que se corresponden con gradientes tróficos, relacionándose ambos negativamente con la clorofila *a* (Fig. 2.45) (ver apartado 2.7.4.4.2.). De forma general, los puntos con un valor de EQR-FITOHMIB mayor se corresponden con aquellas zonas húmedas con un menor contenido de nutrientes y menor valor promedio de biomasa fitoplanctónica, incrementándose el valor promedio de ambos parámetros en condiciones de enriquecimiento en nutrientes (Fig. 2.45)

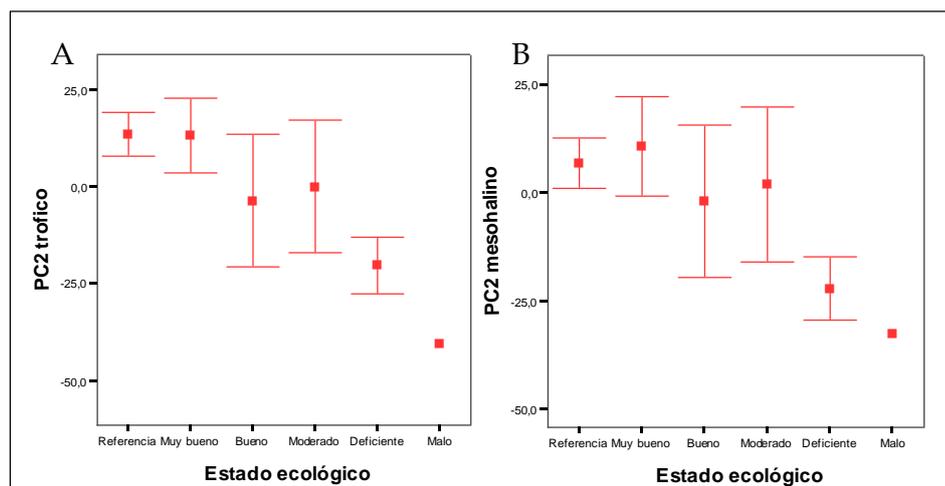


Figura 2.45. Correspondencia entre el gradiente de presión trófico (PC2trófico), el eje que representa un gradiente general (PC2 mesohalino) y la clase de estado ecológico del EQR-FITOHMIB de fitoplancton del tipo Mesohalino.

El cambio que se produce en el valor del EQR-FITOHMIB a lo largo del gradiente trófico, también se refleja en un cambio en las condiciones físico-químicas, (Fig. 2.46, Tabla 2.50) entre las 5 clases de estado identificadas. En este caso se ha representado la Cl-a por ser la variable más correlacionada con el EQR.

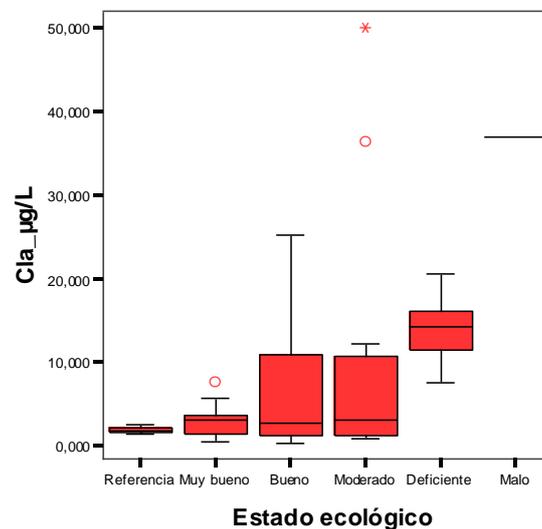


Figura 2.46. Cambio que se produce en el valor de ciertas variables medioambientales con las clases de estado. La figura muestra diagrama de caja para valor medio de la variable Cl-a, variable seleccionada por su mayor correlación con el EQR-FITOHMIB. La línea central en la caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango.

Variable		Clase EQR Fitoplancton					
		Referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Cl-a µg/L	Media	2.00	3.14	7.20	9.63	14.04	36.99
	Mediana	1.96	3.17	2.91	3.26	14.26	36.99
	EE	0.23	0.66	1.84	3.98	2.18	.

Tabla 2.50. Tabla resumen del valor de aquella variable medioambiental más correlacionada con los valores de EQR-FITOHMIB obtenidos para el tipo Mesohalino. Se muestran los valores medios, error típico de la media (EE, error estándar) y mediana para cada una de las 6 clases de estado definidas con el valor de EQR-FITOHMIB obtenido.

En cuanto a los dos métricos seleccionados (%Criptofíceas+Diatomeas+Prasinofíceas y Cl-a) se observa que son buenos métricos discriminadores de las muestras con un peor estado

ecológico (Fig. 2.47). La variabilidad que encontramos en las muestras de referencia (Fig. 2.47 A) puede ser debida a que para el cálculo de este métrico sólo se están teniendo en cuenta las dos últimas campañas (invierno y primavera 2008).

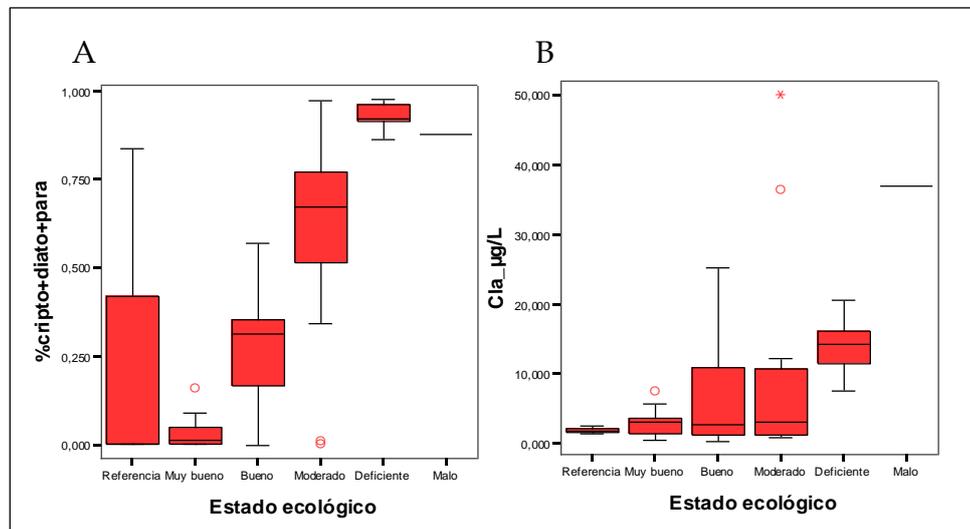


Figura 2.47. Cambio que se produce en el valor de los métricos individuales con las clases de estado. La figura muestra diagrama de caja para dos métricos indicadores: A) porcentaje de Criptofíceas + Diatomeas + Prasinofíceas, y B) Biomasa fitoplanctónica en forma de clorofila *a*. La línea central en la caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango.

Para comprobar si las clases del estado ecológico que han sido definidas por el EQR-FITOHMIB se corresponden con la composición y abundancia de las comunidades fitoplanctónicas, se ha realizado una ordenación MDS con todas las muestras incluidas en este tipo (Fig. 2.48), adjudicándosele a cada muestra la clase en la que ha sido incluida según el multimétrico (Tabla 2.51). En la ordenación se puede observar una variación gradual del estado ecológico en el espacio de la mayoría de las localidades de tipo mesohalino (invierno y primavera 2008), tres de las *referencias* se encuentran agrupadas a la derecha de la ordenación seguidas de las localidades en estado *Bueno*, *Moderado*, *Deficiente* y *Malo* (Fig.2.48); se puede ver una excepción con la referencia *ME01ZH03-ver08* situada cerca de la localidad *ME19ZH03-ver08* (con estado ecológico *Malo*), que se atribuye a un aumento puntual de la concentración de nutrientes en primavera a consecuencia de la evaporación del agua.

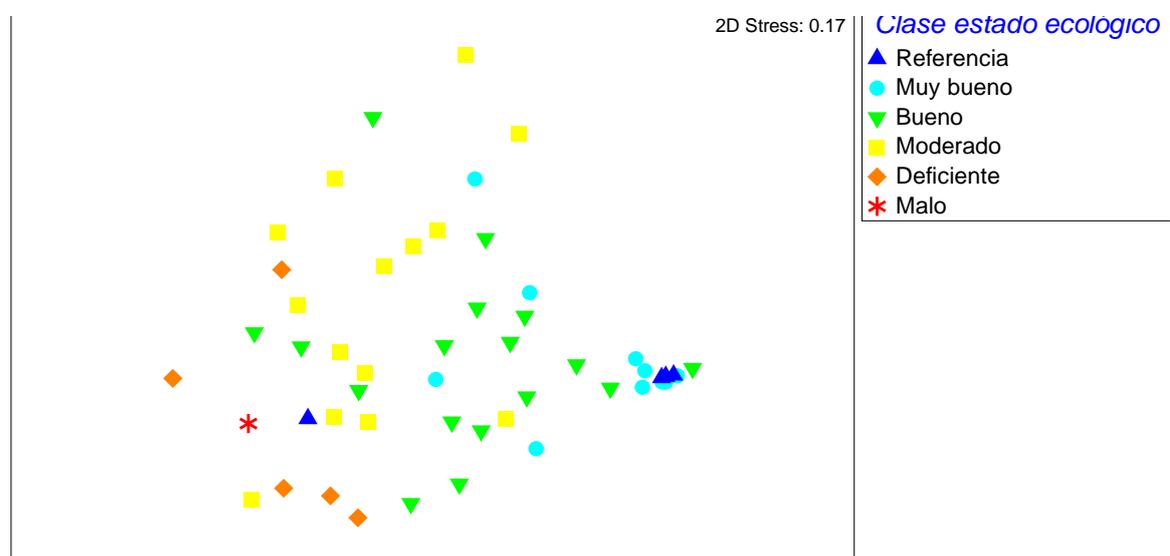


Figura 2.48. Ordenación MDS de las comunidades de fitoplancton de las todas las muestras incluidas en el tipo Mesohalino. Las clases de estado ecológico son las correspondientes a la Tabla 2.51.

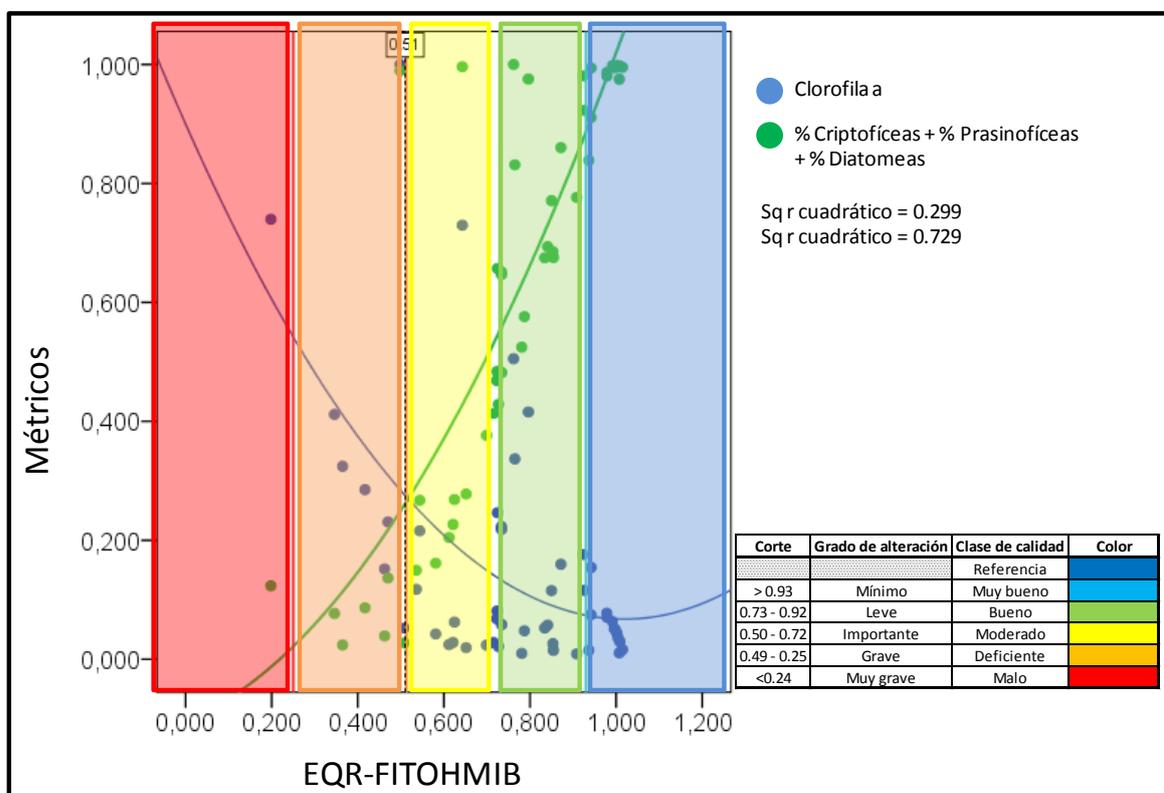
ID	%Cripto+diato+pras	Cl-a µg/L	MM	EQR-FITOHMIB	Clase
ME01ZH03-inv08	1.000	1.003	2.004	1.004	Referencia
ME01ZH03-pri08	0.162	0.997	1.159	0.581	Referencia
ME01ZH04nuevo-inv08	1.002	1.010	2.012	1.008	Referencia
ME01ZH04nuevo-pri08	1.000	0.987	1.987	0.996	Referencia
MA04Ponts-pri08	1.000	1.024	2.024	1.014	Muy bueno
MA23SALOBRRAREV-pri08	0.980	1.030	2.010	1.007	Muy bueno
MA04ZR07-inv08	1.004	0.995	1.999	1.002	Muy bueno
MA04ZR07-pri08	1.002	0.991	1.992	0.999	Muy bueno
MA06-inv08	1.003	0.975	1.978	0.991	Muy bueno
MA03Sabar-inv08	0.985	0.967	1.953	0.979	Muy bueno
MA03Sabar-pri08	0.991	0.960	1.952	0.978	Muy bueno
MA06-pri08	0.999	0.880	1.879	0.942	Muy bueno
ME01ZH02-inv08	0.915	0.963	1.878	0.941	Muy bueno
MA01ZH02-inv08	0.843	1.025	1.868	0.936	Muy bueno
MA14ZH01-pri08	0.927	0.920	1.848	0.926	Bueno
MA08II-pri08	0.986	0.858	1.843	0.924	Bueno
ME19ZH02meso-pri08	0.780	1.032	1.812	0.908	Bueno
MA19-pri08	0.864	0.875	1.739	0.872	Bueno
MA03EstGross-inv08	0.679	1.025	1.704	0.854	Bueno
MA03EstGross-pri08	0.688	1.014	1.702	0.853	Bueno
MA04ZR02-pri08	0.775	0.921	1.695	0.850	Bueno
MA27-pri08	0.697	0.981	1.678	0.841	Bueno
MA07II-pri08	0.678	0.986	1.664	0.834	Bueno
EI02-pri08	0.980	0.608	1.588	0.796	Bueno
MA01ZR01-pri08	0.579	0.991	1.570	0.787	Bueno
ME19ZH04-pri08	0.527	1.031	1.558	0.781	Bueno
MA13-inv08	0.835	0.690	1.526	0.765	Bueno
MA04ZR02-inv08	1.005	0.515	1.520	0.762	Bueno
ME19ZH03-inv08	0.484	0.980	1.465	0.734	Bueno
ME01ZH02-pri08	0.650	0.814	1.464	0.734	Bueno
MA01Molini-inv08	0.655	0.809	1.463	0.733	Bueno
ME19ZH04-inv08	0.431	1.019	1.449	0.726	Moderado
MA21Tamarells-pri08	0.660	0.784	1.444	0.724	Moderado
MA23SALOBRRAREV-inv08	0.486	0.957	1.443	0.723	Moderado
MA03EsLlacs-inv08	0.471	0.970	1.441	0.722	Moderado
ME19ZH02Oligo-pri08	0.415	1.012	1.427	0.715	Moderado
MA04Ponts-inv08	0.378	1.016	1.394	0.699	Moderado
ME19ZH02meso-inv08	0.279	1.021	1.300	0.651	Moderado
ME19ZH02Oligo-inv08	1.001	0.281	1.282	0.643	Moderado
MA03EsLlacs-pri08	0.270	0.976	1.246	0.624	Moderado
MA27-inv08	0.228	1.011	1.239	0.621	Moderado
MA08II-inv08	0.206	1.015	1.221	0.612	Moderado
MA01Molini-pri08	0.268	0.816	1.085	0.544	Moderado
MA01ZH02-pri08	0.150	0.918	1.069	0.536	Moderado
MA13-pri08	0.028	0.986	1.014	0.508	Moderado
MA14ZH01-inv08	0.994	0.000	0.994	0.498	Moderado
EI02-inv08	0.137	0.801	0.938	0.470	Deficiente
MA21Tamarells-inv08	0.039	0.883	0.922	0.462	Deficiente
MA01ZR01-inv08	0.087	0.744	0.831	0.416	Deficiente
MA07II-inv08	0.024	0.703	0.727	0.365	Deficiente
MA19-inv08	0.077	0.612	0.690	0.346	Deficiente
ME19ZH03-pri08	0.124	0.271	0.395	0.198	Malo

Tabla 2.51. Valor del EQR-FITOHMIB obtenido para cada muestra. (ID=identificador; Cla µg/L=clorofila a; %Cripto+diato+pras = porcentaje de criptofíceas + diatomeas + prasinofíceas ambos previamente transformados, estandarizados y normalizados; MM=multimétrico; EQR= índice de calidad ecológica). Las muestras aparecen ordenadas en orden descendente en función del EQR-FITOHMIB.

Los cálculos y procedimientos para determinar el límite de los cortes entre las clases de estado ecológico ya fue explicado en la sección 2.6. Aquí se presenta la gráfica de dispersión entre los métricos individuales que conforman el multimétrico (eje y) y el valor de EQR (eje x). El índice multimétrico responde al gradiente de presión (representado con el valor del EQR). Cuando incrementa la presión, la comunidad de fitoplancton se ve afectada, produciéndose un descenso gradual de la calidad ecológica (Figura 2.49).

Ambos métricos considerados se entrecruzaron, marcando el límite entre las clases de EE *Bueno/Moderado* (Fig. 2.49); el cruce fue:

- Clorofila a vs Porcentaje de criptofíceas + prasinofíceas + diatomeas.



Figuras 2.49. Representación de los métricos que componen el multimétrico de fitoplancton (FITOHMIB-mesohalino) en el gradiente de presión (representado como EQR). Las líneas son los bordes de las clases que se obtienen en base al P₂₅ de las referencias (0.93, 0.73, 0.5 y 0.25).

La mayoría de las localidades se concentran en valores bajos de presión (entre estado ecológico *Bueno* y *Muy bueno*). A medida que aumenta la presión se puede observar un empeoramiento del estado ecológico en ambos métricos. El cruce entre clorofila-a y

porcentaje de criptofíceas+diatomeas+prasinofíceas define el límite de estado *Bueno* a *Moderado*, siendo el corte entre ambos métricos el mismo que el corte establecido entre estas dos clases (0.5).

2.7.5.3. Modelo general por tipo: EUHALINO

Como se ha venido observando a lo largo del presente informe, el tipo Euhalino presenta unas condiciones físico-química muy peculiares, con valores de nutrientes y biomasa fitoplanctónica más elevada en las mejores clases de Estado Ecológico, incluyendo las referencias, que en las peores clases de Estado (Tablas 2.17 y 2.67). Sin embargo, como también se ha explicado en apartados anteriores la elección de las masas de agua de referencia están perfectamente justificadas. Las masas de agua de tipo euhalino pueden ser consideradas como sistemas naturalmente eutróficos y de ambientes estresados, en las que otras clases de presiones, como las modificaciones hidromorfológicas, especialmente aquéllas encaminadas hacia la explotación por el hombre, como las salinas, son las causantes de provocar un mal estado ecológico. En la Figura 2.50 se han diferenciado de forma muy básica las masas de aguas en base a la existencia en ellas de alteraciones hidromorfológicas; así, se han distinguido aquellas masas de aguas transformadas en salinas y masas de agua que conservan su estado natural (i.e., nula o escasa alteración hidromorfológica). Dentro de las salinas se han diferenciado los tanques evaporadores (i.e., el tanque más externo de las salinas y más cercanos al estado natural), y dentro de las naturales, se han diferenciado aquéllas seleccionadas como referencias (Ses Gambes -MA20 I- y S'Espalmador -FO04-). Como se puede observar, se forman dos grandes grupos, las salinas por un lado, y el resto de masas de aguas que incluye aquéllas en estado natural, las referencias y el tanque evaporador de las salinas. Como puede observarse, y como ya se explicó en el apartado 2.7.3.3., las referencias quedan dispersas entre las masas de agua naturales.

En definitiva, parece obvio que en el caso del tipo euhalino sería más correcto utilizar un multimétrico que respondiera a presiones encaminadas a detectar alteraciones en su hidromorfología, más que a sus características físico-químicas. Por ello y tras tediosos e intensos análisis estadísticos teniendo en cuenta los dos elementos biológicos de calidad considerados en este informe, invertebrados y fitoplancton, se ha decidido que es más correcto para asignar una de las clases de Estado Ecológico, utilizar sólo los invertebrados como elemento bioindicador, ya que el fitoplancton no fue capaz de responder a estas

alteraciones de naturaleza física, no químicas. Resultó inviable definir un multimétrico para el caso del fitoplancton, ya que las mayores concentraciones de clorofilas y de biomasa fitoplanctónica en general, eran halladas en aquellas masas de aguas con mejor Estado. No obstante, estas son las conclusiones llegadas con la metodología utilizada en este informe para el fitoplancton, no se descarta que otro tipo de métodos (e.i., teledetección) sean más eficaces, al menos en el caso de euhalino.

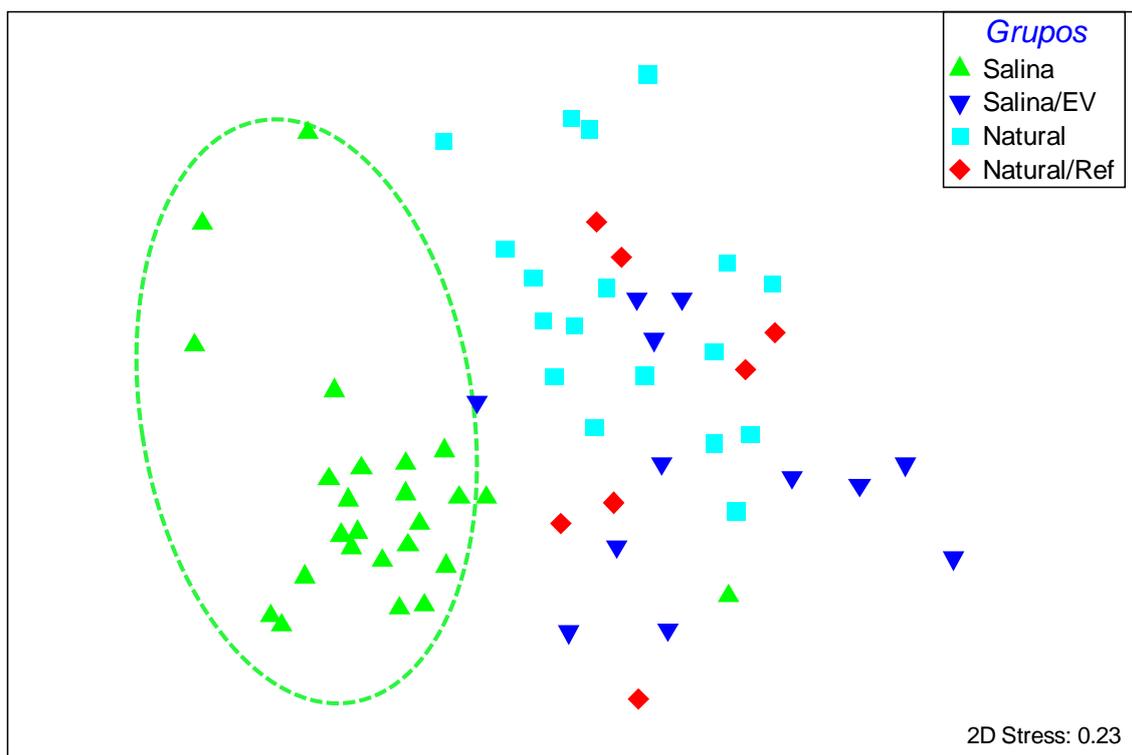


Figura 2.50. Ordenación MDS de las masas de aguas euhalinas en base a la comunidad de invertebrados (géneros). Se ha diferenciado diferentes niveles en función de su hidromorfología: Salina: incluye tanques Calentadores y Cristalizadores; Salina/EV: indican solo los tanques Evaporadores; Natural: con ninguna o poco alteración hidromorfológica; Natural/Ref: masas de aguas seleccionadas como referencias.

Multimétricos Invertebrados (INVHMIB).- Para el cálculo del INVHMIB del tipo Euhalino se seleccionaron 2 métricos que cumplen los requerimientos normativos especificados por la

DMA (anexo V, punto 1.2.3): taxones sensibles, se utilizó la riqueza de los géneros que caracterizan a las muestras de las referencias, obtenidas mediante la rutina SIMPER y en este caso fueron: *Cletocamptus* sp., *Corixidae* Gen. sp., *Halocladius* sp., *Heterocypris* sp., *Nemotelus* sp. y *Sigara* sp.; métricos basados en abundancia y composición, se utilizó la abundancia relativa del anacostráceo, *Artemia salina*. Este crustáceo está asociado a aguas limpias pero también son tolerantes a bajos niveles de oxígenos, en nuestro estudio hemos comprobado que el mayor porcentaje de *Artemia salina* se encuentra en los ecosistemas seminaturales, las salinas. Así, se ha incluido este métrico que valora positivamente a aquéllos sistemas naturales y penaliza a los sistemas hidromorfológicamente alterados, como las salinas. (Tabla 2.52).

Tipo de Métrico	INVHMIB-euh
Riqueza de géneros - sensibilidad	Riqueza géneros sensibles
Abundancia relativa de <i>Artemia salina</i>	% <i>Artemia salina</i>

Tabla 2.52. Relación de métricos seleccionados para la elaboración del MIB del tipo Euhalino.

Como cabría esperar, el valor del métrico individual riqueza de géneros sensibles se correlacionó positivamente con el valor de EQR-INVHMIB (Tabla 2.52). Mientras que el métrico porcentaje de *Artemia salina* (utilizado para indicar masas de aguas semiartificiales - salinas-) se correlacionó negativamente con el de EQR-INVHMIB.

Se debe aclarar que el métrico porcentaje de *Artemia salina* ha sido utilizado en este caso, como un métrico indicador de alteraciones hidromorfológicas, ya que permitió identificar las salinas del resto del grupo de muestras. De hecho *A.salina* es un taxón que se correlacionó negativamente con valores elevados de nitrógeno y clorofila a, que prefiere aguas claras, aunque es bastante tolerante a niveles fluctuantes de oxígeno. En el caso de las Islas Baleares, se detectó la presencia de *A.salina* en otras masas de aguas euhalinas que no eran propiamente salinas, sin embargo la presencia en estos humedales, fue muy inferior cuando se comparó con la presencia de *A.salina* en salinas. Se debe especificar, que en las Islas Baleares a fecha de hoy, solo está presente esta especie de *Artemia*, a diferencia de la Península, donde la emparentada e invasora especie *Artemia francicana* está causando graves

problemas y llevando en algunos casos, casi al peligro de extinción a la autóctona *A.salina*. Si este métrico quisiera ser utilizado en la Península u otros lugares donde ambas especies están presentes, tendría que hacerse un estudio más profundo. Como ha sido explicado, el uso de este métrico está dirigido a detectar presiones causadas por las alteraciones hidromorfológicas que conlleva una salina, más que a las condiciones físico-químicas del agua, para lo cual fue combinado con otro índice, la riqueza de taxones sensibles.

Para estudiar la respuesta del MIB obtenido como indicador biológico, se hicieron correlaciones entre los valores de los métricos individuales y el valor del EQR-INVHMIB con los ejes de presión identificados previamente (ver apartado 2.7.4). El EQR-INVHMIB se correlacionó con el primer eje de cada uno de los gradientes estudiados (trófico y general por tipo, tanto por campañas como por medias). La respuesta general del EQR-INVHMIB fue una relación positiva con el nitrógeno y la clorofila *a*, y negativa con el fósforo. Respecto a los métricos individuales la riqueza de géneros sensibles, presentó una respuesta idéntica al EQR-INVHMIB, mientras que el porcentaje de *Artemia salina* respondió a un mayor número de presiones, y en sentido contrario que el métrico anterior y el EQR-INVHMIB (Tabla 2.52).

Euhalino	EQR-INVHMIB	% <i>Artemia salina</i>	Riqueza géneros sensibles
EQR-INVHMIB	-	-0.846	0.891
% <i>Artemia salina</i>	-0.846	-	-0.511
Riqueza géneros sensibles	0.891	-0.511	-
PC1 euhalino	-0.446	0.397	-0.382
PC2 euhalino	n.s.	n.s.	n.s.
PC3 euhalino	n.s.	n.s.	n.s.
Media PC1 euhalino	-0.511	0.436	-0.451
Media PC2 euhalino	n.s.	n.s.	n.s.
Media PC3 euhalino	n.s.	0.359	n.s.
PC1 trófico	0.407	-0.369	0.341
PC2 trófico	n.s.	n.s.	n.s.
PC3 trófico	n.s.	n.s.	n.s.
Media PC1 trófico	-0.518	0.427	-0.470
Media PC2 trófico	n.s.	n.s.	n.s.
Media PC3 trófico	n.s.	0.327	n.s.

Tabla 2.52. Tabla de correlación ente EQR-INVHMIB y los métricos utilizados para el cálculo del multimétrico de invertebrados para el tipo Euhalino, con los gradientes de presión generados con el PCA (ver texto). PC euhalino=Gradiente General por campañas; media PC euhalino= Gradiente general por medias; PC trófico= Gradiente trófico por campañas; media PC trófico= Gradiente trófico por medias. Los números indican los ejes extraídos con el PCA. Se muestra el valor del coeficiente de correlación (*Rho Spearman*) obtenido entre dos variables. ns = correlaciones no significativas ($p > 0.05$).

Una vez comprobado el funcionamiento de los métricos individuales que componen el EQR-INVHMIB para el tipo Euhalino, así como los cortes correspondientes a cada clase de estado ecológico (ver metodología general para el establecimiento de las clases de estado, en el apartado 2.6), se analiza el cambio que se produce entre las clases de estado ecológico, a lo largo del gradiente de presión. Existe una segregación de las muestras a lo largo del gradiente en función del valor del EQR-INVHMIB obtenido (Fig. 2.51). En concreto, se muestra la relación del EQR-INVHMIB con el gradiente trófico obtenido con las medias (media PC1 trófico) y el gradiente general también obtenido por las medias (media PC1 euhalino), los cuales habían sido identificados como un gradiente trófico, relacionados negativamente con la clorofila a y compuestos nitrogenados, pero positiva con el fósforo (ver apartado 2.7.4.5.). Se observa que las masas de aguas pertenecientes a las referencias y con buen estado ecológico (i.e., valor de EQR-INVHMIB elevado) se corresponden con aquellas zonas húmedas con altos contenidos en nitrógenos y clorofila a, pero bajos niveles de fósforo (Fig. 2.43). Esta es la paradoja que se ha detectado en las aguas de transición euhalinas en las Islas Baleares. Las masas de aguas identificadas como referencia o con mejor estado ecológico, son las que presentan unas características más eutróficas, frente a las masas de agua en peor estado ecológico que son más oligotróficas. Se debe tener en cuenta, como ya se ha adelantado en párrafos anteriores, que en el caso del tipo euhalino, una de las mayores presiones, no es debida tanto a la calidad físico-química de las aguas, sino a las alteraciones hidromorfológicas de las masas de aguas. Como se puede ver en el apartado (2.7.6.3) las aguas de transición con peor estado ecológico, son las que han sufrido o sufren alteraciones en su hidromorfología, pero que presentan condiciones más oligotróficas, ya que son masas de aguas muy conectadas al mar, con una alta tasa de renovación o incluso cercanas a las características de aguas costeras, con fondos muy alterados que no contienen apenas sedimento; se tratan de las salinas (principalmente los tanques calentadores y cristalizadores), y el estany Pudent y Peix. Sin embargo, las masas de agua en mejor estado ecológico, son aquéllas naturales, con pocas o nulas presiones antropogénicas, pero que debido a su ciclo natural y sus características (e.i., masas de aguas leníticas/estancadas, pocos aportes de agua dulce, escasa tasa de renovación) se favorece la acumulación de los nutrientes, incluso aquellos que proceden de fuentes naturales (e.i., materia orgánica en descomposición, defecaciones de animales -aves, peces...-). Estas condiciones se pueden considerar como “naturalmente eutróficas”. La elección de las masas de aguas de referencia como ya se explicó en el apartado 2.7.2 es perfectamente coherente y justificable, ya que son

humedales, con escasa o nula presión antropogénica (ya sea de sus condiciones hidromorfológicas o de la calidad físico-química de sus aguas). Por tanto es de esperar que los valores de EQR respondan de forma positiva a medida que aumentan los nutrientes (indicando situación de “naturalización”), y negativa a medida que disminuyen (indicando situaciones de alteración hidromorfológica).

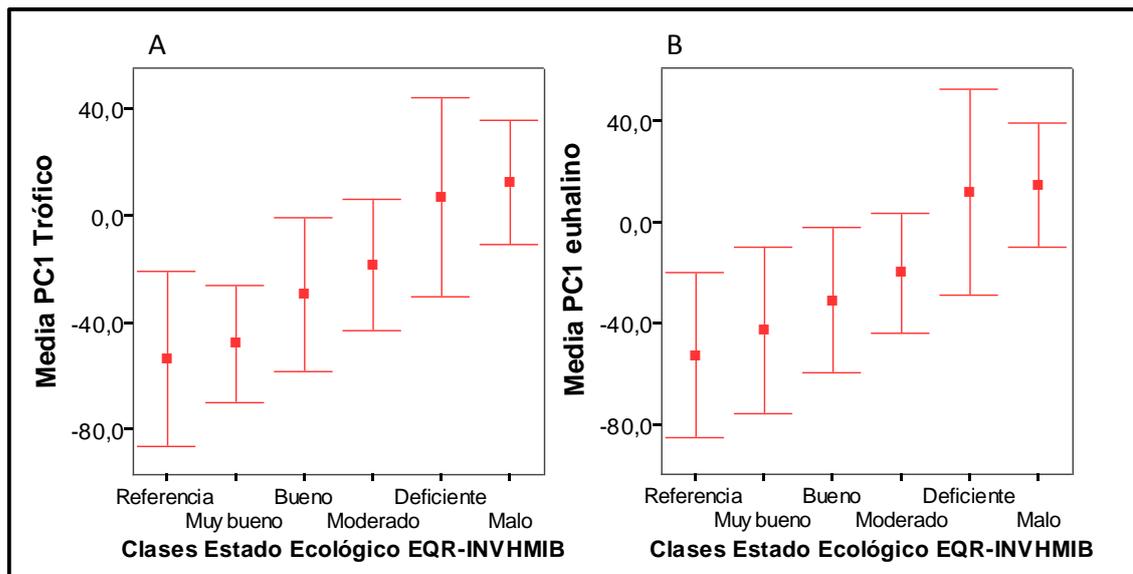


Figura 2.51. Correspondencia entre los gradientes de presión: trófico obtenido con las medias (media PC1 Trófico) y gradiente general también obtenido con las medias (media PC2 euhalino) y las clases de estado del EQR-INVHMIB del tipo Euhalino.

En relación a la respuesta de las clases de estado ecológico derivadas del EQR-INVHMIB y las variables individuales, en concreto algunos nutrientes, se observa que en general los valores son bastante similares entre las clases (Tabla 2.53, Figura 2.52), aunque hay diferencias en cuanto al patrón de fluctuación. En el caso del fósforo total y nitritos, a medida que la clase de estado ecológico empeora las fluctuaciones son más grandes, mientras que para el nitrógeno total y el fosfato no se observa ningún patrón. Estos resultados vuelven a indicar lo que ya se explicó en el párrafo anterior, es decir, cierta independencia del multimétrico de invertebrados del estado trófico de los humedales euhalinos, y la posibilidad de la existencia en éstos de otro tipo de presión a la que

realmente estén respondiendo los invertebrados, como por ejemplo la modificación del hábitat debida a la actividad humana en las salinas.

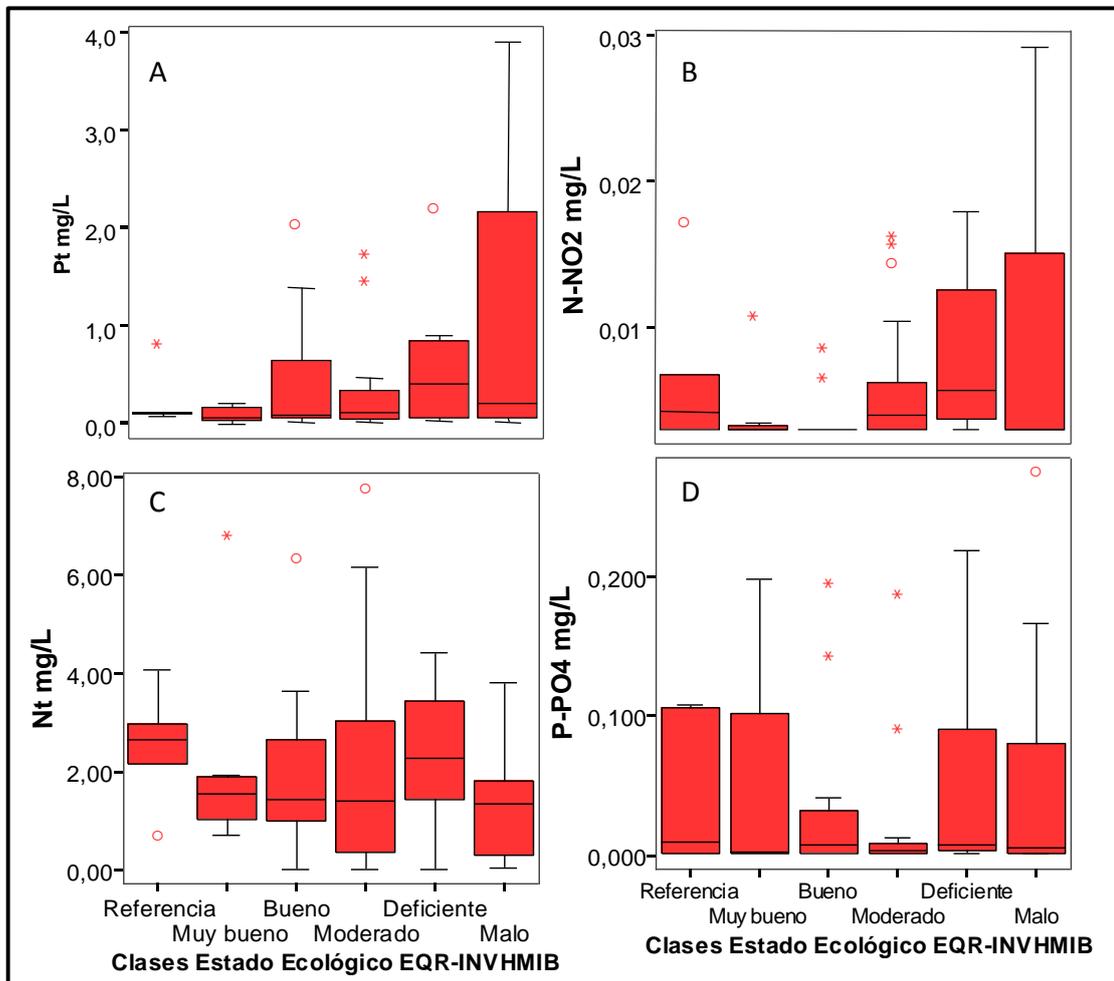


Figura 2.52. Cambio que se produce en el valor de ciertas variables medioambientales con las clases de estado. La figura muestra: A) diagrama de caja para el valor promedio de fósforo total, y B) diagrama de caja para el valor promedio del nitrógeno total. La línea central en la caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que están fuera de este rango.

Variable		Clases Estado Ecológico EQR-INVHMIB					
		Referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Salinidad ‰	Media	46.56	28.63	39.73	54.58	80.66	90.96
	EE	14.86	3.88	4.37	7.11	13.53	6.27
	Mediana	24.73	32.68	36.30	48.08	80.24	91.62
Cl-a µg/L	Media	10.68	3.83	10.20	5.69	1.87	4.82
	EE	5.91	1.27	4.10	1.65	0.64	2.66
	Mediana	5.91	3.25	3.74	3.25	2.03	1.56
Nt mg/L	Media	2.539	2.057	2.068	2.024	2.348	1.398
	EE	0.456	0.694	0.532	0.522	0.504	0.318
	Mediana	2.670	1.544	1.438	1.399	2.288	1.360
DIN mg/L	Media	0.083	0.968	0.460	0.345	0.106	0.218
	EE	0.047	0.840	0.208	0.249	0.037	0.094
	Mediana	0.018	0.007	0.166	0.032	0.068	0.063
Ptmg/L	Media	0.217	0.085	0.474	0.314	0.608	1.033
	EE	0.117	0.028	0.202	0.114	0.256	0.364
	Mediana	0.108	0.063	0.088	0.116	0.414	0.203
P-PO ₄ ⁻² mg/L	Media	0.040	0.052	0.040	0.020	0.053	0.052
	EE	0.022	0.032	0.020	0.011	0.031	0.021
	Mediana	0.010	0.003	0.008	0.004	0.008	0.006

Tabla 2.53. Tabla resumen de del valor de aquellas variables medioambientales más correlacionadas con los valores del EQR-INVHMIB obtenidos para el tipo Euhalino. Se muestran los valores medios, error típico de la media (EE, error estándar) y mediana para cada una de las 5 clases de estado definidas con el valor de EQR-INVHMIB obtenido.

Las zonas húmedas de referencia del tipo euhalino incluyen masas de aguas que reciben aportes de agua marina en temporales (arrastres de zonas terrestres adyacentes), lo cual puede favorecer el aumento de nutrientes durante ciertas épocas del año y consecuentemente la producción primaria, como es el caso de la referencia, FO04 (S’Espalmador) con máximos de Cl-a en primavera de 39.29 µg/L (ver’06). Se trata de un humedal localizado en un islote cercano a Formentera, sin ningún tipo de presión antropogénica, que presenta de forma natural niveles elevados de nutrientes y clorofila. Este hecho se interpreta como una condición natural, aunque es en parte la razón por la cual no existe una respuesta de los invertebrados a los nutrientes (si ya hay una comunidad de referencia de invertebrados típicos de estos ambientes, este elemento no detectaría un aumento artificial de nutrientes). Por ello hemos utilizado la combinación de dos métricos, la riqueza de géneros sensibles (i.e., géneros que caracterizan a la comunidad de referencia), el cual permite distinguir entre clases de estado ecológico de forma eficaz, y además se combina con el métrico de porcentaje de *Artemia salina*, que discrimina a las masas de aguas en estado *Deficiente* y *Malo* del resto. Como se explicó en párrafos anteriores, *A.salina* nos permite identificar aquellas masas de

aguas con alteraciones hidromorfológicas, básicamente masas de agua transformadas en salinas para su explotación (Fig. 2.53B).

