



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**Máster en Ingeniería  
Hidráulica y Medio  
Ambiente**

---

Título del Trabajo Fin de Máster:

*Calidad de aguas costeras bajo la Directiva  
Marco del Agua. Diseño de la red de control  
operativo en la Comunitat Valenciana*

Intensificación:

*TRATAMIENTO DE AGUAS*

Autor:

*HERMOSILLA GÓMEZ, ZURIÑE*

Director/es:

*DRA. ROMERO GIL, INMACULADA*

*DR. FERRER POLO, JOSÉ*

Fecha: ENERO, 2012





Título del Trabajo Fin de Máster:

***Calidad de aguas costeras bajo la Directiva Marco del Agua. Diseño de la red de control operativo en la Comunitat Valenciana.***

Autor: ***HERMOSILLA GÓMEZ, ZURÍÑE***

Tipo	A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	Lugar de Realización	VALENCIA
Director	<b><i>ROMERO GIL, INMACULADA</i></b>	Fecha de Lectura	<b><i>FEB. 2012</i></b>
Codirector1	<b><i>FERRER POLO, JOSÉ</i></b>		
Codirector2			
Tutor			

**Resumen:**

***La Directiva Marco del Agua (DMA) especifica tres programas de control para el seguimiento del estado ecológico: el control de vigilancia, el control operativo y el control de investigación.***

***El diseño del control operativo de los sistemas pelágicos de las masas de agua costeras, tiene como objetivo determinar y controlar el estado de aquellas masas que se considere que pueden no cumplir sus objetivos medioambientales y corroborar su mejora como resultado de los programas de medidas. Sin embargo, el alto coste económico que esto supone hace necesario reducir el número de estaciones de muestreo. Para ello mediante un análisis estadístico de similitud se seleccionan las estaciones más representativas del control de vigilancia con el objetivo de reducir el número de estaciones tanto en aquellas masas que incumplen como en las que cumplen los objetivos de calidad para el fitoplancton y parámetros fisicoquímicos sin perder la consecución de los objetivos de calidad.***

***Para la selección de estaciones representativas se utilizan análisis estadísticos de dispersión y estabilidad, análisis de similitud como el análisis Cluster, el Coeficiente de Correlación Intraclase y el diagrama de cuantiles.***

***En la Comunitat Valenciana (España) se consigue reducir el número de estaciones de 78 a 47. Se logra por tanto un importante ahorro para las administraciones públicas, sin que esto suponga una pérdida de información, necesaria para una correcta caracterización de las masas de agua costeras.***

***Three types of monitoring programs are specified and described in the Water Framework Directive (WFD): Surveillance Monitoring, Operational Monitoring and Investigative Monitoring.***

***The Operational Monitoring design for pelagic systems of coastal water bodies, aims to monitor the status of those coastal water bodies, that may not achieve their environmental objectives and to corroborate their improvement as a result of the Programmes of Measures.***

***However, the high cost of the surveillance monitoring, makes necessary to reduce the number of sampling stations. Using a statistical analysis of similarity, it is possible to select the most representative stations of surveillance monitoring with the aim of reducing the number of stations (and the associated economic costs) in the operational control in those water bodies that achieve the quality objectives for phytoplankton and physicochemical parameters without losing a proper characterization of ecological status.***

***For the selection of representative stations, different statistical analyses are done: dispersion analysis and stability analysis and similarity analysis (Cluster, Intraclass Correlation Coefficient and Q-Q Plots).***

***In Valencian Community (Spain) this methodology is able to reduce the number of stations from 78***



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## Máster en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente

*to 47, assuming a significant savings for public administrations and without losing necessary information for proper characterization of coastal water bodies.*

**Palabras clave:**

*Directiva Marco del Agua, control de vigilancia, control operativo, fitoplancton, Indicador Ecológico de Calidad, análisis de similitud estadística.*



# RESUMEN

La Directiva Marco del Agua (DMA) especifica tres programas de control para el seguimiento del estado ecológico: el control de vigilancia, el control operativo y el control de investigación.

El diseño del control operativo de los sistemas pelágicos de las masas de agua costeras, tiene como objetivo determinar y controlar el estado de aquellas masas que se considere que pueden no cumplir sus objetivos medioambientales y corroborar su mejora como resultado de los programas de medidas. Sin embargo, el alto coste económico que esto supone hace necesario reducir el número de estaciones de muestreo. Para ello mediante un análisis estadístico de similitud se seleccionan las estaciones más representativas del control de vigilancia con el objetivo de reducir el número de estaciones tanto en aquellas masas que incumplen como en las que cumplen los objetivos de calidad para el fitoplancton y parámetros fisicoquímicos sin perder la consecución de los objetivos de calidad.

Para la selección de estaciones representativas se utilizan análisis estadísticos de dispersión y estabilidad, análisis de similitud como el análisis Cluster, el Coeficiente de Correlación Intraclase y el diagrama de cuantiles.

En la Comunitat Valenciana (España) se consigue reducir el número de estaciones de 78 a 47. Se logra por tanto un importante ahorro para las administraciones públicas, sin que esto suponga una pérdida de información, necesaria para una correcta caracterización de las masas de agua costeras.



# ABSTRACT

Three types of monitoring programs are specified and described in the Water Framework Directive (WFD): Surveillance Monitoring, Operational Monitoring and Investigative Monitoring.

The Operational Monitoring design for pelagic systems of coastal water bodies, aims to monitor the status of those coastal water bodies, that may not achieve their environmental objectives and to corroborate their improvement as a result of the Programmes of Measures.

However, the high cost of the surveillance monitoring, makes necessary to reduce the number of sampling stations. Using a statistical analysis of similarity, it is possible to select the most representative stations of surveillance monitoring with the aim of reducing the number of stations (and the associated economic costs) in the operational control in those water bodies that achieve the quality objectives for phytoplankton and physicochemical parameters without losing a proper characterization of ecological status.

For the selection of representative stations, different statistical analyses are done: dispersion analysis and stability analysis and similarity analysis (Cluster, Intraclass Correlation Coefficient and Q-Q Plots).

In Valencian Community (Spain) this methodology is able to reduce the number of stations from 78 to 47, assuming a significant savings for public administrations and without losing necessary information for proper characterization of coastal water bodies.



# RESUM

La Directiva Marco de l'Aigua (DMA) especifica tres programes de control per al seguiment de l'estat ecològic: el control de vigilància, el control operatiu i el control d'investigació.

El disseny del control operatiu dels sistemes pelàgics de les masses d'aigua costaneres, té com a objectiu determinar i controlar l'estat d'aquelles masses que es considere que poden no complir els seus objectius mediambientals i corroborar la seua millora com resultat dels programes de mesures. No obstant això, l'alt cost econòmic que açò suposa fa necessari reduir el nombre d'estacions de mostratge. Per això mitjançant una anàlisi estadística de similitud es seleccionen les estacions més representatives del control de vigilància amb l'objectiu de reduir el nombre d'estacions tant en aquelles masses que incomplixen com en les que complixen els objectius de qualitat per al fitoplàncton i paràmetres fisicoquímics sense perdre la consecució dels objectius de qualitat

Per a la selecció d'estacions representatives s'utilitzen anàlisis estadístiques de dispersió i estabilitat, anàlisi de similitud com l'anàlisi Cluster, el Coeficient de Correlació Intraclasse i el diagrama de quantiles.

En la Comunitat Valenciana (Espanya) s'aconsegueix reduir el nombre d'estacions de 78 a 47. S'aconsegueix per tant un important estalvi per a les administracions públiques, sense que açò supose una pèrdua d'informació, necessària per a una correcta caracterització de les masses d'aigua costaneres



# ÍNDICE

1	Introducción	1
1.1	Indicadores biológicos de calidad del agua	2
1.1.1	Concepto de indicador biológico	2
1.1.2	Bioindicadores en las costas del mediterráneo occidental	3
1.1.2.1	Macroalgas.	3
1.1.2.2	Macroinvertebrados.	4
1.1.2.3	Praderas de <i>Posidonia oceanica</i>	5
1.1.2.4	Fitoplancton.	5
1.2	Directiva 2000/60/CE.	7
1.2.1	Aspectos jurídicos.	7
1.2.1.1	Antecedentes	7
1.2.1.2	Definición	8
1.2.1.3	Implantación de la DMA	9
1.2.2	Aspectos hidrológicos	11
1.2.2.1	Tipología de las masas de agua y tipos de referencia	11
1.2.2.2	Presiones e impactos de las masas de agua	15
1.2.2.3	Planes de cuenca	17
1.2.3	Aspectos ecológicos	18
1.2.3.1	Definición en la DMA de estado ecológico, condiciones de referencia, cociente de calidad ambiental y clases de estado ecológico	18
1.2.3.2	Elementos indicadores de calidad ambiental en la DMA	19
1.3	Intercalibración	21
1.3.1	Decisiones del medGIG en aguas costeras	22
1.3.1.1	Programas de seguimiento	22
1.3.1.2	Tipologías establecidas para las Masas de agua Costeras del Mediterráneo	23
1.3.1.3	Opciones de intercalibración adoptadas	23
1.3.1.4	Clasificación del estado ecológico utilizando fitoplancton como elemento de calidad biológica	24
1.3.1.5	Clasificación del estado ecológico utilizando los nutrientes como elemento de calidad fisico-química	25
1.3.2	TRABAJOS PREVIOS REALIZADOS PARA LA COMUNITAT VALENCIANA EN APLICACIÓN DE LA DMA	25
1.3.2.1	Programas de seguimiento	25
1.3.2.2	Relación inshore-offshore	26
1.3.2.3	Tipología de las masas de agua costeras de la Comunitat Valenciana	26
1.3.2.4	Índice BQE Total	27
1.3.2.5	Índice de presiones LUSIVal	30
1.4	Objetivos	32
2	Área de estudio: Comunitat Valenciana	33
2.1	Marco administrativo	33
2.2	Marco físico	34
2.2.1	Clima	34
2.2.2	Cuencas hidrográficas	35
2.2.3	Litología	36
2.2.4	Geografía	36
2.2.5	Usos del suelo en el litoral	37
2.2.6	Morfología litoral	38
2.2.7	Clima marítimo	39
2.2.7.1	Corrientes	39
2.2.7.2	Mareas	39
2.2.7.3	Oleaje	39
2.2.7.4	Vientos	40
2.2.7.5	Transporte litoral	40
2.2.7.6	Temperatura	40

2.2.8	Salinidad	41
2.3	Marco biótico	41
2.3.1	Fitoplancton	41
2.3.2	Macrófitas	41
2.3.3	Peces	42
2.3.4	Macroinvertebrados	42
2.4	Infraestructuras	42
2.4.1	Desalinizadoras	42
2.4.2	EDARs-Emisarios	42
2.4.3	Puertos y/o dársenas portuarias	42
2.4.4	Granjas marinas	43
2.5	Zonas protegidas	44
2.5.1	Zonas de baño	44
2.5.2	Zonas RAMSAR	44
2.5.3	Parques naturales	44
2.5.4	Reservas marinas	44
2.5.5	Zonas húmedas de la Comunitat Valenciana	45
2.5.6	Zonas ZEPA	45
2.5.7	LICs	45
3	Material y métodos	47
3.1	Campañas de muestreo	47
3.2	Toma de muestra	58
3.3	Cadena de custodia	58
3.4	Metodología analítica	59
3.4.1	Fósforo total	59
3.4.2	Nitritos y amonio	60
3.4.3	Nitratos	61
3.4.4	Ácido ortosilícico	61
3.4.5	Clorofila <i>a</i>	61
3.4.6	Salinidad	62
3.4.7	Recuentos fitoplanctónicos	62
4	Resultados y discusión	65
4.1	Metodología para la reducción espacial del número de estaciones de muestreo	66
4.1.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	66
4.1.2	Análisis de similitud de las estaciones y la masa de agua que forman	67
4.1.3	Selección de estaciones	70
4.1.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	71
4.2	Selección de las estaciones más representativas de la masa 001	73
4.2.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	73
4.2.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	73
4.2.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	73
4.2.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	74
4.2.2	Análisis de similitud entre la masa 001 y las estaciones que la forman	76
4.2.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 001 a través del análisis Cluster	76
4.2.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 001 mediante diagramas de caja-bigote	77
4.2.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 001 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	79
4.2.3	Selección de estaciones representativas	80
4.2.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	80
4.2.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	80
4.2.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	82
4.2.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	83
4.3	Selección de las estaciones más representativas de la masa 002	85
4.3.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	85
4.3.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	85
4.3.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	85



	4.3.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	86
4.3.2		Análisis de similitud entre la masa 002 y las estaciones que la forman	87
	4.3.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 002 a través del análisis Cluster	87
	4.3.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 002 mediante diagramas de caja-bigote	88
	4.3.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 002 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	90
4.3.3		Selección de estaciones representativas	90
4.3.4		Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	91
	4.3.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	91
	4.3.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	93
	4.3.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	94
4.4		Selección de las estaciones más representativas de la masa 003	96
	4.4.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	96
	4.4.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	96
	4.4.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	96
	4.4.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	97
	4.4.2	Análisis de similitud entre la masa 003 y las estaciones que la forman	98
	4.4.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 003 a través del análisis Cluster	98
	4.4.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 003 mediante diagramas de caja-bigote	99
	4.4.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 003 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	100
	4.4.3	Selección de estaciones representativas	101
	4.4.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	102
	4.4.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	102
	4.4.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	103
	4.4.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	104
4.5		Selección de las estaciones más representativas de la masa 004	106
	4.5.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	106
	4.5.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	106
	4.5.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	106
	4.5.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	107
	4.5.2	Análisis de similitud entre la masa 004 y las estaciones que la forman	108
	4.5.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 004 a través del análisis Cluster	108
	4.5.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 004 mediante diagramas de caja-bigote	109
	4.5.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 004 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	111
	4.5.3	Selección de estaciones representativas	111
	4.5.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	112
	4.5.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	112
	4.5.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	115
	4.5.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	115
4.6		Selección de las estaciones más representativas de la masa 005	117
	4.6.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	117
	4.6.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	117
	4.6.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	117
	4.6.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	118
	4.6.2	Análisis de similitud entre la masa 005 y las estaciones que la forman	119

4.6.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 005 a través del análisis Cluster	119
4.6.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 005 mediante diagramas de caja-bigote	120
4.6.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 005 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	121
4.6.3	Selección de estaciones representativas	122
4.6.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	123
4.6.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	123
4.6.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	125
4.6.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	126
4.7	Selección de las estaciones más representativas de la masa 007	127
4.7.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	127
4.7.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	127
4.7.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	127
4.7.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	128
4.7.2	Análisis de similitud entre la masa 007 y las estaciones que la forman	129
4.7.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 007 a través del análisis Cluster	129
4.7.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 007 mediante diagramas de caja-bigote	130
4.7.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 007 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	131
4.7.3	Selección de estaciones representativas	132
4.7.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	133
4.7.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	133
4.7.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	136
4.7.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	136
4.8	Selección de las estaciones más representativas de la masa 008	138
4.8.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	138
4.8.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	138
4.8.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	138
4.8.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	139
4.8.2	Análisis de similitud entre la masa 008 y las estaciones que la forman	140
4.8.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 008 a través del análisis Cluster	140
4.8.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 008 mediante diagramas de caja-bigote	141
4.8.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 008 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	142
4.8.3	Selección de estaciones representativas	143
4.8.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	143
4.8.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	144
4.8.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	145
4.8.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	146
4.9	Selección de las estaciones más representativas de la masa 009	148
4.9.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	148
4.9.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	148
4.9.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	148
4.9.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	149
4.9.2	Análisis de similitud entre la masa 009 y las estaciones que la forman	150
4.9.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 009 a través del análisis Cluster	150

	4.9.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 009 mediante diagramas de caja-bigote	151
	4.9.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 009 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	153
4.9.3		Selección de estaciones representativas	153
4.9.4		Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	153
	4.9.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	154
	4.9.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	155
	4.9.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	156
4.10		Selección de las estaciones más representativas de la masa 010	158
	4.10.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	158
	4.10.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	158
	4.10.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	158
	4.10.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	160
	4.10.2	Análisis de similitud entre la masa 010 y las estaciones que la forman	160
	4.10.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 010 a través del análisis Cluster	160
	4.10.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 010 mediante diagramas de caja-bigote	161
	4.10.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 010 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	162
	4.10.3	Selección de estaciones representativas	164
	4.10.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	164
	4.10.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	165
	4.10.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	167
	4.10.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	168
4.11		Selección de las estaciones más representativas de la masa 011	170
	4.11.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	170
	4.11.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	170
	4.11.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	170
	4.11.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	171
	4.11.2	Análisis de similitud entre la masa 011 y las estaciones que la forman	172
	4.11.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 011 a través del análisis Cluster	172
	4.11.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 011 mediante diagramas de caja-bigote	173
	4.11.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 011 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	174
	4.11.3	Selección de estaciones representativas	175
	4.11.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	176
	4.11.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	176
	4.11.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	178
	4.11.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	179
4.12		Selección de las estaciones más representativas de la masa 012	181
	4.12.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	181
	4.12.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	181
	4.12.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	181
	4.12.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	182
	4.12.2	Análisis de similitud entre la masa 012 y las estaciones que la forman	183
	4.12.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 012 a través del análisis Cluster	183
	4.12.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 012 mediante diagramas de caja-bigote	184

	4.12.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 012 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	186
	4.12.3	Selección de estaciones representativas	186
	4.12.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	187
	4.12.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	187
	4.12.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	189
	4.12.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	190
4.13		Selección de las estaciones más representativas de la masa 013	192
	4.13.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	192
	4.13.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	192
	4.13.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	193
	4.13.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	193
	4.13.2	Análisis de similitud entre la masa 013 y las estaciones que la forman	194
	4.13.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 013 a través del análisis Cluster	194
	4.13.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 013 mediante diagramas de caja-bigote	195
	4.13.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 013 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	196
	4.13.3	Selección de estaciones representativas	197
	4.13.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	197
	4.13.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	197
	4.13.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	198
	4.13.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	199
4.14		Selección de las estaciones más representativas de la masa 014	201
	4.14.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	201
	4.14.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	201
	4.14.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	202
	4.14.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	202
	4.14.2	Análisis de similitud entre la masa 014 y las estaciones que la forman	203
	4.14.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 014 a través del análisis Cluster	203
	4.14.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 014 mediante diagramas de caja-bigote	204
	4.14.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 014 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	205
	4.14.3	Selección de estaciones representativas	206
	4.14.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	206
	4.14.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	207
	4.14.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	208
	4.14.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	209
4.15		Selección de las estaciones más representativas de la masa 015	211
	4.15.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	211
	4.15.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	211
	4.15.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	212
	4.15.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	213
	4.15.2	Análisis de similitud entre la masa 015 y las estaciones que la forman	214
	4.15.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 015 a través del análisis Cluster	214
	4.15.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 015 mediante diagramas de caja-bigote	215
	4.15.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 015 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	216

4.15.3	Selección de estaciones representativas	216
4.15.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	216
4.15.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	217
4.15.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	218
4.15.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	219
4.16	Selección de las estaciones más representativas de la masa 016	220
4.16.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	220
4.16.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	220
4.16.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	221
4.16.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	222
4.16.2	Análisis de similitud entre la masa 016 y las estaciones que la forman	222
4.16.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 016 a través del análisis Cluster	222
4.16.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 016 mediante diagramas de caja-bigote	223
4.16.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 016 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	224
4.16.3	Selección de estaciones representativas	225
4.16.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	225
4.16.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	225
4.16.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	227
4.16.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	227
4.17	Selección de las estaciones más representativas de la masa 017	228
4.17.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	228
4.17.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	228
4.17.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	229
4.17.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	230
4.17.2	Análisis de similitud entre la masa 017 y las estaciones que la forman	230
4.17.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 017 a través del análisis Cluster	230
4.17.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 017 mediante diagramas de caja-bigote	231
4.17.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 017 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	232
4.17.3	Selección de estaciones representativas	233
4.17.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	233
4.17.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	233
4.17.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	234
4.17.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	234
4.18	Selección de las estaciones más representativas de la masa 018	236
4.18.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	236
4.18.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	236
4.18.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	237
4.18.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	238
4.18.2	Análisis de similitud entre la masa 018 y las estaciones que la forman	239
4.18.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 018 a través del análisis Cluster	239
4.18.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 018 mediante diagramas de caja-bigote	239
4.18.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 018 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	241
4.18.3	Selección de estaciones representativas	241
4.18.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	242

	4.18.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	242
	4.18.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	243
	4.18.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	243
4.19		Selección de las estaciones más representativas de la masa 019	245
	4.19.1	Análisis de la dispersión y estabilidad	245
	4.19.1.1	Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar	245
	4.19.1.2	Análisis de las variaciones de la clorofila <i>a</i> y salinidad	245
	4.19.1.3	Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo	246
	4.19.2	Análisis de similitud entre la masa 019 y las estaciones que la forman	247
	4.19.2.1	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 019 a través del análisis Cluster	247
	4.19.2.2	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 019 mediante diagramas de caja-bigote	248
	4.19.2.3	Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 019 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase	249
	4.19.3	Selección de estaciones representativas	250
	4.19.4	Análisis de la combinación de estaciones seleccionadas	250
	4.19.4.1	Análisis de los P90 de clorofila <i>a</i> y promedios de salinidad	250
	4.19.4.2	Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila <i>a</i>	252
	4.19.4.3	Análisis de la distribución de la clorofila <i>a</i> , mediante el diagrama de cuantiles	252
4.20		Estaciones seleccionadas para la red de control operativo	254
4.21		Correlación entre el estado ecológico y las presiones.	259
5		Conclusiones	263
	5.1	Conclusiones respecto a la metodología	263
	5.2	Conclusiones respecto a las masas de agua costeras	263
	5.3	Conclusiones respecto a la gestión costera	266
6		Bibliografía	269

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Categorías y grandes tipos de masas superficiales de agua en la propuesta de DMA	14
Tabla 1.2	Definición general de las clases de estado ecológico (DMA, anexo V.1.2)	19
Tabla 1.3	Parámetros a utilizar en la determinación del estado ecológico (DMA, anexo V)	20
Tabla.1.4	Grupos de Intercalibración Geográficos (GIG) creados para las diferentes categorías de aguas superficiales	22
Tabla 1.5	Tipos de agua costera definidos en el Mediterráneo para el fitoplancton como elemento biológico de calidad	23
Tabla 1.6	Criterios establecidos para la determinación del estado ecológico de las masas de agua costeras mediterráneas utilizando, como métrica, el percentil 90 de la clorofila <i>a</i>	25
Tabla 1.7	Umbral de calidad establecido para nutrientes en las diferentes tipologías	25
Tabla 1.8	Límites y clasificación ecológica para límites de clases equidistantes	28
Tabla 3.1	Límites geográficos para cada una de las masas en que se ha dividido la Comunidad Valenciana	48
Tabla 4.1	Valoración del grado de acuerdo en función del índice kappa propuesta por Landis y Koch	70
Tabla 4.2	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 001	73
Tabla 4.3	Clasificación ecológica de la masa 001 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas	75
Tabla 4.4	Coefficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 001	79
Tabla 4.5	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 001 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	81
Tabla 4.6	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 002	85
Tabla 4.7	Clasificación ecológica de la masa 002 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación estable o inestable de cada una de ellas	87
Tabla 4.8	Coefficientes de Correlación Intraclase (CCI) obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 002.	90
Tabla 4.9	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 002 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	92
Tabla 4.10	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 003.	96
Tabla 4.11	Clasificación ecológica de la masa 003 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas	98
Tabla 4.12	Índices de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 003	101
Tabla 4.13	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 003 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	102
Tabla 4.14	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 004	106
Tabla 4.15	Clasificación ecológica de la masa 004 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas	108
Tabla 4.16	Coefficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 004	111
Tabla 4.17	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 004 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades y el global de las mismas	113

Tabla 4.18	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 005	117
Tabla 4.19	Clasificación ecológica de la masa 005 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas	119
Tabla 4.20	Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 005	122
Tabla 4.21	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 005 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	124
Tabla 4.22	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 007	127
Tabla 4.23	Clasificación ecológica de la masa 007 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas	128
Tabla 4.24	Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 007	132
Tabla 4.25	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 007 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	134
Tabla 4.26	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 008	138
Tabla 4.27	Clasificación ecológica de la masa 008 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas	140
Tabla 4.28	Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 008	143
Tabla 4.29	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 008 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	144
Tabla 4.30	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 009	148
Tabla 4.31	Clasificación ecológica de la masa 009 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas	150
Tabla 4.32	Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 009	153
Tabla 4.33	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 009 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	154
Tabla 4.34	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 010	158
Tabla 4.35	Clasificación ecológica de la masa 010 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas	160
Tabla 4.36	Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las combinaciones de estaciones de la masa 010.	163
	anualidades estudiadas y el global de las mismas	



Tabla 4.37	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 010 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	165
Tabla 4.38	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 011	170
Tabla 4.39	Clasificación ecológica de la masa 011 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas.	172
Tabla 4.40	Tabla 4.40. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 011	
Tabla 4.40	Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 011	175
Tabla 4.41	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 011 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	177
Tabla 4.42	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 012	181
Tabla 4.43	Clasificación ecológica de la masa 012 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas	182
Tabla 4.44	Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 012.	186
Tabla 4.45	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 012 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	188
Tabla 4.46	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 013.	192
Tabla 4.47	Clasificación ecológica de la masa 013 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas	194
Tabla 4.48	Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 013	196
Tabla 4.49	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 013 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	197
Tabla 4.50	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 014	201
Tabla 4.51	Clasificación ecológica de la masa 014 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas	203
Tabla 4.52	Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 014	206
Tabla 4.53	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 014 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	207
Tabla 4.54	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 015	212
Tabla 4.55	Clasificación ecológica de la masa 015 y las estaciones que las componen [Azul:High;	213

	Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas	
Tabla 4.56	Coefficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 015	216
Tabla 4.57	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 015 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	217
Tabla 4.58	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 016	220
Tabla 4.59	Clasificación ecológica de la masa 016 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate]	222
Tabla 4.60	Coefficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 016	225
Tabla 4.61	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 016 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	226
Tabla 4.62	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 017	228
Tabla 4.63	Clasificación ecológica de la masa 017 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate]	230
Tabla 4.64	Coefficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 017	232
Tabla 4.65	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 017 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	233
Tabla 4.66	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 018	236
Tabla 4.67	Clasificación ecológica de la masa 018 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas	238
Tabla 4.68	Coefficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 018	241
Tabla 4.69	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 018 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	242
Tabla 4.70	Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 019	245
Tabla 4.71	Clasificación ecológica de la masa 019 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas	247
Tabla 4.72	Coefficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 019	250
Tabla 4.73	P90 de la clorofila <i>a</i> y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 019 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas	251
Tabla 4.74	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 001 y las estaciones que la componen	254
Tabla 4.75	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 002 y las estaciones que la componen	254
Tabla 4.76	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 003 y las estaciones que la componen	254
Tabla 4.77	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 004 y las estaciones que la componen	255

Tabla 4.78	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 005 y las estaciones que la componen	255
Tabla 4.79	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 007 y las estaciones que la componen	255
Tabla 4.80	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 008 y las estaciones que la componen	256
Tabla 4.81	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 009 y las estaciones que la componen	256
Tabla 4.82	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 010 y las estaciones que la componen	256
Tabla 4.83	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 011 y las estaciones que la componen	257
Tabla 4.84	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 012 y las estaciones que la componen	257
Tabla 4.85	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 013 y las estaciones que la componen	257
Tabla 4.86	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 014 y las estaciones que la componen	258
Tabla 4.87	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 015 y las estaciones que la componen	258
Tabla 4.88	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 016 y las estaciones que la componen	258
Tabla 4.89	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 017 y las estaciones que la componen	258
Tabla 4.90	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 018 y las estaciones que la componen	259
Tabla 4.91	Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 019 y las estaciones que la componen	259
Tabla 4.92	Valoración obtenida para el índice LusiVal en cada una de las masas de agua de la Comunitat Valenciana y los P90 de la clorofila <i>a</i> para las masas estudiadas y los obtenidos para cada masa con las estaciones seleccionadas	260



# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.	Estructura organizativa de la Estrategia Común de Implantación de la DMA 2001-02 (WFD CIS, 2001)	9
Figura 1.2.	Estructura organizativa de la Estrategia Común de Implantación de la DMA 2005-06 (WFD CIS, 2004)	10
Figura 1.3.	Regiones ecológicas de ríos y lagos, aguas de transición y aguas costeras definidas por la DMA	11
Figura 1.4.	Esquema para establecer EQR	18
Figura 1.5	Indicación de los papeles que desempeñan los indicadores de calidad biológica, hidromorfológica y físico-química en la clasificación del estado ecológico de acuerdo con las definiciones del Anexo V, 1.2 de la DMA (WFD CIS Working Group 2A, 2005)	21
Figura 2.1	Demarcaciones de las cuencas hidrográficas de las Confederaciones Hidrográfica del Ebro, Júcar y Segura en la Comunidad Valenciana	35
Figura 3.1	Delimitación de las masas de agua costeras de la Comunidad Valenciana	49
Figura 3.2	Masa 001, Límite de CV-Sierra de Irta	50
Figura 3.3	Masa 002, Sierra de Irta y masa 003, Sierra de Irta-Cabo de Oropesa	50
Figura 3.4	Masa 004, Cabo de Oropesa-Burriana, masa 005, Burriana-Canet	51
Figura 3.5	Masa 007, Costa norte de Valencia, masa 008, Puerto de Valencia-Cabo de Cullera	52
Figura 3.6	Masa 009, Cabo de Cullera-Puerto de Gandía, masa 010, Puerto de Gandía-Cabo de San Antonio	53
Figura 3.7	Masa 011, Cabo de San Antonio-Punta de Moraira, masa 012, Punta de Moraira-Peñón de Ifach	54
Figura 3.8	Masa 013, Peñón de Ifach-Punta de les Caletes, masa 014, Punta de les Caletes-Barranco de Aguas de Busot	55
Figura 3.9	Masa 015, Barranco de Aguas de Busot-Cabo de Huertas, masa 016, Cabo de Huertas-Santa Pola	56
Figura 3.10	Masa 017, Santa Pola-Guardamar del Segura, masa 018 Guardamar del Segura-Cabo Cervera	57
Figura 3.11	Masa 019 Cabo Cervera-Límite CV	58
Figura 3.12	Autoanalizador de flujo continuo y autoclave	60
Figura 3.13	Espectro de absorción UV-Visible	62
Figura 3.14	Salinómetro (conductímetro de inducción) para determinar la salinidad de las muestra	62
Figura 3.15	Proceso de filtración de las muestras para los recuentos fitoplanctónicos	63
Figura 3.16	Recuentos fitoplanctónicos por microscopía de epifluorescencia	63
Figura 4.1	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 001 y cada una de las estaciones que la forman	74
Figura 4.2	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 001 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	77
Figura 4.3	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 001 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	78
Figura 4.4	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o empeoran (degradan) [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado	82
Figura 4.5	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 001 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	83
Figura 4.6	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 001, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	83
Figura 4.7	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 002 y cada una de las estaciones que la forman	86
Figura 4.8	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 002 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	88
Figura 4.9	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato,	89

	PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 002 y las estaciones que la formación los datos de las cinco anualidades estudiadas.	
Figura 4.10	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado	93
Figura 4.11	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 002 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	94
Figura 4.12	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 002, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	95
Figura 4.13	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 003 y cada una de las estaciones que la forman	97
Figura 4.14	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 003 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	99
Figura 4.15	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 003 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	100
Figura 4.16	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado	103
Figura 4.17	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 003 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	104
Figura 4.18	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 003, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.	105
Figura 4.19	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 004 y cada una de las estaciones que la forman	107
Figura 4.20	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 004 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades	109
Figura 4.21	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 004 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	110
Figura 4.22	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado	114
Figura 4.23	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 004 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	115
Figura 4.24	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 004, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	116
Figura 4.25	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 005 y cada una de las estaciones que la forman	118
Figura 4.26	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 005 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	120
Figura 4.27	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 005 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	121
Figura 4.28	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado	125
Figura 4.29	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 005 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	125
Figura 4.30	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 005, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	126
Figura 4.31	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 007 y cada una de las estaciones que la forman	128

Figura 4.32	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 007 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	129
Figura 4.33	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 007 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	131
Figura 4.34	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado	135
Figura 4.35	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 007 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	136
Figura 4.36	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 007, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	137
Figura 4.37	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 008 y cada una de las estaciones que la forman	139
Figura 4.38	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 008 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	141
Figura 4.39	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 008 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	142
Figura 4.40	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado	145
Figura 4.41	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 008 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	146
Figura 4.42	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 008, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	146
Figura 4.43	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 009 y cada una de las estaciones que la forman	149
Figura 4.44	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 009 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	151
Figura 4.45	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 009 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	152
Figura 4.46	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado	155
Figura 4.47	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 009 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	156
Figura 4.48	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 009, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	156
Figura 4.49	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 010 y cada una de las estaciones que la forman	159
Figura 4.50	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 010 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	161
Figura 4.51	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 010 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	162
Figura 4.52	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado	167
Figura 4.53	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 010 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	168
Figura 4.54	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 010, de la combinación de	169

	estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	
Figura 4.55	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 011 y cada una de las estaciones que la forman	171
Figura 4.56	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 011 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	173
Figura 4.57	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 011 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	174
Figura 4.58	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado	178
Figura 4.59	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 011 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	179
Figura 4.60	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 011, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	180
Figura 4.61	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 012 y cada una de las estaciones que la forman	182
Figura 4.62	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 012 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	184
Figura 4.63	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 012 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	185
Figura 4.64	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado	189
Figura 4.65	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 012 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	190
Figura 4.66	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 012, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	191
Figura 4.67	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 013 y cada una de las estaciones que la forman	193
Figura 4.68	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 013 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	195
Figura 4.69	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 013 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	196
Figura 4.70	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado	198
Figura 4.71	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 013 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	199
Figura 4.72	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 013, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	199
Figura 4.73	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 014 y cada una de las estaciones que la forman	202
Figura 4.74	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 014 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	204



Figura 4.75	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 014 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	205
Figura 4.76	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa 014 para ese periodo estudiado	208
Figura 4.77	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 014 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	209
Figura 4.78	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 014, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	209
Figura 4.79	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 015 y cada una de las estaciones que la forman	213
Figura 4.80	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 015 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	214
Figura 4.81	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 015 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	215
Figura 4.82	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa 015 para ese periodo estudiado	218
Figura 4.83	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 015 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	218
Figura 4.84	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 015, de la combinación de estaciones seleccionada para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	219
Figura 4.85	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 016 y cada una de las estaciones que la forman	221
Figura 4.86	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 016 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	223
Figura 4.87	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 016 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	224
Figura 4.88	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa 016 para ese periodo estudiado	226
Figura 4.89	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 016 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	227
Figura 4.90	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 016 y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	227
Figura 4.91	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 017 y cada una de las estaciones que la forman	229
Figura 4.92	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 017 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	231
Figura 4.93	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 017 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	232
Figura 4.94	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa 017 para ese periodo estudiado	234
Figura 4.95	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 017 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	234
Figura 4.96	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	235

Figura 4.97	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 018 y cada una de las estaciones que la forman	237
Figura 4.98	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 018 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	239
Figura 4.99	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 018 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	240
Figura 4.100	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa 019 para ese periodo estudiado	243
Figura 4.101	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 018 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	243
Figura 4.102	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 018 y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	244
Figura 4.103	Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila <i>a</i> , en las cinco anualidades para la masa 019 y cada una de las estaciones que la forman	246
Figura 4.104	Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila <i>a</i> , NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 019 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas	248
Figura 4.105	Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila <i>a</i> , salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 019 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	249
Figura 4.106	Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa 019 para ese periodo estudiado	252
Figura 4.107	Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 019 con los datos de clorofila <i>a</i> de las cinco anualidades estudiadas	252
Figura 4.108	Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila <i>a</i> de la masa 019, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas	253
Figura 4.109	Correlación P90 vs LusiVal para las masas costeras Tipo IIA y Tipo II-W.	260

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

Prácticamente todos los ecosistemas de la Tierra han sido transformados de forma significativa por las actividades humanas y esta transformación ha sido especialmente rápida en los últimos 100 años.

El ecosistema litoral es extremadamente valioso desde el punto de vista biológico, económico y ambiental. El constante crecimiento demográfico y la industrialización asociada, lleva consigo el uso intensivo de recursos en las áreas costeras y la evacuación de los subproductos urbanos e industriales cerca de la costa. Se ha calculado que, en la actualidad, la población litoral directa e indirecta representa más del 50%. Una mala planificación del desarrollo urbano, agrícola e industrial en estas zonas, ha contribuido a aumentar en gran medida los efectos desfavorables en los sistemas costeros naturales de todo el mundo (PNUMA, 1990a, b; Williamson, 1992). Las previsiones apuntan que las regiones costeras seguirán experimentando un aumento de población.

La presión sobre estos ecosistemas se incrementa proporcionalmente con el crecimiento y la expansión poblacional y económica. Como consecuencia se producen una serie de impactos, de los cuales la eutrofización es uno de los más significativos en ambientes pelágicos.

Como cada ecosistema es único, se necesita un buen conocimiento de cada área para poder aplicar herramientas efectivas de mejora del estado ecológico. De hecho, y como apuntan Gilbert et al (2006), para mejorar el estado trófico de un ecosistema litoral, necesitamos determinar cuales son los factores que dan lugar a los procesos de eutrofia. Sin embargo, también es interesante y necesario investigar la posible existencia de procesos de eutrofia naturales, ya que entonces, para mejorar el estado trófico, serían necesarias más herramientas de gestión y no sólo una disminución de los vertidos de nutrientes.

Es importante entender la relación entre las presiones antropogénicas y las respuestas ecológicas. Sin embargo, como se apunta en EPA (2001), muchas veces es difícil distinguir entre la variabilidad natural de un ecosistema respecto a la productividad primaria y la inducida por factores antropogénicos, especialmente el enriquecimiento de nutrientes, que a menudo es una consecuencia de la variabilidad en los procesos físicos. Ésta no es una tarea

sencilla, y algunos modelos (Cloern, 2001) sugieren que el sistema modula los estresores de manera que un único estresor no produce necesariamente una única respuesta.

Como se apunta en EPA (2001), la naturaleza individual de muchos de los ecosistemas costeros presenta un desafío particular para el desarrollo de criterios. El objetivo ideal es establecer los criterios respecto al contenido de nutrientes que sean protectores durante los períodos en los que los ecosistemas costeros son más vulnerables al enriquecimiento de nutrientes y que protejan los usos definidos. Lo deseable es restaurar la integridad ecológica original, por lo menos según lo representado por las condiciones y los criterios de referencia.

## **1.1. INDICADORES BIOLÓGICOS DE CALIDAD DEL AGUA.**

### **1.1.1. CONCEPTO DE INDICADOR BIOLÓGICO.**

Para proteger las aguas, tanto en cantidad como en calidad, una de las acciones clave es realizar un ejercicio de calibración que asegure el buen estado ecológico y represente el mismo nivel de calidad ecológica en cualquier lugar. Este ejercicio debe asegurar que los límites de las clases ecológicas para los diferentes elementos indicadores de calidad se correspondan con niveles comparables respecto a la alteración del ecosistema. Uno de los problemas para la clasificación ecológica es la identificación de parámetros clave (Costanza, 1997) que nos indiquen el grado de impacto humano o del estado ecológico (Crooks y Turner, 1999). Para esto, hay que determinar qué elementos del medio pueden ser utilizados como indicadores de calidad ecológica.

Estos elementos indicadores de calidad ecológica pueden ser físico-químicos, hidromorfológicos o biológicos. De estos últimos, en general, todo organismo es indicador de las condiciones del medio en que se desarrolla, ya que de cualquier forma su existencia en un espacio y momentos determinados responden a su capacidad de adaptarse a los distintos factores ambientales. Sin embargo, en términos más estrictos, un indicador biológico (también llamado bioindicador o elemento biológico de calidad ambiental) se ha considerado como aquel cuya presencia y abundancia señalan algún proceso o estado del sistema en el cual habita. Los indicadores biológicos acuáticos se han asociado directamente con la calidad del agua más que con procesos ecológicos o con su distribución geográfica. Es pertinente aclarar que más que a un organismo, el indicador biológico se refiere a la población de individuos de la especie indicadora, y en el mejor de los casos al conjunto de especies que conforman una comunidad indicadora.

El concepto de organismo indicador se refiere a especies seleccionadas por su sensibilidad o tolerancia (normalmente es la sensibilidad) a varios parámetros. Usualmente los biólogos emplean estos elementos biológicos indicadores de contaminación debido a su especificidad y fácil monitoreo. Odum (1972) define a los organismos indicadores como la presencia de una especie en particular, que demuestra la existencia de ciertas condiciones en el medio, mientras que su ausencia es la consecuencia de la alteración de tales condiciones.

El principal uso que se le ha dado a los indicadores biológicos ha sido la detección de sustancias contaminantes, ya sean estos metales pesados, materia orgánica, nutrientes (eutrofización), o elementos tóxicos como hidrocarburos, pesticidas, ácidos, bases y gases con miras a establecer la calidad del agua.

En adición a esta utilización primordial, existen otra serie de fenómenos que se pueden determinar mediante bioindicadores como son la saturación de oxígeno, las condiciones de anoxia y de pH, la estratificación térmica y de oxígeno en la columna de agua, la turbulencia del agua, la torrencialidad, los procesos de mezcla entre el hipolimnion y el epilimnion en cuerpos lénticos, la eutrofización natural, el grado de mineralización del agua, la presencia de determinados elementos como hierro, sílice y calcio o los fenómenos de sedimentación.

El paso previo a la selección de bioindicadores, es definir qué factor ambiental o para qué tipo de contaminación se requiere un indicador empleando organismos marinos. Al seleccionar indicadores de protección ambiental son particularmente deseables los siguientes atributos. Un indicador ideal debería indicar sin ambigüedades los parámetros ambientales mediante su presencia. Este ideal raramente se realiza, pero los indicadores ambientales ideales deberían ser fácilmente identificados y muestreados, tener distribución cosmopolita, estar asociados a abundantes datos auto-ecológicos, tener importancia económica y acumular fácilmente contaminantes.

### **1.1.2. BIOINDICADORES EN LAS COSTAS DEL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL.**

Los organismos o grupos de organismos más utilizados como indicadores de contaminación en los ecosistemas costeros mediterráneos son:

#### **1.1.2.1. Macroalgas.**

Las comunidades biológicas que se desarrollan en el medio marino se distribuyen a lo largo de horizontes. La distribución que siguen es de una zonación por pisos, según la incidencia de los diferentes factores ambientales (Pérès y Picard, 1975). En el caso del sistema fital (parte eufótica) se pueden diferenciar los pisos supralitoral, mesolitoral e infralitoral.

Debido a que los macrófitos son organismos bentónicos sésiles, responden directa e indirectamente a los cambios bióticos y abióticos que se producen en el ambiente (Borowitzka, 1972) siendo, junto a los invertebrados sésiles, el grupo bentónico más interesante como integrador de la calidad medioambiental (Levine, 1984). Además, el estudio de estas comunidades no solo refleja las condiciones en el momento de muestreo, sino también las condiciones a las que han sido previamente expuestas. Por lo tanto, las comunidades bentónicas litorales son excelentes indicadores del estado ambiental, ya que su modo de vida es sésil, no desplazándose del lugar, son persistentes, integran condiciones medias y extremas, y su localización superficial supone su exposición a muchos agentes contaminantes a lo largo de la costa.

#### **1.1.2.2. Macroinvertebrados.**

Las comunidades bentónicas, por su alta sensibilidad a los cambios ambientales, tienen la capacidad de reflejar las anomalías y procesos de degradación en los ambientes costeros (Anger, 1977; Pearson y Rosenberg, 1978; Holte y Oug, 1996). Esto las convierte en indicadores biológicos, mundialmente reconocidos, para detectar el grado de contaminación que las actividades humanas generan sobre los ecosistemas costeros.

Las especies de invertebrados que caracterizan los fondos del litoral de la Comunidad Valenciana son moluscos, poliquetos, equinodermos (erizos) y crustáceos. De esta forma, "se caracteriza la fauna y se perfilan los diferentes ecosistemas".

Las comunidades bentónicas que dominan los fondos marinos se caracterizan por la presencia de la Comunidad de las Arenas Finas de Altos Niveles (0- 5 m), seguida de las Arenas Finas Bien Calibradas (5- 20 m) con progresivo enfangamiento, destacando la presencia de manchas de pradera de *Posidonia oceanica* en el sector septentrional en fondos degradados y dominados por la tanatocenosis de esta comunidad singular.

Variaciones en las condiciones del medio (luz, temperatura, presión, salinidad, así como el tipo de materiales sedimentarios del fondo) ocasionan modificaciones características en la distribución de los organismos del bentos. Los indicios de contaminación ambiental pueden determinarse por una variación cuantitativa en la fauna bentónica. En estos casos, pueden verse afectados tanto la estructura poblacional de los organismos como la relación que existe entre las abundancias de las distintas especies que integran la Comunidad Valenciana.

### **1.1.2.3. Praderas de *Posidonia oceanica*.**

*Posidonia oceanica* (L.) Delile es una fanerógama marina endémica del mar Mediterráneo, que crece formando extensas praderas en el infralitoral, desde la superficie hasta aproximadamente los 40 metros de profundidad, según el hidrodinamismo y la transparencia de las aguas (Den Hartog, 1970; Boudouresque y Meinesz, 1982).

Esta especie se caracteriza por poseer unas hojas acintadas de aproximadamente un centímetro de anchura, y de hasta 140 cm de longitud, que se disponen agrupadas en haces al final de un tallo o rizoma. Su rizoma es leñoso y se desarrolla junto con las raíces creando un retículo donde quedan atrapados el sedimento y los propios restos de la planta, y cuyo conjunto se denomina "mata" (Molenaar et al., 2000).

Las praderas de *Posidonia oceanica* son de gran valor biológico y económico (Pérès y Picard, 1975) principalmente debido a que forma uno de los ecosistemas más productivos conocidos (Romero, 1985; Sánchez Lizaso, 1993). Reduce el hidrodinamismo y promueve la sedimentación y la estabilidad del propio sedimento, reduciendo o impidiendo la erosión que se da fuera de las praderas (García et al., 1999; Terrados y Duarte, 2000), así como la que se produce en las playas (Blanc y Jeudy de Grissac, 1984), al retener el sedimento entre el entramado que forman sus raíces y rizomas. Por otra parte también actúa como fuente de producción de sedimentos carbonatados, por el esqueleto calcáreo de sus epífitos (coralinas, briozoos, foraminíferos, etc.), así como por los de otros organismos que la habitan (Canals et al., 1988) y por último mediante el proceso de fotosíntesis participa en la oxigenación del agua,

### **1.1.2.4. Fitoplancton.**

Se define como fitoplancton la comunidad de microorganismos, en su mayoría fotosintéticos (microalgas, cianobacterias, flagelados y otros grupos) que vive suspendida en la masa de agua. El fitoplancton constituye la base de las cadenas tróficas pelágicas, y por lo tanto cualquier cambio cuantitativo o cualitativo puede afectar la dinámica de los niveles tróficos superiores (por ejemplo zooplancton) debido a la variabilidad en su biomasa y producción (Shiah et al., 1996). La luz, la temperatura, la disponibilidad de nutrientes y el consumo herbívoro son los cuatro factores más importantes que regulan la producción y la biomasa del fitoplancton. De estos cuatro factores, el elemento que normalmente condiciona la producción primaria del fitoplancton es la disponibilidad de los nutrientes (compuestos de nitrógeno, fósforo, silicio). Sin embargo, el factor que limita el crecimiento del fitoplancton varía

dependiendo de la zona de estudio e incluso en la misma zona en función de las condiciones ambientales que en ella se den (Davies, 2004).

El fitoplancton se ha usado ampliamente como indicador del estado trófico o del grado de eutrofización de las masas de agua. El enriquecimiento de nutrientes se vuelve relevante cuando causa alguna de las siguientes perturbaciones en el medio acuático (Bricker et al., 1999; Painting et al., 2005; Tett et al., 2007): (I) blooms de algas tóxicas, (II) crecimiento masivo de macroalgas, (III) pérdida de vegetación sumergida debido al efecto de la turbidez, (IV) desarrollo de episodios hipóxicos o anóxicos debido a la descomposición de materia orgánica, y (V) cambios en la estructura de la comunidad béntica debido a la deficiencia de oxígeno o a la presencia de especies fitoplanctónicas tóxicas.

La determinación de clorofila *a* permite evaluar la producción primaria y efectuar una estimación de la biomasa algal de la zona. La clorofila *a* es el pigmento terminal fotosintético en la absorción de la luz, pues aunque la energía haya sido capturada por otros pigmentos, es transferida a la clorofila *a* antes de ser utilizada en las reacciones fotoquímicas (Sakshaug et al., 1997). Por ello, y por que está presente en todos los organismos planctónicos fotosintetizadores (González, 1989), la clorofila *a* suele usarse como una medida de la biomasa fitoplanctónica fotosintéticamente activa (Flemer, 1969; Li y Smayda, 1998; Sakshaug et al., 1997). Aunque la concentración de clorofila *a* puede ser una buena aproximación a la biomasa fitoplanctónica, la relación cuantitativa no es exacta debido a que la cuota celular varía. Esta variación, no sólo entre los distintos grupos y especies, sino también dentro de una misma especie, da variaciones cuantitativamente significativas tanto estacional como incluso diariamente.

Estas variaciones intraespecíficas se deben a que los productores primarios están continuamente sujetos a oscilaciones de las condiciones ambientales en el espacio y en el tiempo. Para mantener su productividad han de desarrollar estrategias adaptativas que compensen estos cambios ambientales (Claustre et al., 1994). Así, el fitoplancton ajusta su composición de clorofila para adaptarse a los cambios en la radiación solar (Chau y Jin, 1998). Es lo que se llama fotoaclimatación (Bricaud et al., 1995; Zonneveld, 1998). Pero la relación entre la biomasa y la clorofila *a* varía también con el crecimiento de la célula, la disponibilidad de nutrientes y la temperatura. La razón de esto es que las poblaciones naturales están formadas por distintas especies, con distintas fases de crecimiento y distintos estados fisiológicos y nutricionales. Todos estos factores influyen en la cuota pigmentaria celular y por tanto en la relación entre la clorofila *a* y la biomasa. Por último hay que tener



presente que en puntos cercanos a la costa y con gran cantidad de restos vegetales en la columna de agua, puede existir clorofila *a* de origen no fitoplanctónico o fitoplancton de agua dulce senescente.

Aún con todo lo anterior, la concentración de clorofila *a* podría asimilarse de manera aproximada a la cantidad de biomasa fitoplanctónica existente en la columna de agua. Así, la concentración de clorofila *a* aumentará cuando la cantidad de células fitoplanctónicas aumente, por la resuspensión de células algales (Irigoien y Castel, 1997; Verity et al., 1988) o por el aumento de la irradiación solar y la disminución de la turbidez, que provocan un aumento de la fotosíntesis (Soto et al., 1993; Uncles et al., 1998). En cambio, la concentración de clorofila *a* disminuirá cuando lo haga la cantidad de fitoplancton en el medio, por una disminución de la cantidad de nutrientes disponibles en la columna de agua (Herut et al., 1999), por una disminución de la fotosíntesis debida a un incremento de la turbidez (Uncles et al., 1998), o por la muerte celular de la comunidad fitoplanctónica. Esta muerte celular puede ser debida, entre otros motivos, tanto a un aumento de la biomasa total de zooplancton, que hará aumentar el consumo del fitoplancton (Li y Smayda, 1998), como al estrés provocado por el gradiente de salinidad que se produce en los estuarios y plumas fluviales (Uncles et al., 1998).

## **1.2. DIRECTIVA 2000/60/CE.**

Debido a las numerosas y cada vez mayores presiones que soportan nuestros recursos hidráulicos, resulta vital utilizar instrumentos legislativos efectivos, para abordar los problemas con claridad, y contribuir a conservar estos recursos para generaciones futuras. Este es el origen y la causa de la DIRECTIVA/2000/60CE (Directiva Marco del Agua Europea, en adelante DMA).

### **1.2.1. ASPECTOS JURIDICOS.**

#### **1.2.1.1. Antecedentes.**

La necesidad de desarrollar una legislación comunitaria sobre la calidad ecológica de las aguas fue constatada por el Consejo en 1988, que dictó una Resolución (Do C 209 de 9/8/1988) en la que solicitaba a la Comisión la presentación de propuestas.

En el procedimiento legislativo de la Unión Europea, la Comisión es la institución que ostenta la iniciativa legislativa, siendo necesarias sus propuestas para la posterior toma de la decisión por el Consejo y el Parlamento.

En el año 1995, el Consejo pidió a la Comisión que presentara una propuesta para la elaboración de una Directiva Marco que estableciera los principios básicos de una política sostenible de aguas en la Unión Europea. Fue en febrero de 1997 cuando la Comisión (después de 10 años y varios pasos intermedios) publicó su primera propuesta, que fue el inicio propiamente dicho del procedimiento legislativo. En la UE existen varios tipos de creación legislativa. Para la adopción de actos jurídicos vinculantes (reglamentos y directivas) se dispone de los procedimientos de consulta, de cooperación, de aprobación y de codecisión. En esta codecisión el Consejo y el Parlamento cuentan con el mismo peso decisorio. Éste es el proceso más habitual y de mayor importancia.

El proceso de codecisión es sumamente complejo (y más en una materia tan importante y complicada como la de gestión y protección de las aguas comunitarias) y fueron necesarios más de tres años hasta su culminación con la publicación de la DMA. De manera resumida los principales pasos fueron:

- 1997/98. Propuesta de la Comisión Europea
- Febrero de 1999. Primera lectura del Parlamento Europeo
- Octubre de 1999. Posición Común del Consejo
- Febrero de 2000. Segunda lectura del Parlamento Europeo
- Octubre de 2000. Adopción final de la DMA por el procedimiento de codecisión entre el Parlamento y el Consejo
- 22 de diciembre de 2000. Publicación y entrada en vigor de la DMA

#### **1.2.1.2. Definición.**

La Unión Europea (UE) establece un marco comunitario para la protección y la gestión de las aguas. La presente DMA prevé sobre todo la definición de las aguas europeas y de sus características, por cuencas y demarcaciones hidrográficas, así como la adopción de planes de gestión y programas de medidas apropiados para cada masa de agua.

Mediante la DMA, la Unión Europea organiza la gestión de las aguas superficiales, continentales, de transición, aguas costeras y subterráneas, con el fin de prevenir y reducir su contaminación, fomentar su uso sostenible, proteger el medio acuático, mejorar la situación de los ecosistemas acuáticos y paliar los efectos de las inundaciones y de las sequías.

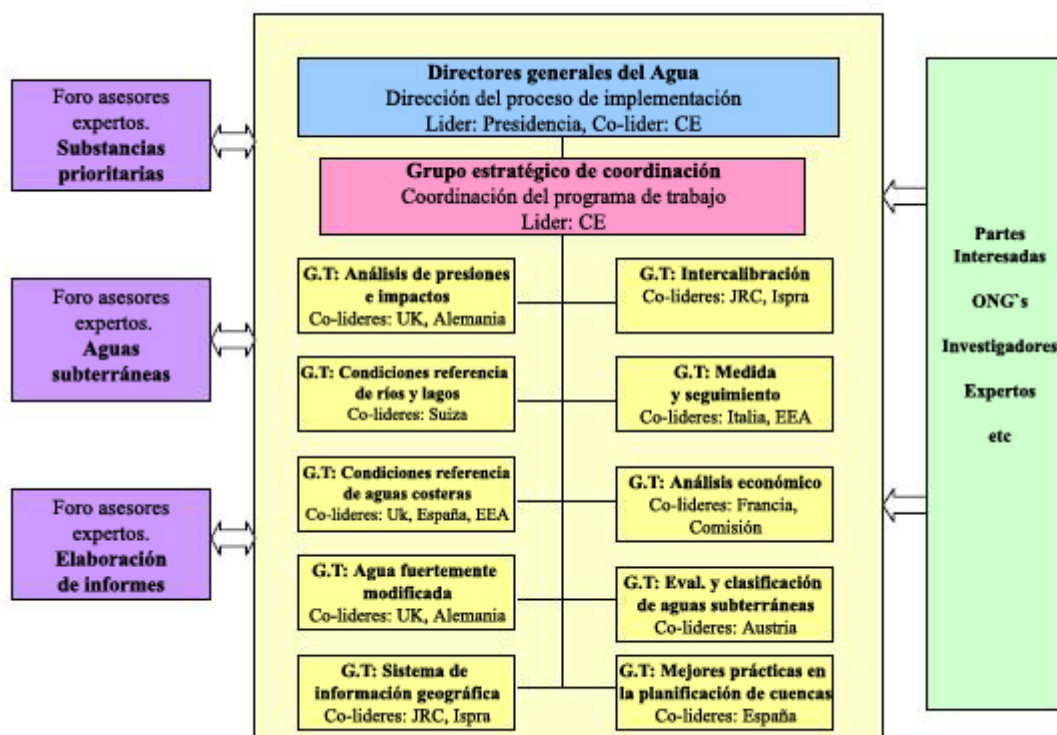
Surge de la necesidad, dentro de la Unión Europea, de tomar medidas para proteger las aguas tanto en cantidad como en calidad y garantizar que todas las masas de agua alcancen un buen estado en el horizonte del año 2015.

### 1.2.1.3. Implantación de la DMA.

En la reunión de Directores de Agua de la UE (+ Noruega), celebrada en París los días 23 y 24 de octubre de 2000, los Estados Miembros y la Comisión Europea acordaron desarrollar una Estrategia Común de Implementación (en adelante, CIS) de la DMA (WFD CIS, 2001). Esta CIS surgió como consecuencia de la complejidad del texto, el calendario exigente, la diversidad de soluciones posibles a cuestiones científicas, técnicas y prácticas y el asegurar la eficiencia y transparencia en el proceso.

Los objetivos de la CIS eran lograr la coherencia y comparabilidad entre Estados Miembros, la comprensión y enfoque común, la realización de esfuerzos y actividades conjuntas, el limitar los riesgos de una mala aplicación de la DMA, el compartir experiencia e información, el desarrollar guías y el mejorar la gestión de la información.

Se determinó una estructura modular para la estrategia global, donde los módulos principales son las actividades clave para el proceso de implementación y cada una de estas actividades clave se subdividen en uno o más proyectos específicos.



Figur

Figuraa 1.1. Estructura organizativa de la Estrategia Común de Implantación de la DMA 2001-02 (WFD CIS, 2001).

Para alcanzar estos proyectos específicos se establecieron 10 grupos de trabajo técnico formados por expertos de organizaciones gubernamentales y no-gubernamentales, y se crearon foros de consejo de expertos en materias como sustancias prioritarias, aguas subterráneas y emisión de informes de los Estados Miembros a la Comisión.

Los grupos de trabajo técnico creados se muestran en la figura 1.1 y son los encargados de elaborar unos documentos guía/directrices cuyo principal cometido es ayudar a los Estados Miembros en las tareas de implementación de la DMA, asegurando la comparabilidad de métodos, análisis, resultados, conclusiones, etc.

Esta CIS acordada en mayo de 2001 para el periodo 2001-2002, donde se crean diez grupos de trabajo temáticos para la elaboración de documentos guía y tres grupos de expertos asesores, así como un grupo de coordinación estratégica sufre una primera revisión para el periodo 2003-2004 (WFD CIS, 2003) y otra posterior que es la vigente en la actualidad (WFD CIS, 2004) en la que estos grupos de trabajo han sido reagrupados en cinco, tal y como se muestra en la figura 1.2.