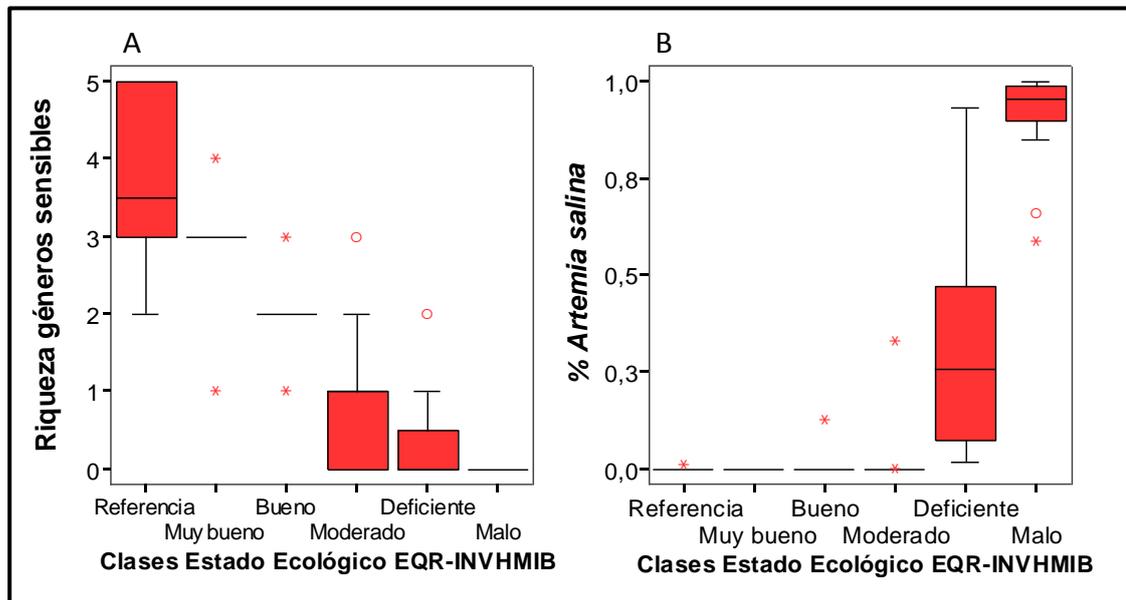


Figura 2.53. Cambio que se produce en el valor de los métricos individuales con las clases de estado. La figura muestra diagrama de caja para los dos métricos indicadores que conforman el multimétrico del tipo euhalino: A) géneros presentes en referencia, y B) y porcentaje de *Artemia salina*.

Para comprobar si las clases del estado ecológico que han sido definidas por el EQR-INVHMIB se corresponden con cambios en la composición y abundancia de las comunidades de invertebrados. Se ha realizado una ordenación MDS con todas las muestras incluidas en este tipo (Fig. 2.54), adjudicándosele a cada muestra la clase de estado ecológico derivado del multimétrico (Tabla 2.54).

En la ordenación se puede observar un gradiente de cambio de la clase de estado. Las referencias presentan una dispersión espacial y temporal, pero a pesar de ello, están rodeadas de las muestras a las que se les adjudicó un estado de *Muy bueno*, *Bueno* y algunas *Moderado* siendo las muestras con estado *Deficiente* y *Malo* las que están más alejadas del núcleo de referencias (Fig. 2.54), lo que confirma la idoneidad del multimétrico para registrar cambios en la composición de la comunidad.

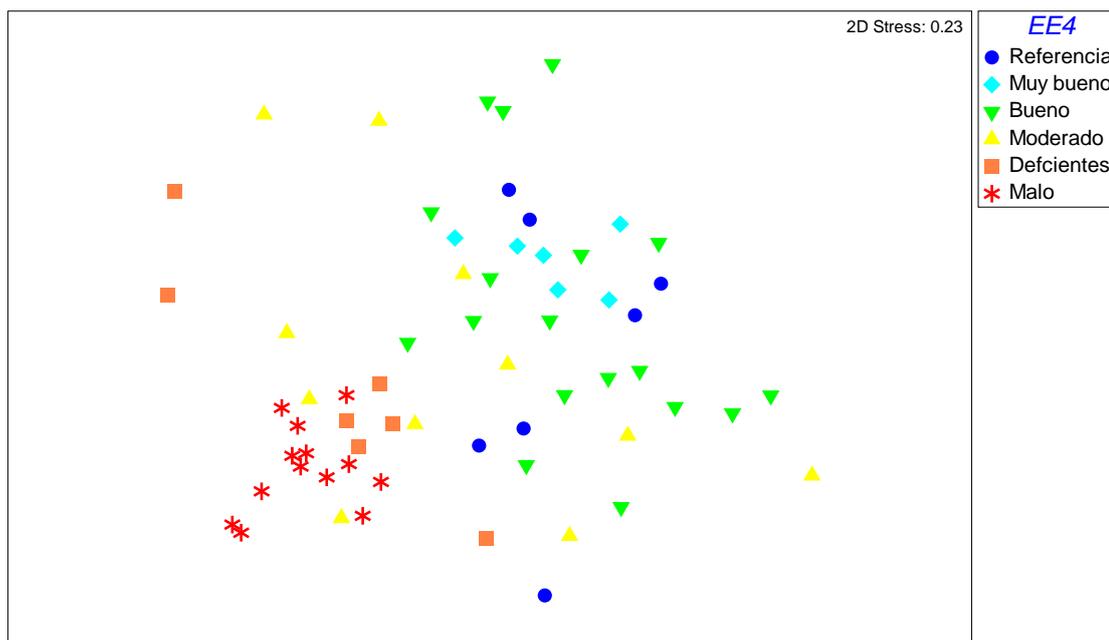


Figura 2.54. Ordenación MDS de las comunidades de invertebrados de las todas las muestras incluidas en el tipo Euhalino. Las clases de estado ecológico son las correspondientes a la Tabla 2.54.

ID_CAMPAÑA	% Artemia salina	Riqueza géneros sensibles	MM	EQR	EE
FO04-Oto05	1.000	1.667	2.667	1.333	Referencia
FO04-inv06	1.000	1.667	2.667	1.333	Referencia
FO04-inv08	0.989	1.333	2.322	1.161	Referencia
FO04-pri06	1.000	1.000	2.000	1.000	Referencia
FO04-pri08	0.999	0.333	1.333	0.666	Referencia
MA20 I-inv08	1.000	1.000	2.000	1.000	Referencia
MA20 I-pri08	1.000	1.000	2.000	1.000	Referencia
MA18-inv08	1.000	1.333	2.333	1.167	Muy bueno
EI01ZH01EV-Oto05	1.000	1.000	2.000	1.000	Muy bueno
MA18-inv06	1.000	1.000	2.000	1.000	Muy bueno
MA20-inv06	1.000	1.000	2.000	1.000	Muy bueno
MA22EV-pri06	1.000	1.000	2.000	1.000	Muy bueno
ME19ZH02Euh-inv08	1.000	1.000	2.000	1.000	Muy bueno
MA18-pri08	1.000	1.000	2.000	1.000	Muy bueno
MA22EV-inv06	1.000	1.000	2.000	1.000	Muy bueno
EI01ZH01EV-pri06	1.000	0.667	1.667	0.833	Bueno
FO Pudent 2-inv08	1.000	0.667	1.667	0.833	Bueno
FO Pudent 2-pri08	1.000	0.667	1.667	0.833	Bueno
MA20-Oto05	1.000	0.667	1.667	0.833	Bueno
MA18-Oto05	1.000	0.667	1.667	0.833	Bueno
MA20-pri08	1.000	0.667	1.667	0.833	Bueno
MA22EV-pri05	1.000	0.667	1.667	0.833	Bueno
ME19ZH02Euh-pri08	1.000	0.667	1.667	0.833	Bueno
EI01ZH02-pri05	1.000	0.667	1.667	0.833	Bueno
EI01ZH01EV-pri05	1.000	0.667	1.667	0.833	Bueno
MA22EV-pri08	0.875	0.667	1.541	0.771	Bueno
FO Pudent 1-pri08	1.000	0.333	1.333	0.667	Moderado
MA20-pri05	1.000	0.333	1.333	0.667	Moderado
MA20-pri06	1.000	0.333	1.333	0.667	Moderado
MA18-pri05	1.000	0.333	1.333	0.667	Moderado
MA20-inv08	1.000	0.333	1.333	0.667	Moderado
FO Pudent 1-inv08	1.000	0.333	1.333	0.667	Moderado
EI01ZH01EV-pri08	1.000	0.333	1.333	0.667	Moderado
MA22EV-inv08	1.000	0.333	1.333	0.667	Moderado
MA22EV-Oto05	1.000	0.333	1.333	0.667	Moderado
FO03CR-pri06	0.672	0.333	1.006	0.503	Moderado
EI01ZH01EV-inv06	1.000	0.000	1.000	0.500	Moderado
FO Peix 1-inv08	1.000	0.000	1.000	0.500	Moderado
FO Peix 1-pri08	1.000	0.000	1.000	0.500	Moderado
FO Peix 2-inv08	1.000	0.000	1.000	0.500	Moderado
FO Peix 2-pri08	1.000	0.000	1.000	0.500	Moderado
MA18-pri06	1.000	0.000	1.000	0.500	Moderado
FO03CR-Oto05	1.000	0.000	1.000	0.500	Moderado
EI01ZH01EV-inv08	0.982	0.000	0.982	0.491	Deficientes
EI01ZH02-pri06	0.934	0.000	0.934	0.467	Deficientes
FO03CR-inv06	0.918	0.000	0.918	0.459	Deficientes
EI01ZH02-pri08	0.818	0.000	0.818	0.409	Deficientes
EI01ZH02-Oto05	0.065	0.667	0.732	0.366	Deficientes
EI01ZH02-inv06	0.394	0.333	0.727	0.364	Deficientes
EI01ZH01CR-pri08	0.667	0.000	0.667	0.333	Deficientes
EI01ZH01CA-pri08	0.667	0.000	0.667	0.333	Deficientes
MA22CA-inv08	0.411	0.000	0.411	0.205	Malo
FO03CR-pri05	0.340	0.000	0.340	0.170	Malo
MA22CA-pri08	0.149	0.000	0.149	0.074	Malo
FO03CR-pri08	0.137	0.000	0.137	0.068	Malo
EI01ZH02-inv08	0.064	0.000	0.064	0.032	Malo
MA23SALOBRARCR-pri08	0.060	0.000	0.060	0.030	Malo
FO03CA-pri08	0.059	0.000	0.059	0.030	Malo
FO03CR-inv08	0.046	0.000	0.046	0.023	Malo
MA23SALOBRARCA-pri08	0.037	0.000	0.037	0.018	Malo
MA23SALOBRARCA-inv08	0.019	0.000	0.019	0.010	Malo
MA22CR-pri08	0.013	0.000	0.013	0.006	Malo
MA22CR-inv08	0.012	0.000	0.012	0.006	Malo
FO03CA-inv08	0.001	0.000	0.001	0.001	Malo
EI01ZH01CA-inv08	0.000	0.000	0.000	0.000	Malo
EI01ZH01CR-inv08	0.000	0.000	0.000	0.000	Malo

Tabla 2.54. Pie de tabla en la siguiente página

Tabla 2.54. Corresponde al pie de la tabla anterior. Valor del EQR-INVHMIB obtenido para cada muestra. (ID=identificador; Los métricos (Riqueza de géneros sensibles y % *Artemia salina*, aparecen transformados y estandarizados por la mediana (pasos previos para ser sumados y formar el multimétrico); MM=multimétrico; EQR= Ecological Quality Ratio (obtenido de dividir el valor del MM por la mediana del MM de las referencias). Las muestras aparecen ordenadas en orden descendente en función del EQR-INVHMIB.

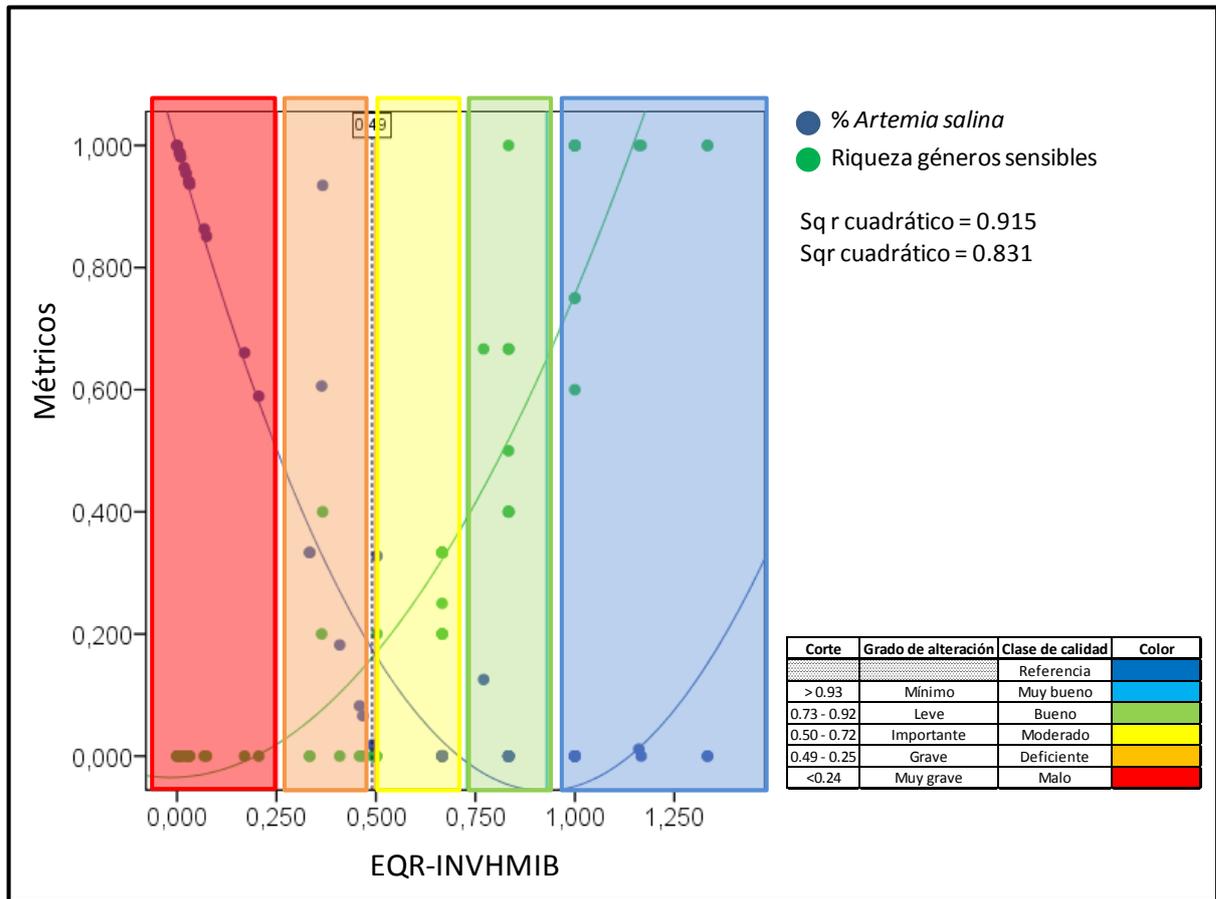
Los cálculos y procedimientos para determinar el límite de los cortes entre las clases de estado ecológico ya fue explicado en la sección 2.6. Siguiendo las recomendaciones del Boundary Setting Protocol (BSP) los cortes entre clases de estado ecológico, tienen que responder a un significado ecológico. Aquí se presenta la gráfica de dispersión entre los métricos individuales que conforman el multimétrico (eje y) y el valor de EQR (eje x). El índice multimétrico responde al gradiente de presión (representado con el valor del EQR) y, cuando aumenta la presión la comunidad de invertebrados se ve afectada, produciéndose un descenso gradual de la calidad ecológica (Figura 2.55). La distribución de las distintas localidades en función de su estado ecológico se puede observar en la Figura 2.55.

Los métricos Riqueza de géneros sensibles y % *Artemia salina* se entrecruzaron, indicando el límite entre los estados *Moderado/Deficiente* (Fig. 2.55).

A niveles mínimos de presión el métrico indicador de buena calidad presenta unos niveles altos, en este caso corresponde a elevados valores de la Riqueza de géneros sensibles. A medida que la presión incrementa se produce un descenso de dicho métrico, y comienza a aumentar el índice % *Artemia salina* para algunas muestras. La interacción entre ambos métricos indican el límite entre las clases de estado *Moderado/Deficiente*. A este nivel el índice % *Artemia salina* comienza a aumentar, mientras que el número de taxones sensibles disminuye respecto al *Buen* y *Muy Buen* estado. Se corresponde con una comunidad que está bastante afectada y que no puede recuperarse rápidamente. Finalmente el estado *Malo* está dominando por una comunidad que se aleja mucho de la comunidad de referencia.

En general, hay una buena aproximación entre la interpretación de los métricos y los bordes y centro de clases que inicialmente se habían establecido a partir del percentil 25 (P₂₅) de las referencias. Como se verá posteriormente, llegado el momento de la integración entre los dos componentes biológicos, se va a tener en cuenta un 5% de incertidumbre en la asignación del estado ecológico final, por lo que se propone mover el borde entre el *Bueno* y *Moderado* desde

0.730 a 0.680, gracias a ello el centro de clases entre *Bueno/Moderado* queda más centrado (Figura 2.55).



Figuras 2.55. Representación de los métricos que componen el multimétrico de invertebrados (INVHMIB-euhalino) en el gradiente de presión (representado como EQR). Los cuadros de colores representan las clases de estado ecológico. Los límites entre las clases de estado se obtienen en base al P₂₅ de las referencias (0.93, 0.73, 0.5 y 0.25). Las líneas discontinuas representan el cruce entre métricos.

2.7.6. Evaluación del estado ecológico e integración de las clases de estado

Con el objeto de realizar la evaluación integrada del estado ecológico de las zonas húmedas en base a los elementos biológicos del fitoplancton e invertebrados bentónicos se siguieron los siguientes pasos:

1. Evaluación de la indicación biológica estacional y anual de los elementos biológicos de calidad, invertebrados y fitoplancton
2. Integración de los dos elementos biológicos y propuesta de clase final del estado ecológico
3. Comprobación del estado físico-químico del buen estado y de las restantes clases

El procedimiento a seguir para evaluar las estaciones estudiadas en base a los elementos biológicos de calidad analizados han sido los siguientes (Figura 2.56):

- Se propone una *campana óptima de muestreo* para cada elemento biológico analizado. Para ello se ha realizado la correlación entre el EQR obtenido en cada campaña de muestreo y el EQR medio (media de seis campañas: prim'05, oto'05, inv'06, prim'06, inv'08 y prim'08). La media anual se ha considerado el valor más integrador del estado ecológico real de cada punto estudiado. De forma que aquella/s campaña/s de muestreo cuyo valor de EQR presente la correlación más alta con el EQR medio, se considerará/n la más *óptima* para la evaluación del estado ecológico. Caso de que se den correlaciones altas para dos o incluso las tres campañas se propone el uso de la media de las mismas.
- Una vez calculado el valor de EQR *óptimo* para cada elemento biológico, se lleva a cabo la integración de los resultados obtenidos para el fitoplancton e invertebrados. En el presente informe, el estado ecológico final se obtiene a partir de la **media** del valor de EQR para ambos elementos biológicos de calidad, invertebrados y fitoplancton. En función del valor de EQR resultante de la media, se le asignará el *Estado Ecológico Final* a cada una de las masas de agua estudiadas. En este informe hemos considerado que el número de campañas es aún insuficiente para este tipo de procedimientos, siendo más correcto y robusto el Estado Ecológico Final procedente de la **media** de los dos elementos biológicos.

Como ya se dijo en el apartado 2.6 (*Análisis de Datos*), para el presente convenio se va a asumir un error en los cortes de la clasificación del estado ecológico del 5%. Por ello el corte

de 0.73 entre el estado *Bueno* y *Moderado*, utilizado hasta el momento en el informe, se reemplazará por 0.68, a la espera de una futura validación con más datos y de la comparación con los resultados del ejercicio de intercalibración europeo.

Aunque la integración propiamente se ha realizado con los elementos biológicos de calidad, los datos físico-químicos han sido utilizados como herramienta para contrastar las *Clases de Estado Ecológico final* establecidas tras la integración. Se ha realizado una tabla resumen con los nutrientes y biomasa fitoplanctónica por tipo, para cada elemento biológico y por clase de estado ecológico.

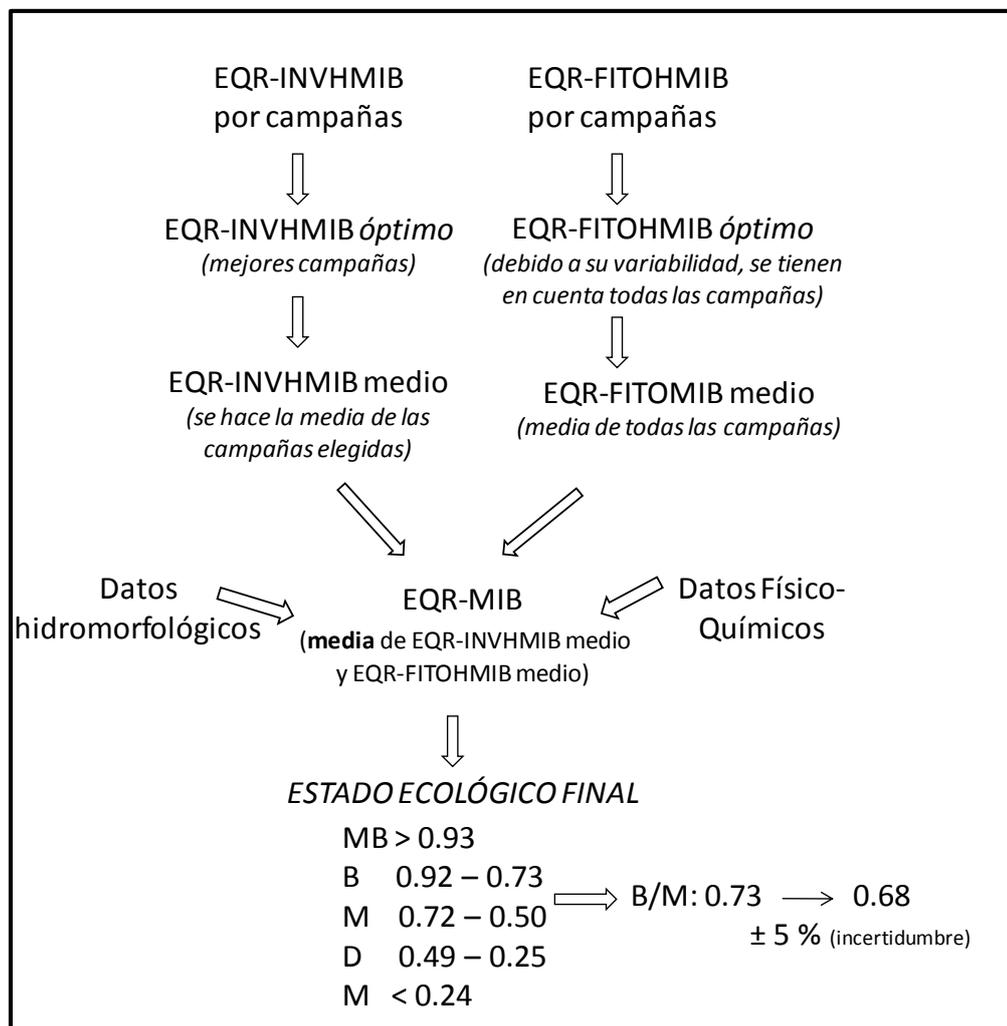


Figura 2.56 Pasos seguidos para obtener el Estado Ecológico Final, mediante la integración de los valores de EQR de los dos Elementos Biológicos de Calidad (EBC). También se indica los límites entre clases de Estado Ecológicos, asumiendo un 5% de incertidumbre en la clasificación.

2.7.6.1. Tipo OLIGOHALINO

Invertebrados.- El primer paso para evaluar una zona húmeda tomando los invertebrados como elemento biológico indicador, es definir el EQR-INVHMIB *óptimo de muestreo*. Para ello, una vez se ha calculado el EQR-INVHMIB de cada muestra y confirmado su respuesta a la presión (ver apartado 2.7.5.1), se calcula el EQR-INVHMIB medio (Fig. 2.57). Para corroborar la/s campaña/s que pueden intuirse como *óptimos de muestreo*, se han realizado correlaciones entre el valor de los EQR-INVHMIB obtenido en cada campaña y el EQR-INVHMIB medio para las 6 campañas (Tabla 2.55). Las correlaciones más altas, correspondieron a las campañas de invierno y primavera, y en particular con las del año 2008 (Tabla 2.55). Por lo que se calculó la correlación entre la media del EQR-INVHMIB obtenido de estas campañas, excluyendo la campaña de otoño (EQR invierno-primavera) y el EQR-INVHMIB medio (con todas las campañas), resultando un coeficiente de correlación mayor (Tabla 2.55). Así, se proponen estas cinco campañas (prim'05, inv'06, prim'06, inv'08 y prim'08) como óptimas para la evaluación del estado de los puntos y para su muestreo. El valor de EQR-INVHMIB medio de las campañas seleccionadas, será el que se utilice para hacer la evaluación del estado ecológico final de las zonas húmedas del tipo oligohalino en base a los invertebrados.

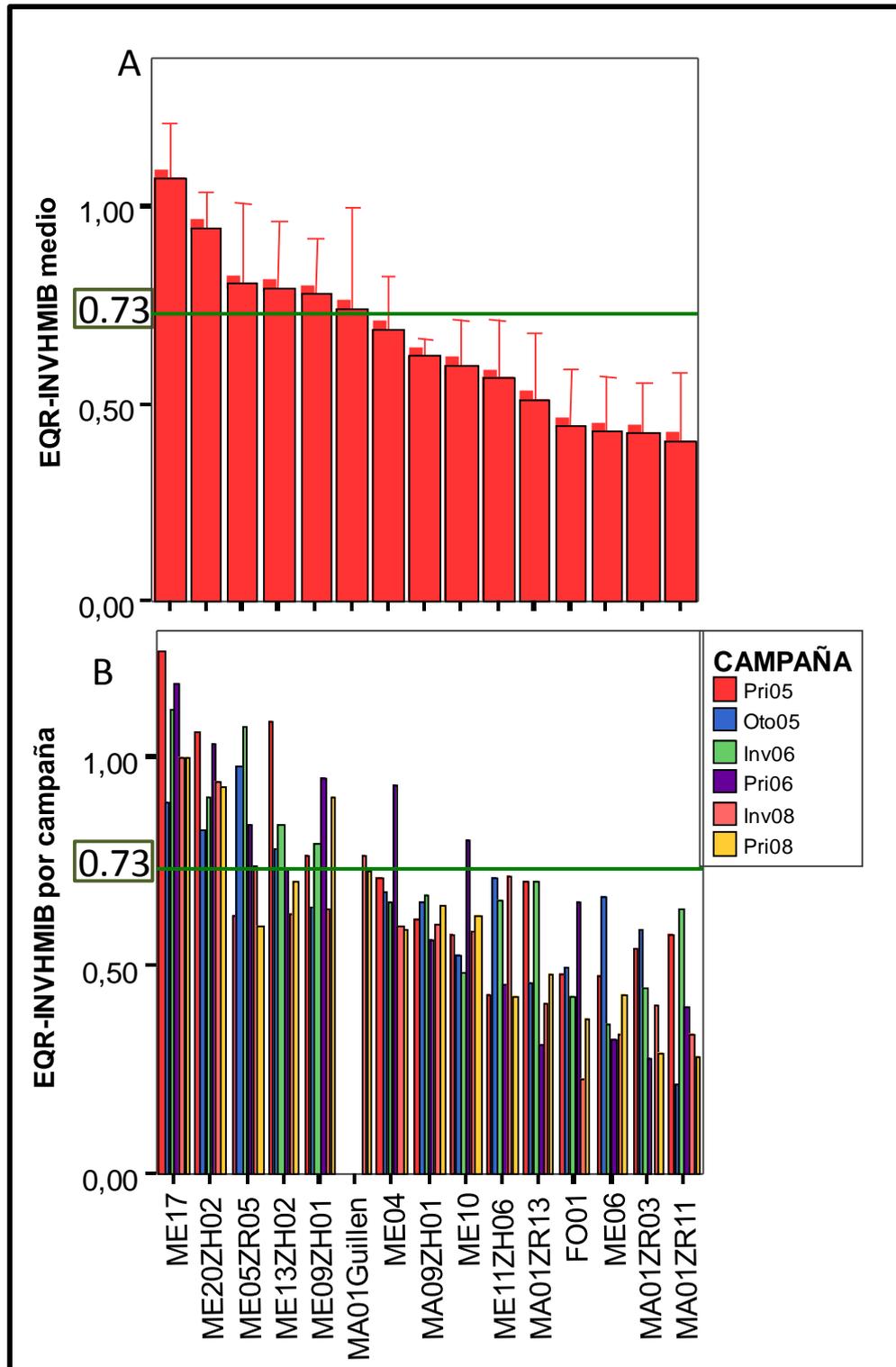


Figura 2.57. Distribución del valor de EQR-INVHMIB del tipo Oligohalino en las estaciones de muestreo. La gráfica muestra el valor del EQR-INVHMIB medio para las 6 campañas entre 2005-2008 (A) y el valor del EQR-INVHMIB obtenido para cada una de las campañas (B). Las estaciones de muestreo están ordenadas en orden decreciente en función del valor de EQR-INVHMIB medio. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQR-INVHMIB = 0.73).

Campañas	Correlación con EQR-INVHMIB medio	
	Coeficiente	n
EQR pri'05	0.86	14
EQR oto'05	0.76	14
EQR inv'06	0.87	14
EQR pri'06	0.89	14
EQR inv'08	0.92	15
EQR pri'08	0.93	15
EQR inv-pri	0.99	86

Figura 2.55. Tabla de correlaciones entre el valor de EQR-INVHMIB medio para las 6 campañas entre 2005-2008 y el valor del EQR-INVHMIB obtenido para cada una de las campañas. Dado que las correlaciones de las campañas de invierno y primavera tienen los coeficientes de correlación más altos se muestra también la correlación con el EQR-INVHMIB medio para estas campañas. La tabla muestra los coeficientes de correlación de Spearman ($p < 0.05$).

Fitoplancton.- El primer paso para evaluar una zona húmeda tomando el fitoplancton como elemento biológico indicador, es definir el EQR-FITOHMIB *óptimo de muestreo*. Para ello, una vez hemos calculado el EQR-FITOHMIB de cada muestra y confirmado su respuesta a la presión (ver apartado 2.7.5.1), calculamos el EQR-FITOHMIB medio para las 6 campañas (Tabla 2.56, Fig. 2.58). Para corroborar la/s campaña/s que pueden intuirse como *óptimos de muestreo*, se han realizado correlaciones entre el valor de los EQR-FITOHMIB obtenido en cada campaña y el EQR-FITOHMIB medio para las 6 campañas entre los años 2005 y 2008 (Tabla 2.56). En el caso del fitoplancton para el tipo Oligohalino, al igual que como en el caso de los invertebrados, el otoño'05 presentó la correlación más baja, pero además los dos primaveras de '06 y '08 no resultaron significativos (Tabla 2.56). Sin embargo, dada la variación presentada por el fitoplancton en las zonas húmedas estudiadas en este convenio, se propone usar la **media anual**, como *óptimo* de muestreo para evaluar el estado de las zonas húmedas.

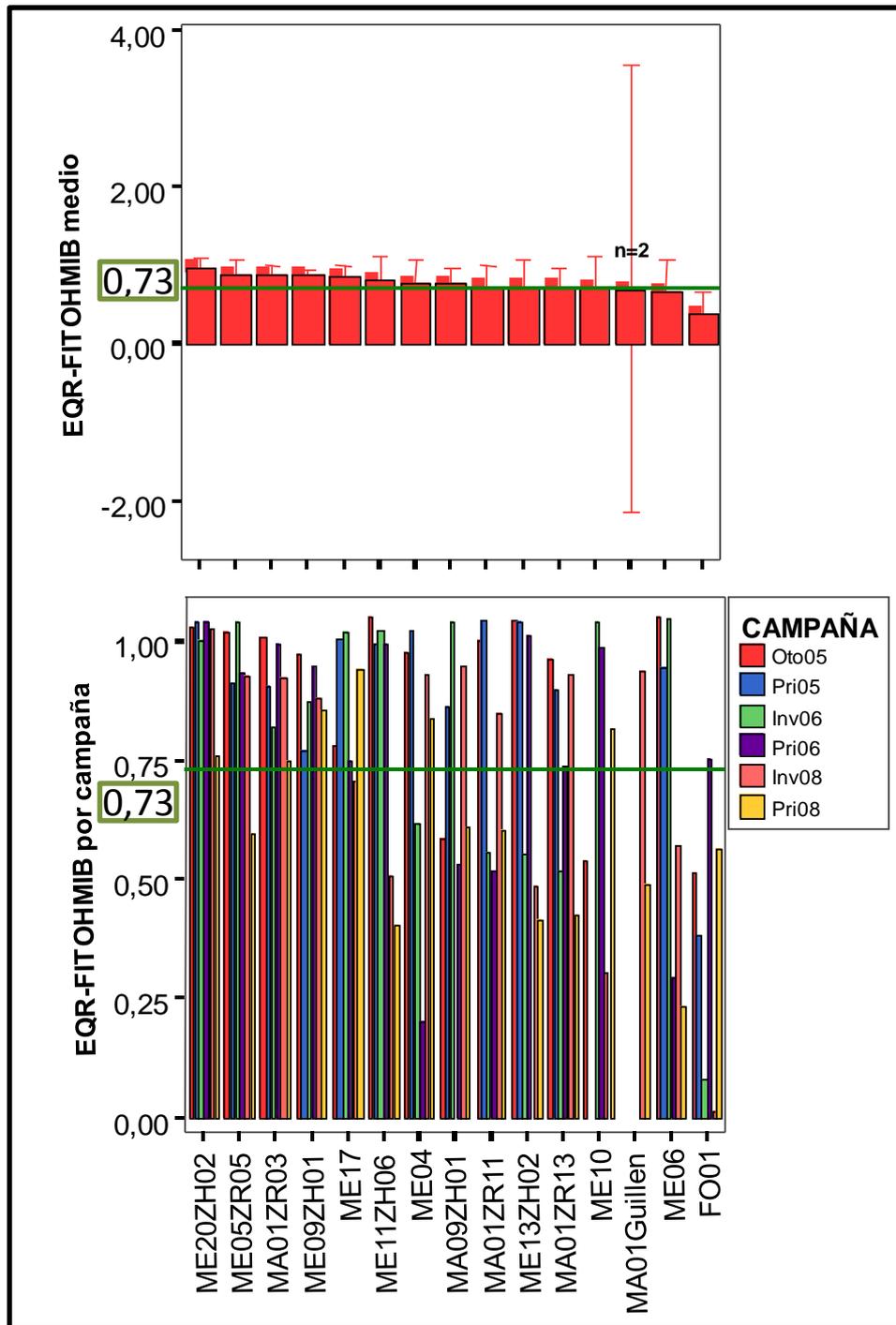


Figura 2.58. Distribución del valor de EQR-FITOHMIB de fitoplancton del tipo Oligohalino en las estaciones de muestreo. La gráfica muestra el valor del EQR-FITOHMIB medio para las 6 campañas entre los años 2005-2008 (A) y el valor del EQR-FITOHMIB obtenido para cada una de las campañas (B). Las estaciones de muestreo están ordenadas en orden decreciente en función del valor de EQR-FITOHMIB medio. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado Bueno y el Moderado (EQR-FITOHMIB = 0.73).

Campañas	Correlación con EQR-FITOHMIB medio	
	Coeficiente	n
EQR fito pri'05	0.71	13
EQR fito oto05	0.57	14
EQR fito inv'06	0.70	14
EQR fito pri'06	<i>n.s</i>	14
EQR fito inv'08	0.71	15
EQR fito pri'08	<i>n.s</i>	15

Tabla 2.56. Tabla de correlaciones entre el valor de EQR-FITOHMIB medio para las 6 campañas entre los años 2005-2008 y el valor del EQR-FITOHMIB obtenido para cada una de las campañas. La tabla muestra los coeficientes de correlación de Spearman ($p < 0.05$).

Integración del Estado Ecológico en base a los Elementos Biológicos.- Una vez analizados cada uno de los elementos biológicos de calidad por separado, se realiza la integración entre ambos elementos, lo cual permitirá la asignación de una clase de *Estado Ecológico Final* a cada una de las masas de agua estudiadas (Fig. 2.59). La integración se llevó a cabo utilizando el valor de EQR obtenido de realizar la media entre los dos valores de EQR de cada elemento biológico de calidad EQR-INVHMIB y EQR-FITOHMIB (invertebrados y fitoplancton, respectivamente) (Figura 2.57 y Figura 2.58). Se recuerda que el límite entre el estado ecológico *Bueno* y *Moderado*, pasa de 0.73 a 0.68, ya que para el *Estado Ecológico Final* se asume un 5% de incertidumbre tal como se explicó en el apartado 2.6.

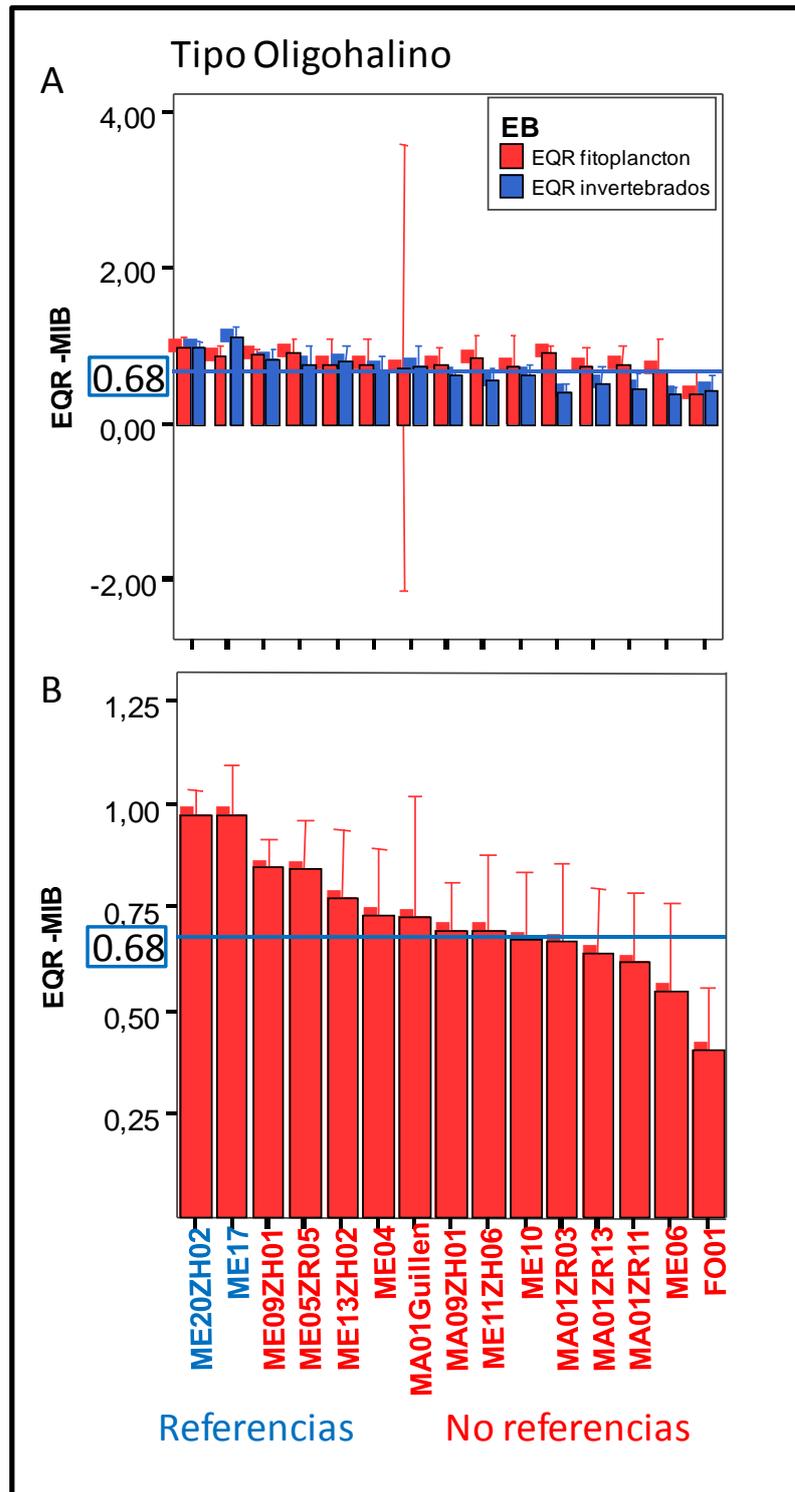


Figura 2.59. Distribución del valor medio de EQR en función de las estaciones de muestreo del tipo oligohalino. (A) La gráfica muestra el valor del EQRINVMIB medio para las 5 campañas seleccionadas (invierno & primavera '05,'06 y '08) como óptimas para el muestreo de invertebrados y el EQRFITOHMIB medio de las 6 campañas correspondientes a los años 2005-2008 para el fitoplancton. (B) La gráfica muestra la integración final, mediante la media del EQR de cada elemento biológico. La línea azul, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* asumiendo el 5% de incertidumbre (valor de EQR = 0.68).

Aquéllos puntos de muestreo cuyo EQR final sea inferior a 0.68 (i.e., corte entre el estado *Bueno* y *Moderado*, ver apartado 2.7.1) se considerará que no “cumplen” con el objetivo de calidad. Las clases derivadas del EQR final de la tabla 2.57 corresponden a la *Clase de Estado Ecológico Final*. Se detecta, por lo general, que el multimétrico de fitoplancton tiende a evaluar de manera más positiva los puntos estudiados, siendo 8 (53% del total de puntos estudiados) los puntos a los que el fitoplancton les asigna una clase de estado por encima de la asignada en base a los invertebrados (Tabla 2.57). De lo contrario, sólo 1 punto (7%) fue valorado por los invertebrados por encima de la clase de estado asignada en base al fitoplancton (Tabla 2.57).

Masa de agua	EQR- INVHMIB (óptimo)	EE Invertebrados	n	EQR- FITOHMIB (óptimo)	EE fitoplancton	n	EQR final	Clases de EE Final
ME17	1.11	referencia	5	0.87	referencia	6	0.99	referencia
ME20ZH02	0.97	referencia	5	0.98	referencia	6	0.98	referencia
ME09ZH01	0.81	bueno	5	0.88	bueno	6	0.85	bueno
ME05ZR05	0.77	bueno	5	0.90	bueno	6	0.84	bueno
ME13ZH02	0.80	bueno	5	0.76	bueno	6	0.78	bueno
ME04	0.70	bueno	5	0.76	bueno	6	0.73	bueno
MA01Guillen	0.74	bueno	2	0.71	bueno	2	0.73	bueno
MA09ZH01	0.62	moderado	5	0.76	bueno	6	0.69	bueno
ME11ZH06	0.54	moderado	5	0.83	bueno	6	0.68	moderado
ME10	0.61	moderado	5	0.74	bueno	5	0.68	moderado
MA01ZR03	0.39	deficiente	5	0.90	bueno	6	0.65	moderado
MA01ZR13	0.52	moderado	5	0.74	bueno	6	0.63	moderado
MA01ZR11	0.44	deficiente	5	0.76	bueno	6	0.60	moderado
ME06	0.39	deficiente	5	0.69	bueno	6	0.54	moderado
FO01	0.43	deficiente	5	0.38	deficiente	6	0.41	deficiente

Tabla 2.57. Valor de EQR obtenido en base a los dos componentes biológicos analizados en este estudio, el EQR final (procedente de la media de los EQR óptimos de los dos elementos biológicos) y la clase de estado resultante para cada punto del tipo oligohalino

Las tablas 2.58 y 2.59 suministran los valores de la composición físico-química que acompañan a las clases de estado ecológico para cada elemento biológico de calidad. Se representa un resumen de los valores de nutrientes y biomasa fitoplanctónica por clase. La discusión posterior sobre las clases finales de *Estado Ecológico* se apoyará en parte en estas tablas.

		P-PO ₄ (mg/L)	P _T (mg/L)	DIN (mg/L)	N _T (mg/L)	DIN/P-PO ₄	SiO ₂ (mg/L)	O ₂ (mg/L)	Salinidad (%)	Cl- <i>a</i> (µg/L)	AFDM (mg/L)	
CLASES DE ESTADO ECOLÓGICO (invertebrados)	Referencia	Media	0.067	0.094	0.054	0.656	3.719	2.02	7.94	2.28	3.00	0.004
		EE	0.042	0.040	0.018	0.142	1.646	0.81	0.96	0.39	0.71	0.001
		Mediana	0.021	0.061	0.038	0.583	2.240	0.61	8.47	2.00	2.18	0.003
		P ₂₅	0.011	0.024	0.006	0.327	0.182	0.18	5.60	1.35	1.04	0.002
		P ₇₅	0.043	0.103	0.075	0.902	4.691	5.29	9.94	3.45	4.80	0.004
	Bueno	Media	0.272	0.324	2.333	3.091	1304.056	6.60	6.13	1.36	6.34	0.012
		EE	0.093	0.091	1.018	1.122	867.447	1.26	1.03	0.21	1.11	0.007
		Mediana	0.133	0.211	0.999	1.424	1.672	4.90	5.06	1.10	5.36	0.003
		P ₂₅	0.021	0.068	0.047	0.744	0.371	3.62	3.27	0.70	2.13	0.002
		P ₇₅	0.300	0.418	2.228	2.228	55.743	8.85	7.58	1.70	10.15	0.004
	Moderado	Media	0.083	0.247	1.750	2.261	446.386	4.14	7.12	1.71	9.09	0.023
		EE	0.029	0.108	0.415	0.426	265.394	0.66	0.74	0.20	2.13	0.011
		Mediana	0.027	0.059	1.458	1.837	33.888	3.46	6.13	1.85	5.24	0.004
		P ₂₅	0.007	0.036	0.233	0.640	4.842	2.21	4.78	0.90	2.73	0.003
		P ₇₅	0.072	0.150	2.138	2.857	187.252	5.37	8.71	2.10	10.23	0.011
	Deficiente	Media	0.158	0.268	2.822	3.733	396.329	4.53	7.32	4.21	6.91	0.006
		EE	0.058	0.084	0.917	0.873	271.049	0.55	0.50	0.39	1.79	0.002
		Mediana	0.009	0.055	1.011	2.340	29.134	4.30	7.09	3.98	3.04	0.004
		P ₂₅	0.003	0.032	0.161	1.074	3.820	2.71	5.49	2.78	1.25	0.003
		P ₇₅	0.192	0.455	4.439	5.499	167.782	6.16	8.28	5.45	10.56	0.007

Tabla 2.58. Resumen de los valores de nutrientes y biomasa fitoplanctónica estimados en función las clases de estado obtenidas para el tipo oligohalino tras la evaluación de los puntos estudiados en base a la comunidad de invertebrados.

		P-PO ₄ (mg/L)	P _T (mg/L)	DIN (mg/L)	N _T (mg/L)	DIN/P-PO ₄	SiO ₂ (mg/L)	O ₂ (mg/L)	Salinidad (%)	Cl- <i>a</i> (µg/L)	AFDM (mg/L)	
CLASES DE ESTADO ECOLÓGICO (fitoplancton)	Referencia	Media	0.056	0.110	0.090	0.824	96.814	2.15	7.76	2.31	2.57	0.003
		EE	0.036	0.037	0.031	0.214	91.625	0.69	0.84	0.38	0.65	0.001
		Mediana	0.017	0.069	0.067	0.583	3.287	0.85	8.47	2.00	1.59	0.003
		P ₂₅	0.008	0.026	0.006	0.423	0.218	0.33	5.31	1.23	0.78	0.002
		P ₇₅	0.037	0.112	0.148	1.010	11.546	4.68	9.92	3.45	4.45	0.004
	Bueno	Media	0.126	0.240	2.366	3.114	669.889	4.75	6.83	1.89	6.11	0.015
		EE	0.031	0.054	0.398	0.424	279.861	0.48	0.47	0.19	1.03	0.005
		Mediana	0.031	0.072	1.365	1.862	35.143	3.92	5.86	1.66	3.49	0.004
		P ₂₅	0.007	0.034	0.158	0.757	2.084	2.48	4.37	0.80	1.19	0.002
		P ₇₅	0.141	0.258	3.587	4.422	213.094	6.04	8.52	2.48	7.52	0.007
	Moderado	Media	0.432	0.417	4.531	5.819	959.028	6.99	6.54	3.35	10.78	0.003
		EE	0.120	0.127	1.953	2.050	685.884	0.91	0.79	0.61	3.88	0.000
		Mediana	0.418	0.455	2.740	3.404	4.893	7.22	6.50	3.20	8.22	0.003
		P ₂₅	0.122	0.025	1.087	1.893	1.845	5.47	5.47	2.00	1.27	0.003
		P ₇₅	0.765	0.762	5.440	8.737	1171.286	8.93	7.78	4.70	18.08	0.004
	Deficiente	Media	0.029	0.266	0.750	1.488	55.558	4.09	6.58	4.65	7.67	0.006
		EE	0.020	0.213	0.592	0.495	29.473	1.30	0.70	0.90	1.63	0.002
		Mediana	0.011	0.046	0.186	1.208	30.217	3.92	6.90	4.15	6.99	0.004
		P ₂₅	0.004	0.037	0.139	0.790	7.505	1.07	5.52	2.90	6.85	0.002
		P ₇₅	0.019	0.112	0.223	1.790	71.020	7.21	7.93	5.55	11.10	0.008

Tabla 2.59. Resumen de los valores de nutrientes y biomasa fitoplanctónica estimados en función las clases de estado obtenidas para el tipo Oligohalino tras la evaluación de los puntos estudiados en base a la comunidad de fitoplancton.

La mayoría de las diferencias en las valoraciones del estado ecológico proporcionadas por el fitoplancton y los invertebrados, estriban en que el fitoplancton valora como *Bueno*, lo que los invertebrados penalizan como *Moderado*. Los puntos donde se detecta una mayor diferencia

en cuanto a la valoración proporcionada por los dos componentes biológicos son MA01ZR03 y MA01ZR11 (ambos pertenecientes a la Albufera de Mallorca). En ambos casos el fitoplancton los evalúa como *Bueno* y los invertebrados como *Deficiente*. En ambos casos parece que es el fitoplancton es el indicador más adecuado, hecho que se refleja en que los niveles de Cl-a presentan poca variabilidad intra-anual y unos niveles óptimos (MA01ZR03 media anual = 1.93 ± 0.39 (EE) y MA01ZR11 (media anual = 3.00 ± 1.85 (EE)), correspondientes a los niveles esperados en las referencias (*Anexo 2.II*, Tabla 2.58 y Tabla 2.59).

De forma general, para todas las variables de la tablas 2.58 y 2.59, se observa una tendencia de aumento gradual desde las clases en mejor estado ecológico hacia las clases en peor estado. Esta tendencia resulta más evidente para el fitoplancton, ya que es el elemento biológico, de los dos aquí estudiados, más sensibles a este tipo de presiones tróficas. Las referencias presentan unos niveles y una variabilidad tanto para nutrientes como para Cl-a bajo, los cuales van aumentado gradualmente, conforme la clase de estado ecológico empeora. Llama la atención algunos valores elevados de nutrientes en la clase de estado *Bueno*, que en ocasiones, llega a superar o se aproxima a los valores de la clase *Moderado*; Se recuerda, que para la integración el valor de corte entre las clases *Bueno/Moderado* se ha establecido en 0.68, asumido un error del 5%, como se explicó al inicio de este apartado. De esta forma, en la clase de estado *Bueno* han podido ser incluidas muestras que podrían pertenecer al estado *Moderado*. Se asume esta posibilidad y se esperará a la realización de estudios futuros, y a los resultados del ejercicio de intercalibración europeo de aguas de transición del mediterráneo, para resolver los cortes entre clases de estado ecológico definitivos.

Así, de los 15 puntos estudiados pertenecientes al tipo Oligohalino, 7 (47%) no cumplen los requisitos de la DMA:

- ME11ZH06 (Binimel-là) mejora respecto al pasado informe (2007), al pasar de estado ecológico *Deficiente* a *Moderado*, pero continua sin cumplir los objetivos de la DMA (Tabla 2.68).
- ME10 (Gola del Torrent d'Algaiarens), empeora respecto al pasado informe en el cual presentó estado ecológico *Bueno*, y este año pasa a *Moderado*. (Tabla 2.68).

- MA01ZR03, MA01ZR11 y MA01ZR13 (Albufera de Mallorca), estos tres puntos pertenecen a la Albufera de Mallorca, excepto MA01ZR11 que se mantiene en estado *Moderado* como en el pasado informe, los otros dos puntos empeoran, pasando de *Bueno* a *Moderado*. (Tabla 2.68)
- ME06 (Gola del Torrent de Trebaluger) mejora respecto al año pasado, al pasar de estado ecológico *Deficiente* a *Moderado*, pero continua sin cumplir los objetivos de la DMA (Tabla 2.68)
- FO01 (Es Brolls) el estado ecológico empeora mucho desde el pasado informe, pasando de *Bueno* a *Deficiente* (Tabla 2.68).

Hay que tener en cuenta además de estas masas de agua, aquéllas que aún cumpliendo con el objetivo de la DMA, son muy vulnerables, por ejemplo la masas de agua MA09ZH01 (Canyamel) cuyo EQR final es 0.69, es decir aunque su Estado Ecológico final sea *Bueno*, es una masa de agua a la cual habría que seguir monitoreando, ya que se encuentra rozando el límite entre las clases de estado *Bueno/Moderado*.

Como conclusión, podría decirse que en general la valoración del tipo oligohalino es MODERADA, ya que algo más de la mitad de las masas de agua (53%) superan los requisitos de la DMA: 17% referencias, 13% buenas, 40% moderadas y 7% deficientes (Fig. 2.60). Cabe destacar que entre las masas de agua oligohalinas, no hay ninguna con estado ecológico *Muy Bueno* pero tampoco *Malo*, es decir, no hay masas de aguas extremadamente mal conservadas, pero tampoco muy bien, aunque estos resultados coinciden con el pasado informe. Como se observa en la Figura 2.60 el cambio entre los dos informes, 2007 y 2009, se debe principalmente al aumento de masas de agua en estado moderado.

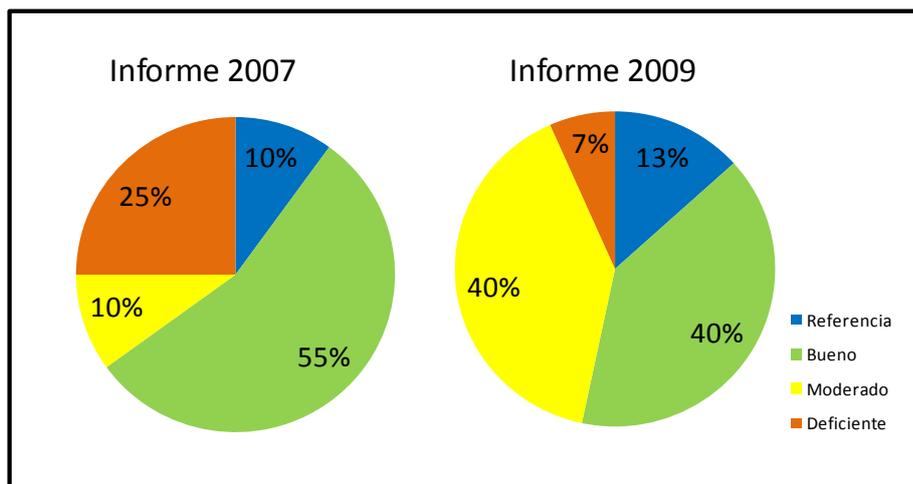


Figura 2.60. Evaluación del Estado Ecológico final de los puntos de las zonas húmedas de las Islas Baleares incluidas dentro del tipo Oligohalino. Se presentan los resultados del informe 2007 y el informe actual de 2009. El gráfico muestra porcentaje de cada clase ecológica con respecto al total de puntos estudiados.

2.7.6.2. Tipo MESOHALINO

Invertebrados.- El primer paso para evaluar una zona húmeda tomando los invertebrados como elemento biológico indicador, es definir el EQR-INVHMIB *óptimo de muestreo*. Para ello, una vez hemos calculado el EQR-INVHMIB de cada muestra y confirmado su respuesta a la presión (ver apartado 2.7.4.3), se calcula el EQR-INVHMIB medio (teniendo en cuenta las 6 campañas desde el año 2005 al 2008: oto'05, prim'05, inv'06, prim'06, inv'08 y prim'08) (Fig. 2.61). Para corroborar la/s campaña/s que pueden intuirse como *óptimas de muestreo*, se han realizado correlaciones entre el valor de los EQR-INVHMIB obtenido en cada campaña y el EQR-INVHMIB medio para las 6 campañas entre los años 2005-2008 (Tabla 2.60). Las correlaciones más altas, correspondieron a las campañas de invierno y primavera, en concreto a la prim'06, inv'08 y a la prim'08. Por lo tanto, siguiendo el mismo criterio que para el tipo Oligohalino, se hizo una correlación con las media de las campañas que resultaron más correlacionadas con el EQR-INVHMIB medio anual; Así, se proponen estas cinco campañas (prim'05, inv'06, prim'06, inv'08 y prim'08) como óptimas para evaluación de los puntos y muestreos, y este valor de EQR-INVHMIB medio de las campañas seleccionadas, será el que se utilice para hacer la evaluación del estado ecológico de las zonas húmedas del tipo Mesohalino para los invertebrados.

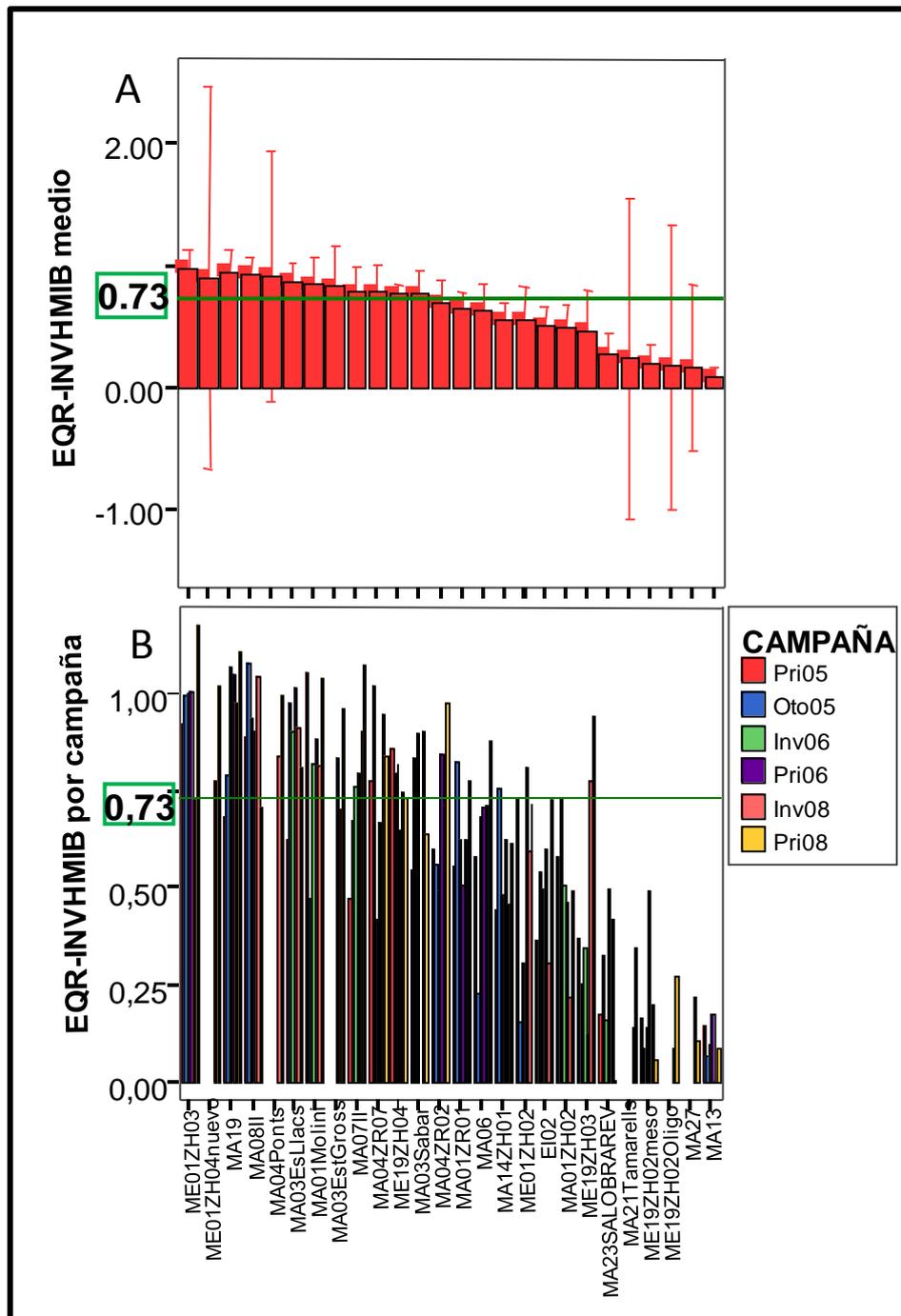


Figura 2.61. Distribución del valor de EQR-INVHMIB de invertebrados del tipo Mesohalino en las estaciones de muestreo. La gráfica muestra el valor del EQR-INVHMIB medio para las 6 campañas entre 2005-2008. (A) Las estaciones de muestreo están ordenadas en orden decreciente en función del valor de EQR-INVHMIB medio. (B) El valor del EQR obtenido para cada una de las campañas. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQR-INVHMIB = 0.73).

Campañas	Correlación con EQR-INVHMIB medio	
	Coefficiente	n
EQR pri'05	0.85	19
EQR oto'05	0.79	20
EQR inv'06	0.92	20
EQR pri'06	0.83	20
EQR inv'08	0.89	26
EQR pri'08	0.89	26
EQR inv-pri	0.99	132

Figura 2.60. Tabla de correlaciones entre el valor de EQR-INVHMIB medio para las 6 campañas entre 2005-2008 y el valor del EQR-INVHMIB obtenido para cada una de las campañas. Dado que las correlaciones de las campañas de invierno y primavera tienen los coeficientes de correlación más altos se muestra también la correlación con el EQR-INVHMIB medio para estas campañas. La tabla muestra los coeficientes de correlación de Spearman ($p < 0.05$).

Fitoplancton.- El primer paso para evaluar una zona húmeda tomando el fitoplancton como elemento biológico indicador, es definir el EQR-FITOHMIB *óptimo de muestreo*. Como se ha explicado en apartados anteriores, el multimétrico del tipo mesohalino fue basado solo en las campañas de 2008 (invierno y primavera); debido a que la metodología aplicada en este año difirió de la aplicada en las campañas de 2005-06 (con objeto de estandarizar las metodologías a nivel nacional, de cara al ejercicio de intercalibración) se alcanzaron distintos niveles de resolución. Así el multimétrico basado en Diatomeas, Prasinofíceas y Criptofíceas sólo fue posible aplicarlo en las campañas de 2008. Por tanto, una vez calculado el EQR-FITOHMIB de cada muestra y confirmado su respuesta a la presión (ver apartado 2.7.4.4) se calculó el EQR-FITOHMIB medio para las 2 campañas (inv'08 y prim'08) (Fig. 2.62). Para corroborar la/s campaña/s que pueden intuirse como *óptimos de muestreo*, se han realizado correlaciones entre el valor de los EQR-FITOHMIB obtenido en cada campaña y el EQR-FITOHMIB medio para las 2 campañas de 2008 (Tabla 2.61). Para este presente convenio, dada la variación temporal presentada por el fitoplancton en los humedales estudiados, se propone usar la media de todas las campañas (en este caso, solo 2), como *óptimo* de muestreo y evaluación del estado de las zonas húmedas.

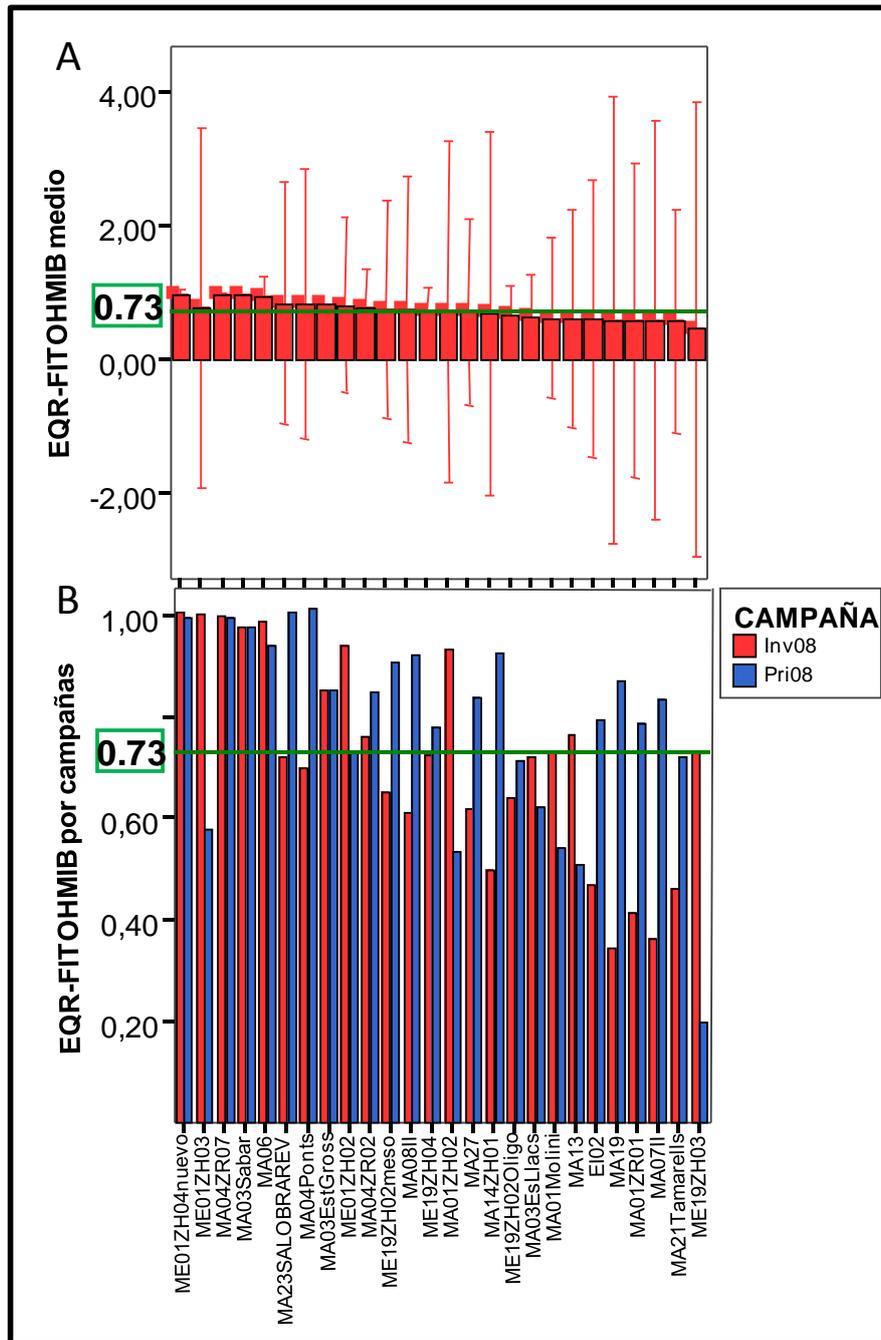


Figura 2.62. Distribución del valor de EQR-FITOHMIB de fitoplancton del tipo Mesohalino en las estaciones de muestreo. La gráfica muestra el valor del EQR-FITOHMIB medio para las 2 campañas del año 2008. (A) Las estaciones de muestreo están ordenadas en orden decreciente en función del valor de EQR-FITOHMIB medio. (B) El valor del EQR-FITOHMIB obtenido para cada una de las campañas. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado Bueno y el Moderado (EQR-FITOHMIB = 0.73).

Campañas	Correlación con EQR-FITOHMIB medio	
	Coefficiente	n
EQR inv'08	0.722	26
EQR pri'08	0.679	26

Tabla 2.61. Tabla de correlaciones entre el valor de EQR-FITOHMIB medio para las 2 campañas de 2008 y el valor del EQR-FITOHMIB obtenido para cada una de las campañas. La tabla muestra los coeficientes de correlación de Spearman ($p < 0.05$).

Integración del Estado Ecológico en base a los Elementos Biológicos.- Una vez analizados cada uno de los elementos biológicos de calidad por separado, se realiza la integración entre ambos elementos (Fig. 2.63). La integración se llevó a cabo utilizando el valor de EQR obtenido de realizar la **media** entre los dos valores de EQR de invertebrados y fitoplancton (EQR-INVHMIB *óptimo* y EQR-FITOHMIB *óptimo* respectivamente) (Figura 2.62 y Figura 2.63). Se recuerda que el límite entre el estado ecológico *Bueno* y *Moderado*, pasa de 0.73 a 0.68, ya que para el *Estado Ecológico Final* se asume un 5% de incertidumbre tal como se explicó en el apartado 2.6.

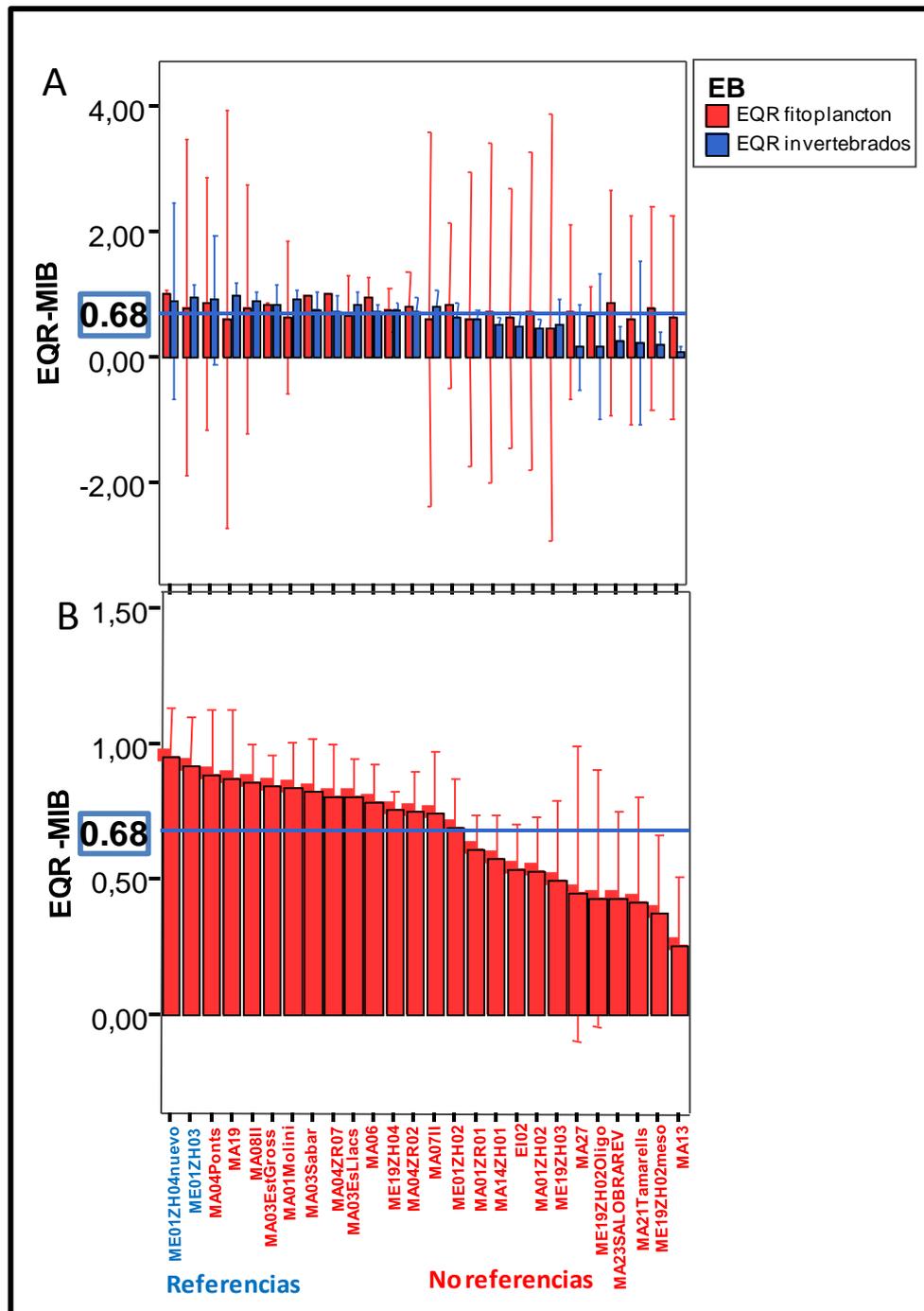


Figura 2.63. Distribución del valor medio de EQR en función de las estaciones de muestreo del tipo mesohalino. La gráfica muestra el valor del EQR-INVHMIB medio para las campañas seleccionadas (invierno y primavera) como óptimas para el muestreo de invertebrados y el EQR-FITOHMIB medio de las 2 campañas al año 2008 para el fitoplancton. La línea azul, indica el punto de corte entre el estado Bueno y el Moderado (EQR = 0.68).

Aquellas estaciones de muestreo cuyo EQR *final* (procedente de realizar la media entre el EQR-INHMIB *óptimo* y EQR-FITOHMIB *óptimo*) sea inferior a 0.68 (i.e., corte entre el estado bueno y moderado, ver apartado 2.6) se considerará que no “cumplen” con el estado Biológico. Las clases derivadas del EQR final de la tabla 2.62 corresponden a la *Clase de Estado Ecológico Final*. (Tabla 2.62). Se detecta, por lo general, que el multimétrico de fitoplancton tiende a evaluar de manera más positiva los puntos estudiados, siendo 10 (38% del total de puntos estudiados) los puntos a los que el fitoplancton les asigna una clase de estado por encima de la asignada en base a los invertebrados (Tabla 2.62), y son 5 (19%) los puntos a los que los invertebrados han valorado por encima de la clase de estado asignada en base al fitoplancton (Tabla 2.62).

Masa de agua	EQR- INVHMIB (<i>óptimo</i>)	EE Invertebrados	n	EQR- FITOHMIB (<i>óptimo</i>)	EE fitoplancton	n	EQR final	Clases de EE final
ME01ZH04nuevo	0.90	referencia	2	1.00	referencia	2	0.95	referencia
ME01ZH03	0.97	referencia	5	0.79	referencia	2	0.88	referencia
MA04Ponts	0.92	bueno	2	0.86	bueno	2	0.89	bueno
MA04ZR07	0.73	bueno	5	1.00	muy bueno	2	0.87	bueno
MA03Sabar	0.75	bueno	4	0.98	muy bueno	2	0.86	bueno
MA03EstGross	0.84	bueno	3	0.85	bueno	2	0.84	bueno
MA06	0.71	bueno	5	0.97	muy bueno	2	0.84	bueno
MA08II	0.90	bueno	5	0.77	bueno	2	0.83	bueno
MA19	0.98	muy bueno	5	0.61	moderado	2	0.79	bueno
MA01Molini	0.92	bueno	5	0.64	moderado	2	0.78	bueno
MA04ZR02	0.73	bueno	5	0.81	bueno	2	0.77	bueno
MA03EsLlacs	0.85	bueno	5	0.67	moderado	2	0.76	bueno
ME19ZH04	0.76	bueno	5	0.75	bueno	2	0.76	bueno
ME01ZH02	0.63	moderado	5	0.84	bueno	2	0.73	bueno
MA07II	0.80	bueno	5	0.60	moderado	2	0.70	bueno
MA14ZH01	0.52	moderado	5	0.71	bueno	2	0.62	moderado
MA01ZR01	0.62	moderado	5	0.60	moderado	2	0.61	moderado
MA01ZH02	0.45	deficiente	5	0.74	bueno	2	0.59	moderado
EI02	0.50	moderado	5	0.63	moderado	2	0.57	moderado
MA23SALOBREREV	0.25	deficiente	2	0.87	bueno	2	0.56	moderado
ME19ZH02meso	0.21	malo	5	0.78	bueno	2	0.50	moderado
ME19ZH03	0.51	moderado	5	0.47	deficiente	2	0.49	deficiente
MA27	0.16	malo	2	0.73	bueno	2	0.45	deficiente
ME19ZH02Oligo	0.18	malo	2	0.68	moderado	2	0.43	deficiente
MA21Tamarells	0.24	malo	2	0.59	moderado	2	0.42	deficiente
MA13	0.10	malo	5	0.64	moderado	2	0.37	deficiente

Tabla 2.62. Valor de EQR obtenido en base a los dos componentes biológicos analizados en este estudio, el EQR final (equivalente a la media de los dos EQR óptimos de los dos elementos biológicos) y la clase de estado resultante para cada punto del tipo mesohalino.

Las siguientes tablas (Tabla 2.63 y 2.64) muestran el resumen de los valores de nutrientes y biomasa fitoplanctónica en función de las clases de estado, para cada elemento biológico de calidad. La discusión posterior sobre las clases finales de *Estado Ecológico* se apoyará en parte en estas tablas.

		P-PO ₄ (mg/L)	P _T (mg/L)	DIN (mg/L)	N _T (mg/L)	DIN/P-PO ₄	SiO ₂ (mg/L)	O ₂ (mg/L)	Salinidad (‰)	Cl- <i>a</i> (µg/L)	AFDM (mg/L)
Referencia	Media	0.016	0.041	0.033	0.701	8.559	2.46	8.42	8.96	2.03	0.003
	EE	0.010	0.008	0.018	0.148	4.575	0.72	1.32	0.72	0.22	0.000
	Mediana	0.005	0.034	0.006	0.826	4.235	1.54	7.08	8.55	2.12	0.003
	P ₂₅	0.002	0.025	0.003	0.468	1.152	1.34	6.09	8.35	1.50	0.002
	P ₇₅	0.022	0.055	0.071	0.884	11.018	2.54	10.36	11.40	2.55	0.004
Muy bueno	Media	0.028	0.048	0.020	0.710	32.443	0.54	8.22	13.19	7.49	0.007
	EE	0.027	0.022	0.010	0.198	15.940	0.16	1.59	2.13	3.47	0.002
	Mediana	0.002	0.033	0.008	0.800	17.273	0.53	8.08	12.35	5.05	0.005
	P ₂₅	0.002	0.018	0.006	0.528	9.726	0.20	6.10	11.90	2.48	0.004
	P ₇₅	0.002	0.040	0.025	0.874	47.353	0.81	9.56	14.80	7.98	0.011
Bueno	Media	0.058	0.139	1.241	2.012	442.882	5.37	7.49	15.78	6.56	0.012
	EE	0.014	0.027	0.276	0.382	247.510	1.02	0.49	1.93	1.23	0.003
	Mediana	0.012	0.070	0.483	0.883	19.685	3.20	6.64	12.90	3.12	0.006
	P ₂₅	0.002	0.025	0.042	0.578	4.122	1.05	5.15	5.95	1.19	0.004
	P ₇₅	0.078	0.154	1.784	2.122	89.689	6.62	9.96	24.05	10.68	0.011
Moderado	Media	0.052	0.174	0.311	1.152	43.111	5.11	8.16	15.29	9.83	0.012
	EE	0.020	0.052	0.146	0.249	16.119	1.28	0.74	1.84	2.19	0.002
	Mediana	0.010	0.072	0.048	0.755	5.405	2.36	7.31	12.48	4.79	0.008
	P ₂₅	0.002	0.037	0.014	0.433	1.092	0.63	4.91	7.65	1.72	0.005
	P ₇₅	0.061	0.138	0.253	1.212	47.917	6.78	11.32	21.70	14.26	0.017
Deficiente	Media	0.032	0.107	0.108	1.304	20.034	1.99	8.35	16.08	5.57	0.007
	EE	0.016	0.042	0.054	0.446	10.342	1.25	2.35	5.60	3.23	0.002
	Mediana	0.009	0.084	0.071	1.054	8.861	0.62	7.89	8.80	2.37	0.007
	P ₂₅	0.004	0.022	0.026	0.497	2.086	0.10	3.86	5.83	1.15	0.003
	P ₇₅	0.053	0.137	0.095	1.575	26.490	2.03	10.41	26.93	4.55	0.011
Malo	Media	0.077	0.123	0.176	1.423	30.745	4.43	5.91	21.92	5.65	0.009
	EE	0.044	0.046	0.070	0.201	14.488	2.01	0.66	2.78	2.11	0.002
	Mediana	0.005	0.050	0.032	1.264	6.408	0.33	5.49	23.00	1.75	0.005
	P ₂₅	0.002	0.032	0.004	0.834	1.125	0.17	4.17	10.05	0.97	0.004
	P ₇₅	0.059	0.118	0.156	2.069	24.987	1.45	7.28	30.20	7.59	0.013

Tabla 2.63. Resumen de los valores de nutrientes y biomasa fitoplanctónica estimados en función las clases de estado obtenidas para el tipo Mesohalino tras la evaluación de los puntos estudiados en base a la comunidad de invertebrados.

		P-PO ₄ (mg/L)	P _T (mg/L)	DIN (mg/L)	N _T (mg/L)	DIN/P-PO ₄	SiO ₂ (mg/L)	O ₂ (mg/L)	Salinidad (‰)	Cl-a (µg/L)	AFDM (mg/L)	
CLASES DE ESTADO ECOLÓGICO (fitoplancton)	Referencia	Media	0.004	0.036	0.036	0.766	13.866	3.27	6.28	9.89	2.00	0.003
		EE	0.002	0.007	0.029	0.192	7.137	1.14	0.31	0.89	0.23	0.000
		Mediana	0.002	0.031	0.010	0.655	8.209	2.52	6.22	9.88	1.96	0.003
		P ₂₅	0.002	0.027	0.003	0.476	4.818	1.97	5.85	8.35	1.65	0.003
		P ₇₅	0.006	0.045	0.070	1.056	22.914	4.57	6.71	11.43	2.35	0.003
	Muy bueno	Media	0.008	0.053	0.475	0.954	71.601	2.79	6.55	15.30	3.82	0.006
		EE	0.004	0.008	0.381	0.336	33.000	1.20	1.51	2.59	0.82	0.002
		Mediana	0.002	0.056	0.079	0.590	45.332	2.14	6.59	15.23	3.35	0.005
		P ₂₅	0.002	0.038	0.034	0.579	20.740	0.76	2.69	9.05	2.42	0.003
		P ₇₅	0.014	0.070	0.284	0.878	89.689	2.51	9.90	20.95	3.87	0.010
	Bueno	Media	0.046	0.091	1.051	2.262	115.694	4.77	5.26	16.40	3.91	0.008
		EE	0.022	0.031	0.475	0.665	54.217	1.62	0.59	2.71	1.30	0.003
		Mediana	0.005	0.038	0.228	1.217	17.776	1.94	5.39	15.43	1.27	0.004
		P ₂₅	0.002	0.024	0.010	0.816	1.867	0.27	3.38	6.85	0.78	0.003
		P ₇₅	0.029	0.082	0.504	1.942	80.896	6.23	6.06	23.00	4.91	0.007
	Moderado	Media	0.012	0.110	0.545	1.603	819.620	2.53	6.36	15.21	12.89	0.011
		EE	0.008	0.050	0.279	0.274	523.577	0.72	0.75	1.91	2.73	0.002
		Mediana	0.002	0.042	0.022	1.288	20.570	0.99	5.62	11.90	10.97	0.007
		P ₂₅	0.002	0.032	0.004	0.559	5.401	0.29	4.29	9.45	3.26	0.005
		P ₇₅	0.003	0.067	0.185	2.268	120.424	4.06	6.87	21.03	16.53	0.013
Deficiente	Media	0.033	0.044	0.287	0.954	46.004	2.57	4.56	33.03	19.95	0.008	
	EE	0.031	0.019	0.243	0.258	37.678	2.51	0.89	0.27	17.04	0.001	
	Mediana	0.033	0.044	0.287	0.954	46.004	2.57	4.56	33.03	19.95	0.008	
	P ₂₅	0.002	0.025	0.044	0.696	8.325	0.06	3.68	32.75	2.91	0.007	
	P ₇₅	0.064	0.064	0.530	1.212	83.682	5.09	5.45	33.30	36.99	0.010	

Tabla 2.64. Resumen de los valores de nutrientes y biomasa fitoplanctónica estimadas en función las clases de estado obtenidas para el tipo Mesohalino tras la evaluación de los puntos estudiados en base a la comunidad de fitoplancton.

Los puntos donde se detecta una mayor diferencia en cuanto a la valoración proporcionada por los dos componentes biológicos son ME19ZH02meso (Prats i Salines de Mongofre (Addaia), MA27 (Prat de Fontanelles), MA06 (Estany de Son Bauló), MA19 (S'Amarador), Salobrar EV (Salobrar de Campos) y MA01ZH02 (una estación de muestreo de la Albufera de Mallorca).

En el caso de MA27 (Prat de Fontanelles) y ME19ZH02meso (Prats i Salines de Mongofre (Addaia)) el fitoplancton los evalúa como *Buen* estado y los invertebrados como *Malo*. En ambos (MA27 y ME19ZH02meso) parece que el fitoplancton es más adecuado para evaluar el estado ecológico. En general, los niveles de Cl-a entre clases de estado ecológico presentan una mayor coherencia en el caso del fitoplancton que en los invertebrados. En el caso del fitoplancton, los niveles de Cl-a van aumentando progresivamente a medida que empeora el estado ecológico. Analizando los valores de Cl-a para MA27 y ME19ZH02meso se observa que presentan valores óptimos correspondientes a una mejor clase de estado ecológico que la

indicada por los invertebrados (MA27 media anual = 2.14 ± 0.73 (EE); ME19ZH0meso media anual = 1.03 ± 0.25 (EE)).

El punto MA06 (Estany de Son Bauló) es evaluado por el fitoplancton como *Muy bueno*, mientras que los invertebrados lo evalúan como *Moderado*, al igual que en los casos anteriores son los invertebrados quienes detectan de forma más sensible la alta carga de nutrientes. Para este punto los valores medios de clorofila *a* son de 7.23 ± 2.04 (EE). Otros puntos con un comportamiento semejante al anterior, son MA23 Salobrar EV (Salobrar de Campos) y el punto de muestreo MA01ZH02 de la Albufera de Mallorca, en ambos casos el fitoplancton evaluó de manera más positiva (*Bueno*) a las masas de agua que los invertebrados (*Deficiente*). En el caso de MA23Salobrar la mayor penalización de los invertebrados puede ser debido a la sensibilidad de éstos, no solo a la elevada carga de nutrientes, sino a la presión hidromorfológica existente en esta zona, ya que este punto se trata de una salina en activo, por lo cual es una zona húmeda sometida a una alta perturbación y modificación física, que afecta más a los invertebrados que el fitoplancton. En el caso de MA01ZH02 (Albufera de Mallorca) los niveles de Cl-a (6.12 ± 4.41) comienzan a ser ligeramente altos tanto para las tablas derivadas del fitoplancton (Tabla 2.64) como de los invertebrados (Tabla 2.63). Los niveles de nutrientes no son muy elevados, pero los niveles de oxígeno son bajos aunque muy fluctuantes (3.14 ± 6.19). Se trata de una masa de agua en el límite entre los tipos oligohalino y mesohalino (salinidad 6.74 ± 0.96), lo cual puede dificultar la caracterización de su estado ecológico. Por último, cabe destacar el punto MA19 (S'Amarador) en el que, al contrario que en los casos anteriores, es el fitoplancton quien lo evalúa de manera más sensible (*Moderado*) y los invertebrados son más tolerantes (*Muy bueno*), en este caso podrían ser los invertebrados los más adecuados para evaluar el estado ecológico debido a que los valores medios anuales de Cl-a (6.38 ± 3.04 (EE)) se asemejan más a los valores medios por estado ecológico que en el caso del fitoplancton, a pesar que en este caso el aumento de la concentración de la Cl-a sea gradual a medida que empeora el estado ecológico de las masas de agua.