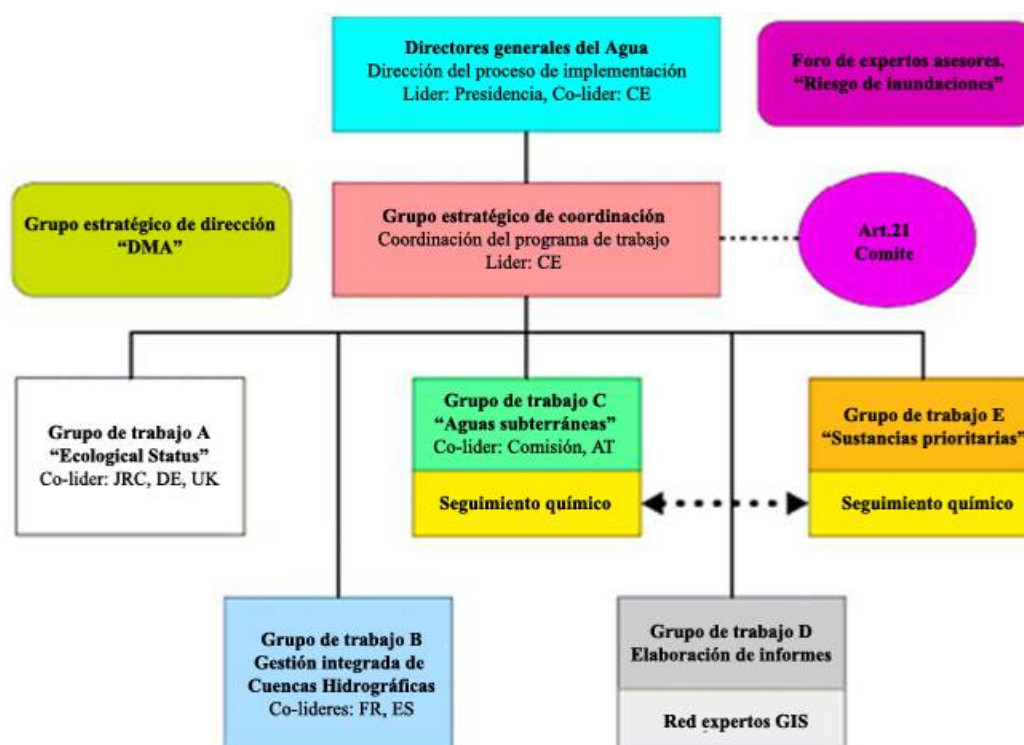


Figura 1.2. Estructura organizativa de la Estrategia Común de Implantación de la DMA 2005-06 (WFD CIS, 2004).

Para facilitar el intercambio de información entre todos los integrantes de la Estrategia se ha utilizado CIRCA (Centro Administrador de Recursos de Comunicación de la Información).

CIRCA es una herramienta extranet que ha sido desarrollado con fondos europeos por la Comisión Europea de modo que se encuentra disponible de manera gratuita para su uso por las administraciones públicas europeas.

## 1.2.2. ASPECTOS HIDROLÓGICOS.

### 1.2.2.1. Tipología de las masas de agua y tipos de referencia.

Un aspecto muy importante a la hora de definir y medir el estado ecológico es que esta medida debe realizarse de acuerdo con las características del ecosistema que se estudie. No podemos aplicar la misma metodología de estudio y caracterización ecológica a los lagos, ríos o embalses, y dentro de cada una de estas grandes categorías no es lo mismo un río de montaña que un gran río de llanura o un lago de montaña o uno cárstico. Uno de los primeros pasos requeridos por la DMA en su aplicación es la diferenciación de las distintas masas de aguas con respecto a su tipo ecológico natural, un proceso conocido como la tipificación (punto 1.2 del Anexo II). Además, la DMA también requiere el establecimiento de condiciones de referencia específicas para estos tipos.

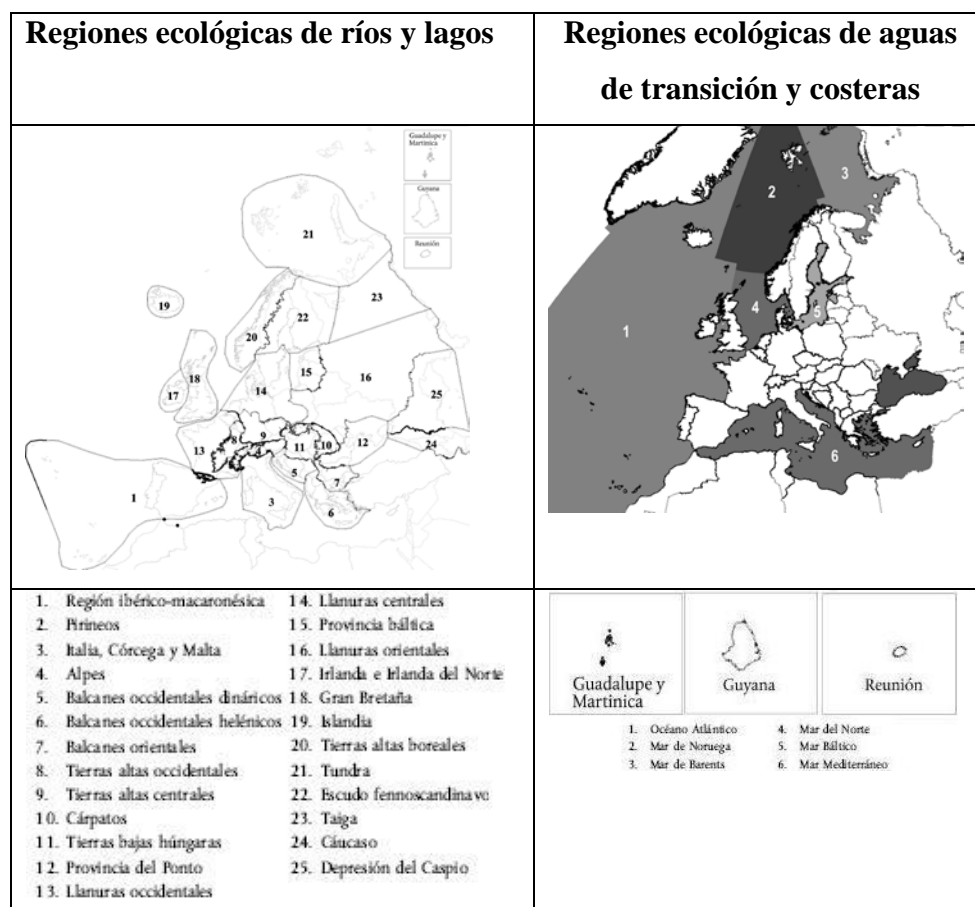


Figura 1.3. Regiones ecológicas de ríos y lagos, aguas de transición y aguas costeras definidas por la DMA.

Como se apunta en Lucena et al. (2008), se han utilizado descriptores tipológicos comunes para diferenciar varias categorías de agua, como ríos (Davy-Bowker et al., 2006), arroyos (Verdonschot y Nijboer, 2004; Sánchez-Montoya et al., 2007), lagos (Moss et al., 2003), y las zonas costeras (Simboura et al., 2005). Así se plantea, en el marco de la DMA, una metodología propia en la sistematización de las aguas superficiales y subterráneas. Rehuyendo la división hidrológica clásica de ríos, lagos, acuíferos y zonas costeras, la DMA divide cada uno de estos elementos en segmentos, o unidades, en las cuales hay posibilidades de alcanzar los objetivos que propone. Estas unidades son las llamadas masas de agua.

Así se establece una estructura jerárquica que, de menor a mayor escala, contempla la masa de agua, la cuenca hidrográfica (como la unidad geográfica que reúne distintas masas de agua, especialmente de carácter superficial) y, finalmente, la demarcación hidrográfica, que constituye la unión de diversas cuencas hidrográficas y de las aguas subterráneas o costeras asociadas, y que se adopta como unidad de gestión.

Para la tipificación de las masas de agua, la DMA en su anexo XI define las regiones ecológicas de ríos y lagos y las regiones ecológicas de aguas de transición y costeras tal como se muestra en la figura 1.3.

Dentro de cada región ecológica, la DMA distingue 6 grandes tipos de categorías: 1. Ríos, 2. Lagos, 3. Aguas de transición, 4. Aguas costeras, 5. Masas de agua artificial, 6. Masas de agua superficial muy modificadas.

En el esfuerzo por caracterizar con el máximo detalle todas las aguas, la DMA deja abierto el tamaño de las masas de agua a considerar y propone dos sistemas de regionalización dentro de cada categoría, uno basado en tipos fijos de acuerdo con características del medio establecidas por clases bien definidas (sistema A) y el otro usando diversos parámetros hidrológicos independientes del tamaño del río, lago o acuífero (sistema B). La tabla 1.1 resume las categorías y el sistema de tipología que propone la DMA.

**Categorías:**

1. Ríos, 2. Lagos, 3. Aguas de transición, 4. Aguas costeras, 5. Masas de agua artificial, 6. Masas de agua superficial muy modificadas

**Tipos:**

SISTEMA A, Regiones ecológicas, Tipología fija por descriptores.

	<b>1.Ríos</b>	<b>2.Lagos</b>	<b>3.Aguas de transición</b>	<b>4.Aguas costeras</b>
Ecoregiones			Báltico, Barents, Noruega.	Mar del Norte, Báltico, de Barents, Atlántico Norte, Mediterráneo.
Tipos	Altitud: Elevada >800m Media 200-800 Llanura <200		Salinidad: <0,5% 0,5-<5% oligohalino 5-18% mesohalino 18-30% polihalino 30-40% euhailno	Salinidad: <0,5% 0,5-<5% oligohalino 5-18% mesohalino 18-30% polihalino 30-40% euhailno
	Área de Cuenca (km <sup>2</sup> ): Pequeña: 10-100 Mediana: 100-1000 Grande: 1000-10000 Muy grande: >10000	Profundidad media: <3m/ 3-15m/ >15m Superficie (km2) 0,5-1/>1-10 >10-100/>100	Amplitud marea: <2m micromareal 2-4m mesomareal >4m macromareal	Profundidad: <30m: Poco profundas 20-200m: Intermedias >200m: Profundas
	Geología Calcárea	Silíceas Orgánicas		

SISTEMA B, Caracterización alternativa. Factores físicos y químicos que determinan las características del río, tramo de río, lago, aguas de transición y estuarios y por lo tanto la estructura y composición de las comunidades biológicas.

	<b>1.Ríos</b>	<b>2.Lagos</b>	<b>3.Aguas de transición</b>	<b>4.Aguas costeras</b>
Factores Obligatorios	Altitud Latitud Longitud Geología Dimensión	Altitud Latitud Longitud Profundidad	Latitud Longitud Amplitud marea Salinidad	Latitud Longitud Amplitud marea Salinidad
Factores facultativos	Distancia origen Energía flujo Anchura media Profundidad media Pendiente Forma del lecho Categoría de flujo Forma del valle Transp. sólidos Capac. Neutr. ácido Sustrato Cloruros Temp. Media Aire Precipitaciones	Geología Dimensión Altura del agua Forma del lago Tiempo residencia Temp. Media aire Límites temp aire Tipo mezcla Cap. Neutr. Ácido Nutrientes Sustrato Fluctuac. nivel	Profundidad Veloc. Corriente Exposición a las olas Tiempo residencia Temp media agua Caract. Mezcla Turbidez Sustrato Forma Límites temp. agua	Velocidad corriente Exposición a las olas Temp. Media agua Caract. Mezcla Turbidez Tiempo retención Sustrato Limites temp. agua

Tabla 1.1. Categorías y grandes tipos de masas superficiales de agua en la propuesta de DMA

Atendiendo a las definiciones de la DMA recogidas en el artículo 2:

Las aguas continentales son definidas como “*todas las aguas quietas o corrientes en la superficie del suelo y todas las aguas subterráneas situadas hacia tierra desde la línea que sirve de base para medir la anchura de las aguas territoriales*”

Las aguas superficiales consisten en “*las aguas continentales, excepto las aguas subterráneas; las aguas de transición y las aguas costeras, y, en lo que se refiere al estado químico, también las aguas territoriales*”. La DMA define, los ríos como *las masas de agua continental que fluyen en su mayor parte sobre la superficie del suelo, pero que pueden fluir bajo tierra en parte de su curso* y los lagos son *una masa de agua continental superficial quieta*.

Las aguas de transición corresponden a “*masas de agua superficial próximas a la desembocadura de los ríos que son parcialmente salinas como consecuencia de su proximidad a las aguas costeras, pero que reciben una notable influencia de flujos de agua dulce*”. Finalmente, las aguas costeras son “*las aguas superficiales situadas hacia tierra desde una línea cuya totalidad de puntos se encuentra a una distancia de una milla náutica mar adentro desde el punto más próximo de la línea de base que sirve para medir la anchura de las aguas territoriales y que se extienden, en su caso, hasta el límite exterior de las aguas de transición*”.



Las aguas subterráneas son “*todas las aguas que se encuentran bajo la superficie del suelo en la zona de saturación y en contacto directo con el suelo o el subsuelo*”. Según esta definición, están constituidas por los volúmenes de agua almacenados en los acuíferos (libres y confinados) y, en relación a “*el agua en contacto directo con el suelo*”, entendemos que puede referirse al agua almacenada en la zona vadosa, si bien no existe una referencia explícita a esta zona no saturada, que es fundamental en áreas donde presenta importantes espesores, como el entorno mediterráneo (Samper, 2003).

Las masas de agua muy modificadas y las artificiales. El estado actual en que se encuentran algunas masas de agua hace que sea prácticamente imposible alcanzar los objetivos de la DMA en los plazos establecidos, por lo que esta normativa acepta una calificación especial para estas masas de agua. Concretamente, define como masas de agua muy modificadas “*una masa de agua superficial que, como consecuencia de alteraciones físicas producidas por la actividad humana, ha experimentado un cambio sustancial en su naturaleza, designada como tal por el Estado miembro con arreglo a lo dispuesto en el anexo II*” y define como masas de agua artificiales “*aquellas masas de agua superficiales creadas por intervención humana*”. La diferencia entre las masas de agua intensamente modificadas y las artificiales es que estas últimas han sido creadas en un lugar árido donde anteriormente no existían como tales, y por tanto no resultan de la transformación de una masa de agua existente; por ejemplo, canales para navegación, irrigación o drenaje, balsas artificiales, depresiones originadas por extracciones de áridos o minería, o tomas creadas para generar energía hidroeléctrica. En el caso de que una masa de agua existente haya sido modificada o transportada a un lugar distinto al original, ésta se tendrá que considerar como una masa intensamente modificada y no artificial. Esta consideración afecta, pues, a la clasificación de los embalses creados para almacenar los recursos superficiales. En todo caso, la DMA señala que ambas masas tendrán que alcanzar un buen potencial ecológico antes de la fecha de cumplimiento (2015). Con este nuevo concepto, se respeta el uso humano del medio hidrológico, se admite el impacto causado y, a la vez, se obliga a desplegar medidas de protección para mejorar su calidad. El concepto de buen potencial ecológico es menos exigente que el de buen estado ecológico porque es más tolerante respecto a los impactos ecológicos derivados de las alteraciones hidromorfológicas.

#### **1.2.2.2. Presiones e impactos de las masas de agua.**

Actualmente la interacción entre la dinámica hidrológica y las acciones antrópicas es inextricable.

Las tareas de identificación y caracterización de las masas de agua comportan distinguir todas aquellas acciones que impiden alcanzar el buen estado ecológico que se marca la DMA como objetivo. Las presiones resultantes de la actividad humana son las que más intensamente inciden en su calidad ecológica.

En este sentido, las principales presiones identificadas para las aguas superficiales son las relacionadas con variaciones de caudal, modificaciones hidromorfológicas del lecho y la presencia de fuentes de contaminación, ya sean difusas o puntuales. En el caso de las aguas subterráneas, el énfasis en la identificación de las presiones recae en determinar las variaciones de niveles o de flujo subterráneo causadas por extracción o por recarga y la contaminación puntual o difusa de este recurso.

En términos generales, se sobreentiende que los impactos son los efectos derivados de las presiones, si bien ninguno de los dos términos está definido explícitamente en la DMA. En este sentido, la siguiente terminología es clarificadora en el análisis de la calidad de las masas de agua:

- Causa. Actividad humana que puede producir un efecto ambiental (por ejemplo, la industria, la agricultura o variaciones en el uso del territorio, como por ejemplo el desarrollo urbano).
- Presión. Efecto directo de la causa.
- Estado. Condición física, química o biológica de la masa de agua.
- Impacto. Efecto ambiental generado por la presión (por ejemplo modificaciones de caudal, pérdida de biodiversidad, etc.).
- Respuesta. Conjunto de medidas adoptadas para mejorar el estado de una masa de agua.

Cada uno de estos conceptos es importante en la caracterización de presiones e impactos y, finalmente, de las actuaciones para mitigarlos. Para ello los pasos a seguir son:

- Elaborar un inventario de las presiones que puedan afectar al estado de las aguas, localizarlas geográficamente y efectuar una caracterización de las mismas, atendiendo a una serie de variables descriptivas propias de cada tipo de afección.
- Identificar las presiones que, inicialmente, pueden impedir el cumplimiento de alguno de los objetivos de la DMA (“presiones significativas”) para cada masa de agua, teniendo en cuenta las características propias de la presión y la susceptibilidad de la masa de agua.

- Llevar a cabo un análisis preliminar del impacto generado por las presiones en las masas de agua.
- Realizar una evaluación preliminar del riesgo de incumplimiento de los objetivos medioambientales de la DMA en las masas de agua.

### **1.2.2.3. Planes de cuenca.**

El objetivo final de la DMA es dotar a cada Cuenca Hidrográfica de un Plan Hidrológico, que incluya todos los elementos de gestión necesarios para alcanzar los objetivos señalados en el uso de los recursos hidrológicos.

El contenido de los Planes Hidrológicos de Cuenca está recogido en el anexo VII de la DMA, y se sintetiza en los siguientes puntos:

- Una descripción general de las características de la cuenca y de sus masas de agua, representadas cartográficamente.
- Una síntesis de las presiones e impactos más relevantes de la actividad humana sobre el estado de las masas de agua.
- La identificación de las zonas protegidas.
- La cartografía de las redes de puntos de control.
- La representación cartográfica de los resultados de los programas de control que muestre el estado ecológico y químico de las aguas superficiales, el estado químico y cuantitativo de las aguas subterráneas y el estado de las zonas protegidas.
- El listado de los objetivos ambientales definidos para cada masa de agua, incluyendo las derogativas propuestas.
- Una síntesis del análisis económico de los usos del agua.
- Una síntesis del programa de medidas descrito para alcanzar los objetivos, así como la descripción de otros planes complementarios.
- Una síntesis de las campañas de participación pública realizadas, de sus resultados y de los cambios que han introducido.
- Un listado de las autoridades competentes.
- Un listado de puntos de información para obtener la documentación y la información anterior y los resultados de los programas de control y muestreo.

### 1.2.3. ASPECTOS ECOLÓGICOS.

#### 1.2.3.1. Definición en la DMA de estado ecológico, condiciones de referencia, cociente de calidad ambiental y clases de estado ecológico.

Para establecer el estado ecológico es necesario, en primer lugar, saber cuántos tipos de una cierta categoría tenemos dentro de una cuenca. Después hay que definir que elementos de calidad (elementos indicadores) van a ser utilizados. Posteriormente hay que encontrar dentro de cada tipología un ejemplo de ecosistema sin alterar y establecer las condiciones de referencia del estado ecológico (el muy buen estado ecológico) para cada elemento de calidad, que nos permita conocer cuál es el objetivo de calidad ecológica a mantener o restablecer en un tipo determinado.

La DMA sugiere que las condiciones de referencia son un estado presente o pasado sin presiones, sin efectos derivados de la industrialización, la urbanización y la agricultura, y con una modificación muy pequeña de la composición físico-química, hidromorfología y/o biología (alteración antropogénica).

Las condiciones de referencia se establecen (anexo II.1.3. de la DMA):

- Utilizando una base espacial.
- Basándose en una modelización (modelos de predicción o métodos de análisis a posteriori, utilizando datos disponibles).
- Derivándose de la combinación de ambos métodos.
- Usando el asesoramiento de expertos.

Una vez decidido qué parámetros estadísticos hay que usar para establecer las condiciones de referencia en cada elemento de calidad, se calcula el Cociente de Calidad Ambiental (EQR: Environmental Quality Ratio). En la Figura 1.4 se muestra el esquema para establecer EQR.


Si Valor de referencia > Valor del parámetro	$EQR = \frac{\text{Valor del parámetro}}{\text{Valor de referencia}}$	1		High
			7	Good
			0	Bad
Si Valor del parámetro > Valor de referencia	$EQR = \frac{\text{Valor de referencia}}{\text{Valor del parámetro}}$			

Figura 1.4. Esquema para establecer EQR.

El EQR es utilizado para la definición de los límites de las calidades del agua en función de ese parámetro. Las clases de estado ecológico se definen en la tabla 1.2 y vienen recogidas en el anexo V.1.2. de la DMA.

<b>High</b>	<p><b>No existen alteraciones antropogénicas</b> de los valores de los indicadores de calidad fisicoquímicas e hidromorfológicas correspondientes al tipo de masa de agua superficial, o existen alteraciones de muy escasa importancia, en comparación con los asociados normalmente con ese tipo en condiciones inalteradas.</p> <p>Los valores de los indicadores de calidad biológicos correspondientes a la masa de agua superficial reflejan los valores normalmente asociados con dicho tipo en condiciones inalteradas, y no muestran indicios de distorsión, o muestran indicios de escasa importancia.</p>
<b>Good</b>	Los valores de los indicadores de calidad biológicos correspondientes al tipo de masa de agua superficial <b>muestran valores bajos de distorsión</b> causada por la actividad humana, pero sólo se desvían ligeramente de los valores normalmente asociados con el tipo de masa de agua superficial en condiciones inalteradas.
<b>Moderate</b>	Los valores de los indicadores de calidad biológicos correspondientes al tipo de masa de agua superficial <b>se desvían moderadamente</b> de los valores normalmente asociados con el tipo de masa de agua superficial en condiciones inalteradas. Los valores muestran signos moderados de distorsión causada por la actividad humana y se encuentran significativamente más perturbados que en las condiciones correspondientes al buen estado.
<b>Poor</b>	Las aguas que muestren indicios de <b>alteraciones importantes</b> de los valores de los indicadores de calidad biológicas correspondientes al tipo de masa de agua superficial y en que las comunidades biológicas pertinentes se desvíen considerablemente de las comunidades normalmente asociadas con el tipo de masa de agua superficial en condiciones inalteradas, se clasificarán como deficientes.
<b>Bad</b>	Las aguas que muestren indicios de <b>alteraciones graves</b> de los valores de los indicadores de calidad biológicas correspondientes al tipo de masa de agua superficial y en que estén ausentes amplias proporciones de las comunidades biológicas pertinentes normalmente asociadas con el tipo de masa de agua superficial en condiciones inalteradas, se clasificarán como malas.

Tabla 1.2. Definición general de las clases de estado ecológico (DMA, anexo V.1.2).

### 1.2.3.2. Elementos indicadores de calidad ambiental en la DMA.

Para la definición del estado ecológico se buscan elementos del medio (físicos, químicos o biológicos) que presenten una respuesta a las presiones al medio (indicadores). Estos elementos del medio se denominan elementos de calidad y se recogen para cada categoría en el anexo V de la DMA tal y como se muestra en la tabla 1.3.

De los indicadores expuestos que conforman la medida del estado ecológico, los indicadores fisicoquímicos generales y específicos son relativamente claros en lo que hay que medir e incluso cómo y cuándo medirlo. Los indicadores hidromorfológicos son algo más difíciles de interpretar ya que la DMA nos dice de forma general lo que hay que medir pero falta mucha concreción en la interpretación de los resultados. En el bloque correspondiente a indicadores biológicos tanto para fitoplancton como para macrófitos y organismos fitobentónicos la DMA utiliza como parámetros la composición taxonómica y la abundancia media. En el caso del fitoplancton habla de floraciones, mientras que en los invertebrados de cociente entre taxones sensibles o insensibles a las perturbaciones o diversidad.

<b>Indicadores</b>	<b>Ríos</b>	<b>Lagos</b>	<b>Aguas de transición</b>	<b>Aguas costeras</b>
<b>biológicos</b>	Flora Invertebrados bentónicos Ictiofauna	Fitoplancton Otra flora Bentos Ictiofauna	Fitoplancton Otra flora Bentos Ictiofauna	Fitoplancton Otra flora Bentos
<b>hidromorfológicos</b>	Régimen hidrológ 1Cantidad y dinámica flujo 2Conexión aguas Sub. Continuidad del río Cond Morfológicas 1Profundidad y anchura 2Substrato 3Estructura ribera	Régimen hidrológ 1Cantidad y dinámica flujo 2Tiempo de Residencia 3Conexión aguas sub. Cond. Morfológicas 1Variac. Profundidad 2Substrato 3Estructura ribera Transparencia	Cond. Morfológicas 1Variac. Profundidad 2Substrato lecho 3Estructura zona intemareal Régimen mareas 1Flujo agua dulce 2Exposición olas	Cond. Morfológicas 1Variac. Profundidad 2Substrato costa 3Estructura zona intemareal Régimen mareas 1Dirección corrientes dominantes 2Exposición olas
<b>Generales</b>	Temperatura Oxígeno disuelto Sales Acidificación Nutrientes	Temperatura Oxígeno disuelto Sales Acidificación Nutrientes	Transparencia Temperatura Oxígeno disuelto Salinidad Nutrientes	Transparencia Temperatura Oxígeno disuelto Salinidad Nutrientes
<b>Físico-químicos específicos</b>	Sustancias prioritarias Otras sustancias vertidas en cantidades significativas	Sustancias prioritarias Otras sustancias vertidas en cantidades significativas	Sustancias prioritarias Otras sustancias vertidas en cantidades significativas	Sustancias prioritarias Otras sustancias vertidas en cantidades significativas

Tabla 1.3. Parámetros a utilizar en la determinación del estado ecológico (DMA, anexo V)

Los papeles que desempeñan los distintos indicadores de calidad en la clasificación del estado ecológico de acuerdo con las definiciones de normativas del Anexo V, 1.2 de la DMA vienen recogidos en WFD CIS Working Group 2A. (2005) y se resumen en la figura 1.5.

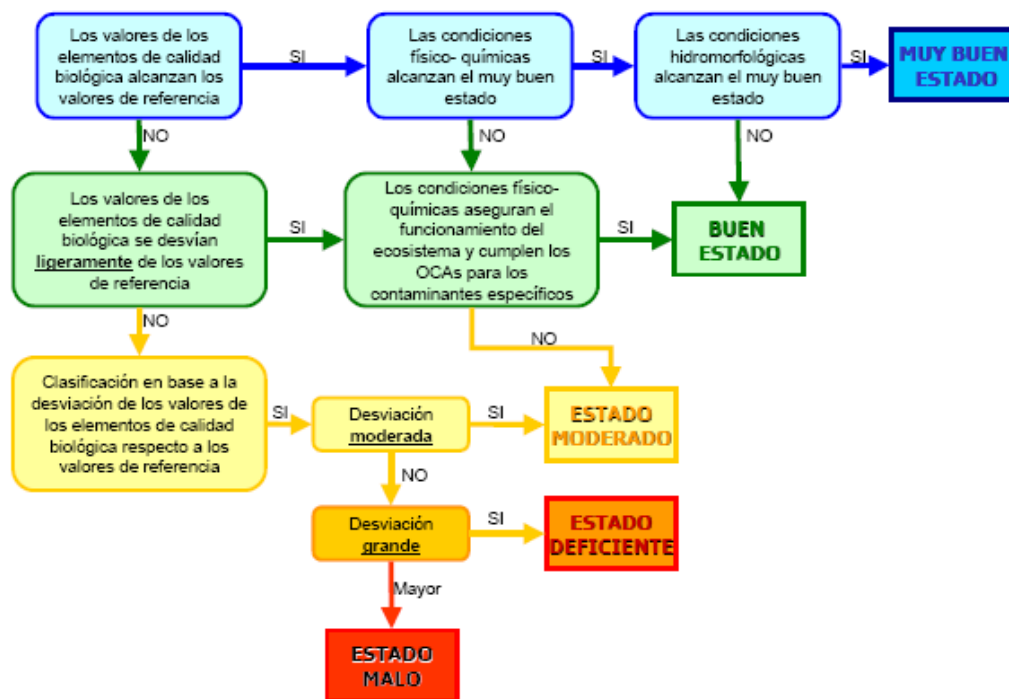


Figura 1.5. Indicación de los papeles que desempeñan los indicadores de calidad biológica, hidromorfológica y físico-química en la clasificación del estado ecológico de acuerdo con las definiciones del Anexo V, 1.2 de la DMA (WFD CIS Working Group 2A, 2005)

### 1.3. INTERCALIBRACIÓN.

La estructura organizativa de la Estrategia Común de Implantación (WFD CIS, 2004) descrita en el apartado 1.2.1.4. de este capítulo, establece que el grupo de trabajo A, Ecological Estatus (ECOSTAT) lleve a cabo el ejercicio de intercalibración.

Para cada una de las regiones ecológicas definidas en el anexo XI de la DMA (figura 1.3) se establecen los tipos de agua presentes. Posteriormente se identifican los Estados Miembros que presentan tales tipos. Paralelamente a la elección de los tipos, se ha identificado las presiones antrópicas más relevantes, así como los elementos biológicos más sensibles a estas presiones, a fin de concretar las bases para la normalización de la evaluación del estado ecológico.

Estaba previsto que el ejercicio de intercalibración terminase en diciembre de 2006, aunque la ausencia de protocolos normalizados y sistemas de evaluación del estado ecológico para

algunos elementos de calidad biológica en la mayoría de los países, ha hecho que se haya prolongado el ejercicio durante 2007 y 2008.

Para desarrollar la intercalibración, se crean, dentro del ECOSTAT, para las distintas categorías de aguas superficiales, los subgrupos de trabajo internacionales mostrados en la tabla 1.4.

Ríos	Lagos	Aguas de transición y costeras
Nórdico	Nórdico	Báltico
Central Báltico	Central Báltico	NE Atlántico
Alpino	Alpino	Mediterráneo
Continental	Atlántico	Mar Negro
Mediterráneo	Mediterráneo	

Tabla.1.4. Grupos de Intercalibración Geográficos (GIG) creados para las diferentes categorías de aguas superficiales.

La Comunidad Valenciana participa en el Grupo de Intercalibración Mediterráneo (en adelante, MedGIG), y sus aguas costeras, objeto de estudio de este trabajo, se rigen por las decisiones tomadas en el ejercicio de intercalibración de este grupo.

### **1.3.1 DECISIONES DEL MEDGIG EN AGUAS COSTERAS.**

#### **1.3.1.1. Programas de seguimiento.**

La Directiva Marco indica en su artículo 8 que se deben establecer los programas de seguimiento para comprobar el cumplimiento de los objetivos marcados en dicha Directiva (Alcanzar el Buen Estado General, representado por un Buen Estado Ecológico y un buen Estado Químico). En el caso de aguas costeras se exige el seguimiento del estado ecológico y químico o del potencial ecológico.

La DMA establece que el control de vigilancia en aguas costeras tenga una periodicidad mínima anual de 3 meses para los nutrientes y fitoplancton como elementos de calidad. Sin embargo en el documento de recopilación de los métodos “Intercalibration Report – Coastal GIGs /Technical Summary September 2006”, publicado por la Comisión Europea y desarrollado por el grupo de expertos “COAST”, se recomienda la frecuencia mensual y una duración de cinco años. Tras este período, la DMA propone el establecimiento de l control operativo en el que cada Estado Miembro determine la periodicidad del mismo, de manera que este control proporcione la información suficiente para evaluar el estado de cada uno de los indicadores de calidad correspondientes.



### 1.3.1.2. Tipologías establecidas para las Masas de agua Costeras del Mediterráneo.

A través del ejercicio de intercalibración del MedGIG, se llegó a la conclusión en el ecosistema pelágico costero, que para el fitoplancton como elemento biológico indicador de calidad, era necesario desarrollar un nuevo sistema de tipos que tuviera en cuenta las particulares condiciones de este sistema, ya que la estructura de los fondos o su morfología no son determinantes. A lo largo de la discusión, se llegó a la conclusión de que en un mar oligotrófico como es el Mediterráneo (Vollenweider et al., 1996; Krom et al., 1991; Estrada, 1996 y Thingstad et al., 1998) globalmente la existencia o no, de aportes continentales naturales cuantitativamente significativos, era crucial para el establecimiento de los tipos.

Por ello, en la Decisión de la Comisión (2008/915/CE), se definen en función de la densidad y la salinidad media anual los tipos de agua costera para el fitoplancton como elemento biológico de calidad. La tabla 1.5. muestra la descripción y límites de los tipos intercalibrados.

Tipo	Descripción	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Salinidad media anual (g/kg)
Tipo I	Elevada influencia del aporte de agua dulce	< 25	< 34,5
Tipo IIA	Influencia moderada del aporte de agua dulce (influencia continental)	25 - 27	34,5 – 37,5
Tipo IIIW	Costa continental, no influye el aporte de agua dulce (cuenca occidental)	> 27	> 37,5
Tipo IIIE	No influye el aporte de agua dulce (cuenca oriental)	> 27	> 37,5

Tabla 1.5. Tipos de agua costera definidos en el Mediterráneo para el fitoplancton como elemento biológico de calidad.

### 1.3.1.3. Opciones de intercalibración adoptadas

El MedGIG considera diferentes opciones de las descritas en el documento guía No 6 (WFD CIS Working Group 2.5-Intercalibration, 2003) para los distintos bioindicadores de calidad considerados en la intercalibración.

- La intercalibración de los macroinvertebrados bénticos, macroalgas y angiospermas (*P. oceánica*) se ha llevado a cabo utilizando la opción 3. En esta opción se establecen los límites ecológicos usando los métodos de evaluación propios de cada Estado Miembro. Estos métodos se han comparado entre los Estados Miembros mediante los resultados obtenidos de la aplicación de cada uno de los métodos con los datos del resto de los países.

- La intercalibración del fitoplancton se ha realizado mediante una opción híbrida descrita de esta forma en el documento guía No 6. “*Los límites ecológicos son primeramente establecidos usando los métodos de evaluación propios de cada estado miembro (como en la opción 3). La comparación posterior de los valores de estos límites ecológicos podrá ser realizada con la ayuda de un método de métrica común (como en la opción 2)*”. Sólo se ha considerado un parámetro para el fitoplancton como elemento biológico de calidad, la clorofila *a*, como parámetro indicador de la abundancia fitoplanctónica. Las condiciones de referencia serán diferentes en función de los diferentes tipos de agua. Cada Estado Miembro definirá sus propias condiciones de referencia basadas en el conocimiento del fitoplancton de sus propios expertos. Todos ellos establecen las condiciones de referencia mediante la selección de las estaciones de alto estado ecológico en sus programas de vigilancia.

#### **1.3.1.4. Clasificación del estado ecológico utilizando fitoplancton como elemento de calidad biológica.**

Como se ha comentado anteriormente, para el fitoplancton como Elemento de Calidad Biológico (BQE) la DMA establece estos parámetros de calidad: biomasa, composición, abundancia, frecuencia e intensidad de blooms. A lo largo de las diversas reuniones de intercalibración del MedGIG en la II Fase de Intercalibración para la aplicación de la DMA (fase actual 2009-2011), se ha conseguido intercalibrar el parámetro biomasa. Sin embargo, la intercalibración del resto de parámetros de fitoplancton (composición, abundancia, frecuencia e intensidad de blooms) está todavía por finalizar.

Se utiliza la clorofila *a* como indicador de la biomasa fitoplanctónica. En el proceso de intercalibración se establecen unos criterios para la determinación del estado ecológico de las masas de agua costeras mediterráneas utilizando, como métrica, el percentil 90 de la clorofila *a* y datos de cinco años de muestreo con periodicidad mensual. Respecto a las masas de agua portuarias, al estar definidas como masas de agua muy modificadas, no se puede hablar de estado ecológico, sino de potencial ecológico.

En España, la toma de muestras en distintas Comunidades Autónomas con masas costeras mediterráneas es diferente. Algunas, como es el caso de la Comunitat València toman las muestras en la línea de costa (“inshore”) y otras a una distancia de 1000-1500m (“nearshore”). Debido a esto, en el ejercicio de intercalibración, se establece un factor de conversión “inshore:nearshore” de 0,5 en los percentiles 90 de clorofila *a*. Los criterios establecidos se

recogen en la ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica y se recogen en la siguiente tabla:

	Tipo	Valores (mg/m <sup>3</sup> , P90)	
		Límite Muy Bueno-Bueno	Límite Bueno-Moderado
<b>Nearshore</b> (1500 m distancia costa)	Tipo II-A	2,30	3,50
	Tipo III-W	1,30	1,80
<b>Inshore</b> (0 m distancia costa)	Tipo II-A	4,60	7,00
	Tipo III-W	2,60	3,60

Tabla 1.6. Criterios establecidos para la determinación del estado ecológico de las masas de agua costeras mediterráneas utilizando, como métrica, el percentil 90 de la clorofila *a*.

### 1.3.1.5. Clasificación del estado ecológico utilizando los nutrientes como elemento de calidad fisico-química.

La Directiva Marco del Agua contempla en su Anexo V apartado 1.1.3 los nutrientes como indicadores de calidad fisicoquímica que afectan a los indicadores biológicos, ya que la eutrofización o enriquecimiento en nutrientes de los sistemas determinan, en muchos casos, el estado trófico.

A nivel mediterráneo español, se establecen unos criterios para la determinación del estado ecológico de las masas de agua costeras en el Mediterráneo utilizando la media como métrica de los distintos nutrientes. Los valores establecidos de Bueno/Moderado para las distintas tipologías quedan recogidos en el Acuerdo CCAA-CEDEX-MMA de Junio 2010.

INDICADOR	TIPOLOGÍA	μmoles/L	mg /L
NH <sub>4</sub>	Tipos I, II-A, III-W y Mar Menor	4,60	0,083 mg NH <sub>4</sub> /L
NO <sub>2</sub>	Tipos I, II-A y III-W y Mar Menor	0,92	0,042 mg NO <sub>2</sub> /L
NO <sub>3</sub>	Tipo III-W	7,3	0,453 mg NO <sub>3</sub> /L
	Tipo II-A	35	2,17 mg NO <sub>3</sub> /L
PSR	Tipos I, II-A y III-W y Mar Menor	0,76	0,072 mg PO <sub>4</sub> /L

Tabla 1.7. Umbral de calidad establecido para nutrientes en las diferentes tipologías

## 1.3.2 TRABAJOS PREVIOS REALIZADOS PARA LA COMUNITAT VALENCIANA EN APLICACIÓN DE LA DMA.

### 1.3.2.1. Programas de seguimiento.

El programa de vigilancia de las masas costeras de la Comunidad Valenciana empezó a funcionar con el muestreo piloto en Agosto de 2005. La DMA exigía que los programas nacionales de control tuvieran que estar operativos antes del 22 de Diciembre de 2006 (artículo 8, Directiva 2000/60/CE).

Durante el periodo agosto 2005 a Diciembre 2010 se toman muestras mensualmente en las estaciones del litoral de la Comunitat Valenciana desde la desembocadura del río Senia, el punto más septentrional de la Comunitat, hasta la Playa del Puerto Torre de la Horadada, el más meridional.

El litoral costero valenciano se divide en 18 masas de aguas costeras y 6 masas portuarias donde se toman muestras en 101 estaciones operativas. 78 de estas están ubicadas en las masas de agua costeras y 23 estaciones en las masas de agua portuarias.

#### **1.3.2.2. Relación inshore-offshore.**

Según las indicaciones que se han considerado en el ejercicio de intercalibración del MedGIG (WFD, Technical Report, 2007), el factor de conversión nearshore:inshore entre los valores del P90 para la clorofila *a* es 0,5.

Con el objeto de analizar la influencia de la ubicación (distancia o isóbata) de la red de muestreo en la calificación del estado ecológico y ver cómo afecta esta ubicación a la capacidad de diferenciar los distintos niveles de eutrofia que realmente existen se analizan los datos obtenidos en sucesivos muestreos de 4 transectos perpendiculares a la costa en dos zonas diferentes de la Comunidad Valenciana.

Los resultados indican, como cabía esperar, la existencia de un gradiente negativo en las concentraciones de clorofila *a*, al alejarnos de la costa y esta caída es más brusca en el tramo más próximo a la costa. Esto apoya el enfoque del ejercicio de intercalibración que plantea la necesidad de utilizar criterios de clasificación diferentes según la ubicación de la red de muestreo. Sin embargo esta relación difiere bastante respecto a los resultados obtenidos analizando los transectos objeto de este estudio, en el que se obtiene una relación media de 0,31.

La clasificación ecológica utilizando la relación del ejercicio de intercalibración, sobreestima el estado ecológico. Esto no es una cuestión trivial, ya que clasificar una masa de agua como “good” cuando su estado ecológico es peor, constituye un fallo en el planteamiento global de los objetivos de la DMA.

#### **1.3.2.3. Tipología de las masas de agua costeras de la Comunitat Valenciana**

De acuerdo con lo explicado en el apartado 1.3.1.2., para el Mediterráneo las tipologías se definen en función de la salinidad media anual. Las masas de agua bajo una influencia continental moderada son las denominadas tipo II y su salinidad media anual está entre 34,5 y

37,5 g/kg. Las masas de agua sin influencia continental son las denominadas tipo III y su salinidad media anual es superior a 37,5 g/kg (Decisión de la Comisión, 2008/915/CE).

Con el objeto de establecer una tipología que no solo considere un parámetro (la salinidad media anual) el grupo de Evaluación de Impacto Ambiental establece una metodología para la determinación de tipos con un enfoque global del sistema. Se identifican dos tipos de masas de agua: Tipo III-W (aguas al sur del Cabo de San Antonio) y Tipo II-A (aguas al norte del Cabo de San Antonio).

Esta división de tipos se ha realizado teniendo en cuenta no sólo los valores medios anuales de la salinidad, sino con los resultados obtenidos tras un análisis global del territorio en el que se ha considerado la geomorfología, el transporte litoral, los vientos dominantes, la pluviosidad, la extensión de las cuencas fluviales y los aportes continentales y de las zonas húmedas. Además, se ha realizado un análisis estadístico de clasificación jerárquica (análisis Cluster) de los resultados obtenidos en el programa de seguimiento mensual de las masas de agua costeras de la Comunitat Valenciana. Los resultados de ambos análisis coinciden en que en la Comunitat Valenciana, el cabo de San Antonio es una línea divisoria donde aguas bajo una influencia continental moderada se sitúan al norte y aguas sin influencia continental están al sur.

Así, se diferencian claramente dos tipos de masas de agua en el litoral de la Comunitat Valenciana:

- El primer tipo comprende el tramo litoral que va desde el límite con Tarragona hasta el Cabo de San Antonio (masas 001-010).
- El segundo tipo comprende las masas situadas al sur del Cabo de San Antonio, hasta Pilar de la Horadada (masas 011-019).

#### **1.3.2.4. Índice BQE Total**

El Índice BQE Total, es un índice multiparamétrico que integra 3 índices que serán descritos posteriormente (biomasa, composición y blooms), evaluando el elemento biológico de calidad ambiental (BQE) fitoplancton de manera global, tal y como exige la DMA en su Anexo V.

La fórmula del mismo se obtiene para cada masa de agua costera como la media aritmética de los diferentes índices que definen el estado ecológico del fitoplancton.

$$BQE \cdot Total = \left( \frac{\text{Índice} \cdot de \cdot biomasa + \text{Índice} \cdot de \cdot composición + \text{Índice} \cdot de \cdot Blooms}{3} \right)$$

Para la clasificación del estado ecológico a partir del Índice BQE, los límites entre clases se decidió que fuesen equidistantes, puesto que aún no han sido sometidos al proceso de intercalibración, tal y como se muestra en la tabla 8.

Índice	Estado ecológico
1-0,8	Muy bueno
0,8-0,6	Bueno
0,6-0,4	Moderado
0,4-0,2	Deficiente
0,2-0	Malo

Tabla 1.8: Límites y clasificación ecológica para límites de clases equidistantes.

Pasamos ahora a describir como obtener cada uno de los tres índices mencionados para poder obtener el BQE Total:

#### a) Desarrollo del Índice de Blooms

- Índice de intensidad

Este índice se calcula dividiendo el P90 de la densidad celular de eucariotas totales de las masas de referencia entre el P90 de la densidad celular de eucariotas totales de cada masa de agua.

Se utiliza la masa 002 como masa de referencia para las masas de agua tipo II y las masas 011 y 012 para las masas de agua tipo III. Estos valores tienen gran importancia, pues son considerados como el límite inferior de una proliferación masiva de fitoplancton en las aguas costeras de la Comunitat Valenciana.

La fórmula del índice de intensidad se puede observar bajo estas líneas.

$$\text{Índice de intensidad} = \frac{P_{90} \cdot \text{Masas de referencia}}{P_{90} \cdot \text{Masas de agua}}$$

Como se ha comentado previamente, de momento, el único parámetro intercalibrado a nivel europeo del elemento biológico fitoplancton ha sido la biomasa. Así pues, los límites de clasificación de estado ecológico sólo están definidos para ese parámetro (Orden ARM/2656/2008). Para el resto de parámetros (composición, abundancia y frecuencia e intensidad de blooms) los límites entre clases se han establecido de momento dividiendo la escala de los índices (de 0 a1) en 5 intervalos equidistantes, tal y como se muestra en la tabla 1.8.

- Índice de Frecuencia

Como se explica en el apartado anterior, el P90 del número total de eucariotas para cada una de las condiciones de referencia define el límite a partir del cual consideramos una proliferación masiva de fitoplancton en nuestras masas de agua. La

frecuencia de aparición del fenómeno se calcula como las veces que el número de eucariotas totales ha superado dicho límite en una masa de agua dada, durante el período de estudio.

Posteriormente, y teniendo en cuenta el número total de muestras tomadas en la masa de agua durante los 5 años de muestreo se calcula el porcentaje de frecuencia, que expresa la proporción de veces que se ha superado el límite de densidad celular que revela una proliferación masiva.

Para obtener el Índice de Frecuencia se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de frecuencia} = 1 - 0,01 * \text{porcentaje de frecuencia}$$

De esta manera se obtiene un índice de calidad ambiental cuyo valor oscila entre 0 para un porcentaje de frecuencia de 100% y 1 para un porcentaje de frecuencia de 0%.

Al igual que el resto de parámetros no intercalibrados (composición, abundancia y frecuencia e intensidad de blooms) los límites entre clases se han establecido de momento dividiendo la escala de los índices (de 0 a 1) en 5 intervalos equidistantes, tal y como se muestra en la tabla 1.8.

A partir de los dos índices desarrollados se obtiene el Índice de Blooms como la media de los valores de los dos índices anteriormente obtenidos, Índice de Intensidad e Índice de Frecuencia. La fórmula se expone a continuación.

$$\text{Índice de blooms} = \frac{\text{Índice de Intensidad} + \text{Índice de Frecuencia}}{2}$$

Al igual que el resto de parámetros no intercalibrados (composición, abundancia y frecuencia e intensidad de blooms) los límites entre clases se han establecido de momento dividiendo la escala de los índices (de 0 a 1) en 5 intervalos equidistantes, tal y como se muestra en la tabla 1.8.

#### b) Índice de biomasa

Se obtiene el índice de calidad ambiental de biomasa al dividir el valor de P<sub>90</sub> de clorofila *a* de la condición de referencia por el P<sub>90</sub> de la clorofila *a* en la masa de agua costera. A continuación se muestra la fórmula para la obtención del Índice de Biomasa.

$$\text{Índice de biomasa} = \frac{P_{90} \text{Chla} \cdot \text{masas de referencia}}{P_{90} \text{Chla} \cdot \text{Masas de agua}}$$

### c) Índice de composición.

El Índice de Composición desarrollado a continuación está basado en el Índice PHYMED, puesto que toma las variables fitoplanctónicas seleccionadas por el mismo para evaluar la composición fitoplanctónica de las masas de agua costera. Estas variables son las siguientes: (eucariotas totales+cianobacterias)/picocianobacterias, primnesiales/(diatomeas+criptofíceas), e inversa del % de primnesiales. Asimismo, el procedimiento para la obtención del Índice de Composición a partir de las variables expuestas es análogo al índice PHYMED (Pachés, 2010).

En resumen, los pasos seguidos son los siguientes:

- 1) Cálculo del  $P_{50}$  de las variables de composición.
- 2) Normalización de los datos.
- 3) Inversión de las variables de composición que presentan un gradiente positivo con las presiones (eucariotas totales+cianobacterias)/picocianobacterias y la inversa del % de primnesiales.
- 4) Cálculo del Índice de Calidad por variable. El índice de calidad se obtiene de dividir el  $P_{50}$  de la variable (una vez normalizada, e invertida si es el caso) por el  $P_{50}$  de la referencia (a su vez normalizada, e invertida si es el caso). Al igual que en los otros índices desarrollados, las masas de referencia son la 002 y la 012 para las tipologías IIA y IIIW respectivamente.
- 5) Cálculo del Índice de Composición por masa de agua.

#### **1.3.2.5. Índice de presiones LUSIVal**

La evaluación de las presiones antropogénicas en el litoral es esencial para desarrollar los planes hidrológicos de cuenca que requiere la DMA (Anexo VII). En este sentido, se debe trabajar sobre presiones tierra adentro fácilmente identificables, que estén relacionadas con impactos en el litoral. Además, de acuerdo con el último informe de la intercalibración, la relación presión-impacto se debe producir a través de mecanismos conocidos.

Con el objetivo de obtener una herramienta capaz de evaluar de manera sencilla la presión antrópica en las aguas costeras. En el ejercicio de intercalibración para el mediterráneo la Agencia Catalana del Agua (ACA) propone el método LUSI o Land Uses Simplified Index (Milestone 4 report), que un grupo de expertos en la Comunitat Valenciana [Grupo de Evaluación de Impacto Ambiental (GEIA) del Instituto de Ingeniería del Agua y Medio



Ambiente (IIAMA)], mejoran y adaptan a las características específicas propias. Al índice resultante se le denomina “LUSIVa”.

Para el análisis de presiones que pueden afectar a las masas de agua se ha partido de un listado o catálogo de presiones detectadas. Con un criterio de experto, se ha seleccionado una serie de presiones que consideramos relevantes para el medio pelágico en el contexto de la Comunitat Valenciana. Este índice cuantifica el conjunto de presiones que sufre una masa de agua a partir de un análisis del territorio donde se valora:

- Tipología de la masa de agua.
  - Tipe III: +0
  - Tipe II: +1
  - Tipe I: +2
- Presiones urbanas. Score urbano:  $3,333 \cdot 10^{-6} \cdot N^{\circ}$  habitantes en las ciudades litorales.
- Presiones agrícolas de regadío. Score agrícola:  $4,286 \cdot 10^{-5} \cdot m^2$  cultivados en la cuenca vertiente.
- Presiones industriales. El Score industrial se evalúa a partir del porcentaje de superficie catalogada como suelo industrial, considerando una franja costera de 1.5 km.
  - < 10%: +0
  - > 10%: +1
- Otras presiones significativas no tenidas en cuenta en otros apartadis.
  - Ríos, cauces, acequias...: +1
  - Puertos: +1
  - Influencia de masas de agua adyacentes: +1
- Corrección por grado de confinamiento que pueda sufrir una masa de agua
  - Concavo: x 0.25
  - Convexo: x 0.75
  - Línea recta: x 1

Así, el LUSIVa se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{LUSIVa} = (\text{Score urbano} + \text{Score agrícola} + \text{Score industrial} + \text{Score tipología} + \text{Scores significativas}) \cdot \text{Confinamiento}$$

Para el cálculo de presiones agrícolas e industriales se utiliza la base de datos geográfica sobre la Ocupación del Suelo Corine Land Cover 2000. Está actualizada en el año 2000 y divide el

territorio en 49 categorías. Las cifras oficiales de población se obtienen a través del Instituto Nacional de Estadística.

#### **1.4. OBJETIVOS.**

Establecer la red de muestreo para el control operativo, que permita reducir el número de estaciones respecto a la red establecida para el programa de seguimiento tal que proporcione la información suficiente para evaluar el estado de cada uno de los indicadores de calidad correspondientes.

El elevado coste económico que supone realizar un muestreo mensual que incluye 101 estaciones de muestreo a lo largo del litoral valenciano exige un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos durante los cinco años de estudios establecidos. A través del estudio de los datos se propone una metodología que permita reducir el número de estaciones de muestreo de la red de monitoreo en la Comunitat Valenciana sin comprometer la consecución de los objetivos ambientales de estas masas.

Para corroborar que la selección de estaciones realizadas para el control operativo es correcta es necesario mantener la correlación de cada uno de los indicadores de estado (P90 de la clorofila *a* e Índice BQE Total para el fitoplancton) con el de presión respecto a las estaciones de la red de vigilancia. Las correlaciones han de ser elevadas tanto para el control de vigilancia como para el control operativo.

# CAPÍTULO 2

## ÁREA DE ESTUDIO: COMUNITAT VALENCIANA

El presente estudio se ha llevado a cabo en el litoral valenciano (figura 2.1). En este capítulo se describe tanto el marco administrativo, físico y biótico, así como las infraestructuras y las zonas protegidas presentes en el litoral de la Comunidad Valenciana.

### 2.1. MARCO ADMINISTRATIVO.

La Constitución Española declaró en su artículo 132.2 que son bienes de dominio público estatal, los así determinados por ley, y en todo caso, la zona marítimo-terrestre, las playas, el mar territorial, los recursos naturales de la zona económica y la plataforma continental.

El desarrollo de este artículo atribuyó al Estado la mayor parte de las competencias en tutela y gestión del litoral, estableciendo únicamente menciones genéricas a las Comunidades Autónomas. Así, algunas Comunidades Autónomas recurrieron la citada Ley, que dio lugar a que se reconocieran y confirmaran las competencias de las Comunidades Autónomas en tutela y gestión del litoral.

De esta manera, las Comunidades Autónomas adquieren competencias en materia de autorización de usos permitidos en la zona de servidumbre de protección y protección de ciertas áreas y vertidos, con sus correspondientes habilitaciones en orden a otorgar y controlar permisos, concesiones y autorizaciones. Por su parte la Administración del Estado se reserva las funciones en materia de deslindes, obras de interés general, gestión, tutelas y Policía, mientras que los Ayuntamientos asumen las competencias en informes sobre deslindes, solicitudes para ocupaciones, y el servicio de limpieza y salubridad.

En este marco, el Estatuto de Autonomía de la Comunidad Valenciana, atribuye la competencia exclusiva a la Generalitat en materia de *“Ordenación del territorio y del litoral, urbanismo y vivienda”*. Así, el Presidente de la Generalitat, asignó a la Consellería de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda las competencias en materia de medio ambiente, y en particular, *“el control de la calidad de las aguas y el ejercicio de las competencias autonómicas en materia de vertidos y de protección y control del litoral”*.

En particular, según el artículo 16 del mismo Decreto, es al Área de Calidad Ambiental al que corresponde “*el control de la calidad de las aguas y del litoral*”.

El artículo 2 de la DMA, define las "aguas costeras" como las aguas superficiales situadas hacia tierra desde una línea cuya totalidad de puntos se encuentra a una distancia de una milla náutica mar adentro desde el punto más próximo de la línea de base que sirve para medir la anchura de las aguas territoriales y que se extienden, en su caso, hasta el límite exterior de las aguas de transición.

El trazado de esta línea base recta utilizada para la delimitación de las aguas jurisdiccionales españolas, viene especificada en el Real Decreto 2510/1977, que desarrolla la Ley 20/1967.

Las aguas costeras de la Comunidad Valenciana se ven afectadas por dos Demarcaciones Hidrográficas, la del Júcar y la del Segura, y sus límites han quedado definidos mediante el Real Decreto 125/2007, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas.

El ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Júcar tiene como límite norte la línea con orientación 122,5° que pasa por el extremo meridional de la playa de Alcanar y como límite sur la línea con orientación 100° que pasa por el límite costero entre los términos municipales de Elche y Guardamar del Segura. Esta misma línea constituye el límite norte de la Demarcación Hidrográfica del Segura encontrándose su límite sur en la provincia de Almería.

De los 476 km de costa que tiene la Comunidad Valenciana, 425 Km corresponden a la Demarcación Hidrográfica del Júcar y 51 Km pertenecen a la Demarcación Hidrográfica del Segura.

## **2.2. MARCO FÍSICO.**

### **2.2.1. CLIMA.**

El clima dominante en la Comunidad Valenciana es de tipo mediterráneo. Dentro de él se podría distinguir tres subzonas. La primera comprendería la zona costera desde el límite con Cataluña hasta el final de la comarca de la Marina donde se daría un clima mediterráneo típico. En el interior de las provincias de Castellón, Valencia y el norte de Alicante se hace notar más la influencia continental y la mayor altitud. La temperatura es más baja y las precipitaciones mayores, siendo habituales las nevadas durante el invierno. En la zona sur de Alicante, desde el cabo de San Antonio hacia el sur, se dan unas condiciones de menor pluviometría y mayores temperaturas.

En general las precipitaciones presentan también un gradiente claro reduciéndose conforme se avanza hacia el sur de la Comunidad Valenciana. En la zona litoral es el cabo San Antonio un punto de ruptura pluviométrico, con registros superiores hacia el norte (CEAM, 2008).

### 2.2.2. CUENCAS HIDROGRÁFICAS.

Los ríos que atraviesan la Comunidad Valenciana están incluidos fundamentalmente en la demarcación de la Confederación Hidrográfica del Júcar y en mucha menor medida en las demarcaciones de las Confederaciones Hidrográficas del Segura y del Ebro (figura 2.1.).

Los ríos más importantes que atraviesan la Comunidad Valenciana incluidos dentro de la demarcación de la Confederación Hidrográfica del Júcar son los siguientes: Cenia, Mijares, Palancia, Turia, Júcar, Serpis y Vinalopó. De ellos el Cenia, Palancia, Serpis y Vinalopó tienen todo su curso dentro de la Comunidad Valenciana, mientras que Mijares, Turia y Júcar son compartidos con las Comunidades Autónomas limítrofes, Aragón y Castilla la Mancha. Todos estos ríos desembocan en el mar Mediterráneo en la costa de la Comunidad Valenciana.

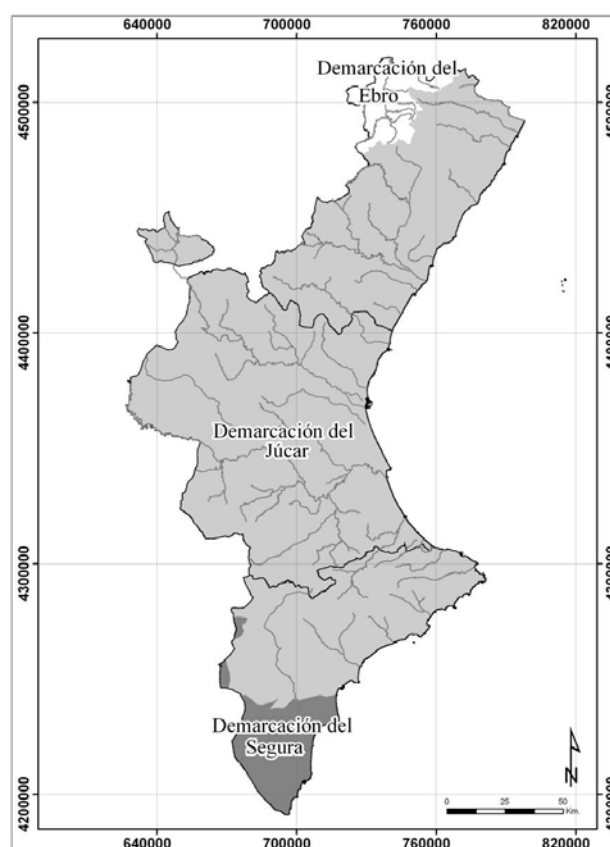


Figura 2.1. Demarcaciones de las cuencas hidrográficas de las Confederaciones Hidrográfica del Ebro, Júcar y Segura en la Comunidad Valenciana.

Los más importantes de la demarcación de la Confederación Hidrográfica del Ebro que tienen parte de su curso en la Comunidad Valenciana son el Bergantes, afluente del Guadalupe, y el Matarranya, afluente del Ebro por su margen derecha.

El río Segura atraviesa el sur de la provincia de Alicante desembocando en el mar Mediterráneo en el municipio de Torreveja.

Desde el punto de vista de las cuencas fluviales y los aportes continentales, el Cabo San Antonio es un punto de ruptura. En la zona norte las cuencas son mayores y reciben aportes continentales, bien en forma de río o acequias, mientras que al sur del cabo las cuencas fluviales son menores y los ríos existentes en el territorio no llevan agua en su salida al mar (Serra, 2005).

### **2.2.3. LITOLOGÍA.**

La litología de la Comunidad Valenciana está compuesta fundamentalmente por calcarenitas y margas, aunque también hay una proporción importante de calizas y material aluvial. Este último grupo se encuentra en los tramos finales de los ríos principales (Mijares, Turia, Júcar y Segura).

### **2.2.4. GEOGRAFÍA.**

Las cadenas montañosas que delimitan por el oeste la Comunidad Valenciana son los sistemas Ibérico y Bético.

El sistema Ibérico es el que ocupa más extensión de la frontera oeste abarcando las provincias de Castellón, Valencia y buena parte de Alicante. En este sistema nacen los ríos que aportan más recursos hídricos a la Comunidad Valenciana, Mijares, Turia y Júcar.

La frontera oeste del sur de la provincia de Alicante está ocupada por la parte final del sistema Bético, donde nacen los ríos Serpis y Vinalopó.

La llanura costera es una plataforma aluvial que se extiende a lo largo de la franja costera. Tiene más de 450 km de longitud y su mayor anchura es de 40 km. Está delimitada por el oeste por los sistemas Ibérico y Bético. En esta llanura costera está implantada la mayor parte de la agricultura de regadío y más del 85 % de la población de la Comunidad Valenciana.

En la Comunidad Valenciana se encuentran zonas húmedas denominadas marjales, que son extensas llanuras de inundación alimentadas fundamentalmente por aguas subterráneas y en menor medida por aguas superficiales.

De entre estas zonas húmedas destaca La Albufera, laguna situada dentro de un Parque Natural, declarado así por la legislación ambiental comunitaria (Decreto 89/1986). Este Parque Natural comprende 21.120 ha de zona húmeda de las que 2.443 ha corresponden a la laguna, que tiene una profundidad media de 0,88 m. El área que rodea al lago comprende grandes extensiones de arrozales y una hilera de dunas que la separa del mar Mediterráneo. Este humedal juega un papel fundamental en la migración de aves de Europa a África, siendo utilizado por más de 250 especies durante la migración, y anidando en la zona más de 90 especies.

### **2.2.5. USOS DEL SUELO EN EL LITORAL.**

Los usos del suelo varían ampliamente a lo largo del litoral.

Por lo que respecta a la agricultura, un sector económico actualmente en descenso en la Comunidad Valenciana y que en el 2009 está previsto que tan sólo represente un 1,9% del PIB, la franja litoral representa el 18% de la superficie dedicada a la agricultura, y el 31% de los cultivos de regadío.

Por lo que respecta a los cultivos de regadío la distribución es más o menos uniforme en la provincia de Valencia, en la de Alicante se concentra en el sur y en la de Castellón en la mitad sur y en el extremo norte. Los cultivos de secano son claramente minoritarios en el litoral de la provincia de Valencia, y presentan superficies similares en la de Castellón y Alicante.

Desde el punto de vista de las actividades industriales las mayores concentraciones en la provincia de Castellón se dan en torno a la capital, donde se concentra la industria cerámica, a ello hay que añadir la refinería, la planta de producción de caprolactama y la térmica existentes. En la provincia de Valencia las mayores concentraciones industriales se dan en las comarcas del Campo de Morvedre (Regasificadora, Térmica de Ciclo Combinado, Industria metálica,...) y la comarca de La Huerta (madera, mueble, alimentación, productos metálicos) y en menor medida en la Ribera Baja (alimentación). En la provincia de Alicante la actividad industrial se concentra en el sur de la provincia (calzado,...), aunque también hay una importante actividad industrial en el sector de la alimentación en las comarcas del norte de la provincia.

El uso residencial del suelo en la Comunidad Valenciana se concentra en el litoral. En primer lugar porque así ha sido históricamente, al estar concentrados en la costa los mejores suelos y los sistemas de regadío, y posteriormente por el desarrollo turístico del litoral. Castellón es claramente la provincia con menor densidad de población. Los usos residenciales del suelo se

concentran en torno a la capital, con desarrollos turísticos importantes en la zona norte de la provincia. En Valencia la mayor densidad de población se centra también en el ámbito de la capital y su conurbación, estando los desarrollos turísticos concentrados en el tramo que va del cabo de Cullera al límite de la provincia. En Alicante vuelve a darse el mayor asentamiento en el entorno de la capital, y los asentamientos turísticos se distribuyen por toda la costa, destacando la parte norte (Denia, Jávea, Benidorm...) y la sur, con el importante asentamiento turístico de Torrevieja.

### **2.2.6. MORFOLOGÍA LITORAL.**

La Comunidad Valenciana tiene una importante longitud de costa, del orden de 476 km. En sus aguas hay algunas islas pequeñas como las Columbretes o Tabarca. Las Columbretes son de origen volcánico y están deshabitadas, comprenden 2.500 ha de pequeñas islas y rocas emergentes. Estas islas constituyen el refugio de una gran diversidad de aves marinas y están protegidas por la legislación ambiental. La isla de Tabarca está situada a 11 millas de la ciudad de Alicante y está habitada. Actualmente alberga un complejo turístico, estando declarada Reserva Marina por la riqueza y diversidad de la vida marina que hay en sus aguas.

Los 476 km de costa de la Comunidad Valenciana incluyen elementos geomorfológicos de gran variedad, como playas, cordones dunares, acantilados y fondos de roca. Los sistemas terrestres alimentan al ambiente marino costero con materiales sedimentarios que incluyen arena, arcilla y grava. Estos materiales sedimentarios están constituidos por los aporte sólidos de los ríos que son dispersados a lo largo de la costa por las corrientes marinas. La corriente marina predominante tiene la dirección Norte-Sur, lo que permite que el río Ebro, que desemboca fuera de la Comunidad Valenciana sea la fuente principal de aporte de materiales sedimentarios (Díez, 1996).

Los ecosistemas costeros principales son dos, caracterizados por el tipo de substrato, costa arenosa con fondo blando y acantilados con fondo rocoso. La inestabilidad de la costa debida a la erosión marina ha hecho necesaria la construcción de estructuras artificiales de protección.

Geomorfológicamente la costa de la Comunidad Valenciana es diferente al norte y sur del cabo de San Antonio (Díez, 1996). Al norte la costa es de depósito, costa baja o playa, salpicada por pequeños retazos de acantilados bajos y/o costa rocosa baja. Al sur del cabo de San Antonio la configuración se invierte, predomina la costa acantilada alta y baja, así como



la rocosa baja, y retazos de costas bajas, playas, predominantes, sobre todo, al sur del cabo de Santa Pola (Serra, 2002; MEDOCC-BEACHMED, 2003).

### **2.2.7. CLIMA MARÍTIMO.**

#### **2.2.7.1. Corrientes.**

El litoral de la Comunidad Valenciana está situado en el oeste del Mediterráneo español, conformando el óvalo Valenciano, al norte, limitado entre el delta del Ebro y el cabo de San Antonio, mientras que al sur de esta formación se produce un cambio de la alineación de la costa.

La circulación marina en el Mediterráneo Occidental está forzada principalmente por los cambios de temperatura y salinidad del agua (circulación termohalina), aunque superficialmente puede verse modificada por los vientos, avenidas, temperatura, salinidad y el oleaje, fundamentalmente en las proximidades de la costa.

En las proximidades de la costa hay que añadir las irregularidades morfológicas de los fondos, y las variaciones de profundidad que provocan irregularidades en los flujos de corriente.

#### **2.2.7.2. Mareas.**

Las mareas hay que diferenciarlas entre las astronómicas y las meteorológicas. En el caso de las mareas astronómicas son clasificables como micromareas (Ibáñez et al., 1997; Rodríguez, 1982), con una carrera de marea inferior a los veinticinco centímetros, y no tienen efectos sobre las corrientes locales, excepto en bahías y zonas estuarinas, tanto por las bajas profundidades como por los efectos de intrusión. En el caso de las mareas meteorológicas, que incluso pudieran ser de mayor entidad, pueden llegar a alcanzar sobreelevaciones cercanas al metro, cuando no superiores, y descensos en el entorno de los veinticinco centímetros. Estas mareas no generan corrientes, ni las modifican en profundidad, pero son importantes desde el punto de vista de intrusión, inundaciones en la zona litoral y potencial efecto de cambios morfológicos en costas bajas.

#### **2.2.7.3. Oleaje.**

El oleaje, considerando el Mediterráneo como un mar habitualmente poco alterado, y bajo energéticamente, es importante como factor hidrodinámico, al ser generador de las corrientes locales por propagación, y fundamentalmente, por rotura, generando corrientes de retorno y de transporte sólido litoral, y en este caso con direcciones principales normal y paralelas a la costa, lo que ocasiona sentido contrario al general en el Mediterráneo.

Al norte del cabo de San Antonio predominan los oleajes del primer cuadrante, NE y E, siendo los más intensos y probables, respecto a su presentación, y causa de que el sentido neto de la corriente litoral sea norte-sur.

Al sur del cabo de San Antonio, consecuencia del fetch geográfico, son los oleajes de segundo y tercer cuadrante los más importantes para este frente litoral, siendo menos energéticos debido al mencionado fetch.

#### **2.2.7.4. Vientos.**

Los vientos dominantes en gran parte de la costa son los de componente NE y E, excepto al sur del cabo de San Antonio, donde el NE se cambiaría por el SE, uniéndose a los anteriores, y en todo el litoral los vientos de W, más intensos al norte del cabo (Serra y Medina, 1996).

Durante los meses de verano predomina el régimen de brisas, terrales y marinadas, en todo el litoral.

Los vientos del levante, juntos con los nordestes, se presentan principalmente en el otoño y primavera, siendo los responsables de los fuertes temporales, al igual que de las mareas meteorológicas positivas y acompañadas de fuertes precipitaciones.

#### **2.2.7.5. Transporte litoral.**

Desde el punto de vista del transporte litoral, el Cabo de San Antonio es una barrera natural que impide el transporte de sedimentos, ya que al norte del cabo es fácil encontrar partículas arenosas que provienen de la cuenca alta del río Ebro que es la fuente histórica de materiales que alimenta las costas al norte y sur del mismo (Díez, 1996, Serra, 1986), sin embargo al sur del cabo la influencia del Ebro resulta indetectable (Esteban, 1988).

#### **2.2.7.6. Temperatura.**

La temperatura de las aguas costeras está determinada básicamente por el nivel de insolación y la temperatura del aire y por la hidrografía, ya que ésta última permite a través del estancamiento el calentamiento de las aguas superficiales por el sol y con las grandes tormentas el descenso de la temperatura al introducir aguas profundas y frías en la costa. El rango de variación va desde unos 13° C en la época más fría hasta los más de 30° C que se pueden alcanzar en algunas playas durante el verano.

### **2.2.8. SALINIDAD.**

La salinidad en las costas de la Comunidad Valenciana es muy variable. Especialmente al norte del cabo San Antonio donde las entradas de aguas continentales son numerosas y variadas (salidas de humedales, lagunas, ríos, acequias de riego, surgencias de acuíferos). Ello hace que en esta zona la salinidad tienda a estar, especialmente en línea de costa, por debajo de los 37 g/kg en la mayor parte de ella. Al sur del cabo de San Antonio los aportes continentales son mucho más reducidos y por tanto las salinidades más altas aunque claramente inferiores a otras zonas del Mediterráneo por la influencia de las aguas del Atlántico.

## **2.3. MARCO BIÓTICO.**

### **2.3.1. FITOPLANCTON.**

La composición específica del fitoplancton sirve como indicador de los efectos de la eutrofización. El incremento de las concentraciones de nutrientes puede dar lugar a cambios en la composición específica del fitoplancton y a un aumento de la frecuencia, magnitud y duración de los “blooms”, así como los efectos potencialmente perjudiciales de los “blooms” tóxicos.

### **2.3.2. MACRÓFITAS.**

Las macrófitas comprenden a todas las plantas acuáticas pluricelulares, incluyen a musgos, hepáticas y fanerógamas, son componentes naturales de la mayoría de los ecosistemas acuáticos. Las ventajas del uso de macrófitas como indicadoras radican en que son estacionarias y su recolección es fácil debido a su tamaño y ubicación en el agua. El muestreo cualitativo de estos organismos incluye una observación visual y recolección de los tipos más representativos del área de estudio. La comunidad de macrófitas tienen influencia del clima, la geología y el tipo de substrato.

### **2.3.3. PECES.**

Este grupo, al ser el ápice de la cadena alimentaria, refleja efectos de contaminación directa e indirecta. Los peces tienen una gran movilidad dentro del ambiente acuático, lo cual supone que podemos encontrar organismos afectados por esta contaminación en zonas alejadas de la misma. Esta es una de las razones de que este grupo de biota no se tenga en consideración como bioindicador en la DMA para aguas costeras.

### **2.3.4. MACROINVERTEBRADOS.**

Los macroinvertebrados comprenden a los animales que en sus últimos estadios larvarios alcanzan un tamaño igual o mayor a 1mm. Las especies de invertebrados que caracterizan los fondos del litoral de la Comunidad Valenciana son moluscos, poliquetos, equinodermos (erizos) y crustáceos.

Cualquier tipo de substrato puede constituirse en hábitat adecuado para estos organismos incluyendo grava, piedra, arena, fango, detritus, plantas vasculares, algas filamentosas, troncos, etc. A consecuencia de su enorme diversidad es probable que algunos de ellos respondan a cualquier tipo de contaminación.

## **2.4. INFRAESTRUCTURAS.**

### **2.4.1. DESALINIZADORAS.**

En la actualidad tan sólo existen dos plantas que obtienen agua dulce desalando el agua de mar a través de un proceso de ósmosis inversa, son las de Jávea y Alicante.

### **2.4.2. EDARs-EMISARIOS.**

Los emisarios submarinos existentes en la Comunidad Valenciana son:

- Vinaroz
- Benicarló
- Peñíscola
- Alcala De Chivert
- Torreblanca
- Oropesa
- Benicasim
- Castellón
- Refinería BP
- Aguas Residuales Proquimed
- Canet De Berenguer
- Huerta Norte (Massalfassar)
- Polígono Industrial Del Mediterráneo (Albuixech)
- Vera (Alboraya)
- Pinedo (Valencia)
- 
- Saler (Valencia)
- Cullera
- Gandía
- Oliva
- Interfruit (Oliva)
- Denia
- Jávea (Playa De La Grava)
- Jávea (Playa Del Arenal)
- Moraira (Teulada)
- Calpe
- Cabo Huertas
- Albufereta
- Postiguet
- Tabarca
- Urbanova
- El Palmeral

### **2.4.3. PUERTOS Y/O DÁRSENAS PORTUARIAS.**

En las costas de la Comunidad Valenciana hay un total de 37 puertos y/o dársenas portuarias. Son los siguientes:

- Puerto de Vinaroz
- Puerto de Benicarló
- Puerto de Peñíscola
- Puerto deportivo "Las Fuentes"
- Puerto de Castellón
- Puerto de Burriana
- Puerto deportivo "Puerto Siles"
- Puerto de Sagunto
- Puerto deportivo "Puebla de Farnals"
- Dársena "Port Saplaya"
- Puerto de Valencia
- Dársena de El Perelló
- Puerto de Cullera
- Puerto de Gandía
- Dársena de Oliva
- Puerto de Denia
- Puerto de Jávea
- Puerto de Moraira
- Dársena "Les Basetes"
- Puerto de Calpe
- Puerto deportivo "Puerto Blanco"
- Puerto deportivo "Luis Campomanes"
- Dársena de La Galera
- Embarcadero La olla de Altea
- Puerto de Altea
- Puerto de Benidorm
- Puerto de Villajoyosa
- Dársena "La Isleta"
- Dársena "Costa Blanca"
- Varadero Real Club De Regatas
- Puerto de Alicante
- Puerto de Tabarca
- Puerto de Santa Pola
- Puerto de Torrevieja
- Dársena de Cabo Roig
- Dársena de Dehesa De Campoamor
- Dársena de Torre De La Horadada

De ellos cinco están bajo la administración del estado central y son:

- Castellón
- Sagunto
- Valencia
- Gandía
- Alicante

Todos los restantes son competencia de la Generalitat Valenciana.

#### **2.4.4. GRANJAS MARINAS.**

El descenso de las capturas pesqueras, debido a la sobreexplotación de los caladeros y a las restricciones puestas en marcha para garantizar su sostenibilidad, ha potenciado el desarrollo de la acuicultura. En nuestras costas la acuicultura se ha desarrollado básicamente a través del cultivo de peces marinos en jaulas flotantes en mar abierto. Las especies cultivadas son la dorada y la lubina. Las instalaciones para la cría de peces han experimentado un crecimiento evidente en los últimos años. Las actualmente existentes son:

- Piscimar
- Cultipeix S.L.
- Crimar
- Acuícola Marina S.L.
- Acuicultura del Mediterráneo S.A.
- Alevines del Mediterráneo S.L.
- Valenciana de Acuicultura S.A.
- Piscícola de Sagunto S.L.
- Safor
- Rumispain Producciones S.L.
- Actual de Inversiones S.L.
- Dorseval S.L.
- Basademar
- Gramamed
- Cudomar
- Promociones Marsans S.L.
- Delta del Vinalopó S.A.
- Bahía Santa Pola S.L.

- Martorres
- Cultivos Marinos Guardamar
- Alevines. Guardamar S.L.
- Finca Del Espigar
- Acuisan S.A.
- Tun. 2000
- Piscimed
- Doradas Del Mediterráneo
- SEA S.L.
- Balmar S.A

## **2.5. ZONAS PROTEGIDAS.**

### **2.5.1. ZONAS DE BAÑO.**

En las costas de la Comunidad Valenciana hay un total de 183 zonas de baño. Todas ellas en conjunto tienen una extensión lineal de 238,9 Km. y representan el 40% de toda la costa.

### **2.5.2. ZONAS RAMSAR.**

En el litoral de la Comunidad Valenciana hay cuatro zonas incluidas en el convenio RAMSAR (Convención sobre los Humedales, firmada en Ramsar, Irán, en 1971). Son:

- Prat de Cabanes – Torreblanca
- Albufera
- Salinas de Santa Pola
- Lagunas de La Mata – Torrevieja

### **2.5.3. PARQUES NATURALES.**

En el litoral de la Comunidad Valenciana las siguientes zonas han sido declaradas Parque Natural:

- Sierra de Irta (también es Reserva Natural)
- Prat de Cabanes- Torreblanca
- Albufera
- La Marjal de Pegó-Oliva
- Cabo de San Antonio- Montgó (también es Reserva Natural)
- Peñon de Ifach
- Sierra Helada y entorno litoral
- Salinas de Santa Pola
- Lagunas de La Mata y Torrevieja

### **2.5.4. RESERVAS MARINAS.**

En el litoral de la Comunidad Valenciana hay tres reservas marinas:

- La Reserva Marina de las Islas Columbretes - Reserva Marina de interés pesquero (que también es Reserva Natural) declarada como tal por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- La Reserva Marina de Tabarca, declarada por la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana.
- La Reserva Marina del Cabo de San Antonio, declarada por la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana.

### 2.5.5. ZONAS HÚMEDAS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA.

En el catálogo de zonas húmedas de la Comunidad Valenciana (GVA, 2002) constan las siguientes zonas en el litoral de la Comunidad Valenciana.

- Desembocadura del río de la Senia
- Marjal de Peñiscola
- Parque Natural del Prat de Cabanes – Torreblanca
- Desembocadura del río de les Coves
- Desembocadura del río Mijares (Burriana) – Almazora
- Clot de la Mare de Deu (Burriana)
- Marjal de Nules
- Marjal de Almenara
- Marjal del Moro (Puçol, Sagunto)
- Marjal de Rafalell y Vistavella
- La Albufera
- Desembocadura del río Júcar (Cullera)
- Marjal y estany de la ribera sur del Júcar
- Marjal de la Safor.
- Marjal Pego-Oliva
- Desembocadura del río Vaca (Xeraco)
- Desembocadura del río Bullens (Oliva)
- Desembocadura del río Molinell/Racons (Denia)
- Salinas de Calpe
- Desembocadura del río Algar (Altea)
- Saladar de Aigua Amarga (Alicante)
- Desembocadura del río Vinalopo.
- Salinas de Santa Pola
- Desembocadura del río Segura
- Meandros Abandonados del Segura
- Lagunas de la Mata – Torrevieja

Hay que apuntar que, desde el punto de vista de las zonas húmedas, el Cabo San Antonio es también un punto de ruptura. Los humedales situados al norte del cabo presentan aguas dulces mientras que al sur del cabo son saladares o salinas, o como mucho salobres.

### 2.5.6. ZONAS ZEPA.

Los estados miembros de la Unión Europea tienen la obligación de designar como ZEPA (Zonas de Especial Protección para las Aves) los territorios más adecuados en número y superficie para garantizar la conservación de las especies incluidas en el Anexo I de la Directiva 79/409/CEE.

En cumplimiento de esta obligación, la última propuesta efectuada por la Comunidad

Valenciana incluye un total de 18 zonas ZEPA, que con una superficie total de 268.666 Ha. suponen el 11,6% del territorio.

- Islotes de Tabarca
- Salinas de Santa Pola
- Islote de Benidorm Y peñas del Arabí
- Clot de Galvany
- Lagunas de La Mata Y Torrevieja
- Marjal de Pego – Oliva
- Prat de Cabanes
- Torreblanca
- Desembocadura río Mijares
- Islas Columbretes
- Marjal de Almenara
- La Albufera de Valencia
- Marjal del Moro (Puzol, Sagunto)

### 2.5.7. LICs

Los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) son todos aquellos ecosistemas protegidos con objeto de contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats

naturales y de la fauna y flora silvestres en el territorio consideradas prioritarias por la Directiva 92/43/CEE.

En cumplimiento de la Directiva 92/43/CEE se han declarado una serie de LICs en la Comunidad Valenciana. De ellos en el litoral se encuentran los siguientes:

- Islas Columbretes
- Marjal de Peñiscola
- Sierra de Irta
- Prat de Cabanes – Torreblanca
- Costa de Oropesa - Benicassim
- Desembocadura del río Mijares (Burriana)
- Marjal de Nules
- Alguers de Burriana – Nules - Moncofà
- Marjal de Almenara
- Marjal del Moro (Puçol, Sagunto)
- Albufera de Valencia
- Dunas de la Safor
- Marjal de la Safor (Gandia)
- La Almadrava (Denia)
- Montgo – Cabo de San Antonio
- Penyasegats de la Marina
- Peñon de Ifach
- Serra Gelada y litoral de la Marina Baja
- Cabo de l' Horta
- Tabarca
- Salinas de Santa Pola
- Dunas de Guardamar del Segura
- Lagunas de La Mata – Torrevieja
- Cabo Rojo (Orihuela)



# CAPÍTULO 3

## MATERIAL Y MÉTODOS

### 3.1. CAMPAÑAS DE MUESTREO

Para cumplir con el programa de vigilancia de las masas costeras de la Comunidad Valenciana, Durante el periodo agosto 2005 a Diciembre 2010 se toman muestras mensualmente en las estaciones del litoral de la Comunitat Valenciana desde la desembocadura del río Senia, el punto más septentrional de la Comunitat, hasta la Playa del Puerto Torre de la Horadada, el más meridional.

El número de estaciones operativas dentro de la red de vigilancia ha ido variando desde el inicio de los trabajos hasta la actualidad. Inicialmente (agosto 2005) se dividió el litoral costero valenciano en 15 masas de agua en función de zonas ecológicas e hitos geográficos, en el muestreo piloto se tomaron muestras en 134 estaciones, mientras que en este momento la red de las playas cuenta con aproximadamente 101 estaciones operativas entre las masas de agua costeras (78 estaciones) y portuarias (23 estaciones). En julio de 2008 se decidió modificar esta delimitación de las masas de agua en función de futuras transferencias de las competencias sobre las cuencas internas, esta nueva red de muestreo abarca el control de 18 masas de aguas costeras y 6 masas portuarias. Esta modificación en la red de seguimiento implica, para una correcta caracterización, una modificación de la red de las estaciones muestreadas añadiendo, suprimiendo o modificando alguna de ellas. Se opta por ubicar entre cuatro y cinco estaciones de muestreo en cada masa de agua, porque los resultados obtenidos en los trabajos realizados hasta la fecha muestran que ésta es la única manera de evitar que valores elevados que pueden darse esporádicamente sesguen completamente los resultados.

En la Tabla 3.1 se muestra los límites geográficos para cada una de las masas de agua costera.

<b>LÍMITES</b>	<b>MASA</b>
<b>Límite C.V.-Sierra de Irta</b>	<b>001</b>
<b>Sierra de Irta</b>	<b>002</b>
<b>Sierra de Irta-Cabo de Oropesa</b>	<b>003</b>
<b>Cabo de Oropesa-Burriana</b>	<b>004</b>
<b>Burriana-Canet</b>	<b>005</b>
<b>Costa Norte de Valencia</b>	<b>007</b>
<b>Puerto de Valencia-Cabo de Cullera</b>	<b>008</b>
<b>Cabo Cullera-Puerto de Gandía</b>	<b>009</b>
<b>Puerto de Gandía-Cabo de San Antonio</b>	<b>010</b>
<b>Cabo San Antonio-Punta de Moraira</b>	<b>011</b>
<b>Punta de Moraira-Peñón de Ifach</b>	<b>012</b>
<b>Peñón de Ifach-Punta de les Caletes</b>	<b>013</b>
<b>Punta de les Caletes-barranco de Aguas de Busot</b>	<b>014</b>
<b>Barranco de Aguas de Busot-Cabo Huertas</b>	<b>015</b>
<b>Cabo Huertas-Santa Pola</b>	<b>016</b>
<b>Santa Pola-Guardamar del Segura</b>	<b>017</b>
<b>Guardamar del Segura-Cabo Cervera</b>	<b>018</b>
<b>Cabo Cervera-Límite C.V.</b>	<b>019</b>

Tabla 3.1: Límites geográficos para cada una de las masas en que se ha dividido la Comunidad Valenciana

En la Figura 3.1 se muestran las 18 masas de aguas de la Comunidad Valenciana con sus límites correspondientes.

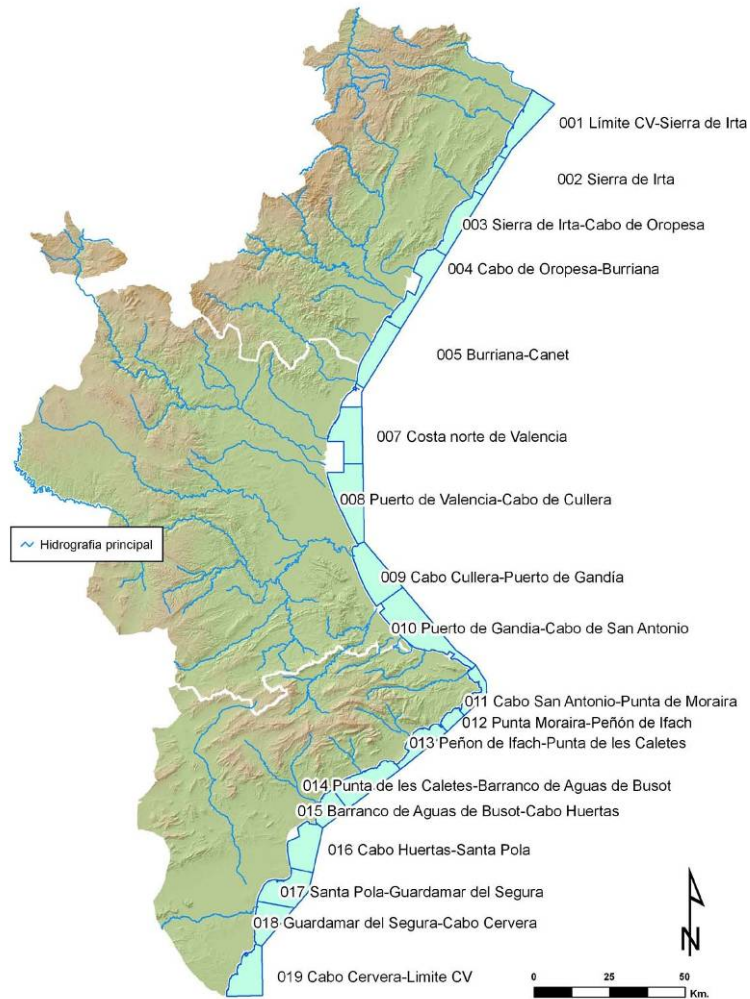


Figura 3.1: Delimitación de las masas de agua costeras de la Comunidad Valenciana

A continuación se describe para cada una de las 18 masas de agua costera en que se ha dividido la Comunidad Valenciana aquellos elementos presentes en el medio que pueden afectar a la calidad fisicoquímica y biológica del agua.

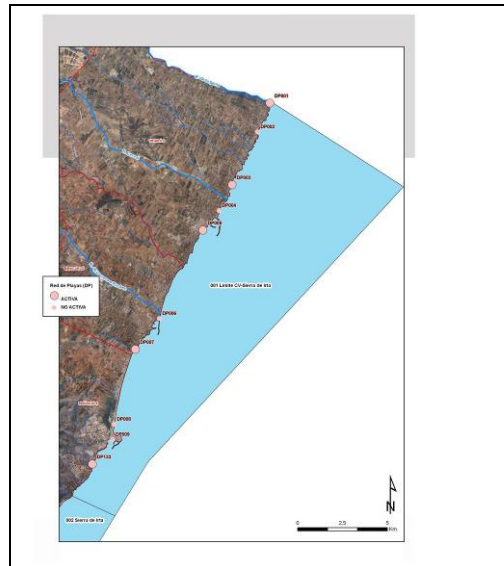


Figura 3.2: Masa 001, Límite de CV-Sierra de Irta

### Masa 001. Límite C.V.-Sierra de Irta

En esta masa, que comprende los municipios de Vinaroz, Benicarló y parte del de Peñíscola, vierten los cauces siguientes: acequia del Rey, barranco de Aigua Oliva, barranco de Barbiguera, barranco de les Salines, barranco de Llanetes, barranco de Polpís, barranco de San Antonio, barranco del Obús, barranco del Pinar, barranco del Saldonar, barranco del Triador, río de la Sénia, río Cervol y barranco de Cervera o río Sec. Además contamos con la existencia de los puertos de Vinaroz, Benicarló y Peñíscola.



Figura 3.3: Masa 002, Sierra de Irta y masa 003, Sierra de Irta-Cabo de Oropesa

### Masa 002. Sierra de Irta

En esta masa, que comprende parte del municipio de Peñíscola y parte del de Alcalà de Xivert, vierten los cauces siguientes: barranco de Escucha, barranco de Irta, barranco de la Fuente de la Parra, barranco de la Torre Nova, barranco de Malentivet, barranco de Manyes, barranco de Narciso, barranco de Rodas, barranco de Veleta, barranco del Garrofero, barranco del Volante y barranco del Xocolatero. Además contamos con la existencia del puerto deportivo las Fuentes.

### Masa 003. Sierra de Irta-Cabo de Oropesa

En esta masa, que comprende una parte del municipio de Alcalà de Xivert, y los municipios de Torreblanca, Cabanes y parte del de Oropesa del Mar, vierten los cauces siguientes: gola del Trenc o acequia Madre, golas de la marjal de Cabanes, barranco de la Renega, barranco de la Rampuda, barranco del Diablo, barranco del Estopet, río Chinchilla, río de Sant Miquel o río de les Coves. Además contamos con la existencia del puerto deportivo de Oropesa.

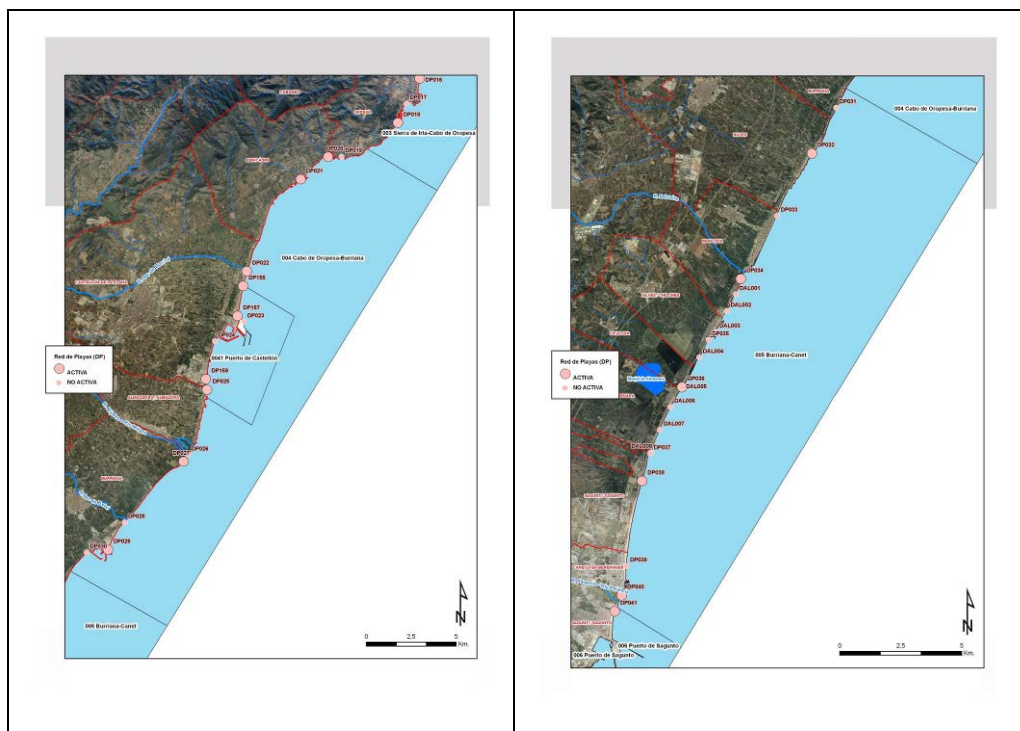


Figura 3.4: Masa 004, Cabo de Oropesa-Burriana, masa 005, Burriana-Canet

### Masa 004. Cabo de Oropesa-Burriana

En esta masa que comprende los municipios de, una parte del de Oropesa del Mar, Benicasim, Castelló de la Plana, parte del de Almazora y parte del de Burriana, vierten los cauces siguientes: acequia de la Travesera, acequia d'en Trilles, acequia Fill, acequia de Brega,

acequia de Vellet, acequia Vinatxell, acequia de Mirralles, acequia de Villamargo, río Sec de Betxi, acequia de Pinello, barranco de Cantallops, barranco de Farches, gola de Carabiners, río Millars y río Sec de Borriol. Además contamos con la existencia del puerto de Burriana. En el interior de esta masa de agua se encuentra la masa 0041-puerto de Castellón.

### Masa 005. Burriana-Canet

En esta masa que comprende los municipios de, una parte del de Burriana, Nules, Moncofa, Xilxes, La Llosa, Almenara, Canet d'en Berenger, y parte del de Sagunt vierten los cauces siguientes: río Belcaire, gola de Queralt, río Palancia, gola de Almenara, gola de la Marjalería, gola de Quartell, gola de Queralt, río Belcaire y río Palancia. Además contamos con la existencia del puerto deportivo de puerto Siles.

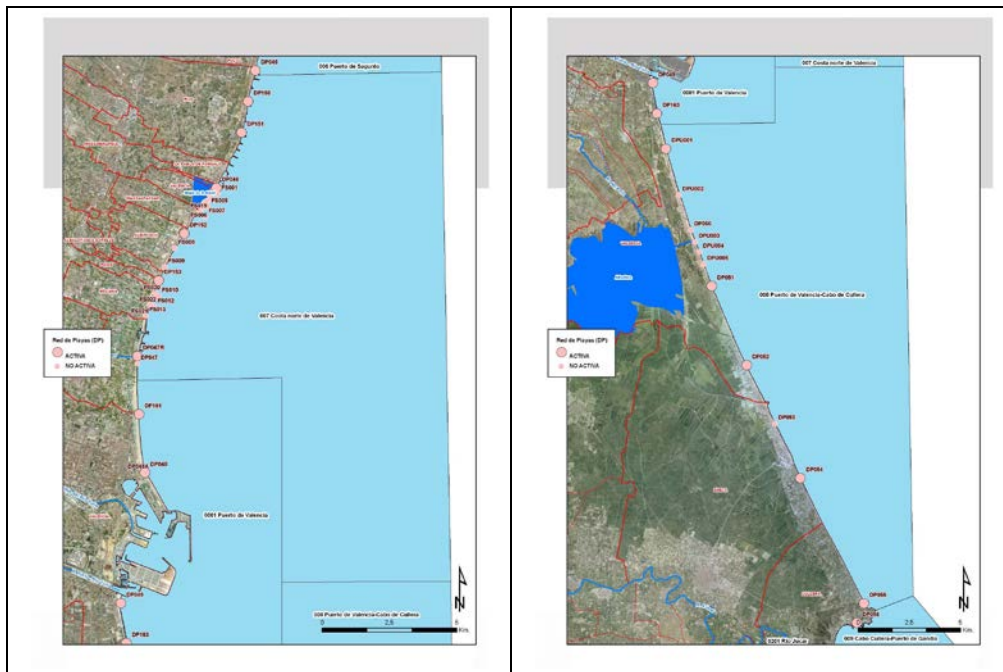


Figura 3.5: Masa 007, Costa norte de Valencia, masa 008, Puerto de Valencia-Cabo de Cullera

### Masa 007. Costa Norte de Valencia

En esta masa, que comprende los municipios de El Puig, Pobra de Farnals, Massamagrell, Massalfassar, Albuixech, Albalat dels Sorells, Foyos, Meliana, parte del de Alboraya y parte del de Valencia, vierten los cauces siguientes: acequia de las Eras, gola de la Torre, acequia del Esquerro, Braç del Mig, acequia de la Fila, acequia del Roll, acequia Mitjera, acequia Sangonera, acequia Nova, acequia de Sant Vicent, acequia de la Marquesa, barranco del Carraixet y acequia del Mar. Además contamos con la existencia del puerto deportivo de Puebla de Farnals y la dársena de Port Saplaya.



### Masa 008. Puerto de Valencia-Cabo de Cullera

En esta masa que comprende una parte del municipio de Valencia, el municipio de Sueca y parte del de Cullera, vierten los cauces siguientes: gola de Pujol, gola del Perellonet, gola del Perelló, gola del Rey y acequia de San Llorenç. Además contamos con la existencia de la dársena del Perelló.

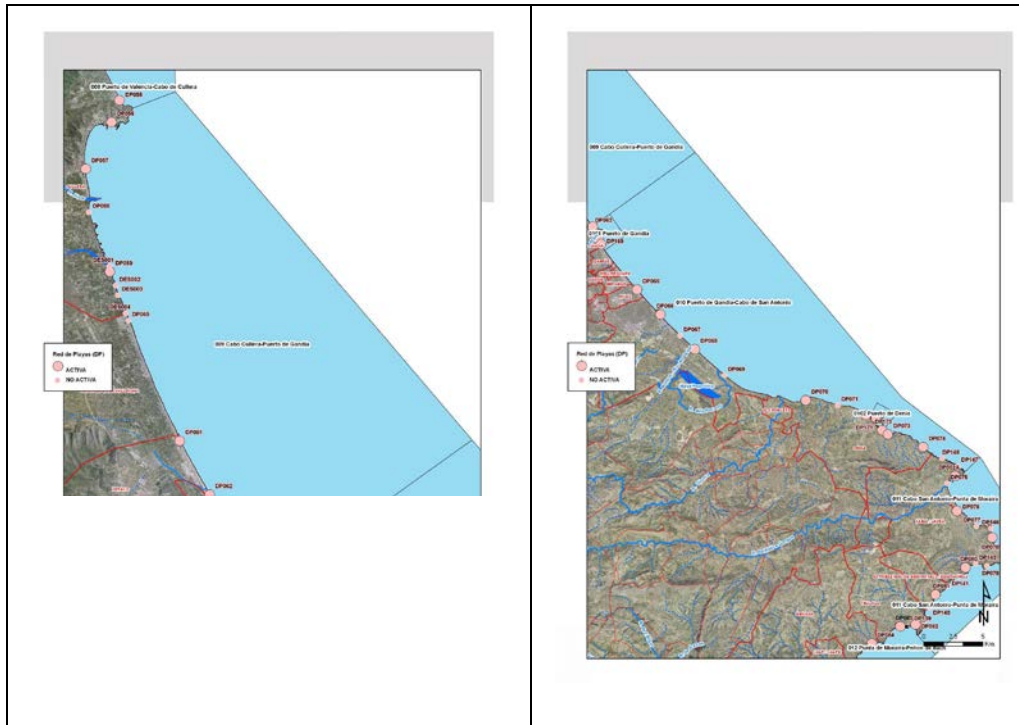


Figura 3.6: Masa 009, Cabo de Cullera-Puerto de Gandia, masa 010, Puerto de Gandia-Cabo de San Antonio

### Masa 009. Cabo Cullera-Puerto de Gandia

En esta masa, que comprende los municipios de parte del de Cullera, Tavernes de la Valligna, Xeraco y parte del de Gandia, vierten los cauces siguientes: acequia de la Ratlla, gola del Gat, acequia Terranova, acequia Madre, canal Playanova, barranco de Palomes, gola del Estany Gran, río Xeraco y río Xúquer. Además contamos con la existencia del puerto de Cullera.

### Masa 010. Puerto de Gandia-Cabo de San Antonio

En esta masa, que comprende los municipios de Daimús, Guardamar, Bellreguard, Miramar, Piles, Oliva, Denia, Els Poblets y parte del de Jávea, vierten los cauces siguientes: barranco de la Alberca, barranco de la Cruz, barranco de Santa Lucia, barranco del Alter, barranco del Assagador, barranco del Lambochar, barranco del Nap, barranco del Regajo, barranco la Recona, barranco Portelles, gola de la Marjal, gola del Gat, río del Molinell, río Girona, río

Vedat o Bullent y río Molinell o Racons. Además contamos con la existencia de la dársena de Oliva.

Esta masa de agua posee en su parte norte la masa 0101-Puerto de Gandia y en su parte sur la masa 0102-Puerto de Denia.

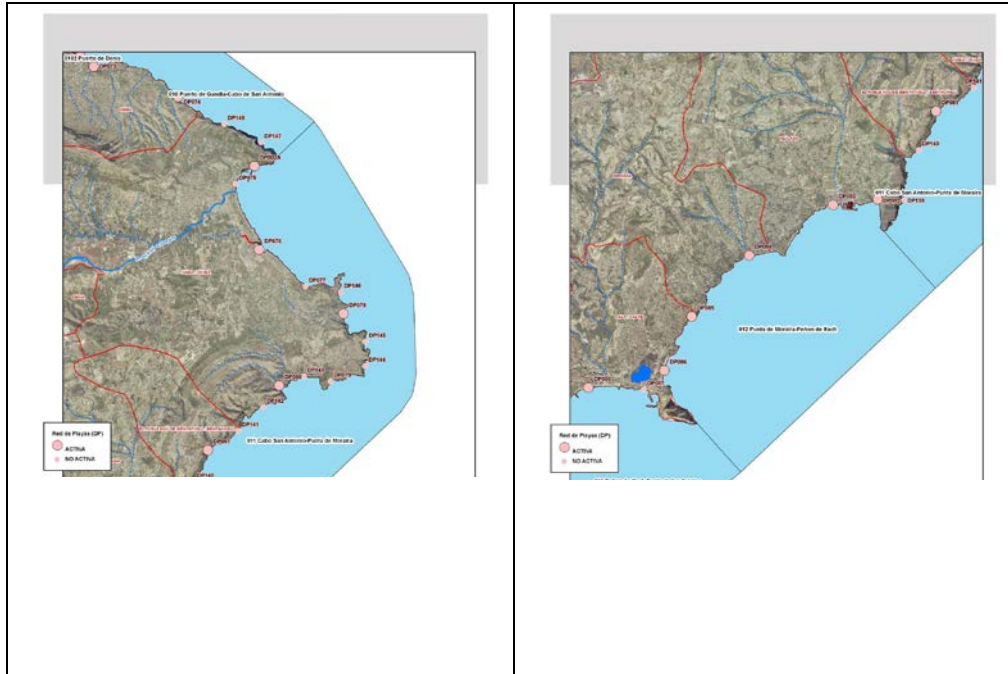


Figura 3.7: Masa 011, Cabo de San Antonio-Punta de Moraira, masa 012, Punta de Moraira-Peñón de Ifach

### **Masa 011. Cabo San Antonio-Punta de Moraira**

En esta masa, que comprende los municipios de parte del de Jávea, Benitachell y parte del de Teulada, vierten los cauces siguientes: canal de Fontana, barranco cala de la Granadella, barranco cala de Portixol, barranco de la Viuda y río Xalo o Gorgos. Además contamos con la existencia del puerto de Jávea y de la dársena Fontana.

### **Masa 012. Punta de Moraira-Peñón de Ifach**

En esta masa, que comprende los municipios de parte del de Teulada, Benissa y parte del de Calpe, vierten los cauces siguientes: barranco cala del Baladrar y barranco de Les Sorts. Además contamos con la existencia del puerto de Moraira y de la dársena “Les Bassetes”.



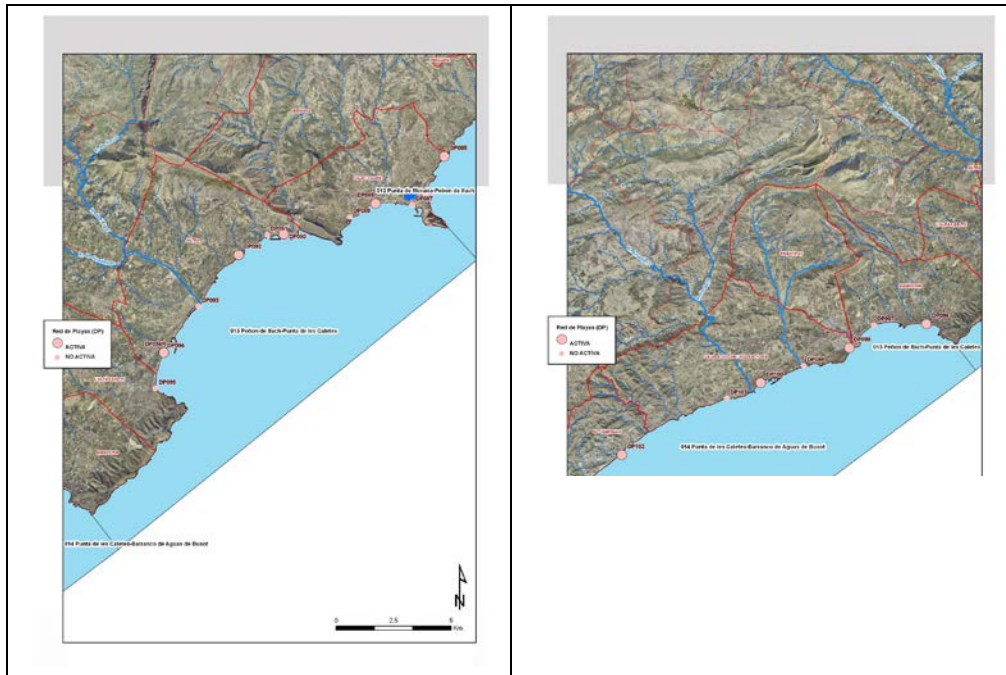


Figura 3.8: Masa 013, Peñón de Ifach-Punta de les Caletes, masa 014, Punta de les Caletes-Barranco de Aguas de Busot

### **Masa 013. Peñón de Ifach-Punta de les Caletes**

En esta masa, que comprende los municipios de parte del de Calpe, Altea, Alfàs del Pi y parte del de Benidorm, vierten los cauces siguientes: barranco de Braña, barranco de Soler, barranco del Clot de Mingot, barranco del Gort, barranco dels Arcs, barranco Salado y río de l'Algar. Además contamos con la existencia del puerto de Calpe, puerto deportivo puerto Blanco, puerto deportivo Luis Campomanes, dársena de la Galera, Embarcadero L'Olla d'Altea y puerto de Altea.

### **Masa 014. Punta de les Caletes-Barranco de Aguas de Busot**

En esta masa, que comprende los municipios de parte del de Benidorm, Finestrat, Villajoyosa y parte del de El Campello, vierten los cauces siguientes: barranco d'Aigües, barranco de Barceló, barranco de la Cala del Tío Ximo, barranco del Carritxar, barranco de Baeza, barranco de Cala Lanuza, barranco de Foietes, barranco de la Cala, barranco de Rajarell, barranco del Murtal, barranco del Xixo, río Amadorio y río Torres. Además contamos con la existencia del puerto de Benidorm, puerto de la Villajoyosa y puerto Llop Mari.

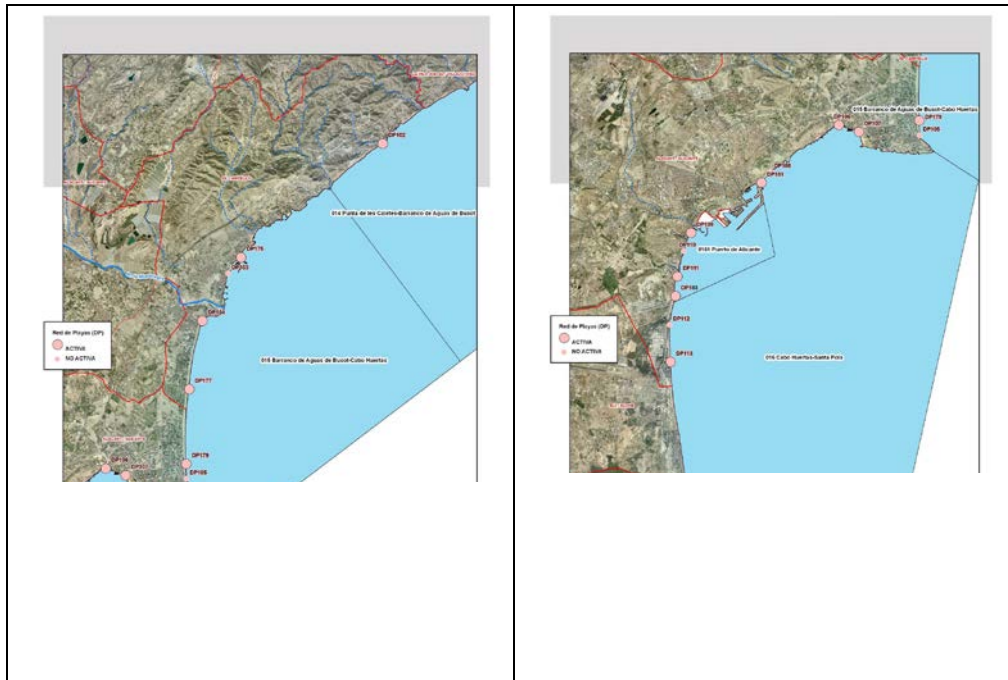


Figura 3.9: Masa 015, Barranco de Aguas de Busot-Cabo de Huertas, masa 016, Cabo de Huertas-Santa Pola

### **Masa 015. Barranco de Aguas de Busot-Cabo Huertas**

En esta masa, que comprende los municipios de parte del de Campello y parte del de Alicante, vierten los cauces siguientes: barranco de Cala Amerador y río Montnegre. Además contamos con la existencia de la dársena La Illeta.

### **Masa 016. Cabo Huertas-Santa Pola**

En esta masa, que comprende los municipios de parte del de Alicante y Elche, vierten los cauces siguientes: canal Virgen del Pilar, barranco de las Ovejas y barranco de Agua Amarga. Además contamos con la existencia de la dársena Costa Blanca.

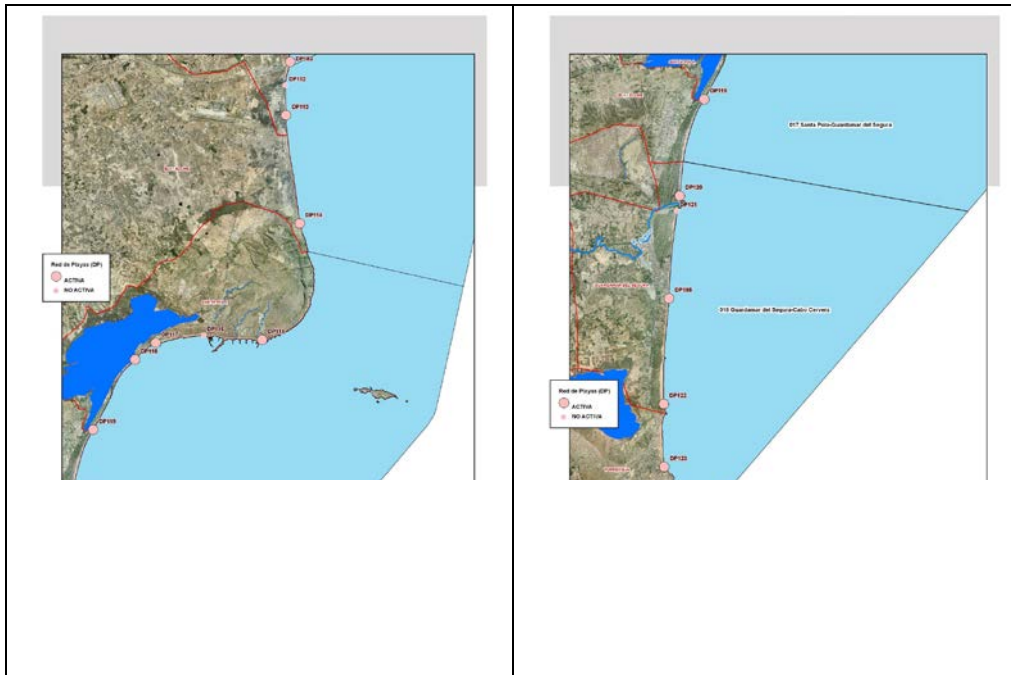


Figura 3.10: Masa 017, Santa Pola-Guardamar del Segura, masa 018 Guardamar del Segura-Cabo Cervera

### **Masa 017. Santa Pola-Guardamar del Segura**

En esta masa, que comprende el municipio de Santa Pola, vierte el canal de la salina de Santa Pola. Además contamos con la existencia del puerto de Santa Pola y puerto de Tabarca.

### **Masa 018. Guardamar del Segura-Cabo Cervera**

En esta masa, que comprende los municipios de Guardamar del Segura y parte del de Torrevieja, vierte el cauce del río Segura. Además contamos con la existencia del puerto de Guardamar.

### **Masa 019. Cabo Cervera-Limite C.V.**

En esta masa, que comprende los municipios de parte del de Torrevieja, Orihuela y Pilar de la Horadada, vierten los cauces siguientes: barranco cala de la Higuera, barranco cala de la Zorra, barranco de Cala Rincón, barranco de Cañada Hermosa, barranco Rubio, barranco de la Glea y río Seco. Además contamos con la existencia del puerto de Torrevieja, dársena de Cabo Roig, dársena de Dehesa de Campoamor y dársena de Torre de la Horadada.



Figura 3.11: Masa 019 Cabo Cervera-Límite CV

### 3.2. TOMA DE MUESTRA

Las muestras de agua se toman en la columna de agua a 10 cm de profundidad y tras la línea de rompientes de las olas. De esta forma se evita extraer la muestra en zonas donde la resuspensión del sedimento, por efecto del oleaje, pueda afectar a la calidad bioquímica del agua. En campañas con una baja agitación, en las cuales no se distingue la línea de rompientes, se toma la muestra cuando la playa alcanza una profundidad de 1m aproximadamente.

Se efectúa en 2 tipos diferentes de recipientes en función del análisis a realizar. Se utilizan botellas de 2 litros de polietileno de alta densidad para la determinación de nutrientes, clorofila *a* y salinidad y botellas de vidrio de 125 mL para el recuento de comunidades fitoplanctónicas.

### 3.3. CADENA DE CUSTODIA

Una vez recogidas las muestras se trasladan refrigeradas al laboratorio en un tiempo que nunca supera las 12 horas desde su recogida hasta su tratamiento.

En el laboratorio las muestras se subdividen en distintas alícuotas para la determinación de los distintos parámetros debido a la diferente manera de conservación de cada uno de ellos (APHA, 1998).

- Fósforo total: 100 mL de muestra se trasvasa a botellas de plástico y se conservan en nevera hasta su posterior análisis. 800 mL de muestra se filtran a través de filtros de acetato de celulosa de 0,45 (Millipore HAWP de 47 mm de diámetro). Del filtrado se toman distintas alícuotas que se utilizaron para:
- Nitritos y amonio: Se determinan inmediatamente.
- Ácido ortosilícico: 100 mL del filtrado se guardan congelados a -20°C hasta su análisis posterior.
- Nitratos: Se trasvasa 100 mL del filtrado a botellas de plástico que contienen la cantidad necesaria de ácido sulfúrico concentrado para alcanzar un pH de 1,5-2 y se conservan en nevera hasta su posterior determinación.
- Clorofila *a*: 800 mL de muestra se filtran a través de filtros de acetato de celulosa de 0.45 µm (Millipore HAWP de 47 mm de diámetro) y se almacenan a - 20°C hasta su posterior análisis.
- Salinidad: Con la muestra filtrada de la determinación de la clorofila *a* se determina la salinidad.
- Recuentos fitoplanctónicos: En el mismo momento de la recogida de muestra ésta es fijada con el fin de paralizar el proceso de autólisis celular que se produce de forma espontánea en la muerte celular. El fijador más apropiado para las técnicas de microscopia de epifluorescencia por no provocar pérdidas de fluorescencia en las células fitoplanctónicas es el glutaraldehído (Wilde et al., 1979; Tsuji y Yanagita, 1981). El volumen de glutaraldehído que se adiciona a la muestra es el necesario para alcanzar una concentración final del 2% (Sournia, 1978). A estas concentraciones finales, todas las bacterias y células fitoplanctónicas quedan intactas después de los procesos de secado (Paerl y Shimp, 1973). Una vez fijadas las muestras son almacenadas en nevera a 4°C y en oscuridad hasta su posterior análisis.

### **3.4. METODOLOGÍA ANALÍTICA**

A continuación se describen los métodos analíticos para la determinación de los siguientes parámetros:

#### **3.4.1. FÓSFORO TOTAL**

La determinación del fósforo total se realiza basándose en el método de digestión desarrollado para aguas por Valderrama (1981) donde todo el fósforo se transforma en fósforo soluble

reactivo (PSR). Se utilizan reactivos de grado analítico suprapur y P.A. Del mismo modo, se utiliza agua ultrapura obtenida con un equipo de purificación de agua Milli-Q 185 Plus.