De forma general, para todas las variables de las tablas 2.63 y 2.64, se observa una tendencia de aumento gradual desde las clases en mejor estado ecológico hacia las clases en peor estado. Esta tendencia resulta más evidente para el fitoplancton, ya que es el elemento biológico, de los dos aquí estudiados, más sensibles a este tipo de presiones tróficas (Tablas

2.64). Las *referencias* presentan unos niveles y una variabilidad tanto para nutrientes como para Cl-a bajo, los cuales van aumentando gradualmente, conforme la clase de estado ecológico empeora. Llama la atención algunos valores elevados, en la clase de estado *Bueno*, que en ocasiones, llega a superar a la clase *Moderado*, se recuerda, que para la integración el valor de corte entre las clases *Bueno/Moderado* se ha establecido en 0.68, asumido un error del 5%, como se explicó al inicio de este apartado. De esta forma, en la clase de estado *Bueno* han podido ser incluidas muestras que podrían pertenecer al estado *Moderado*. Se asume esta posibilidad y se esperará a la realización de estudios futuros, y a los resultados del ejercicio de intercalibración europeo, para resolver los cortes entre clases de estado ecológico definitivos.

Así, de los 26 puntos estudiados pertenecientes al tipo Mesohalino, 11 (42.3%) no cumplen los requisitos de la DMA:

- MA14ZH01 (Estany de Cala Murada): empeora respecto al pasado informe el cual presentó estado ecológico *Bueno*, y este año pasa a *Moderado*. (Tabla 2.68)
- MA01ZR01, MA01ZH02: estos dos puntos pertenecen a la Albufera de Mallorca y ambos empeoran, pasando de *Bueno* a *Moderado*; es una dinámica general que se ha observado en la Albufera de Mallorca, tanto para las masas de aguas oligohalinas (apartado 2.7.6.1) como mesohalinas. El estado general de la Albufera de Mallorca se ha deteriorado respecto al pasado informe o bien los nuevos métricos han sido más adecuado para evaluar las presiones a las que se ve sometida esta Albufera (Tabla 2.68)
- EI02 (Feixes Talamanca Vila): su estado ecológico ha mejorado respecto el anterior informe, pasando de *Deficiente* a *Moderado*, pero continua sin cumplir con los objetivos de la DMA. Es una masa de agua afectadas por muchas presiones (i.e., urbanísticas, desecación, etc.) (Tabla 2.68)
- MA23Salobrar EV (Salinas de Salobrar, tanque Evaporador): a pesar de ser el tanque más naturalizado de la salina, no cumple con los objetivos de la DMA, manteniendo el mismo estado ecológico que el pasado informe, *Moderado* (Tabla 2.68).
- ME19ZH03oligo, ME19ZH02meso y ME19ZH03 (Prats i Salines de Mongofre): se trata de distintas estaciones de muestreo dentro de este conjunto de masas de agua. El estado ecológicos de los puntos

ME19ZH02meso y ME19ZH03 ha empeorado respecto al informe anterior, pasando de *Bueno* a *Moderado* y de *Moderado* a *Deficiente*, respectivamente. Mientras que el punto de muestreo ME19ZH03oligo (*Deficiente*) es la primera vez que se muestreaba. Es una masa de agua en la que se ha detectado pérdida de volumen de agua además de otras presiones (Tabla 2.68).

- MA27 (Prat de Fontanelles): es la primera vez que se ha evaluado esta masa de agua y su estado ecológico ha resultado *Deficiente*, está sometido a distintas presiones que recuerdan al caso de Feixes Talamanca Vila en Ibiza (Tabla 2.68).
- MA21Tamarells (Estany de Tamarells): se trata de una gran masa de agua que ha sido evaluada por primera vez (en el anterior informe se evaluó una masa de agua errónea por ésta y su estado ecológico ha resultado *Deficiente* (Tabla 2.68).
- MA13 (Cala Magraner): el estado ecológico de esta masa de agua se mantiene como en el pasado informe, *Deficiente*, no cumpliendo los objetivos de la DMA. Aunque no sufre presiones antropogénicas directas, la disminución de aportes de agua dulce puede ser una de las principales causas de su estado ecológico (Tabla 2.68).

Hay que tener en cuenta además de estas masas de agua, aquéllas que aún cumpliendo con el objetivo de la DMA, son muy vulnerables, por ejemplo la masas de agua MA07 II (Son Real) cuyo EQR final es 0.70, es decir aunque su Estado Ecológico final sea *Bueno*, es una masa de agua a la cual habría que seguir monitoreando, ya que se encuentra rozando el límite entre las clases de estado *Bueno/Moderado*.

Como conclusión, podría decirse que en general la valoración del tipo mesohalino es MODERADA, ya que algo más de la mitad de las masas de agua (58%) superan los requisitos de la DMA: 8% referencias, 50% buenas, 23% moderadas y 19% deficientes (Fig. 2.64). Cabe destacar que entre las masas de agua mesohalinas, tal como ocurrió en el tipo oligohalino, no hay ninguna con estado ecológico *Muy Bueno* pero tampoco *Malo*, es decir, no hay masas de aguas extremadamente mal conservadas, pero tampoco en muy buen estado. Estos resultados coinciden con los del pasado informe, que tal como se observa en la Figura 2.64 el cambio en las clases de estado ecológico es mínimo (a pesar de haber eliminado o

introducido masas de agua), lo cual indica una mayor coherencia en la clasificación del tipo mesohalino.

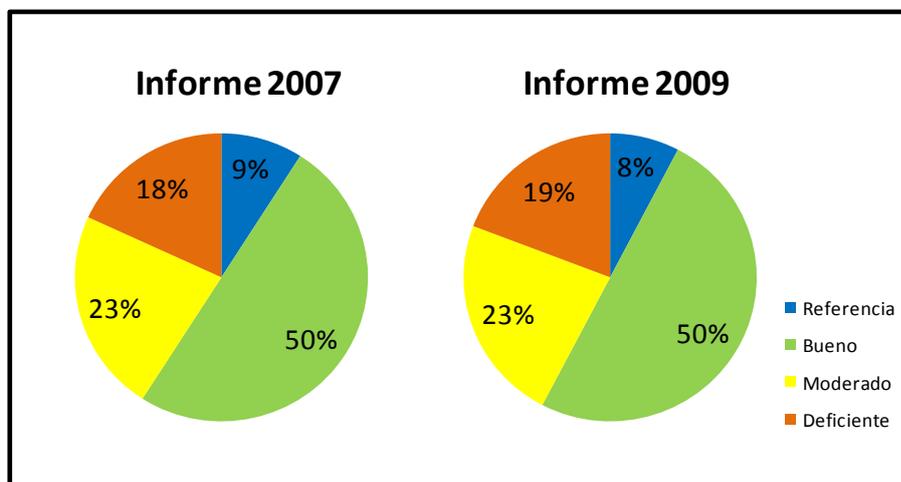


Figura 2.64. Evaluación del Estado Ecológico final de los puntos de las zonas húmedas de las Islas Baleares incluidas dentro del tipo Mesohalino. Se presentan los resultados del informe 2007 y el informe actual de 2009. El gráfico muestra porcentaje de cada clase ecológica con respecto al total de puntos estudiados.

2.7.6.3. Tipo EUHALINO

Como ya se explicó en el apartado 2.7.3 en el caso del tipo Euhalino, solo uno de los dos elementos biológicos de calidad, los invertebrados, fueron considerados para definir un multimétrico capaz de asignar una clase de Estado Ecológico a las masas de aguas estudiadas. Por tanto, para este tipo no se hará la integración con el EQR-FITOHMIB, no obstante el resto de los pasos seguidos en los tipos Oligohalino y Mesohalino se llevaran a cabo.

Invertebrados.- El primer paso para evaluar una zona húmeda tomando los invertebrados como único elemento biológico indicador en este caso particular, es definir el EQR-INVHMIB *óptimo de muestreo*. Para ello, una vez hemos calculado el EQR-INVHMIB de cada muestra y confirmado su respuesta a la presión (ver apartado 2.7.4.5), se calcula el EQR-INVHMIB medio (campañas 2005-08) (Fig. 2.56 y Figura 2.65). Para corroborar la/s campaña/s que pueden intuirse como *óptimos de muestreo*, se han realizado correlaciones entre el valor de los EQR-INVHMIB obtenido en cada campaña y el EQRINVHMIB medio para las 6 campañas entre los años 2005 y 2008 (prim'05, oto'05, inv'06, prim'06, inv'08 y

prim'08) (Tabla 2.65). Las correlaciones más altas, correspondieron a las campañas de primavera del 2006 y 2008, e invierno de 2008 (Tabla 2.65). Aunque la primavera'05 y el invierno'06 no ha sido significativo, se consideró más coherente seguir el mismo criterio que para los otros dos tipos anteriores (Oligohalino y Mesohalino), ya que tanto desde el punto de vista práctico como funcional de cara al futuro de nuevo muestreos resulta más coherente realizar los muestreos de invertebrados en la misma época del año para todos los tipos, invierno y primavera. Se calculó la correlación entre la media del EQRINVHMIB obtenido en estas 5 campañas de invierno y primavera (EQRINVHMIB inv-prim) y el EQRINVHMIB medio de las 6 campañas, resultando un coeficiente de correlación mayor (Tabla 2.65). Así, se proponen estas dos campañas, invierno (febrero-marzo) y primavera (mayo-junio) como óptimas para evaluación de los puntos y muestreos. Este valor de EQRINVHMIB medio inv-prim, será el que se utilice para hacer la evaluación del estado ecológico de las zonas húmedas del tipo euhalino (Fig. 2.65).

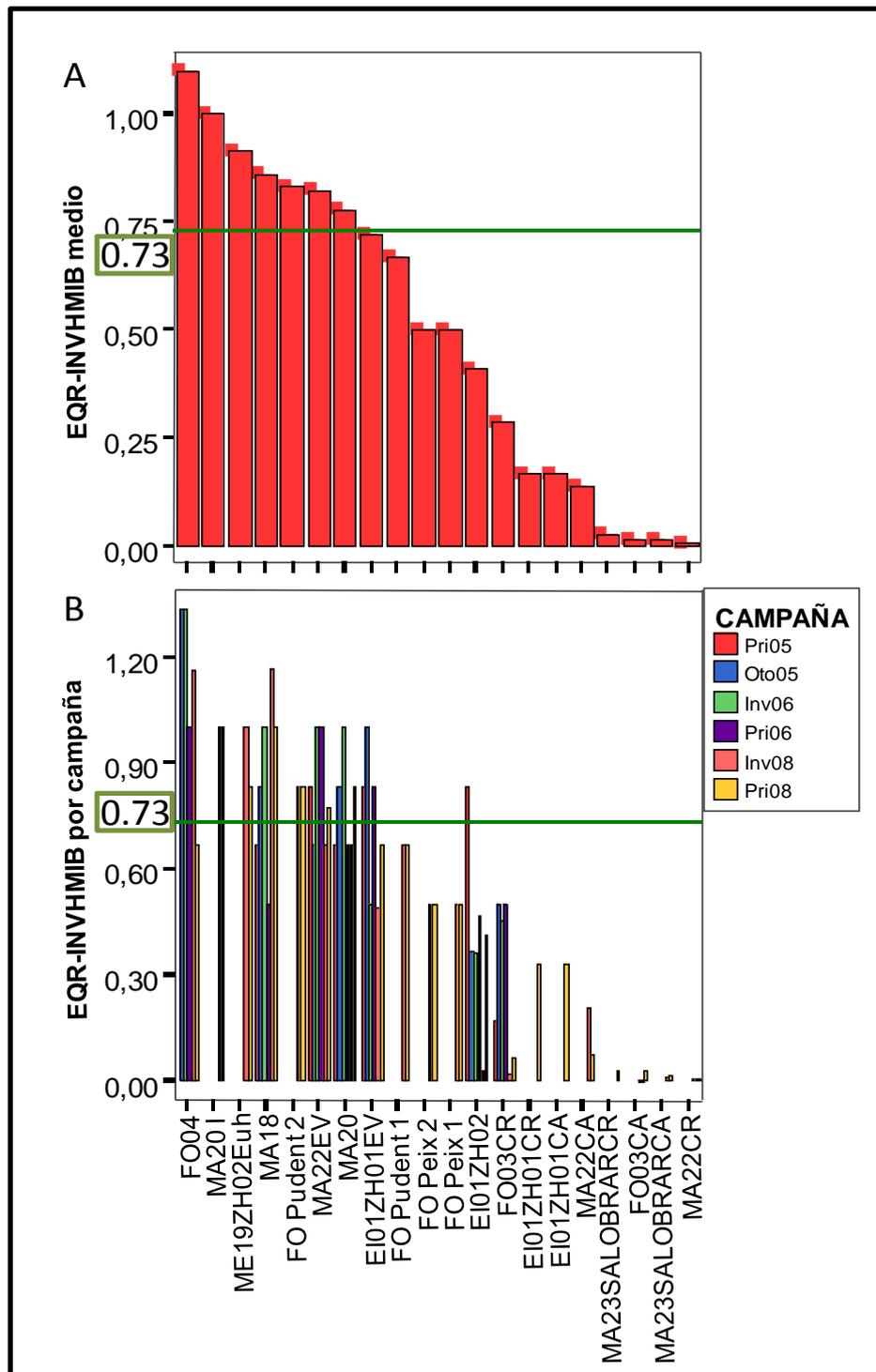


Figura 2.65. Distribución del valor de EQRINVMIB de invertebrados del tipo Euhalino en las estaciones de muestreo. La gráfica muestra el valor del EQRINVMIB medio para las 6 campañas entre los años 2005-2008 (A) y el valor del EQRINVMIB obtenido para cada una de las campañas (B). Las estaciones de muestreo están ordenadas en orden decreciente en función del valor de EQRINVMIB medio. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQRINVMIB = 0.73).

Campañas	Correlación con EQR-INVHMIB medio	
	Coefficiente	n
EQR pri'05	n.s	6
EQR oto'05	0.86	7
EQR inv'06	n.s	7
EQR pri'06	0.9	7
EQR inv'08	0.94	19
EQR pri'08	0.94	20
EQR inv-pri	1	66

Tabla 2.65. Tabla de correlaciones entre el valor de EQRINVHMIB medio para las 6 campañas entre los años 2005-2008 y el valor del EQRINVHMIB obtenido para cada una de las campañas. Dado que las correlaciones de las campañas de invierno y primavera tienen los coeficientes de correlación más altos se muestra también la correlación con el EQRINVHMIB medio para estas campañas. La tabla muestra los coeficientes de correlación de Spearman ($p < 0.05$).

Como se explicó en el apartado 2.7.6 la integración entre fitoplancton e invertebrados no se llevará a cabo, puesto que para el tipo Euhalino, solo se han tenido en cuenta los invertebrados como elemento bioindicador. Así, el EQR-INVHMIB medio inv-prim, corresponde al EQR final, y por tanto a partir del cual se obtenga la clasificación del Estado Ecológico Final (Figura 2.66 y Tabla 2.66). Aquéllas estaciones de muestreo cuyo EQR sea inferior a 0.68 (i.e., corte entre el estado bueno y moderado) se considerará que no “cumplen” con los objetivos de la DMA. Las clases derivadas del EQR final de la tabla 2.66 corresponden a la *Clase de Estado Ecológico Final*.

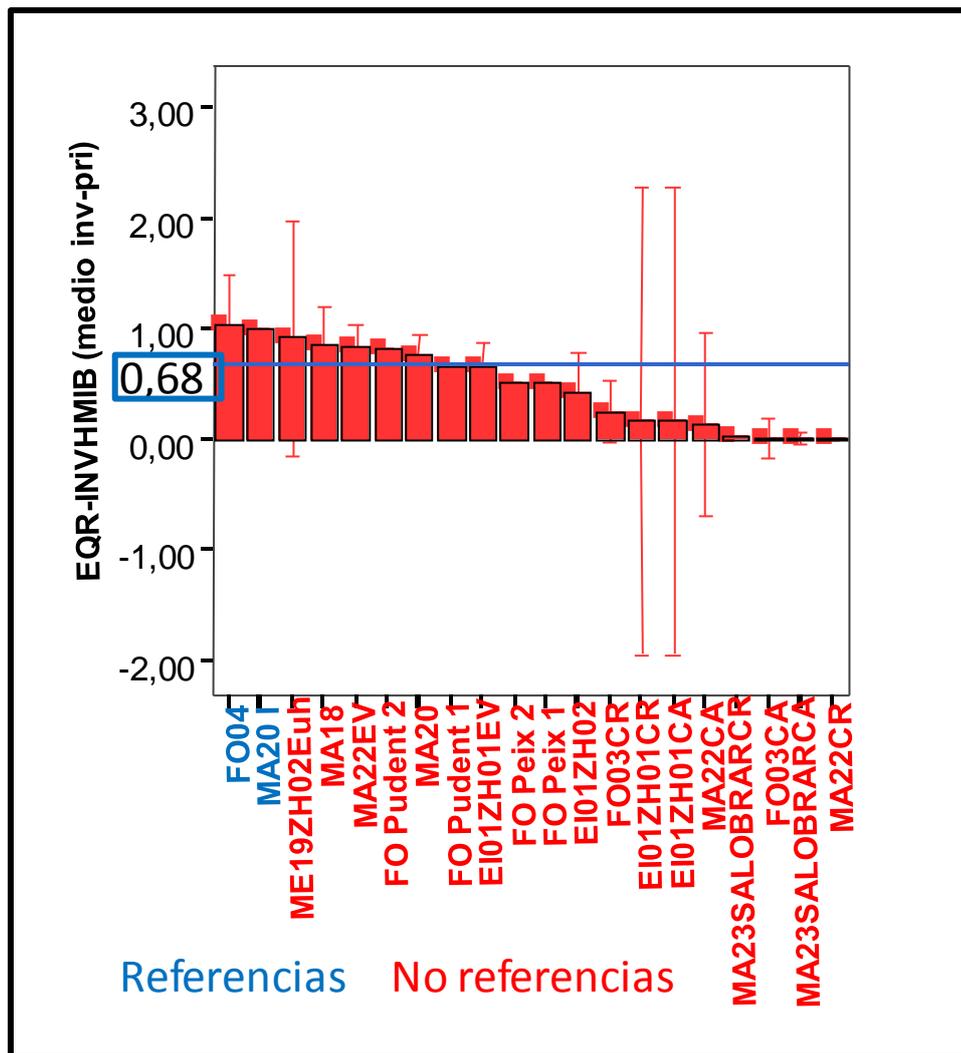


Figura 2.66. Distribución del valor de EQRINVMIB en función de las estaciones de muestreo. La gráfica muestra el valor del EQRINVMIB medio para las campañas seleccionadas (invierno y primavera) como óptimas (ver texto). La línea azul, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQRINVMIB = 0.68).

Masa de agua	EQR-INVHMIB (<i>óptimo</i>) = EQR Final	Clases de EE Final	n
FO04	1.04	referencia	4
MA20 I	1.00	referencia	2
ME19ZH02Euh	0.92	bueno	2
MA18	0.87	bueno	5
MA22EV	0.85	bueno	5
FO Pudent 2	0.83	bueno	2
MA20	0.77	bueno	5
FO Pudent 1	0.67	moderado	2
EI01ZH01EV	0.66	moderado	5
FO Peix 1	0.50	moderado	2
FO Peix 2	0.50	moderado	2
EI01ZH02	0.42	deficiente	5
FO03CR	0.24	malo	5
EI01ZH01CA	0.17	malo	2
EI01ZH01CR	0.17	malo	2
MA22CA	0.14	malo	2
MA23SALOBRARCR	0.03	malo	1
FO03CA	0.02	malo	2
MA23SALOBRARCA	0.01	malo	2
MA22CR	0.01	malo	2

Tabla 2.66. Valor de EQR final obtenido en base a los invertebrados y la clase de estado resultante para cada punto del tipo Euhalino. Este EQR final es equivalente a la media de los EQR de las campañas de invierno y primavera (leer texto).

Las siguiente tabla (Tabla 2.67) muestras el resumen de los valores de nutrientes y biomasa fitoplanctónica en función de las clases de estado, en este caso solo para un elemento biológico de calidad, los invertebrados. La discusión posterior sobre las clases finales de *Estado Ecológico* se apoyará en parte en estas tablas.

		P-PO ₄ (mg/L)	P _T (mg/L)	DIN (mg/L)	N _T (mg/L)	DIN/P-PO ₄	SiO ₂ (mg/L)	O ₂ (mg/L)	Salinidad (%)	Cl-a (µg/L)	AFDM (mg/L)	
CLASES DE ESTADO ECOLÓGICO (invertebrados)	Referencia	Media	0.054	0.237	0.029	2.608	32.297	5.88	5.43	61.64	18.009	0.100
		EE	0.031	0.119	0.009	0.778	19.812	2.06	1.33	15.20	6.062	0.051
		Mediana	0.013	0.096	0.018	2.220	3.809	4.40	5.35	59.53	15.281	0.046
		P ₂₅	0.002	0.069	0.012	1.401	0.084	2.04	2.91	24.85	3.742	0.034
		P ₇₅	0.106	0.298	0.057	2.967	74.527	10.11	8.14	99.02	31.809	0.124
	Bueno	Media	0.037	0.300	0.673	2.069	291.936	3.10	6.60	40.54	6.026	0.052
		EE	0.015	0.122	0.414	0.441	273.111	1.09	0.77	5.05	1.359	0.027
		Mediana	0.005	0.088	0.015	1.453	15.515	0.42	6.70	36.30	3.742	0.017
		P ₂₅	0.002	0.046	0.006	0.820	0.484	0.10	4.08	24.50	1.663	0.010
		P ₇₅	0.042	0.264	0.166	2.486	28.455	5.29	7.85	59.10	8.209	0.027
	Moderado	Media	0.023	0.363	0.190	1.178	26.279	1.97	4.90	54.63	4.260	0.030
		EE	0.015	0.140	0.102	0.360	16.705	1.37	0.70	7.88	2.843	0.013
		Mediana	0.008	0.100	0.019	0.573	4.587	0.12	4.41	42.55	0.936	0.017
		P ₂₅	0.002	0.045	0.004	0.196	1.355	0.06	4.28	39.90	0.374	0.006
		P ₇₅	0.011	0.468	0.142	1.661	7.839	1.35	4.78	66.00	2.495	0.029
	Deficiente	Media	0.030	0.922	0.411	2.058	14.848	4.28	4.33	80.41	3.067	0.154
		EE	0.023	0.457	0.360	0.592	6.226	3.13	0.91	16.71	1.396	0.060
		Mediana	0.006	0.532	0.059	2.012	11.186	1.24	4.47	89.95	2.495	0.122
		P ₂₅	0.002	0.095	0.014	1.360	4.620	0.19	2.44	42.60	0.312	0.033
		P ₇₅	0.018	1.384	0.126	2.489	17.166	3.18	5.08	94.49	3.742	0.257
Malo	Media	0.075	1.013	0.253	1.877	55.147	2.87	2.87	91.64	2.304	0.199	
	EE	0.025	0.344	0.091	0.512	28.668	1.64	0.63	6.75	1.220	0.085	
	Mediana	0.006	0.276	0.158	1.424	4.581	1.19	2.42	101.50	0.624	0.094	
	P ₂₅	0.002	0.070	0.015	0.361	1.377	0.10	1.15	62.20	0.000	0.031	
	P ₇₅	0.164	2.197	0.299	2.970	45.795	2.48	3.33	112.35	2.183	0.113	

Tabla 2.67. Resumen de los valores de nutrientes y biomasa fitoplanctónica estimadas en función las clases de estado obtenidas para el tipo Euhalino tras la evaluación de los puntos estudiados en base a la comunidad de invertebrados.

Como se explicó en el apartado 2.7.5.3 y como se ha visto a lo largo de este informe, la físico-química del tipo Euhalino, es bastante particular. De forma general, los valores físico-químicos no se corresponden con el cambio gradual que deberían representar las clases de estado. Encontramos gradientes muy diferentes en función de las variables consideradas, así para la Cl-a el gradiente es el inverso al esperado, es decir, a medida que empeora el Estado Ecológico, la Cl-a disminuye (Tabla 2.67), sin embargo para otras variables como el fósforo total (P_T) o el oxígeno, el gradiente es como el esperado, a medida que la clase de Estado empeora el P_T aumenta y el oxígeno disminuye. Para el resto de variables consideradas, no se observa ningún gradiente. Tal y como se comentó anteriormente y como se verá en el siguiente apartado sobre presiones, parece que en el tipo Euhalino son otras presiones como el origen del agua o las alteraciones hidromorfológicas, junto con la calidad físico-química del agua, las que condicionan el Estado Ecológico de las masas de agua.

Así, de los 20 puntos estudiados pertenecientes al tipo Euhalino, 13 (65%) no cumplen los requisitos de la DMA:

- FOPudent1 (Estany Pudent): debido al gran tamaño de este humedal se han tomado dos estaciones de muestreo en el mismo. Estany Pudent1 resultó moderado; es la primera vez que se muestrea, por tanto existen datos de 2 campañas (feb'08 y jun'08), consideramos que se necesitan más datos para conocer mejor el Estado Ecológico de esta singular masa de agua. Actualmente se está naturalizando, pero ha sido manejada por el hombre para su uso como tanque evaporador de la adyacente Salinas de Formentera. Por tanto, Estany Pudent ha visto alterado su régimen hídrico ya que posee canales que conectan con el mar, así como bombas que sustraen al agua hacia la salina. Aunque actualmente ésta no está activa, se sigue produciendo el bombeo.
- FOPeix 1 y 2 (Estany Peix): debido al gran tamaño de este humedal se han tomado dos estaciones de muestreo en el mismo, y ambas han resultado moderadas. Hay que puntualizar que esta masa de agua, se acerca más a las características de "agua costera" que a aguas de transición. El sedimento y la fauna (invertebrados) son más próximo a fondos y especies marinas, que a las propias de aguas de transición, además presenta un canal que comunica la masa de agua con el mar. Es por ello, que además de las evidentes presiones a las que está sometida este humedal (sobre todo antropogénicas i.e., uso recreativo, pesca, embarcaciones, desagües) la penalización de su Estado Ecológico puede deberse a que no corresponda a la categoría de agua propiamente como aguas de transición, sino aguas costeras.
- Más allá todas las salinas (Salinas de Ibiza (EI01ZH01 EV/CA/CR), Salinas de Formentera (FO03 CA/CR), Salinas de Sant Jordi (MA22 CA/CR) y Salobrar de Campos (MA23 Salobrar CA/CR) éstas dos últimas en Mallorca) presentan un Estado Ecológico *Malo*. Debido al gran tamaño y compartimentación de las salinas, el muestreo se llevó a cabo en los distintos tanque de las salinas, los acrónimos EV, CA y CR corresponden respectivamente al tanque Evaporador (el más externo y natural), Calentador (donde se concentra las aguas procedentes de los evaporadores) y

Cristalizadores (donde se produce la sal). Como ya se ha explicado anteriormente, en este caso se penaliza más las presiones debido a las alteraciones hidromorfológicas de lo que un día fue una masas de agua natural, que la calidad físico-química del agua. Todas las salinas, han sufrido modificaciones físicas y sobre todo aquéllas que están en activo sufren una erosión y degradación del sustrato, principalmente del bentos de forma continua.

- Salinas de Ibiza (EIZH02): este punto es una masa de agua adyacente a las salinas de Ibiza, de hecho pertenece a las mismas, pero no ha sido explotada como tal. Sin embargo es una masa de agua que se encuentra fragmentada y parece estar desecándose. Su régimen hídrico e hidromorfología se vio alterada una vez, pero parece que no se está recuperando.

Podría decirse que en general la valoración del tipo Euhalino es BAJO, ya que el 65% de los puntos no supera los requisitos de la DMA: 10% referencias, 25% buenas, 20% moderadas, 5% deficientes y 40% malas (Fig. 2.67). Cabe destacar que entre las masas de agua euhalinas, no hay ninguna con estado ecológico *Muy Bueno*. Como se observa en la Figura 2.67 el cambio entre los dos informes, 2007 y 2009, se debe principalmente al aumento de masas de agua en Estado *Malo*. Ello puede deberse, a que para el presente informe el estudio en las salinas se ha intensificado y se han buscado métricos que respondan de manera más eficaz a presiones hidromorfológicas, y que por tanto penalizan de forma más eficaz a las salinas y sistemas alterados.

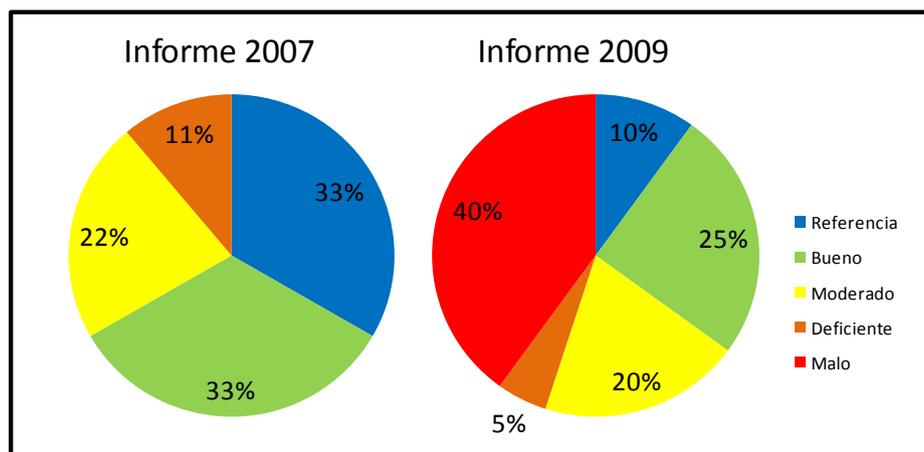


Figura 2.67. Evaluación del Estado Ecológico final de los puntos de las zonas húmedas de las Islas Baleares incluidas dentro del tipo Euhalino. Se presentan los resultados del informe 2007 y el informe actual de 2009.

2.7.7. Resumen del estado ecológico de las aguas de transición por isla

Más allá de la tipología en base a la salinidad propuesta para clasificar las aguas de transición de las Islas Baleares en tres tipos: oligohalino, mesohalino y euhalino, se ha incluido un breve resumen en el que se indican el porcentaje de las masas de agua según el estado ecológico final por Isla sin atender a la tipología por salinidad (Figura 2.68).

- **Ibiza-** Es la Isla que presenta las aguas de transición en peor estado ecológico. El mejor estado ecológico que presenta es el *Moderado*, lo cual indica que ninguna de sus masas de agua cumple con los objetivos de la DMA. Se debe tener en cuenta que las masas de agua muestreadas en Ibiza son la Salina de Ibiza (distintos tanques) y la zona húmeda Ses Feixes de Talamanca. Ésta última es una de las masas de aguas en peor estado de conservación de todas las Islas Baleares, sometida a graves presiones (e.i., urbanísticas, desecación, alteraciones hidromorfológicas entre otras)
- **Formentera-** Es la segunda isla en estado de conservación, aunque teniendo en cuenta el número de masas de aguas muestreadas, 5 zonas húmedas y 8 estaciones de muestreo, la valoración general podría ser moderada. A pesar

de este número reducido de masas de agua, presenta zonas húmedas en las cinco clases de estado ecológico, incluida una masa de agua Referencia, S'Espalamador, un humedal único presente en el islote de ése mismo nombre.

- **Mallorca.-** Es la mayor isla y la que presenta un mayor número de masas de agua (16) y estaciones de muestreo (31). El 50% de las cuales presentan un estado ecológico *Bueno*, cumpliendo por tanto los objetivos ambientales de la DMA. La valoración general para Mallorca podría ser buena, aunque no debe olvidarse que casi el 50% restante se tratan de masas de agua con una mala calidad ambiental.
- **Menorca.-** De las cuatro islas estudiadas es la que presenta un mejor estado de conservación. Aunque el porcentaje de masas de agua en *Buen* estado ecológico es ligeramente inferior que en el caso de Mallorca, Menorca no presenta ninguna zona húmeda en estado ecológico *Malo* y el porcentaje de *Referencias* también es más elevado. La valoración general para la isla de Menorca podría ser buena.

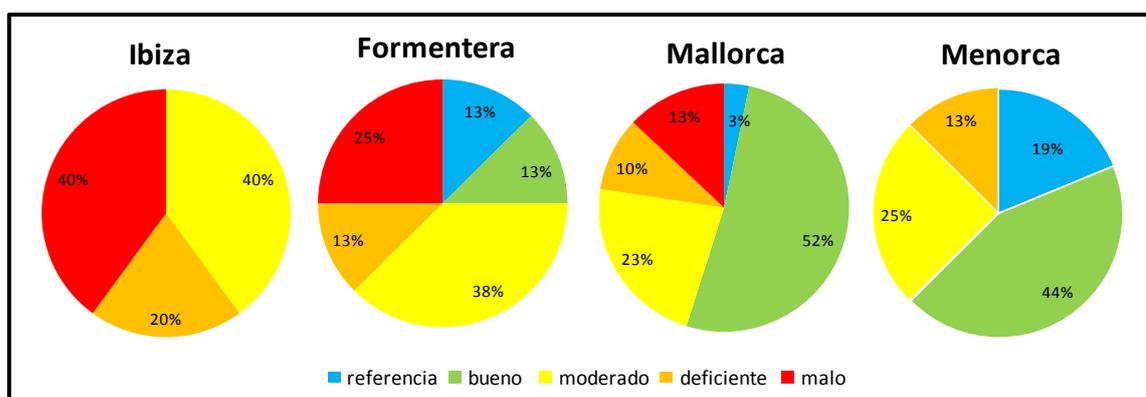


Figura 2.68. Diagrama de sectores en el que se representa el porcentaje de masas de agua en base a su estado ecológico final y por islas.

2.7.8. Contribución al análisis de presiones e impactos

El análisis de las presiones se ha centrado en aquéllas consideradas de mayor relevancia para las aguas de de transición, y en concreto, en el contexto de las Islas Baleares. Así el efecto de las depuradoras y/o vertidos, el origen del agua, el efecto de la salinización y alteraciones hidromorfológicas, serán analizadas con más detalle y por tipo en las siguientes secciones. Para ello se han realizado diagramas de barra teniendo en cuenta por un lado los valores de EQRs (tanto el EQR por elemento biológico, EQR-INVHMIB y EQR-FITOHMIB, como el EQR final (integrado por la media de los dos anteriores) que es el EQR-MIB) y los valores de nutrientes (fósforo y nitrógeno total e inorgánico disuelto).

2.7.8.1. Efecto de las depuradoras y/o vertidos

Para el análisis de la presión provocada por la existencia de depuradoras y/o vertidos y la carga de nutrientes en las zonas húmedas estudiadas (presión orgánica/nutrientes) se han utilizado las siguientes fuentes de información: observaciones constatadas en el campo, comentarios facilitados por los guardas de medio ambiente, quienes nos informaron de aquéllas zonas en los humedales que podrían estar afectadas por depuradoras y/o vertidos y mapas de las cuencas hidrográficas dónde se indican la depuradoras.

2.7.8.1.1. Tipo OLIGOHALINO

En las siguientes figuras se observa como los valores de EQRs (Fig. 2.69 A, B, C) discriminan de forma muy eficaz las muestras de *Referencia*, con un valor de EQR elevado, respecto a las muestras no referencias y las afectadas por depuradoras y/o vertidos. Sin embargo, la diferencia entre estas dos últimas no es tanta, por lo que no se descarta que algunas localidades indicadas como “no referencias” también sufran o hayan sufrido vertidos, al menos puntuales (Fig. 2.69). Se puede decir que el sistema de clasificación basado en multimétricos es adecuado para diferenciar las referencias de aquéllas masas de aguas afectadas por depuradoras y/o vertidos. Respecto a la relación con los nutrientes (Fig. 2.70 A, B, C, D), destacan los mayores valores de éstos, principalmente los de fósforo (i.e. procedentes de detergentes) en zonas que reciben efluentes de depuradoras/vertidos.

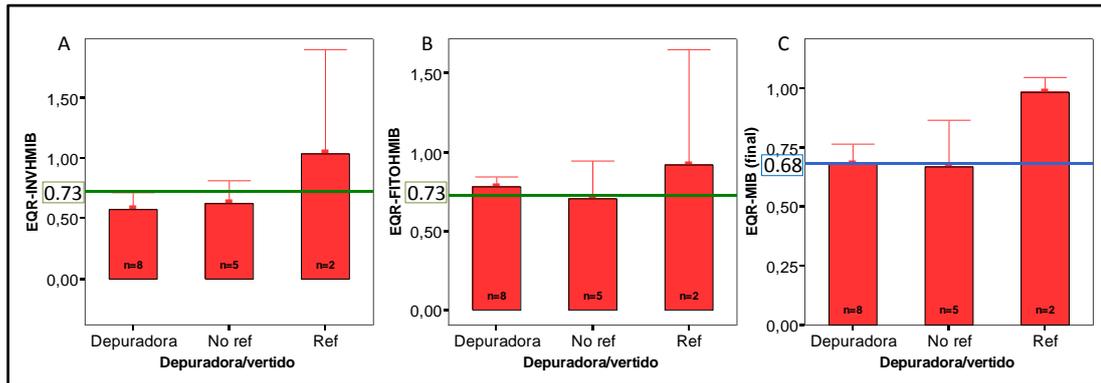


Figura 2.69. Diagramas de barras en el que se muestra el valor de los EQRs en función de la condición de referencia y de si existe o no depuradora aguas arriba de las zonas húmedas pertenecientes al tipo Oligohalino: (A) EQR-INVHMIB (EQR obtenido del multimétrico teniendo en cuenta los invertebrados); (B) EQR-FITOHMIB (EQR obtenido del multimétrico teniendo en cuenta el fitoplancton) y (C) EQR-MIB (es el EQR final obtenido por la integración de los dos anteriores, mediante la media). Los valores de EQR-INVHMIB y EQR-FITOHMIB, las líneas verdes, indican el umbral entre el estado Bueno y el Moderado (EQR = 0.73); El valor de EQR final, la línea azul, indica el punto de corte entre el estado Bueno y el Moderado (EQR = 0.68, ya que para la integración se ha asumido un 5% de incertidumbre). Se han diferenciado las categorías Referencia (Ref), No referencia (No ref) y Depuradora. Se muestra el valor medio ± 1 Error estándar (EE).

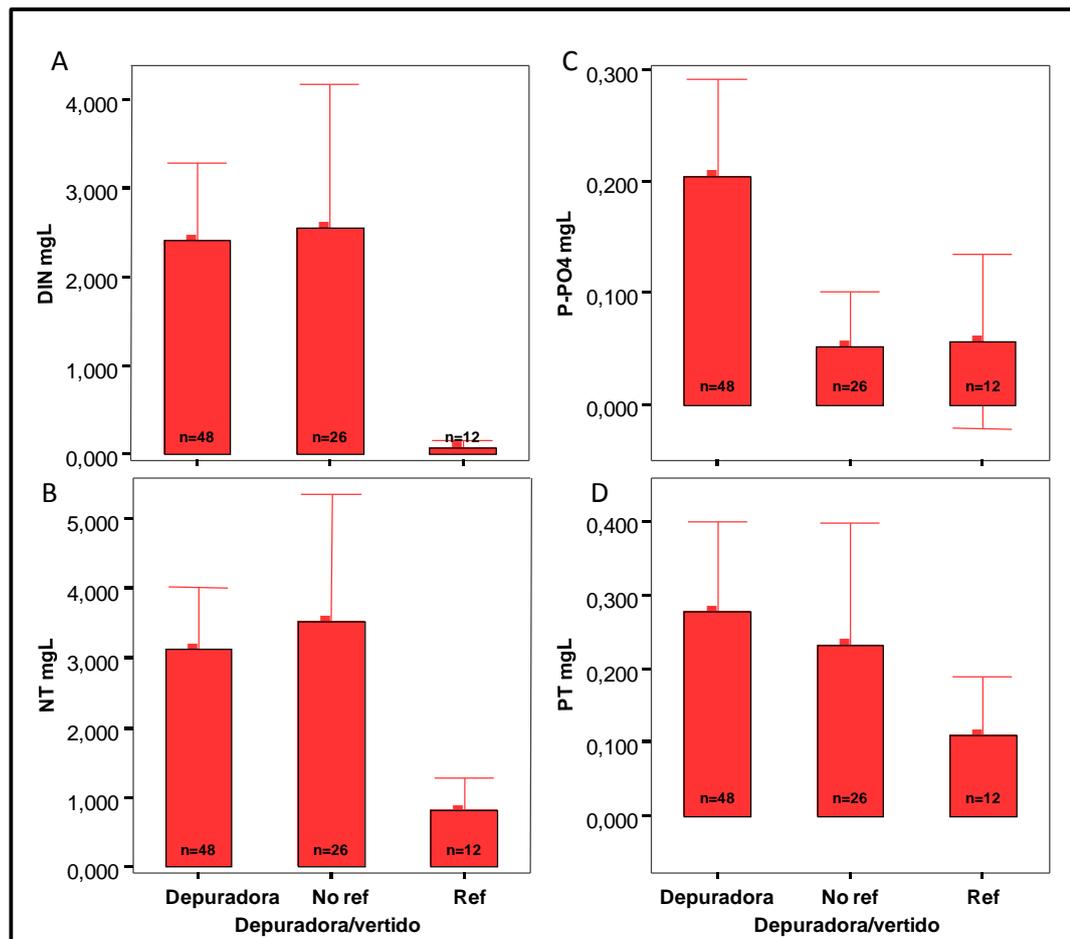


Figura 2.70. Diagramas de barras en el que se muestra los valores de distintos nutrientes (A: Nitrógeno inorgánico soluble, DIN; B: Nitrógeno Total, NT; C: Fósforo reactivo soluble, P-PO₄²⁻; D: Fósforo Total, PT) en función de la condición de referencia y de si existe o no depuradora aguas arriba de las zonas húmedas pertenecientes al tipo Oligohalino. Se han diferenciado las categorías Referencia (Ref), No referencia (No ref) y Depuradora. Se muestra el valor medio \pm 1 Error estándar (EE).

2.7.8.1.2. Tipo MESOHALINO

Al igual que ocurría con el patrón descrito para el tipo Oligohalino, los valores de EQRs (Fig. 2.68 A, B, C) discriminan de forma eficaz las muestras de *Referencia*, con un valor de EQR elevado, respecto a las muestras no referencias y las afectadas por depuradoras y/o vertidos. Sin embargo, la diferencia entre estas dos últimas no es tanta, e incluso las muestras con depuradoras presentan valores de EQRs más elevados. Esto podría indicar que algunas localidades “no referencias” también han podido sufrir vertidos, al menos puntuales, y que las depuradoras están funcionando correctamente. Estos resultados indican que las masas de

aguas bajo depuradoras, deben seguir siendo vigiladas, pero también que se necesita más trabajo de campo y seguimiento de las masas de aguas “no referencias” (Fig. 2.69). Respecto a la carga de nutrientes, se observa que los valores más elevados tanto de fósforo como de nitrógeno en todas sus formas (i.e., totales y disueltos) corresponden a las masas de agua afectadas por depuradoras/vertidos, seguidas de las no referencias, y por último, con los valores más bajo, las referencias, tal como cabría esperar.

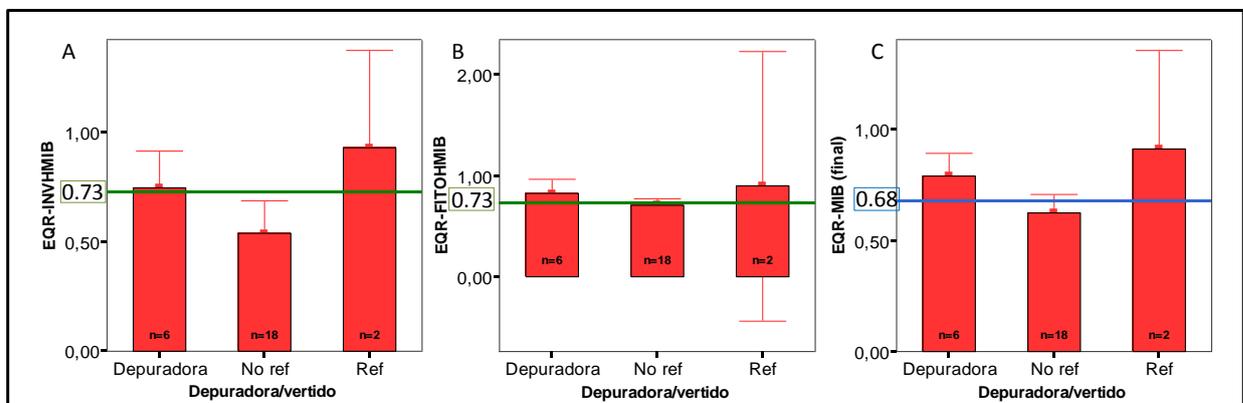


Figura 2.68. Diagramas de barras en el que se muestra el valor de los EQRs en función de la condición de referencia y de si existe o no depuradora aguas arriba de las zonas húmedas pertenecientes al tipo Mesohalino: (A) EQR-INVHMIB (EQR obtenido del multimétrico teniendo en cuenta los invertebrados); (B) EQR-FITOHMIB (EQR obtenido del multimétrico teniendo en cuenta el fitoplancton) y (C) EQR-MIB (es el EQR final obtenido por la integración de los dos anteriores, mediante la media). Los valores de EQR-INVHMIB y EQR-FITOHMIB, las líneas verdes, indican el umbral entre el estado Bueno y el Moderado (EQR = 0.73); El valor de EQR final, la línea azul, indica el punto de corte entre el estado Bueno y el Moderado (EQR = 0.68, ya que para la integración se ha asumido un 5% de incertidumbre). Se han diferenciado las categorías Referencia (Ref), No referencia (No ref) y Depuradora. Se muestra el valor medio \pm 1 Error estándar (EE).