Para la digestión, 20mL de muestra se mezclan con un reactivo formado por 40ml de agua ultrapura, 1g de persulfato potásico y 8mL de solución digestiva (30g de ácido bórico en 350mL de hidróxido sódico 1 N, a la que se añade 50g de persulfato potásico y se lleva a 1 L con agua).

Los frascos utilizados para realizar la digestión en el autoclave han de ser previamente “digeridos en blanco” (20ml de agua ultrapura (milli-Q) y 4ml de reactivo al autoclave).

Una vez tenemos la muestra preparada se lleva a un Autoclave P Selecta Austester-E a una temperatura de 121°C durante 1 hora (Figura 3.12).

Transcurrido este tiempo, se deja enfriar y se congela hasta su análisis posterior, en el que se determina el PSR formado utilizando un autoanalizador de flujo continuo segmentado por aire, Alliance Instruments Integral Futura (Figura 3.12).

La determinación del fósforo soluble reactivo (PSR) se realiza siguiendo el método de Murphy y Riley (1962) que consiste en provocar la formación de un complejo fosfomolibdico de color azul mediante la adición de molibdato amónico en medio ácido. El molibdato de amonio y el tartrato de antimonio y potasio reaccionan con el ortofosfato en un medio ácido para formar un complejo de fosfomolibdato de antimonio, el cual es reducido a azul de molibdeno por el ácido ascórbico (APHA, 1998).

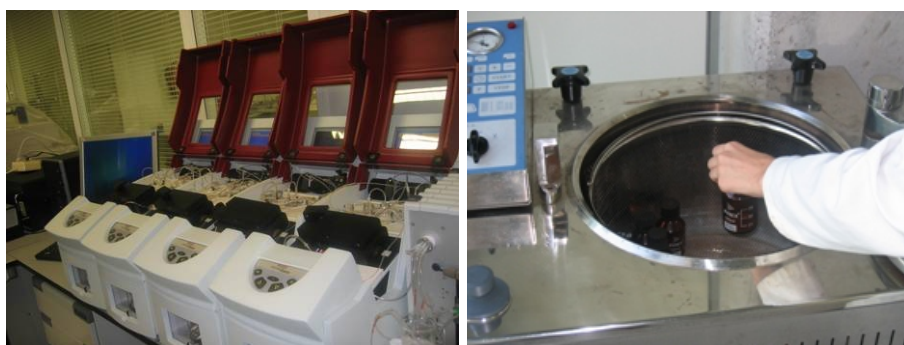


Figura 3.12: Autoanalizador de flujo continuo y autoclave

### 3.4.2. NITRITOS Y AMONIO

La determinación del amonio se basa en la reacción de Berthelot. En medio alcalino el amonio disuelto reacciona con el hipoclorito formando una monocloramina. Este compuesto en presencia de fenol y un exceso de hipoclorito da lugar a la formación de azul de indofenol.

El ión nitroprusiato cataliza la reacción. La adición de citrato trisódico elimina la interferencia de Ca y Mg (Solórzano, 1969).

Para la determinación del nitrito se ha utilizado el método de análisis de aguas de Shinn (1941) adaptado para agua de mar por Bendschneider y Robinson (1952) que se basa en la reacción del ión nitrito con la sulfanilamida en medio ácido, produciéndose un diazocompuesto que forma un compuesto de color rosado con la N-naftiletilendiamina.

### **3.4.3. NITRATOS**

La determinación de este analito se basa en la reducción de los nitratos a nitritos en una columna reductora de Cu/Cd en medio básico (pH=8,5). Posteriormente el nitrito se determina utilizando el método de análisis de aguas de Shinn (1941) adaptado para el agua de mar por Bendschneider y Robinson (1952) descrito anteriormente.

### **3.4.4. ÁCIDO ORTOSILÍCICO**

Se utiliza el método descrito por Strickland y Parsons (1972) que sigue el método de valoración de ácido ortosilícico en agua de mar de Mullin y Riley (1955). El método recurre a la formación a pH 1-2 de un complejo entre el molibdato amónico y las formas monómera o dímera del ácido ortosilícico. La reducción de este último con metanol formando un complejo azul es susceptible de determinación colorimétrica.

### **3.4.5. CLOROFILA A**

Se utiliza el método tricromático basado en espectroscopia visible para determinar la concentración de clorofila *a* (APHA, 1998). Para ello, las membranas de acetato de celulosa empleadas para filtrar las muestras se congelan con la finalidad de romper las células. Posteriormente los filtros se introducen en 6 mL de acetona al 90% en agua con el 1% en carbonato cálcico. Se determina la densidad óptica del extracto a distintas longitudes de onda: 630, 647 y 664 nm, para determinar el contenido pigmentario, y a 750 nm para determinar la densidad óptica no debida a la clorofila *a*. Para los cálculos de la concentración se utilizan las ecuaciones de Jeffrey y Humprey (1975).



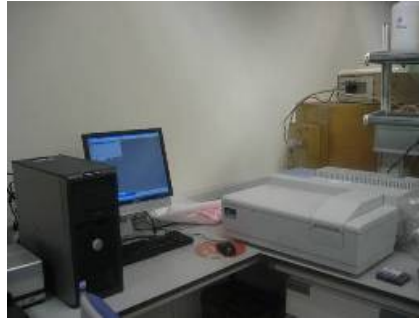


Figura 3.13: Espectro de absorción UV-Visible

### 3.4.6. SALINIDAD

La salinidad de las muestras se determina con un conductímetro de inducción Salinometer Portasal Guildline 8410 A (Figura 3.14), calibrado con los patrones adecuados (I.A.P.S.O. Standard Seawater, Ocean Scientific International, Ltd, K15= 0,99986, S= 34,995‰).



Figura 3.14: Salinómetro (conductímetro de inducción) para determinar la salinidad de las muestra

### 3.4.7. RECUEENTOS FITOPLANCTÓNICOS.

Los recuentos de las comunidades fitoplanctónicas se realizan por el método de microscopía de epifluorescencia. Una vez fijadas las muestras éstas son homogeneizadas con el fin de resuspender y separar las partículas que pueden haber sedimentado en la botella y evitar que se formen agregados entre las algas. Posteriormente, las muestras son filtradas con membranas de policarbonato de tamaño de poro uniforme de 0,2  $\mu\text{m}$  (Millipore GTTP de  $\text{\O}$  25mm). Si el tamaño de poro en la membrana no es uniforme los organismos más grandes que un tamaño de poro determinado pueden quedar embebidos en la membrana en vez de sobre la misma (Paerl y Shimp, 1973).



El filtrado se realiza con una bomba de vacío manual (modelo Mityvac KARTELL). La filtración se produce a una presión comprendida entre 5 y 10 Kpa (Kuuppo-Leinikki y Kuosa, 1989; MacIsaac y Stockner, 1993) con el fin de obtener una buena distribución de las células sobre la membrana, tener una alta eficiencia de recolección y evitar que se produzcan procesos de deformaciones estructurales en los organismos.



Figura 3.15: Proceso de filtración de las muestras para los recuentos fitoplanctónicos

Una vez filtrada la muestra ésta es lavada con 5 mL de agua bidestilada para eliminar las posibles sales que puedan haberse quedado retenidas en la membrana.

Con la muestra filtrada se procede a hacer los recuentos de las comunidades fitoplanctónicas por microscopía de epifluorescencia (figura 3.16). El microscopio utilizado es un Leica DM2500 que lleva acoplado una cámara de color y de ultra alta resolución (12 Megapíxeles), con técnica de múltiples disparos para adquirir imágenes.

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



Figura 3.16: Recuentos fitoplanctónicos por microscopía de epifluorescencia



# CAPÍTULO 4

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inicialmente se presenta la metodología aplicada a las 18 masas de agua costeras por la que se consigue reducir el número de estaciones, posteriormente se aplica esta metodología en cada una de las masas de agua costeras de la Comunitat Valenciana y finalmente se evalúan los resultados obtenidos para dichas masas, analizando la relación entre diversos índices de estado y de presión antes y después de la reducción espacial.

## 4.1. METODOLOGÍA PARA LA REDUCCIÓN ESPACIAL DEL NÚMERO DE ESTACIONES DE MUESTREO.

### 4.1.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

Para reducir el número de estaciones de una masa de agua se escogen las estaciones más representativas de la misma. Para ello se lleva a cabo un exhaustivo análisis estadístico en el que se evalúa:

- La dispersión de los datos a través de la desviación estándar.

Se calcula la desviación estándar de las 78 estaciones que componen la red actual de estaciones de muestreo en masas de agua costeras y la desviación estándar de cada una de las masas de agua para cada uno de los parámetros fisicoquímicos y clorofila a que se han descrito anteriormente.

La desviación estándar, es la raíz cuadrada de la varianza, y ambas son medidas de dispersión de gran utilidad en la estadística descriptiva. Junto con este valor, la desviación típica es una medida (cuadrática) que informa de la media de distancias que tienen los datos respecto de su media aritmética, expresada en las mismas unidades que la variable.

Para conocer con detalle un conjunto de datos, no basta con conocer las medidas de tendencia central, sino que necesitamos conocer también la desviación que representan los datos en su distribución respecto de la media aritmética de dicha distribución, con objeto de tener una visión de los mismos más acorde con la realidad al momento de describirlos e interpretarlos para la toma de decisiones.

- Variabilidad interanual de los valores de clorofila a y salinidad.

Son los aportes de origen continental, en muchos casos, los que pueden ser determinantes del estado trófico del sistema, especialmente en las zonas marinas más oligotróficas como el Mediterráneo (Krom et al., 1991; Vollenweider et al., 1996; Estrada, 1996; Thingstad et al., 1998; Moutin et al., 1998; Romero, 2004). Para comprobar que la variabilidad de los niveles de clorofila a (como medida de eutrofia en la masa costera) está relacionada con la variación de aportes continentales de una manera rápida y gráfica, se representa mediante un diagrama de barras la salinidad y la clorofila a para cada estación y cada masa de agua para las cinco anualidades objeto de estudio.

- Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica.

Como se ha comentado con anterioridad, actualmente la calidad ecológica para las aguas costeras utilizando fitoplancton como elemento de calidad biológica solo está definido para la biomasa, utilizando para ello la clorofila *a* como parámetro indicador de estado ecológico.

En primer lugar se analiza la clasificación ecológica (definida para el percentil 90) de cada una de las estaciones y cada una de las masas en cada anualidad y en el global de las cinco anualidades.

Se considera que las estaciones más sensibles de sufrir un cambio de estado ecológico son aquellas que se encuentran próximas a los umbrales que definen los límites ecológicos y aquellas que presentan una gran dispersión de los valores obtenidos. Para definir cuán estable es la clasificación ecológica se define un parámetro que combine la distancia del P90 al umbral que define el estado ecológico de la masa y la dispersión de los valores de clorofila *a* con los que se obtiene el P90. Así para que una masa sea considerada como estable ha de cumplir:

- El estado ecológico no se degrada respecto al de la masa de agua a lo largo del periodo estudiado.

- $$P90 + \frac{1}{2} CV < 10\% \cdot \text{Umbral}_{EE \text{ masa}}$$
 Este término considera inestables aquellas estaciones que a pesar de estar año tras año en el mismo estado ecológico, el valor del P90 de la clorofila *a* se encuentra muy próximo al umbral establecido (10% de proximidad) e introduce en el término, a través del coeficiente de variación, la dispersión de los valores.

#### **4.1.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD DE LAS ESTACIONES Y LA MASA DE AGUA QUE FORMAN.**

Para poder reducir el número de estaciones de muestreo dentro de una masa de agua sin comprometer la consecución de los objetivos ambientales de las masas y sin enmascarar los resultados de dichas masas, se busca la selección de las estaciones más representativas de cada masa de agua. Se entienden por estaciones más representativas, aquellas que presenten mayor similitud en el comportamiento de los distintos parámetros analizados, especialmente la clorofila *a*, parámetro a través del cual se define, actualmente, el estado ecológico para el fitoplancton como BQE.

Para seleccionar aquellas estaciones que representen el comportamiento de la masa fielmente se realiza un análisis de similitud exhaustivo considerando no solo la clorofila *a*, sino los datos de todos los parámetros disponibles.

- Análisis de similitud entre la masa costera y las estaciones que la componen a través del análisis Cluster.

El análisis Cluster es una técnica multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad dentro de cada grupo y la mayor heterogeneidad o diferencia entre los grupos (Lance y Williams, 1967; Mcqueen 1967), de forma que, en los dendogramas resultantes de cada masa se observan agrupados los puntos de muestreo más representativos con la masa en la que se encuentran, y los menos representativos se unirán a mayor distancia, agrupando así los puntos de muestreo más similares entre ellos y la masa, y separando a los puntos de mayor diferencia.

Para analizar las estaciones con un comportamiento más similar a la masa para cada uno de los años y para todos los años en global, se realizan dendogramas, con las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales de los siguientes parámetros:

- Salinidad
- Clorofila *a*
- NID
- Fósforo Total (PT)
- Ácido ortosilícico [Si(OH)<sub>4</sub>]
- Composición y biomasa fitoplanctónica. Se incluyen a través de un índice que aporta información sobre las comunidades fitoplanctónicas, especialmente sobre biomasa y composición (ya que considera las relaciones entre grupos fitoplanctónicos que aportan información sobre el estado trófico). Este índice se denomina PHYMED y es un sistema de indicadores de la calidad ecológica del agua siguiendo las directrices de la DMA (Paches et al, 2011).

Dado que los parámetros están en escalas muy diferentes, es necesario normalizar los datos y tipificarlos para poder realizar el análisis con el método de conglomerados de mínima varianza o análisis Cluster. Para realizar los dendogramas se utiliza el paquete estadístico SPSS 15 para Windows.

En el dendograma se considera que las estaciones situadas a distancias mayores de 20 son no representativas, las estaciones situadas a distancias entre 10 y 20 son poco representativas y las situadas a distancias menores a 10 son representativas. Se aplica el análisis Cluster para cada masa y para las estaciones que la forman, se realiza para el global de las cinco anualidades y también para cada una de las anualidades de forma individual, finalmente se estudia cada resultado.

- Análisis de similitud entre la masa costera y las estaciones que la componen mediante diagramas de caja-bigote.

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman se realizan diagramas de caja-bigote para todas las estaciones y la masa de agua correspondiente, con los datos globales para cada uno de los diferentes parámetros. La mayor utilidad de los diagramas caja-bigote es poder comparar dos o más conjuntos de datos. Los diagramas de caja-bigote (“boxplots” o “box and whiskers”) son una presentación visual que describe varias características importantes al mismo tiempo, tales como la dispersión y simetría. Para su realización se representan los tres cuartiles y los valores mínimo y máximo de los datos, sobre un rectángulo, alineado horizontal o verticalmente.

- Análisis de similitud entre la masa costera y las estaciones que la componen mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Desde el punto de vista matemático, el índice más apropiado para cuantificar la concordancia entre diferentes mediciones de una variable numérica es el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) (Argimon y Jiménez 2000, Fleiss 1986, Prieto et al. 1998). Para este fin es más adecuado este coeficiente que el Coeficiente de Correlación Lineal ( $r$ ) de Pearson ya que no se debe olvidar que el Coeficiente de Correlación de Pearson no proporciona información sobre el acuerdo observado, y solamente mide la asociación lineal entre dos variables (Hernández et al. 1990). Así mismo, al calcularse a partir de los pares ordenados de mediciones, si varía el orden también cambia el valor del coeficiente, mientras que un cambio en las escalas de medida no afecta a la correlación pero sí afecta a la concordancia.

A su vez, se debe mencionar la idea de que si el coeficiente de correlación entre dos medidas es significativamente diferente de cero la fiabilidad es buena, es incorrecta. El Coeficiente de Correlación Lineal puede ser muy pequeño y resultar significativo si el

tamaño muestral es suficientemente grande. Por último, tampoco la comparación de medias mediante un test t de Student con datos apareados es una técnica adecuada para este tipo de análisis. (Argimon y Jiménez 2000).

El CCI estima el promedio de las correlaciones entre todas las posibles ordenaciones de los pares de observaciones disponibles y, por lo tanto, evita el problema de la dependencia del orden del coeficiente de correlación (Bartko 1966). Así mismo, extiende su uso al caso en el que se disponga de más de dos observaciones por sujeto. La varianza total entre las mediciones, se debe a varias fuentes: las diferencias entre los observadores y el instrumento, y las diferencias entre los sujetos y los residuos que representan la variación no explicada (Kramer y Feinstein 1981). El CCI se define entonces como la proporción de la variabilidad total que se debe a la variabilidad de los sujetos (Pita Fernández y Pértega Díaz 2004). Landis y Koch (1977) propusieron una escala de grado de acuerdo que se detalla a continuación:

Valor	Grado de acuerdo
0	Pobre
0,01 - 0,2	Leve
0,21 - 0,40	Regular
0,41 - 0,60	Moderado
0,61 - 0,80	Substancial
0,81 - 1,00	Casi perfecto

Tabla 4.1. Valoración del grado de acuerdo en función del índice kappa propuesta por Landis y Koch (1977).

#### 4.1.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES.

Con los resultados obtenidos hasta este punto se realiza una selección de las estaciones que representen fielmente el comportamiento de la masa de agua, considerando no sólo la similitud con la masa sino también la dispersión y estabilidad, y no solamente de las estaciones sino de la masa de agua.

Hay que apuntar que algunas masas aparecen como “Moderate”. Para una masa cuya clasificación es “Moderate” no es adecuado hacer una reducción de puntos de muestreo en la red de control, puesto que hay que aplicar medidas correctoras para una mejora de la calidad ambiental. Sin embargo y a pesar de que no se va a reducir el número de estaciones que componen la muestra, se realiza a continuación el análisis estadístico análogo al resto de masas de agua, porque en algunos casos debido a la ubicación del punto tras el análisis



estadístico y geográfico puede ser recomendable una reubicación de alguna estación que se considere menos representativa.

Por otro lado apuntar, que como se ha comentado anteriormente, debido a modificaciones en las transferencias de las competencias sobre las cuencas internas en el año 2008, se amplían el número de masas de agua de 15 a 18 en la Comunitat Valenciana. Debido a esta modificación una de las masas de agua (masa 015) queda sin estaciones de muestreo hasta esta fecha. Puesto que no contamos con una serie temporal de cinco años no es adecuado reducir el número de estaciones de muestreo. Sin embargo el análisis de los pocos datos disponibles revela que una de las estaciones, geográficamente más confinada, no representa en absoluto el comportamiento de la masa de agua, proponiéndose una reubicación de la estación o la eliminación de la misma en el control operativo.

#### **4.1.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.**

Para corroborar que la combinación de estaciones seleccionadas para representar a la masa de agua en la red de control es adecuada, se analizan los datos de la combinación seleccionada, la masa de agua y los datos de todas las combinaciones de estaciones que forman la masa de agua.

- Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.

Para comprobar la clasificación ecológica de las diferentes combinaciones y la combinación de estaciones seleccionadas para la red de control, se calcula año a año los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad de las diferentes combinaciones de las estaciones que forman la masa de agua. Comparamos que el estado ecológico de la combinación de las estaciones seleccionadas tenga una clasificación ecológica y una salinidad media similares a la de la masa de agua que van a representar.

Los resultados mostrados en la tabla se resumen de manera gráfica mediante unos diagramas circulares denominados también gráficos de pastel o gráficas del 360 %. Estos diagramas se utilizan para mostrar porcentajes y proporciones. Así mediante colores se muestra la clasificación ecológica de cada año y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado.

- Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila a.

Para corroborar la decisión tomada se analiza el diagrama caja-bigote en el que se compara la combinación seleccionada con todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa de agua con los datos de clorofila *a* para el global de las cinco anualidades. Comprobamos con esto que la combinación seleccionada para representar a la masa de agua presenta una dispersión similar.

- Análisis de la distribución de la clorofila a, mediante el diagrama de cuantiles.

Los diagramas de cuantiles comparan en un sistema de coordenadas cartesianas, los cuantiles muestrales (eje X) con los cuantiles esperados bajo la hipótesis de normalidad (Salvador Figueras y Gargallo, 2003). Si la distribución de partida es normal, dichos diagramas tenderán a ser rectas que pasan por el origen. Cuanto más se desvíen de una recta, menos normales serán los datos. El diagrama de cuantiles es un método gráfico para comparar las distribuciones inferidas directamente de dos conjuntos de observaciones, donde los tamaños de las muestras sean distintos. Se representa el diagrama de cuantiles de toda la masa, los de la combinación de estaciones seleccionadas y los de cada una de las estaciones que componen la masa. Se utilizan los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades. Una vez representados se compara la distribución de la combinación de estaciones seleccionadas y de cada una de las estaciones eliminadas para la red de control operativo.

## 4.2. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 001.

### 4.2.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

#### 4.2.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

Para estudiar cuál de las estaciones que componen la masa 001 está más influenciada continentalmente y presenta variaciones mayores de la salinidad y de todos los parámetros fisicoquímicos, se analiza la desviación estándar para cada uno de los parámetros. La desviación estándar, es la raíz cuadrada de la varianza, y ambas son medidas de dispersión. La tabla 4.2 muestra las desviaciones estándar obtenidas, donde los valores máximos de cada parámetro se encuentran resaltados con el fondo gris.

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu$ M)	NITRITO ( $\mu$ M)	NITRATO ( $\mu$ M)	PSR ( $\mu$ M)	PT ( $\mu$ M)	AC.ORTOSILICICO ( $\mu$ M)	CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )
DP001	0,76	1,09	0,12	4,65	0,13	0,31	2,85	1,79
DP003	0,59	0,46	0,21	9,25	0,07	0,64	2,87	0,99
DP005	0,65	0,51	0,55	6,28	0,05	0,26	2,56	1,12
DP007	0,61	0,47	0,48	12,48	0,05	0,25	2,72	1,33
DP133	0,70	0,59	0,16	2,84	0,04	0,24	2,20	1,48
masa 001	0,71	0,67	0,36	9,48	0,08	0,37	2,70	1,41

Tabla 4.2. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 001.

Se observa como la DP001 presenta mayor dispersión para la salinidad, el amonio, el PSR y la clorofila *a*. La DP003 presenta mayor dispersión para el PT y el ácido ortosilícico, mientras que la DP007 es la que presenta más dispersión en cuanto al nitrito y el nitrato. Es necesario reseñar, como ya se irá viendo en el análisis de las masas de agua por separado, que las desviaciones estándar de la masa 001 son bastante bajas en comparación con las restantes masas de agua.

#### 4.2.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.

Para comprobar si las variaciones de clorofila *a* están relacionadas con variaciones en la salinidad se analizan los P10 de la salinidad y el P90 de la clorofila *a* mediante diagramas de barras para cada estación para cada año. Se eligen los P10 y P90 respectivamente, ya que son las medidas estadísticas menos afectadas por la variabilidad de los datos.

Se observa como en general, para casi todas las estaciones los valores de salinidad son menores el 3°,4° y 5° año. Si se analiza las estaciones DP003 y DP005 se observa como para

el último año presentan los valores más similares en cuanto a percentiles de salinidad y clorofila *a* con respecto a la masa 001. Presentan además un comportamiento relativo de la salinidad y la clorofila *a* similar al de la masa, con un ascenso de la salinidad el primer y segundo año, una disminución clara el tercero y un ligero ascenso los dos últimos años. Este patrón no se observa ni para la estación DP001 ni para la DP133.

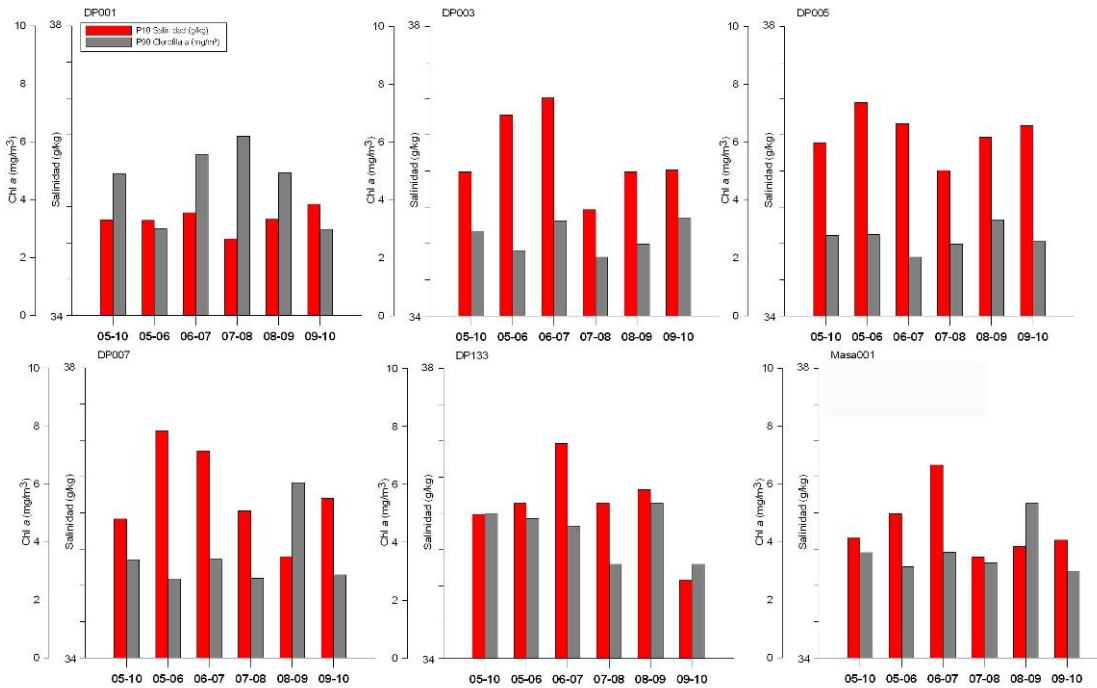


Figura 4.1. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 001 y cada una de las estaciones que la forman.

#### 4.2.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.

Actualmente la calidad ecológica para las aguas costeras utilizando nutrientes y fitoplancton como parámetro indicador está definida para la clorofila *a*. En primer lugar se analiza la clasificación ecológica (definida para el percentil 90) de cada una de las estaciones en cada año. Las estaciones más sensibles de sufrir un cambio de estado ecológico son aquellas que se encuentran próximas a los umbrales que definen los límites ecológicos y aquellas que presentan una gran dispersión de los valores obtenidos. Para definir cuan estable es la clasificación ecológica se define un parámetro que combine la distancia del P90 al umbral que define el estado ecológico de la masa y la dispersión de los valores de clorofila *a* con los que se obtiene el P90. Así para que una masa sea considerada como estable ha de cumplir:

- El estado ecológico no se degrada respecto al de la masa de agua a lo largo del periodo estudiado.

- $P90 + \frac{1}{2} CV < 10\% \cdot \text{Umbral}_{EE \text{ masa}}$ . Este término considera inestables aquellas estaciones que a pesar de estar año tras año en el mismo estado ecológico, el valor del P90 de la clorofila *a* se encuentra muy próximo al umbral establecido (10% de proximidad) e introduce en el término, a través del coeficiente de variación, la dispersión de los valores.

	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>	P90+0,5CV<10%	Clasificación
Estación	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	¿Cumple?	
<b>DP001</b>	3,00	5,57	6,19	4,91	2,98	<b>4,88</b>	No	inestable
<b>DP003</b>	2,26	3,28	2,03	2,49	3,39	<b>2,91</b>	Sí	estable
<b>DP005</b>	2,81	2,04	2,48	3,32	2,58	<b>2,78</b>	Sí	estable
<b>DP007</b>	2,73	3,40	2,74	6,04	2,86	<b>3,38</b>	Sí	inestable
<b>DP133</b>	4,82	4,55	3,24	5,35	3,25	<b>5,00</b>	No	inestable
<b>masa 001</b>	3,16	3,65	3,29	5,34	2,98	<b>3,63</b>	Sí	inestable

Tabla 4.3. Clasificación ecológica de la masa 001 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas.

La tabla 4.3. muestra los P90 de la clorofila *a* y la clasificación ecológica de la masa 001 y cada estación que la forma año a año y para el global de las cinco anualidades, con el código de colores establecido en la DMA. Además muestra si cumple el criterio

$P90 + \frac{1}{2} CV < 10\% \cdot \text{Umbral}_{EE \text{ masa}}$  y si la masa es clasificada o no como estable. Se observa que las

estaciones más inestables, es decir, las más próximas al umbral de estado ecológico en el que se encuentra la masa de agua y que además presentan una mayor dispersión, son la estación DP001 y DP133 coincidiendo como se verá posteriormente con lo que indica el análisis Cluster (están más alejadas del comportamiento de la masa 001 cuando se consideran las cinco anualidades). La estación DP007 se considera inestable porque el cuarto año se clasifica como “Good”, a pesar de que con datos de cinco años de muestreo se mantenga a una distancia aceptable del umbral establecido H/G. Las estaciones más estables en la clasificación ecológica son las DP003 y DP005.

## 4.2.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 001 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.

### 4.2.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 001 a través del análisis Cluster

Para analizar las estaciones con un comportamiento más similar a la masa para cada uno de los años y para todos los años en global, se realizan dendogramas, con las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales de los siguientes parámetros:

- Salinidad
- Clorofila *a*
- NID
- Fósforo Total (PT)
- Ácido ortosilícico [Si(OH)<sub>4</sub>]
- PHYMED.

Dado que los parámetros están en escalas muy diferentes, es necesario normalizar los datos y tipificarlos para poder realizar el análisis con el método de conglomerados de mínima varianza o análisis Cluster.

El análisis Cluster es una técnica multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad dentro de cada grupo y la mayor heterogeneidad o diferencia entre los grupos, de forma que, en los dendogramas resultantes de cada masa se observan agrupados los puntos de muestreo más representativos con la masa en la que se encuentran, y los menos representativos se unirán a mayor distancia, agrupando así los puntos de muestreo más similares entre ellos y la masa, y separando a los puntos de mayor diferencia.

Se consideran distancias del dendograma mayores de 20 como estaciones de muestreo no representativas, distancias entre 10 y 20 como estaciones poco representativas y distancias menores a 10 como estaciones de muestreo representativas.

Se aplica el análisis Cluster masa por masa año a año y para el global de las cinco anualidades y se estudia cada resultado:

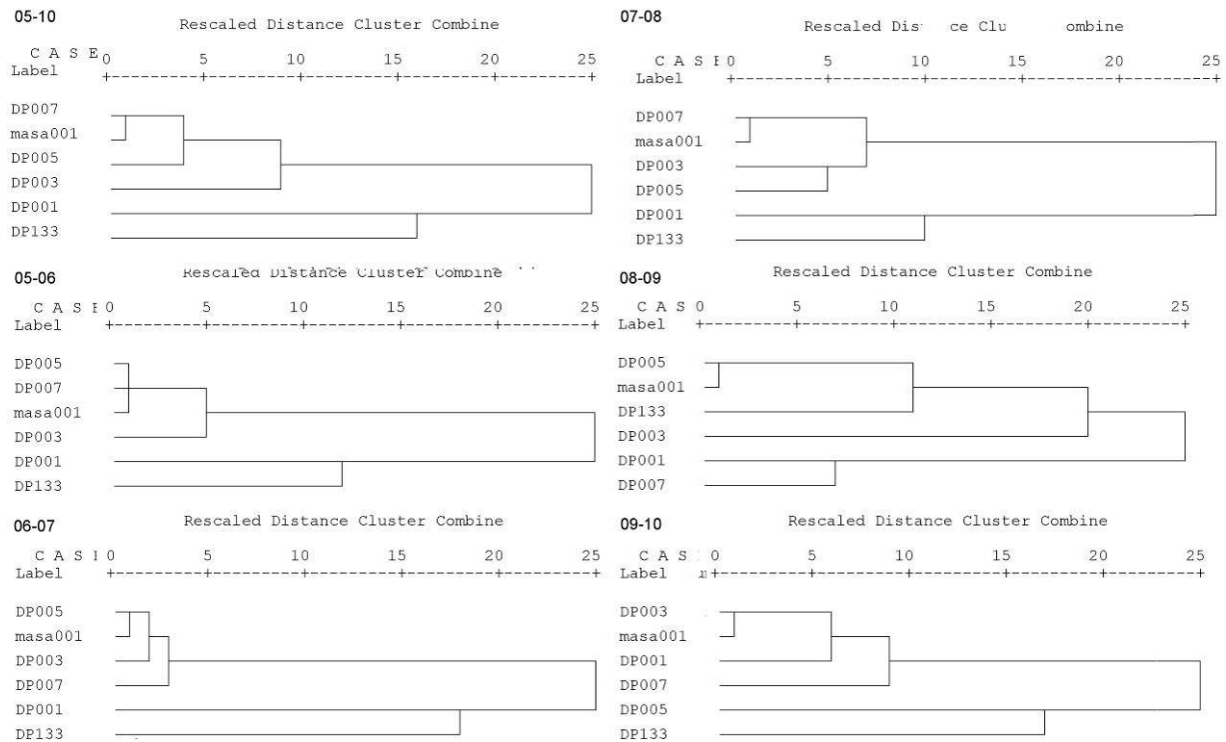


Figura 4.2. Dendrogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 001 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

Calculando las medias de todos los valores globales se aprecia como la estación DP007 y DP005 son las más próximas a la masa 001, sin embargo, el último año se rompe esta regla y parece que es la estación DP003 la que más similitud presenta con la masa. La estación DP133 es la que presenta menos similitud por encontrarse más distante de la masa, excepto para el año 2008-2009.

**4.2.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 001 mediante diagramas de caja-bigote.**

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman se realizan diagramas de caja-bigote para todas las estaciones y la masa 001, con los datos globales para cada uno de los diferentes parámetros. La mayor utilidad de los diagramas caja-bigote es para comparar dos o más conjuntos de datos. Los diagramas de caja-bigote (boxplots o box and whiskers) son una presentación visual que describe varias características importantes al mismo tiempo, tales como la dispersión y simetría. Para su realización se representan los tres cuartiles y los valores mínimo y máximo de los datos, sobre un rectángulo, alineado horizontal o verticalmente.

Parece que las máximas similitudes se presentan con la estación DP007 para la clorofila *a*, el amonio, el nitrito y el PSR, mientras que la forma de los diagramas es más similar en la estación DP003 para la salinidad. El nitrato, el PT y el ácido ortosilícico presentan una distribución de percentiles más similares a la masa en la estación DP005. Este análisis concuerda con los resultados obtenidos para la masa 001 analizando los dendogramas, en los que las estaciones más próximas son la estación DP007 y DP005.

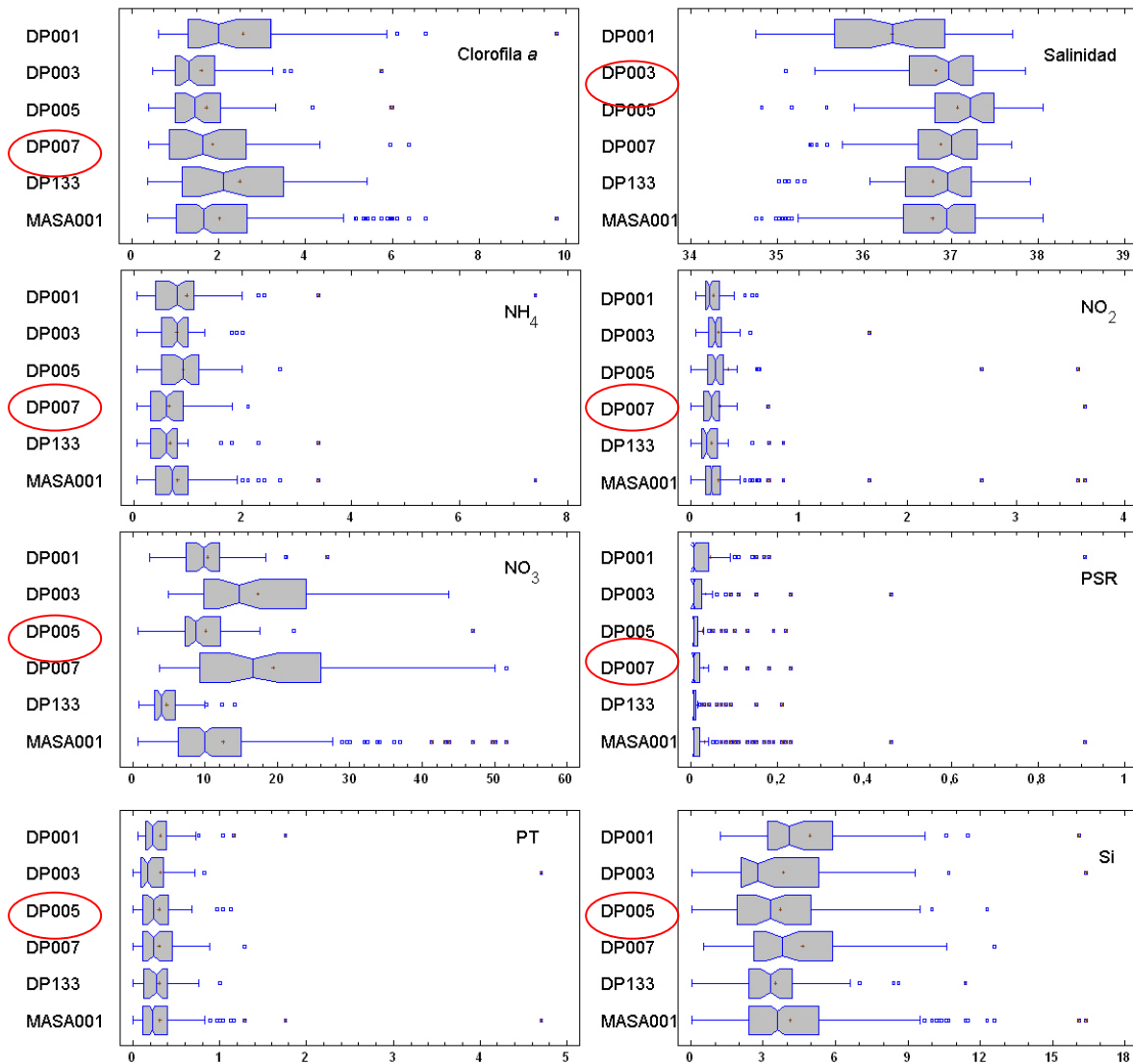


Figura 4.3. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 001 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.



#### 4.2.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 001 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Desde el punto de vista matemático, el índice más apropiado para cuantificar la concordancia entre diferentes mediciones de una variable numérica es el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI). El CCI estima el promedio de las correlaciones entre todas las posibles ordenaciones de los pares de observaciones disponibles y, por lo tanto, evita el problema de la dependencia del orden del coeficiente de correlación.

Los resultados obtenidos para la masa 001 con cada una de las combinaciones de los CCI se detallan en la tabla 4.4:

CCI Masa 001			
DP001	0,671	DP001-DP003-DP005	0,935
DP003	0,67	DP001-DP003-DP007	0,963
DP005	0,743	DP001-DP003-DP133	0,91
DP007	0,663	DP001-DP005-DP007	0,965
DP133	0,75	DP001-DP005-DP133	0,951
DP001-DP003	0,797	DP001-DP007-DP133	0,948
DP001-DP005	0,881	DP003-DP005-DP007	0,845
DP001-DP007	0,925	DP003-DP005-DP133	0,949
DP001-DP133	0,843	DP003-DP007-DP133	0,928
DP003-DP005	0,827	DP005-DP007-DP133	0,921
DP003-DP007	0,776	DP001DP003DP005DP007	0,978
DP003-DP133	0,901	DP001DP003DP005DP133	0,977
DP005-DP007	0,813	DP001DP003DP007DP133	0,981
DP005-DP133	0,904	DP001DP005DP007DP133	0,988
DP007-DP133	0,856	DP003DP005DP007DP133	0,946

Tabla 4.4. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 001.

Evidentemente la correlación cuando el número de estaciones es menor es más baja, porque menor parte de la varianza de la muestra global está explicada por una sola estación que por varias. Se observa que a pesar de que el dendograma indica que la DP007 es una de las estaciones más próximas respecto a todos los parámetros sin embargo el Coeficiente de Correlación Intraclase indica que la concordancia con la masa es menor. Y para las combinaciones de estaciones son ligeramente menores aquellas que contienen esta estación.

Se observa como las estaciones que presentan un CCI mayor son la DP005 y la DP133, a pesar de que, para ésta última el resto de análisis estadísticos apuntan un comportamiento muy diferenciado de la masa de agua.

#### **4.2.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.**

Se propone seleccionar como estaciones representativas de la masa 001 la DP005 y la DP007. El análisis de los dendogramas, los diagramas caja-bigote y la dispersión de las masas de agua apuntan a la selección de las estaciones DP005 y DP007 como combinación de la masa 001. Sin embargo el CCI muestra que, a pesar de que el índice obtenido es muy bueno, no es el mayor de los obtenidos con la combinación de dos estaciones de muestreo, sin embargo se mantiene esta selección ya que el posterior análisis realizado con el diagrama de cuantiles mostrado en la figura 4.6 apoya esta decisión.

#### **4.2.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.**

Para corroborar que la combinación de estaciones seleccionadas (DP005 y DP007) para representar a la masa 001 en la red de control es adecuada, se analizan los datos de la misma y se comparan con los obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones que forman la masa 001.

##### **4.2.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.**

Para comprobar la clasificación ecológica de las diferentes combinaciones posibles y la combinación de estaciones seleccionadas para la red de control, se calcula año a año los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad de las diferentes combinaciones de las estaciones que forman la masa de agua. Se realizan clases de colores para la salinidad para una comparación visual más sencilla, asociando los colores más claros a los valores menores y los más oscuros a los mayores. Se observa que la combinación seleccionada tiene una distribución de la clasificación ecológica y salinidades muy similares a las de la masa.

	chl <i>a</i> 05- 10	chl <i>a</i> 05- 06	chl <i>a</i> 06- 07	chl <i>a</i> 07- 08	chl <i>a</i> 08- 09	chl <i>a</i> 09- 10	Sal 05-10	Sal 05-06	Sal 06-07	Sal 07-08	Sal 08-09	Sal 09-10
<b>MASA 001</b>	<b>3,632</b>	<b>2,908</b>	<b>3,649</b>	<b>3,291</b>	<b>5,34</b>	<b>2,98</b>	<b>36,78</b>	<b>37,044</b>	<b>37,088</b>	<b>36,646</b>	<b>36,564</b>	<b>36,628</b>
DP001	4,88	3,00	5,57	6,19	4,91	2,98	36,32	36,52	36,54	36,27	36,06	36,22
DP003	2,91	2,26	3,28	2,03	2,49	3,39	36,83	37,14	37,20	36,54	36,62	36,77
DP005	2,78	2,81	2,04	2,48	3,32	2,58	37,08	37,28	37,26	36,89	36,92	37,07
DP007	3,38	2,73	3,40	2,74	6,04	2,86	36,88	37,33	37,23	36,83	36,43	36,70
DP133	5,00	4,41	4,55	3,24	5,35	3,25	36,79	36,95	37,21	36,70	36,79	36,38
DP001-DP003	3,55	2,81	3,65	3,74	3,60	3,45	36,57	36,83	36,87	36,40	36,34	36,50
DP001-DP005	3,58	2,81	2,88	6,01	4,37	2,80	36,70	36,90	36,90	36,58	36,49	36,65
DP001-DP007	3,76	2,85	3,74	4,01	6,04	2,92	36,60	36,93	36,89	36,55	36,25	36,46
DP001-DP133	5,08	4,46	5,41	4,20	5,35	3,09	36,56	36,74	36,88	36,48	36,43	36,30
DP003-DP005	2,81	2,81	2,74	2,20	2,72	2,76	36,95	37,21	37,23	36,71	36,77	36,92
DP003-DP007	3,23	2,69	3,40	2,73	4,49	3,03	36,86	37,24	37,21	36,68	36,52	36,73
DP003-DP133	3,69	2,80	3,79	3,13	3,92	3,46	36,81	37,04	37,20	36,62	36,70	36,58
DP005-DP007	3,27	2,81	2,67	2,74	5,96	2,78	36,98	37,30	37,24	36,86	36,68	36,88
DP005-DP133	3,99	3,75	3,71	3,24	5,34	2,80	36,94	37,11	37,23	36,79	36,86	36,73
DP007-DP133	4,19	3,22	3,84	3,15	5,53	3,02	36,84	37,14	37,22	36,76	36,61	36,54
DP001-DP003- DP005	3,49	2,81	3,21	3,73	3,60	2,89	36,74	36,98	37,00	36,56	36,53	36,69
DP001-DP003- DP007	3,52	2,81	3,63	3,26	4,53	3,04	36,68	37,00	36,99	36,55	36,37	36,56
DP001-DP003- DP133	4,07	2,92	4,45	3,53	4,37	3,46	36,65	36,87	36,98	36,50	36,49	36,46
DP001-DP005- DP007	3,54	2,81	3,30	3,98	5,96	2,86	36,76	37,04	37,01	36,66	36,47	36,66
DP001-DP005- DP133	4,31	3,75	4,34	4,18	5,34	2,91	36,73	36,92	37,00	36,62	36,59	36,56
DP001-DP007- DP133	4,34	3,25	4,34	3,55	5,53	3,03	36,67	36,93	36,99	36,60	36,43	36,43
DP003-DP005- DP007	3,16	2,81	3,19	2,73	4,33	2,85	36,93	37,25	37,23	36,75	36,66	36,85
DP003-DP005- DP133	3,51	2,91	3,64	3,13	3,87	2,97	36,90	37,12	37,22	36,71	36,78	36,74
DP003-DP007- DP133	3,64	2,89	3,66	3,13	5,35	3,08	36,84	37,14	37,21	36,69	36,61	36,62
DP005-DP007- DP133	3,73	3,20	3,64	3,15	5,47	2,86	36,92	37,19	37,23	36,80	36,71	36,72
DP001-DP003- DP005-DP007	3,41	2,81	3,37	3,26	4,37	2,90	36,78	37,07	37,06	36,63	36,51	36,69
DP001-DP003- DP005-DP133	3,65	2,91	3,65	3,53	4,33	3,00	36,75	36,97	37,05	36,60	36,60	36,61
DP001-DP003- DP007-DP133	3,74	2,92	3,78	3,29	5,35	3,08	36,71	36,99	37,04	36,58	36,47	36,52
DP001-DP005- DP007-DP133	3,94	3,20	3,77	3,55	5,47	2,91	36,77	37,02	37,06	36,67	36,55	36,59
DP003-DP005- DP007-DP133	3,49	2,91	3,64	3,13	5,34	2,96	36,90	37,17	37,22	36,74	36,69	36,73

Tabla 4.5. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 001 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la

salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas

Hay que considerar que la combinación de diferentes estaciones daría valores de P90 diferentes, se debe buscar la concordancia entre el estado ecológico de la combinación de estaciones seleccionadas y el de la masa de agua considerando todas las estaciones que las forman.

La siguiente figura resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado en los niveles de clorofila *a*) de la tabla anterior. Muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa como para las cinco anualidades la masa 001 se clasifica como “High”, y año a año también, excepto para la 4ª anualidad, donde el aumento de aportes continentales provoca un aumento de las concentraciones de clorofila *a* y un descenso de las concentraciones de salinidad. De todos los años en el primero y en el último todas las estaciones quedan clasificadas como “High”, en el segundo y en el tercero la estación DP001 se degrada a “Good” y en el cuarto además las estaciones DP133 y la DP007.

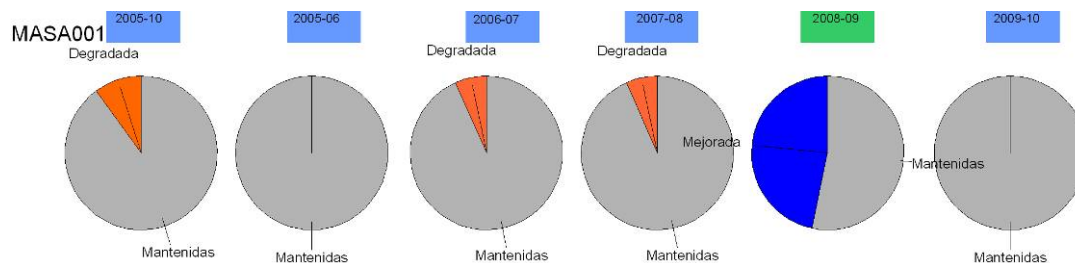


Figura 4.4. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o empeoran (degradan) [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado.

#### 4.2.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila *a*.

Para corroborar la decisión tomada se analiza el diagrama caja-bigote en el que se compara la combinación seleccionada con todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa de agua.

El diagrama caja-bigote de la combinación de estaciones seleccionadas (DP005 y DP007) presenta una forma muy similar al obtenido para la masa 001.

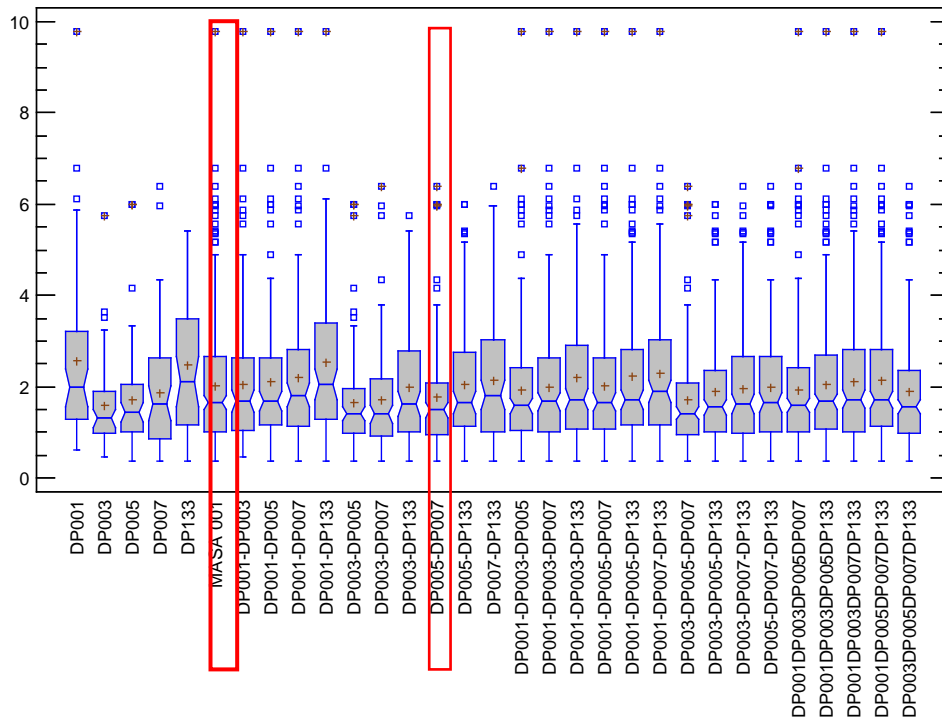


Figura 4.5. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 001 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

**4.2.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila *a*, mediante el diagrama de cuantiles.**

Se analiza ahora el diagrama de cuantiles, que es un método gráfico para comparar las distribuciones inferidas directamente de dos conjuntos de observaciones, donde los tamaños de las muestras sean distintos. Se incluyen las estaciones de muestreo que forman la masa.

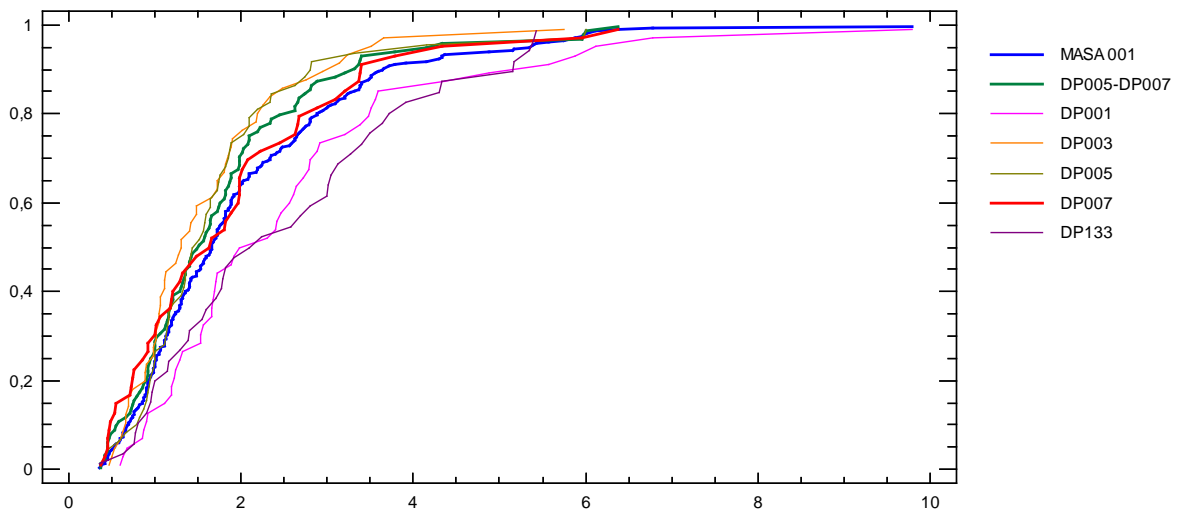


Figura 4.6. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila *a* de la masa 001, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Se observa la similitud entre la masa 001 y la combinación de estaciones seleccionadas (DP005 y DP007). Se aprecia también como la distribución para las estaciones DP133 y DP001 son muy diferentes a la de la masa 001 y como la estación DP007 presenta la distribución más similar.

### 4.3. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 002.

#### 4.3.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

##### 4.3.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

Para analizar cuál de las estaciones de muestreo presenta mayor variación en los parámetros fisicoquímicos se analiza la desviación estándar (tabla 4.6).

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO (μM)	NITRITO (μM)	NITRATO (μM)	PSR (μM)	PT (μM)	AC.ORTOSILICICO (μM)	CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )
DP010	0,68	0,52	0,68	3,51	0,06	0,52	2,34	1,66
DP134	0,76	0,48	0,17	2,91	0,04	0,22	1,88	1,49
DP135	0,57	0,52	0,15	2,52	0,04	0,23	2,02	0,76
DP136	0,95	0,36	0,14	4,67	0,04	0,24	2,39	1,17
DP137	0,78	0,34	0,14	3,93	0,04	0,28	1,97	1,04
masa 002	<b>0,80</b>	<b>0,45</b>	<b>0,34</b>	<b>4,14</b>	<b>0,04</b>	<b>0,33</b>	<b>2,38</b>	<b>1,34</b>

Tabla 4.6. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 002.

Analizando la desviación estándar, se comprueba como la DP010 (para nitrito, fósforo total, ácido ortosilícico y clorofila *a*) y la DP136 (para la salinidad, el nitrato y el ácido ortosilícico) presentan mayor dispersión de sus resultados. Aún así, apuntar que como en el caso de la masa 001, los valores de la desviación estándar son muy bajos respecto a su tipología, incluso son mínimos para el amonio, nitrato y PSR. Esto es razonable puesto que la masa 002 abarca la Sierra de Irta, declarada como parque natural y reserva natural, por lo que es una zona sometida a pocas presiones.

##### 4.3.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.

Para analizar el grado de influencia continental y las repercusiones del mismo sobre la clorofila *a*, se hace necesario estudiar el comportamiento de la salinidad y la clorofila *a*, a través de los P10 y P90 respectivamente, por ser medidas que reflejan menor dispersión que la media o el P50.

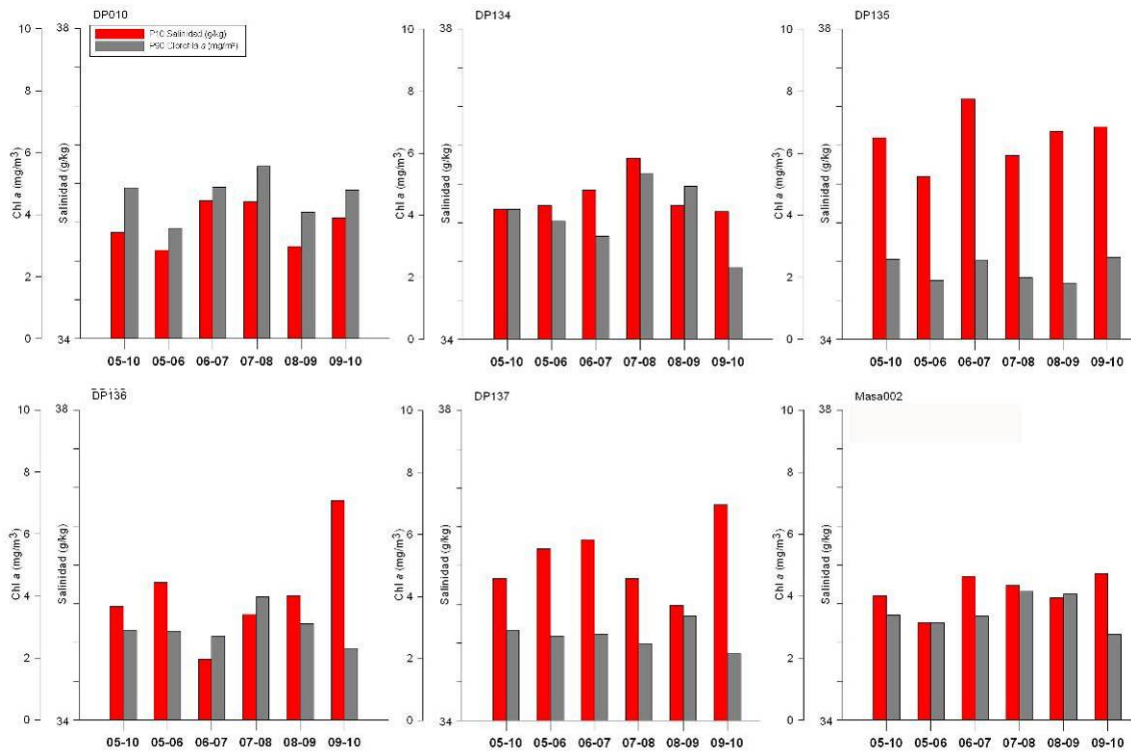


Figura 4.7. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 002 y cada una de las estaciones que la forman.

Coincidiendo con lo obtenido en el análisis de la desviación estándar se observa (figura 4.7) como la estación DP136 presenta mayor dispersión en los resultados obtenidos para la salinidad; y la DP010 respecto a la clorofila *a*. Para el global de la masa 002, parece que se producen ascensos para la clorofila *a* en el tercer y cuarto año. Los aumentos de las precipitaciones el tercer y cuarto año de estudio no parecen reflejarse en las concentraciones de la salinidad, y sin embargo sí en las concentraciones de la clorofila *a*. Los valores obtenidos para la estación DP135 son superiores para salinidad e inferiores para la clorofila *a* que el resto de las estaciones, indicando que es la menos afectada por aportes continentales. Esta estación se encuentra en la playa de Irta, en una zona más convexa donde la dilución de aportes dulces es mayor debido a la morfología de la costa.

#### 4.3.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.

Se analiza, al igual que para la masa 001, las estaciones más sensibles de sufrir un cambio de estado ecológico. Éstas son aquellas que se encuentran próximas a los umbrales que definen los límites ecológicos y aquellas que presentan una gran dispersión de los valores obtenidos. Para definir cuán estable es la clasificación ecológica se crea un parámetro que combine la distancia del percentil 90 al umbral que define el estado ecológico de la masa y la dispersión



de los valores de clorofila *a* con los que se obtienen el P90. Los resultados se muestran en la tabla 4.7.