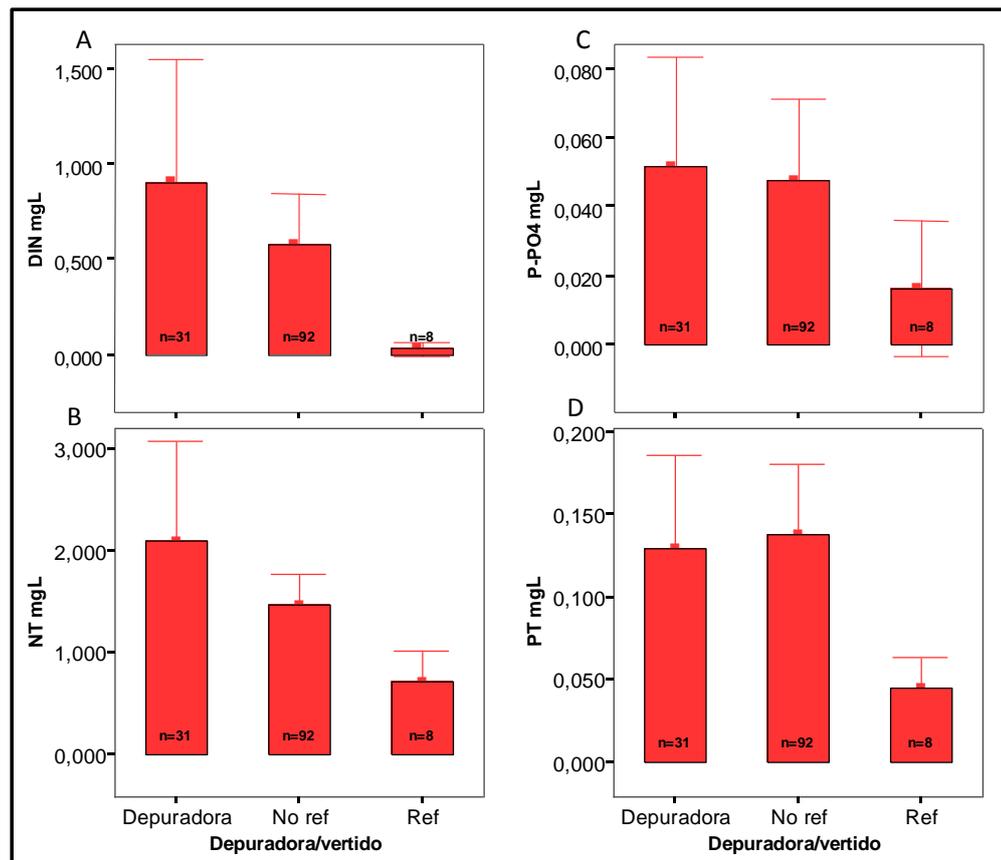


Figura 2.69. Diagramas de barras en el que se muestra los valores de distintos nutrientes (A: Nitrógeno inorgánico soluble, DIN; B: Nitrógeno Total, NT; C: Fósforo reactivo soluble, P-PO₄²⁻; D: Fósforo Total, PT) en función de la condición de referencia y de si existe o no depuradora aguas arriba de las zonas húmedas pertenecientes al tipo Mesohalino. Se han diferenciado las categorías Referencia (Ref), No referencia (No ref) y Depuradora. Se muestra el valor medio \pm 1 Error estándar (EE).

2.7.8.1.3. Tipo EUHALINO

Al igual que ocurría con el patrón descrito para el tipo Oligohalino y Mesohalino, el EQR final (se recuerda, que para este tipo, el EQR final correspondió al EQR-INVHMIB ya que no pudo utilizarse el fitoplancton), discriminó de forma eficaz las muestras de *Referencias*, con un valor de EQR elevado frente a las muestras no referencias y depuradoras (Fig.2.70). Entre estas dos últimas, el EQR de las muestras con depuradora, resultó más elevado que aquéllas muestras sin esta presión; se recuerda, que en el caso del tipo euhalino, el multimétrico en base a invertebrados de diseño para que detectara otro tipo de presiones más físicas (i.e., alteraciones hidromorfológicas, explotación como salinas) más que presiones de la calidad

físico-química del agua (i.e., concentración de nutrientes), ya que para la mayoría de los nutrientes incluso las muestras de referencias presentaron valores elevados, al tratarse de sistemas “naturalmente eutróficos”. Respecto a la carga de nutrientes (Fig. 2.71 A, B, C, D), se observa que sólo en el caso del DIN, los niveles de nutrientes siguen una dinámica esperada, es decir los valores más elevados están presentes en las muestras con depuradoras y los más bajos en las referencias. Sin embargo para el resto de los nutrientes no existe un claro patrón. Como se ha explicado en este mismo párrafo y en otras secciones del presente informe, la dinámica físico-química del tipo Euhalino es muy particular, y no puede utilizarse de forma única como indicador del estado ecológico. Para el tipo Euhalino, la presencia de depuradoras/vertidos no es la presión más grave a las que se encuentran sometidas las masas de aguas.

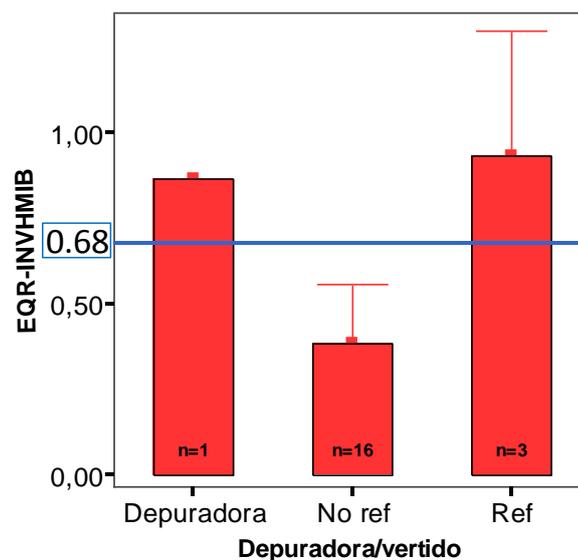


Figura 2.70. Diagramas de barras en el que se muestra el valor de EQR-INVHMIB (EQR obtenido del multimétrico teniendo en cuenta los invertebrados, que para el tipo Euhalino coincide con el EQR final) en función de la condición de referencia y de si existe o no depuradora aguas arriba de las zonas húmedas pertenecientes al tipo Euhalino. El valor de EQR final, la línea azul, indica el punto de corte entre el estado Bueno y el Moderado (EQR = 0.68, ya que para la integración se ha asumido un 5% de incertidumbre). Se han diferenciado las categorías Referencia (Ref), No referencia (No ref) y Depuradora. Se muestra el valor medio \pm 1 Error estándar (EE).

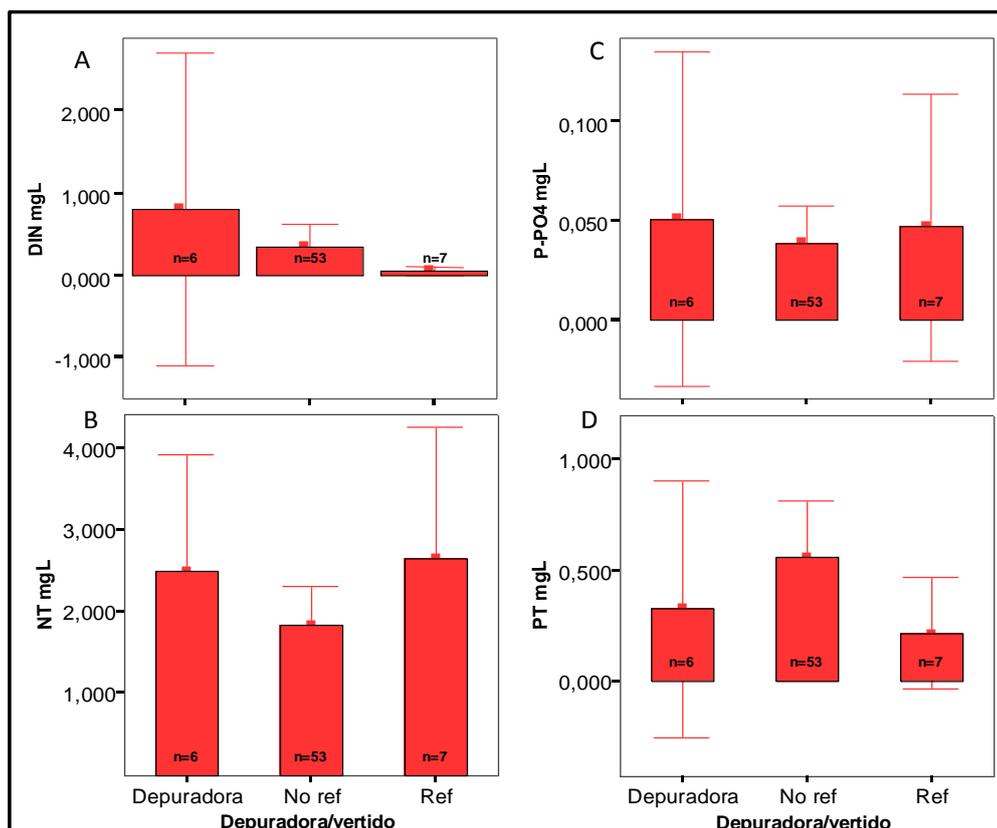


Figura 2.71. Diagramas de barras en el que se muestra los valores de distintos nutrientes (A: Nitrógeno inorgánico soluble, DIN; B: Nitrógeno Total, NT; C: Fósforo reactivo soluble, P-PO₄²⁻; D: Fósforo Total, PT) en función de la condición de referencia y de si existe o no depuradora aguas arriba de las zonas húmedas pertenecientes al tipo Euhalino. Se han diferenciado las categorías Referencia (Ref), No referencia (No ref) y Depuradora. Se muestra el valor medio \pm 1 Error estándar (EE).

2.7.8.2. Efecto del origen del agua

El análisis de esta presión ha consistido en el examen de las consecuencias que pueda tener el aporte de aguas de origen hipogénico en la carga de nutrientes de los humedales, ya sea por intrusión marina o proveniente de las aguas subterráneas. El aporte de sales o nutrientes por parte del agua hipogénica, puede producirse bien porque ésta los contenga o bien porque no conteniéndolos pueden ser aportados como consecuencia del arrastre.

2.7.8.2.1. Tipo OLIGOHALINO

Para el tipo Oligohalino tanto el EQR-MIB (final), como el EQR de cada elemento biológico (ERR-INVHMIB, para invertebrados y EQR-FITOHMIB, para fitoplancton) presentan la

misma tendencia, discriminando las muestras de *Referencias* del resto de las categorías, tanto las hipogénicas como las no hipogénicas (Fig. 2.72). Sin embargo entre éstas últimas la discriminación no es tan clara, incluso para el EQR-FITOHMIB y el EQR-MIB las muestras con influencia hipógea presentan valores de EQR más elevados. Esta tendencia coincide con los niveles de nutrientes, las *Referencias* siempre presentaron los niveles más bajo para los cuatro elementos estudiados (Fig. 2.73), mientras que las muestras hipogénicas presentaron los niveles más altos de elementos fosfatados (Fig. 2.73 C, D), pero las muestras identificadas como “no referencias” presentaron los niveles más altos de elementos nitrogenados. Esto puede deberse a la propia dinámica del nitrógeno y el fósforo; el segundo tiene un ciclo más sedimentario, quedando atrapado en el bentos en forma de precipitado; Las aguas hipogénicas pueden disolverlo y recircular de nuevo el fósforo. Mientras que el nitrógeno apenas se precipita, es consumido o liberado a la atmósfera, siendo aportado por arrastre superficial (e.i., lluvias, tormentadas) afectando más a las muestras “no referencias”.

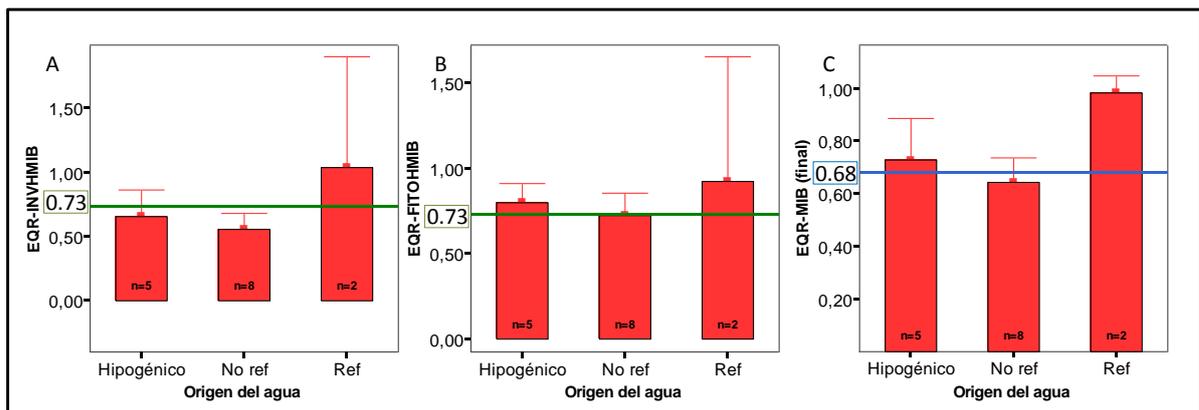


Figura 2.72. Diagramas de barras en el que se muestra el valor de los EQRs en función de la condición de referencia y de si existe o no origen del agua hipogénica en las zonas húmedas pertenecientes al tipo Oligohalino: (A) EQR-INVHMIB (EQR obtenido del multimétrico teniendo en cuenta los invertebrados); (B) EQR-FITOHMIB (EQR obtenido del multimétrico teniendo en cuenta el fitoplancton) y (C) EQR-MIB (es el EQR final obtenido por la integración de los dos anteriores, mediante la media). Los valores de EQR-INVHMIB y EQR-FITOHMIB, las líneas verdes, indican el umbral entre el estado Bueno y el Moderado (EQR = 0.73); El valor de EQR final, la línea azul, indica el punto de corte entre el estado Bueno y el Moderado (EQR = 0.68, ya que para la integración se ha asumido un 5% de incertidumbre). Se han diferenciado las categorías Referencia (Ref), No referencia (No ref) e Hipogénico. Se muestra el valor medio \pm 1 Error estándar (EE).

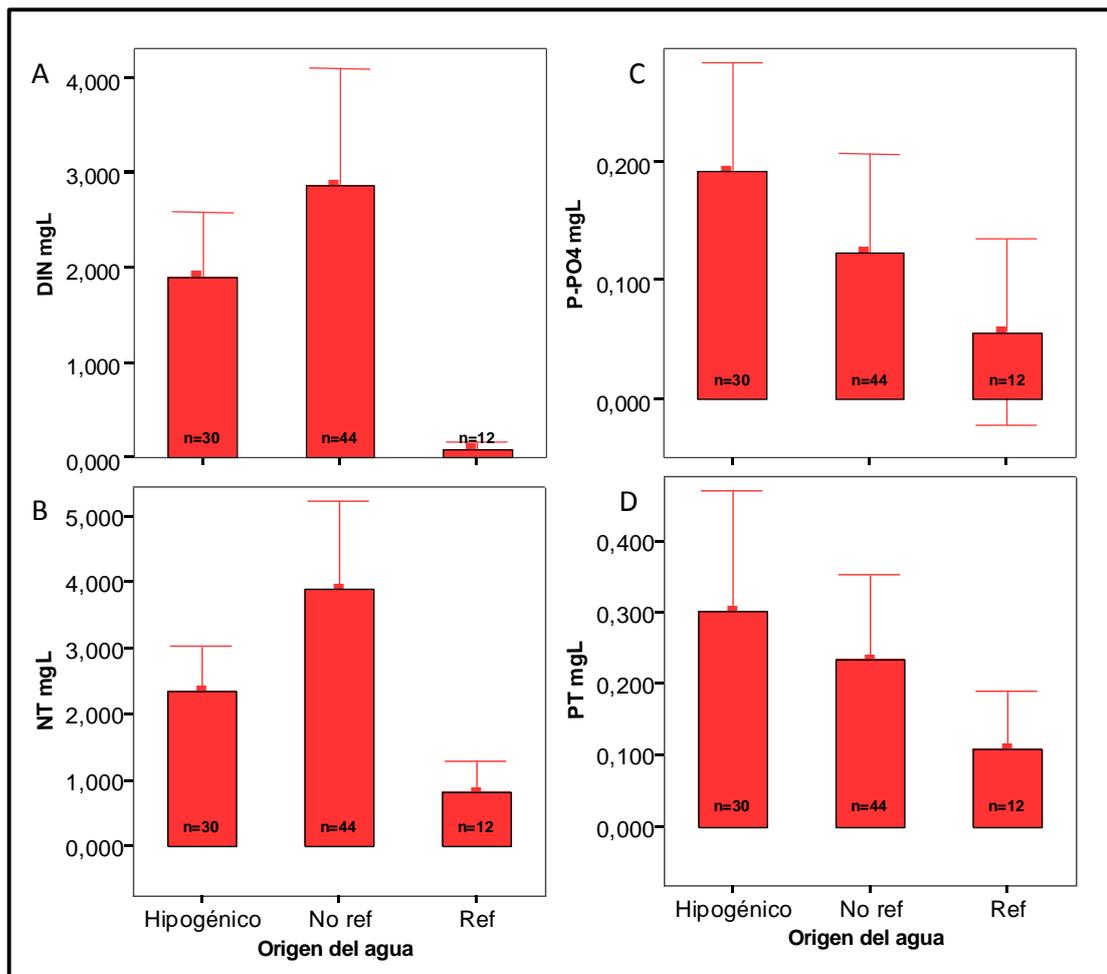


Figura 2.73. Diagramas de barras en el que se muestra los valores de distintos nutrientes (A: Nitrógeno inorgánico soluble, DIN; B: Nitrógeno Total, NT; C: Fósforo reactivo soluble, P-PO₄²⁻; D: Fósforo Total, PT) en función de la condición de referencia y de si existe o no origen del agua hipogénica en las zonas húmedas pertenecientes al tipo Oligohalino. Se han diferenciado las categorías Referencia (Ref), No referencia (No ref) e Hipogénico. Se muestra el valor medio \pm 1 Error estándar (EE).

2.7.8.2.2. Tipo MESOHALINO

En el tipo Mesohalino tanto el EQR por elemento biológico (EQR-INVHMIB y EQR-FITOHMIB), como el EQR-MIB (final) discrimina de forma eficaz las muestras de las *Referencias*, de las no referencias e hipogénicas (Fig. 2.74 A, B, C), quedando estas dos últimas por debajo del corte de *Bueno/Moderado*. Respecto a los nutrientes, se observa que las *Referencias* presentan los niveles más bajo de nutrientes como cabría esperar, sin embargo las muestras “hipogénicas” y “no referencia” presentan el patrón inverso al descrito en el tipo

Oligohalino; Aquéllas masas de aguas con aporte hipogénicos, presentan elevada carga elementos nitrogenados, y las muestras “no referencias” presentan una mayor concentración de fósforo (Fig. 2.75 A, B, C, D).

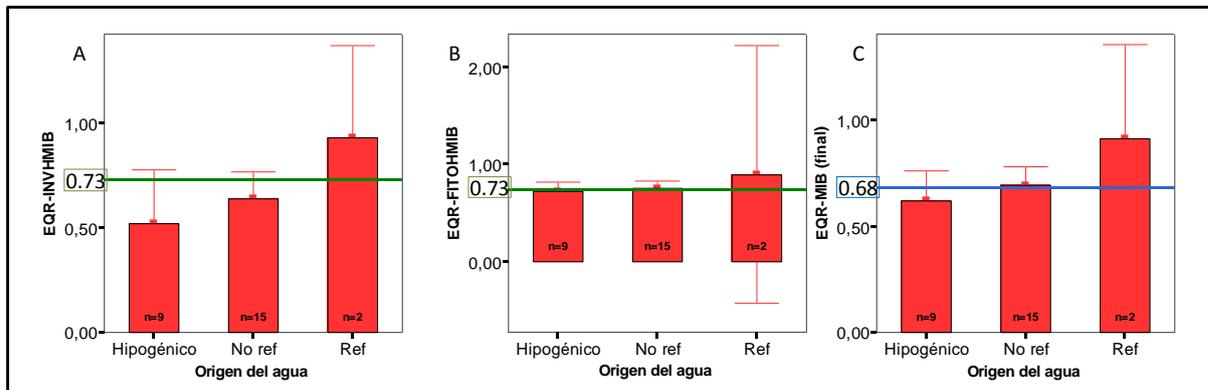


Figura 2.74. Diagramas de barras en el que se muestra el valor de los EQRs en función de la condición de referencia y de si existe o no origen del agua hipogénica en las zonas húmedas pertenecientes al tipo Mesohalino: (A) EQR-INVHMIB (EQR obtenido del multimétrico teniendo en cuenta los invertebrados); (B) EQR-FITOHMIB (EQR obtenido del multimétrico teniendo en cuenta el fitoplancton) y (C) EQR-MIB (es el EQR final obtenido por la integración de los dos anteriores, mediante la media). Los valores de EQR-INVHMIB y EQR-FITOHMIB, las líneas verdes, indican el umbral entre el estado Bueno y el Moderado (EQR = 0.73); El valor de EQR final, la línea azul, indica el punto de corte entre el estado Bueno y el Moderado (EQR = 0.68, ya que para la integración se ha asumido un 5% de incertidumbre). Se han diferenciado las categorías Referencia (Ref), No referencia (No ref) e Hipogénico. Se muestra el valor medio ± 1 Error estándar (EE).

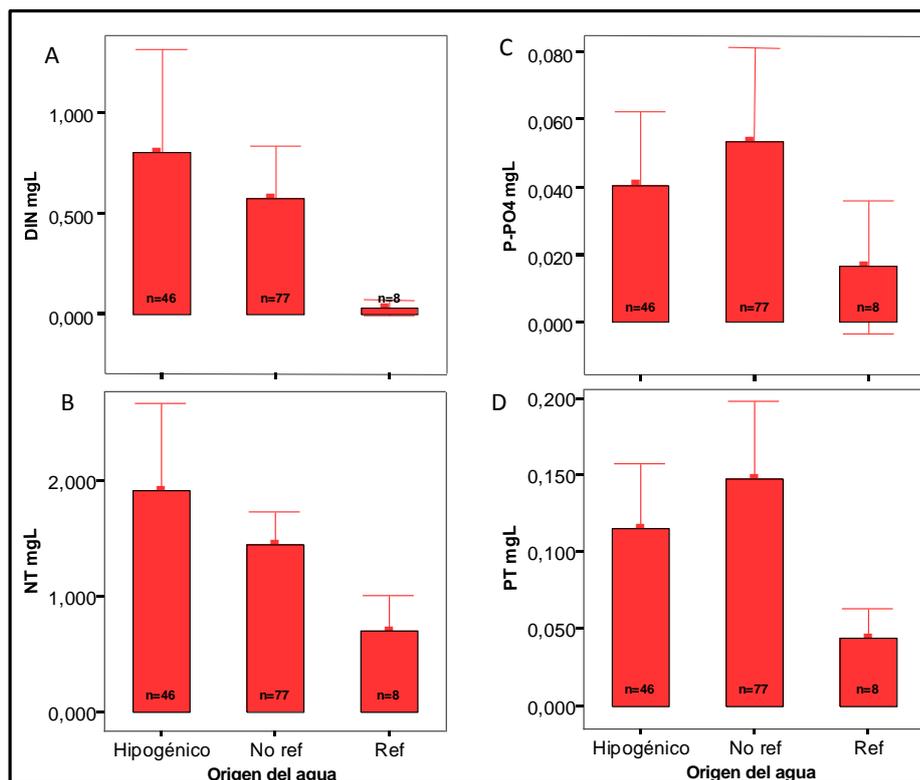


Figura 2.75. Diagramas de barras en el que se muestra los valores de distintos nutrientes (A: Nitrógeno inorgánico soluble, DIN; B: Nitrógeno Total, NT; C: Fósforo reactivo soluble, P-PO₄²⁻; D: Fósforo Total, PT) en función de la condición de referencia y de si existe o no origen del agua hipogénica en las zonas húmedas pertenecientes al tipo Mesohalino. Se han diferenciado las categorías Referencia (Ref), No referencia (No ref) e Hipogénico. Se muestra el valor medio \pm 1 Error estándar (EE).

2.7.8.2.3. Tipo EUHALINO

Para el tipo Euhalino, todas las referencias tienen aportes de agua hipogénico, aún así el EQR-MIB (final) (se recuerda, que para este tipo, el EQR final correspondió al EQR-INVHMIB ya que no pudo utilizarse el fitoplancton), discriminó de forma eficaz las muestras *Referencias/Hipogénicas*, de las no referencias e hipogénicas, quedando éstas dos últimas por debajo del corte *Bueno/Moderado* (Fig. 2.75). Respecto a los nutrientes, como ya se ha venido comentando a lo largo del informe la físico-química del tipo Euhalino, no responde al típico gradiente esperado, debido a que son ambientes “naturalmente eutróficos”, presentando las muestras de referencias valores similares o incluso más altos que las muestras de no referencia. Aún así, se observa que en el caso del DIN (Fig. 2.76 A) las referencias presentan los niveles más bajos, frente a las muestras hipogénicas que presentan los niveles más

elevados. Para el resto de nutrientes, no se observa un patrón. De nuevo como en párrafos y secciones anteriores, se puntualiza que para el tipo Euhalino, no es tan definitiva la dinámica físico-química de las aguas, sino otro tipo de presiones como las alteraciones hidromorfológicas, que se comentará en el siguiente punto.

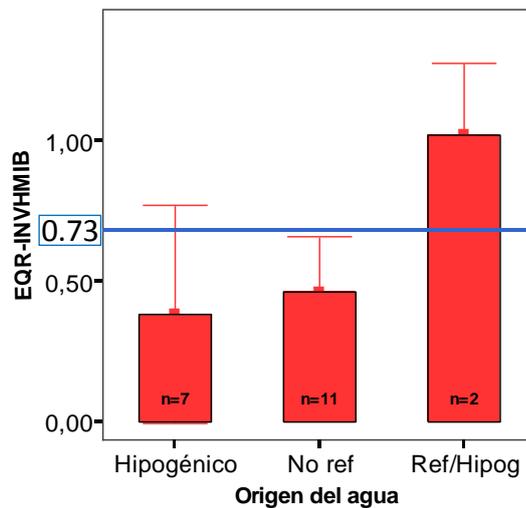


Figura 2.75. Diagramas de barras en el que se muestra el valor de EQR-INVHMIB (EQR obtenido del multimétrico teniendo en cuenta los invertebrados, que para el tipo Euhalino coincide con el EQR final) en función de la condición de referencia y de si existe o no origen del agua hipogénica en las zonas húmedas pertenecientes al tipo Euhalino. El valor de EQR final, la línea azul, indica el punto de corte entre el estado Bueno y el Moderado (EQR = 0.68, ya que para la integración se ha asumido un 5% de incertidumbre). Se han diferenciado las categorías Referencia/Hipogénicas (Ref/Hipog), No referencia (No ref) e Hipogénico. Se muestra el valor medio \pm 1 Error estándar (EE).

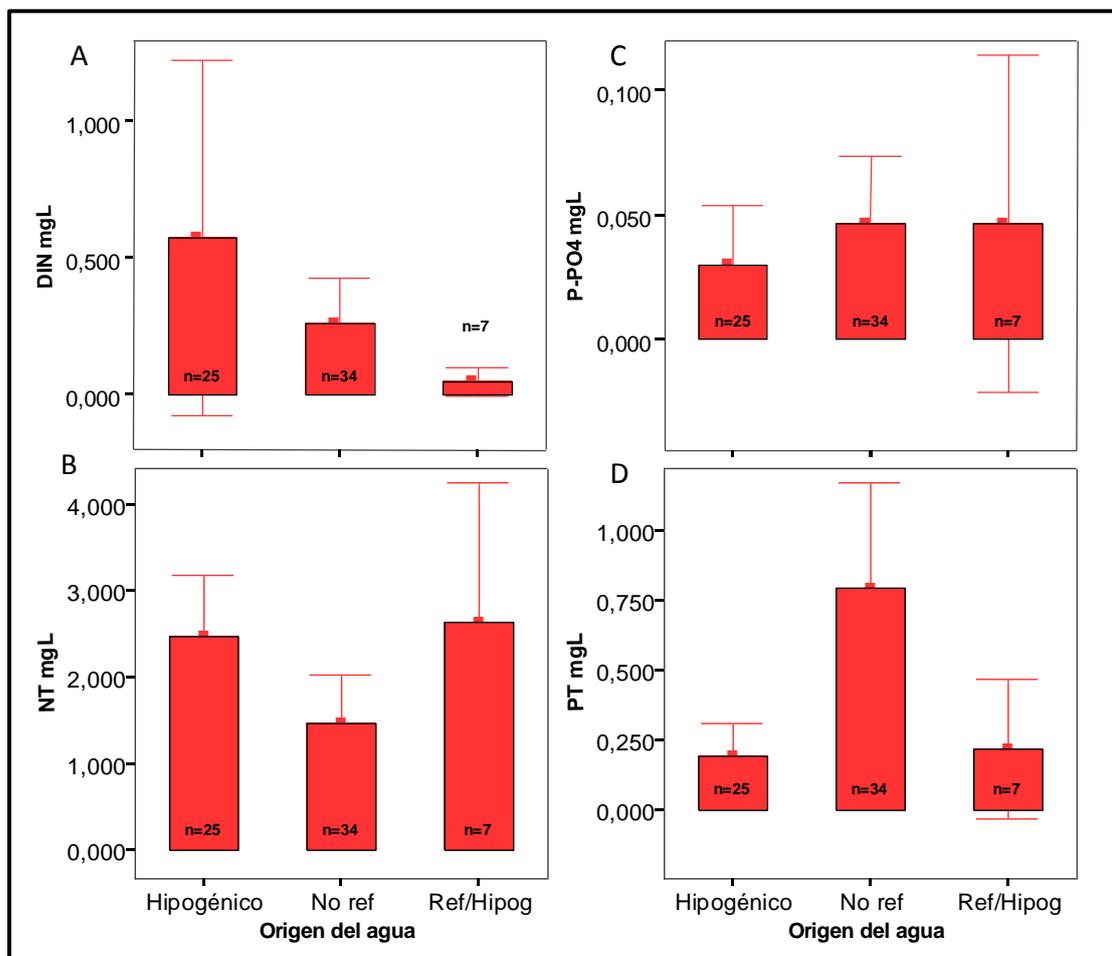


Figura 2.76. Diagramas de barras en el que se muestra los valores de distintos nutrientes (A: Nitrógeno inorgánico soluble, DIN; B: Nitrógeno Total, NT; C: Fósforo reactivo soluble, P-PO₄²⁻; D: Fósforo Total, PT) en función de la condición de referencia y de si existe o no de origen hipogénico del agua en las zonas húmedas pertenecientes al tipo Euhalino. Se han diferenciado las categorías Referencia/Hipogénico (Ref/Hipog), No referencia (No ref) e Hipogénico. Se muestra el valor medio \pm 1 Error estándar (EE).

2.7.8.3. Efecto de la salinización e hidromorfología

El análisis de esta presión consiste, en examinar las consecuencias que puedan derivarse de la creación de salinas por acción humana sobre el estado ecológico de los humedales, por ejemplo, como la alteración físico-química de la composición del agua, favoreciendo acusados procesos de evaporación, así como la modificación propiamente física del humedal. Los procesos de evaporación facilitan la formación de sales, favoreciendo la precipitación de elementos como los fosfatos que permanecen en el sedimento, en vez de estar disponible en

el medio de forma soluble, produciendo un enriquecimiento de dicho elemento en el humedal. Para este análisis se han utilizado aquéllas salinas que bien, sean activas actualmente o bien, tuvieron esta condición en un momento de su historia y ahora están abandonadas (Salines d'Eivissa, Salines de Formentera, Prats i Salines de Mongofre, Salines de la Colonia de Sant Jordi, Salobrar de Campos). La salinización supone una presión en las masas de aguas del tipo Oligohalino (e.i., pérdida de biodiversidad), pero en este análisis de presiones no se ha tenido en cuenta dicho tipo, ya que como se ha explicado, se ha centrado en salinas (activas o abandonadas), y ninguna masa de agua del tipo Oligohalino puede ser considerada como tal. Se puntualiza que el muestreo llevado a cabo en las salinas activas se realizó por tanque o compartimento, es decir se diferenció entre evaporador (tanque más externo de la salina y más naturalizado), calentador (tanques medios donde comienza a darse la concentración de sales) y cristizador (tanques más internos, donde propiamente se extrae la sal, y por tanto donde se da la máxima evaporación). En las salinas abandonadas debido al desuso no siempre se pudieron diferenciar estos compartimentos.

2.7.8.3.1. *Tipo MESOHALINO*

En el tipo Mesohalino, se han considerado como salinas, el tanque Evaporador de la Salinas Salobrar de Campos y las salinas abandonadas de Addaia, incluidos los humedales de Mongofre, que fueron utilizados algunos como salinas propiamente, y otros como tanques evaporadores. Tanto el EQR-MIB (final) como el EQR por elemento biológico, EQR-INVHMIB y EQR-FITOHMIB, discriminaron de forma eficaz las muestras de *Referencia* del resto de las categorías, no referencias y salinas (Fig. 2.77). Sin embargo, el EQR-FITOHMIB, tiene una capacidad discriminatoria menor cuando es comparada al EQR-INVHMIB (Fig. 2.77A, 2.77B). Lo que estaría indicando que los invertebrados pueden ser más apropiados para detectar este tipo de presiones, más relacionadas con agresiones físicas y alteraciones hidromorfológicas que el fitoplancton. Respecto a los nutrientes, los niveles de fósforos tanto totales como disueltos, presentan un gradiente desde las muestras de referencia con valores bajos hasta las salinas con los valores máximos. Como se ha explicado al principio de esta sección, la dinámica de las salinas tiende a favorecer la formación de sales, favoreciendo la precipitación de elementos como los fosfatos. La dinámica de los elementos nitrogenados no suele verse tan afectado como el caso del fósforo, incluso tiende a presentar valores bajos, ya que son sistemas alimentados por agua de mar (i.e., aguas oligotróficas) y no suelen estar

afectadas por vertidos/depuradoras. Por tanto, son las muestras de “no referencia” las que presentan niveles de nitrógeno más elevados.

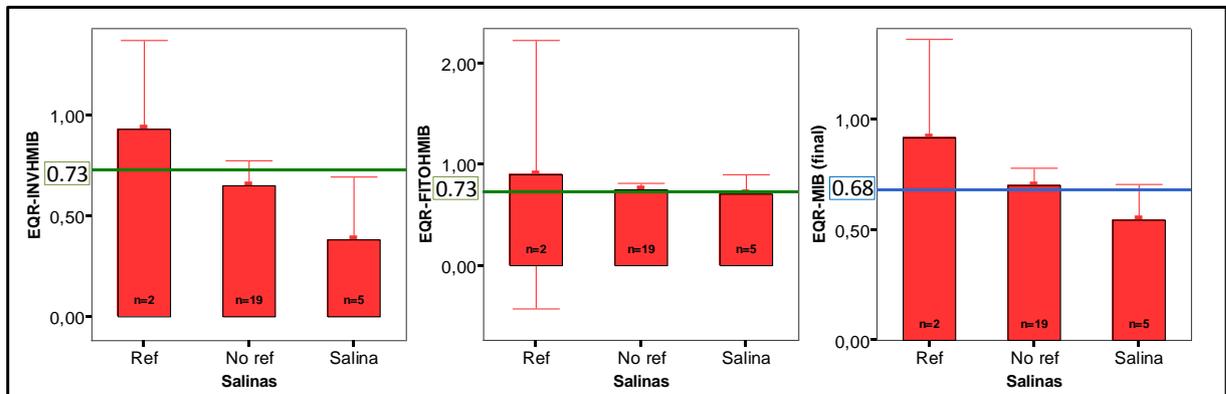


Figura 2.77. Diagramas de barras en el que se muestra el valor de los EQRs en función de la condición de referencia, no referencia y salinas, en las zonas húmedas pertenecientes al tipo Mesohalino: (A) EQR-INVHMIB (EQR obtenido del multimétrico teniendo en cuenta los invertebrados); (B) EQR-FITOHMIB (EQR obtenido del multimétrico teniendo en cuenta el fitoplancton) y (C) EQR-MIB (es el EQR final obtenido por la integración de los dos anteriores, mediante la media). Los valores de EQR-INVHMIB y EQR-FITOHMIB, las líneas verdes, indican el umbral entre el estado Bueno y el Moderado (EQR = 0.73); El valor de EQR final, la línea azul, indica el punto de corte entre el estado Bueno y el Moderado (EQR = 0.68, ya que para la integración se ha asumido un 5% de incertidumbre). Se han diferenciado las categorías Referencia (Ref), No referencia (No ref) y Salinas. Se muestra el valor medio \pm 1 Error estándar (EE).

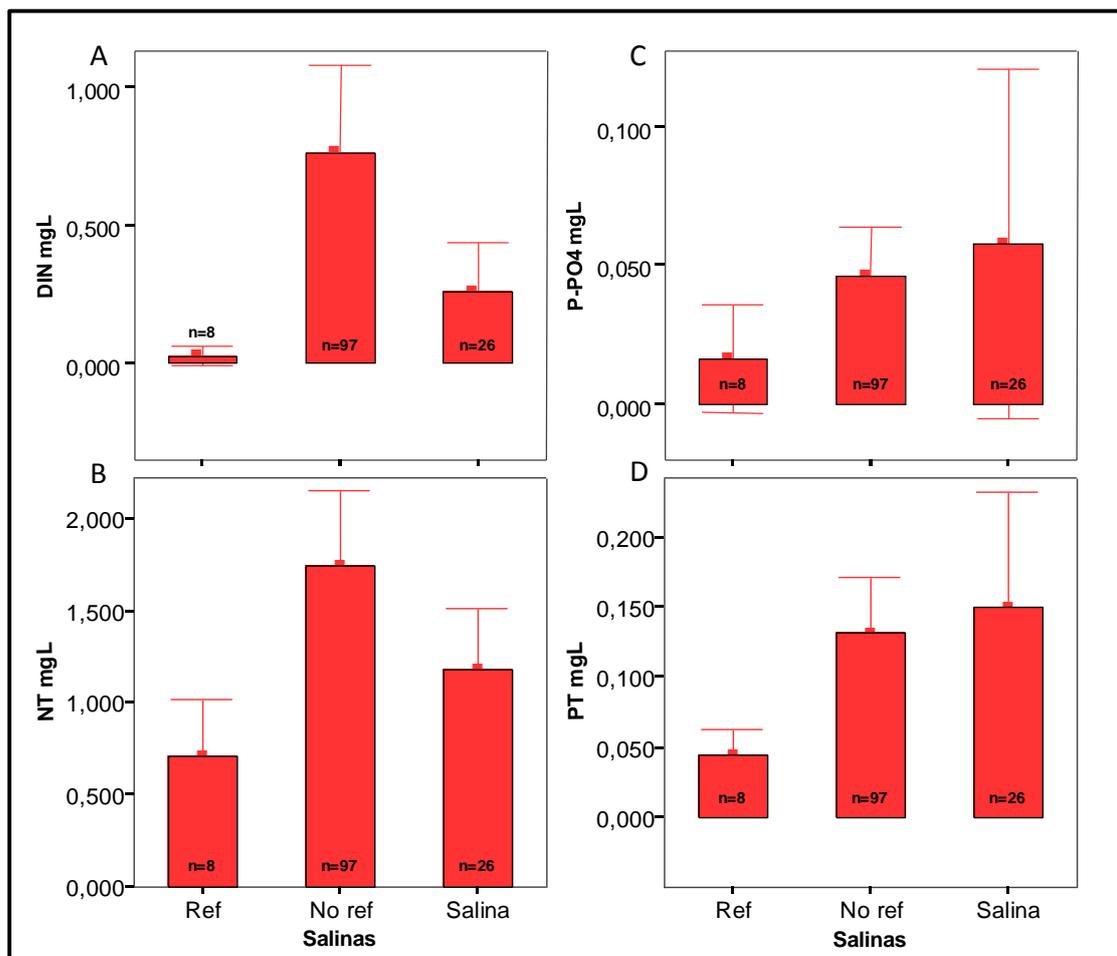


Figura 2.78. Diagramas de barras en el que se muestra el valor de distintos nutrientes en función de la condición de Referencia (Ref), No referencia (No ref) y Salina en las zonas húmedas pertenecientes al tipo Mesohalino. A) Concentración de nitrógeno inorgánico disuelto (DIN), B) contenido en fósforo, y C) relación DIN/fósforo. Se muestra el valor medio \pm 1 Error estándar (EE).

2.7.8.3.2. Tipo EUHALINO

En el tipo Euhalino se han incluido el resto de las salinas (Colonia de Sant Jordi, Salobrar de Campos -tanque calentador y cristalizador-), salinas de Ibiza y Formentera. El EQR-MIB (final) (se recuerda, que para este tipo, el EQR final correspondió al EQR-INVHMIB ya que no pudo utilizarse el fitoplancton), discriminó de forma eficaz las muestras *Referencias* de las no referencias y salinas, quedando éstas dos últimas por debajo del corte *Bueno/Moderado* (Fig. 2.79). Respecto a los nutrientes, como se explicó en el tipo Mesohalino, el hecho de que el agua de mar, de características oligotróficas, sea el principal aporte de agua en las salinas (activas principalmente) favorece los bajos niveles de nutrientes. Esta particularidad afecta

sobre todos a los elementos nitrogenados que son asimilados rápidamente o bien liberados a la atmósfera, mientras que los niveles de fósforo tienen a ir aumentando debido a la dinámica de precipitación con las sales, mencionado al principio de este apartado. Así, las salinas presentan un elevado nivel de fósforo total, aunque los niveles de fósforo reactivo soluble no siguen el mismo patrón, incluso es más elevado en referencias. Respecto a los niveles de nitrógeno total las salinas presentan unos niveles similares a las no referencias, y ambos son más bajo que en las referencias, mientras que el DIN tiende a aumentar en las no referencias.