	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>	P90+0,5CV<10%	Clasificación
<b>Estación</b>	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	¿Cumple?	
<b>DP010</b>	3,57	4,89	5,57	4,09	4,79	<b>4,87</b>	Sí	Inestable
<b>DP134</b>	3,81	3,33	5,35	4,94	2,32	<b>4,18</b>	No	Inestable
<b>DP135</b>	1,90	2,56	1,99	1,81	2,65	<b>2,57</b>	Sí	Estable
<b>DP136</b>	2,86	2,70	3,98	3,11	2,31	<b>2,89</b>	Sí	Estable
<b>DP137</b>	2,72	2,77	2,47	3,37	2,16	<b>2,90</b>	Sí	Estable
<b>masa 002</b>	3,14	3,36	4,16	4,07	2,77	<b>3,40</b>	Sí	Estable

Tabla 4.7. Clasificación ecológica de la masa 002 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación estable o inestable de cada una de ellas.

El estado ecológico de la estación DP010 queda degradado respecto al de la masa utilizando el P90 del global de los datos y cumple el requisito de estar alejado un 10% del umbral G/M, sin embargo, su clasificación es “High” dos de los cinco años, con lo que se considera que la clasificación es inestable por estar muy próxima al límite H/G, la estación DP134 queda clasificada como “High” utilizando los criterios establecidos en la IPH pero la proximidad al límite y la dispersión de sus valores la convierten en una estación inestable, de hecho en dos de los cinco años se clasifica como “Good” y no como ”High”.

### 4.3.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 002 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.

#### 4.3.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 002 a través del análisis Cluster

- Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos a partir de las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua utilizando, al igual que se realiza en la masa uno, los resultados obtenidos para cada uno de los años y para todos los años en global. Se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales.

Se aplica el análisis Cluster masa por masa, con los datos anuales y globales de los 5 años y se analiza cada diagrama mostrado en la figura 4.8.

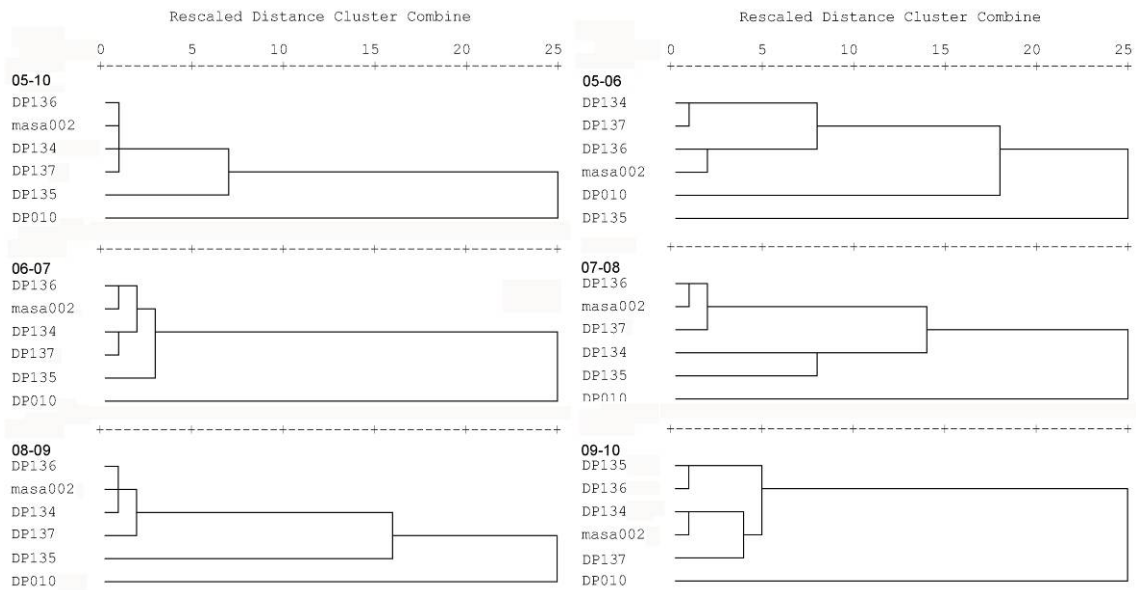


Figura 4.8. Dendrogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 002 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

Si se analiza la figura 4.8 se observa como para cada año y para el global de las cinco anualidades, es la estación DP010 la que presenta menos similitud, siendo la DP134, DP136 y DP137 las más próximas o similares a la masa 002. Presentan siempre una distancia inferior a 10, excepto la DP134 en la tercera anualidad.

El Dendograma muestra que la estación DP010 presenta menor similitud con la masa 002. Esta estación se ubica en la playa Las Fuentes, en el núcleo urbano de Alcalá de Chivert y está sometida a mayores presiones urbanas que las que se encuentran en el Parque Natural de la Sierra de Irta.

**4.3.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 002 mediante diagramas de caja-bigote.**

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman, se realizan diagramas de caja-bigote para cada estación y cada masa de agua con los datos correspondientes a los cinco años de muestreo, obteniendo los diagramas que se muestran en la figura 4.9.

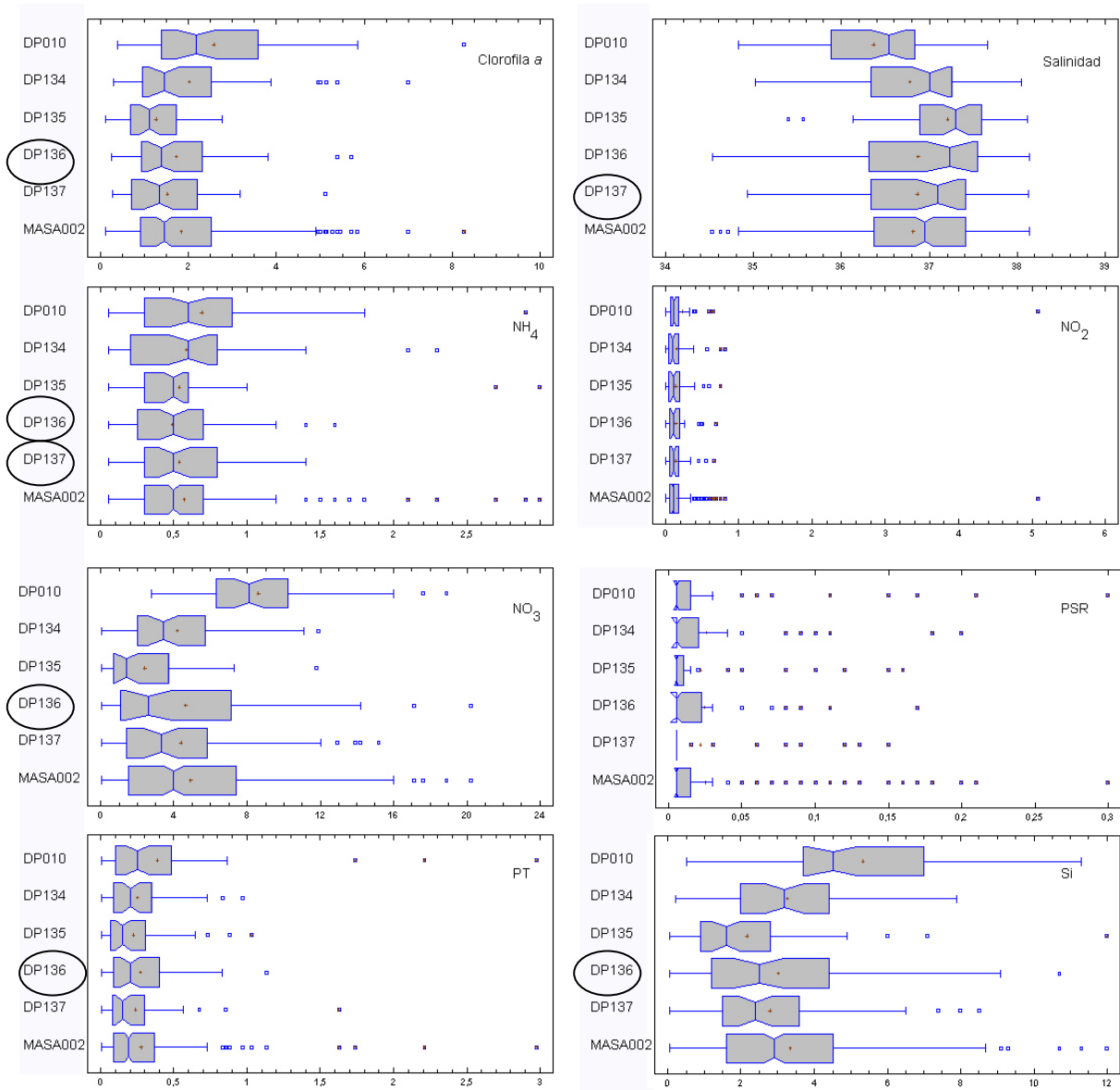


Figura 4.9. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 002 y las estaciones que la formaron los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Como era de esperar por los resultados obtenidos en el análisis de conglomerados jerárquicos, son las estaciones DP136 (salinidad, clorofila *a*, amonio, nitrato y PT) y DP137 (amonio), las que presentan un comportamiento más similar a la masa 002 en la mayoría de los parámetros analizados.

#### 4.3.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 002 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Para cuantificar la concordancia entre diferentes mediciones de una variable numérica se utiliza el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) definiéndose como la proporción de la variabilidad total que se debe a la variabilidad de los sujetos.

Los resultados obtenidos para la masa 002 con cada una de las combinaciones de los CCI se detallan en la siguiente tabla 4.8:

CCI Masa 002			
DP010	0,538	DP010-DP134-DP135	0,933
DP134	0,652	DP010-DP134-DP136	0,919
DP135	0,575	DP010-DP134-DP137	0,935
<b>DP136</b>	<b>0,740</b>	DP010-DP135-DP136	0,929
<b>DP137</b>	<b>0,772</b>	DP010-DP135-DP137	0,924
DP010-DP134	0,806	DP010-DP136-DP137	0,906
DP010-DP135	0,820	DP134-DP135-DP136	0,886
DP010-DP136	0,787	DP134-DP135-DP137	0,874
DP010-DP137	0,820	DP134-DP136-DP137	0,907
DP134-DP135	0,786	DP135-DP136-DP137	0,863
DP134-DP136	0,849	DP010DP134DP135DP136	0,985
DP134-DP137	0,856	DP010DP134DP135DP137	0,983
DP135-DP136	0,830	DP010DP134DP136DP137	0,977
DP135-DP137	0,790	DP010DP135DP136DP137	0,963
<b>DP136-DP137</b>	<b>0,854</b>	DP134DP135DP136DP137	0,905

Tabla 4.8. Coeficientes de Correlación Intraclase (CCI) obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 002.

Como ya se comentó, la correlación cuando el número de estaciones es menor, es más baja, porque menor parte de la varianza de la muestra global está explicada por una sola estación que por varias. Los CCI máximos se obtienen para las estaciones DP136 y DP137 y para la combinación de las mismas cuando se consideran 2 estaciones.

#### 4.3.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.

El dendograma descarta la estación DP010 por mostrarse muy distante del comportamiento global de la masa 002 para todas las anualidades estudiadas, bien por separado o en global

La estación DP134 se ha considerado como inestable en el apartado correspondiente. Durante los años 2007-08 y 2008-09 dicha estación presenta una degradación del estado ecológico a

pesar de que, tal y como se ha observado en los diagramas de barras, las salinidades permanecen relativamente constantes. Por tanto, esta estación queda descartada como representativa de la masa 002, debido a la inestabilidad respecto a su clasificación ecológica.

El dendograma indica que las estaciones DP134, DP136 y DP137 son las estaciones más representativas de la masa 002 de agua. Este criterio permanece especialmente constante para las estaciones DP136 y DP137, esto coincide con lo observado en el análisis del CCI, donde estas tres estaciones presentan los CCI mayores, especialmente altos para las estaciones DP136 y DP137.

Debido a la estabilidad de la masa 002 y a la proximidad en el análisis Cluster y a los elevados CCI obtenidos, las estaciones seleccionadas son la DP136 y DP137.

#### **4.3.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS**

Para corroborar que la combinación de estaciones seleccionadas (DP136 y DP137) para representar a la masa 002 en la red de control es adecuada, se analizan los datos de la misma y se comparan con los obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones que forman la masa 002.

##### **4.3.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad**

La tabla 4.9 muestra la clasificación ecológica de las diferentes combinaciones, calculando año a año y para el global de las cinco anualidades, el P90 de la clorofila *a* que forman la masa 002, muestra también los promedios de salinidad correspondientes. Así se analiza si las variaciones de los niveles de la salinidad tienen un reflejo en la clasificación del estado ecológico de las masas de agua y de las estaciones estudiadas. Se realizan clases de colores para la salinidad para una comparación visual más sencilla, asociando los colores más claros a los valores menores y los más oscuros a los mayores. Así los resultados que se obtienen para la masa 002 se muestran en la siguiente tabla (tabla 4.9) y figura (figura 4.10):

	chl a 05- 10	chl a 05-06	chl a 06- 07	chl a 07- 08	chl a 08-09	chl a 09-10	Sal 05-10	Sal 05-06	Sal 06-07	Sal 07-08	Sal 08-09	Sal 09-10
DP010	4,87	3,57	4,89	5,57	4,09	4,79	36,37	36,30	36,57	36,36	36,17	36,48
DP134	4,18	3,81	3,33	5,35	4,94	2,32	36,77	36,86	36,92	36,82	36,63	36,71
DP135	2,57	1,90	2,56	1,99	1,81	2,65	37,21	37,15	37,47	37,07	37,09	37,26
DP136	2,89	2,86	2,70	3,98	3,11	2,31	36,88	36,83	36,94	36,56	36,73	37,26
DP137	2,90	2,72	2,77	2,47	3,37	2,16	36,87	36,92	37,06	36,61	36,52	37,26
<b>MASA 002</b>	<b>3,40</b>	<b>3,14</b>	<b>3,36</b>	<b>4,16</b>	<b>4,07</b>	<b>2,77</b>	<b>36,82</b>	<b>36,73</b>	<b>36,99</b>	<b>36,69</b>	<b>36,63</b>	<b>37,02</b>
DP010-DP134	4,88	3,89	4,78	5,62	4,63	4,33	36,57	36,58	36,74	36,59	36,40	36,59
DP010-DP135	4,07	3,25	4,75	2,92	3,80	4,22	36,79	36,72	37,02	36,72	36,63	36,87
DP010-DP136	4,31	3,33	4,75	5,28	4,09	4,22	36,62	36,56	36,75	36,46	36,45	36,87
DP010-DP137	4,22	3,31	4,75	3,77	4,09	4,22	36,62	36,61	36,81	36,49	36,35	36,87
DP134-DP135	2,80	2,58	2,69	3,63	3,14	2,62	36,99	37,00	37,20	36,95	36,86	36,98
DP134-DP136	3,42	3,17	3,27	5,03	4,94	2,32	36,82	36,85	36,93	36,69	36,68	36,98
DP134-DP137	3,22	3,03	3,05	4,06	4,92	2,30	36,82	36,89	36,99	36,71	36,58	36,98
DP135 -DP136	2,69	2,58	2,69	2,69	2,57	2,58	37,04	36,99	37,21	36,82	36,91	37,26
DP135 -DP137	2,69	2,59	2,69	2,28	2,84	2,57	37,04	37,03	37,27	36,84	36,81	37,26
DP136-DP137	2,90	2,81	2,76	3,34	3,37	2,30	36,87	36,88	37,00	36,58	36,63	37,26
DP010-DP134-DP135	4,08	3,52	3,81	4,97	4,07	3,16	36,79	36,77	36,99	36,75	36,63	36,81
DP010-DP134-DP136	4,33	3,53	3,81	5,30	4,63	3,16	36,67	36,66	36,81	36,58	36,51	36,82
DP010-DP134-DP137	4,25	3,57	3,81	5,07	4,63	3,18	36,67	36,70	36,85	36,60	36,44	36,81
DP010-DP135 -DP136	3,58	3,14	3,55	3,82	3,80	3,11	36,82	36,76	36,99	36,66	36,66	37,00
DP010-DP135 -DP137	3,25	3,02	3,49	2,96	3,80	3,15	36,82	36,79	37,03	36,68	36,59	37,00
DP010-DP136-DP137	3,86	3,16	3,55	4,26	4,09	3,15	36,71	36,68	36,86	36,51	36,47	37,00
DP134-DP135 -DP136	2,84	2,82	2,70	3,93	3,14	2,54	36,95	36,95	37,11	36,82	36,81	37,08
DP134-DP135 -DP137	2,90	2,70	2,76	3,24	3,22	2,54	36,95	36,98	37,15	36,83	36,75	37,07
DP134-DP136-DP137	3,18	2,99	3,02	4,27	4,92	2,32	36,84	36,87	36,97	36,66	36,63	37,07
DP135 -DP136-DP137	2,73	2,68	2,70	2,78	2,87	2,50	36,99	36,97	37,16	36,75	36,78	37,26
DP010DP134DP135 DP136	3,77	3,29	3,53	4,97	4,07	2,78	36,81	36,78	36,98	36,70	36,65	36,93
DP010DP134DP135 DP137	3,57	3,25	3,51	3,92	4,07	2,86	36,81	36,81	37,01	36,72	36,60	36,92
DP010DP134DP136DP137	3,93	3,33	3,53	5,07	4,63	2,86	36,72	36,73	36,87	36,59	36,51	36,93
DP010DP135 DP136DP137	3,24	3,08	3,29	3,27	3,80	2,85	36,83	36,80	37,01	36,65	36,63	37,06
DP134DP135 DP136DP137	2,90	2,79	2,75	3,58	3,22	2,47	36,93	36,94	37,10	36,77	36,74	37,12

Tabla 4.9. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 002 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas

La siguiente figura resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado en los niveles de clorofila *a*) de la tabla anterior. Muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado

ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa como la masa 002 se clasifica como “High” año a año y para las cinco anualidades. Solamente el primer año todas las estaciones presentan el mismo estado ecológico que la masa de agua, se observa como alguna de las estaciones o las combinaciones de las mismas se degradan para el resto de los años. Este porcentaje es mayor el tercer y cuarto año, cuando los valores de salinidad son menores.

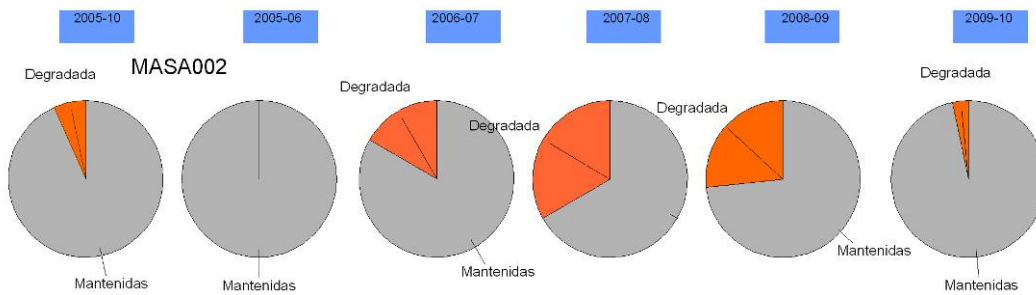


Figura 4.10. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado.

#### 4.3.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila $a$ .

Se comprueba como el estado ecológico de las estaciones seleccionadas se corresponde con el de la masa global y los valores de salinidad obtenidos son muy similares a los de la masa.

Se analizan los diagramas de caja-bigote obtenidos para todas las posibles combinaciones de las estaciones de muestreo. Los resultados se muestran en la figura 4.11:

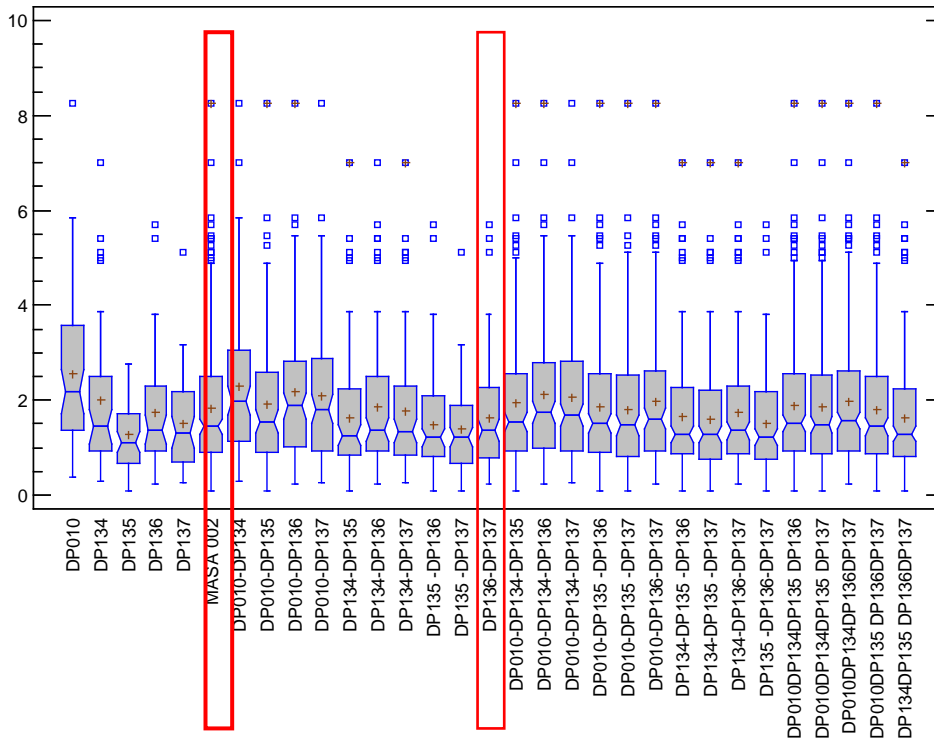


Figura 4.11. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 002 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

**4.3.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila *a*, mediante el diagrama de cuantiles.**

La distribución de los valores de clorofila *a* de la combinación de estaciones seleccionadas es muy similar al de la masa 2, esto no sólo se observa mediante el análisis del diagrama de caja-bigote, sino también analizando la distribución de de ambos conjuntos mediante el Q-Q Plot; tal y como se muestra en la figura 4.12:



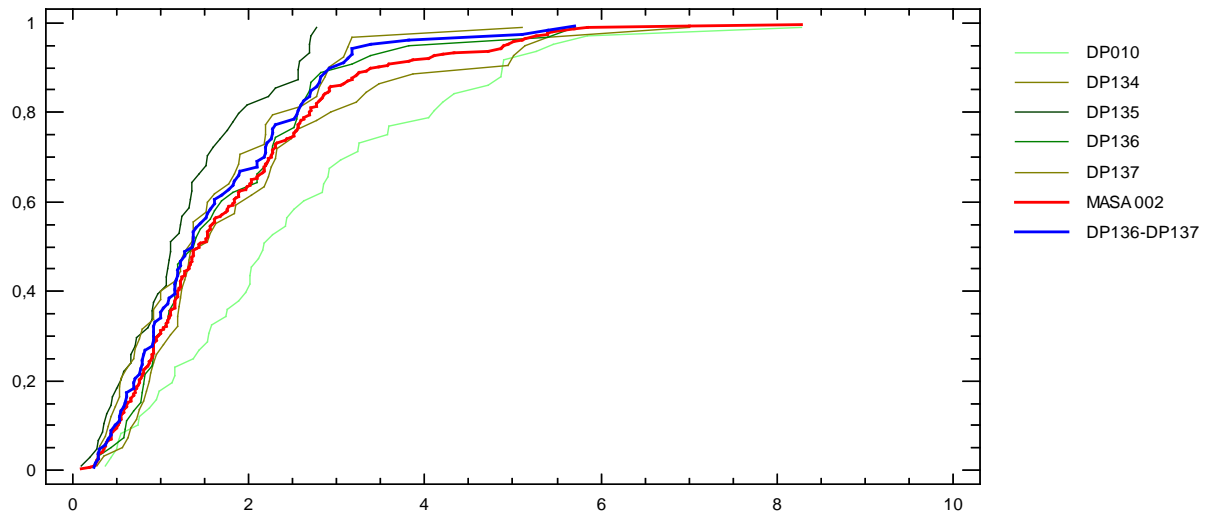


Figura 4.12. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila *a* de la masa 002, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

## 4.4. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 003.

### 4.4.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

#### 4.4.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

En primer lugar, se analiza, cuál de las estaciones de muestreo presenta mayor variación de parámetros fisicoquímicos y biológicos, para ello se observa la desviación estándar (tabla 4.10), medida de dispersión muy influenciada por valores atípicos.

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu\text{M}$ )	NITRITO ( $\mu\text{M}$ )	NITRATO ( $\mu\text{M}$ )	PSR ( $\mu\text{M}$ )	PT ( $\mu\text{M}$ )	AC.ORTOSILICICO ( $\mu\text{M}$ )	CLOROFILA ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )
DP012	0,62	0,50	0,79	3,67	0,06	0,21	2,80	0,74
DP014R	0,49	0,39	0,09	3,11	0,03	0,48	2,05	0,81
DP016	<b>0,66</b>	0,52	0,13	11,53	0,03	0,82	2,36	0,67
DP018	0,58	0,46	0,13	1,74	0,04	0,15	1,51	0,47
<b>masa 003</b>	<b>0,62</b>	<b>0,47</b>	<b>0,43</b>	<b>6,96</b>	<b>0,04</b>	<b>0,51</b>	<b>2,37</b>	<b>0,72</b>

Tabla 4.10. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 003.

Analizando la desviación estándar ( $\sqrt{\text{varianza}}$ ), se observa como la estación DP012 presenta valores superiores para nitrito, fósforo soluble reactivo y ácido ortosilícico indicando mayor dispersión de los resultados en esta estación para estos parámetros, la DP016 presentan mayor dispersión de sus resultados (para la salinidad, nitrato y fósforo total) mientras que la DP014R presenta mayor dispersión para la clorofila *a*.

#### 4.4.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.

Para analizar el grado de influencia continental y las repercusiones del mismo sobre la clorofila *a*, se hace necesario estudiar el comportamiento de la salinidad y la clorofila *a*, a través de los P10 y P90 respectivamente por ser medidas que reflejan menor dispersión que la media o el P50 en este caso.

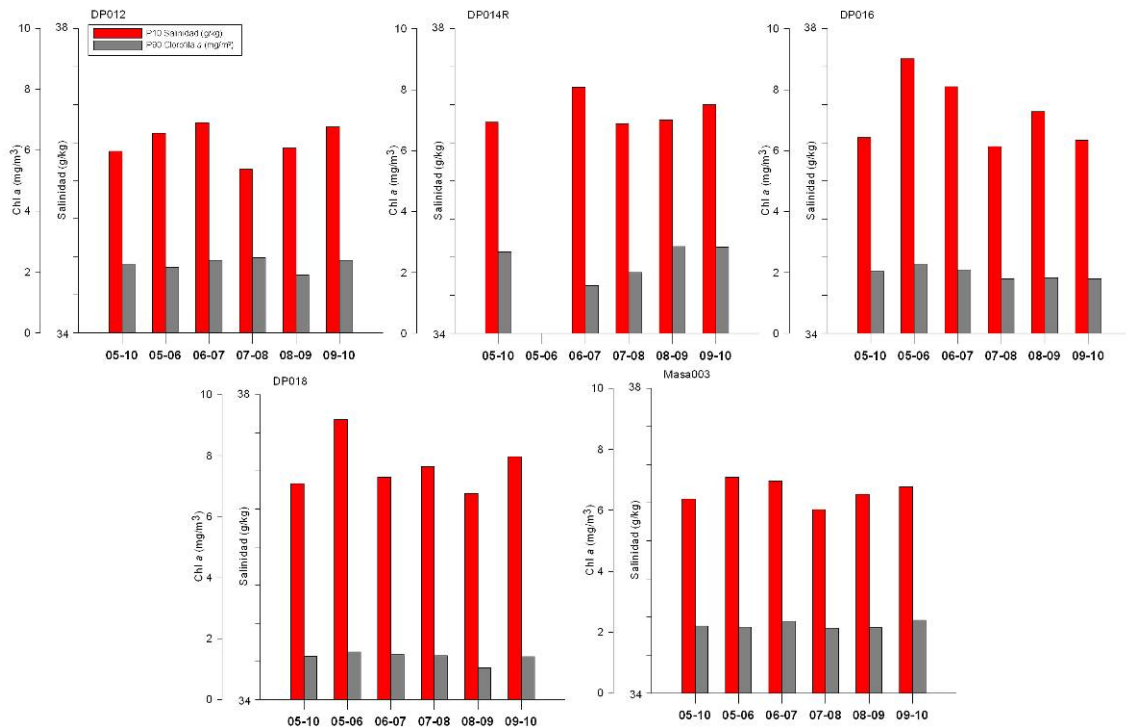


Figura 4.13. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 003 y cada una de las estaciones que la forman.

Analizando la figura 4.13, se observa una disminución de las concentraciones de la salinidad el tercer y cuarto año, reflejado en los P10 de la salinidad obtenidos con el global de los cinco años de muestreo y más acusadamente en las estaciones DP012 y DP016 (esto coincide con los resultados obtenidos para desviación estándar). Sin embargo, en ninguno de estos casos parece que el descenso en la salinidad venga acompañado de una ascenso pronunciado en la concentración de clorofila *a* (representados a través de su P90). Los P90 de la masa de agua se presentan muy similares todos los años.

#### 4.4.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.

Se pasa ahora a analizar la fiabilidad de una masa o estación a lo largo de los cinco años estudiados siguiendo los criterios descritos en la introducción. Los resultados se muestran en la tabla 4.11.

	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>	P90+0,5CV<10%	Clasificación
<b>Estación</b>	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	¿Cumple?	
<b>DP012</b>	2,16	2,38	2,48	1,90	2,38	<b>2,26</b>	Sí	estable
<b>DP014R</b>		1,57	2,00	2,86	2,83	<b>2,68</b>	Sí	estable
<b>DP016</b>	2,29	2,09	1,79	1,84	1,79	<b>2,04</b>	Sí	estable
<b>DP018</b>	1,56	1,48	1,44	1,05	1,41	<b>1,42</b>	Sí	estable
<b>masa 003</b>	2,16	2,35	2,14	2,16	2,39	<b>2,21</b>	Sí	estable

Tabla 4.11. Clasificación ecológica de la masa 003 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas.

El hecho de que una estación sea estable implica que todos los años ha sido clasificada dentro del mismo estado ecológico y que además lo ha hecho considerando una distancia prudencial del umbral establecido considerando incluso la dispersión de los valores. Todas las estaciones que forman esta masa de agua se han considerado como estables. Este hecho indica que en este caso la selección de estaciones que representen la masa de agua puede ser menor, debido a la estabilidad de todas las estaciones que la componen.

#### 4.4.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 003 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.

##### 4.4.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 003 a través del análisis Cluster.

Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos con los resultados obtenidos para cada uno de los años y para las cinco anualidades en global. Este análisis estadístico indica las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua. Para llevarlo a cabo se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales.

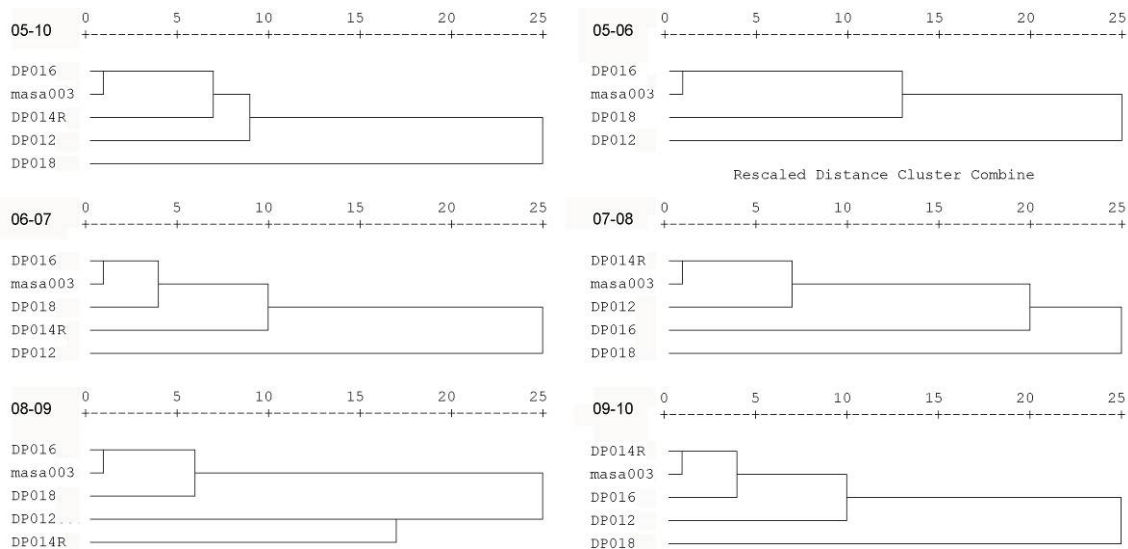


Figura 4.14. Dendrogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 003 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

Dado que los parámetros están en escalas muy diferentes es necesario normalizar los datos y tipificarlos para poder realizar el análisis con el método de conglomerados de mínima varianza o método de Ward. Como se ha comentado con anterioridad, se considera distancias en el dendrograma mayores de 20 como estaciones de muestreo no representativas, distancias entre 10 y 20 como estaciones poco representativas y con posible eliminación según el grado de reducción, y distancias menores a 10 como estaciones de muestreo representativas.

Se aplica el análisis Cluster masa por masa, con los datos anuales y globales de los 5 años y se estudia cada resultado, mostrado en la figura 4.14.

En la figura 4.14 se observa cómo utilizando los promedios de los cinco años las estaciones que parecen tener más similitud con la masa son la DP016 y la DP014R. Si se analizan los dendrogramas obtenidos con las medias anuales se observa como este patrón se repite para al menos una de estas dos estaciones.

#### 4.4.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 003 mediante diagramas de caja-bigote.

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman, se realizan diagramas de caja-bigote para cada estación y cada masa de agua con los datos correspondientes a los cinco años de muestreo, obteniendo los diagramas que se muestran en la figura 4.15.

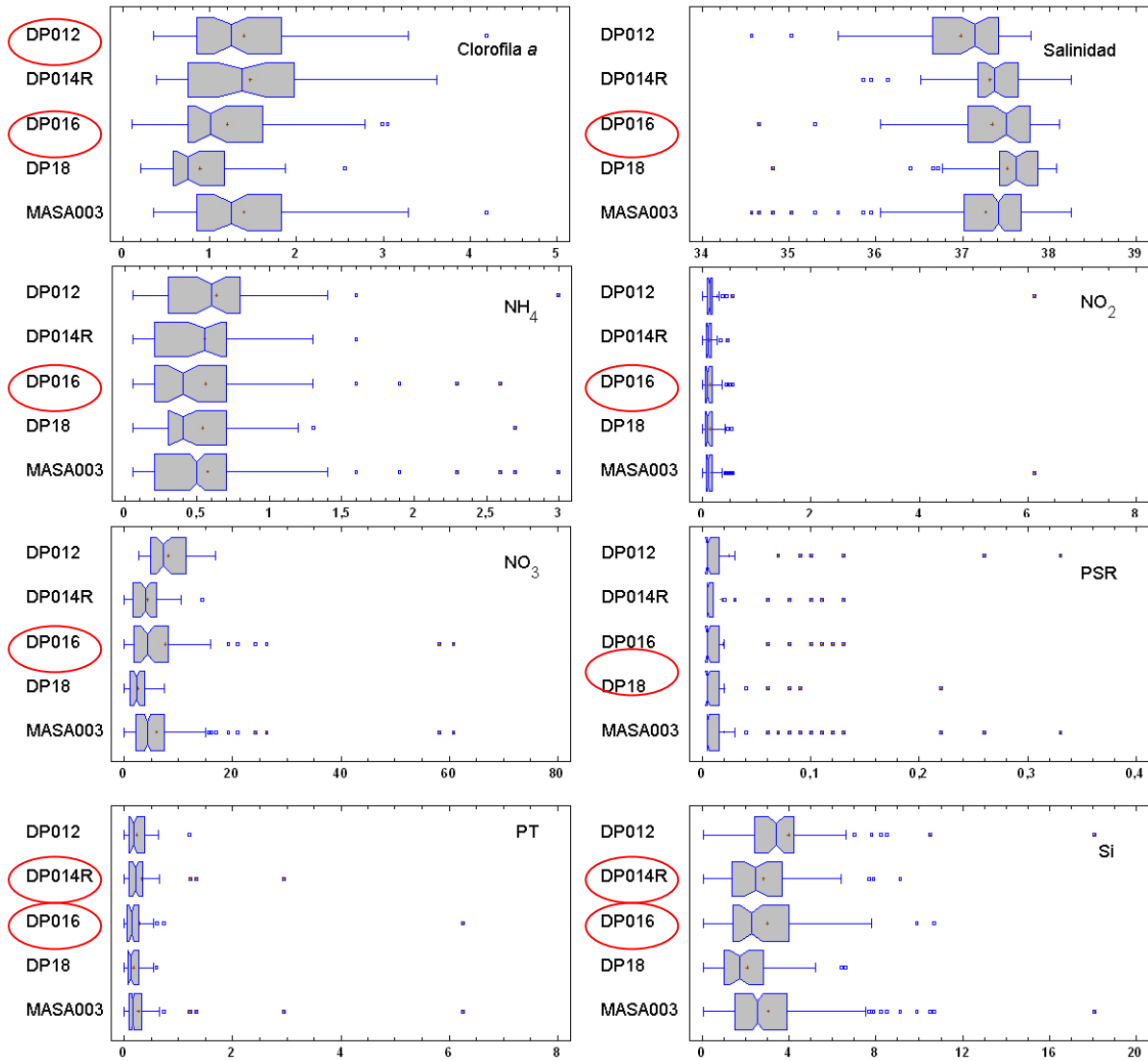


Figura 4.15. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 003 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Se observa como la distribución más similar con respecto a la masa se presenta para la estación DP016 en la mayoría de parámetros para el global de los 5 años. Estos resultados coinciden con los obtenidos analizando el dendrograma donde se consideran los parámetros fisicoquímicos y biológicos en el que la proximidad, medida en unidades de distancia, es acusada entre esta estación DP016 y la masa 003.

#### 4.4.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 003 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Para cuantificar la concordancia entre diferentes mediciones de una variable numérica se utiliza el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) definiéndose como la proporción de la

variabilidad total que se debe a la variabilidad de los sujetos. Los resultados de los CCI obtenidos para cada una de las combinaciones posibles entre todas las estaciones que conforman la masa 003 se muestran en la tabla 4.12.

<b>CCI Masa 003</b>	
DP012	0,788
DP014R	0,753
<b>DP016</b>	<b>0,895</b>
DP018	0,640
DP012-DP014R	0,897
DP012-DP016	0,894
DP012-DP018	0,927
<b>DP014R-DP016</b>	<b>0,943</b>
DP014R-DP018	0,857
DP016-DP018	0,857
DP012-DP014R-DP016	0,959
DP012-DP014R-DP018	0,978
DP012-DP016-DP018	0,956
DP014R-DP016-DP018	0,942

Tabla 4.12. Índices de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 003.

Se observa que el CCI que se obtiene de comparar la estación DP016 con la masa 003 es muy elevado. Esto coincide como se ha ido comentado con el análisis estadístico de conglomerados jerárquicos y los diagramas caja-bigote obtenidos para todos los parámetros. De las combinaciones posibles con dos estaciones, el CCI más elevado es el obtenido con las estaciones DP014R y DP016, si se cogen 2 estaciones.

#### **4.4.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.**

Con todo esto la estación seleccionada para representar la masa de agua 003 es en este caso la DP016, porque aunque es muy difícil que una estación represente a una masa completa, la estabilidad en toda la masa, la similitud de la estación seleccionada con la masa en cada uno de los análisis estadísticos y la baja dispersión no solo de la estación seleccionada, sino de la masa en general lo harían factible.

Sin embargo y para evitar posibles degradaciones de la masa de agua por la afección temporal de esta estación por cuestiones naturales o antropogénicas, se elige una estación más que será la DP014R para que represente junto con la DP016 a la masa 003.

Así de esta manera, las estaciones seleccionadas para representar a la masa en la red de control son la DP016 y DP014R.

**4.4.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.**

Para corroborar que la combinación de estaciones seleccionadas (DP016 y DP014R) para representar a la masa 003 en la red de control es adecuada, se analizan los datos de la misma y se comparan con los obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones que forman la masa 003.

**4.4.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.**

A pesar de la concordancia de los resultados obtenidos en el análisis estadístico realizado hasta el momento, se incluye el análisis de los resultados que se obtendrían para cada una de las combinaciones posibles con las estaciones que conforman la masa de agua para el P90 de a clorofila *a* y el promedio de la salinidad. Se realizan clases de colores para la salinidad para una comparación visual más sencilla, asociando los colores más claros a los valores menores y los más oscuros a los mayores.

	chl <i>a</i> 05- 10	chl <i>a</i> 05- 06	chl <i>a</i> 06- 07	chl <i>a</i> 07- 08	chl <i>a</i> 08- 09	chl <i>a</i> 09- 10	Sal 05- 10	Sal 05- 06	Sal 06- 07	Sal 07- 08	Sal 08- 09	Sal 09- 10
DP012	2,26	2,16	2,38	2,48	1,90	2,38	36,98	37,17	37,02	36,80	36,87	37,04
<b>DP014R</b>	<b>2,68</b>		<b>1,57</b>	<b>2,00</b>	<b>2,86</b>	<b>2,83</b>	<b>37,31</b>		<b>37,41</b>	<b>37,21</b>	<b>37,17</b>	<b>37,37</b>
<b>DP016</b>	<b>2,04</b>	<b>2,29</b>	<b>2,09</b>	<b>1,79</b>	<b>1,84</b>	<b>1,79</b>	<b>37,34</b>	<b>37,69</b>	<b>37,34</b>	<b>37,13</b>	<b>37,24</b>	<b>37,33</b>
DP018	1,42	1,56	1,48	1,44	1,05	1,41	37,52	37,89	37,40	37,51	37,27	37,56
DP012-DP014R	2,45		2,35	2,43	2,54	2,68	37,15		37,21	37,01	37,02	37,21
DP012-DP016	2,18	2,19	2,35	2,45	1,91	2,33	37,16	37,43	37,18	36,97	37,05	37,18
DP012-DP018	2,07	1,93	2,42	2,19	1,70	2,00	37,25	37,53	37,21	37,16	37,07	37,30
<b>DP014R-DP016</b>	<b>2,46</b>		<b>2,04</b>	<b>2,00</b>	<b>2,54</b>	<b>2,75</b>	<b>37,33</b>		<b>37,37</b>	<b>37,17</b>	<b>37,20</b>	<b>37,35</b>
DP014R-DP018	2,24		1,67	1,97	2,58	2,16	37,41		37,40	37,36	37,22	37,47
DP016-DP018	1,81	1,95	2,14	1,73	1,47	1,77	37,43	37,79	37,37	37,32	37,25	37,44
DP012-DP014R-DP016	2,43		2,32	2,40	2,33	2,65	37,21		37,26	37,05	37,09	37,25
DP012-DP014R-DP018	2,28		2,38	2,16	2,40	2,43	37,27		37,27	37,18	37,10	37,32
DP012-DP016-DP018	2,08	2,16	2,39	2,16	1,84	1,95	37,28	37,58	37,25	37,15	37,12	37,31
DP014R-DP016-DP018	2,16		2,09	1,97	2,40	2,07	37,39		37,38	37,29	37,22	37,42
<b>MASA 003</b>	<b>2,21</b>	<b>2,16</b>	<b>2,35</b>	<b>2,14</b>	<b>2,16</b>	<b>2,39</b>	<b>37,27</b>	<b>37,55</b>	<b>37,28</b>	<b>37,14</b>	<b>37,13</b>	<b>37,30</b>

Tabla 4.13. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 003 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas

Al igual que en el resto de masas, se observan ligeros descensos de salinidad en el tercer y cuarto año, sin embargo este aumento de aportes continentales no está acompañado de



aumentos en los P90 obtenidos para la clorofila  $a$  que se reflejen en una modificación del estado ecológico. Se observa, como es de esperar, que todas las posibles combinaciones quedan clasificadas en un estado ecológico “High”, y con un margen suficiente del umbral H/G como para además quedar clasificadas como estables.

La siguiente figura resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado, en los niveles de clorofila  $a$ ) de la tabla anterior. Muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa cómo todos los años y el global de las cinco anualidades la masa 003 queda clasificada como “High” y cómo en ninguno de los años la calidad ecológica de las estaciones se degrada.

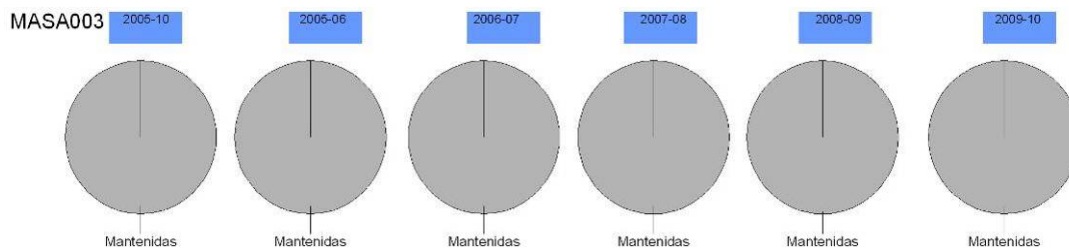


Figura 4.16. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado.

#### 4.4.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila $a$ .

Para comparar la distribución de los valores de clorofila  $a$  de la combinación de las estaciones seleccionada se analiza, por un lado el diagrama de caja-bigote para todas las combinaciones (figura 4.17) y el diagrama Q-Q Plot (o diagrama de cuantiles) (figura 4.18), donde además de la masa 003 y la combinación de estaciones seleccionadas (DP014R y DP016) se incluyen todas las estaciones que forman la masa.

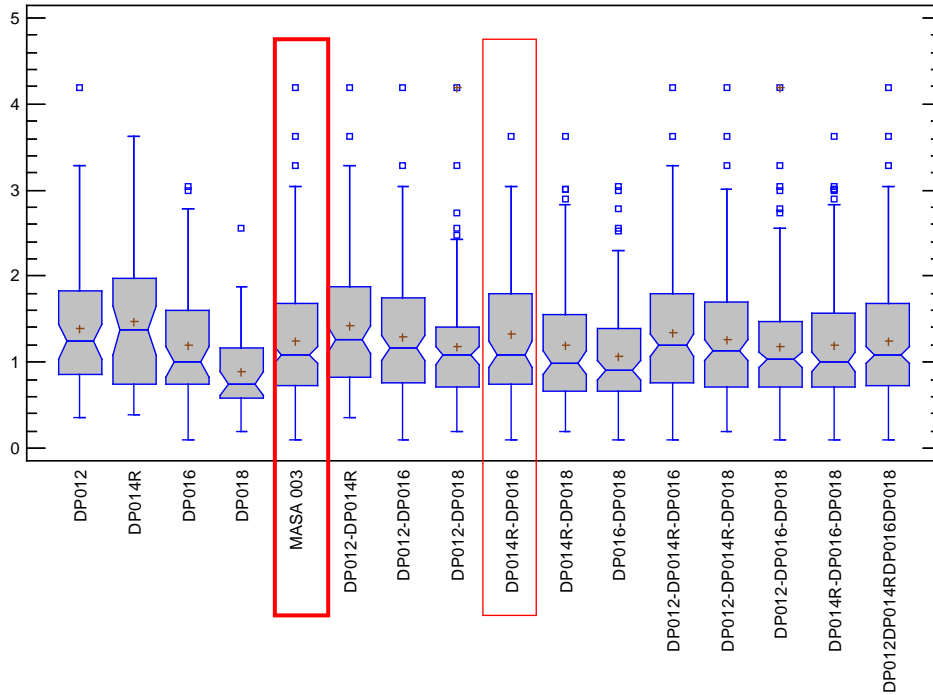


Figura 4.17. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 003 con los datos de clorofila  $a$  de las cinco anualidades estudiadas.

**4.4.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila  $a$ , mediante el diagrama de cuantiles.**

El gráfico de cuantiles indica diferencias entre la distribución de probabilidad de dos muestras de diferente tamaño. La figura 4.18 muestra como esta distribución es muy similar para la masa 003 y la combinación de estaciones seleccionadas, además se ha añadido las cuatro estaciones que forman la masa 003 y se observa como la DP018 presenta una distribución muy diferente respecto a la masa y como la distribución en la DP016 es muy similar. Estos resultados corroboran lo expuesto anteriormente a lo largo del análisis estadístico para la masa 003.

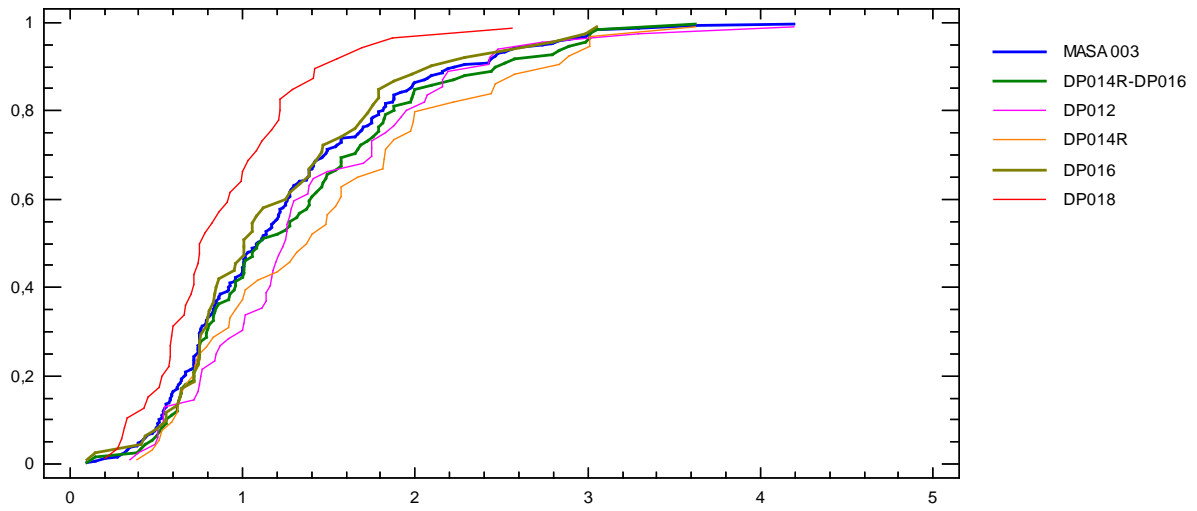


Figura 4.18. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila *a* de la masa 003, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

## 4.5. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 004.

### 4.5.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

#### 4.5.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

En primer lugar, se analiza cuál de las estaciones de muestreo presenta mayor dispersión para la salinidad y para el resto de parámetros fisicoquímicos y biológicos mediante el análisis de la desviación estándar (tabla 4.14).

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu$ M)	NITRITO ( $\mu$ M)	NITRATO ( $\mu$ M)	PSR ( $\mu$ M)	PT ( $\mu$ M)	AC.ORTOSILICICO ( $\mu$ M)	CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )
DP020	0,65	0,51	1,31	9,02	0,04	0,33	1,83	2,61
DP021	0,47	0,45	0,17	6,82	0,03	0,19	1,90	1,06
DP022	0,74	1,37	0,19	6,65	0,06	0,25	2,10	1,63
DP027	0,89	1,22	0,21	8,84	0,02	0,46	3,94	1,70
DP029	0,53	0,48	0,15	16,47	0,03	0,37	2,67	1,40
<b>masa 004</b>	<b>0,74</b>	<b>0,98</b>	<b>0,70</b>	<b>10,56</b>	<b>0,04</b>	<b>0,33</b>	<b>2,71</b>	<b>1,89</b>

Tabla 4.14. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 004.

Analizando la tabla 4.14, se observa como la estación DP027 presenta valores superiores para salinidad, fósforo total y ácido ortosilícico, indicando mayor dispersión de los resultados en esta estación para estos parámetros. Esta estación se encuentra ubicada al sur del delta del río Mijares, por lo que está más influenciada por aportes continentales. Por otro lado es la primera estación que se encuentra justo al sur de la masa portuaria 0041 (puerto de Castellón). La estación DP020 presenta mayor dispersión de sus resultados (para nitrito y clorofila *a*), esta estación se ubica en la playa de Voramar, cerca del espigón, en una zona más confinada que podría favorecer el crecimiento fitoplanctónico en la épocas de mayor calma. La estación DP029 presenta mayor dispersión para el nitrato, ésta se ubica en la playa del Arenal de Burriana estación DP029. Para el amonio es la DP022 la que presenta mayor dispersión.

#### 4.5.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.

Para analizar el grado de influencia continental y las repercusiones del mismo sobre la clorofila *a*, se hace necesario estudiar el comportamiento de la salinidad y la clorofila *a*, a través de los P10 y P90 respectivamente por ser medidas que reflejan menor dispersión que la media o el percentil 50 en este caso.

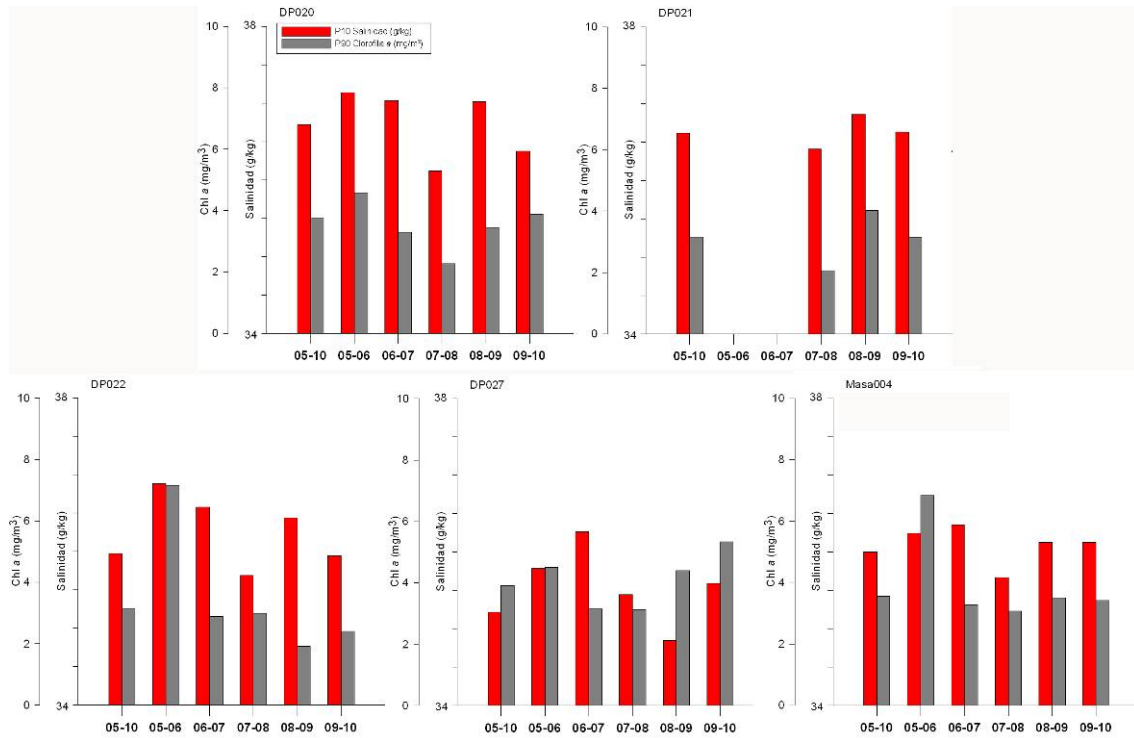


Figura 4.19. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 004 y cada una de las estaciones que la forman.

Analizando la figura 4.19, se observa una disminución muy clara de las concentraciones de la salinidad el tercer y cuarto año reflejado en los P10 de salinidad. Este descenso ha sido más acusado en las estaciones DP020, DP022 (para el tercer año) y más pronunciadamente en la DP027 (para el cuarto año). Coincidiendo con los resultados obtenidos en el apartado anterior donde estas estaciones presentan más dispersión para este parámetro. Sin embargo, excepto en la estación DP027 para el cuarto año, en ninguno del resto de casos parece que el descenso en la salinidad venga acompañado de un ascenso pronunciado en la concentración de clorofila *a* (representados a través de su P90). Los P90 de la masa 004 se presentan muy similares todos los años.

#### 4.5.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.

Se pasa ahora a analizar la fiabilidad de una masa o estación a lo largo de los cinco años estudiados siguiendo los criterios descritos en la introducción. Los resultados se muestran en la tabla 4.15.

	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>	P90+0,5CV<10%	Clasificación
<b>Estación</b>	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	¿Cumple?	
<b>DP020</b>	4,56	3,29	2,27	3,46	3,88	<b>3,75</b>	No	inestable
<b>DP021</b>			2,06	4,03	3,14	<b>3,16</b>	Sí	estable
<b>DP022</b>	7,16	2,89	3,00	1,92	2,41	<b>3,13</b>	Sí	inestable
<b>DP027</b>	4,50	3,15	3,13	4,40	5,34	<b>3,92</b>	No	inestable
DP029			4,36	2,17	2,24	<b>2,71</b>	Sí	estable
<b>Masa 004</b>	6,83	3,27	3,08	3,50	3,41	<b>3,56</b>	Sí	inestable

Tabla 4.15. Clasificación ecológica de la masa 004 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas.

El hecho de que una estación sea estable implica que su estado ecológico a través del periodo muestreado no se ha degradado y que además lo ha hecho considerando una distancia prudencial con umbral establecido considerando incluso la dispersión de los valores. La estación DP020 se han considerado como inestable por no estar a una distancia suficiente del límite, la DP022 por presentarse con un estado “Moderate” el primer año y la DP027 por no cumplir la distancia suficiente con el umbral H/G y por degradarse su estado ecológico a “Good” el último año (2009-2010). Las dos únicas estaciones estables no han sido muestreadas para las dos primeras anualidades, con lo que será necesario considerar un mayor número de estaciones representativas para una buena caracterización de la masa de agua.

#### 4.5.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 004 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.

##### 4.5.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 004 a través del análisis Cluster.

Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos con los resultados obtenidos para cada uno de los años y para todos los años en global. Este análisis estadístico indica las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua. Para llevarlo a cabo se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales. Los resultados se muestran en la figura 4.20.

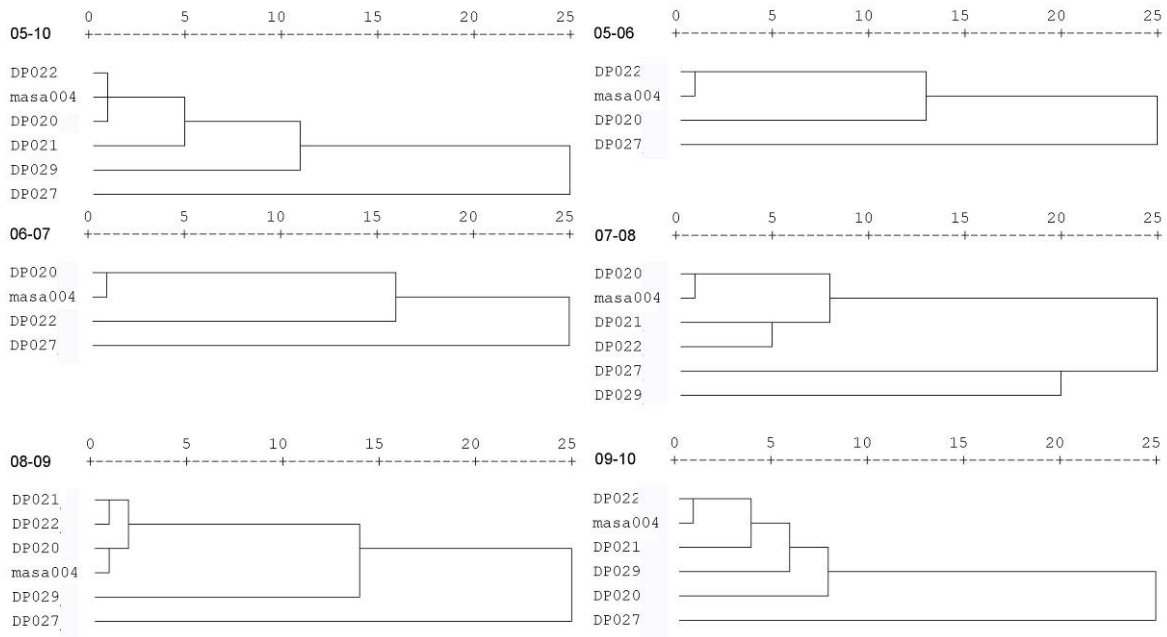


Figura 4.20. Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 004 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades.

Se observa (figura 4.20) como utilizando los promedios de los cinco años, las estaciones que parecen tener más similitud con la masa son la DP022 y la DP020. Si se analizan los dendogramas obtenidos con las medias anuales se observa como este patrón se repite para al menos una de estas dos estaciones y en los casos en que todas las estaciones ya están activas, la estación DP021 parece tener también una similitud destacada con la masa. En los años más lluviosos parece que el comportamiento de la masa es más similar a la estación DP020, mientras que los más secos la similitud es mayor con la DP022. En todo caso, las que parecen ser más dispares respecto a la masa 004, son la estación DP029 y especialmente la DP027.

**4.5.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 004 mediante diagramas de caja-bigote.**

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman, se realizan diagramas de caja-bigote para cada estación y cada masa de agua con los datos correspondientes a los cinco años de muestreo, obteniendo los diagramas que se muestran en la siguiente figura (figura 4.21).

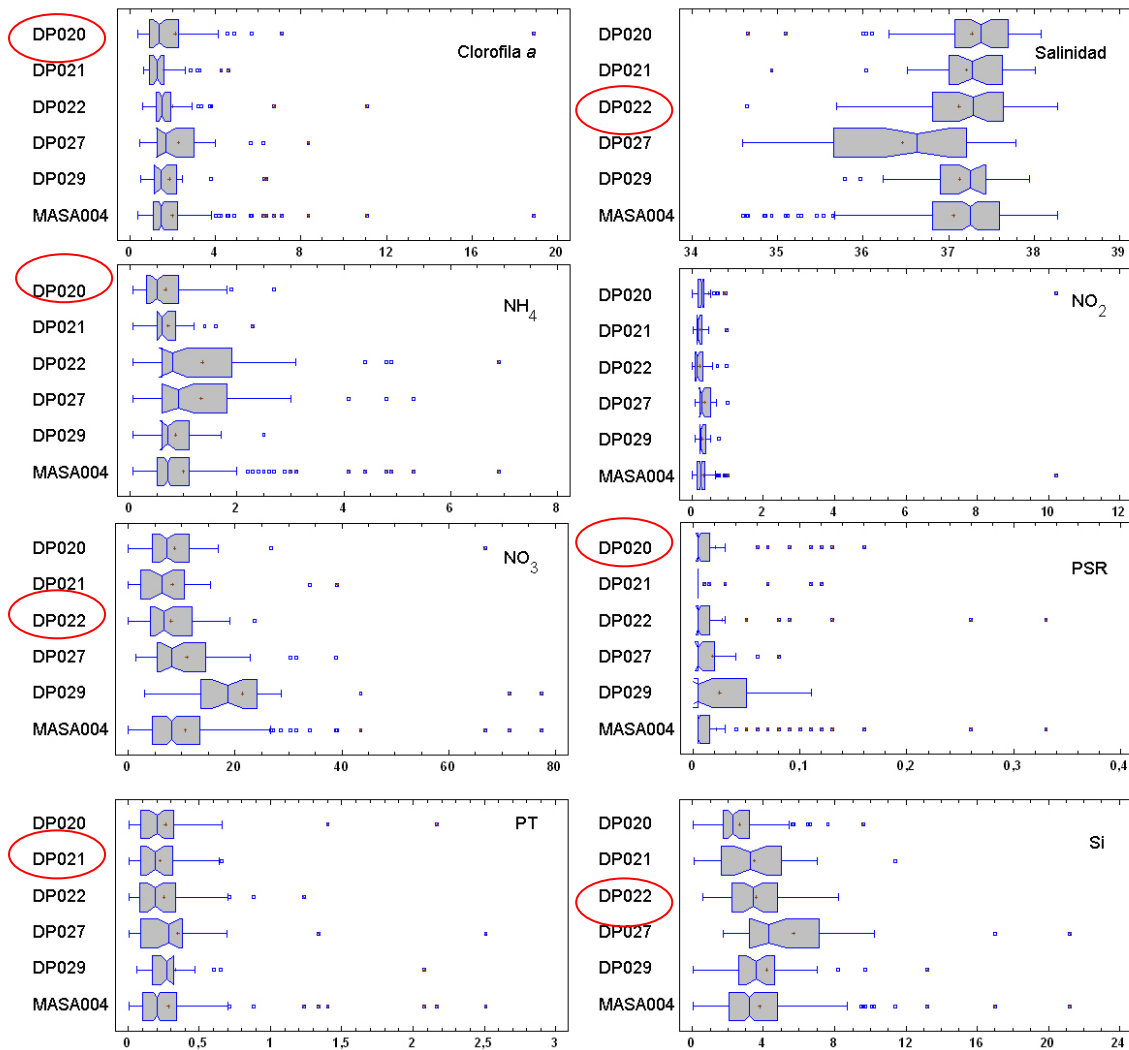


Figura 4.21. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 004 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Se observa como la distribución más similar con respecto a la masa se presenta para la estación DP020 (clorofila *a*, amonio, PSR) y DP022 (salinidad, sílice y nitrato) para el global de los 5 años. Estos resultados coinciden con los dendogramas donde se consideran los parámetros fisicoquímicos y biológicos, mostrando una mayor proximidad con respecto a la masa. También se observa como las estaciones que aparecían más distanciadas (DP027, DP029) de la masa según el análisis estadístico de conglomerados jerárquicos, presentan también la distribución menos similar con respecto a la masa en los diagrama de caja-bigote.



#### 4.5.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 004 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Para cuantificar la concordancia entre diferentes mediciones de una variable numérica se utiliza el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) definiéndose como la proporción de la variabilidad total que se debe a la variabilidad de los sujetos. Los resultados de los CCI obtenidos para cada una de las combinaciones posibles entre todas las estaciones que conforman la masa de agua se muestran en la tabla 4.16.

Masa 004			
DP020	0,602	<b>DP020-DP021-DP022</b>	<b>0,955</b>
DP021	0,510	DP020-DP021-DP027	0,838
DP022	0,670	DP020-DP021-DP029	0,811
DP027	0,733	DP020-DP022-DP027	0,964
DP029	0,721	DP020-DP022-DP029	0,937
DP020-DP021	0,789	DP020-DP027-DP029	0,826
DP020-DP022	0,902	DP021-DP022-DP027	0,798
DP020-DP027	0,759	DP021-DP022-DP029	0,786
DP020-DP029	0,746	DP021-DP027-DP029	0,779
DP021-DP022	0,723	DP022-DP027-DP029	0,840
DP021-DP027	0,702	DP020-DP021-DP022-DP027	0,990
DP021-DP029	0,799	DP020-DP021-DP022-DP029	0,964
DP022-DP027	0,795	DP020-DP021-DP027-DP029	0,856
DP022-DP029	0,779	DP020-DP022-DP027-DP029	0,987
DP027-DP029	0,786	DP021-DP022-DP027-DP029	0,835

Tabla 4.16. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 004.

Se observa que el CCI que se obtiene de comparar cada estación con la masa 004 es muy bajo, inferior a 0,75 en todos los casos; y que el obtenido de comparar los promedios para toda la masa con los obtenidos para la combinación de las estaciones DP020 y DP022, es sustancialmente más elevado que para cualquier otra combinación de dos estaciones. Estos resultados coinciden con los obtenidos para el dendograma y para los diagramas caja-bigote donde se obtiene que estas estaciones presentan una distribución por parámetro más similar a la de la masa 004.

#### 4.5.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.

El análisis de los resultados obtenidos con los dendogramas por anualidades y para las cinco anualidades en conjunto, los obtenidos con los diagramas caja-bigote por parámetro para las cinco anualidades y los valores del CCI, apuntan que las estaciones DP020 y DP022

presentan un comportamiento más similar a la masa 004 que el resto de las estaciones que la forman.

Sin embargo la DP020 es una estación que a pesar de clasificarse como “High” todos los años, la escasa distancia al umbral H/G y la dispersión de los datos, hacen que se clasifique como inestable. La DP022 sufre algún tipo de presión la primera anualidad que hizo que se clasificase como “Moderate”. Para evitar estos inconvenientes se decide la elección de otra estación para representar a la masa 004. La estación seleccionada es la DP021.

Así, las estaciones seleccionadas para representar la masa 004 en la red de control son la DP020, DP021 y DP022.

#### **4.5.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.**

Para corroborar que la combinación de estaciones seleccionadas (DP020, DP021 y DP022) para representar a la masa 004 en la red de control es adecuada, se analizan los datos de la misma y se comparan con los obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones que forman la masa 004.

##### **4.5.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.**

Se incluye, por tanto, como para el resto de masas de agua, el análisis de los resultados que se obtendrían para cada una de las combinaciones posibles con las estaciones que conforman la masa 004 para el P90 de la clorofila *a* y el promedio de la salinidad.

	chl a	chl a	chl a	chl a	chl a	chl a	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
MASA 004	3,56	6,83	3,27	3,08	3,50	3,41	37,06	37,10	37,22	36,86	36,95	37,17
DP020	3,75	4,56	3,29	2,27	3,46	3,88	37,28	37,51	37,28	37,11	37,24	37,26
DP021	3,16			2,06	4,03	3,14	37,29			37,04	37,25	37,39
DP022	3,13	7,16	2,89	3,00	1,92	2,41	37,08	37,23	37,34	36,72	37,06	37,04
DP027	3,92	4,50	3,15	3,13	4,40	5,34	36,46	36,38	37,00	36,22	35,82	36,68
DP029	2,71			4,36	2,17	2,24	37,13			37,10	37,02	37,23
DP020-DP021	3,53			2,42	4,06	3,24	37,28			37,08	37,25	37,33
DP020-DP022	3,50	6,72	3,24	2,91	2,68	3,09	37,18	37,37	37,31	36,92	37,15	37,15
DP020-DP027	3,98	5,32	3,31	3,10	3,96	4,97	36,87	36,94	37,14	36,67	36,53	36,97
DP020-DP029	3,66			3,73	3,33	3,76	37,20			37,10	37,13	37,25
DP021-DP022	3,18			2,77	2,56	3,14	37,18			36,88	37,15	37,22
DP021-DP027	3,62			3,01	4,37	3,64	36,87			36,63	36,53	37,04
DP021-DP029	3,18			2,57	3,46	3,11	37,21			37,07	37,14	37,31
DP022-DP027	3,48	7,37	3,09	3,13	2,93	3,68	36,77	36,80	37,17	36,47	36,44	36,86
DP022-DP029	3,15			3,36	2,13	2,32	37,11			36,91	37,04	37,14
DP027-DP029	3,77			3,22	3,41	5,12	36,80			36,66	36,42	36,95
DP020-DP021-DP022	3,44			2,74	3,21	3,17	37,22			36,96	37,18	37,23
DP020-DP021-DP027	3,71			2,97	4,30	4,05	37,01			36,79	36,77	37,11
DP020-DP021-DP029	3,54			2,56	3,70	3,22	37,23			37,08	37,17	37,29
DP020-DP022-DP027	3,66	6,83	3,27	3,10	3,20	4,06	36,94	37,04	37,21	36,68	36,71	37,00
DP020-DP022-DP029	3,51			3,27	2,63	3,01	37,16			36,98	37,11	37,18
DP020-DP027-DP029	3,78			3,19	3,62	4,76	36,96			36,81	36,69	37,06
DP021-DP022-DP027	3,29			3,01	3,27	3,22	36,94			36,66	36,71	37,04
DP021-DP022-DP029	3,18			2,91	2,57	3,11	37,17			36,95	37,11	37,22
DP021-DP027-DP029	3,67			3,10	3,88	3,56	36,96			36,79	36,70	37,10
DP022-DP027-DP029	3,52			3,22	2,90	3,60	36,89			36,68	36,63	36,98
DP020-DP021-DP022-DP027	3,56			3,00	3,54	3,49	37,03			36,77	36,84	37,09
DP020-DP021-DP022-DP029	3,44			2,88	3,13	3,17	37,19			36,99	37,14	37,23
DP020-DP021-DP027-DP029	3,72			3,08	3,78	4,04	37,04			36,87	36,83	37,14
DP020-DP022-DP027-DP029	3,67			3,19	3,16	4,05	36,99			36,79	36,79	37,05
DP021-DP022-DP027-DP029	3,30			3,10	3,16	3,21	36,99			36,77	36,79	37,09

Tabla 4.17. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 004 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades y el global de las mismas.

Promedios de la salinidad para las posibles estaciones para cada una de las cinco anualidades y el global de las mismas

Al igual que en el resto de masas se observan ligeros descensos de salinidad en el tercer y cuarto año, sin embargo este aumento de aportes continentales no está acompañado de aumentos en los P90 obtenidos para la clorofila *a*. Se observan cambios en la clasificación ecológica de las masas de agua el primer año para las estaciones DP022 con un valor anormalmente elevado y con un valor superior para la DP027 el quinto año. Ninguna de estas ascensos en los niveles de clorofila *a* están relacionados con descensos en el promedio de la salinidad. Sin embargo analizando los datos, mes a mes, se observa para la estación DP022, dos valores de clorofila *a* que presentan aportes esporádicos de agua dulce, reflejados en marcados descensos de salinidad, estos aportes esporádicos parecen cesar el resto de los años, presentando valores más homogéneos tal y como indica la desviación típica. Para la estación DP027 se observa como los aportes mes a mes son, en general, más elevados el último año.

La figura 4.22 resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado en los niveles de clorofila *a*) de la tabla anterior. Muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa cómo para la primera anualidad (2005-06) y puesto que la masa ha sido clasificada con un estado ecológico “Good”, dos de las ocho posibles combinaciones de estaciones quedan degradadas (clasificadas como “Moderate”), dos mejoradas (clasificadas como “High”) y el resto (cuatro de ocho se clasifican igual que el global de la masa 004). El quinto año, a pesar de hay un aumento de las concentraciones medias de salinidad, la estación DP027 queda degradada y la mayor parte de las combinaciones en las que aparece esta estación.

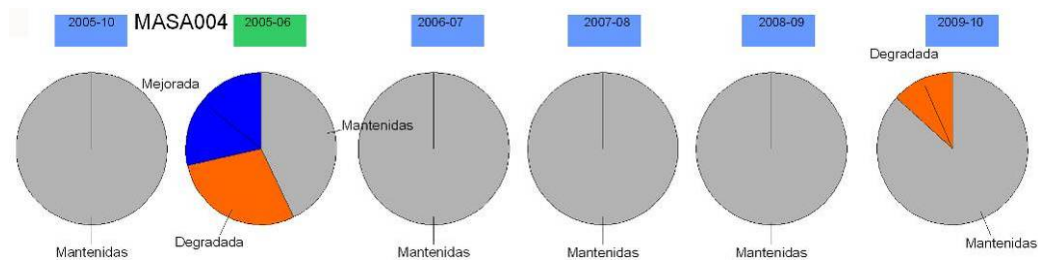


Figura 4.22. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado.

**4.5.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila *a*.**

Para corroborar la decisión tomada se analiza el diagrama caja-bigote en el que se compara la combinación seleccionada con todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 004.

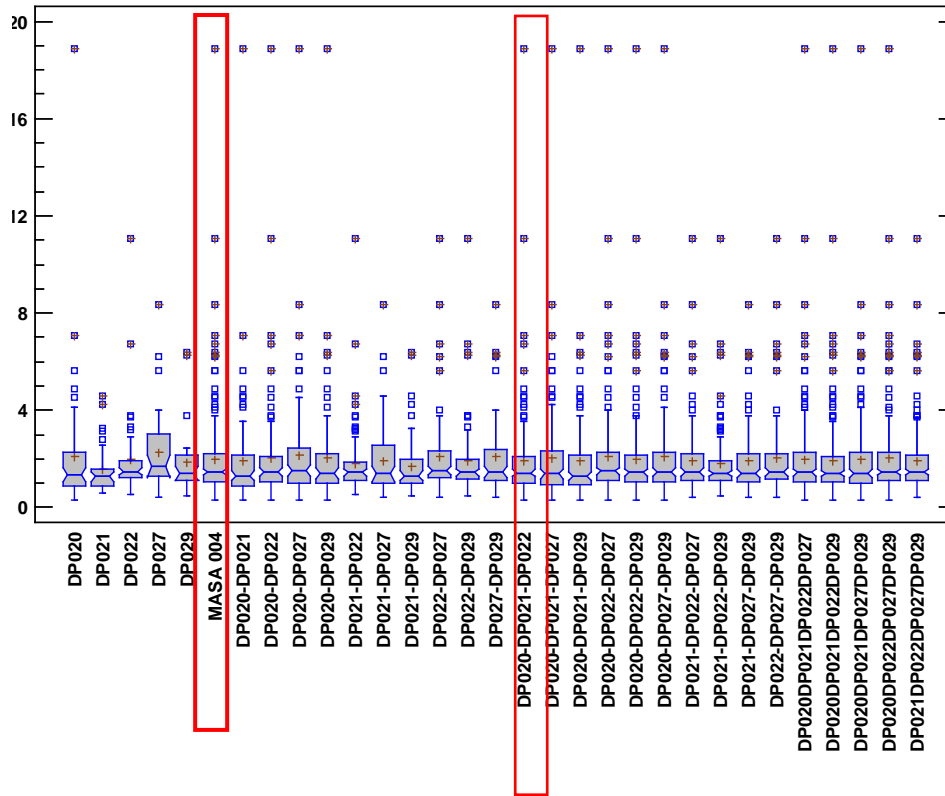


Figura 4.23. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 004 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

**4.5.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila *a*, mediante el diagrama de cuantiles.**

Se analiza ahora el diagrama de cuantiles para comparar las distribuciones inferidas directamente de dos conjuntos de observaciones, donde los tamaños de las muestras sean distintos. Se incluyen además todas las estaciones de muestreo que forman la masa 004.

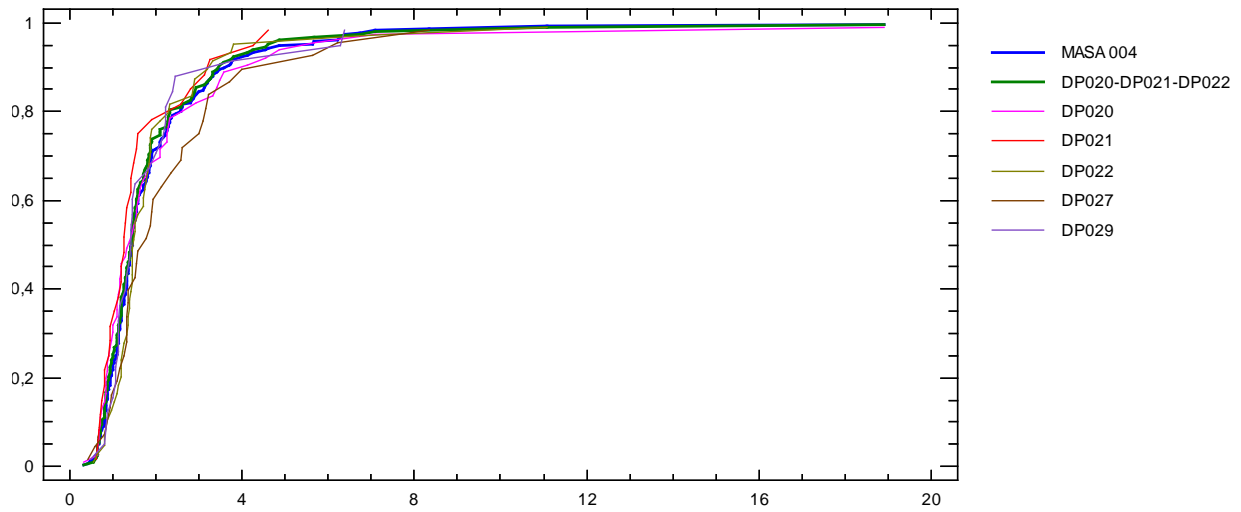


Figura 4.24. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila *a* de la masa 004, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Se observa la similitud entre la masa 004 y la combinación de estaciones seleccionadas (DP020, DP021 y DP022). Se aprecia también como la distribución para las estaciones DP027 y DP029 son muy diferentes a la de la masa 004, especialmente diferente en la estación DP027.

## 4.6. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 005.

### 4.6.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

#### 4.6.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

En primer lugar, se analiza, cuál de las estaciones de muestreo presenta mayor variación de salinidad y por tanto de nutrientes asociados, para ello se observa la desviación estándar (tabla 4.18), medida de dispersión muy influenciada por valores atípicos.

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu$ M)	NITRITO ( $\mu$ M)	NITRATO ( $\mu$ M)	PSR ( $\mu$ M)	PT ( $\mu$ M)	AC.ORTOSILICICO ( $\mu$ M)	CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )
DP032	<b>0,93</b>	7,11	0,48	<b>36,26</b>	0,08	<b>0,87</b>	<b>3,66</b>	1,89
DP034	0,55	<b>8,14</b>	0,54	14,08	<b>0,24</b>	0,37	2,33	1,36
DP036	<b>0,95</b>	6,23	0,30	19,98	0,07	0,37	<b>3,68</b>	1,81
DP038	<b>0,90</b>	0,70	0,26	21,80	0,11	0,41	3,32	<b>2,39</b>
DP040	0,79	2,99	0,14	14,28	0,04	0,24	2,61	1,40
<b>masa 005</b>	<b>0,90</b>	<b>5,90</b>	<b>0,40</b>	<b>23,74</b>	<b>0,14</b>	<b>0,48</b>	<b>3,33</b>	<b>1,74</b>

Tabla 4.18. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 005.

Analizando la desviación típica ( $\sqrt{\text{varianza}}$ ), se observa como para la salinidad (y el ácido ortosilícico) es la estación DP036 la que presenta mayor variación, estos valores son razonables si se considera que la estación está muy próxima a la marjal de Almenara. La estación DP032 presenta valores elevados para salinidad, nitrato, fósforo total y ácido ortosilícico indicando una alta dispersión de los resultados en esta estación para estos parámetros, la DP034 presentan mayor dispersión de sus resultados para el amonio y el PSR, mientras que la estación DP038 presenta mayor dispersión para la clorofila *a*. La DP036 presenta los máximos para salinidad y ácido ortosilícico. En global esta masa presenta, dentro de su tipología (tipo II), los mayores valores de desviación típica para la salinidad y el nitrato debido a la presión agrícola a la que está sometida, a la presencia de la marjal de Almenara y al situarse adyacente a una masa portuaria.

#### 4.6.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.

Para analizar el grado de influencia continental y las repercusiones del mismo sobre la clorofila *a*, se hace necesario estudiar el comportamiento de la salinidad y la clorofila *a*, a través de los P10 y P90 respectivamente por ser medidas que reflejan menor dispersión que la media o el P50 en este caso.

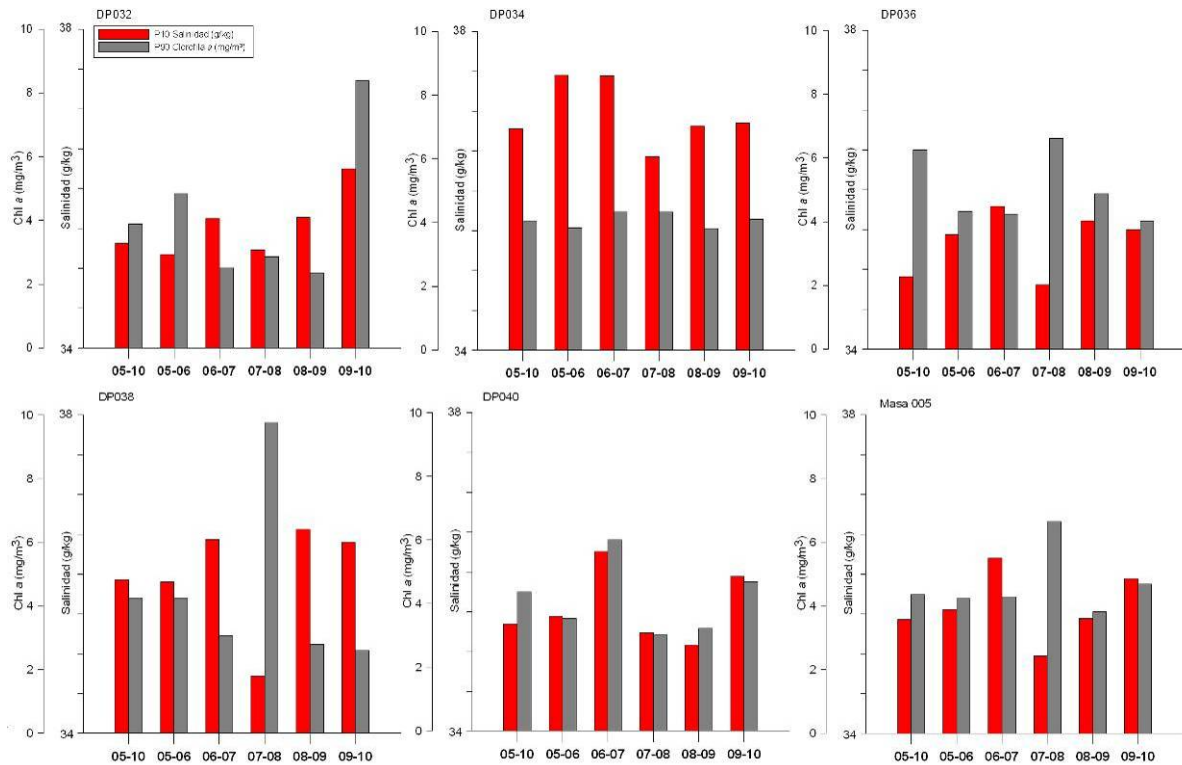


Figura 4.25. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 005 y cada una de las estaciones que la forman.

Analizando la figura 4.25 se observa, en primer lugar y analizando la gráfica obtenida para todos los datos en conjunto, una disminución clara de las concentraciones de la salinidad la tercera anualidad, acompañadas de un aumento en la concentración del P90 de la clorofila *a*. Este aumento se debe fundamentalmente al aumento en los P90 de clorofila *a* que se produce en las estaciones DP036 y DP038. La estación DP032 presenta concentraciones más elevadas de clorofila *a* el ultimo año de monitoreo, sin embargo, no va acompañada de un descenso de la salinidad.

#### 4.6.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.

Se pasa ahora a analizar la fiabilidad de una masa o estación a lo largo de los cinco años estudiados siguiendo los criterios descritos en la introducción. Los resultados se muestran en la tabla 4.19.



	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>	P90+0,5CV<10%	Clasificación
<b>Estación</b>	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	¿Cumple?	
<b>DP032</b>	4,84	2,52	2,86	2,34	8,38	<b>3,88</b>	No	inestable
<b>DP034</b>	3,83	4,34	4,34	3,82	4,11	<b>4,06</b>	No	inestable
<b>DP036</b>	4,33	4,24	6,62	4,88	4,01	<b>6,25</b>	No	inestable
<b>DP038</b>	4,25	3,06	9,77	2,80	2,59	<b>4,26</b>	No	inestable
<b>DP040</b>	3,53	6,00	3,03	3,22	4,69	<b>4,37</b>	No	inestable
<b>Masa 005</b>	4,24	4,28	6,65	3,82	4,69	<b>4,36</b>	No	inestable

Tabla 4.19. Clasificación ecológica de la masa 005 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas.

Todas las estaciones, e incluso la masa de agua quedan clasificadas como inestables, alguno de los 5 años ha sido clasificado en otro estado ecológico diferente. Este hecho indica que en este caso la selección de estaciones que representen la masa de agua ha de ser mayor, debido a la inestabilidad de todas las estaciones que la componen y a la ausencia de un patrón que se repita para todos los años o para todos los parámetros en cuanto a la similitud en el comportamiento. El grado de presiones que sufre esta masa 005 de tipo agrícola y por estar adyacente a la masa portuaria del puerto de Sagunto hace que las estaciones tengan una clasificación inestable.

#### 4.6.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 005 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.

##### 4.6.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 005 a través del análisis Cluster.

Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos con los resultados obtenidos para cada uno de las anualidades y para las cinco anualidades en global. Este análisis estadístico indica las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua. Para llevarlo a cabo se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales. Los resultados se muestran en la figura 4.26.

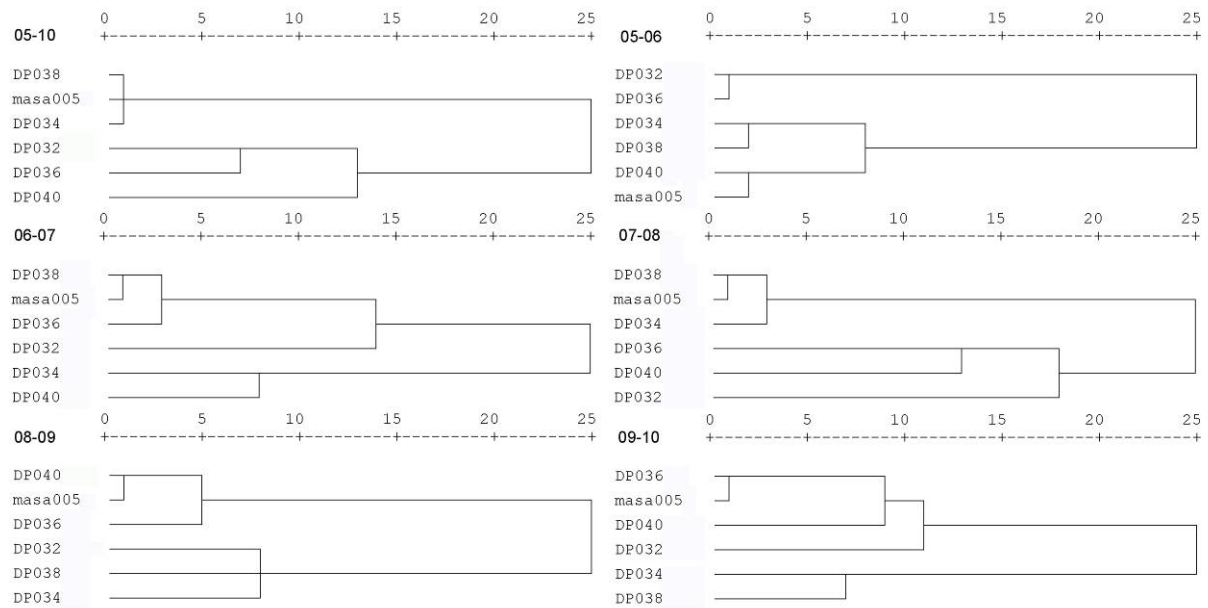


Figura 4.26. Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 005 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

El dendograma muestra (figura 4.26) cómo utilizando los promedios de los cinco años las estaciones que parecen tener más similitud con la masa son la DP038 y la DP034. Si embargo, si se analizan los dendogramas obtenidos con las medias anuales se observa como este patrón no se repite año a año, se considera que esto es debido a la diversidad de presiones que sufre esta masa de agua que han sido enumeradas anteriormente.

**4.6.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 005 mediante diagramas de caja-bigote.**

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman, se realizan diagramas de caja-bigotes para cada estación y cada masa de agua con los datos correspondientes a los cinco años de muestreo, obteniendo los diagramas que se muestran en la siguiente figura (figura 4.27).

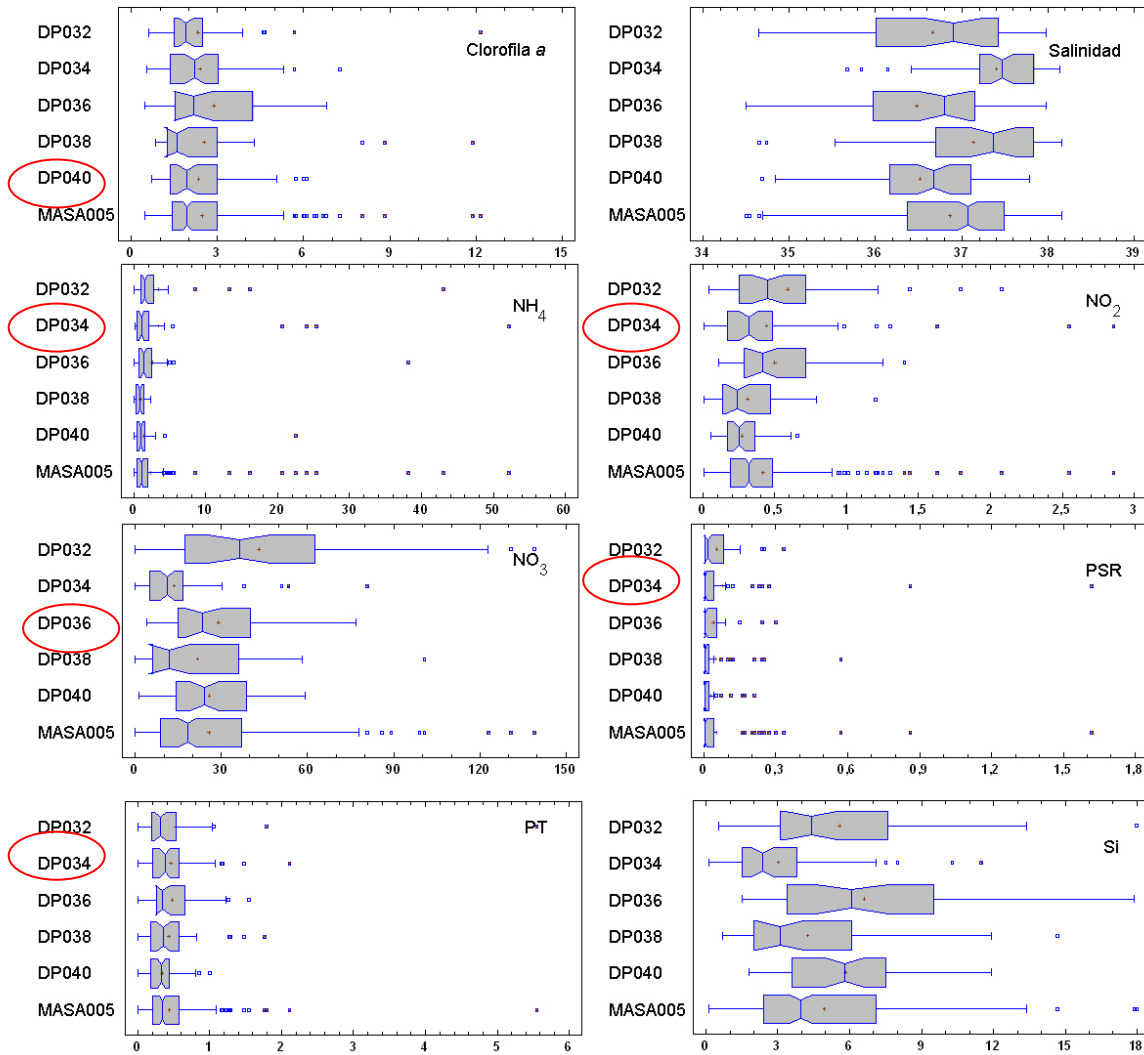


Figura 4.27. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 005 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Se observa como la distribución más similar con respecto a la masa 005 se presenta, en el caso de la clorofila *a* para la estación DP040. La distribución de los percentiles de la salinidad y el ácido ortosilícico en la masa 005 no parece presentar similitud con ninguna de las estaciones que las conforman. La estación DP034 presenta un comportamiento similar al de la masa si se analizan los diagramas caja-bigote obtenidos para el amonio, nitrito, PSR y PT y la DP036 presenta un comportamiento similar al de la masa si se analiza el nitrato.

#### 4.6.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 005 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Para cuantificar la concordancia entre diferentes mediciones de una variable numérica se utiliza el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) definiéndose como la proporción de la

variabilidad total que se debe a la variabilidad de los sujetos. Los resultados de los CCI obtenidos para cada una de las combinaciones posibles entre todas las estaciones que conforman la masa de agua se muestran en la tabla 4.20.

Se observa que el CCI que se obtiene de comparar cada estación con la masa 005 es muy bajo, inferior a 0,75 en todos los casos y además muy similares entre ellos. Debido a la inestabilidad de las estaciones que conforman esta masa de agua, a la dispersión de los valores en los parámetros estudiados se hace necesaria, como se ha comentado con anterioridad, la selección de un número mayor de estaciones para una buena caracterización de la masa.

Masa 005			
DP032	0,727	DP032-DP034-DP036	0,933
DP034	0,735	DP032-DP034-DP038	0,857
DP036	0,745	DP032-DP034-DP040	0,901
DP038	0,744	DP032-DP036-DP038	0,885
DP040	0,741	DP032-DP036-DP040	0,829
DP032-DP034	0,896	DP032-DP038-DP040	0,871
DP032-DP036	0,824	DP034-DP036-DP038	0,844
DP032-DP038	0,793	DP034-DP036-DP040	0,807
DP032-DP040	0,760	DP034-DP038-DP040	0,861
DP034-DP036	0,801	DP036-DP038-DP040	0,919
DP034-DP038	0,758	DP032-DP034-DP036-DP038	0,961
DP034-DP040	0,754	DP032-DP034-DP036-DP040	0,947
DP036-DP038	0,816	DP032-DP034-DP038-DP040	0,967
DP036-DP040	0,723	DP032-DP036-DP038-DP040	0,905
DP038-DP040	0,863	DP034-DP036-DP038-DP040	0,978

Tabla 4.20. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 005.

#### 4.6.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.

Se opta, tras el análisis estadístico de similitud y de dispersión y el análisis de presiones, seleccionar la combinación formada por las estaciones DP034, DP036, DP038 y DP040. Esta combinación de estaciones presenta, además, un CCI muy elevado, indicando similitud de comportamiento con la masa.

Se suprime la estación DP032 ya que es la que presenta mayor dispersión para datos de salinidad y nitrato por estar en una zona de elevada actividad agrícola. Analizando los dendogramas obtenidos para el global de los cinco años y los obtenidos año a año la distancia que la separa de la masa siempre es superior a 10 y en la gran parte de los datos superior a 25. El análisis del diagrama caja-bigote además indica que presenta además un comportamiento

muy diferente a la masa y al resto de estaciones, fundamentalmente para la clorofila *a*, el último año.

#### **4.6.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.**

Para corroborar que la combinación de estaciones seleccionadas (DP034, DP036, DP038 y DP040) para representar a la masa 005 en la red de control es adecuada, se analizan los datos de la misma y se comparan con los obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones que forman la masa 005.

##### **4.6.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad**

Se incluye además el análisis de los resultados que se obtendrían para cada una de las combinaciones posibles con las estaciones que conforman la masa de agua para el P90 de clorofila *a* y el promedio de la salinidad. Como se ha comentado los colores en los P90 de clorofila *a* representan el estado ecológico y la clases de colores para la salinidad se realizan equidistantes para una comparación visual más sencilla.

Al igual que en el resto de masas, en la masa 005, se observan claros descensos de salinidad en el tercer año, este aumento de aportes continentales está acompañado de aumentos en los P90 obtenidos para la clorofila *a*. Se observan cambios en la clasificación ecológica de las masas de agua el tercer año y el quinto, este ultimo debido al aumento anómalo de los percentiles de clorofila *a* en la estación DP032. Sin considerar esta estación la masa queda clasificada como el resto de años. Los valores para la combinación de estaciones seleccionadas (DP034, DP036, DP038 y DP040) son muy similares a los de la masa, y los cambios, por ejemplo en el tercer año se deben a la proximidad de los valores al umbral G/M.

	chl a	chl a	chl a	chl a	chl a	chl a	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
MASA 005	4,36	4,24	4,28	6,65	3,82	4,69	36,87	36,86	37,10	36,60	36,76	37,01
DP032	3,88	4,84	2,52	2,86	2,34	8,38	36,69	36,56	36,86	36,45	36,77	36,88
DP034	4,08	3,93	4,34	4,34	3,82	4,11	37,40	37,55	37,61	37,19	37,26	37,40
DP036	6,22	4,19	4,24	6,62	4,88	4,01	36,42	36,08	36,71	35,90	36,51	36,82
DP038	4,26	4,25	3,06	9,77	2,80	2,59	37,19	37,31	37,29	36,86	37,20	37,32
DP040	4,37	3,53	6,00	3,03	3,22	4,69	36,49	36,45	36,87	36,33	36,21	36,61
DP032-DP034	4,06	4,08	3,85	3,93	3,80	4,91	37,05	37,06	37,23	36,82	37,01	37,14
DP032-DP036	4,80	4,84	3,51	6,29	3,79	6,25	36,56	36,32	36,79	36,17	36,64	36,85
DP032-DP038	4,25	4,41	2,70	8,36	2,46	4,59	36,94	36,94	37,07	36,66	36,99	37,10
DP032-DP040	4,35	4,27	5,72	3,12	2,95	4,84	36,59	36,50	36,86	36,39	36,49	36,75
DP034-DP036	4,37	3,96	4,29	6,58	3,98	4,51	36,91	36,81	37,16	36,54	36,88	37,11
DP034-DP038	4,23	4,06	3,92	8,20	3,80	3,63	37,30	37,43	37,45	37,02	37,23	37,36
DP034-DP040	4,23	3,89	5,64	4,05	3,82	4,60	36,95	37,00	37,24	36,76	36,73	37,01
DP036-DP038	5,95	4,26	3,86	8,61	4,01	3,13	36,81	36,69	37,00	36,38	36,86	37,07
DP036-DP040	5,05	3,80	5,78	6,21	4,29	4,80	36,46	36,26	36,79	36,11	36,36	36,71
DP038-DP040	4,29	4,23	5,72	8,20	3,10	3,96	36,84	36,88	37,08	36,59	36,71	36,96
DP032-DP034-DP036	4,36	4,26	4,23	6,25	3,87	5,24	36,84	36,73	37,06	36,51	36,84	37,04
DP032-DP034-DP038	4,23	4,25	3,64	7,50	3,59	4,52	37,09	37,14	37,25	36,83	37,08	37,20
DP032-DP034-DP040	4,23	4,02	5,13	3,88	3,80	4,77	36,86	36,85	37,11	36,66	36,74	36,97
DP032-DP036-DP038	4,62	4,52	3,36	7,79	3,25	5,21	36,77	36,65	36,95	36,40	36,83	37,01
DP032-DP036-DP040	4,63	4,39	4,57	5,08	3,79	4,96	36,54	36,36	36,81	36,22	36,50	36,77
DP032-DP038-DP040	4,27	4,25	3,71	5,29	3,06	4,68	36,79	36,77	37,01	36,55	36,73	36,94
DP034-DP036-DP038	4,34	4,13	4,23	7,73	3,90	3,92	37,00	36,98	37,20	36,65	36,99	37,18
DP034-DP036-DP040	4,40	3,95	5,32	6,17	3,98	4,73	36,77	36,69	37,07	36,47	36,66	36,94
DP034-DP038-DP040	4,25	4,04	5,13	7,35	3,80	4,36	37,03	37,10	37,26	36,79	36,89	37,11
DP036-DP038-DP040	4,87	4,24	4,57	7,54	4,01	4,40	36,70	36,61	36,96	36,36	36,64	36,92
DP032-DP034-DP036-DP038	4,34	4,26	3,97	7,12	3,82	4,70	36,93	36,87	37,12	36,60	36,93	37,11
DP032-DP034-DP036-DP040	4,39	4,08	4,38	5,02	3,87	4,88	36,75	36,66	37,01	36,47	36,69	36,93
DP032-DP034-DP038-DP040	4,25	4,23	4,29	4,93	3,59	4,66	36,94	36,97	37,16	36,71	36,86	37,05
DP032-DP036-DP038-DP040	4,61	4,26	4,23	6,68	3,25	4,77	36,70	36,60	36,93	36,38	36,67	36,91
DP034-DP036-DP038-DP040	4,37	4,10	4,38	7,03	3,90	4,50	36,88	36,85	37,12	36,57	36,80	37,04

Tabla 4.21. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 005 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas

La siguiente figura resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica de la tabla anterior. Muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa

gráficamente como la tercera y quinta anualidad, la masa degradada su clasificación ecológica a “Good” y aun así en la tercera ninguna de las estaciones se clasifica como “High” y la mitad de ellas como “Moderate”.

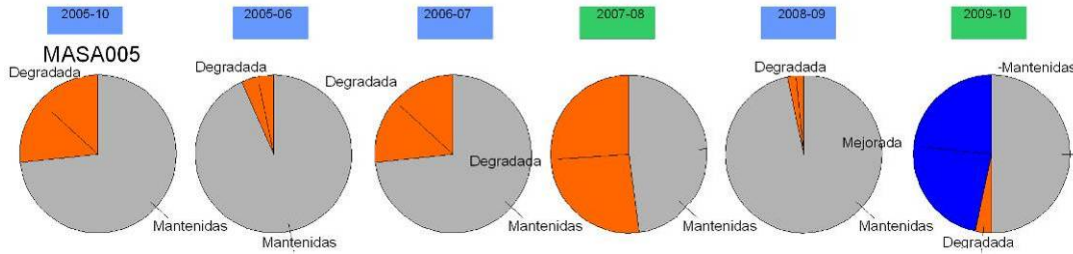


Figura 4.28. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado.

**4.6.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila *a*.**

Se analiza ahora el comportamiento de la clorofila *a* para todas las combinaciones de estaciones posibles realizando un diagrama caja-bigote para cada una de ellas. Se compara esta masa 005 con la combinación de estaciones seleccionadas (DP034, DP036, DP038 y DP040) para representar a la masa 005 en la red de control.

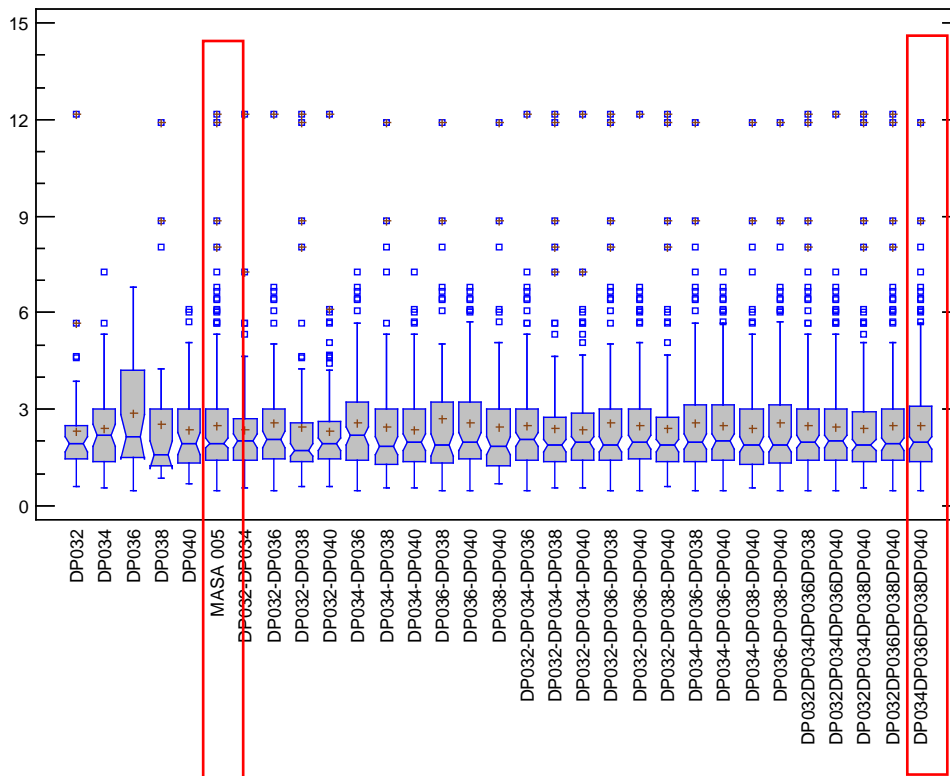


Figura 4.29. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 005 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

En la figura 4.29 se observa cómo los dendogramas son muy similares para la masa 005 y la combinación de estaciones seleccionadas (DP034, DP036, DP038 y DP040).

#### 4.6.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila $a$ , mediante el diagrama de cuantiles.

El gráfico de cuantiles indica diferencias entre la distribución de probabilidad de dos muestras de diferente tamaño. La figura 4.30 muestra como esta distribución es muy similar para la masa y la combinación de estaciones seleccionadas y puesto que se ha añadido la estación DP032 se observa la diferencia marcada que presenta con la masa 005.

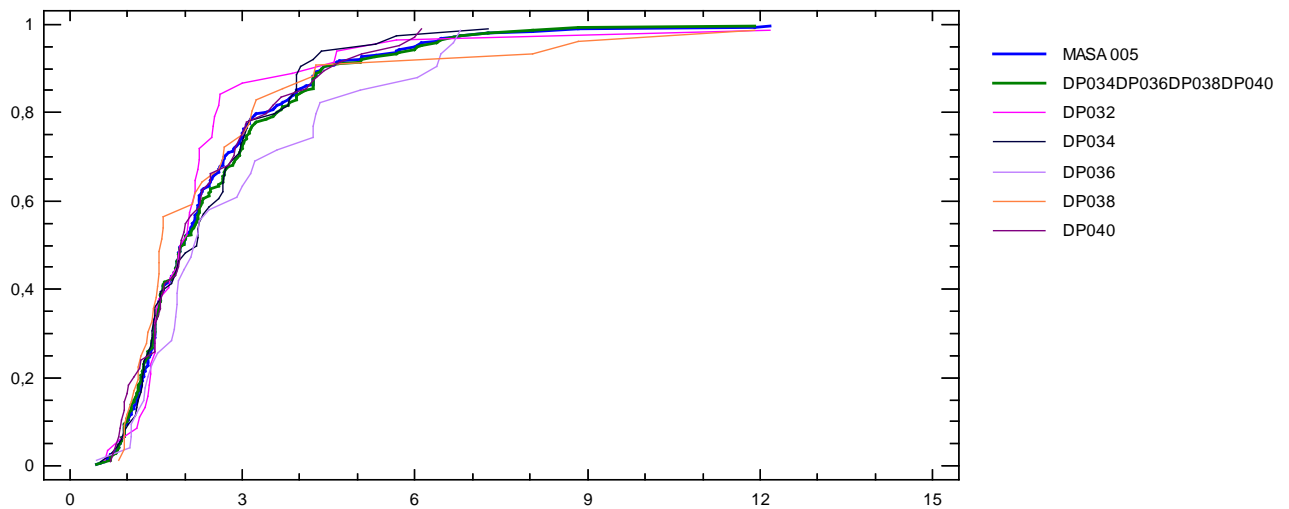


Figura 4.30. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila  $a$  de la masa 005, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Se observa la similitud entre la masa 005 y la combinación de estaciones seleccionadas (DP034, DP036, DP038 y DP040). Se aprecia también como la distribución para la estación DP032 es muy diferente, corroborando la selección de estaciones realizada.



## 4.7. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 007.

### 4.7.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

#### 4.7.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

En primer lugar, se analiza, cual de las estaciones de muestreo presenta mayor variación de salinidad y de parámetros fisicoquímicos asociados, para ello se observa la desviación estándar (tabla 4.22), medida de dispersión muy influenciada por valores atípicos.

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu$ M)	NITRITO ( $\mu$ M)	NITRATO ( $\mu$ M)	PSR ( $\mu$ M)	PT ( $\mu$ M)	AC.ORTOSILICICO ( $\mu$ M)	CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )
DP046	0,55	4,03	0,34	11,92	0,07	0,26	3,00	1,60
DP047R	0,93	4,94	1,73	33,28	0,59	1,31	3,49	1,82
DP150	0,56	1,37	0,88	5,84	0,08	0,16	1,64	1,33
DP151	0,49	1,98	0,28	7,33	0,07	0,18	1,61	1,37
DP152	0,49	3,52	0,47	18,51	0,06	0,31	1,65	1,78
<b>masa 007</b>	<b>0,62</b>	<b>3,38</b>	<b>0,80</b>	<b>17,83</b>	<b>0,22</b>	<b>0,57</b>	<b>2,49</b>	<b>1,59</b>

Tabla 4.22. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 007.

Analizando la desviación típica ( $\sqrt{\text{varianza}}$ ), se observa como para la salinidad y el resto de parámetros, la estación DP047R es la que presenta mayores valores indicando una mayor dispersión de los datos a lo largo del año. Esta estación se ubica al norte del Barranco del Carraixet, del cual se puede decir por estudios previos realizados por este grupo que presenta puntualmente cargas muy elevadas de nutrientes y clorofila *a*. Además la estación DP047R se sitúa al norte de la masa portuaria 0081 (puerto de Valencia) y próxima a la ciudad de Valencia por lo que está muy influenciada por presiones de tipo portuario, agrícola y urbano.

#### 4.7.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.

Para analizar el grado de influencia continental y las repercusiones del mismo sobre la clorofila *a*, se hace necesario estudiar el comportamiento de la salinidad y la clorofila *a*, a través de los P10 y P90 respectivamente por ser medidas que reflejan menor dispersión que la media o que el P50 en este caso.

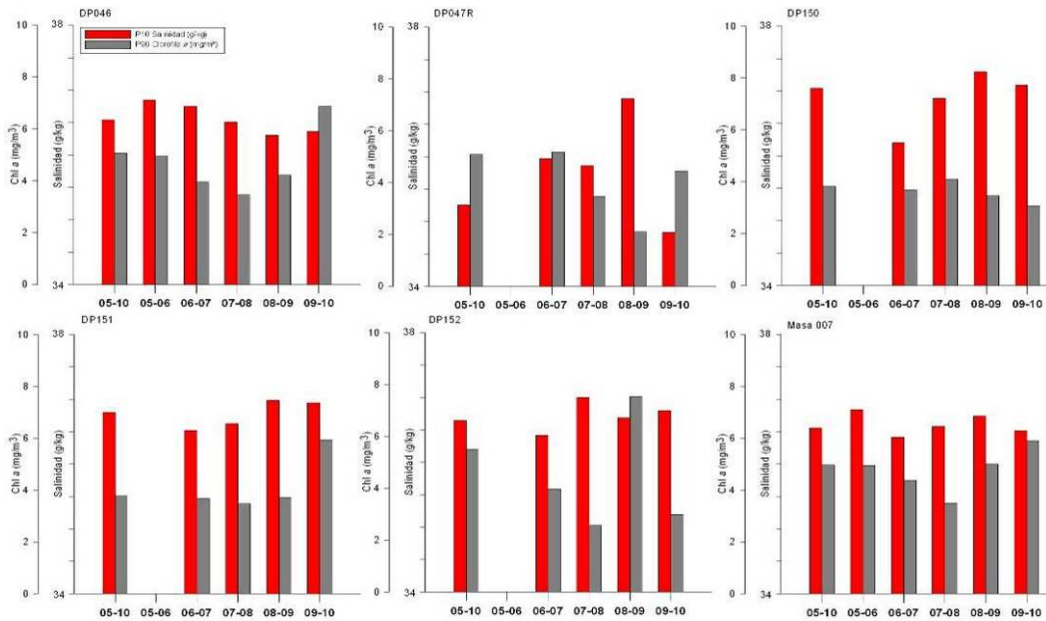


Figura 4.31. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 007 y cada una de las estaciones que la forman.

Analizando la figura 4.31, se observa, en primer lugar que esta masa no sigue el patrón del resto de las masas de agua, no se presenta una disminución clara de la salinidad el tercer y cuarto año, los valores de salinidad y clorofila *a* son bastante similares todos los años. Esto parece coincidir con el resto de estaciones, excepto la DP047R, que presenta una mayor variación de los datos, coincidiendo con los resultados del análisis de la desviación típica.

**4.7.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.**

Se pasa ahora a analizar la fiabilidad de una masa o estación a lo largo de los cinco años estudiados. Los resultados se muestran en la tabla 4.23.

	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>	P90+0,5CV<10%	Clasificación
<b>Estación</b>	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	¿Cumple?	
<b>DP046</b>	4,95	3,95	3,46	4,21	6,87	5,07	Sí	estable
<b>DP047R</b>		5,17	3,48	2,09	4,45	5,09	Sí	estable
<b>DP150</b>		3,69	4,09	3,46	3,08	3,82	Sí	estable
<b>DP151</b>		3,68	3,48	3,72	5,94	3,78	Sí	estable
<b>DP152</b>		3,97	2,58	7,54	2,98	5,51	Sí	inestable
<b>masa 007</b>	4,95	4,37	3,49	5,01	5,90	4,97	Sí	estable

Tabla 4.23. Clasificación ecológica de la masa 007 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas.

Todas las estaciones, excepto la DP152, quedan clasificadas como estables, esto implica que a lo largo de los cinco años el estado ecológico no se ha degradado y que la distancia, considerando incluso la dispersión de los datos, es suficiente con respecto al umbral para el siguiente estado ecológico

**4.7.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 007 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.**

**4.7.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 007 a través del análisis Cluster.**

Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos con los resultados obtenidos para cada uno de los años y para todos los años en global. Este análisis estadístico indica las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua. Para llevarlo a cabo se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales.

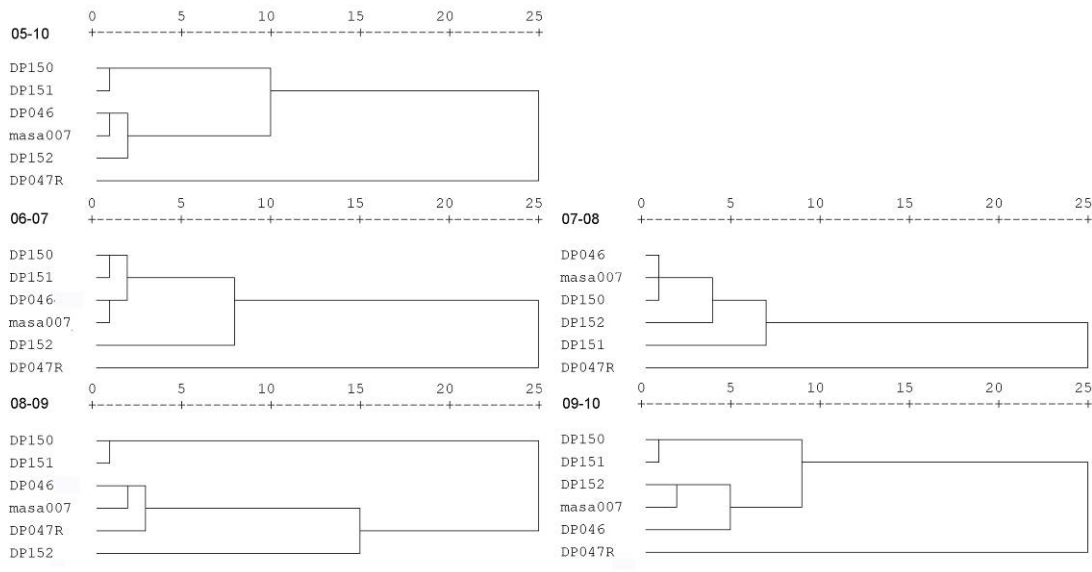


Figura 4.32. Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 007 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

En primer lugar apuntar que no se muestra dendrograma para el primer año porque sólo esta activa en ese periodo la estación DP046. El dendrograma muestra (figura 4.32) cómo utilizando los promedios de los cinco años las estaciones que parecen tener más similitud con la masa son la DP046 la DP152. Las estaciones DP150 y DP151 presentan una distancia reducida con la masa 007, inferior a 10 excepto para la anualidad 2008-09. La estación

DP047R presenta un comportamiento menos similar con la masa, presentando distancias muy elevadas con respecto al resto de estaciones. Este patrón parece repetirse en los resultados obtenidos año a año, excepto para el cuarto año donde el comportamiento parece cambiar completamente. Si se analiza la figura 4.31, se observa como este cuarto año los valores de salinidad en esta estación son muy elevados y van acompañados por un descenso pronunciado de los P90 de la clorofila *a*, con respecto a años anteriores y posteriores de los valores de clorofila *a*, este hecho, hace que en estas condiciones, esta estación tenga un comportamiento más similar al de la masa de agua 007.