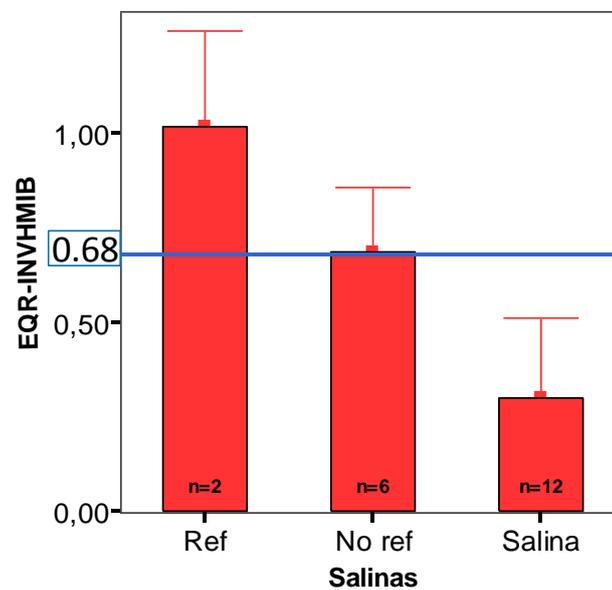


Figura 2.79. Diagramas de barras en el que se muestra el valor de EQR-INVHMIB (EQR obtenido del multimétrico teniendo en cuenta los invertebrados, que para el tipo Euhalino coincide con el EQR final) en función de la condición de referencia (Ref), No referencia (No ref) y Salina en las zonas húmedas pertenecientes al tipo Euhalino. El valor de EQR final, la línea azul, indica el punto de corte entre el estado Bueno y el Moderado (EQR = 0.68, ya que para la integración se ha asumido un 5% de incertidumbre). Se muestra el valor medio ± 1 Error estándar (EE).

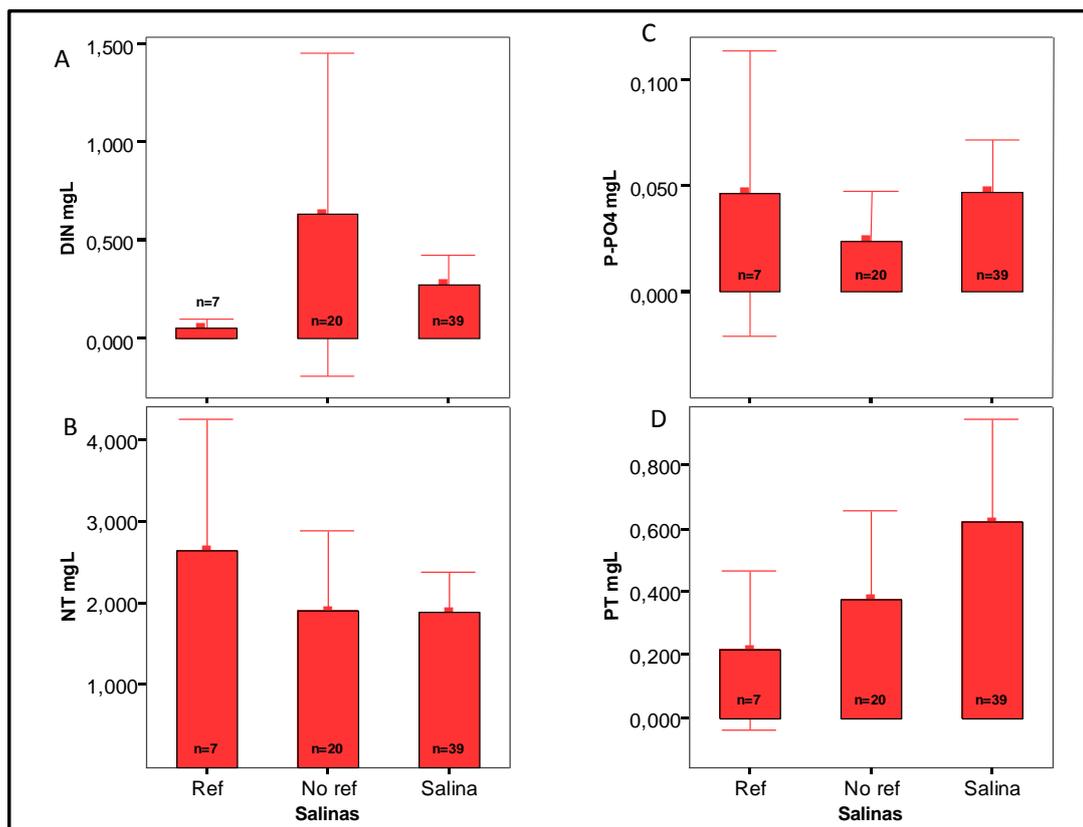


Figura 2.80. Diagramas de barras en el que se muestra los valores de distintos nutrientes (A: Nitrógeno inorgánico soluble, DIN; B: Nitrógeno Total, NT; C: Fósforo reactivo soluble, P-PO₄²⁻; D: Fósforo Total, PT) en función de la condición de referencia (Ref), no referencia (No ref) y salina en las zonas húmedas pertenecientes al tipo Euhalino. Se muestra el valor medio \pm 1 Error estándar (EE).

2.7.8.4. Conclusiones al estudio del análisis de presiones

De manera general, las conclusiones obtenidas de este estudio en cuanto al análisis del efecto de las 3 presiones analizadas en los tipos de zonas húmedas identificadas se pueden resumir como sigue:

Tipo OLIGOHALINO.- las zonas húmedas Oligohalinas se ven afectadas por presiones del tipo: orgánica (depuradora/vertidos), y de posibles enriquecimientos en nutrientes por origen hipógeo. En general el EQR-INVMIB ha respondido de manera más eficaz a este tipo de presiones que el EQR-FITOMIB. Se recomienda un seguimiento general de este tipo de presiones, encarecidamente en aquellas masas de aguas que no cumplen los objetivos de la DMA. Este tipo de presiones, especialmente las relacionadas con depuradoras y/o vertidos

orgánicos, serían fácilmente evitables con un adecuado seguimiento y control sobre las mismas. Lo cual beneficiaría la mejora del estado ecológico de muchas de las masas de agua del tipo Oligohalino (ver Tabla 2.68)

Tipo MESOHALINO.- las zonas húmedas Mesohalinas se ven afectadas por los tres tipos de presiones analizadas: carga orgánica (depuradora/vertidos), el origen hipogénico del agua con carga de nutrientes (nivel freático en todas y en algunas además, también intrusión marina), así como por una modificación hidromorfológica y química debida a la operación humana en salinas. En general el EQR-INVHMIB respondió de forma más eficaz a las presiones debidas al origen del agua y alteraciones físicas como salinas, más que a la presión orgánica. No obstante, a diferencia del informe anterior, con los nuevos multimétricos se ha conseguido que el EQR responda de forma más eficaz, no sólo a las alteraciones hidromorfológicas, sino también a la carga de nutrientes. Como se ha comentado en el tipo Oligohalino, las presiones debidas a depuradoras y/o vertidos podrían ser evitadas, o al menos mejoradas, con un adecuado seguimiento de las mismas. Sin embargo las otras dos presiones, de tener una solución serían mucho más costosas.

Tipo EUHALINO.- las masas de agua Euhalinas están afectadas por los tres tipos de presiones analizadas, pero como era de esperar en esta tipología, la presión debida a las alteraciones física e hidromorfológicas a causa de la explotación salinera es la más destacada. El EQR-INVHMIB (el único analizado, puesto que el fitoplancton no fue utilizado en este tipo) respondió de forma más eficaz a la presión debido al origen del agua y las salinas, y menos a los vertidos y/o depuradoras, como ocurría en el tipo Mesohalino. A diferencia del tipo Oligohalino, las presiones detectadas para este tipo, como ocurre en el tipo Mesohalino, son más difíciles de solventar, ya que la explotación del humedal como salinas es algo que puede ser recuperado a muy largo plazo y que implica procesos legales y burocráticos ya que la mayoría de ellas son concesiones privadas.

2.8.CONCLUSIONES

2.8.1. Estado general de la red de humedales

Una vez analizado el estado ecológico de cada una de las 34 zonas húmedas y 61 estaciones de muestreo incluidas en este estudio en base a los elementos biológicos del fitoplancton e invertebrados bentónicos procedemos al análisis detallado de los humedales donde éstas se incluyen.

Pies de tablas correspondientes a las Tablas 2.68 a y b, que se presentan a continuación:

Tabla 2.68a. Resumen del estado ecológico de las zonas húmedas en función del humedal al que pertenecen en las Islas de Ibiza, Formentera y Menorca).. Se indica el impacto principal identificado en los humedales que contienen puntos en riesgo así como las recomendaciones de acciones propuestas a partir de lo indicado en el apartado 2.7.7. Oligo = oligohalino, Meso = Mesohalino, Eu = Euhalino.

Tabla 2.68b. Resumen del estado ecológico de las zonas húmedas en función del humedal al que pertenecen en la Isla de Mallorca.. Se indica el impacto principal identificado en los humedales que contienen puntos en riesgo así como las recomendaciones de acciones propuestas a partir de lo indicado en el apartado 2.7.7. Oligo = oligohalino, Meso = Mesohalino, Eu = Euhalino.

Tabla 2.68a

Islla	Humedal	Topónimo	ID_SubZona	Tipo	Clases Estado Ecológico 2005-06	Clases Estado Ecológico 2008	Problemática asociada	Acción recomendada	Observaciones/ Cambios de EE	OBJETIVO DE LA DMA	
IB	EI01	Salines Eivissa	EI01ZH01 EV	Eu	DEFICIENTE	MODERADO	Salina activa; fragmentación de habitat que ocasiona una modificación hidromorfológica; erosión debido a la extracción de sal; Acciones recreativas (moto-cross, todo-terrenos)	Impedir tránsito de vehículos dentro de la zona húmeda; regular el acceso de visitantes	Tanque evaporador	NO CUMPLE OBJETIVO DMA	
			EI01ZH01 CA	Eu		MALO			NUEVO (tanque calentador)	NO CUMPLE OBJETIVO DMA	
			EI01ZH01 CR	Eu		MALO			NUEVO (tanque cristizador)	NO CUMPLE OBJETIVO DMA	
			EI01ZH02	Eu	BUENO	DEFICIENTE	Fragmentación zona húmeda con deseación y consecuente salinización; línea alta tensión,	Aguas modificadas	CAMBIA A PEOR	NO CUMPLE OBJETIVO DMA	
EI02	Feixes Talamanca Vila	EI02	Meso	DEFICIENTE	MODERADO	Presión urbanística, escombros-relleno, eutrofización (vertido aguas residuales, depuradora), reducción de las entradas de agua dulce (salinización)	Mejora de la depuradora, desagües.; recuperación de actividades agrícolas tradicionales;	MEJORA	NO CUMPLE OBJETIVO DMA		
FO	F001	Es brols	FO01	Oligo	BUENO	DEFICIENTE	Surgencia agua dulce: salinización	En estudio, se ha observado un drástico cambio en la salinidad interanual	CAMBIA A PEOR	NO CUMPLE OBJETIVO DMA	
			Estany Pudent	FO Pudent 1	Eu		MODERADO	Utilizado como tanque evaporador de las salinas; regulación del regimen hídrico por compuertas; actividades recreativas (pesca, todo-terrenos, playa), zona urbana y portuaria	Control urbanístico; aguas modificadas ¿?	NUEVO	NO CUMPLE OBJETIVO DMA
			Estany Pudent	FO Pudent 2	Eu		BUENO			NUEVO	
	F002	Estany des Peix	FO02	Eu	MODERADO				Punto eliminado (no representativo)		
			FO Peix 1	Eu		MODERADO	Actividades recreativas (embarcaciones, motos acuáticas), zona urbana (construcción en el salicorniar natural) y portuaria; contaminación orgánica (desagües)	Revisión de los desagües y de la depuradora	NUEVO; Fondos marinos (muy diferente a las demás aguas de transición)	NO CUMPLE OBJETIVO DMA	
			FO Peix 2	Eu		MODERADO					
	F003	Salines de Formentera	FO03 CR	Eu	BUENO	MALO	Salinas abandonadas no recuperadas	Recuperación hidromorfológica de las salinas	CAMBIA A PEOR	NO CUMPLE OBJETIVO DMA	
FO03 CA			Eu		MALO	NUEVO					
F004	Estany de s'Espalmador	F004	Eu	REFERENCIA	REFERENCIA	Baños de barro en momentos puntuales (verano)	Ya considerada	Se ha protegido con valla e indicado la prohibición de baños			

Tabla 2.68a continuación

Isla	Humedal	Topónimo	ID_SubZona	Tipo	Clases Estado Ecológico 2005-06	Clases Estado Ecológico 2008	Problemática asociada	Acción recomendada	Observaciones / Cambios de EE	OBJETIVO DE LA DMA
ME	ME01	Albufera des Grau	ME01ZH02	Meso	MODERADO	BUENO	Reducción de aportes de agua dulce (torrentes y fuentes - Santa Catalina-; sobreexplotación del acuífero); vertidos purines puntuales; control regimen hídrico por compuertas	Revisar posibles extracciones de agua	MEJORA; Geología arcillosa, zona que fue usada como arrozal, la menos influenciada por la regulación de las compuertas de la Albufera	CUMPLE OBJETIVO DMA
			ME01ZH03	Meso	REFERENCIA	REFERENCIA				
			ME01ZH04	Meso	REFERENCIA	REFERENCIA				
	ME04	Gola de Cala en Porter	ME04	Oligo	MODERADO	BUENO		Aunque el EE ha mejorado, se trata de una Gola muy vulnerable debido a la artificialización de la misma (canalización, relleno con escombros), presión turística, contaminación puntual por la depuradora (Alaior), por lo que se recomienda su continua monitorización	MEJORA	CUMPLE OBJETIVO DMA
	ME05	Prat de Son Bou	ME05ZR05	Oligo	BUENO	BUENO		A pesar de presentar buen EE, debe tenerse en cuenta que uno de los principales Torrentes, son Boter, que alimenta a esta ZH presenta una elevada carga orgánica; Carga que probablemente asimila la parte superior del humedal antes de llegar al punto de muestreo (situado en la parte final y más profunda de la masa de agua)		CUMPLE OBJETIVO DMA
	ME06	Gola del Torrent de Trebaluger	ME06	Oligo	DEFICIENTE	MODERADO	Vertidos de la depuradora de Ferreries; Torrent sa Cova con elevada carga orgánica; sobre-explotación del acuífero ¿?	Revisión del funcionamiento de la depuradora	MEJORA	NO CUMPLE OBJETIVO DMA
	ME09	Prat de Bellavista - Son Saura	ME09ZH01	Oligo	REFERENCIA	BUENO	Ganadería; bloom macrófitas; fue utilizado como arrozal; canalización de parte de la gola (drenaje del agua dulce hacia el mar - desecación del prat-); turismo y vehículos	Cierre del canal de drenaje (para recuperar el nivel natural del agua)	Se ha mejorado la protección de la duna con vallas	CUMPLE OBJETIVO DMA
	ME10	Gola del Torrent d'Algaiarens	ME10	Oligo	BUENO	BUENO	Ganadería y agricultura. ¿Extracción de agua freática? Torrent de la Vall con nutrientes	Buenas prácticas ganderas y agrícolas; control de las extracciones de agua y revisión de los desagües/depuración al torrente de la Vall		CUMPLE OBJETIVO DMA

Tabla 2.68a continuación

Islla	Humedal	Topónimo	ID_SubZona	Tipo	Clases Estado Ecológico 2005-06	Clases Estado Ecológico 2008	Problemática asociada	Acción recomendada	Observaciones/Cambios de EE	OBJETIVO DE LA DMA
ME	ME11	Gola i maresme de Binimel là	ME11ZH06	Oligo	DEFICIENTE	BUENO	Ganadería y agricultura; Patos domésticos introducidos; El torrente de Alairó no presenta elevados nutrientes, pero tiene una depuradora	Buenas prácticas ganderas y agrícolas; Control de especies introducidas; seguimiento de la calidad de los vertidos de la depuradora y del humedal	MEJORA; Se ha mejorado y acondicionado la zona húmeda (se ha restringido el acceso a los coches, el WC portátil se ha quitado de la zona)	CUMPLE OBJETIVO DMA
			ME11ZH07	Oligo	BUENO	Punto eliminado (no representativo)				
	ME13	Prat de Lluriac - Tirant	ME13ZH02	Oligo	BUENO	BUENO	A pesar de que el EE es bueno, esta gola es vulnerable ya que Torrente de ses Veles presenta elevada carga orgánica; depuradora de Mercadal; presión urbanística; extracción de agua del acuífero para el suministro a las urbanizaciones	Controlar los vertidos de la depuradora y la extracción de agua de los acuíferos		CUMPLE OBJETIVO DMA
			ME13ZH03	Oligo	BUENO	Punto eliminado (no representativo)				
	ME17	Albufera de Mercadal	ME17	Oligo	BUENO	REFERENCIA	Campo golf, depuradora aguas abajo	Examinar si el funcionamiento de la depuradora puede llegar a influenciar a la masa de agua		CUMPLE OBJETIVO DMA
	ME19	Prats i Salines de Mongofre	ME19ZH02meso	Meso	BUENO	MODERADO	Antigua salina, dividida en tanques; aguas modificadas	Revisar posibles extracciones de agua y en general la hidromorfología de la zona; eliminar fragmentación del sistema (permitir la libre circulación de agua); aguas muy modificadas	CAMBIA A PEOR	NO CUMPLE OBJETIVO DMA
			ME19ZH02oligo	Meso		DEFICIENTE			NUEVO; Muy somero puede llegar a secarse	NO CUMPLE OBJETIVO DMA
			ME19ZH02euh	Euh		BUENO			NUEVO	CUMPLE OBJETIVO DMA
			ME19ZH03	Meso	MODERADO	DEFICIENTE			CAMBIA A PEOR; Tanque central alimentado por agua de mar y del torrente Conotonar	NO CUMPLE OBJETIVO DMA
			ME19ZH04	Meso	BUENO	BUENO			Salina abandonada, con un bloom de algas	CUMPLE OBJETIVO DMA
ME20	Prat de Morella	ME20ZH02	Oligo	REFERENCIA	REFERENCIA	¿Retención de aguas del torrente?		Temporal muy fluctuante; Fondo con muchas macrófitas y sedimento anóxico	CUMPLE OBJETIVO DMA	

Tabla 2.68b

Isla	Humedal	Topónimo	ID_SubZona	Tipo	Clases Estado Ecológico 2005-06	Clases Estado Ecológico 2008	Problemática asociada	Acción recomendada	Observaciones/ Cambios de EE	OBJETIVO DE LA DMA
MA01	Albufera de Mallorca	MA01MOLINI	Meso	BUENO	BUENO	Ganadería y agricultura intensiva (con pesticidas); Gestión hidrológica actual del parque (e.g., efecto de compuertas, dragado y construcción de nuevos canales); Presión urbanística; Vertidos de depuradoras de Muro, Santa Margalida, Sa Pobla, estación impulsora de aguas residuales (Ses Salinetes-MA01ZH02), Torrente Muro y Sant Miquel con elavada carga orgánica; Central térmica Murterar (vierte aguas a elevada temperatura); salinización (sobre explotación Font Sant Joan), introducción de especies exóticas (carpa, tortuga de Florida)	Buenas prácticas ganderas y agrícolas; Gestión del uso del suelo y urbanización; Revisión de las depuradoras (tratamiento terciario); Revisión del plan gestor actual del parque; Incluir plan de rehabilitación hidrológica; Aguas muy modificadase; Seguimiento del estado ecológico de las aguas de entrada a la Albufera	De todos los puntos de la Albufera solo Guillen y Bassa des Molí (ambos "ulls") presentan buen EE	CUMPLE OBJETIVO DMA	
		MA01GUILLEN	Oligo		BUENO			NUEVO	Ha cambiado a mesohalina	NO CUMPLE OBJETIVO DMA
		MA01ZH02	Oligo	BUENO	MODERADO			CAMBIA A PEOR		
		MA01ZR01	Meso	BUENO	MODERADO					
		MA01ZR03	Oligo	BUENO	MODERADO					
		MA01ZR11	Oligo	MODERADO	MODERADO					
MA01ZR13	Oligo	BUENO	MODERADO							
MA03	Albufereta de Pollença	MA03CAN	Meso	MODERADO		Aunque su EE ha mejorado debe continuar el control de las fosas sépticas, depuradoras de los complejos turísticos cercanos, alcantarillado.	Punto eliminado (no representativo) Muy fluctuante. La última visita muy somero con muchas macrófitas y comunidad de <i>Cerastoderma</i> y <i>Ficopomatus</i> muerta MEJORA	CUMPLE OBJETIVO DMA		
		MA03ESLLACS	Meso	BUENO	BUENO					
		MA03Sa Barcassa	Meso	MODERADO	BUENO					
		MA03Estany Gross	Meso		BUENO					
MA04	Prat Maristany-Estany Ponts	MA04ZH01	Meso	BUENO		Aunque el EE de las tres masas de aguas haya mejorado, las presiones sobre todo urbanística y desagüe de aguas residuales continúan, estas masas de aguas parecen presentar una alta capacidad de recuperación a las presiones sometidas, lo cual refuerza su potencial para un posible proyecto de restauración; Aguas muy modificadas	MEJORA; Ha cambiado a mesohalina	CUMPLE OBJETIVO DMA		
		MA04ZR02	Oligo	DEFICIENTE	BUENO					
		MA04ZR07	Meso	BUENO	BUENO					
		MA04PONTS	Meso		BUENO					
MA06	Estany de Son Bauló	MA06	Oligo	DEFICIENTE	BUENO	Aunque ha mejorado de EE se recomienda el seguimiento y control de las depuradoras de Muro y Sta. Margarita	MEJORA; Ha cambiado a mesohalina	CUMPLE OBJETIVO DMA		
MA07	Estany de Son Real	MA07I	Meso	BUENO		Alta carga orgánica que en gran parte procede del Torrente Son Real debido a los usos agrícolas y ganaderos de la cuenca.	Buenas prácticas ganderas y agrícolas; control de las extracciones de agua y revisión de los desagües/depuración al torrente de Son Real	Punto aguas arriba se ha eliminado	NO CUMPLE OBJETIVO DMA	
		MA07II	Meso	BUENO	MODERADO			CAMBIA A PEOR; Se ha protegido la gola con valla		
MA08	Estany de Na Borges	MA08I	Meso	DEFICIENTE		MEJORA; A pesar de presentar buen EE es una zona húmeda con una alta carga orgánica que arrastra el torrente Na Borges debido a usos urbanos y agrícolas; la mejora del EE es temporal, dependerá de las futuras condiciones hidrológicas; la conexión de las golas con el mar, ha producido la descarga natural de la carga orgánica/nutrientes del humedal	MEJORA; A pesar de presentar buen EE es una zona húmeda con una alta carga orgánica que arrastra el torrente Na Borges debido a usos urbanos y agrícolas; la mejora del EE es temporal, dependerá de las futuras condiciones hidrológicas; la conexión de las golas con el mar, ha producido la descarga natural de la carga orgánica/nutrientes del humedal	Punto aguas arriba se ha eliminado	CUMPLE OBJETIVO DMA	
		MA08II	Meso	DEFICIENTE	BUENO			MEJORA		

Tabla 2.68b continuación

Isla	Humedal	Topónimo	ID_SubZona	Tipo	Clases Estado Ecológico 2005-06	Clases Estado Ecológico 2008	Problemática asociada	Acción recomendada	Observaciones / Cambios de EE	OBJETIVO DE LA DMA
MA	MA09	Estany de Canyamel	MA09ZH01	Oligo	BUENO	BUENO	Depuradora del Torrente de Canyamel, el torrente de Ses Farinera parece que está bien, pero el de Mainás presentaba aguas turbias y con espuma (no muestreado); patos domésticos introducidos; tuberías y desagües; urbanización turística; golf	Control de desagües y depuradoras.	Acondicionamiento y mejora de la ribera (bancos, pasarela...)	CUMPLE OBJETIVO DMA
	MA13	Estany de Cala Magraner	MA13	Meso	DEFICIENTE	DEFICIENTE	Presión turística (escalada), basuras; siempre presenta un bloom de algas que recubre la lámina de agua	Su EE puede ser debido a la terrestreización y desecación del humedal (proceso natural); Revisión del acuífero (el torrente que alimenta esta masa de agua está seco), evaluación de la recarga hídrica		NO CUMPLE OBJETIVO DMA
	MA14	Estany de Cala Murada	MA14H01	Meso	BUENO	MODERADO	Patos domésticos introducidos; elevada biomasa de macrófitas en el fondo; presión urbanística; artificializado	Revisar presiones de la zona, que está provocando un deterioro del humedal	CAMBIA A PEOR	NO CUMPLE OBJETIVO DMA
	MA18	Fonts de Na Lis	MA18	Eu	MODERADO	BUENO		Aunque ha mejorado su EE debe continuarse el control de las aguas residuales de la EDAR de Barques Trencadas, las extracciones periféricas de agua (ya que se está desecando); revisión de los aportes hídricos	MEJORA; En el anterior informe se recomendó la revisión de la estación EDAR de Barques Trencadas	CUMPLE OBJETIVO DMA
	MA19	S'Amarador	MA19	Meso	BUENO	BUENO			Avance de la duna dentro del humedal	CUMPLE OBJETIVO DMA
	MA20I	Estany de ses Gambes	MA20	Eu	REFERENCIA	REFERENCIA				CUMPLE OBJETIVO DMA
	MA21	Estany des Tamarells	MA21	Meso		DEFICIENTE	Aparentemente no tiene presiones, el hecho de que sea muy somera y el que se hayan observado fluctuaciones en el nivel del agua, parece indicador de alta temporalidad, lo que condiciona las comunidades biológicas (terrestreización ¿?)	En estudio; Revisión de los aportes hídricos, considerar si se puede aplicar la clasificación de EE a estas masas de aguas terrestreizadas de elevada fluctuación del nivel del agua	Nuevo punto	NO CUMPLE OBJETIVO DMA
	MA22	Salines de Colònia de S. Jordi	MA22 EV	Eu	REFERENCIA	BUENO	Salina activa; fragmentación de habitat que ocasiona una modificación hidromorfológica; erosión debido a a la extracción de sal; zona turística	Aguas muy modificadas	Tanque evaporador	CUMPLE OBJETIVO DMA
			MA22 CA	Eu		MALO			NUEVO; tanque calentador	NO CUMPLE OBJETIVO DMA
			MA22 CR	Eu		MALO			NUEVO; tanque cristalizador	NO CUMPLE OBJETIVO DMA
	MA23	Salobrar de Campos	MA23Estre	Eu	BUENO		Salina activa; fragmentación de habitat que ocasiona una modificación hidromorfológica; erosión debido a a la extracción de sal	Aguas muy modificadas	Punto eliminado (no representativo)	NO CUMPLE OBJETIVO DMA
			MA23Salobrar EV	Meso	MODERADO	MODERADO			Tanque evaporador	
			MA23Salobrar CA	Eu		MALO			NUEVO; tanque calentador	
		MA23Salobrar CR	Eu		MALO			NUEVO; tanque cristalizador		
MA27	Fontanelles	MA27	Meso		DEFICIENTE	Infraestructuras (urbanización, gasolinera, centro comercial), relleno con escombros; sobre explotación del acuífero a favor de la agricultura en el Prat de Sant Jordi; salinización y contaminación del acuífero	Seguimiento de acuíferos y estudio de las presiones de la zona	NUEVO	NO CUMPLE OBJETIVO DMA	

2.8.2. Propuesta de seguimiento y mejora de la red de humedales

De forma previa al establecimiento final de las redes de vigilancia y operativa, se propone la continuación de los trabajos iniciados con el objeto de validar y mejorar los sistemas desarrollados para la clasificación del estado ecológico desarrollados en el pasado convenio para las zonas húmedas:

1. Continuación de la recogida de muestras en zonas húmedas con similares metodologías y protocolos a los del convenio previo “Implementación de la Directiva Marco del Agua en Baleares: Evaluación de la calidad ambiental de las masas de agua epicontinentales (Torrentes y zonas húmedas) utilizando indicadores e índices biológicos”. Aunque en el caso de las muestras biológicas de fitoplancton en el tipo euhalino, no se descarta probar nuevas metodologías (e.g., teledetección).
2. Revisión del diseño actual de la red de puntos y modificarlo en aquellos humedales en los que se haya observado que los puntos estudiados fueron poco representativos (e.g., ME05ZR05 (Son Bou), ME17 (Albufera de Mercadal)).
3. Planificación de las campañas de muestreo en base a las dos campañas identificadas como más óptimas para la recogida de muestras dependiendo de los elementos biológicos de calidad, análisis físico-químico de las aguas. Se contempla asimismo el seguimiento mensual de la composición de nutrientes y cloruros en zonas húmedas.
4. Estudiar la posibilidad de ampliar la red de humedales estudiados, dando prioridad a aquellos que por sus características puedan aportar información relevante a la heterogeneidad de las zonas húmedas del archipiélago (e.g., Port de Sanitga, Ses Fontanelles, Maresme des Canutells, etc.).
5. Análisis y validación de los sistemas desarrollados en el pasado convenio con los nuevos datos recogidos. La nueva recogida de datos estará diseñada para cubrir dichos aspectos de la evaluación del estado ecológico.

Además, se propone la explotación de las redes de vigilancia y operativa en Zonas húmedas de la Islas Baleares, para obtener una visión general coherente y completa del estado ecológico y químico. Para ello se necesita realizar un diseño basado en la representatividad y en la designación de las masas de agua en riesgo. Para la selección de las localidades apropiadas de las dos redes, se precisan de protocolos con especificaciones científicas y

técnicas de los indicadores de calidad, parámetros relevantes y la periodicidad de muestreo para los dos programas de seguimiento. Este análisis se apoya en la recogida de datos biológicos, hidromorfológicos, y físico-químicos, así como series de datos previos recogidos dentro del marco del convenio anterior.

Las definiciones de las dos redes de seguimiento deben cubrir:

1. **Explotación de la red de vigilancia.**- constituida por localidades representativas de los tres tipos de zonas húmedas, para su uso en el seguimiento de vigilancia y su programa, de forma que permita obtener la información esencial para determinar los requisitos de los programas de seguimiento en los planes hidrográficos de cuenca actuales y futuros en torrentes y aguas de transición.
2. **Explotación de la red operativa.**- constituida por localidades que estén en riesgo de no alcanzar los objetivos medioambientales para su uso en el seguimiento operativo y su programa, de forma que permita seguir el estado ecológico de las aguas que estén en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales y permita evaluar la eficacia de los medidas aplicadas para su mejora

2.8.3. Recomendaciones para el programa de medidas

El programa de medidas debe ir dirigido a la recuperación del estado ecológico en las masas de agua en riesgo de no cumplir objetivos ambientales. Las masas de agua que pueden identificarse en riesgo pueden verse afectadas por diversas presiones de origen puntual o difuso (Tabla 2.68). En este apartado se describen algunas recomendaciones orientadas a la reducción de la presión de origen humano en las zonas húmedas, por lo que pueden definirse como líneas de trabajo a desarrollar dentro del programa de medidas. Las acciones principales identificadas se recogen en la Tabla 2.68. Algunos tipos de presión pueden ocasionar un mayor o menor efecto sobre el estado ecológico de los humedales, siempre en relación a la intensidad y magnitud de la presión ejercida y al tamaño de la masas de agua.

2.8.3.1. Contaminación puntual por depuradoras y vertidos

Este tipo de presión tiene un potencial alto de ejercer un efecto significativo y disminuir el estado ecológico. De forma general, los humedales de las Islas Baleares son de pequeña entidad (escasa superficie y profundidad y en consecuencia un pequeño volumen de agua), lo que los hace ser muy vulnerables si se ven afectados por este tipo de presión, incluso a umbrales de intensidad y magnitud de la presión bajos. Bajo este tipo de presión los efectos principales consisten en la entrada de elevadas cantidades de materia orgánica que al mineralizarse consume el oxígeno disuelto y causa la muerte a las comunidades acuáticas más sensibles. Una vez mineralizada, esta materia orgánica pasa a formas inorgánicas solubles, como el fósforo (origen urbano en detergentes principalmente) y nitrógeno. El fósforo tiende a acumularse en sedimentos y en agua, mientras que el nitrógeno puede retornar a la atmósfera por desnitrificación. Ambos nutrientes pueden ocasionar procesos de eutrofización en los humedales que reciben la presión.

Acciones recomendadas:

1. Eliminación de la fuente puntual (vertido directo)
2. Transformación de los efluentes puntuales en difusos (i.e., mediante filtros verdes) lo que ocasiona una reducción de la carga de nutrientes que reciben los humedales, al ser asimilada por la vegetación terrestre del filtro
3. En el caso de las golgas, humedales que reciben aportes desde la cuenca de captación desde aguas superficiales, se deben controlar las fuentes puntuales existentes en la cuenca, ya que, aunque los vertidos tengan un efecto local (los ríos temporales presentan también discontinuidad espacial, desapareciendo y apareciendo), su efecto puede transmitirse sobre largas distancias, en épocas de riadas y crecidas importantes, capaces de transportar nutriente sobre largas distancias por efecto de la rápida escorrentía superficial. Especial cuidado se debe tomar en el caso de deposición de lodos de depuradora en zonas inundables de la cuenca, donde pueden constituir depósitos continuos de aporte de nutrientes y materia orgánica a los torrentes.
4. Si no se elimina la fuente puntual, otras medidas de remediación pasan por la eliminación del fósforo acumulado mediante cortes sucesivos de la vegetación acuática, ya que ésta actúa como bomba de nutrientes desde el sedimento a la biomasa vegetal, con lo que se eliminan nutrientes en biomasa. Otra medida posible

sería la eliminación de nutrientes en biomasa de peces, pero esta medida implica la introducción de poblaciones de peces con implicaciones sobre la estructura del ecosistema, en humedales en los que no se han gestionado previamente poblaciones piscícolas.

2.8.3.2. Contaminación difusa por actividades agrícolas

Esta presión, aunque difusa en origen, puede llegar a desarrollar un efecto a largo plazo muy difícil de recuperar. En su forma inicial, un pequeño enriquecimiento en nutrientes solo implicaría una pequeña desviación del *Muy Buen* estado ecológico. En fases avanzadas, históricas, la distinta dinámica de nutrientes entre ciclos elementales sedimentarios y gaseosos, ocasionan una acumulación diferencial del fósforo, y una dinámica del nitrógeno con tendencia a la liberación gaseosa por desnitrificación a la atmósfera. Los humedales tienden a ser trampas de sedimento y acumulan fósforo. También se pueden acumular en sedimentos los herbicidas y pesticidas utilizados habitualmente en agricultura, con potencial de retenerse en sedimentos e incorporarse a la biomasa de los organismos que hábitat el humedal, pudiendo bioacumularse y transmitirse en la cadena trófica. Bajo este tipo de presión los efectos principales consisten en la entrada de nutrientes (fósforo y nitrógeno). El fósforo tiende a acumularse en sedimentos y en agua, mientras que el nitrógeno puede retornar a la atmósfera por desnitrificación. Ambos nutrientes pueden ocasionar procesos de eutrofización en los humedales que reciben la presión. Los efectos de los herbicidas y pesticidas, aparte del propio efecto nocivo de su toxicidad para los organismos, puede potenciarse al bioacumularse en las cadenas tróficas, pudiendo llegar al hombre (i.e. peces, cangrejo rojo americano)

Acciones recomendadas:

1. La eliminación de la fuente difusa es muy difícil, y pasa por la adopción de medidas de buenas prácticas en cuencas de elevada dedicación agrícola o ganadera, en relación con la reducción de cargas propuesta por las directivas de nitratos y de aguas residuales.
2. Este caso es particularmente importante para los humedales tipo golos con grandes cuencas de captación desde aguas superficiales, se deben proponer manuales de buenas prácticas en cuencas de elevada dedicación agrícola o ganadera, ya que el

transporte de los nutrientes derivados de fertilizantes se realiza sobre largas distancias en época de riadas y crecidas importantes. También se debe propiciar la restauración de riberas en los torrentes de zonas agrícolas que drenan humedales, ya que las riberas tienen un papel natural de filtro verde, reteniendo sedimentos y nutrientes de forma previa a su arrastre a los torrentes y posterior drenaje en los humedales.

3. Si no se eliminan las fuentes difusas, otras medidas de remediación pasan por la eliminación del fósforo acumulado mediante cortes sucesivos de la vegetación, ya que esta actúa como bomba de nutrientes y se eliminan nutrientes en biomasa. Otra medida posible sería la eliminación de nutrientes en biomasa de peces, pero esta medida implica la introducción de poblaciones de peces con implicaciones sobre la estructura del ecosistema, en humedales en los que no se han gestionado previamente poblaciones piscícolas.

2.8.3.3. Salinización/cambios hidromorfológicos

La actividad humana de extracción y concentración de sal en las salinas, ocasiona variaciones anómalas en la dinámica natural de la composición de las aguas de las masas de agua de transición, dirigida por los procesos de evaporación de sales. Esta dinámica se modifica al regular el hombre la comunicación hidrológica entre el mar y los humedales. También las actividades humanas influyen en el hábitat físico de las salinas al operar de forma física el bentos litoral, compartimentalizando el hábitat a la vez que afectan a la comunicación hidrológica de algunas zonas del humedal. Esta presión puede tener una influencia reciente o histórica. Su mayor efecto es aumentar de forma no natural el nivel de salinidad y su fluctuación, pudiendo al modificar la variación natural imponer limitaciones al establecimiento de determinados organismos.

Acciones recomendadas:

1. La salinización es una presión que puede ser causada por el hombre. Las salinas activas podrían declararse modificadas en base a la modificación hidrológica que ocasiona cambios importantes en los niveles de salinidad con posibles efectos históricos de la modificación. La operación normal de las salinas, implica también la modificación física del hábitat. En las salinas abandonadas se podría intentar restablecer la conexión hidrológica natural, facilitando la descompartimentalización de las piscinas. Se restablecería así la dinámica natural de las salinas.

2.8.3.4. Aportes de nutrientes desde las masas de agua subterráneas

Muchos humedales reciben aportes freáticos, debido a su comunicación con las masas de agua de agua subterránea, bien continental, bien marina. Las masas de agua subterráneas en las Baleares son los últimos receptores de los aportes humanos derivados del saneamiento ineficiente o de los usos agrícolas (fertilizantes). Por ello humedales con alimentación hipogénica continental pueden verse más afectados por las presiones humanas que aquellos con alimentación superficial (dependiendo de las actividades extensivas en su cuenca) o marina. Como consecuencia de que muchos torrentes no llegan a desaguar en el mar, más que en épocas de crecidas, la capa subterránea es la que actúa de último compartimiento en la inmovilización de nutrientes. El fósforo tiende a precipitar, pero el nitrógeno no, de ahí los elevados valores de nitrógeno que se registran en ellas. La tendencia a largo plazo de enriquecimiento en nutrientes que sufren las aguas subterráneas continentales es susceptible de afectar con la misma tendencia temporal a los humedales que alimentan.

Acciones recomendadas:

1. Eliminar los puntos de vertido puntual afectan a los torrentes en las cuencas receptoras en zonas de infiltración a la capa subterránea.
2. Controlar las cargas de nutrientes provenientes de la agricultura/ganadería mediante la adopción de buenas prácticas en zonas con activa dedicación agrícola/ganadera, donde se produce infiltraciones conocidas a las capas subterráneas. Adopción de nuevas tecnologías para el reciclado y reutilización de los residuos orgánicos sólidos de origen animal, que prevengan su eliminación en circuitos cerrados y reduzcan la entrada de los mismos en las vías acuáticas.
3. Si no se eliminan las fuentes difusas, otras medidas de remediación pasan por la eliminación del fósforo acumulado mediante cortes sucesivos de la vegetación, ya que esta actúa como bomba de nutrientes y se eliminan nutrientes en biomasa. Otra medida posible sería la eliminación de nutrientes en biomasa de peces, pero esta medida implica la introducción de poblaciones de peces con implicaciones sobre la estructura del ecosistema, en humedales en los que no se han gestionado previamente poblaciones piscícolas.

2.9. BIBLIOGRAFIA

- BARBOUR MT., GERRITSEN J., SNYDER BD., STRIBLING JB. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D. C. 339 pp.
- CLARK, K. R., WARWICK, R. M., 2001. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. 2nd Edition. PRIMER-E: Plymouth.
- DILLARD, G. E. 1999. Common Freshwater algae of the United States. An Illustrated Key to the Genera (Excluding the Diatoms). J. Cramer. Berlín. 173pp.
- DILLARD, G.E. 2000. Freshwater algae of the Southeastern United States. Part 7. Pigmented Euglenophyceae En: KIES, L. & SCHNETTER, R. (Eds.), Bibliotheca Phycologica 106: 1-135. J. Cramer. Berlín.
- EUROPEAN COMMISSION (EC), 2009. Commission Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). WFD CIS Guidance Document No. 14: Guidance on the intercalibration process 2008-2011
- EUROPEAN COMMISSION (EC), 2003. Commission Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Working Group REFCOND. Guidance Document nº 10. Rivers and Lakes- Typology, Reference Conditions and Classification Systems. European Commission, Brussels.
- JOHN, D. M., WHITTON, B. A., & BROOK, A. J. (Eds.). (2002). The Freshwater Algal Flora of The British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. The Natural History Museum. University Press. Cambridge. 702pp.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. 1988. Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. En: Ettl, H.; Gärtner, J.; Heynig, H. et Mollehnauer, D. (Eds.), Die Süßwasserflora von Mitteleuropa 2(2): 1-596. Gustav Fisher Verlag. Stuttgart.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. 1991. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. En: Ettl, H.; Gärtner, J.; Heynig, H. et Mollehnauer, D. (Eds.), Die Süßwasserflora von Mitteleuropa 2(3): 1-575. Gustav Fisher Verlag. Stuttgart.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 2005. Cyanophyta part 2: Oscillatoriales. En: Büdel, B., H.; Gärtner, J.; Krienitz, L., & Schagerl, M. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/2: 1-759. Gustav Fisher. Jena.
- LORENZEN, C. J. 1967. Determination of Chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. Limnology and Oceanography 12:342-346.
- LUCENA-MOYA P., PARDO I., ÁLVAREZ M. 2009. Development of a typology for transitional waters in the Mediterranean ecoregion: the case of the islands. Estuarine, Coastal and Shelf Science 82: 61-72.
- LUND, J.W.G., ET AL., 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. Hydrobiologia 11(2): 143-170.
- MOSS, B., STEPHEN, D., ALVAREZ, C., BECARES, E., VAN DE BUND, W., COLLINGS, S.E., VAN DONK, E., DE EYTOD, E., FELDMANNE, T., FERNÁNDEZ-ALÁEZ, C., FERNÁNDEZ-ALÁEZ, M., FRANKEN, J.M., GARCÍA-CRIADO, F., GROSSH, E.,

GYLLSTRÖM, M., HANSSONI, LA., IRVINE, K., JÄRVALT, A., JENSEN, JP., JEPPESEN, E., KAIRESALO, T., KORNIJÒW, R., KRAUSEE, T., KÜNNAPE, H., LAASE, A., LILL, E., LORENS, B., LUUP, H., MIRACLE, M.R., NOGES, P., NOGES, T., NYKÄNEN, M., OTT, I., PECZULA, W., PETERS, E., PHILLIPS, G., ROMO, S., RUSSELL, V., SALUJOE, J., SCHEFFER, M., SIEWERTSEN, K., SMAL, H., TESCH, C., TIMM, H., TUVIKENE, L., TONNO, I., VIRRO, T., VICENTE, E., WILSON D., 2003. The determination of ecological status in shallow lakes - a tested system (ECOFRAME) for implementation of the European Water Framework Directive. *Aquatic Conservation: marine and freshwater ecosystems* 13, 507-549.

PARDO, I., ÁLVAREZ, M., DELGADO, C., GARCÍA, L., LUCENA, P. 2007. Implementación de la DMA en Baleares: evaluación de la calidad ambiental de las masas de agua epicontinentales utilizando indicadores e índices biológicos. Tomo II: Zonas Húmedas. Informe Técnico. Universidad de Vigo.

PARDO, I., GONZÁLEZ, J., LUCENA-MOYA, P., OROZCO, F., PACHÉS, M., PÉREZ-RUZAFÁ, A. DE QUINTANA, XD. and ROMERO I. En prep. Reference criteria developed for the Mediterranean Spanish coastal lagoons (Transitional Water bodies, TW)

U.S. EPA, 1998. Lake and Reservoir Bioassessment and Biocriteria, Technical Guidance Document. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC. EPA 841-B-98-007.

U.S. EPA. 2002. Methods for Evaluating Wetland Condition: Developing Metrics and Indexes of Biological Integrity. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA-822-R-02-016.

VARGO, G.A. 1978. Using a fluorescence microscope. En Sournia, A, (ed) *Phytoplankton manual*. Monographs on Oceanography Methodology. UNESCO: 108-112.