#### **4.7.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 007 mediante diagramas de caja-bigote.**

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman, se realizan diagramas de caja-bigote para cada estación y cada masa de agua con los datos correspondientes a los cinco años de muestreo, obteniendo los diagramas que se muestran en la siguiente figura (figura 4.33).

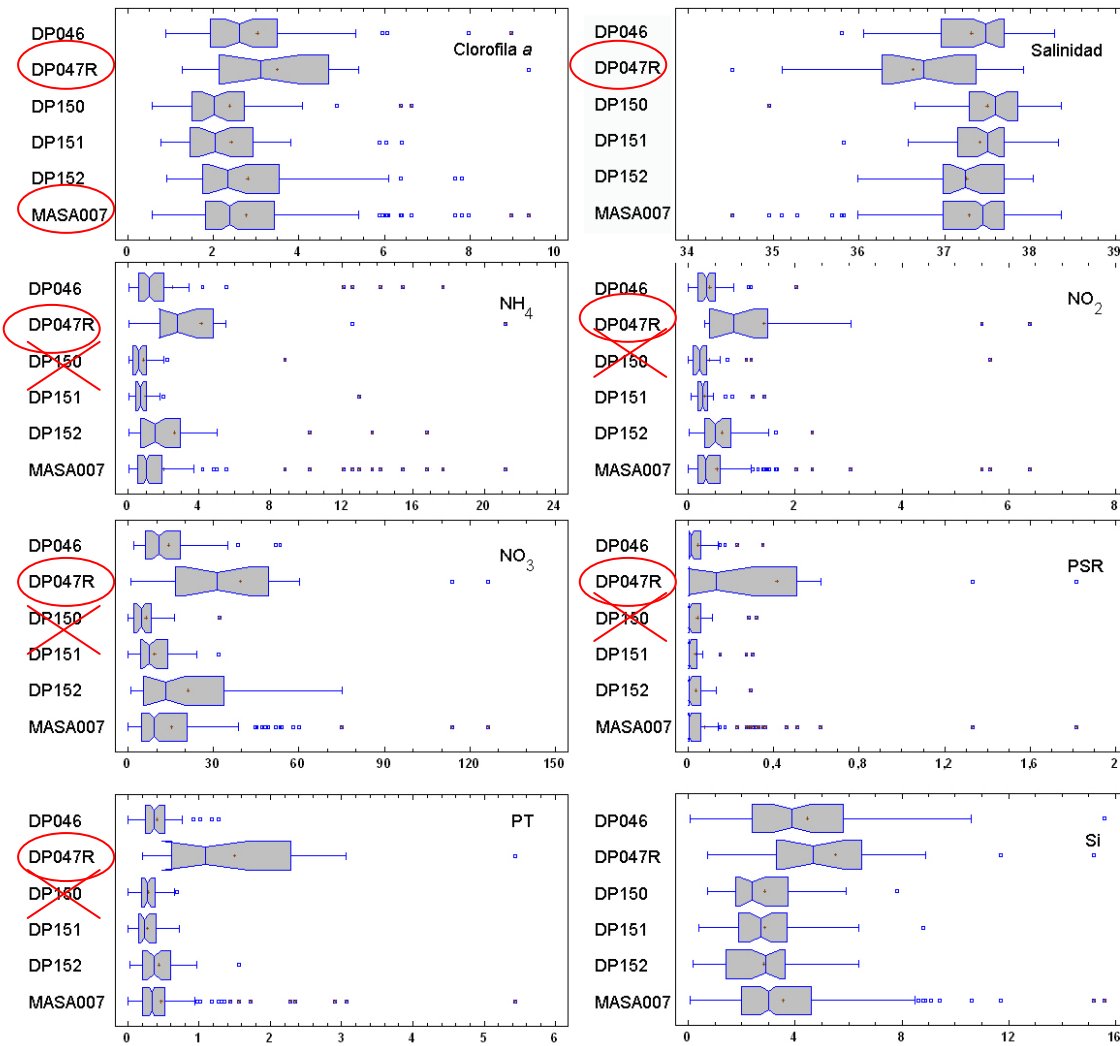


Figura 4.33. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 007 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Se observa como la distribución más similar con respecto a la masa se presenta, en el caso de la clorofila *a*, la salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR y PT, en la estación DP046.

Es de destacar cómo la estación DP047R presenta un comportamiento muy diferenciado al de la masa 007 en la mayoría de los parámetros, pero este comportamiento es especialmente diferente para amonio, nitrito, nitrato, PSR y PT.

#### 4.7.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 007 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Para cuantificar la concordancia entre diferentes mediciones de una variable numérica se utiliza el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) definiéndose como la proporción de la variabilidad total que se debe a la variabilidad de los sujetos. Los resultados de los CCI

obtenidos para cada una de las combinaciones posibles entre todas las estaciones que conforman la masa de agua se muestran en la tabla 4.24.

Masa 007			
DP046	0,739	DP046-DP047R-DP150	0,929
DP047R	0,688	DP046-DP047R-DP151	0,938
DP150	0,543	DP046-DP047R-DP152	0,908
DP151	0,776	DP046-DP150-DP151	0,872
DP152	0,537	DP046-DP150-DP152	0,903
DP046-DP047R	0,828	DP046-DP151-DP152	0,899
DP046-DP150	0,835	DP047R-DP150-DP151	0,837
DP046-DP151	0,850	DP047R-DP150-DP152	0,846
DP046-DP152	0,842	DP047R-DP151-DP152	0,856
DP047R-DP150	0,703	DP150-DP151-DP152	0,928
DP047R-DP151	0,816	DP046-DP047R-DP150-DP151	0,962
DP047R-DP152	0,648	DP046-DP047R-DP150-DP152	0,976
DP150-DP151	0,814	DP046-DP047R-DP151-DP152	0,972
DP150-DP152	0,843	DP046-DP150-DP151-DP152	0,920
DP151-DP152	0,862	DP047R-DP150-DP151-DP152	0,897

Tabla 4.24. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 007.

Se observa que el CCI que se obtiene de comparar cada estación con la masa 007 es especialmente bajo para la estación DP047R, DP150 y DP152. Solo las estaciones DP046 y DP151 presentan CCI superiores a 0.7 cuando se compara cada estación de forma individual con la masa. La combinación de estas estaciones presenta además, un CCI elevado (aunque no el máximo), indicando similitud de comportamiento con la masa 007. La combinación de las estaciones DP151 y DP152 presentan el CCI más elevado, pero el bajo valor obtenido para la estación DP152 de forma individual no hace recomendable esta selección.

#### 4.7.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.

Se seleccionan las estaciones DP046 y DP151 para representar a la masa 007 debido a su estabilidad, a la similitud que presentan con la masa 007 tanto en el análisis de los dendogramas, los diagramas caja-bigote y los elevados CCI obtenidos tanto de manera individual como en la combinación de las mismas.

Se descarta la estación DP047R debido a la dispersión de sus datos y a las diferencias encontradas en los diagramas caja-bigote para los diferentes parámetros. La estación DP152 es una estación inestable, con un comportamiento muy diferenciado de la masa, especialmente el cuarto año., presenta además un CCI muy bajo de manera individual.

La DP150 y la DP151 presentan un comportamiento muy similar tanto en los diagramas de caja-bigotes parámetro a parámetro como en los dendogramas, pero parece que los valores de clorofila *a* de la DP151 son más similares a los de la masa global.

#### **4.7.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.**

Para corroborar que la combinación de estaciones seleccionadas (DP046 y DP151) para representar a la masa 007 en la red de control es adecuada, se analizan los datos de la misma y se comparan con los obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones que forman la masa 007.

##### **4.7.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.**

Se incluye además el análisis de los resultados que se obtendrían para cada una de las combinaciones posibles con las estaciones que conforman la masa 007 para el P90 de la clorofila *a* y el promedio de la salinidad.

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
MASA 007	4,97	4,95	4,08	3,49	5,11	6,08	37,29	37,60	37,19	37,32	37,32	37,25
DP046	5,07	4,95	3,95	3,46	4,21	6,87	37,31	37,60	37,37	37,22	37,21	37,14
DP047R	5,09		5,17	3,48		4,32	36,63		36,85	36,67	37,18	35,68
DP150	3,82		3,69	4,09	3,46	3,08	37,49		37,22	37,55	37,53	37,55
DP151	3,78		3,68	3,48	3,72	5,94	37,41		37,33	37,43	37,38	37,48
DP152	5,51		3,97	2,58	7,54	2,98	37,26		37,12	37,40	37,17	37,28
DP046-DP047R	5,09		5,04	3,51		5,83	36,97		37,11	36,95	37,20	36,41
DP046-DP150	4,76		3,84	4,03	4,19	6,08	37,40		37,29	37,39	37,37	37,35
DP046-DP151	4,95		3,81	3,46	4,02	6,10	37,36		37,35	37,33	37,30	37,31
DP046-DP152	5,13		4,41	2,67	7,28	4,96	37,29		37,24	37,31	37,19	37,21
DP047R-DP150	4,84		4,64	3,82		4,32	37,06		37,03	37,11	37,36	36,62
DP047R-DP151	4,90		4,75	3,48		5,53	37,02		37,09	37,05	37,28	36,58
DP047R-DP152	5,26		5,09	3,33		3,90	36,95		36,98	37,04	37,18	36,48
DP150-DP151	3,80		3,70	4,09	3,69	5,94	37,45		37,28	37,49	37,46	37,51
DP150-DP152	4,64		3,76	2,69	6,29	3,08	37,37		37,17	37,47	37,35	37,42
DP151-DP152	4,86		3,70	2,91	6,29	4,53	37,34		37,22	37,41	37,28	37,38
DP046-DP047R-DP150	4,94		4,59	3,77		5,83	37,15		37,14	37,15	37,31	36,79
DP046-DP047R-DP151	5,02		4,69	3,51		5,95	37,12		37,18	37,11	37,26	36,77
DP046-DP047R-DP152	5,15		5,07	3,41		4,83	37,07		37,11	37,10	37,19	36,70
DP046-DP150-DP151	4,22		3,77	4,03	3,97	6,08	37,41		37,31	37,40	37,38	37,39
DP046-DP150-DP152	4,97		3,90	3,31	6,24	4,96	37,35		37,23	37,39	37,31	37,32
DP046-DP151-DP152	5,10		3,90	3,16	6,24	5,93	37,33		37,27	37,35	37,26	37,30
DP047R-DP150-DP151	4,75		3,91	3,82		5,53	37,18		37,13	37,22	37,37	36,90
DP047R-DP150-DP152	4,95		5,02	3,44		3,90	37,13		37,06	37,21	37,30	36,84
DP047R-DP151-DP152	5,08		5,03	3,33		4,63	37,10		37,10	37,17	37,25	36,81
DP150-DP151-DP152	4,46		3,73	3,16	5,50	4,53	37,39		37,22	37,46	37,36	37,44
DP046-DP047R-DP150-DP151	4,90		3,95	3,77	3,97	5,95	37,21		37,19	37,22	37,33	36,96
DP046-DP047R-DP150-DP152	5,03		5,01	3,49	6,24	4,83	37,17		37,14	37,21	37,28	36,91
DP046-DP047R-DP151-DP152	5,10		5,02	3,41	6,24	5,90	37,16		37,17	37,18	37,24	36,90
DP046-DP150-DP151-DP152	4,91		3,81	3,41	5,25	5,93	37,37		37,26	37,40	37,33	37,36
DP047R-DP150-DP151-DP152	4,87		4,40	3,44	5,50	4,63	37,20		37,13	37,26	37,32	37,00

Tabla 4.25. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 007 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas.



A diferencia del resto de masas, la masa 007 no presenta claros descensos de salinidad en el tercer y cuarto año, y por tanto tampoco presenta ascensos en los P90 de la clorofila *a*, de hecho esta tercera anualidad presenta todas sus estaciones clasificadas como “High”. Si embargo, en la cuarta anualidad es la estación DP152 la que degrada su estado ecológico a “Moderate” haciendo que la masa de agua se clasifique como “Good”.

Comparando la clasificación ecológica de la masa 007 con la combinación de las estaciones seleccionadas para representarla en el control operativo se aprecia que con las cinco anualidades se clasifican como “Good” y que la diferencia principal se encuentra el cuarto año, ya que al eliminar la DP152 la masa se clasificaría como “High” en vez de “Moderate”, presentando sin embargo valores de salinidad muy similares en ambos casos.

La siguiente figura resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado en los niveles de clorofila *a*) de la tabla anterior. Muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa que, siempre que la masa se ha clasificado con un estado ecológico “Good”, la clasificación de las distintas estaciones o la combinación de las mismas se mantienen o mejoran excepto en la cuarta anualidad, donde algunas combinaciones (que contienen la estación DP152) se mantienen. La segunda anualidad (2006-07) y puesto que se utilizan los valores de todas las estaciones, la masa 007 queda clasificada como “High”, con lo la estación DP047R queda clasificada como “Good” y muchas de las combinaciones donde interviene. Se observa que un porcentaje importante de combinaciones queda degradado, pero es debido a que este año la masa se clasifica en un estado ecológico superior al del resto de los años.

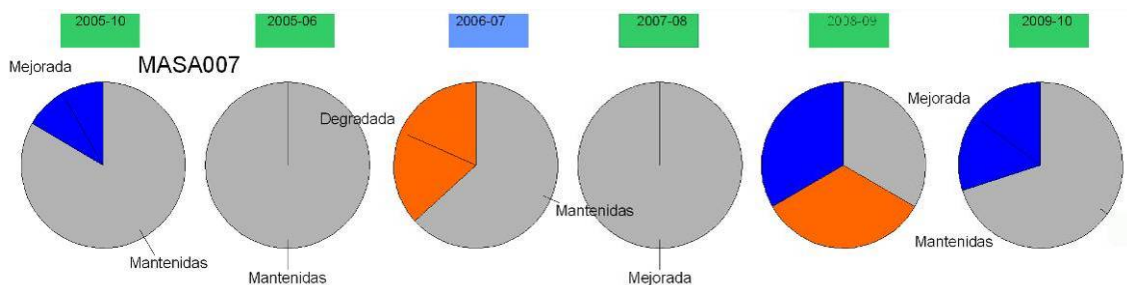


Figura 4.34. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado.

**4.7.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila *a*.**

Se analiza ahora el comportamiento de la clorofila *a* para todas las combinaciones de estaciones posibles realizando un diagrama caja-bigote para cada una de ellas.

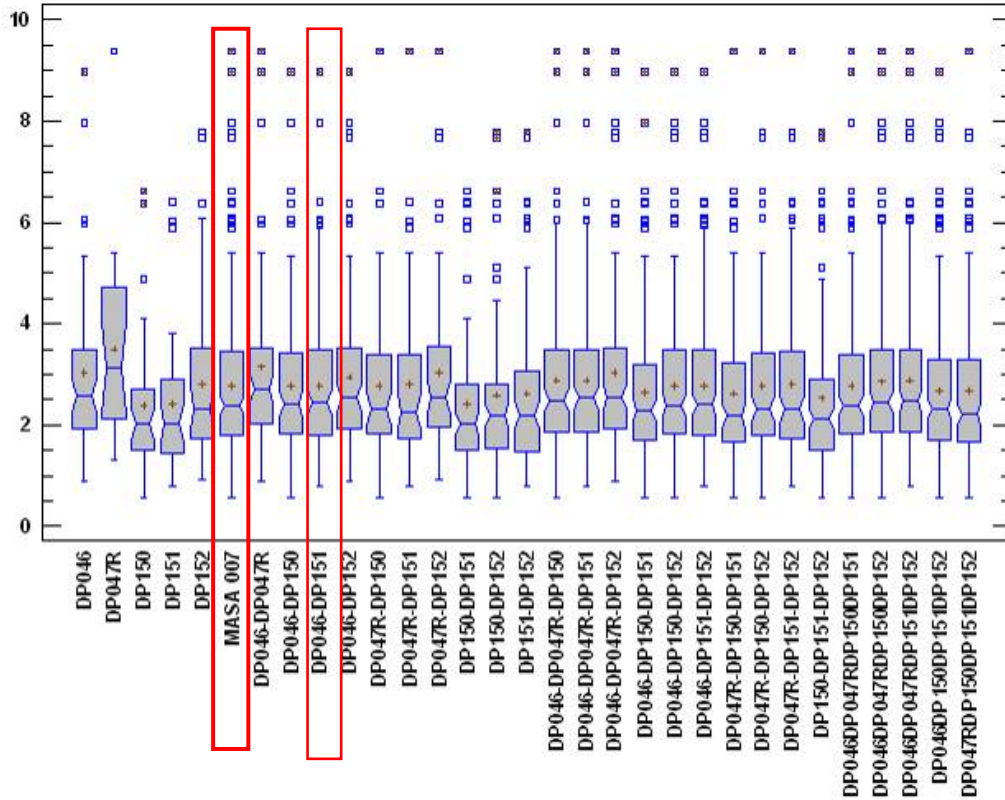


Figura 4.35. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 007 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

El diagrama caja-bigote de la combinación de estaciones seleccionadas (DP046 y DP151) presenta una forma muy similar al obtenido para la masa 007.

**4.7.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila *a*, mediante el diagrama de cuantiles.**

Se analiza ahora el diagrama de cuantiles, que es un método gráfico para comparar las distribuciones inferidas directamente de dos conjuntos de observaciones, donde los tamaños de las muestras sean distintos. Se incluyen además todas las estaciones de muestreo que forman la masa 007.

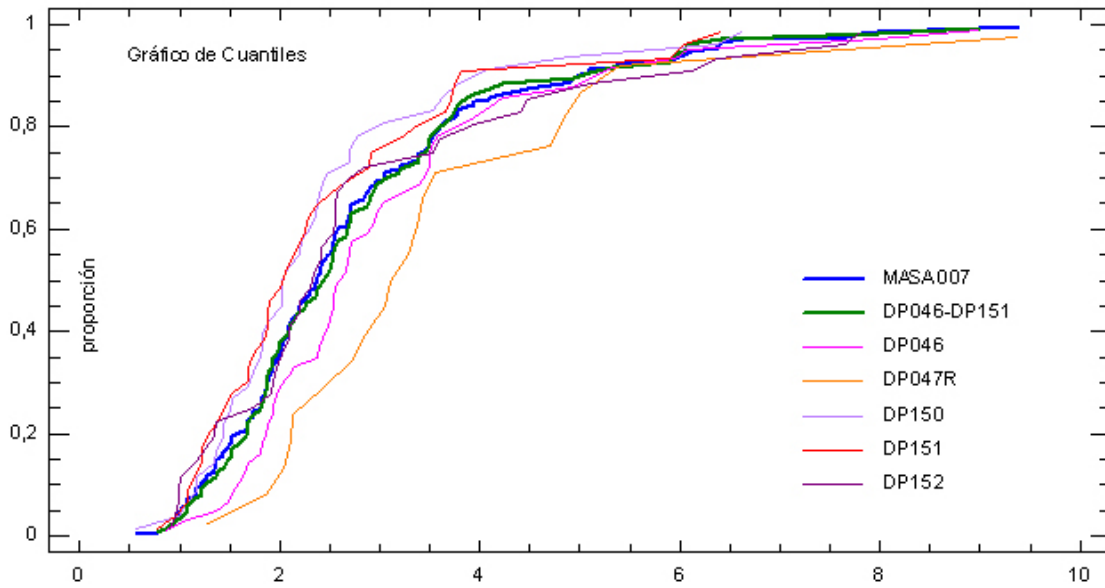


Figura 4.36. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila *a* de la masa 007, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Se observa la similitud entre la masa 007 y la combinación de estaciones seleccionadas (DP046 y DP151). Se aprecia también una distribución especialmente diferenciada para la estación DP047R, corroborando los resultados obtenidos en los demás análisis estadísticos. Del resto de estaciones se aprecia como la DP046 y DP151 presentan una distribución más similar a la masa 007.

## 4.8. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 008.

### 4.8.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

#### 4.8.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

Para estudiar cuál de las estaciones que componen la masa 008 está más influenciada continentalmente y presenta variaciones mayores de la salinidad y de todos los parámetros fisicoquímicos, se analiza la desviación estándar para cada uno de los parámetros. La desviación estándar, es la raíz cuadrada de la varianza, y ambas son medidas de dispersión. La tabla 4.26 muestra las desviaciones estándar obtenidas, donde los valores máximos de cada parámetro se encuentran resaltados con el fondo gris.

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu$ M)	NITRITO ( $\mu$ M)	NITRATO ( $\mu$ M)	PSR ( $\mu$ M)	PT ( $\mu$ M)	AC.ORTOSILICICO ( $\mu$ M)	CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )
DP052	0,77	1,98	0,53	4,15	0,06	0,25	1,68	2,19
DP054	0,78	1,87	0,50	5,10	0,08	0,31	2,25	2,18
DP055	0,76	1,44	0,43	7,14	0,06	0,25	2,05	2,12
DPU001	0,67	25,41	0,69	3,20	0,25	0,34	2,06	2,01
<b>masa 008</b>	<b>0,76</b>	<b>11,62</b>	<b>0,54</b>	<b>5,17</b>	<b>0,13</b>	<b>0,29</b>	<b>2,07</b>	<b>2,14</b>

Tabla 4.26. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 008.

Analizando la desviación típica ( $\sqrt{\text{varianza}}$ ), se observa como para el amonio, nitrito, PSR y PT, los valores mayores se encuentran en la estación DPU001. La salinidad y la clorofila *a* presentan valores bastante similares para todas las estaciones. Los máximos para el nitrato se encuentran en la estación DP055 y para la sílice en la DP054. La masa 008 se encuentra al sur del puerto de Valencia y abarca el sur de la ciudad de Valencia donde se encuentra la Albufera de Valencia. Ésta se abre al mar a través de 3 canales donde el flujo del agua y está regulada por compuertas que mantienen el nivel de la misma en los valores más adecuados para el cultivo del arroz (Roselló, 1979). Esta masa 008, sufre gran número de presiones, por estar adyacente a una de las masas portuarias con mayor actividad de la Comunitat Valenciana, por la intensa actividad agrícola que se produce en la Albufera y por estar próxima al núcleo urbano de la ciudad de Valencia.

#### 4.8.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.

Para analizar el grado de influencia continental y las repercusiones del mismo sobre la clorofila *a*, se hace necesario estudiar el comportamiento de la salinidad y la clorofila *a* a

través de los P10 y P90 respectivamente, por ser medidas que reflejan menor dispersión que la media o el P50 en este caso.

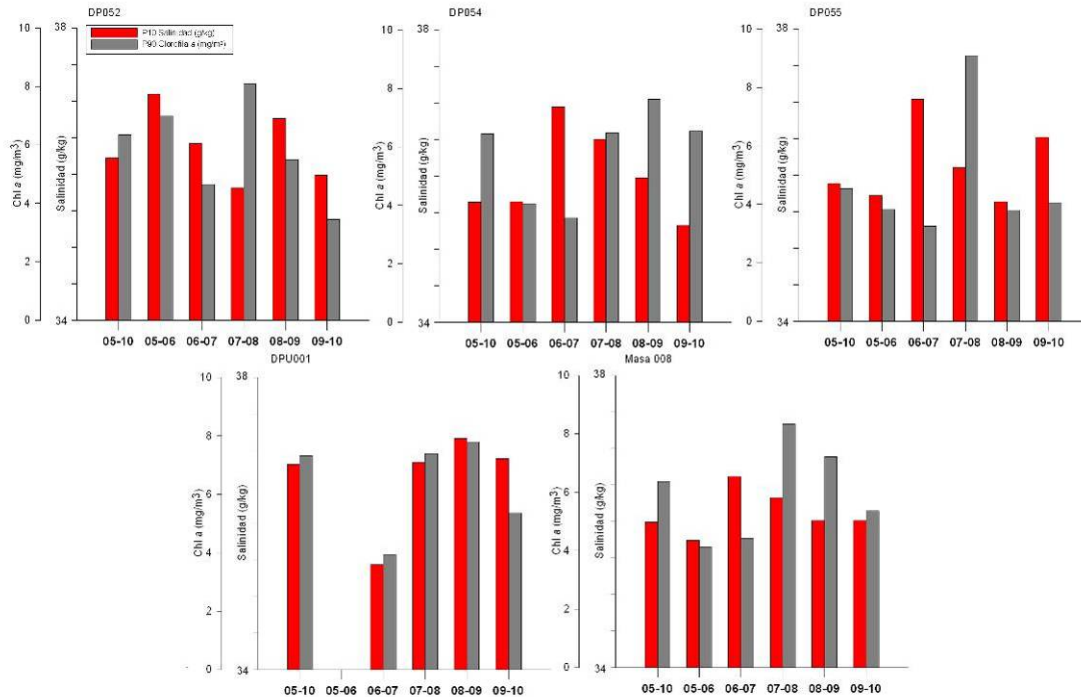


Figura 4.37. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 008 y cada una de las estaciones que la forman.

Analizando la figura 4.37, se observa, en primer lugar que esta masa presenta concentraciones de salinidad similares a lo largo del periodo estudiado. Sin embargo los valores de clorofila *a* son claramente superiores el tercer y cuarto año. Son reseñables las altas concentraciones de clorofila *a* alcanzadas en las estaciones DP052 y DP057 acompañadas por un descenso en las concentraciones de salinidad.

#### 4.8.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.

Se pasa ahora a analizar la fiabilidad de una masa o estación a lo largo de los cinco años estudiados siguiendo los criterios descritos en la introducción. Los resultados se muestran en la tabla 4.27.

	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>	P90+0,5CV<10%	Clasificación
<b>Estación</b>	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	¿Cumple?	
<b>DP052</b>	7,00	4,65	8,08	5,49	3,45	6,35	no	inestable
<b>DP054</b>	4,06	3,57	6,48	7,63	6,55	6,46	no	inestable
<b>DP055</b>	3,83	3,27	9,09	3,79	4,07	4,54	sí	inestable
<b>DPU001</b>		3,93	7,40	7,80	5,37	7,33	no	inestable
<b>masa 008</b>	4,12	4,43	8,33	7,21	5,37	6,38	no	<b>inestable</b>

Tabla 4.27. Clasificación ecológica de la masa 008 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas.

Al igual que pasa en la masa 005 y debido a la cantidad de presiones a las que se ve sometida la masa (portuarias, agrícolas, urbanas, emisarios) ninguna de las estaciones y tampoco la masa 008 pueden considerarse estables. La clasificación de esta masa de agua para el global de las cinco anualidades es de “Good”. El tercer y cuarto año la clasificación de esta masa de agua se degrada a moderada, para mejorar el último año.

#### 4.8.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 008 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.

##### 4.8.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 008 a través del análisis Cluster.

Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos con los resultados obtenidos para cada uno de los años y para todos los años en global. Este análisis estadístico indica las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua. Para llevarlo a cabo se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales. Se aplica el análisis Cluster masa por masa, con los datos anuales y globales de los cinco años y los resultados se muestran en la figura 4.38.

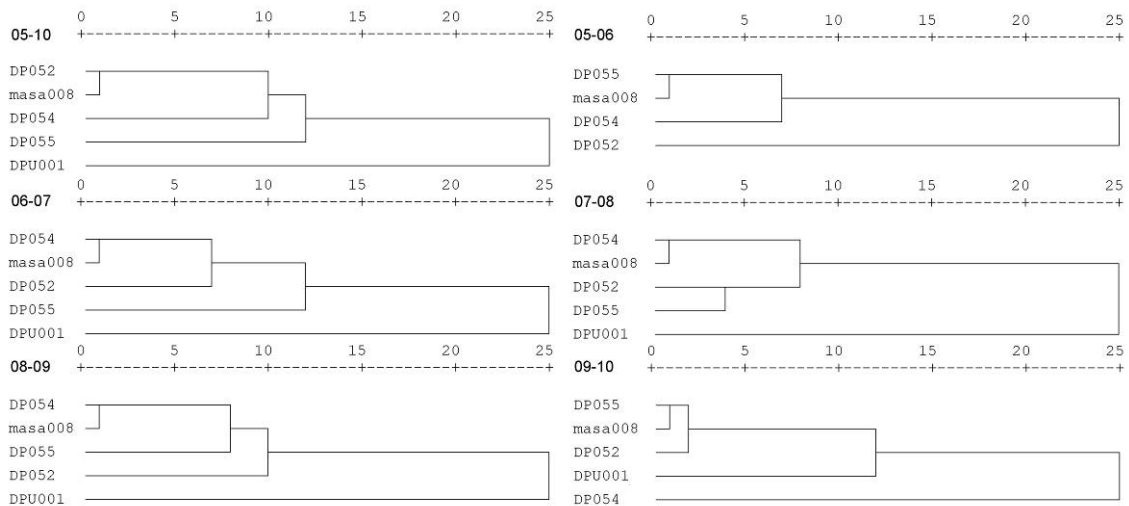


Figura 4.38. Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 008 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

El dendograma muestra (figura 4.38) cómo, utilizando los promedios de los cinco años, las estaciones que parecen tener más similitud con la masa son la DP052 (excepto el primer año), la DP054 (excepto el último año) y la DP055 (excepto el segundo año). La estación que parece presentar un comportamiento menos similar con respecto a la masa de agua es la DPU001, ubicada al norte de la masa 008 e inmediatamente al sur de la masa portuaria del puerto de Valencia. Este patrón se repite todos los años donde esta estación ha sido muestreada, excepto en el quinto año (2009-10) donde la distancia que la separa de la masa 008 toma un valor entre 10 y 15.

**4.8.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 008 mediante diagramas de caja-bigote.**

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman, se realizan diagramas de caja-bigote para cada estación y cada masa de agua con los datos correspondientes a los cinco años de muestreo, obteniendo los diagramas que se muestran en la siguiente figura (figura 4.39).

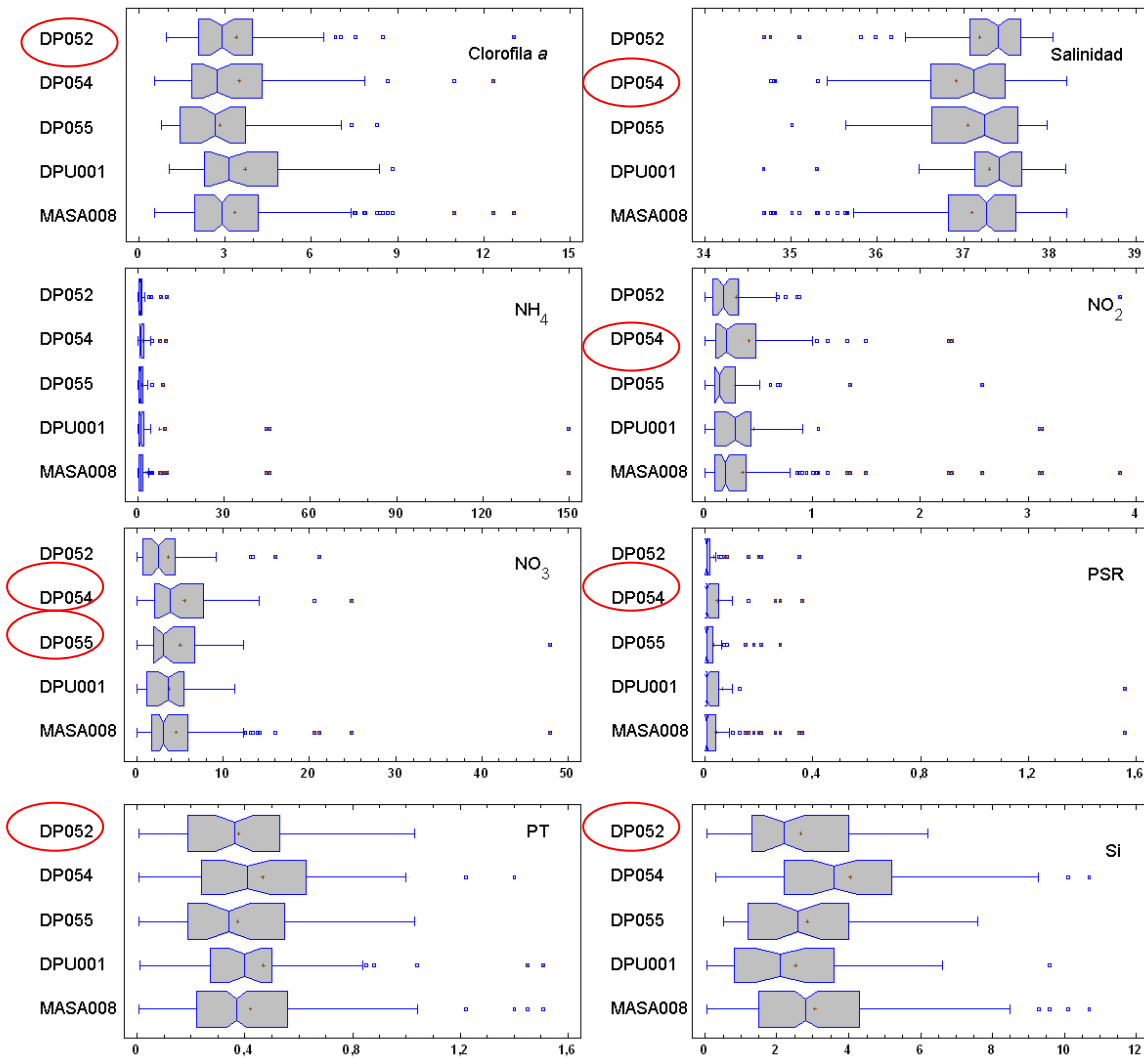


Figura 4.39. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 008 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Se observa como la distribución más similar con respecto a la masa se presenta, para la clorofila *a*, el PT y el ácido ortosilícico en la estación DP052, mientras que para salinidad, nitrito y PSR es la estación DP054 la que presenta una distribución más similar. Todas las estaciones presentan una distribución similar para el nitrato, y si hubiera que destacar las más similares para este parámetro, serían la DP054 y DP055.

#### 4.8.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 008 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Se analiza ahora la similitud, a través del Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI), con respecto a la masa de las posibles combinaciones de estaciones que componen la masa de agua, entre ellas la combinación de estaciones seleccionadas para representar la masa de agua.



Los resultados de los CCI obtenidos para cada una de las combinaciones posibles entre todas las estaciones que conforman la masa de agua se muestran en la tabla 4.28.

Masa 008	
DP052	0,714
DP054	0,783
DP055	0,725
DPU001	0,443
DP052-DP054	0,887
DP052-DP055	0,856
DP052-DPU001	0,803
DP054-DP055	0,849
DP054-DPU001	0,873
DP055-DPU001	0,763
DP052-DP054-DP055	0,953
DP052-DP054-DPU001	0,938
DP052-DP055-DPU001	0,895
DP054-DP055-DPU001	0,945

Tabla 4.28. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 008.

Se observa, en primer lugar, el bajo valor del CCI obtenido para la estación DPU001, mostrando al igual que el dendograma, un comportamiento muy diferenciado de la masa 008. Se observa como los CCI del resto de estaciones son muy similares y como el CCI obtenido para la combinación de las mismas es el más elevado.

**4.8.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.**

Se propone seleccionar como estaciones representativas de la masa 008, las estaciones DP052, DP054 y DP055. El análisis de los dendogramas, los diagramas caja-bigote, la dispersión de las masas de agua apuntan al descarte de la DPU001, y la inestabilidad de las estaciones que componen la masa 008 apuntan a la selección de un mayor número de estaciones para evitar que posibles variaciones puntuales en las concentraciones de clorofila *a* puedan modificar el estado ecológico de la masa.

**4.8.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.**

Para corroborar que la combinación de estaciones seleccionadas (DP052, DP054 y DP055) para representar a la masa 008 en la red de control es adecuada, se analizan los datos de la misma y se comparan con los obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones que forman la masa 008.

**4.8.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.**

Se incluye además el análisis de los resultados que se obtendrían para cada una de las combinaciones posibles con las estaciones que conforman la masa de agua para el P90 de a clorofila *a* y el promedio de la salinidad.

Observando la tabla 4.29, se observan cambios en la clasificación ecológica de las masa de agua el tercer y el cuarto año, la degradación, el tercer año todas las estaciones que componen la masa de agua degradan su estado ecológico con respecto al año anterior. Esto coincide con un descenso de los promedios de salinidad en todas las estaciones excepto en la DPU001, donde la salinidad aumenta. Este descenso es menos acusado que en otras masas como la 005, quizás por ser una zona con una influencia agrícola marcada donde las principales salidas de agua al mar están reguladas de manera artificial a través de compuertas como es el caso de la Albufera de Valencia.

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 008</b>	6,38	4,12	4,43	8,33	7,21	5,37	37,10	37,18	37,28	37,04	37,04	36,99
DP052	6,35	7,00	4,65	8,08	5,49	3,45	37,19	37,54	37,32	36,84	37,25	37,02
DP054	6,46	4,06	3,57	6,48	7,63	6,55	36,95	36,88	37,35	37,07	36,80	36,68
DP055	4,54	3,83	3,27	9,09	3,79	4,07	36,99	37,17	37,32	36,83	36,68	36,90
DPU001	7,33		3,93	7,40	7,80	5,37	37,31		36,92	37,36	37,32	37,38
DP052-DP054	6,47	4,28	4,59	7,88	6,42	6,02	37,07	37,21	37,33	36,95	37,03	36,85
DP052-DP055	5,55	4,13	4,70	9,09	4,33	4,06	37,09	37,35	37,32	36,83	36,96	36,96
DP052-DPU001	6,79		4,43	7,53	7,12	5,29	37,25		37,12	37,10	37,29	37,20
DP054-DP055	5,98	4,04	3,75	8,82	6,14	6,14	36,97	37,02	37,33	36,95	36,74	36,79
DP054-DPU001	6,99		3,92	7,40	7,82	5,99	37,13		37,13	37,21	37,06	37,03
DP055-DPU001	5,37		4,00	8,33	7,30	4,65	37,15		37,12	37,09	37,00	37,14
DP052-DP054-DP055	6,18	4,12	4,65	8,82	5,85	5,48	37,04	37,20	37,33	36,91	36,91	36,87
DP052-DP054-DPU001	6,71		4,38	7,53	7,48	5,50	37,15		37,19	37,09	37,12	37,03
DP052-DP055-DPU001	6,24		4,48	8,33	6,33	4,57	37,16		37,18	37,01	37,08	37,10
DP054-DP055-DPU001	6,23		3,98	8,33	7,52	5,37	37,08		37,20	37,08	36,93	36,99

Tabla 4.29. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 008 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas

La siguiente figura resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado en los niveles de clorofila *a*) de la tabla anterior. Muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado

ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa como, para el global de los cinco años la masa se ha clasificado con un estado ecológico “Good”, pero analizando los datos año a año los dos primeros se clasifican como “High” (por lo que la degradación de posibles combinaciones de estaciones es mayor), el tercero y cuarto como “Moderate” y el quinto como “Good”. Como ya se ha comentado, esta oscilación hace que la masa tenga una clasificación muy inestable y no puedan reducirse en un número elevado las estaciones que representen a esta masa de agua en la red de control. Por eso sólo se descarta para representar a la masa 008 la estación DPU001 por tener, como ya se ha observado, un comportamiento muy diferenciado.

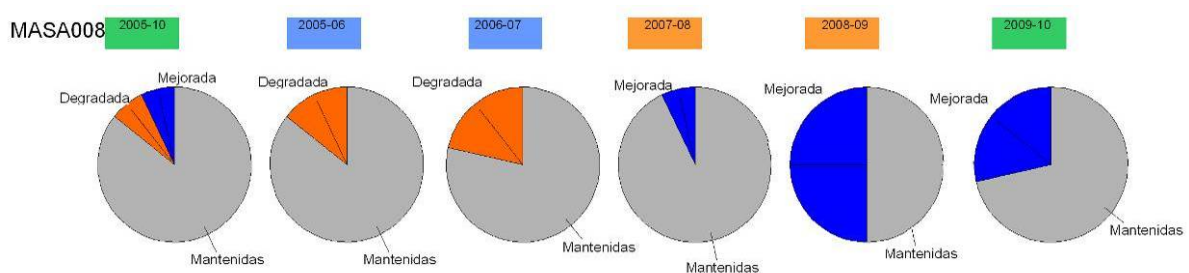


Figura 4.40. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado.

#### 4.8.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila *a*.

Se analiza ahora el comportamiento de la clorofila *a* para todas las combinaciones de estaciones posibles realizando un diagrama caja-bigote para cada una de ellas.

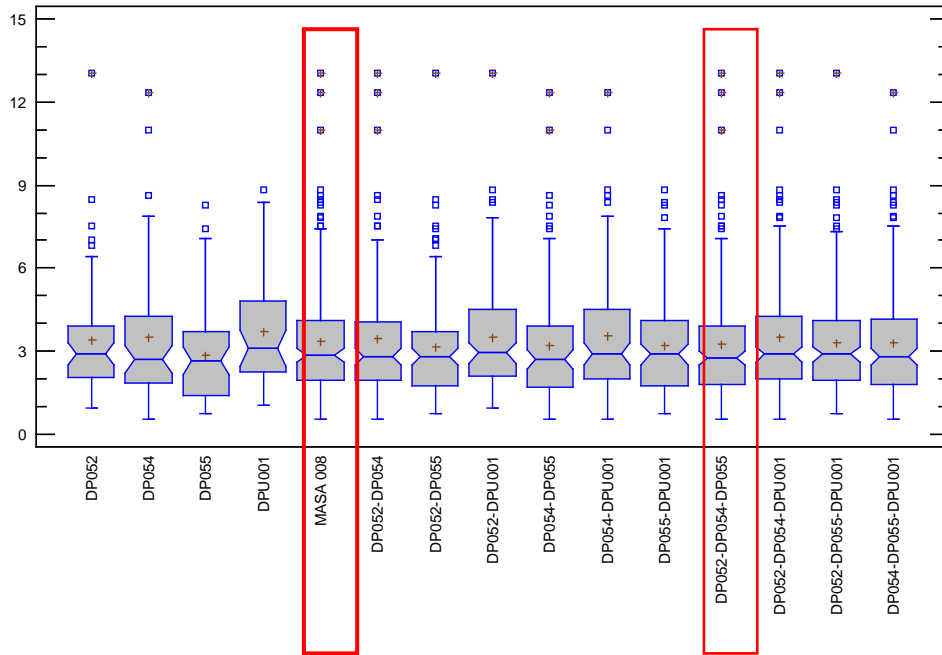


Figura 4.41. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 008 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

El diagrama caja-bigote de la combinación de estaciones seleccionadas (DP052, DP054 y DP055) presenta una forma muy similar al obtenido para la masa 008.

**4.8.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila *a*, mediante el diagrama de cuantiles.**

El gráfico de cuantiles para la masa 008 (figura 4.42) indica diferencias entre la distribución de probabilidad de muestras de diferente tamaño.

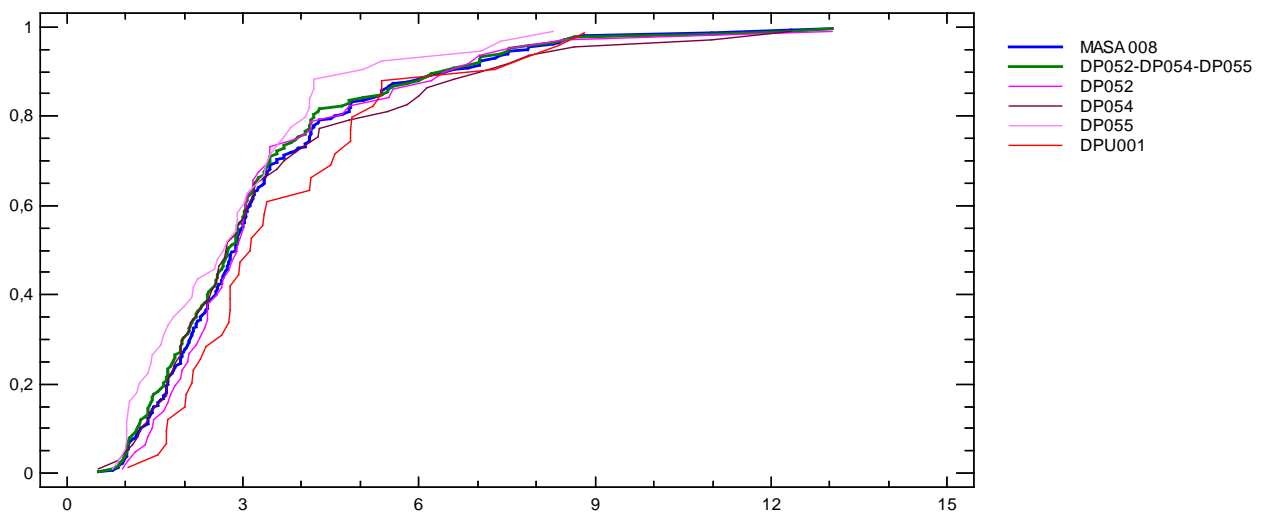


Figura 4.42. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila *a* de la masa 008, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

La figura 4.42 muestra como esta distribución es muy similar para la masa 008 y la combinación de estaciones seleccionadas (DP052, DP054 y DP055). Además se ha añadido las cinco estaciones que forman la masa y se observa como la DPU001 (la estación eliminada para representar a la masa en la red de control) presenta una distribución de probabilidad muy diferente al de la masa 008.

## 4.9. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 009.

### 4.9.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

#### 4.9.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

En primer lugar, se analiza cuál de las estaciones de muestreo presenta mayor variación de salinidad y de parámetros fisicoquímicos, para ello se calcula la desviación estándar (tabla 4.30), medida de dispersión.

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu$ M)	NITRITO ( $\mu$ M)	NITRATO ( $\mu$ M)	PSR ( $\mu$ M)	PT ( $\mu$ M)	AC.ORTOSILICICO ( $\mu$ M)	CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )
DP056	0,59	0,61	0,16	6,75	0,04	0,21	1,88	3,46
DP057	0,44	0,59	0,14	3,94	0,05	0,32	1,59	2,41
DP059	0,74	0,98	0,24	12,94	0,08	0,34	3,30	1,38
DP062	0,96	0,69	0,23	10,18	0,06	0,32	2,26	3,15
<b>masa 009</b>	<b>0,72</b>	<b>0,76</b>	<b>0,20</b>	<b>9,03</b>	<b>0,06</b>	<b>0,30</b>	<b>2,38</b>	<b>2,80</b>

Tabla 4.30. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 009.

Analizando la desviación típica ( $\sqrt{\text{varianza}}$ ), se observa como para el amonio, nitrito, nitrato y PSR, los valores mayores se encuentran en la estación DP059 (playa del Brosquil en Cullera) ubicada al sur del Estany de Cullera. La salinidad presenta sus mayores desviaciones típicas en la estación DP062, estación ubicada al sur de la desembocadura del río Vaca en la playa de Xeraco, atraviesa una región agrícola recogiendo retornos de riego como los de la Séquia de la Bova. Esto hace que la desviación típica de productos como el nitrito, el nitrato y la clorofila *a* sea también muy elevada. La estación DP056 alcanza la desviación típica mayor para la clorofila *a*, dicha estación está ubicada al sur del cabo de Cullera, en la playa del Cap Blanc, protegida por pequeños espigones al norte y al sur, por tanto en una zona más confinada con mayor tiempo de retención que podría favorecer el crecimiento de las poblaciones de fitoplancton en épocas de mayor calma.

#### 4.9.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.

Para analizar el grado de influencia continental y las repercusiones del mismo sobre la clorofila *a*, se hace necesario estudiar el comportamiento de la salinidad y la clorofila *a*, a través de los P10 y P90 respectivamente, por ser medidas que reflejan menor dispersión que la media o el P50 en este caso.

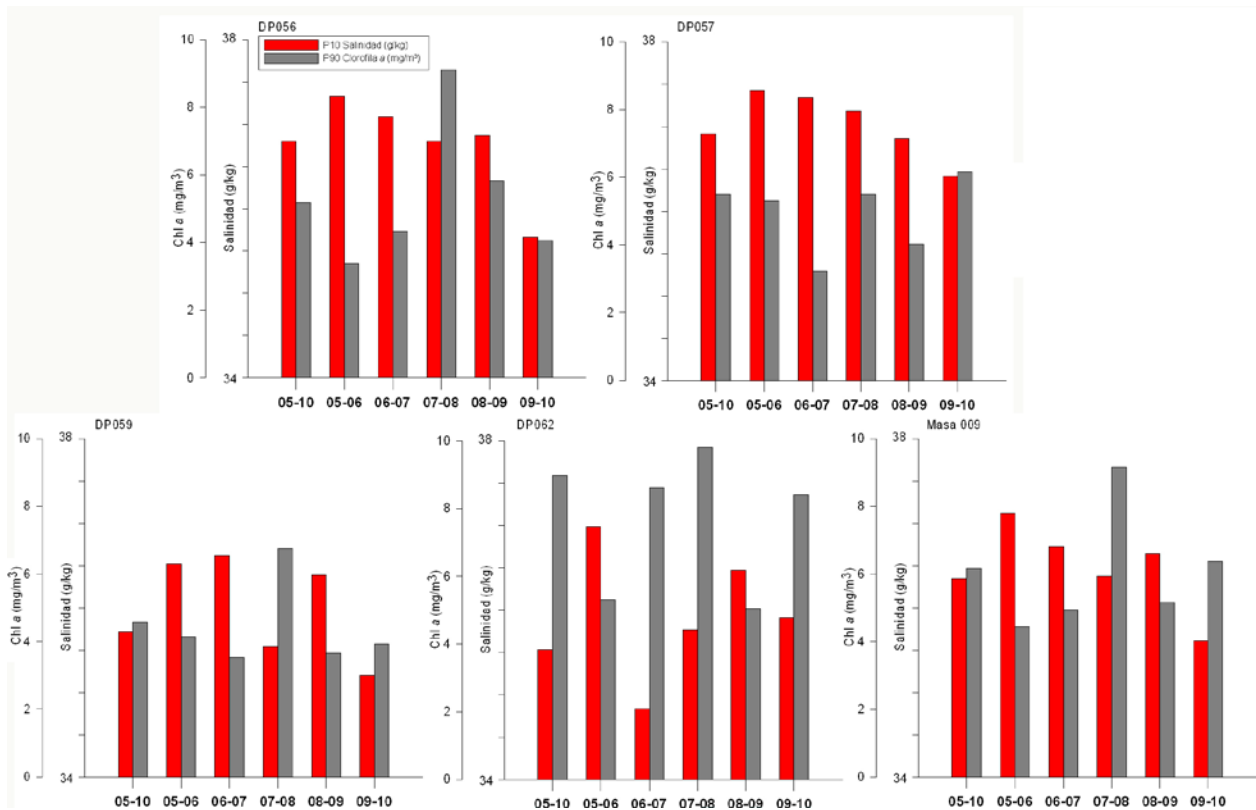


Figura 4.43. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 009 y cada una de las estaciones que la forman.

Analizando la figura 4.43 se observa, en primer lugar, que esta masa presenta para cada estación variaciones anuales de salinidad importante. De hecho si se compara la desviación estándar de la salinidad con el resto de las masas de esta tipología, se observa que es máxima para la masa 009. Se observa también un aumento en las concentraciones de clorofila *a*, la tercera anualidad, a pesar de que el P10 de la salinidad es menor en la quinta. Como ya se ha comentado, este aumento se viene observando en muchas de las masas de agua estudiadas. La mayor dispersión para la salinidad se observa en la estación DP062 y en el caso de la clorofila *a* en la estación DP056, coincidiendo con los resultados de la desviación estándar.

#### 4.9.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.

Se pasa ahora a analizar la fiabilidad de una masa o estación a lo largo de los cinco años estudiados siguiendo los criterios descritos en la introducción. Los resultados se muestran en la tabla 4.31.

	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>	P90+0,5CV<10%	Clasificación
<b>Estación</b>	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	¿Cumple?	
<b>DP056</b>	3,37	4,33	9,11	5,83	4,06	<b>5,18</b>	No	inestable
<b>DP057</b>	5,31	3,22	5,49	4,03	6,15	<b>5,50</b>	No	inestable
<b>DP059</b>	4,14	3,53	6,76	3,66	3,93	<b>4,57</b>	Sí	estable
<b>DP062</b>	5,31	8,63	9,80	5,04	8,43	<b>8,98</b>	No	inestable
<b>masa 009</b>	<b>4,44</b>	<b>4,93</b>	<b>9,17</b>	<b>5,16</b>	<b>6,37</b>	<b>6,16</b>	<b>No</b>	<b>inestable</b>

Tabla 4.31. Clasificación ecológica de la masa 009 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas.

Al igual que pasa en la masa 008, el tercer año la clasificación de la masa 009 se degrada a moderada. Todas las estaciones degradan su estado ecológico el tercer año. La estación DP062 se clasifica de manera global como “Moderate” y solamente la estación DP059 se clasifica como estable, con una distancia al límite G/M razonable. La masa 009 tiene una clasificación muy inestable y no puedan reducirse en un número elevado las estaciones que representen a esta masa 009 en la red de control.

#### 4.9.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 009 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.

##### 4.9.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 009 a través del análisis Cluster.

Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos con los resultados obtenidos para cada uno de las anualidades y para las cinco anualidades en global. Este análisis estadístico indica las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua. Para llevarlo a cabo se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales. Los resultados se muestran en la figura 4.44.



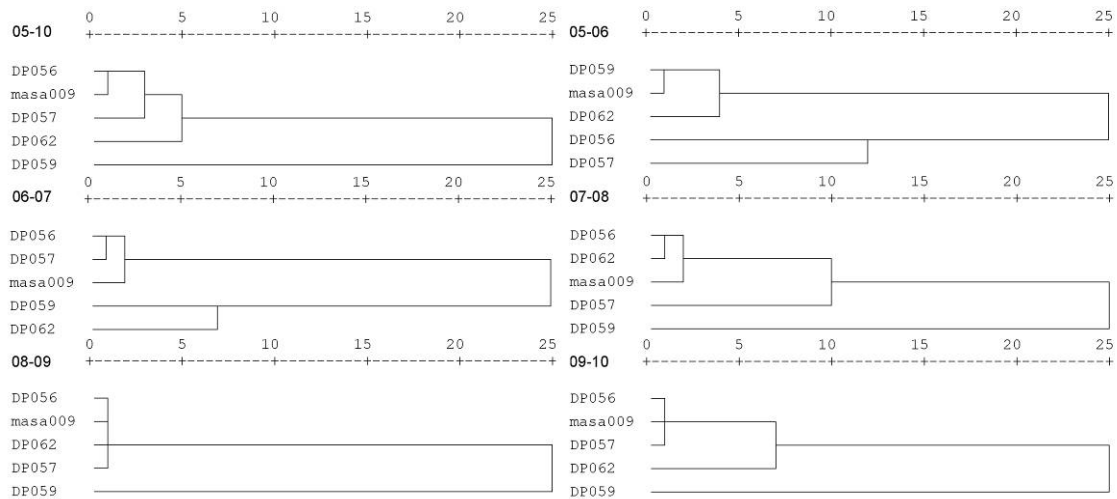


Figura 4.44. Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 009 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

El dendograma muestra (figura 4.44) cómo utilizando los promedios de los cinco años, las estaciones que parecen tener más similitud con la masa son la DP056, la DP057 y la DP062. La estación que parece presentar un comportamiento menos similar con respecto a la masa 009 es la DP059, ubicada al sur de la salida del Estany de Cullera. Este patrón se repite todos los años excepto el primero, año especialmente seco en el que esta estación parece comportarse de manera muy similar a la masa 009.

**4.9.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 009 mediante diagramas de caja-bigote.**

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman, se realizan diagramas de caja-bigote para cada estación con los datos correspondientes a los cinco años de muestreo, obteniendo en este análisis los diagramas que se muestran en la siguiente figura (figura 4.45).

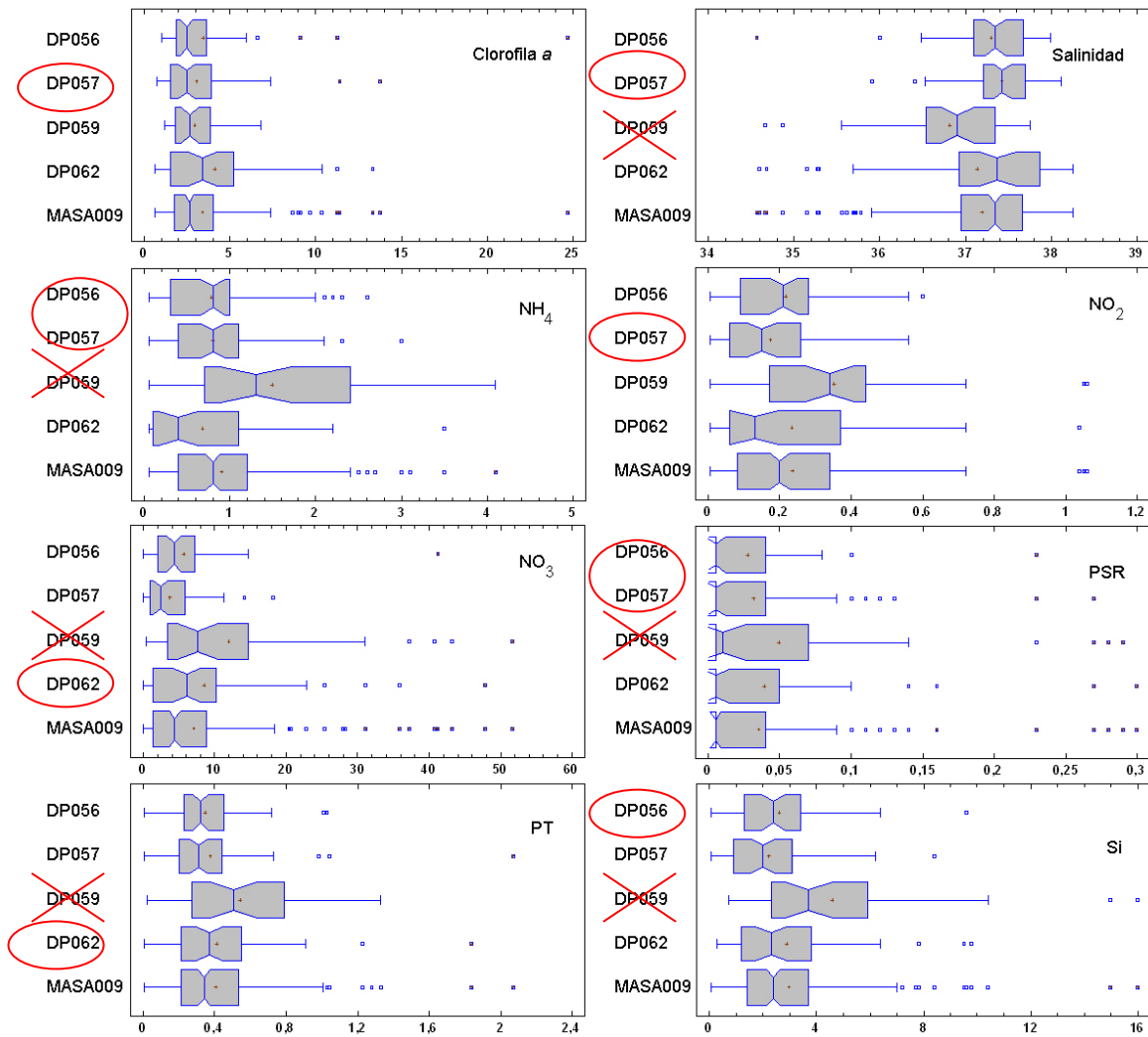


Figura 4.45. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 009 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Se observa cómo la distribución más similar con respecto a la masa se presenta, para la clorofila *a*, la salinidad, el nitrito, el amonio y el PSR en la estación DP057. Para el amonio y ácido ortosilícico el comportamiento más similar se produce en la estación DP056 y en la DP062 para el nitrato y el PT. Cabe destacar la diferencia de comportamiento que presentan los diagramas caja-bigote de la estación DP059 en la mayor parte de los parámetros con respecto a los diagramas de la masa 009. Son de destacar también las diferencias encontradas en la salinidad, amonio, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico.