WRONA, F.J., J.M. CULP, AND R.W. DAVIES. 1982. Macroinvertebrate subsampling: a simplified apparatus and approach. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 39: 1051-1054.

2.9. ANEXOS

Listado de Anexos:

Anexo 2.I. Metodología para la analítica de aguas	197
Anexo 2.II. Matriz de parámetros físico-químicos*	198
Anexo 2.III. Listado faunístico	199
Anexo 2.IV. Listado fitoplanctónico	211
Anexo 2.V. Estadillo de campo	221
Anexo 2.VI. Fichas de humedales	224

* Se presenta en formato electrónico

Medidas de campo

	Parámetro	Material	Observaciones
CAMPO	pH	Electroquímico THERMO ORION model 290	
	Conductividad	Célula conductimétrica ORION model 115	
	Oxígeno	Electroquímico WTW OXI 197	
	Caudal	Medidor de velocidad de flujo GLOBAL WATER D-	
	Temperatura	Electroquímico WTW OXI 197	Se toma la medida del

Medidas de laboratorio

	Parámetro	Volumen muestra	Conservación	Método	Unidad	Límite detección / rango
NUTRIENTES	Amonio	100 ml	Congelación	AutoAnalyzer de Bran Luebbe	mg N-NH ₄ ⁺ /L	0.001
	Nitritos				mg N-NO ₂ ⁻ /L	0.003
	Nitratos				mg N-NO ₃ ⁻ /L	0.005
	Fosfatos				mg P-PO ₄ ³⁻ /L	0.002
CATIONES	Magnesio	100 ml	Gota de ácido nítrico a Tª ambiente	ICP/ Absorción atómica. Espectrometría de Emisión de Plasma Perkin Elmer 2000	mg Mg ²⁺ /L	0.005
	Sodio				mg Na ⁺ /L	0.005
	Potasio				mg K ⁺ /L	0.005
	Calcio				mg Ca ²⁺ /L	0.005
	Hierro				mg Fe ^{2,3+} /L	0.001
	Azufre				mg S ²⁻ /L	0.03
	Fosforo				mg P/L	0.003
	Silíce	100 ml	Congelación	AutoAnalyzer de Bran Luebbe	mg SiO ₂ /L	0.06
	Cloruros			Colorimétrico	mg Cl ⁻ /L	0.005
	Alcalinidad	50 ml	Nevera	Electroquímico	meqv / L	0.002
	Carbonatos/Bicarbonatos			Electroquímico	CO ₃ ⁻ /HCO ₃ ⁻ Eq/L	0
	Sulfatos	100 ml		Espectrofotometría (previa evaporación hasta los 25 ml)	mg SO ₄ ⁻ /L	0
	DBO	432 ml	Nevera	Método Botellas Oxitop®	mg O ₂ /L	0
	DCO	100 ml	Congelación	AutoAnalyzer de Bran Luebbe	mg C disuelto/L	0.03

Anexo 2.I. Metodología empleada para el análisis de las propiedades físico-químicas de las Aguas, tanto en el campo (tabla superior) como en el laboratorio (tabla inferior). Se indican los métodos empleados tanto para la toma de muestras y conservación como para su análisis.

Ver archivo electrónico adjunto:
(*Anexo2.II.Matriz FisicoQuimica.pdf*)

ANEXO 2.III. LISTADO FAUNÍSTICO

Filo CNIDARIA

Clase HYDROZOA

Orden ANTHOATHECATAE

Familia HYDRIDAE

Hydra spp. Linnaeus, 1758

Familia OCEANIDAE

Cordylophora spp. Allman, 1844

Filo PLATYHELMINTHES

Clase TURBELLARIA

Orden SERIATA

SubOrden TRICLADIDA

Familia DUGESIIDAE

Dugesia spp. Girard, 1850

Familia PLANARIIDAE

Planaria spp. O. F. Müller, 1776

Filo NEMERTEA

Filo NEMATODA

Clase NEMATODA INCERTAE SEDIS

Filo MOLLUSCA

Clase GASTROPODA

SubClase NERITIMORPHA

Familia NERITIDAE

Theodoxus spp. Montfort, 1810

SubClase VETIGASTROPODA

Familia Trochidae

Phorcus mutabilis (Philippi, 1846)

SubClase CAENOGASTROPODA

Orden SORBEOCONCHA

Familia CERITHIIDAE

Cerithium vulgatum Bruguière, 1792

Bittium reticulatum (Da Costa, 1778)

Cerithium rupestre (Risso, 1826)

Orden HYSOGASTROPODA

Familia HYDROBIIDAE

Hydrobia acuta (Draparnaud, 1805)

Ventrosia ventrosa (Montagu, 1803)

Mercuria emiliana (Paladilhe, 1869)

Potamopyrgus antipodarum (Gray, 1843)

Pseudoamnicola spirata (Paladilhe, 1869)

Familia RISSOIIDAE

Rissoa membranacea (Adams, 1800)

Subclase HETEROBRANCHIA

Orden CEPHALASPIDEA

Familia HAMINOEIDAE

Haminoea spp. Turton & Kingston, 183

InfraClase PULMONATA

Orden BASOMMATOPHORA

Familia PHYSIDAE

Physa fontinalis (Linnaeus, 1758)

Physella acuta (Draparnaud, 1805)

Familia LYMNAEIDAE

Lymnaea palustris (Müller, 1774)

Galba truncatula Müller, 1774

Familia PLANORBIDAE

Anisus crista (Linnaeus, 1758)

Gyraulus laevis (Alder, 1838)

Familia ANCYLIDAE

Ancylus fluviatilis (Müller, 1774)

Ferrisia wautieri (Miroli, 1960)

Orden EUPULMONATA

Familia ELLOBIIDAE

Myosotella myosotis (Draparnaud, 1801)

Familia NASSARIIDAE

Nassarius corniculus (Olivi, 1792)

Clase BIVALVIA

Subclase HETERODONTA

Orden EUHETERODONTA INCERTAE SEDIS

Familia CARDIIDAE

Cerastoderma galucum (Poiret, 1789)

Parvicardium spp. Monterosato, 1884

Familia LUCINIDAE

Loripes lucinalis (Lamarck, 1818)

Familia SEMELIDAE

Abra alba (Wood W., 1802)

Filo ANNELIDA

Clase CLITELLATA

SubClase HIRUDINEA

Orden RHYNCHOBDELLIDA

Familia GLOSSIPHONIDAE

Batracobdella spp. Viguier, 1897

Glossiphonia spp. Johnson, 1817

Haementeria costata (Müller, 1846)

Helobdella stagnalis (Linnaeus, 1758)

Clase CLITELLATA

SubClase OLIGOCHAETA

Orden HAPLOTAXIDA

Familia HAPLOTAXIDAE

Familia NAIDIDAE

Familia TUBIFICIDAE

Nais variabilis (Piguet, 1906)

Aulodrilus spp. Bretscher, 1899

Limnodrilus spp. Claparède, 1862

Tubifex nerthus Michaelsen, 1908

Orden CRASSICLITELLATA

Familia LUMBRICIDAE

Orden ENCHYTRAEIDA

Familia ENCHYTRAEIDAE

Clase POLYCHAETA

SubClase ACICULATA

Orden PHYLLODOCIDA

SuperFamilia NEREIDIDACEA

Familia NEREIDIDAE

Nereis spp. Linnaeus, 1758

Familia SYLLIDAE

Orden EUNICIDA

Familia LUMBRINERIDAE

Lumbriconereis spp. Grube, 1840

SubClase CANALIPALPATA

Orden SABELLIDA

Familia SERPULIDAE

Ficopomatus enigmaticus (Fauvel 1923)

Hydroides dianthus (Verrill, 1873)

Spirorbis spp. Daudin, 1800

Filo ARTHROPODA

SuperClase CHELICERATA

Clase ARACHNIDA

Orden TROMBIDIFORMES

InfraOrden HYDRACARINA

Familia HYDRACHNIDAE

SuperClase CRUSTACEA

Clase BRANCHIOPODA

SubClase SARSOSTRACA

Orden ANOSTRACA

Familia ARTEMIIDAE

Artemia salina (Linnaeus, 1758)

SubClase PHYLLOPODA

Orden DIPLOSTRACA

SubOrden CLADOCERA

InfraOrden ANOMOPODA

Familia DAPHNIIDAE

Daphnia (Daphnia) curvirostris Eylmann, 1887

Daphnia (Daphnia) rosea Sars, 1862

Daphnia (Ctenodaphnia) magna Straus, 1820

Daphnia (Ctenodaphnia) mediterranea (Alonso, 1985)

Simocephalus exspinosus (DeGeer, 1778)

Simocephalus vetulus (Müller, 1776)

Ceriodaphnia reticulata (Jurine, 1820)

Scapholeberis rammneri Dumont y Pensaert, 1983

Familia CHYDORIDAE

Pleuroxus aduncus (Jurine, 1820)

Ephemeroporus phintonicus (Margaritora, 1969)

Chydorus sphaericus (Müller, 1776)

Alona azorica Frenzel y Alonso, 1988

Alona elegans Kurz, 1875

Alona guttata Sars, 1862
Alona iberica Alonso y Pretus, 1989
Alona rectangula Sars, 1861
Leydigia acanthocercoides (Fischer, 1854)
Tretocephala ambigua (Lilljeborg, 1900)

Clase OSTRACODA

SuperFamilia DARWINULOIDEA

Familia DARWINULIDAE

Darwinula stevensoni (Brady and Robertson, 1870)
Microdarwinula zimmeri (Menzel 1916)

SuperFamilia CYPRIODOIDEA

Familia CANDONIDAE

SubFamilia CANDODINAE

Candona angulata Müller, 1900
Fabaeformiscandona fabaeformis (Fischer, 1851)
Fabaeformiscandona latens (Klie, 1940)

SubFamilia CYCLOCYPRIDINAE

Cypria sywulae Meisch, 2000

Familia ILYOCIPRIDIDA

Ilyocypris spp. Brady & Norman, 1889
Ilyocypris getica Masi, 1905
Ilyocypris gibba (Ramdohr, 1808)

Familia CYPRIDIDAE

SubFamilia CYPRIDINAE

Cypris bispinosa Lucas, 1849

Subfamilia CYPRICERCINAE

Bradleycypris obliqua (Brady, 1868)

Subfamilia HERPETOCYPRIDINAE

Herpetocypris brevicaudata Kaufmann, 1900
Herpetocypris chevreuxi (Sars, 1896)
Herpetocypris helenae (G.W Müller, 1908)
Herpetocypris reptans (Baird, 1835)

Subfamilia EUCYPRIDINAE

Eucypris spp. Vávra, 1891
Eucypris crassa (O.F. Müller, 1785)
Eucypris virens (Jurine, 1820)
Trajancypris spp. (Martens, 1989)

Subfamilia CYPRINOTINAE

Heterocypris spp. Claus, 1893
Heterocypris barbara (Gauthier & Brehm, 1928)
Heterocypris incongruens (Ramdohr, 1808)
Heterocypris salina (Brady, 1868)

Subfamilia CYPRIDOPSINAE

Cypridopsis spp. Brady, 1867
Cypridopsis vidua (O.F. Müller, 1776)
Cypridopsis hartwigi G.W Müller, 1900
Plesiocypridopsis newtoni (Brady y Robertson, 1870)
Sarscypridopsis aculeata (Costa, 1847)
Potamocypris spp. Brady, 1870
Potamocypris unicaudata Schafer, 1943
Potamocypris villosa (Jurine, 1820)
Aurila arborencens (Brady, 1865)

Superfamilia CYTHEROIDEA

Familia CYTHERIDEIDAE*Cyprideis torosa* (Jones, 1850)**Familia LOXOCONCHIDAE***Loxoconcha elliptica* Brady, 1868**Clase COPEPODA****Orden CALANOIDA****Familia TEMORIDAE***Eurytemora velox* (Lilljeborg, 1853)*Hetercope appendiculata* Sars, 1863**Familia PSEUDODIAPTOMIDAE***Calanipeda aquaedulcis* Kritschagin, 1873**Familia DIAPTOMIDAE***Arctodiaptomus salinus* (Daday, 1885)*Arctodiaptomus wierzejskii* (Richard, 1888)*Neolovenula alluaudi* (de Guerne et Richard, 1890)**Familia ECTINOSOMIDAE***Ectinosoma melaniceps* Boeck, 1865**Orden CYCLOPOIDA****Familia CYCLOPIDAE****Subfamilia EUCYCLOPINAE***Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851)*Eucyclops graeteri* (Chappuis, 1927)*Macrocyclops albidus* (Jurine, 1820)*Macrocyclops fuscus* (Jurine 1820)*Tropocyclops prasinus* (Kiefer, 1927)*Paracyclops cf. fimbriatus* (Fischer, 1853)*Ectocyclops cf. phaleratus* (Koch, 1838)**Subfamilia HALICYCLOPINAE***Halicyclops magniceps* (Lilljeborg, 1853)*Halicyclops neglectus* Kiefer, 1935*Halicyclops rotundipes* Kiefer, 1935**Subfamilia CYCLOPINAE***Acanthocyclops (Acanthocyclops) spp.* (Kiefer, 1927)*Acantocyplos einslei* Mirabdullayev & Defaye, 2004*Acantocyplos trajani* Mirabdullayev & Defaye, 2004*Cyclops spp.* O.F. Müller, 1776*Diacyclops bicuspidatus* (Claus, 1857)*Megacyclops gigas* (Claus, 1857)*Megacyclops viridis f. clausi* (Heller, 1871)*Megacyclops viridis viridis* (Jurine, 1820)*Microcyclops rubellus* (Lilljeborg, 1901)*Microcyclops varicans* (G.O.Sars, 1863)*Thermocyclops dybowskii* (Landé, 1890)**Familia THALESTRIDAE***Eudactylopus spp.* A. Scott, 1909**Orden HARPACTICOIDA****Familia CANUELLIDAE***Canuella perplexa* T. et A. Scott, 1893**Familia TISBIDAE***Tisbe longicornis* (T. et A. Scott, 1895)**Familia AMEIRIDAE***Nitocra s lacustris* (Schmankevitch, 1875)*Bryocamptus spp.* Chappuis, 1928**Familia CANTHOCAMPTIDAE**

Canthocamptus staphylinus Jurine, 1820

Mesochra heldti Monard, 1935

Mesochra lilljeboigi Boeck, 1864

Familia CLETODIDAE

Cletocamptus confluens (Schmeil, 1894)

Cletocamptus retrogressus Schmankevitch, 1875

Clase MAXILLOPODA

SubClase THECOSTRACA

InfraClase CIRRIPIEDIA

Familia BALANIDAE

Balanus spp. Costa, 1778

Clase MALACOSTRACA

Orden AMPHIPODA

Familia AORIDAE

Microdeutopus damnoniensis Bate, 1856

Microdeutopus gryllotalpa Costa, 1853

Familia BOGIDIPELLIDAE

Bogidiella (*Bogidiella*) *tramuntanae* cf. Pretus, 1991 (Ph. D. Thesis)

Familia CALLIOPIIDAE

Apherusa mediterranea cf. Chevreux, 1911

Familia COROPHIIDAE

Corophium acherusicum Costa, 1851

Corophium insidiosum Crawford, 1937

Corophium multisetosum Stock, 1952

Corophium orientale Schellenger, 1928

Corophium sextonae Crawford, 1937

Familia GAMMARIDAE

Echinogammarus spp. Stebbing, 1899

Echinogammarus pungens H. Milne Edwards, 1840

Echinogammarus stocki Karaman, 1969

Gammarus spp. Fabricius, 1775

Gammarus aequicauda (Martynov, 1931)

Gammarus insensibilis Stock, 1966

Familia TALITRIDAE

Orchestia spp. Leach, 1814

Orchestia platensis (Krøyer, 1845)

Orchestia gammarellus (Pallas, 1766)

Orchestia stephenseni Cecchini, 1928

Orden ISOPODA

Suborden ANTHURIDEA

Familia ANTHURIDAE

Cyathura carinata Krøyer, 1847

Infraorden ASELLOTA

Familia ASELLIDAE

Asellus aquaticus Linnaeus, 1758

Proasellus coxalis (Dolfus, 1892)

Infraorden FLABELLIFERA

Familia SPHAEROMATIDAE

Lekanesphaera hookeri Leach, 1814

Suborden ONISCOIDEA

Familia LIGIIDAE

Ligia oceanica Linnaeus, 1767

Suborden VALVIFERA

Familia IDOTEIDAE

Idotea pelagica cf. Leach, 1815

Orden TANAIDACEA

Familia TANAIDEA

Tanais dulongii (Audouin, 1826)

Orden DECAPODA

Infraorden ASTACIDEA

Familia CAMBARIDAE

Procambarus clarkii (Girard, 1852)

Infraorden CARIDEA

Familia PALAEMONOIDAE

Palaemonetes varians (Leach, 1914)

Palaemon elegans Rathke, 1837

Superclase INSECTA

Clase EUENTOMATA

Orden Odonata

Familia LESTIDAE

Lestes viridis (Van der Linden, 1825)

Sympecma annulata (Selys, 1887)

Sympecma fusca Van der Linden, 1820

Familia COENAGRIONIDAE

Ceriagrion tenellum Schmidt, 1953

Coenagrion spp. Kirby, 1890

Coenagrion scitulum Rambur, 1842

Ischnura spp. Charpentier, 1840

Ischnura elegans Van der Linden, 1820

Ischnura pumilio Charpentier, 1825

Familia AESCHNIDAE

Aeshna mixta (Latreille, 1805)

Anax spp. Leach, 1815

Anax imperator Leach, 1815

Anax parthenope (Selys, 1839)

Hemianax ephippiger (Burmeister, 1839)

Familia LIBELLULIDAE

Libellula quadrimaculata Schmidt, 1957

Orthetrum brunneum (Fonscolombe, 1837)

Orthetrum cancellatum (Linnaeus, 1758)

Sympetrum spp. Newman, 1833

Sympetrum meridionale (Selys, 1841)

Sympetrum flaveolum (Linnaeus, 1758)

Sympetrum fonscolombei (Selys, 1841)

Sympetrum cf. *sanguineum* (Müller, 1764)

Sympetrum striolatum Bartenef, 1919

Orden EPHEMEROPTERA

Familia BAETIDAE

Cloeon spp. Leach, 1815

Cloeon dipterum (Linnaeus, 1761)

Cloeon simile Eaton, 1870

Familia CAENIDAE

Caenis luctuosa (Burmeister, 1839)

Orden PLECOPTERA

Familia LEUCTRIDAE

Leuctra balearica Pardo & Zwick, 1993

Orden HETEROPTERA**Infraorden GERROMORPHA****Superfamilia GERROIDEA****Familia GERRIDAE***Gerris argentatus* Schummel, 1832**Familia HYDROMETRIDAE***Hydrometra stagnorum* (Linnaeus, 1758)**Familia VELIIDAE***Microvelia pygmaea* (Dufour, 1833)*Velia hoberlandti* Tamanini, 1951**Infraorden NEPOMORPHA****Superfamilia NOTONECTOIDEA****Familia NOTONECTIDAE***Anisops* spp. Spinola, 1837*Anisops sardeus* Herrich-Schäffer, 1849*Notonecta* spp. Linnaeus, 1758*Notonecta maculata* Fabricius, 1794*Notonecta viridis* (Delcourt, 1909)**Familia PLEIDAE***Plea minutissima* Leach, 1817**Superfamilia NAUCOROIDEA****Familia NAUCORIDAE***Naucoris* spp. Fallén, 1814*Naucoris maculatus* Fabricius, 1798**Superfamilia NEPOIDEA****Familia NEPIDAE***Ranatra* spp. Fabricius, 1790**Superfamilia CORIXOIDEA****Familia CORIXIDAE****Subfamilia CORIXINAE***Corixa* spp. Geoffroy, 1762*Corixa affinis* Leach, 1817*Corixa panzeri* Fieber, 1848*Heliocorisa* spp. Lundblad, 1928*Heliocorisa vermiculata* Puton, 1874*Hesperocorixa sahlbergi* (Fieber, 1848)*Parasigara perdubia* (Rey, 1894)*Sigara* spp. Fabricius, 1775*Sigara lateralis* Leach, 1817*Sigara selecta* (Fieber, 1848)*Sigara stagnalis* (Leach, 1817)**Orden NEUROPTERA****Familia SISYRIDAE***Sisyra* spp. Burmeister, 1839**Orden COLEOPTERA****Infraorden ADEPHAGA****Familia GYRINIDAE***Gyrinus* spp. Lv./Ad. Geoffroy, 1762*Gyrinus urinator* Illiger, 1807*Gyrinus caspius* cf. Ménétries, 1832**Familia HALIPLIDAE***Haliplus* spp. Lv./Ad Latreille, 1802*Haliplus* (*Neohaliplus*) *lineatocollis* (Marsham, 1802)*Haliplus* (*Haliplus*) *fluviatilis* Aubé, 1836 (?)

Peltodytes spp. Lv./Ad. Régimbart, 1878

Peltodytes rotundatus (Aubé, 1836)

Familia NOTERIDAE

Noterus spp. Ad. Clairville, 1806

Noterus laevis Sturm, 1834

Noterus clavicornis De Geer, 1774

Familia DYTISCIDAE

Subfamilia LACCOPHILINAE

Laccophilus spp. Lv./Ad. Leach, 1815

Laccophilus hyalinus DeGeer, 1774

Laccophilus variegatus (Germar et Kaulfuss, 1817)

Subfamilia HYDROPORINAE

Hyphydrus spp. Lv./Ad. Illiger, 1802

Hyphydrus aubei Ganglbauer, 1892

Hydrovatus spp. Lv./Ad. Motschulsky, 1853

Hydrovatus clypealis Sharp, 1876

Hydrovatus cuspidatus (Kunze, 1818)

Bidessus spp. Ad. Sharp, 1882

Bidessus minutissimus (Germar, 1824)

Hydroglyphus pusillus cf. (Fabricius, 1781)

Hygrotus spp. Ad. Stephens, 1828

Hygrotus inaequalis (Fabricius, 1777)

Hydroporus spp. Lv. Clairville, 1806

Hydroporus pubescens (Gyllenhal, 1808)

Hydroporus simplex Gordon 1981

Hydroporus tessellatus (Drapiez, 1819)

Porhydrus spp. cf. Ad Guignot, 1845

Graptodytes spp. Lv./Ad.

Graptodytes concinnus Seidlitz, 1887

Graptodytes fractus (Sharp, 1882)

Metaporus meridionalis (Aubé, 1836)

Scarodytes spp. Lv. Gozis, 1914

Stictionectes spp. Lv./Ad. Brinck, 1943

Deronectes spp. Lv./Ad. Sharp, 1880/82

Deronectes moestus (Fairmaire, 1858)

Nebrioporus spp. Lv./Ad. Régimbart, 1906

Nebrioporus (Zimmermannius) ceresyi (Aubé, 1836)

Potamonectes spp. Zimmermann, 1921

Subfamilia COLYMBETINAE

Agabus spp. Lv Leach, 1817

Agabus bipustulatus (Linnaeus, 1767)

Rhantus (Rhantus) frontalis cf. (Marsham, 1802)

Colymbetes spp. Lv. Clairville, 1806

Colymbetes fuscus (Linnaeus, 1758)

Meladema spp. Lv. (Laporte, 1835)

Subfamilia DYTISCINAE

Cybister spp. Lv. Curtis, 1827

Cybister (Scaphinectes) lateralimarginalis (De Geer, 1774)

Hydaticus spp. Lv Leach, 1817

Hydaticus leander (Rossi, 1790)

Infraorden POLYPHAGA

Familia HYDROPHILIDAE

Helophorus spp. Ad. Fabricius, 1775

Helophorus (Rhopalohelophorus) dorsalis Marsham, 1802 (?)
Helophorus (Rhopalohelophorus) obscurus Mulsant, 1844
Hydrochus grandicollis Kiesenwetter, 1870
Berosus spp. Lv./Ad. Leach, 1817
Berosus (Berosus) affinis Brullé, 1835
Berosus (Berosus) hispanicus Küster, 1847
Berosus (Berosus) signaticollis (Charpentier, 1825)
Berosus (Enoplurus) cf. spinosus (Steven, 1808) (?)
Berosus (Enoplurus) fulvus Kuwert, 1888
Chaetarthria spp. Lv. Stephens, 1833
Paracymus spp. Thomson, 1867
Paracymus aeneus (Germar, 1824)
Anacaena spp. Ad. Thomson, 1859
Anacaena lutescens (Stephens, 1829)
Laccobius spp. Lv./Ad. Erichson, 1837
Helochares spp. Lv./Ad. Mulsant, 1844
Helochares lividus Forster, 1771
Helochares punctatus Sharp, 1869
Enochrus spp. Lv./Ad. Thomson, 1859
Enochrus (Lumetus) bicolor Fabricius, 1792
Enochrus (Lumetus) fuscipennis Thomson, 1884
Enochrus (Lumetus) testaceus Fabricius, 1801
Cymbiodyta marginella (Fabricius, 1792)
Hydrobius fuscipes (Linnaeus, 1758)
Limnoxenus spp. Lv. Motschulsky, 1853
Limnoxenus niger (Zschach, 1788)

Familia HYDRAENIDAE

Limnebius spp. Ad. Leach, 1815
Ochthebius spp. Lv./Ad. Leach, 1815
Ochthebius (Ochthebius) auriculatus cf. (Rey, 1885)
Ochthebius (Ochthebius) corrugatus Rosenhauer, 1856
Ochthebius (Ochthebius) subpictus Wollaston, 1857

Familia ELMIDAE

Oulimnius spp. Lv. Gozis, 1886

Familia DRYOPIDAE

Dryops spp. Lv./Ad. Olivier, 1791
Dryops algiricus (Lucas, 1846)
Helichus spp. Lv. Erichson, 1847

Infraorden ELATERIFORMIA

Familia SCIRTIDAE

Hydrocyphon spp. Lv. Redtenbacher 1858
Cyphon spp. Lv. Paykull, 1799

Orden DIPTERA

SubOrden NEMATOCERA

InfraOrden TIPULOMORPHA

Familia LIMONIIDAE

Epiphragma spp. Osten-sacken, 1859
Limonia spp. Meigen, 1818

InfraOrden PSYCHODOMORPHA

Familia PSYCHODIDA

Pericoma spp. Walker, 1856

InfraOrden CULICIMORPHA**Familia DIXIDAE***Dixella* spp. Dyar & Shannon, 1924**Familia CHAOBORIDAE***Chaoborus flavicans* (Meigen, 1830)**Familia CULICIDAE***Aedes* spp. Meigen 1818*Anopheles* spp. Meigen 1818*Culex* spp. Linnaeus, 1758*Culiseta* spp. (Felt 1904)**Familia CERATOPOGONIDAE****Subfamilia FORCIPOMYINAE***Forcipomyia* spp. Meigen, 1818**Subfamilia DASYHELEINAE***Dasyhelea* spp. Kieffer, 1911**Subfamilia HELEINAE***Serromyia* spp. Meigen 1818*Bezzia* spp. Kieffer 1899*Culicoides* spp. Latreille, 1809*Palpomyia* spp. Meigen 1818*Sphaeromyias* spp. Curtis, 1829*Stilobezzia* spp. Kieffer, 1911**Familia CHIRONOMIDAE****Subfamilia TANYPODINAE***Ablabesmyia* spp. Johannsen, 1905*Clinotanypus* spp. cf. (Kieffer, 1913)*Labrundinia* spp. cf. Roback, 1971*Paramerina* spp. Fittkau, 1962*Procladius (Holotanypus)* spp. Skuse, 1889*Nilotanypus* spp. Kieffer, 1923*Tanypus* spp. . Meigen, 1803**Subfamilia ORTHOCLADIINAE***Bryophaenocladus* spp. Thienemann, 1934*Corynoneura* spp. Winnertz, 1846*Cricotopus (Cricotopus)* spp. van der Wulp, 1874*Gymnometriocnemus* spp. Goetghebuer, 1932*Halocladus (Halocladus)* spp. Hirvenoja, 1973*Parakiefferiella* spp. cf. Thienemann, 1936*Paralimnophyes* spp. cf. Brundin, 1956*Paratrichocladus* spp. Santos Abreu, 1918*Psectrocladius (Psectrocladius)* spp. Kieffer, 1906*Smittia* spp. cf. Holmgren, 1869**Subfamilia CHIRONOMINAE****Tribu CHIRONOMINI***Baeotendipes* spp. Kieffer, 1913*Chironomus* spp. Meigen, 1803*Chironomus (Chironomus) salinarius* Kieffer, 1915*Dicrotendipes* spp. Kieffer, 1913*Einfeldia* spp. Kieffer, 1924)*Kiefferulus* spp. Goetghebuer, 1922*Lauterborniella* spp. Thienemann & Bause, 1913*Microtendipes* spp. Kieffer, 1915*Parachironomus* spp. Lenz, 1921*Paratendipes* spp. Kieffer, 1911

Phaenopsectra spp. Kieffer, 1921
Polypedilum spp. Kieffer, 1912
Stempellinella spp. cf. Brundin, 1947

Tribu TANYTARSINI

Cladotanytarsus spp. Kieffer, 1921
Krenopsectra spp. cf. Reiss 1969
Micropsectra spp. Kieffer, 1909
Paratanytarsus spp. Thienemann & Bause, 1913
Tanytarsus spp. van der Wulp, 1874

SubOrden BRACHYCERA

InfraOrden STRATIOMYOMORPHA

Familia STRATIOMYIDAE

Nemotelus spp. Geoffroy, 1762
Oxycera spp. Meigen, 1803

Odontomyia spp. Meigen, 1803
Oplodontha spp. Fabricius, 1775
Stratiomys spp. Geoffroy, 1762

InfraOrden TABANOMORPHA

Familia RHAGIONIDAE

Chrysopilus spp. Macquart, 1826

Familia TABANIDAE

Tabanus spp. Linnaeus, 1758
Haematopota spp. Meigen, 1803

InfraOrden MUSCOMORPHA

Familia DOLICHOPODIDAE

Familia SCIOMYZIDAE

Familia SYRPHIDAE

Eristalis spp. Latreille, 1804
Myiolepta spp. Newman, 1838

Familia SCIOMYZIDAE

Familia EPHYDRIDAE

Ephydra spp. Fallén, 1810
Scatella spp. Robineau-Desvoidy, 1830

Familia MUSCIDAE

Lispe spp. Latreille, 1796
Lymnophora spp. Robineau-Desvoidy, 1830

Orden TRICHOPTERA

Familia PSYCHOMYIIDAE

Lype phaeopa (Stephens, 1836)

Familia LIMNEPHILIDAE

Limnephilus spp. Leach, 1815

Orden LEPIDOPTERA

Familia PYRALIDAE

Filo TARDIGRADA

ANEXO 2.IV. LISTADO FITOPLANCTÓNICO**División CYANOPHYTA**

Clase CYANOPHYCEAE**Orden CHROOCOCCALES****Familia CHROOCOCCACEAE**

Chroococcus

Chroococcus spp.*Chroococcus* sp. aff. *minutus* (Kützing) Nägeli*Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli**Familia MERISMEPODIACEAE**

Aphanocapsa

Aphanocapsa spp.

Aphanothece

Aphanothece spp.*Aphanothece stagnina* (Sprengel) A. Braun in Rabenhorst

Gomphosphaeria

Gomphosphaeria spp.*Gomphosphaeria aponina* Kützing*Gomphosphaeria salina* Komárek & Hindák *Merismopedia* sp.

Merismopedia

Merismopedia elegans A. Braun in Kützing*Merismopedia hyalina* (Ehrenberg) Kützing*Merismopedia mediterranea* Nägeli*Merismopedia revoluta* Askenasy*Merismopedia tenuissima* Lemmermann

Snowella

Snowella lacustris (Chodat) Komárek & Hindák*Snowella septentrionalis* Komárek & Hindák**Familia MICROCYSTACEAE**

Microcystis

Microcystis spp.**Familia SYNECHOCOCCACEAE**

Cyanothece

Cyanothece spp.

Johannesbaptistia

Johannesbaptistia pellucida (Dickie) Taylor & Drouet

Synechocystis

Synechocystis spp.*Synechocystis* sp. aff. *salina* Wislouch*Synechocystis septentrionalis* Skuja**Orden OSCILLATORIALES****Familia OSCILLATORIACEAE**

Lyngbya

Lyngbya spp.*Lyngbya* sp. aff. *aestuarii* Liebman ex Gomont*Lyngbya hieronymusii* Lemmermann*Lyngbya stagnina* Kützing ex Gomont

Oscillatoria

Oscillatoria spp.
Oscillatoria sp. aff. *limosa* Agardh ex Gomont
Oscillatoria sp. aff. *margaritifera* Kützing ex Gomont
Oscillatoria sp. aff. *ornata* Kützing ex Gomont
Oscillatoria princeps Vaucher ex Gomont
Oscillatoria subbrevis Schmidle

Familia PHORMIDIACEAE

Phormidium

Phormidium spp.

Phormidium chalybeum (Mertens ex Gomont) Anagnostidis & Komárek
Phormidium chlorinum (Kützing ex Gomont) Anagnostidis
Phormidium crassior (Behre) Anagnostidis
Phormidium sp. aff. *dimorphum* Lemmermann
Phormidium formosum (Bory ex Gomont) Anagnostidis & Komárek
Phormidium subuliforme (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek

Familia PSEUDANABAENACEAE

Jaagimena

Jaagimena spp.

Leptolyngbya

Leptolyngbya spp.

Leptolyngbya sp. aff. *subtilis* (W. West) Anagnostidis

Limnothrix

Limnothrix spp.

Planktolyngbya

Planktolyngbya spp.

Planktolyngbya limnetica (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg

Pseudanabaena

Pseudoanabaena spp.

Spirulina

Spirulina spp.

Spirulina labyrinthiformis Kützing ex Gomont

Spirulina major Kützing ex Gomont

Spirulina meneghiniana Zanardini ex Gomont

Spirulina subsalsa Oersted ex Gomont

Spirulina robusta Welsh

Orden NOSTOCALES

Familia NOSTOCACEAE

Anabaena

Anabaena spp.

Cylindrospermum

Cylindrospermum stagnale (Kützing) Bornet et Flahault

Nostoc

Nostoc spp.

División RHODOPHYTA

Orden STILONEMATALES

Familia STILONEMATACEAE

Chroodactylon

Chroodactylon sp.

División HETEROKONTOPHYTA

Clase XANTOPHYCEAE

Orden TRIBONEMATALES

Familia TRIBONEMATACEAE

Tribonema

Tribonema sp.

Clase BACILLARIOPHYCEAE

Orden CENTRALES

Familia THALASSIOSIRACEAE

Cyclotella

Cyclotella spp.

Cyclotella comta (Ehrenberg) Kützing

Cyclotella meneghiniana Kützing

Cyclotella sp. aff. *planctonica* Brunthaler

Familia MELOSIRACEAE

Melosira

Melosira spp.

Melosira moliniformis (O.F. Müller) C. A. Agardh

Melosira moliniformis var. *octogona* (Grunow) Husted

Melosira varians C.A. Agardh

Familia CHAETOCERACEAE

Chaetoceros

Chaetoceros sp.

Orden PENNALES

Familia FRAGILARIACEAE

Ardissonia

Ardissonia sp.

Ctenophora

Ctenophora pulchella (Ralfs ex Kützing) Williams & Round

Diatoma

Diatoma tenuis C. A. Agardh

Fragilaria

Fragilaria spp.

Fragilaria capucina Desmazières

Fragilaria sp. aff. *delicatissima* (W.Sm.) Lange-Bertalot

Fragilaria sp.aff. *gracilis* Oestrup

Hannaea

Hannaea arcus (Ehrenberg) Patrick in Patrick & Reimer

Licmophora

Licmophora sp.

Staurosira

Staurosira construens Ehrenberg

Striatella

Striatella unipunctata (Lyngbye) C.A. Agardh

Tabularia

Tabularia fasciculata (C. A. Agardh) Williams & Round

Tabularia sp. aff. *fasciculata* (C.A. Agardh) Williams & Round
 Thalassionema
Thalassionema sp.
 Toxarium
Toxarium undulatum Bailey in W. Smith
 Ulnaria
Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère

Familia EUNOTIACEAE

Eunotia
Eunotia sp.

Familia ACHNANTHACEAE

Achanthes
Achnanthes spp.
Achnanthes brevipes C. A. Agardh
Achnanthes submarina Hustedt
 Achnantheidium
Achnantheidium minutissimum (Kützing) Czarnecki
 Cocconeis
Cocconeis spp.
Cocconeis placentula Ehrenberg
 Planothidium
Planothidium delicatulum (Kützing) Round & Bukhtiyarova

Familia NAVICULACEAE

Amphora
Amphora spp.
Amphora commutata Grunow
Amphora lineolata Ehrenberg
Amphora sp. aff. *libyca* Ehrenberg
Amphora ovalis (Kützing) Kützing
Amphora sp. aff. *veneta* Kützing
 Anomoeoneis
Anomoeoneis sp.
Anomoeoneis sphaerophora (Kützing) Pfitzer
 Caloneis
Caloneis amphisbaena (Bory de Saint Vicent) Cleve
Caloneis amphisbaena f. *subsalina* (Donkin) van der Werff & Huls
Caloneis westii (W. Smith) Hendey
 Craticula
Craticula acomodiformis Lange-Bertalot
 Cymbella
Cymbella spp.
Cymbella cymbiformis C. A. Agardh
 Diploneis
Diploneis spp.
Diploneis didyma (Ehrenberg) Ehrenberg
Diploneis oblongella (Naegeli) Cleve-Euler
Diploneis smithii Brébisson Cleve
 Entomoneis
Entomoneis sp.
Entomoneis alata (Ehrenberg) Ehrenberg
 Frustulia
Frustulia sp.
Frustulia saxonica Rabenhorst

Gomphonema

- Gomphonema* spp.
- Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing
- Gomphonema truncatum* Ehrenberg

Gyrosigma

- Gyrosigma* spp.
- Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst
- Gyrosigma balticum* (Ehrenberg) Rabenhorst
- Gyrosigma macrum* (W. Smith) Griffith & Henfrey
- Gyrosigma nodiferum* (Grunow) Reimer
- Gyrosigma spencerii* (Bailey ex Quekett) Griffith & Henfrey

Mastogloia

- Mastogloia* spp.
- Mastogloia aquilegiae* Grunow
- Mastogloia braunii* Grunow
- Mastogloia* sp. aff. *braunii* Grunow
- Mastogloia* sp. aff. *elliptica* (C.A. Agardh) Cleve
- Mastogloia elliptica* var. *dansei* (Thwaites) Cleve
- Mastogloia lanceolata* Thwaites in W. Smith
- Mastogloia* sp. aff. *lanceolata* Thwaites in W. Smith
- Mastogloia* sp. aff. *quincocostata* Grunow
- Mastogloia smithii* Thwaites

Navicula

- Navicula* spp.
- Navicula* sp. aff. *cincta* (Ehrenberg) Ralfs in Pritchard
- Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot
- Navicula* sp. aff. *cryptotenella* Lange-Bertalot
- Navicula digitoradiata* (Gregory) Ralfs in Pritchard
- Navicula gregaria* Donkin
- Navicula humerosa* Brébisson
- Navicula* sp. aff. *menisculus* Schumann
- Navicula lanceolata* (Agardh) Ehrenberg
- Navicula peregrina* (Ehrenberg) Kützing
- Navicula phyllepta* Kützing
- Navicula* sp. aff. *pseudocrassirostris* Hustedt
- Navicula radiosa* Kützing
- Navicula salinarum* Grunow in Cleve & Grunow
- Navicula tripunctata* (O.F.Muller) Bory

Petroneis

- Petroneis marina* (Ralfs) Mann in Round et al.

Pinnularia

- Pinnularia* spp.
- Pinnularia brebissonii* (Kützing) Rabenhorst

Pleurosigma

- Pleurosigma* spp.
- Pleurosigma angulatum* (Quekett) W. Smith
- Pleurosigma elongatum* W. Smith
- Pleurosigma salinarum* Grunow

Rhoicosphenia

- Rhoicosphenia* sp.
- Rhoicosphaenia marina* (W. Smith) A.Schmidt in A. Schmidt et al.

Sellaphora

- Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschkowsky

Stauroneis

- Stauroneis* sp.

Familia EPITHEMIACEAE

Rhopalodia

- Rhopalodia* spp.
- Rhopalodia acuminata* Krammer
- Rhopalodia brebissonii* Krammer
- Rhopalodia constricta* (W. Smith) Krammer
- Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller
- Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) O. Müller
- Rhopalodia musculus* (Kützing) O. Müller

Familia BACILLARIACEAE

Bacillaria

- Bacillaria paradoxa* Gmelin

Denticula

- Denticula elegans* Kützing

Nitzschia

- Nitzschia* spp.
- Nitzschia closterium* (Ehrenberg) W. Smith
- Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow
- Nitzschia elegantula* Grunow in Van Heurck
- Nitzschia* sp. aff. *gracilis* Hantzsch
- Nitzschia linearis* (C.A. Agardh) W. Smith
- Nitzschia linearis* var. *subtilis* (Grunow) Hustedt
- Nitzschia lorenziana* Grunow in Cleve & Grunow
- Nitzschia microcephala* Grunow in Cleve & Möller
- Nitzschia* sp. aff. *microcephala* Grunow in Cleve & Möller
- Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith
- Nitzschia* sp. aff. *perminuta* Grunow M. Peragallo
- Nitzschia reversa* W. Smith
- Nitzschia scalaris* (Ehrenberg) W. Smith
- Nitzschia* sp. aff. *scalpelliformis* (Grunow) Grunow in Cleve & Grunow
- Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith
- Nitzschia* sp. aff. *sigmoide* (Nitzsch) W. Smith
- Nitzschia* sp. aff. *vermicularis* (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst

Tryblionella

- Tryblionella acuminata* W. Smith
- Tryblionella apiculata* Gregory
- Tryblionella* sp. aff. *apiculata* Gregory
- Tryblionella compresa* (Bailey) Poulin in Pulin *et al.*
- Tryblionella gracilis* W. Smith
- Tryblionella* sp. aff. *marginulata* (Grunow) D.G. Mann
- Tryblionella navicularis* (Brébisson ex Kützing) Ralfs in Pritchard
- Tryblionella scutellum* W. Smith

Familia SURIRELLACEAE

Campylodiscus

- Campylodiscus* sp.
- Campylodiscus clypeus* Ehrenberg

Cymatopleura

- Cymatopleura solea* (Brébisson) W. Smith

Stenopterobia

- Stenopterobia anceps* (Lewis) Brébisson ex Van Heurck
- Stenopterobia curvula* (W. Smith) Krammer

Surirella

- Surirella* spp.
- Surirella fastuosa* (Ehrenberg) Kützing

Surirella ovalis Brébisson
Surirella striatula Turpin

DIVISIÓN DINOPHYTA

Clase DINOPHYCEAE

Orden PROROCENTRALES

Familia PROROCENTRACEAE

Prorocentrum

Prorocentrum scutellum Schröder

Orden DINOPHYSIALES

Familia DINOPHYSIACEAE

Dinophysis

Dinophysis sp.

Orden GYMNODINIALES

Familia GYMNODINIACEAE

Gymnodinium

Gymnodinium spp.

Orden GONYAULACALES

Familia CERATIACEAE

Ceratium

Ceratium sp.

Orden PERIDINIALES

Familia PERIDINIACEAE

Peridinium

Peridinium spp.

DIVISIÓN EUGLENOPHYTA

Clase EUGLENOPHYCEAE

Orden EUGLENALES

Familia EUGLENACEAE

Euglena

Euglena spp.

Euglena clavata Skuja

Euglena ehrenbergii Klebs

Euglena limnophila Lemmermann

Euglena oxyuris Schmarda

Euglena proxima Dangeard

Euglena spirogyra Ehrenberg

Euglena texta (Djurdin) Hübner

Euglena sp. aff. *variabilis* G.A. Klebs

Phacus

Phacus spp.

Phacus acuminatus Stokes

Phacus helicoides Pochmann
Phacus orbicularis Hübner
Phacus pleuronectes (Ehrenberg) Dujardin
 Trachelomonas
Trachelomonas spp.
Trachelomonas abrupta (Svirenko) Deflandre

DIVISIÓN CHLOROPHYTA

Clase CHLOROPHYCEAE

Orden CHLAMYDOMONADALES

Familia CHLAMYDOMONADACEAE

Chlamydomonas
Chlamydomonas spp.
Chlamydomonas pseudopertusa Ettl

Familia CARTERIACEAE

Carteria
Carteria sp.

Orden CHLOROCOCCALES

Familia BOTRYOCOCCACEAE

Botryococcus
Botryococcus sp.

Familia OOCYSTACEAE

Oocystis
Oocystis sp.
 Nephrocytium
Nephrocytium lunatum W. West

Orden MICROSPORALES

Familia MICROSPORACEAE

Microspora
Microspora sp.

Orden CHAETOPHORALES

Familia CHAETOPHORACEAE

Stigeoclonium
Stigeoclonium spp.

Familia APHANOCHAETACEAE

Aphanochaete
Aphanochaete repens A. Braun

Orden SPHAEROPLEALES

Familia NEOCHLORIDACEAE

Schroederia
Schroederia setigera (Schröder) Lemmermann

Familia HYDRODICTYACEAE

Pediastrum
Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini

Familia ANKISTRODESMACEAE

Ankistrodesmus

Ankistrodesmus spp.

Kircheneriella

Kirchmeriella sp.

Monoraphidium

Monoraphidium spp.*Monoraphidium minutum* (Nägeli) Komárková-Legnorová

Quadrigula

Quadrigula closterioides (Bohlin) Printz**Familia COELASTRACEAE**

Coelastrum

Coelastrum sp.*Coelastrum pulchrum* Schmidle*Coelastrum reticulatum* (P. A. Dangeard) Senn**Familia SCENEDESMACEAE**

Scenedesmus

Scenedesmus spp.*Scenedesmus abundans* (Kirchner) Chodat*Scenedesmus armatus* (Chodat) Chodat*Scenedesmus communis* E.H. Hegewald*Scenedesmus ecornis* (Ehrenberg ex Ralfs) Chodat*Scenedesmus opoliensis* P. Richter*Scenedesmus protuberans* F.E.Fritsch & M.F. Rich**Orden OEDOGONIALES****Familia OEDOGONIACEAE**

Oedogonium

Oedogonium spp.**Clase ULVOPHYCEAE****Orden ULOTRICHALES****Familia ULOTRICHACEAE**

Ulothrix

Ulothrix sp.**Clase CONJUGATOPHYCEAE****Orden ZYGNEMALES****Familia ZYGNEMATACEAE**

Mougeotia

Mougeotia spp.**Familia SPIROGYRACEAE**

Spirogyra

Spirogyra spp.**Orden DESMIDIALES****Familia CLOSTERIACEAE**

Closterium

Closterium spp.

Closterium aciculare T. West
Closterium diana Ehrenberg ex ralfs
Closterium ehrenbergii Meneghini ex ralfs
Closterium idiosporum W. & G.S. West

Familia PENIACEAE

Gonatozygon
Gonatozygon sp.

Familia DESMIDIACEAE

Cosmarium
Cosmarium spp.
Cosmarium biretum Brébisson ex Ralfs
Cosmarium margaritifera Meneghini ex Ralfs
Cosmarium sp. aff. *triolobulatum* Reinsch
Pleurotaenium
Pleurotaenium trabercula (Ehrenberg) Nägeli
Staurodesmus
Staurodesmus sp.

Clase PRASINOPHYCEAE

Order MAMIELLALES

Familia PYCNOCOCCACEAE

Pseudoscourfieldia
Pseudoscourfieldia sp.

Familia MAMIELLACEAE

Ostreococcus
Ostreococcus sp.

DIVISIÓN CRYPTOPHYTA

Clase CRYPTOPHYTA

DIVISIÓN CHRYSOPHYTA

Clase CHRYSOPHYTA

DIVISIÓN Haptophyta

Clase PRYMNESIOPHYCEAE

Order PRYMNESIALES

Ficha de campo HUMEDALES				Proyecto MarcoBalear		
Fecha		Hora		Isla		ID
Nombre					Mapa	
Campaña: <input type="checkbox"/> Enero <input type="checkbox"/> Marzo <input type="checkbox"/> Mayo <input type="checkbox"/> Noviembre						
Condiciones de Muestreo				Localización:		
Climatología: [] Soleado [] Nublado [] Lluvioso		Condiciones muestreo: [] Buena [] Regular [] Mala		Turbidez: [] agua clara [] agua turbia, se ve el fondo [] agua turbia, no se ve el fondo		UTM : Altitud:
Cómo se llega (municipio, etc.):						
Físico-Química <i>(zona de corriente, 2 medidas espaciadas 10 min.)</i>				Cartografía (%)		
Tª agua / aire (oxímetro)				Tipo hábitat	%	nº kicks de 20
Oxígeno (%)				Vegetación sumergida/emergida		
Oxígeno (mg/l)				Sin vegetación		
pH y Tª agua				Comentarios:		
Conductividad (µS/cm)						
Salinidad (‰)						
Profundidad		Clorofila		Biomasa		
Media	Punto muestreo	Volumen filtrado		Peso filtro (g)	Volumen filtrado	
		A		A	A	
Confinamiento		B		B	B	
		C		C	C	
Vegetación humedal <i>(estima aproximada de la composición y porcentaje de la vegetación en la zona húmeda pero no en agua)</i>						
Zona			Nombre y porcentaje			
LITORAL DERECHA						
LITORAL IZQUIERDA						
Vegetación de ribera de la zona estudiada <i>(composición y porcentaje de la vegetación en el tramo estudiado que será una franja de alrededor de 3 metros hacia el interior)</i>						
Vegetación emergente			Porcentaje	Vegetación sumergida		Porcentaje

Evaluación Presiones	
Vegetación autóctona	
Especies exóticas	
Agricultura intensiva	
Agricultura extensiva	
Camino, carreteras...	
Uso artificial (urbanizaciones, punto contaminación)	
Canales, presas, compuertas	
Actividades recreativas	

NOTAS:

Nombre: **Es Brolls**
 Isla: **Formentera**
 UTM: **31 T 363934X, 4286512Y**

Tipo: **Oligohalino**
 Código: **FO01 / FOH03**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

Comunidad vegetal*:

Frankenio pulverulentis-Limonietum grosii, *Limonietum caprariensis*, *Limonietum retuso-ormenterae*, *Puccinellio festucaeformis-Arthrocnemetum fruticosae*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Spartino patentis-Juncetum maritimi*, *Sphenopo-Arthrocnemetum glauci*, *Typho-Schoenoplectetum tabernaemontani*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Albufera de Mallorca**
Isla: **Mallorca**
UTM: **31 T 509651X, 4402145Y**

Tipo : **Mesohalino**
Código: **MA01ZH02/ MAH07ZH02**
Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

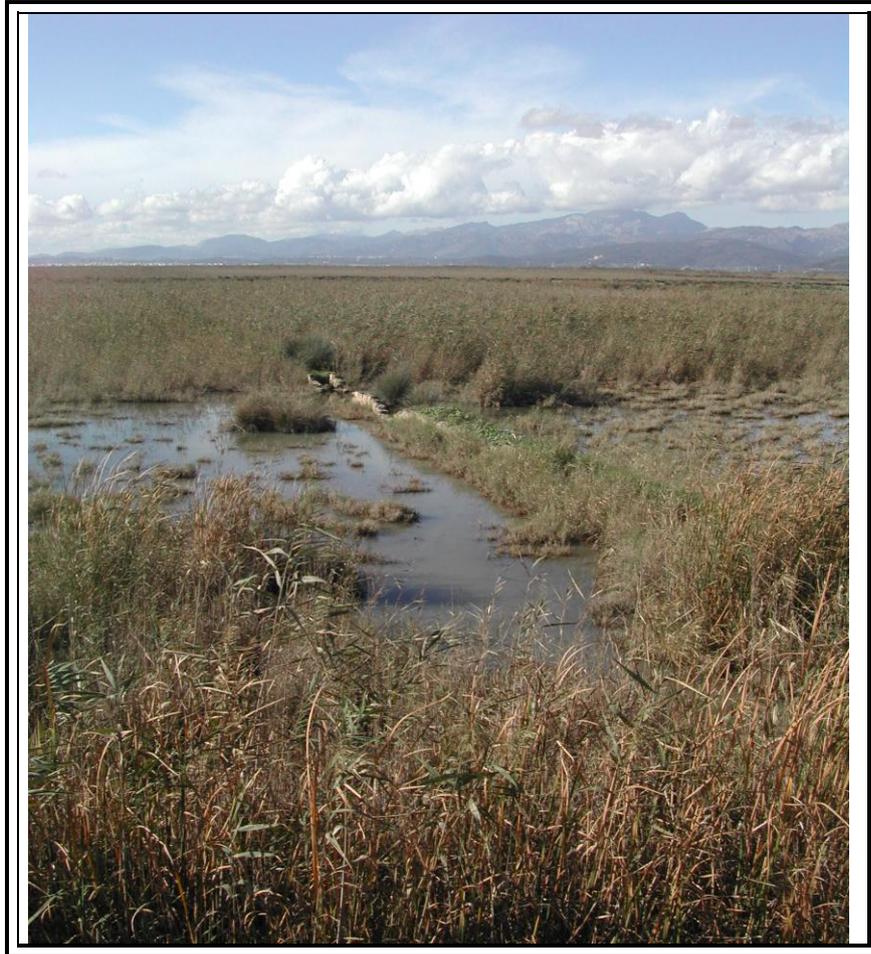
Comunidad vegetal*:

Arthrocnemum fruticosum, *Juncus maritimi*, *Lemnetum minoris*, *Potamogetonum denso-nodosi*, *Salicornietum emerici*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Soncho-Cladietum marisci*, *Tamaricetum canariensis*, *Typho-Schoenoplectum glauci*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Albufera de Mallorca**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 509655X, 4404768Y**

Tipo : **Oligohalino**
 Código: **MA01ZR03/ MAH07ZR03**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemetum fruticosi, *Juncion maritimi*, *Lemnetum minoris*, *Potamogetonetum denso-nodosi*, *Salicornietum emerici*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Soncho-Cladietum marisci*, *Tamaricetum canariensis*, *Typho-Schoenoplectum glauci*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Albufera de Mallorca**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 508867X, 4405323Y**

Tipo : **Oligohalino**
 Código: **MA01ZR11/ MAH07ZR11**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemum fruticosum, *Juncus maritimi*, *Lemnetum minoris*, *Potamogetonum denso-nodosum*, *Salicornietum emerici*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Soncho-Cladietum marisci*, *Tamaricetum canariensis*, *Typho-Schoenoplectum glauci*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Albufera de Mallorca**
Isla: **Mallorca**
UTM: **31 T 509642X, 4404771Y**

Tipo : **Oligohalino**
Código: **MA01ZR13/ MAH07ZR13**
Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemetum fruticosi, *Juncion maritimi*, *Lemnetum minoris*, *Potamogetonetum denso-nodosi*, *Salicornietum emerici*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Soncho-Cladietum marisci*, *Tamaricetum canariensis*, *Typho-Schoenoplectum glauci*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Albufera de Mallorca**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 509651X, 4402144Y**

Tipo : **Oligohalino**
 Código: **MA01Guillén/ MAH07Guillén**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

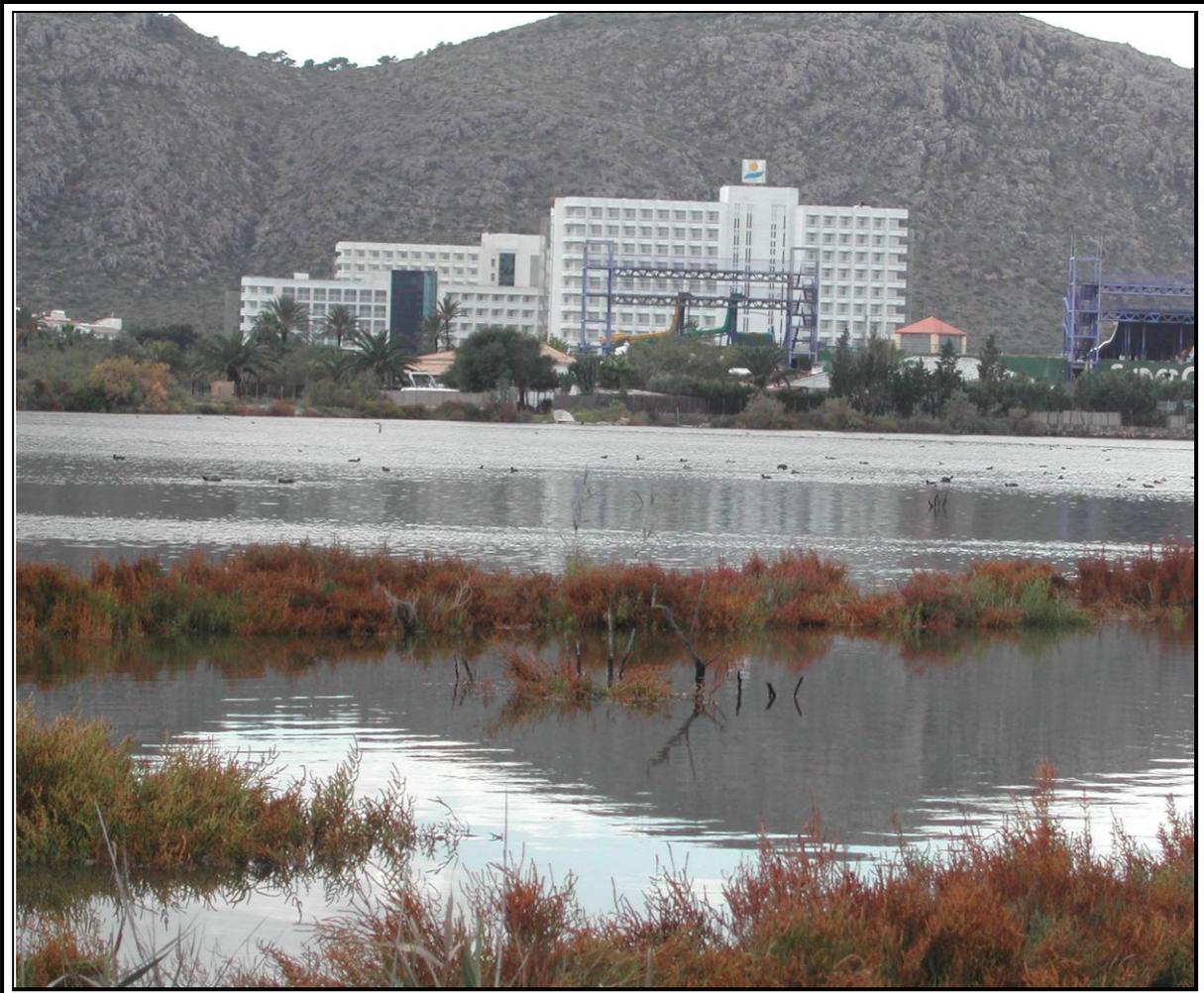
Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemum fruticosi, *Juncion maritimi*, *Lemnetum minoris*, *Potamogetonum denso-nodosi*, *Salicornietum emerici*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Soncho-Cladietum marisci*, *Tamaricetum canariensis*, *Typho-Schoenoplectum glauci*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Prat Maristany-Estany Ponts**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 510380X, 4410332Y**

Tipo : **Mesohalino**
 Código: **MA04ZR02 / MAH05ZR02**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

Comunidad Vegetal*:

Apietum nodiflori, *Arthrocnemetum fruticosi*, *Arundini-Convolvuletum sepium*, *Callitricho-Ranunculetum aquatilis*, *Salicornietum emerici*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Scirpo-Phragmitetum mediterraneum*, *Soncho-Juncetum maritimi*, *Spartino-Juncetum maritimi*, *Suaedo-Salicornietum herbaceae*, *Suaedo-Salsodetum sodae*, *Tamaricetum gallica*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Estany des Tamarells**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 503253X, 4352248Y**

Tipo : **Mesohalino**
 Código: **MA21Tamarells / MAH22**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

Comunidad vegetal*

Diatomeo-Lyngbyetum aestuarii, *Diatometo-Cladophoretum crystallinae*, *Juncion maritimi*, *Lyngbyeto Anabaenetum variabilis*, *Salicornietum*, *Tamaricetum*

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: Gola de Cala en Porter
 Isla: Menorca
 UTM: 31 T 596604X, 4414427Y

Tipo : Oligohalino
 Código: ME04 / MEH15
 Condición: No referencia



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

Comunidad Vegetal*:

Apietum nodiflorum, *Geranio-Ranunculetum macrophylli subas. leucojetosum aestivae* (residual), *Juncion*, *Populion* (residual), *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Typho-Schoenoplectetum glauci*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Prat de Son Bou**
 Isla: **Menorca**
 UTM: **31 T 591640X, 4417289Y**

Tipo : **Oligohalino**
 Código: **ME05ZR05/ MEH16**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

Comunidad Vegetal*:

Apietum nodiflorum, *Arthrocnemetum fruticosi*, *Callitricho-Ranunculetum aquatilis*, *Geranio-Ranunculetum macrophylli subas. leucojetosum aestivae*, *Irido-Polygonetum salicifoli*, *Juncion*, *Lemno-Azolletum*, *Potamion*, *Salicornietum fruticoseae*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Typho-Schoenoplectetum glauci*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: Gola del Torrent de Trebaluger
Isla: Menorca
UTM: 31 T 584429X, 4420711Y

Tipo : Oligohalino
Código: ME06 / MEH17
Condición: No referencia



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

Comunidad Vegetal*:

Caricetum divisiae, *Geranio-Ranunculetum macrophylli*, *Irido-Polygonetum salicifoli*, *Juncion maritimi*, *Scirpetum maritimi-littoralis*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Prat de Bellavista - Son Saura (Sud)**
 Isla: **Menorca**
 UTM: **31 T 576661X, 4420306Y**

Tipo : **Oligohalino**
 Código: **ME09ZH01 / MEH20**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

Comunidad Vegetal*:

Scirpetum maritimi-littoralis, *Typho-Schoenoplectetum glauci*, *Soncho-Cladietum marisci*, *Juncion*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Caricetum divisae*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: Gola del Torrent d'Algaiarens
 Isla: Menorca
 UTM: 31 T 578950X, 4433488Y

Tipo : Oligohalino
 Código: ME10/ MEH21
 Condición: No referencia



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

Comunidad vegetal*:

Ammophiletum arundinacea, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Tamaricetum gallicae*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Gola i maresme de Binimel·là**
 Isla: **Menorca**
 UTM: **31 T 589828X, 4433852Y**

Tipo : **Oligohalino**
 Código: **ME11ZH06 / MEH22BZH06**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

Comunidad Vegetal*:

Geranio-Ranunculetum macrophylli subas. leucojetosum aestivae (residual), Scirpetum maritimilittoralis, Juncion, Tamaricetum canariensis, Thypho-schoenoplectetum glauci.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Prat de Lluriac - Tirant**
 Isla: **Menorca**
 UTM: **31 T 594092X, 4433196Y**

Tipo : **Oligohalino**
 Código: **ME13ZH02 / MEH02ZH02**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

Comunidad Vegetal*:

Ammophiletum arundinaceae, Arthrocnemetum, Geranio-Ranunculetum macrophylli, Irido-Polygonietum salicifoli, Juncion maritimi, Juniperetum lyciae, Salicornietum, Scirpetum maritimilittoralis, Tamaricetum, Thypho-schoenoplectetum glauci.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Albufera de Mercadal - Son Saura (Nord)**
Isla: **Menorca**
UTM: **31 T 598779X, 4431108Y**

Tipo : **Oligohalino**
Código: **ME17 / MEH06**
Condición: **Referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

Comunidad Vegetal*:

Apietum nodiflorum, *Geranio-Ranunculetum macrophylli*, *Juncion*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Soncho-Cladietum marisci*, *Tamaricetum canariensis*, *Typho-Schoenoplectetum glauci*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Prat de Morella**
Isla: **Menorca**
UTM: **31 T 607064X, 4427090Y**

Tipo : **Oligohalino**
Código: **ME20ZH02/ MEH09**
Condición: **Referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

Comunidad Vegetal*:

Juncion maritimi, Tamaricetum

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: Estany de Canyamel
 Isla: Mallorca
 UTM: 31 T 537736 X, 4390015 Y

Tipo : Oligohalino
 Código: MA09ZH01/ MEH11
 Condición: No referencia



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Oligohalino definidas en el apartado 2.7.3.1.

Comunidad Vegetal*:

Arundini-Convolvuletum sepium, *Irido-Polygonetum salicifolii*, *Soncho-Cladietum marisci*, *Typho-Phragmitetum maximi*, *Vinco-Populetum albae*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **ses Feixes Talamanca**
 Isla: **Ibiza**
 UTM: **31 T 365658X, 4308443 Y**

Tipo : **Mesohalino**
 Código: **EI02/ EIH03A**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemetum fruticosi, *Arthrocnemetum macrostachyi*, *Crithmo-Limonium*, *Parapholido incurvae-Suaedetum verae*, *Salicornietum emerici*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Spartino-Juncetum maritimi*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Albufera de Mallorca**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 507693X, 4402495 Y**

Tipo : **Mesohalino**
 Código: **MA01MOLINI/ MAH07Molini**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemetum fruticosi, *Juncion maritimi*, *Lemnetum minoris*, *Potamogetonetum denso-nodosi*, *Salicornietum emerici*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Soncho-Cladietum marisci*, *Tamaricetum canariensis*, *Typho-Schoenoplectum glauci*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Albufera de Mallorca**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 509026X, 4406398 Y**

Tipo : **Mesohalino**
 Código: **MA01ZR01/ MAH07ZR01**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemetum fruticosi, Juncion maritimi, Lemnetum minoris, Potamogetonetum denso-nodosi, Salicornietum emerici, Scirpetum maritimi-littoralis, Soncho-Cladietum marisci, Tamaricetum canariensis, Typho-Schoenoplectum glauci.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Albufereta de Pollença (Es Llacs)**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 507516X, 4411891 Y**

Tipo : **Mesohalino**
 Código: **MA03EsLlacs/ MAH04EsLlacs**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Apietum nodiflori, *Arthrocnemum fruticosi*, *Arthrocnemum macrostachyi*, *Arundini-Convolvuletum sepium*, *Atriplici-Suaedetum maritimae*, *Cladio-Caricetum hispidae*, *Geranio-Ranunculetum macrophylli*, *Potamion pectinati*, *Ruppium maritimae*, *Salicornietum emerici*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Spartino-Juncetum maritimi*, *Tamaricetum canariensis*, *Typho-Schoenoplectetum tabernaemontani*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Albufereta de Pollença (Estany Gross)**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 507426X, 4412119Y**

Tipo : **Mesohalino**
 Código: **MA03EstGross/ MAH04EstGross**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Apietum nodiflori, *Arthrocnemetum fruticosi*, *Arthrocnemetum macrostachyi*, *Arundini-Convolvuletum sepium*, *Atriplici-Suaedetum maritimae*, *Cladio-Caricetum hispidae*, *Geranio-Ranunculium macrophylli*, *Potamion pectinati*, *Ruppium maritimae*, *Salicornietum emerici*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Spartino-Juncetum maritimi*, *Tamaricetum canariensis*, *Typho-Schoenoplectetum tabernaemontani*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Albufereta de Pollença (Sa Barcassa)**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 508769X, 4411699 Y**

Tipo : **Mesohalino**
 Código: **MA03Sabar/ MAH04Sabar**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Apietum nodiflori, *Arthrocnemetum fruticosi*, *Arthrocnemetum macrostachyi*, *Arundini-Convolvuletum sepium*, *Atriplici-Suaedetum maritimae*, *Cladio-Caricetum hispidae*, *Geranio-Ranunculetum macrophylli*, *Potamion pectinati*, *Ruppium maritimae*, *Salicornietum emerici*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Spartino-Juncetum maritimi*, *Tamaricetum canariensis*, *Typho-Schoenoplectetum tabernaemontani*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Prat Maristany-Estany Ponts**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 509391X, 4408102Y**

Tipo : **Mesohalino**
 Código: **MA04Ponts / MAH06**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Apietum nodiflori, *Arthrocnemetum fruticosi*, *Arundini-Convolvuletum sepium*, *Callitricho-Ranunculetum aquatilis*, *Salicornietum emerici*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Scirpo-Phragmitetum mediterraneum*, *Soncho-Juncetum maritimi*, *Spartino-Juncetum maritimi*, *Suaedo-Salicornietum herbaceae*, *Suaedo-Salsodetum sodae*, *Tamaricetum gallica*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Prat Maristany-Estany Ponts**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 509192X, 4409478 Y**

Tipo : **Mesohalino**
 Código: **MA04ZR07 / MAH05ZR07**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Apietum nodiflori, *Arthrocnemetum fruticosi*, *Arundini-Convolvuletum sepium*, *Callitricho-Ranunculetum aquatilis*, *Salicornietum emerici*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Scirpo-Phragmitetum mediterraneum*, *Soncho-Juncetum maritimi*, *Spartino-Juncetum maritimi*, *Suaedo-Salicornietum herbaceae*, *Suaedo-Salsodetum sodae*, *Tamaricetum gallicae*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Estany de Son Bauló**
Isla: **Mallorca**
UTM: **31 T 514324 X, 4400765 Y**

Tipo : **Mesohalino**
Código: **MA06 / MAH08**
Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Inuleto-Schoenetum, *Scirpetum maritimo-littoralis*, *Soncho-Juncetum maritimae*

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Estany de Son Real**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 517878X, 4398892 Y**

Tipo : **Mesohalino**
 Código: **MA07II / MAH09II**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Inuleto-Schoenetum, *Ruppium maritimi*, *Soncho-Juncetum maritimae*, *Tamaricetum canariensis*, *Vinco-Populetum albae*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Estany de Na Borges**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 520234X, 4397713 Y**

Tipo : **Mesohalino**
 Código: **MA08II / MAH10II**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Arundini-Convolvuletum sepium, Ruppium maritimi, Soncho-Juncetum maritimae, Tamaricetum canariensis, Typho-Schoenoplectetum glauci, Vinco-Populetum albae.

**Fuente: Fichas realizadas por el CAIB*

Nombre: Estany de Cala Magraner
Isla: Mallorca
UTM: 31 T 524664X, 4370847Y

Tipo : Mesohalino
Código: MA13/ MAH15
Condición: No referencia



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Vegetación de zona húmeda ausente.

**Fuente: Fichas realizadas por el CAIB*

Nombre: **Estany de Cala Murada**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 523677 X, 4366997 Y**

Tipo : **Mesohalino**
 Código: **MA14H01 / MAH16**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

***Especies vegetales**

Agave americana (intr.), Ampelodesmos mauritanica, Arundo donax, Atriplex hastata, Carpobrotus edulis (intr.), Crithmum maritimum, Dittrichia viscosa, Juncus acutus, Limonium sp., Nerium oleander (intr.), Sarcocornia fruticosa, Tamarix sp., Typha angustifolia. Vegetación de zona húmeda ausente.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: S'Amarador
 Isla: Mallorca
 UTM: 31 T 515924 X, 4355446 Y

Tipo : Mesohalino
 Código: MA19/MAH20
 Condición: No referencia



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

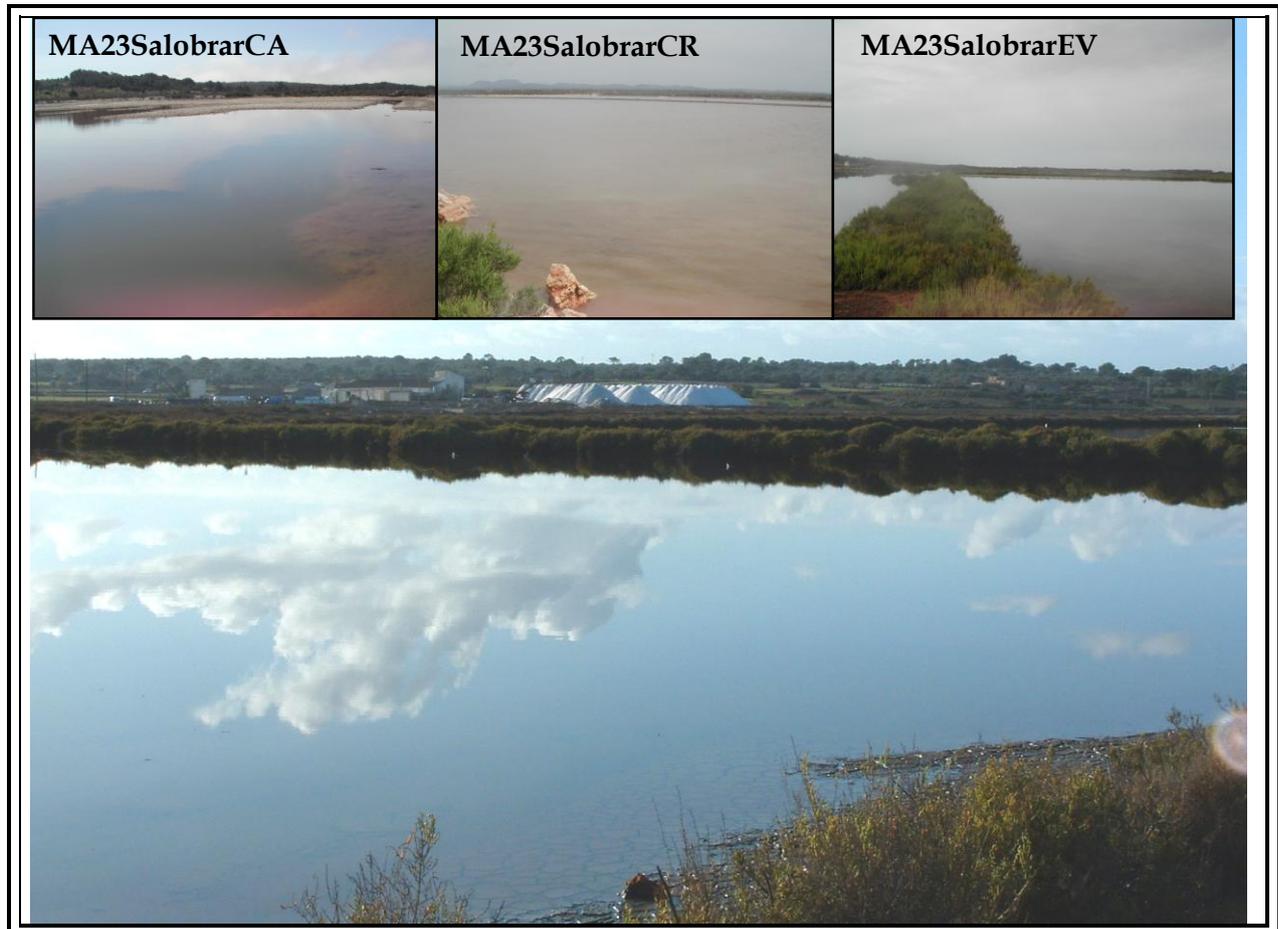
Comunidad Vegetal*:

Juncion, Ruppium maritima, Salicornietum, Scirpetum maritimi-littoralis.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Salobrar de Campos**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 500378X, 4355478Y**

Tipo : **Euhalino (CA y CR) Mesohalino (EV)**
 Código: **MA23Salobrar/ MAH24Salobrar**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2 .

Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemetum fruticosi, *Juncion maritimi*, *Lemnetum minoris*, *Potamogetonum densonodosi*, *Salicornietum emerici*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Soncho-Cladietum marisci*, *Tamaricetum canariensis*, *Typho-Schoenoplectum glauci*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Prat de Fontanelles**
Isla: **Mallorca**
UTM: **31 T 476624 X, 4376141 Y**

Tipo : **Mesohalino**
Código: **MA27/ MAH27**
Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2 .

Comunidad Vegetal*:

Juncus acutus, *Phragmites australis*, *Tamarix sp*

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Albufera des Grau**
 Isla: **Menorca**
 UTM: **31 T 606102X, 4422830Y**

Tipo : **Mesohalino**
 Código: **ME01ZH02 / MEH11ZH02**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemum fruticosum, *Chaetomorpha Polysiphonietum*, *Enteromorpha Synedretum tabulatae*, *Geranio-Ranunculetum macrophylli subsp.*, *Leucojetum aestivum*, *Juncetum maritimi*, *Salicornietum fruticosum*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Tamaricetum*, *Typho-Schoenoplectetum glaucum*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Albufera des Grau**
 Isla: **Menorca**
 UTM: **31 T 606788X, 4422598Y**

Tipo : **Mesohalino**
 Código: **ME01ZH03 / MEH11ZH04**
 Condición: **Referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemetum fruticosi, *Chaetomorpheto Polysiphonietum*, *Enteromorpheto Synedretum tabulatae*, *Geranio-Ranunculetum macrophylli subas*, *Leucojetum aestivi*, *Juncetum maritimi*, *Salicornietum fruticosi*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Tamaricetum*, *Typho-Schoenoplectetum glauci*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Albufera des Grau**
 Isla: **Menorca**
 UTM: **31 T 606788X, 4422599Y**

Tipo : **Mesohalino**
 Código: **ME01ZH04nuevo / MEH11ZH04**
 Condición: **Referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemetum fruticosi, *Chaetomorpheto Polysiphonietum*, *Enteromorpheto Synedretum tabulatae*, *Geranio-Ranunculetum macrophylli subas.* *Leucojetum aestivoi*, *Juncetum maritimi*, *Salicornietum fruticosi*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Tamaricetum*, *Typho-Schoenoplectetum glauci*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Prats i Salines de Mongofre (Addaia)**
 Isla: **Menorca**
 UTM: **31 T 603128X, 4427554Y**

Tipo : **Euhalino**
 Código: **ME19ZH02Euh / MEH08ZH02**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemetum, Salicornietum fruticosae, Scirpetum maritimi-littoralis, Tamaricetum.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: Prats i Salines de Mongofre (Addaia)	Tipo : Mesohalino
Isla: Menorca	Código: ME19ZH02Meso / MEH08ZH02
UTM: 31 T 603158X, 4427475Y	Condición: No referencia



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemum, *Salicornietum fruticosae*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Tamaricetum*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: Prats i Salines de Mongofre (Addaia)	Tipo : Mesohalino
Isla: Menorca	Código: ME19ZH02Oligo / MEH08ZH02
UTM: 31 T 603090X, 4427319Y	Condición: No referencia

**Elementos biológicos:**

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemum, *Salicornietum fruticosae*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Tamaricetum*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Prats i Salines de Mongofre (Addaia)**
Isla: **Menorca**
UTM: **31 T 603101X, 4427331Y**

Tipo : **Mesohalino**
Código: **ME19ZH03 / MEH08ZH03**
Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemetum, *Salicornietum fruticosae*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Tamaricetum*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Prats i Salines de Mongofre (Addaia)**
Isla: **Menorca**
UTM: **31 T 603077X, 4427337Y**

Tipo : **Mesohalino**
Código: **ME19ZH04 / MEH08ZH04**
Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Mesohalino definidas en el apartado 2.7.3.2.

Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemetum, Salicornietum fruticosae, Scirpetum maritimi-littoralis, Tamaricetum.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Salines Eivissa**Isla: **Ibiza**UTM: **31 T 359382X, 4302725Y**Tipo : **Euhalino**Código: **EI01ZH01 / EI04ZH01**Condición: **No referencia****Elementos biológicos:**

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo euhalino definidas en el apartado 2.7.3.3

Comunidad vegetal*

Arthrocnemetum fruticosi, *Arthrocnemetum macrostachyi*, *Crithmo-Limonium*, *Parapholido incurvae-Suaedetum verae*, *Salicornietum emerici*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Spartino-Juncetum maritimi*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Salines Eivissa**
 Isla: **Ibiza**
 UTM: **31 T 360503X, 4303920Y**

Tipo : **Euhalino**
 Código: **EI01ZH02 / EIH04ZH02**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo euhalino definidas en el apartado 2.7.3.3.

Comunidad Vegetal*:

Arthrocnemetum fruticosi, *Arthrocnemetum macrostachyi*, *Crithmo-Limonium*, *Parapholido incurvae-Suaedetum verae*, *Salicornietum emerici*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Scirpetum maritimi-littoralis*, *Spartino-Juncetum maritimi*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: Estany de s'Espalmador
 Isla: Formentera
 UTM: 31 T 363277X, 4294077Y

Tipo : Euhalino
 Código: FO04/ FOH01
 Condición: Referencia



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo euhalino definidas en el apartado 2.7.3.3.

Estructura de la vegetación

→ **Composición:** *Arundo donax* (40%), *Malva sylvestris* (30%) y frutales (5%).

→ **Cobertura de la vegetación de ribera:** Árboles aislados en la ribera pero domina la vegetación exuberante de *Arundo donax*. Presencia de sombreado del canal. Ribera conectada con terrenos cultivados adyacentes.

→ **Usos del suelo:** Dominancia de terreno cultivado y huerta.

Nombre: Estany des Peix
 Isla: Formentera
 UTM: 31 T 362390 X, 4288106 Y

Tipo : Euhalino
 Código: FO Peix 1 y 2/ FoH04
 Condición: No referencia

FOPEIX 2



FOPEIX 1



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo euhalino definidas en el apartado 2.7.3.3.

Comunidad vegetal*

Frankenio pulverulentis-Limonietum grosii, *Limonietum caprariensis*, *Limonietum retuso-formenterae*, *Puccinellio festucaeformis-Arthrocnemetum fruticosae*, *Spartino patentis-Juncetum maritimi*, *Sphenopo-Arthrocnemetum glauci*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Estany Pudent**
 Isla: **Formentera**
 UTM: **31 T 364005X, 4286520 Y**

Tipo : **Euhalino**
 Código: **FO Pudent 1 y 2/ FoH03**
 Condición: **No referencia**

FO Pudent 2



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Euhalino definidas en el apartado 2.7.3.3.

Comunidad Vegetal*:

Frankenio pulverulentis-Limonietum grosii, Limonietum caprariensis, Limonietum retuso-formenterae, Puccinellio festucaeformis-Arthrocnemetum fruticosae, Schoeno-Plantaginetum crassifoliae, Spartino patentis-Juncetum maritimi, Sphenopo-Arthrocnemetum glauci, Typho-Schoenoplectetum tabernaemontani.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Salines de Formentera**
 Isla: **Formentera**
 UTM: **31 T 364117 X, 4288861 Y**

Tipo : **Euhalino**
 Código: **FO03 / FoH02**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Euhalino definidas en el apartado 2.7.3.3.

Comunidad Vegetal*:

Limonietum retuso-formenterae, *Puccinellio festucaeformis-Arthrocnemetum fruticosae*, *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*, *Spartino patentis-Juncetum maritimi*, *Sphenopo-Arthrocnemetum glauci*.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Fonts de Na Lis**
Isla: **Mallorca**
UTM: **31 T 516153X, 4356116Y**

Tipo : **Euhalino**
Código: **MA18 / MAH19**
Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Euhalino definidas en el apartado 2.7.3.3.

Comunidad Vegetal*:

Juncion, Ruppium maritima, Salicornietum.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Estany de ses Gambes**
Isla: **Mallorca**
UTM: **31 T 503620X, 4349975Y**

Tipo : **Euhalino**
Código: **MA20 / MAH21**
Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Euhalino definidas en el apartado 2.7.3.3.

Comunidad vegetal*

Juncion maritimi, Sulfuretum.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

Nombre: **Estany de ses Gambes**
Isla: **Mallorca**
UTM: **31 T 503610 X, 4349303 Y**

Tipo : **Euhalino**
Código: **MA20 I/ MAH21**
Condición: **Referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Euhalino definidas en el apartado 2.7.3.3.

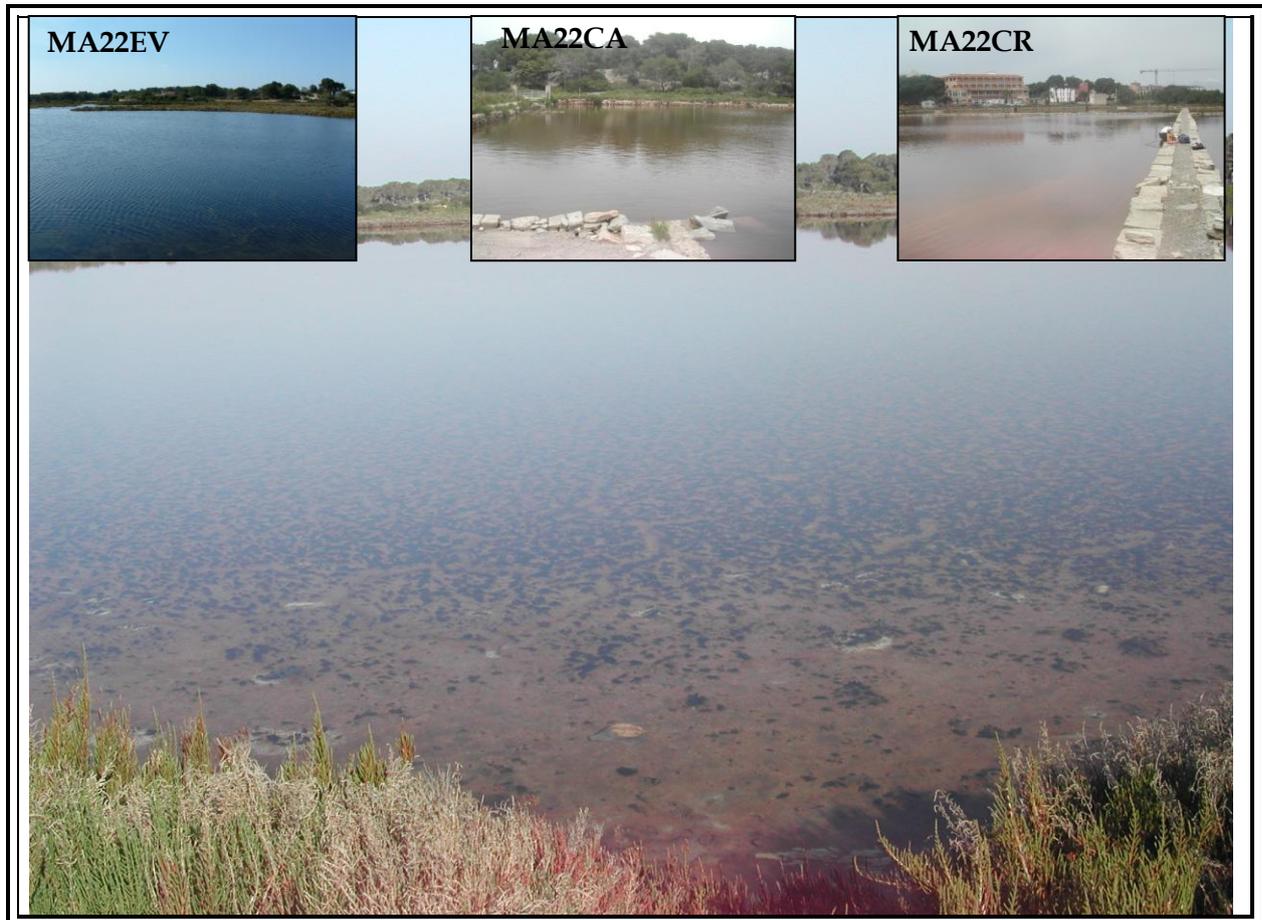
Comunidad vegetal*:

Juncion maritimi, Sulfuretum.

**Fuente: Fichas realizadas por el CAIB*

Nombre: **Salines de la Colònia de Sant Jordi**
 Isla: **Mallorca**
 UTM: **31 T 499204X, 4352845Y**

Tipo : **Euhalino**
 Código: **MA22 / MAH23**
 Condición: **No referencia**



Elementos biológicos:

Comunidades de referencia de macroinvertebrados bentónicos y fitoplancton del tipo Euhalino definidas en el apartado 2.7.3.3.

Comunidad vegetal*:

Arthrocnemum macrostachyum, Atriplex halimus, Inula crithmoides, Juncus Subulatus, Juncus acutus, Limonium sp, Plantago coronopus, Plantago coronopus, Sarcocornia fruticosa, Schoenus nigricans, Suaeda vera.

*Fuente: Fichas realizadas por el CAIB