#### 4.9.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 009 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Se analiza ahora la similitud con respecto a la masa 009, a través del Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI), de las posibles combinaciones de estaciones que componen dicha masa 009. Los resultados de los CCI, obtenidos para cada una de las combinaciones posibles entre todas las estaciones que conforman la masa 009, se muestran en la tabla 4.32.

Masa 009	
DP056	0,638
DP057	0,737
DP059	0,561
DP062	0,687
DP056-DP057	0,889
DP056-DP059	0,803
DP056-DP062	0,840
DP057-DP059	0,767
DP057-DP062	0,860
DP059-DP062	0,771
DP056-DP057-DP059	0,927
DP056-DP057-DP062	0,975
DP056-DP059-DP062	0,921
DP057-DP059-DP062	0,876

Tabla 4.32. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 009.

Se observa, en primer lugar, el bajo valor de CCI obtenido para la estación DP059, que justifica la decisión de eliminar esta estación en la red de control de la masa 009. Se observa como el CCI obtenido para la combinación del resto de las estaciones es el más elevado y muy próximo a 1.

#### 4.9.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.

Como ya se ha avanzado en el apartado anterior, tras el análisis estadístico y de similitud utilizando el análisis jerárquico y los diagramas de caja-bigote las estaciones seleccionadas para representar esta masa 009 son la DP056, DP057 y DP062. Se excluye la DP059 por presentar distancias elevadas en los dendogramas pero sobre todo por las diferencias obtenidas en los diagramas caja-bigote en muchos de los parámetros analizados.

#### 4.9.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.

Para corroborar que la combinación de estaciones seleccionadas (DP056, DP057 y DP062) para representar a la masa 009 en la red de control es adecuada, se analizan los datos de la

misma y se comparan con los obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones que forman la masa 009.

**4.9.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.**

Se incluye además el análisis de los resultados que se obtendrían para cada una de las combinaciones posibles con las estaciones que conforman la masa 009 para el P90 de *a* clorofila *a* y el promedio de la salinidad.

	chl a	chl a	chl a	chl a	chl a	chl a	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 009</b>	<b>6,16</b>	<b>4,44</b>	<b>4,93</b>	<b>9,17</b>	<b>5,16</b>	<b>6,37</b>	<b>37,20</b>	<b>37,50</b>	<b>37,36</b>	<b>37,11</b>	<b>37,16</b>	<b>36,83</b>
DP056	5,18	3,37	4,33	9,11	5,83	4,06	37,28	37,65	37,54	37,22	37,18	36,90
DP057	5,50	5,31	3,22	5,49	4,03	6,15	37,41	37,72	37,69	37,42	37,24	37,02
DP059	4,57	4,14	3,53	6,76	3,66	3,93	36,82	37,15	37,15	36,59	36,76	36,29
DP062	8,98	5,31	8,63	9,80	5,04	8,43	37,14	37,46	37,02	37,07	37,24	36,92
DP056-DP057	5,45	4,65	4,23	8,75	5,67	5,81	37,35	37,69	37,61	37,32	37,21	36,96
DP056-DP059	4,94	3,52	4,33	7,01	5,43	4,20	37,05	37,40	37,34	36,91	36,97	36,60
DP056-DP062	7,21	4,09	5,42	9,74	5,35	6,66	37,21	37,56	37,28	37,15	37,21	36,91
DP057-DP059	5,18	4,72	3,71	6,75	3,97	4,96	37,11	37,44	37,42	37,00	37,00	36,65
DP057-DP062	7,18	5,52	5,53	9,74	4,99	6,64	37,28	37,59	37,36	37,24	37,24	36,97
DP059-DP062	6,89	4,23	6,23	8,94	4,82	6,50	36,98	37,31	37,08	36,83	37,00	36,60
DP056-DP057-DP059	5,25	4,21	4,33	6,78	5,27	4,62	37,17	37,51	37,46	37,08	37,06	36,74
DP056-DP057-DP062	6,59	4,72	5,34	9,67	5,21	6,55	37,28	37,61	37,42	37,24	37,22	36,95
DP056-DP059-DP062	6,65	4,15	4,99	9,22	5,18	5,90	37,08	37,42	37,23	36,96	37,06	36,70
DP057-DP059-DP062	6,61	4,78	5,51	8,83	4,66	6,42	37,12	37,45	37,29	37,03	37,08	36,74

Tabla 4.33. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 009 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas

Al igual que en la masa 008, se observa una degradación en la clasificación ecológica de las estaciones el tercer año, en todas las estaciones que componen la masa 009 con respecto al año anterior. Este año presenta un ligero descenso de la salinidad respecto al año anterior. Las salinidades menores se presentan el último año y sin embargo, en este caso, no van acompañadas de aumentos en los niveles de clorofila *a*, excepto para la estación DP062.

La siguiente figura resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado en los niveles de clorofila *a*) de la tabla anterior. Muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de

combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa como, para el global de los cinco años la masa se ha clasificado con un estado ecológico “Good”. Analizando los datos año a año se clasifica como “Good” la segunda, cuarta y quinta anualidad. La primera en global se clasifica como “High”, aunque la mitad de las combinaciones posibles entre sus estaciones presentan un estado ecológico inferior. La tercera, la masa 009 se clasifica como “Moderate”, es decir, no cumple los criterios de calidad adecuados y sólo un 30% de las combinaciones entre estaciones superaría estos criterios. Esta oscilación hace que la masa 009 tenga una clasificación muy inestable y no puedan reducirse en un número elevado las estaciones que representen a esta masa 009 en la red de control.

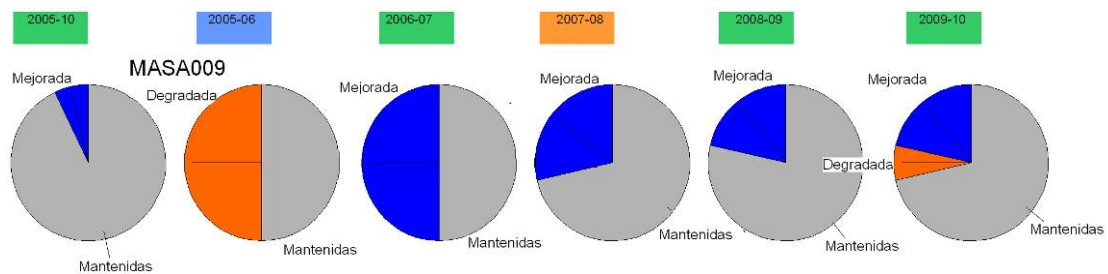


Figura 4.46. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado.

#### 4.9.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila *a*.

Se analiza el comportamiento de la clorofila *a* para todas las combinaciones de estaciones posibles realizando un diagrama caja-bigote utilizando la clorofila *a* para cada una de ellas.

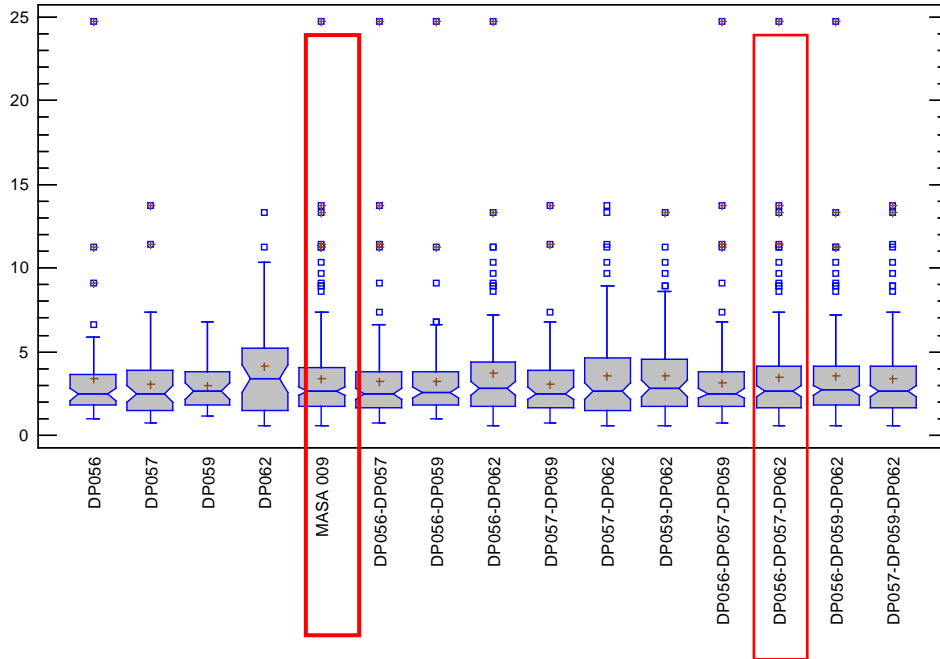


Figura 4.47. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 009 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

El diagrama caja-bigote para la clorofila *a* de la combinación de estaciones seleccionadas (DP056, DP057 y DP062) presenta una forma muy similar al obtenido para la masa 009.

**4.9.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila *a*, mediante el diagrama de cuantiles.**

El gráfico de cuantiles indica diferencias entre la distribución de probabilidad de dos muestras de diferente tamaño.

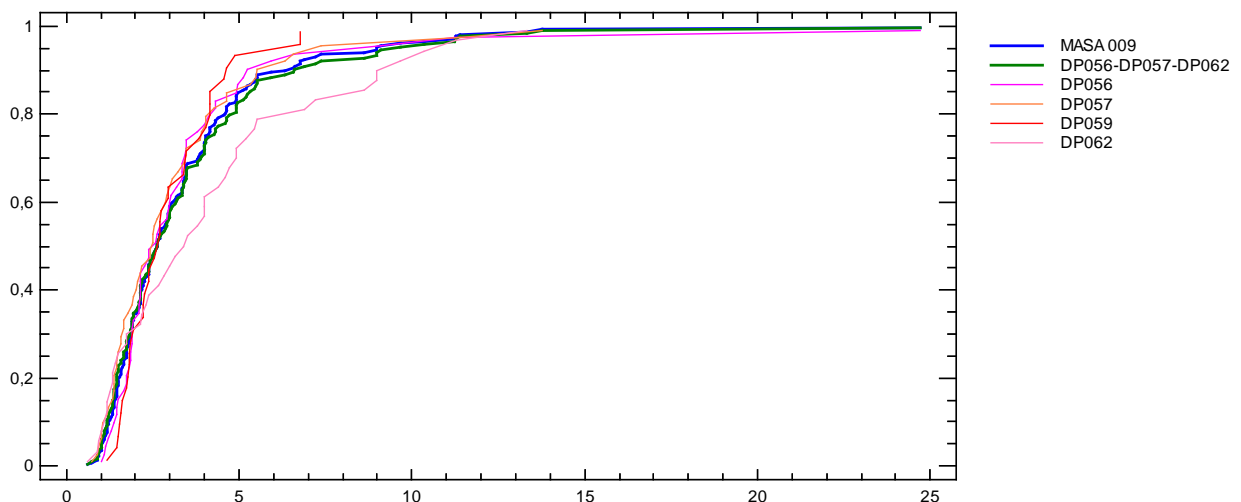


Figura 4.48. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila *a* de la masa 009, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

La figura 4.48 muestra cómo esta distribución es muy similar para la masa 009 y la combinación de estaciones seleccionadas y además se ha añadido las cuatro estaciones que forman la masa 009 y se observa como la DP062 (la estación eliminada para representar a la masa en la red de control) presenta una distribución de probabilidad muy diferente al de dicha masa 009.

## 4.10. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 010.

### 4.10.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

#### 4.10.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

Para estudiar cual de las estaciones que componen la masa 010 está más influenciada continentalmente y presenta variaciones mayores de la salinidad y de todos los parámetros fisicoquímicos, se analiza la desviación estándar para cada uno de los parámetros. La desviación estándar, es la raíz cuadrada de la varianza, y ambas son medidas de dispersión. La tabla 4.34 muestra las desviaciones estándar obtenidas, donde los valores máximos de cada parámetro se encuentran resaltados con el fondo gris.

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu$ M)	NITRITO ( $\mu$ M)	NITRATO ( $\mu$ M)	PSR ( $\mu$ M)	PT ( $\mu$ M)	AC.ORTOSILICICO ( $\mu$ M)	CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )
DP065	0,78	0,93	0,19	17,63	0,05	0,83	2,76	3,56
DP068	1,04	0,73	0,18	8,49	0,09	0,43	7,32	4,78
DP070	0,81	0,57	0,19	16,74	0,04	0,34	2,44	2,49
DP072	0,70	0,64	0,30	8,47	0,05	3,00	1,81	2,89
DP073	0,71	0,81	0,24	19,16	0,04	0,48	3,14	3,49
DP074	0,68	0,38	0,14	7,71	0,06	0,44	2,02	1,65
<b>masa 010</b>	<b>0,86</b>	<b>0,69</b>	<b>0,24</b>	<b>15,42</b>	<b>0,06</b>	<b>1,43</b>	<b>3,91</b>	<b>3,33</b>

Tabla 4.34. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 010.

Analizando la desviación típica ( $\sqrt{\text{varianza}}$ ), se observa como para la salinidad, el PSR, el ácido ortosilícico y la clorofila *a*, los valores mayores se encuentran en la estación DP068, (playa de Agua Muerta, Oliva). Es de destacar la elevada desviación estándar encontrada para el nitrato en la estación DP073 (playa de la Marineta, Denia) que es una ensenada protegida del oleaje del norte por el espigón sur del puerto de Oliva. También destaca la desviación estándar obtenida para el amonio en la estación DP065 (playa de Piles) y la alta dispersión para el nitrito y fósforo total en la estación DP072 (Playa punta del Raset, Denia)

#### 4.10.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.

Para analizar el grado de influencia continental y las repercusiones del mismo sobre la clorofila *a*, se hace necesario estudiar el comportamiento de la salinidad y la clorofila *a*, a través de los P10 y P90 respectivamente por ser medidas que reflejan menor dispersión que la media o el P50 en este caso.



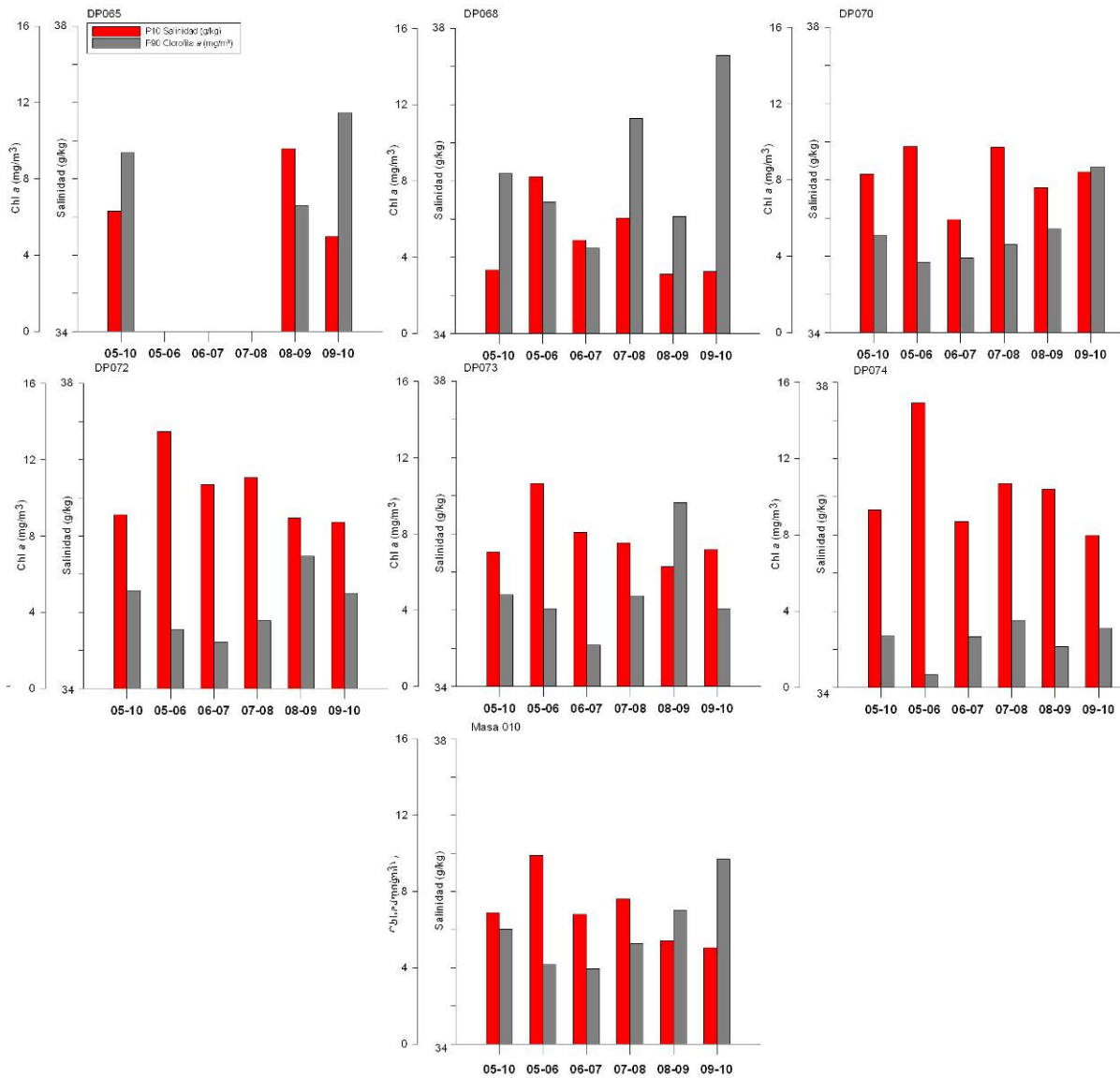


Figura 4.49. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 010 y cada una de las estaciones que la forman.

Analizando la figura 4.49 se observa, en primer lugar, que los menores valores de salinidad se presentan en la estación DP068 (playa de Agua Muerta, Oliva). Esta estación se ubica al sur de un barranco y coincide como es de esperar con los mayores P90 de la clorofila *a*. Alcanzándose el promedio anual máximo dentro de su tipología. Los valores menores de clorofila *a* se dan en la estación DP074. Esta estación está ubicada en la playa de les Rotes, en Denia, muy cerca del cabo de la Nao, una zona con un alto hidrodinamismo costero.

**4.10.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.**

Se pasa ahora a analizar la fiabilidad de una masa o estación a lo largo de los cinco años estudiados siguiendo los criterios descritos en la introducción. Los resultados se muestran en la tabla 4.35.

	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>	P90+0,5CV<10%	Clasificación
<b>Estación</b>	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	¿Cumple?	
<b>DP065</b>				6,59	11,47	<b>9,35</b>	No	inestable
<b>DP068</b>	6,87	4,46	11,28	6,14	14,58	<b>8,39</b>	No	inestable
<b>DP070</b>	3,67	3,91	4,61	5,44	8,69	<b>5,12</b>	Sí	inestable
<b>DP072</b>	3,10	2,46	3,57	6,96	4,99	<b>5,15</b>	Sí	estable
<b>DP073</b>	4,08	2,17	4,74	9,65	4,08	<b>4,81</b>	No	inestable
<b>DP074</b>	0,68	2,66	3,52	2,12	3,10	<b>2,69</b>	Sí	estable
<b>masa 010</b>	<b>4,16</b>	<b>3,94</b>	<b>5,27</b>	<b>7,03</b>	<b>9,70</b>	<b>6,01</b>	No	<b>inestable</b>

Tabla 4.35. Clasificación ecológica de la masa 010 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas.

A diferencia de las masas 008 y 009 donde el tercer y cuarto año la clasificación ecológica de la masa se degrada, en esta masa el peor estado ecológico se alcanza el último año. Este aumento en las concentraciones de clorofila *a* es más acusado en las estaciones DP065 y DP068, donde los percentiles alcanzados llegan incluso duplicar el umbral G/M. Sólo las estaciones DP072 y DP074 no degradan su estado ecológico con respecto al de la masa 010 en ninguna de las anualidades y mantienen una distancia suficiente al umbral G/M. Sin embargo, como ya se observará más adelante (figura 4.50) no presenta similitud con la masa 010 en los diagramas caja-bigote para ningún parámetro.

**4.10.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 010 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.**

**4.10.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 010 a través del análisis Cluster.**

Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos con los resultados obtenidos para cada uno de los años y para todos los años en global. Este análisis estadístico indica las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua. Para llevarlo a cabo se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales. Los resultados se muestran en la figura 4.50.

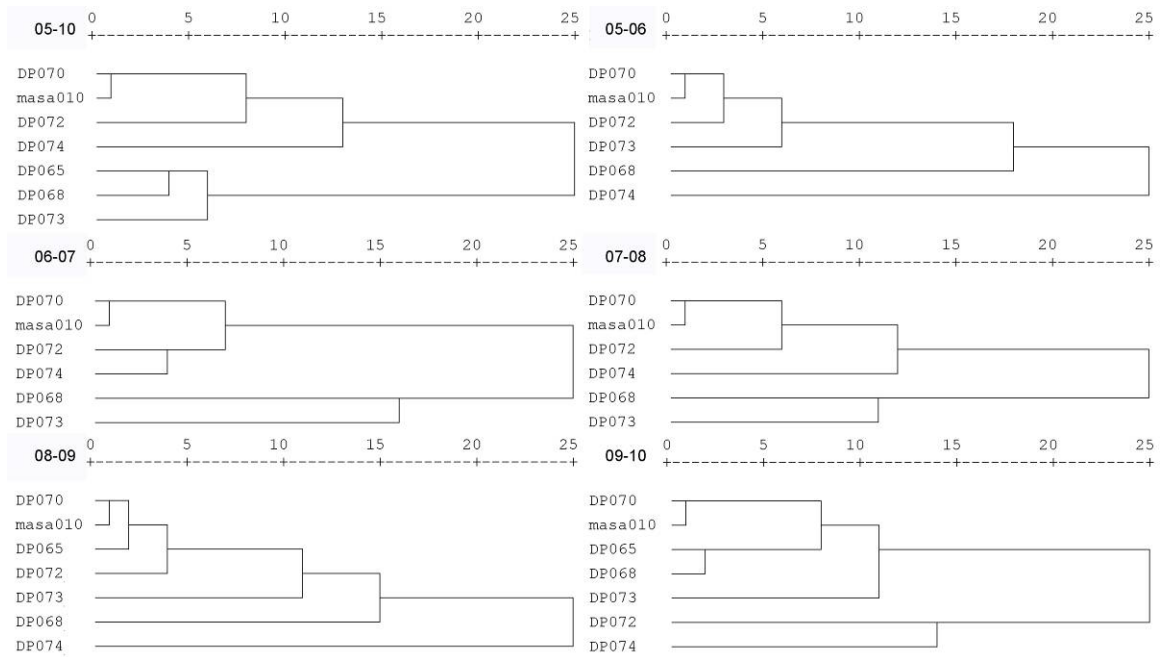


Figura 4.50. Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 010 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

El dendograma (figura 4.50) muestra como utilizando los promedios de los cinco años, la estación que parece tener más similitud con la masa 010 es la DP070. Éste es un patrón que se repite cada año. La DP072 y DP074 también muestran una distancia menor de 15 con la masa para el global de los años y para los tres primeros años, sin embargo parecen presentar un comportamiento menos similar la cuarta y especialmente, la quinta anualidad. Se deduce analizando la figura 4.50 que esto podría ser debido a que no presentan aumentos tan elevados en los valores de clorofila *a*, el último año con respecto a las otras estaciones de la masa 010.

**4.10.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 010 mediante diagramas de caja-bigote.**

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman, se realizan diagramas de caja-bigote para cada estación y la masa 010 con los datos correspondientes a los cinco años de muestreo, obteniendo en este análisis los diagramas que se muestran en la siguiente figura (figura 4.51).

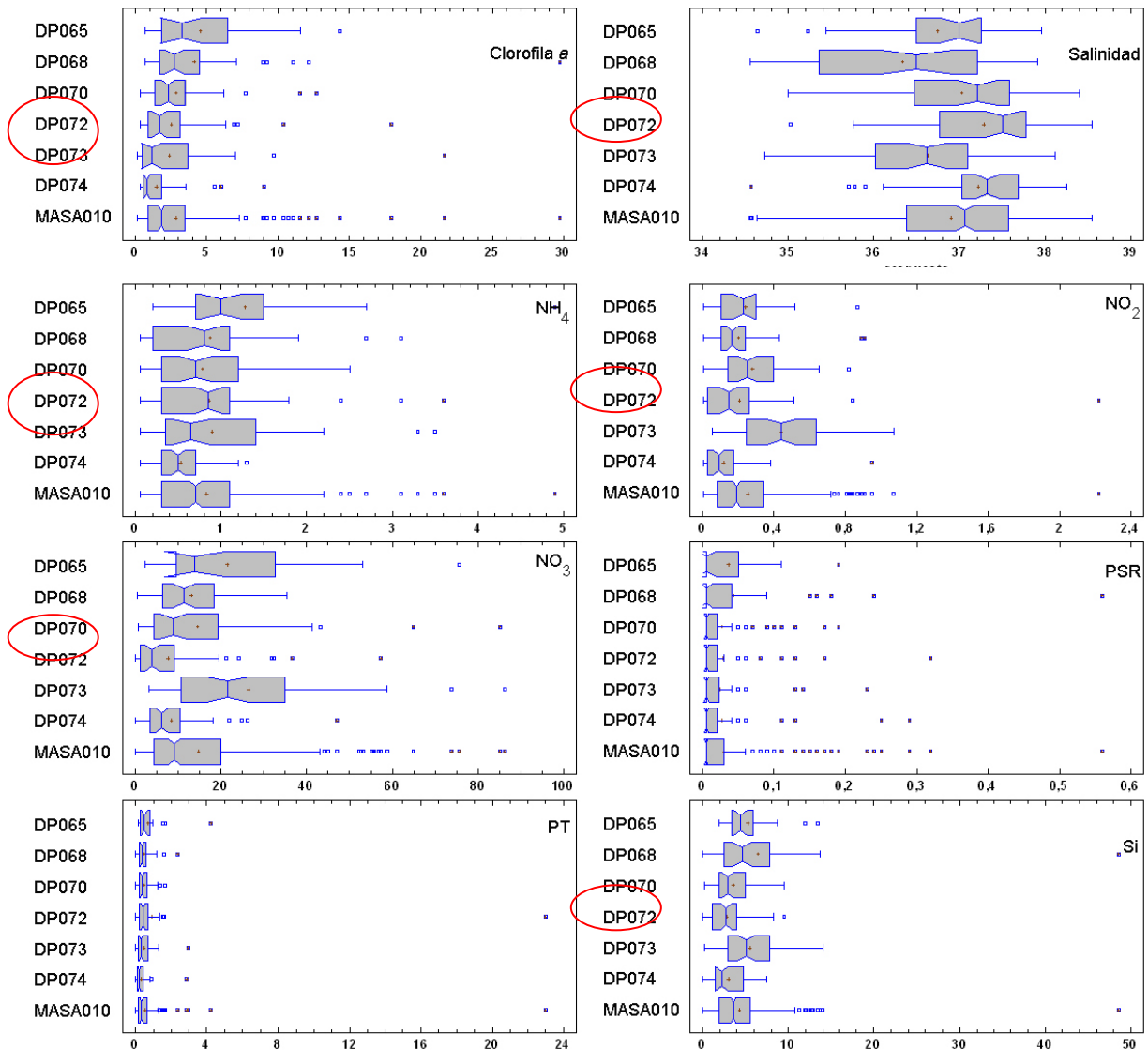


Figura 4.51. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 010 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Se observa como la distribución más similar con respecto a la masa se presenta, para la mayor parte de parámetros en la estación DP070, coincidiendo con las conclusiones obtenidas tras el análisis de los dendogramas. La estación DP072 presenta también diagramas muy similares a la masa 010 para la clorofila *a* y el amonio.

#### 4.10.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 010 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Se analiza la similitud con respecto a la masa 010 de las posibles combinaciones de estaciones que componen dicha masa 010. Los resultados de los Coeficientes de Correlación Intraclase

(CCI), obtenidos para cada una de las combinaciones posibles entre todas las estaciones que conforman la masa 010, se muestran en la tabla 4.36.

Masa 010			
DP065		0,633	
DP068		0,711	
DP070		0,644	
DP072		0,710	
DP073		0,504	
DP074		0,584	
DP065-DP068	0,711	DP065-DP068-DP070	0,852
DP065-DP070	0,758	DP065-DP068-DP072	0,853
DP065-DP072	0,783	DP065-DP068-DP073	0,91
DP065-DP073	0,797	DP065-DP068-DP074	0,852
DP065-DP074	0,691	DP065-DP070-DP072	0,874
DP068-DP070	0,783	DP065-DP070-DP073	0,882
DP068-DP072	0,774	DP065-DP070-DP074	0,76
DP068-DP073	0,78	DP065-DP072-DP073	0,796
DP068-DP074	0,808	DP065-DP072-DP074	0,85
DP070-DP072	0,88	DP065-DP073-DP074	0,772
DP070-DP073	0,828	DP068-DP070-DP072	0,837
DP070-DP074	0,704	DP068-DP070-DP073	0,828
DP072-DP073	0,697	DP068-DP070-DP074	0,882
DP072-DP074	0,778	DP068-DP072-DP073	0,786
DP073-DP074	0,675	DP068-DP072-DP074	0,936
DP065-DP068-DP070-DP072	0,935	DP068-DP073-DP074	0,864
DP065-DP068-DP070-DP073	0,945	DP070-DP072-DP073	0,906
DP065-DP068-DP070-DP074	0,901	DP070-DP072-DP074	0,843
DP065-DP068-DP072-DP073	0,877	DP070-DP073-DP074	0,813
DP065-DP068-DP072-DP074	0,973	DP072-DP073-DP074	0,804
DP065-DP068-DP073-DP074	0,918	DP065-DP068-DP070-DP072-DP073	0,964
DP065-DP070-DP072-DP073	0,910	DP065-DP068-DP070-DP072-DP074	0,978
DP065-DP070-DP072-DP074	0,873	DP065-DP068-DP070-DP073-DP074	0,958
DP065-DP070-DP073-DP074	0,852	DP065-DP068-DP072-DP073-DP074	0,985
DP065-DP072-DP073-DP074	0,873	DP065-DP070-DP072-DP073-DP074	0,908
DP068-DP070-DP072-DP073	0,849	DP068-DP070-DP072-DP073-DP074	0,977
DP068-DP070-DP072-DP074	0,961	DP068-DP072-DP073-DP074	0,944
DP068-DP070-DP073-DP074	0,934	DP070-DP072-DP073-DP074	0,984

Tabla 4.36. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las combinaciones de estaciones de la masa 010.

Se observa, en primer lugar, el bajo valor del CCI obtenido para algunas de las estaciones individuales como la estación DP073 y DP74. Para la combinación de dos estaciones el mayor CCI lo presenta la combinación de las estaciones DP070 y DP072. Sorprende el bajo valor del CCI obtenido para la estación DP070, ya que tanto el análisis Cluster como los diagramas caja-bigote realizados con todos los parámetros apuntan a que es una de las estaciones más similares en cuanto al comportamiento con respecto a la masa 010. Se debe

apuntar que los CCI se calculan utilizando los datos de clorofila *a* de la masa 010 y los promedios para las mismas fechas de la combinación de estaciones, es decir, solamente se está considerando la clorofila *a* en el análisis de similitud, mientras que en el análisis Cluster se utilizan el resto de parámetros descritos.

#### **4.10.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.**

El análisis Cluster realizado con las variables fisicoquímicas y biológicas indica que la estación cuyo comportamiento es más similar al de la masa 010 es la estación DP070 y en menor medida la DP072. Esta hipótesis coincide con la obtenida del análisis de los diagramas de caja-bigote para los distintos parámetros. La combinación de estas dos estaciones proporciona el CCI más elevado (considerando combinaciones de 2 estaciones) con lo que las estaciones DP070 y DP072 son las que seleccionan como estaciones representativas de la masa 010 en la red de control.

#### **4.10.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.**

Para corroborar que la combinación de estaciones seleccionadas (DP070 y DP072) para representar a la masa 010 en la red de control es adecuada, se analizan los datos de la misma y se comparan con los obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones que forman la masa 010.

4.10.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.

	chl a	chl a	chl a	chl a	chl a	chl a	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 010</b>	<b>6,01</b>	<b>4,16</b>	<b>3,94</b>	<b>5,27</b>	<b>7,03</b>	<b>9,70</b>	<b>36,90</b>	<b>37,41</b>	<b>37,04</b>	<b>36,82</b>	<b>36,63</b>	<b>36,76</b>
DP065	9,354				6,59	11,47	36,77				36,84	36,59
DP068	8,39	6,87	4,46	11,28	6,14	14,58	36,33	37,02	36,47	36,29	35,54	36,37
DP070	5,12	3,67	3,91	4,61	5,44	8,69	37,01	37,40	37,16	36,90	36,66	36,97
DP072	5,15	3,10	2,46	3,57	6,96	4,99	37,32	37,63	37,49	37,38	37,03	37,11
DP073	4,81	4,08	2,17	4,74	9,65	4,08	36,58	37,20	36,84	36,38	36,24	36,33
DP074	2,69	0,68	2,66	3,52	2,12	3,10	37,23	37,89	37,25	37,10	37,19	37,05
DP065-DP068	9,00				6,61	12,10	36,55				36,19	36,48
DP065-DP070	6,66				6,56	11,55	36,89				36,75	36,78
DP065-DP072	6,70				6,98	11,39	37,05				36,94	36,85
DP065-DP073	6,68				7,23	10,81	36,68				36,54	36,46
DP065-DP074	6,34				6,34	10,56	37,00				37,02	36,82
DP068-DP070	6,13	6,07	4,37	9,74	6,03	10,19	36,67	37,21	36,82	36,60	36,10	36,67
DP068-DP072	6,35	6,17	4,35	9,56	7,06	8,86	36,83	37,33	36,98	36,84	36,29	36,74
DP068-DP073	5,98	4,72	3,89	9,74	7,32	4,39	36,46	37,11	36,65	36,34	35,89	36,35
DP068-DP074	5,96	5,47	4,40	9,37	4,33	6,29	36,78	37,46	36,86	36,70	36,37	36,71
DP070-DP072	5,19	3,41	3,76	4,31	6,80	8,19	37,17	37,52	37,33	37,14	36,85	37,04
DP070-DP073	5,14	4,09	3,81	4,66	9,38	6,12	36,80	37,30	37,00	36,64	36,45	36,65
DP070-DP074	4,73	3,04	3,83	4,58	3,04	7,95	37,12	37,64	37,21	37,00	36,93	37,01
DP072-DP073	5,19	4,07	2,46	4,32	9,15	4,40	36,95	37,42	37,17	36,88	36,64	36,72
DP072-DP074	4,28	3,03	2,62	3,52	5,10	4,99	37,28	37,76	37,37	37,24	37,11	37,08
DP073-DP074	4,23	2,89	2,66	4,68	6,88	4,08	36,91	37,54	37,05	36,74	36,72	36,69
DP065-DP068-DP070	7,11				6,59	11,89	36,70				36,35	36,64
DP065-DP068-DP072	7,01				6,97	11,83	36,81				36,47	36,69
DP065-DP068-DP073	7,02				7,05	11,06	36,56				36,21	36,43
DP065-DP068-DP074	6,65				6,36	10,89	36,78				36,53	36,67
DP065-DP070-DP072	6,38				6,93	11,47	37,04				36,85	36,89
DP065-DP070-DP073	6,34				7,20	10,89	36,79				36,58	36,63
DP065-DP070-DP074	6,15				6,32	10,73	37,00				36,90	36,87
DP065-DP072-DP073	6,43				7,23	10,73	36,89				36,71	36,68
DP065-DP072-DP074	6,20				6,52	10,39	37,11				37,02	36,92
DP065-DP073-DP074	6,01				6,88	9,18	36,86				36,76	36,66
DP068-DP070-DP072	6,00	6,05	4,27	6,44	6,95	9,69	36,89	37,35	37,04	36,86	36,41	36,82
DP068-DP070-DP073	5,96	4,90	3,97	6,84	7,06	6,91	36,64	37,21	36,82	36,52	36,15	36,56
DP068-DP070-DP074	5,87	5,73	4,32	6,64	5,44	8,35	36,86	37,44	36,96	36,77	36,47	36,80
DP068-DP072-DP073	5,97	4,54	3,89	6,45	7,13	4,74	36,75	37,29	36,93	36,68	36,27	36,61
DP068-DP072-DP074	5,93	5,22	4,29	6,33	5,85	6,20	36,96	37,51	37,07	36,92	36,59	36,85
DP068-DP073-DP074	5,87	4,16	3,89	6,64	6,99	4,39	36,72	37,37	36,85	36,59	36,33	36,58
DP070-DP072-DP073	5,22	4,08	3,68	4,58	8,90	5,86	36,97	37,41	37,16	36,89	36,65	36,80
DP070-DP072-DP074	4,93	3,08	3,68	4,28	5,40	7,82	37,19	37,64	37,30	37,13	36,96	37,04
DP070-DP073-DP074	4,75	3,76	3,75	4,65	6,76	6,12	36,94	37,50	37,08	36,79	36,70	36,78
DP072-DP073-DP074	4,58	3,59	2,62	4,29	7,10	4,40	37,05	37,57	37,19	36,95	36,82	36,83

Tabla 4.37. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 010 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas

La tabla 4.37 muestra el análisis de los resultados que se obtendrían para cada una de las combinaciones posibles con las estaciones que conforman la masa 010 para el P90 de a clorofila *a* y el promedio de la salinidad.

	chl a	chl a	chl a	chl a	chl a	chl a	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 010</b>	<b>6,01</b>	<b>4,16</b>	<b>3,94</b>	<b>5,27</b>	<b>7,03</b>	<b>9,70</b>	<b>36,90</b>	<b>37,41</b>	<b>37,04</b>	<b>36,82</b>	<b>36,63</b>	<b>36,76</b>
DP065-DP068-DP070-DP072	6,66				6,93	11,78	36,86				36,52	36,76
DP065-DP068-DP070-DP073	6,65				7,05	11,14	36,67				36,32	36,56
DP065-DP068-DP070-DP074	6,27				6,34	10,98	36,84				36,56	36,74
DP065-DP068-DP072-DP073	6,68				7,12	10,98	36,75				36,42	36,60
DP065-DP068-DP072-DP074	6,36				6,54	10,81	36,91				36,65	36,78
DP065-DP068-DP073-DP074	6,30				6,91	9,70	36,73				36,45	36,58
DP065-DP070-DP072-DP073	6,22				7,22	10,81	36,92				36,70	36,75
DP065-DP070-DP072-DP074	6,04				6,50	10,56	37,08				36,93	36,93
DP065-DP070-DP073-DP074	5,86				6,84	9,35	36,90				36,73	36,73
DP065-DP072-DP073-DP074	5,92				7,07	9,01	36,98				36,83	36,77
DP068-DP070-DP072-DP073	5,93	4,72	3,95	5,27	7,12	6,65	36,81	37,31	36,99	36,74	36,37	36,70
DP068-DP070-DP072-DP074	5,63	5,47	4,23	5,41	5,82	8,22	36,97	37,49	37,10	36,92	36,61	36,88
DP068-DP070-DP073-DP074	5,55	4,17	3,96	5,50	6,88	6,91	36,79	37,38	36,93	36,67	36,41	36,68
DP068-DP072-DP073-DP074	5,69	4,15	3,89	5,43	7,05	4,74	36,87	37,44	37,01	36,79	36,50	36,72
DP070-DP072-DP073-DP074	4,97	3,68	3,61	4,57	7,08	5,86	37,04	37,53	37,19	36,94	36,78	36,86
DP065-DP068-DP070-DP072-DP073	6,36		3,95		7,11	11,06	36,80				36,47	36,67
DP065-DP068-DP070-DP072-DP074	6,20		4,23		6,52	10,89	36,93				36,65	36,82
DP065-DP068-DP070-DP073-DP074	6,11		3,96		6,88	9,87	36,79				36,50	36,66
DP065-DP068-DP072-DP073-DP074	6,18		3,89		7,03	9,53	36,85				36,57	36,69
DP065-DP070-DP072-DP073-DP074	5,65		3,61		7,05	9,18	36,98				36,79	36,81
DP068-DP070-DP072-DP073-DP074	5,48	4,16	3,94	5,27	7,04	6,65	36,90	37,43	37,04	36,81	36,53	36,77

Tabla 4.37. continuación. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 010 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas.

Al igual que en la masa 008 y 009, se observa un descenso de las salinidades medias el ultimo año, pero como ya se ha comentado, en este caso, si están acompañadas de un ascenso en las concentraciones de clorofila *a*.

La figura 4.52 resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado en los niveles de clorofila *a*) de la tabla anterior. Muestra la



clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado.

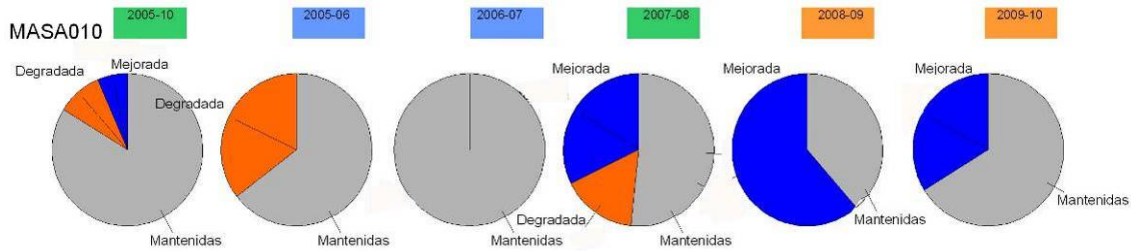


Figura 4.52. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado.

Se observa como, para el global de los cinco años la masa se ha clasificado con un estado ecológico “Good”. Analizando los datos año a año se observa como la primera y segunda anualidad (acompañadas de mayores concentraciones de salinidad) se clasifican como “High”, aunque una de las estaciones (DP068) y alguna de las combinaciones que forma se presentan como “Good” la primera anualidad. La tercera anualidad, la masa 010 se degrada a “Good” y la cuarta y quinta anualidad se degrada a “Moderate”, es decir, en este periodo (2008-10) no cumple los criterios de calidad. La inestabilidad en la clasificación ecológica de estaciones como la DP065 y DP068 hace que la masa 010 tenga un estado ecológico por debajo de los requisitos establecidos este periodo (2008-10). Se apunta que al no disponer de datos para la estación DP065, no se puede saber cuál hubiera sido la clasificación ecológica de esta masa para los periodos mencionados.

#### 4.10.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila *a*.

La figura 4.53 muestra el comportamiento de la clorofila *a* para todas las combinaciones de estaciones posibles realizando un diagrama cajas bigotes para cada una de ellas. Se observa cómo la combinación de las estaciones DP070 y DP072 muestra un comportamiento similar al de la masa 010.

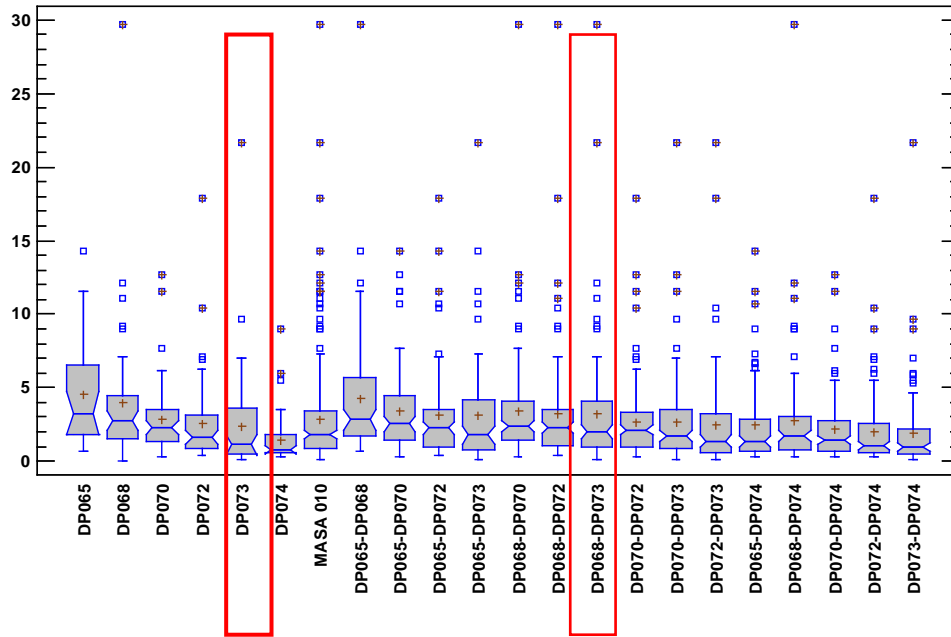


Figura 4.53. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 010 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

**4.10.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila *a*, mediante el diagrama de cuantiles.**

El gráfico de cuantiles indica diferencias entre la distribución de probabilidad de dos muestras de diferente tamaño. La figura 4.54 muestra cómo esta distribución es muy similar para la masa 010 y la combinación de las estaciones DP070 y DP072 y además se ha añadido las seis estaciones que forman la masa 010. Y se observa como las estaciones DP065, DP068 y DP074 (no seleccionadas para representar la masa 010 en la red de control) presentan una distribución de probabilidad muy diferente.

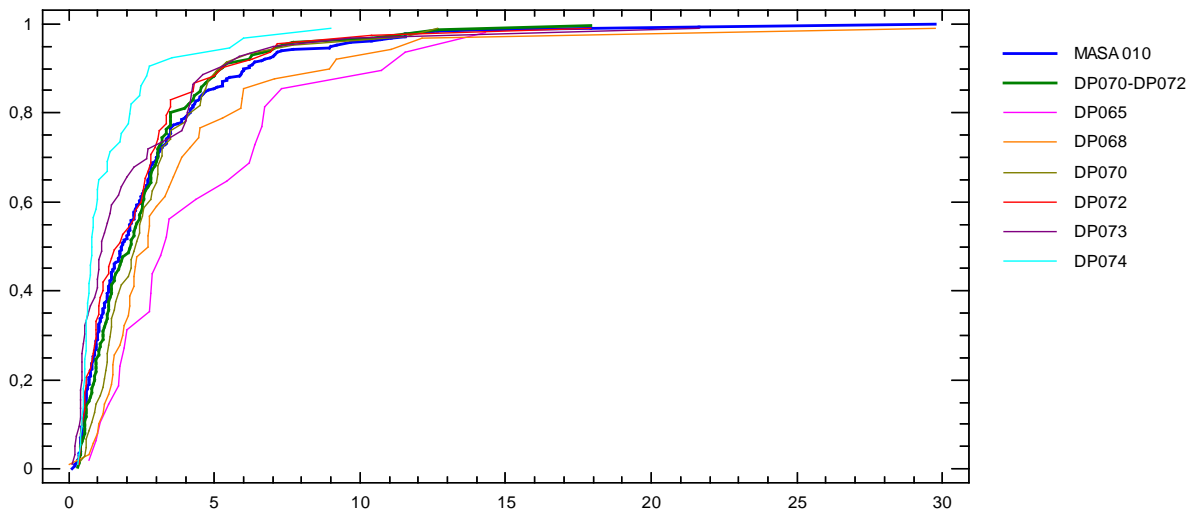


Figura 4.54. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila *a* de la masa 010, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

## 4.11. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 011.

### 4.11.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

#### 4.11.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

Para estudiar cuál de las estaciones que componen la masa 011 está más influenciada continentalmente y presenta variaciones mayores de la salinidad y de todos los parámetros fisicoquímicos, se analiza la desviación estándar para cada uno de los parámetros. La desviación estándar, es la raíz cuadrada de la varianza, y ambas son medidas de dispersión. La tabla 4.38 muestra las desviaciones estándar obtenidas, donde los valores máximos de cada parámetro se encuentran resaltados con el fondo gris.

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu$ M)	NITRITO ( $\mu$ M)	NITRATO ( $\mu$ M)	PSR ( $\mu$ M)	PT ( $\mu$ M)	AC.ORTOSILICICO ( $\mu$ M)	CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )
DP002A	0,34	0,43	0,07	1,26	0,07	0,23	1,37	1,43
DP076	0,60	0,61	0,15	6,12	0,05	0,37	2,81	1,71
DP078	0,46	0,43	0,07	1,93	0,06	0,23	1,56	0,74
DP080	0,83	0,54	0,08	2,80	0,07	0,44	3,15	1,36
DP081	0,42	0,59	0,07	5,20	0,06	0,27	1,49	0,75
<b>masa 011</b>	<b>0,59</b>	<b>0,54</b>	<b>0,11</b>	<b>4,40</b>	<b>0,06</b>	<b>0,32</b>	<b>2,41</b>	<b>1,29</b>

Tabla 4.38. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 011.

Analizando la tabla 4.38, se observa como la DP076 presenta mayor dispersión para el amonio, el nitrito, el nitrato y la clorofila *a*. La DP080 presenta mayor dispersión para la salinidad, el PT y el ácido ortosilícico. Es necesario reseñar, como ya se irá viendo en el análisis de las masas de agua por separado, que las desviaciones estándar de la masa 011 son bastante bajas en comparación con las restantes masas de agua dentro de su tipología (excepto para la salinidad, donde la variación encontrada en la estación DP080 se presenta como la máxima de su tipología). Las masas de agua tipo III se clasifican como masas de agua sin influencia continental, por lo que hay una menor variabilidad de los parámetros fisicoquímicos.

#### 4.11.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.

Para comprobar si las variaciones de clorofila *a* están relacionadas con variaciones en la salinidad, se analizan los P10 de la salinidad y el P90 de la clorofila *a*, mediante diagramas de barras para cada estación y para cada año. Se eligen los P10 y P90 respectivamente, ya que son las medidas estadísticas menos afectadas por la variabilidad de los datos.

La figura 4.55 muestra como la estación DP080 presenta mayores variaciones de salinidad acompañadas de variaciones en los niveles de clorofila *a*, sin embargo para este último parámetro, las máximas variaciones se presentan en la DP076.

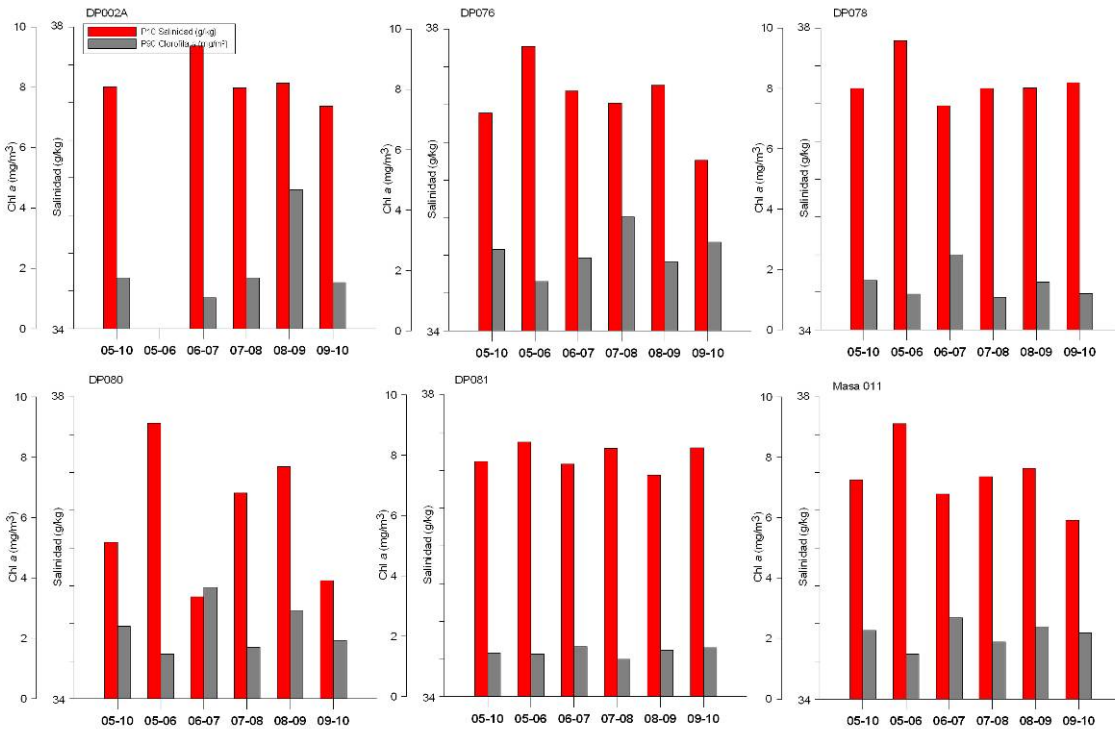


Figura 4.55. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 011 y cada una de las estaciones que la forman.

#### 4.11.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.

Se analiza la fiabilidad de una masa o estación a lo largo de los cinco años estudiados siguiendo los criterios descritos en la introducción. Los resultados se muestran en la tabla 4.39.

	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>	P90+0,5CV<10%	Clasificación
<b>Estación</b>	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	¿Cumple?	
DP002A		1,04	1,68	4,62	1,54	1,68	No	inestable
DP076	1,64	2,43	3,77	2,28	2,95	2,70	No	inestable
DP078	1,18	2,50	1,09	1,59	1,21	1,64	Sí	estable
DP080	1,48	3,70	1,71	2,93	1,94	2,41	No	inestable
DP081	1,42	1,66	1,25	1,54	1,62	1,45	Sí	estable
<b>masa 011</b>	<b>1,48</b>	<b>2,69</b>	<b>1,88</b>	<b>2,38</b>	<b>2,19</b>	<b>2,26</b>	No	inestable

Tabla 4.39. Clasificación ecológica de la masa 011 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas.

La tabla 4.39 muestra los P90 de la clorofila *a* y la clasificación ecológica de la masa 011 y cada estación que la forma año a año y para el global de las cinco anualidades, con el código de colores establecido en la DMA. Además muestra si cumple el criterio

$$P90 + \frac{1}{2} CV < 10\% \cdot \text{Umbral}_{EE \text{ masa}}$$

y si la masa es clasificada o no como estable.

La masa 011 presenta un estado ecológico “High” para todas las anualidades excepto la segunda (que se clasifica como “Good”) y para el conjunto de las cinco anualidades. La estación DP002A se presenta como “Moderate” en la cuarta anualidad, la estación DP076 la tercera y DP080 la segunda, con lo que no pueden considerarse como estables. Se observa que las estaciones más estables, es decir, las únicas que presentan un estado ecológico “High” para todas las anualidades y además con un P90 de clorofila *a* suficientemente alejado del umbral H/G, son las estaciones DP078 y DP081.

#### 4.11.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 011 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.

##### 4.11.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 011 a través del análisis Cluster.

Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos con los resultados obtenidos para cada uno de los años y para todos los años en global. Este análisis estadístico indica las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua. Para llevarlo a cabo se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales. Los resultados se muestran en la figura 4.56.

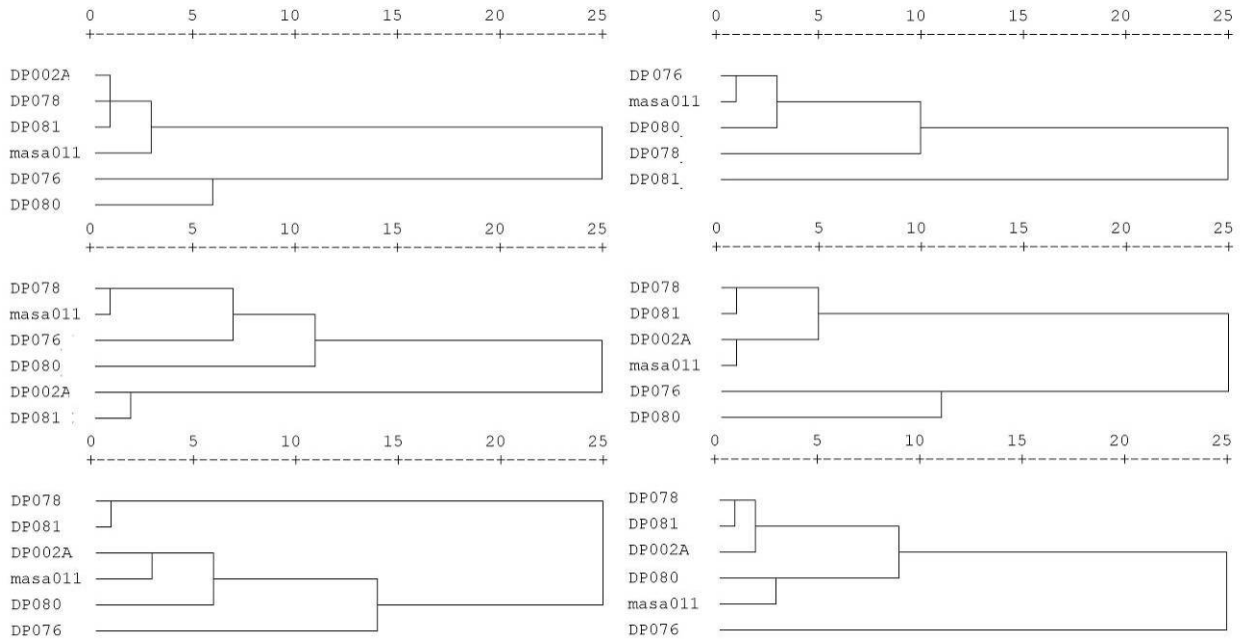


Figura 4.56. Dendrogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 011 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

Analizando la figura 4.56 se aprecia como la estación DP002A, DP078 y DP081 son las más próximas a la masa 011 tomando las cinco anualidades. Este patrón se repite para la DP002A (excepto en la segunda anualidad) y la DP078 (excepto en la cuarta anualidad), sin embargo, no se repite para la DP081. La estación DP076 parece presentar la menor similitud con la masa 011.

**4.11.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 011 mediante diagramas de caja-bigote.**

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman se realizan diagramas de caja-bigote para todas las estaciones y la masa 011, con los datos globales para cada uno de los diferentes parámetros.

La figura 4.57 muestra que la estación DP002A presenta mayor similitud con la masa 011 para el amonio y el PT, la estación DP078 para la salinidad, el nitrito, la clorofila *a* y el PT. Para el nitrato y ácido ortosilícico es la estación DP080 la que presenta un diagrama caja-bigote más similar al de la masa 011.

El hecho de que las estaciones más similares en cuanto a forma de diagrama caja-bigote sean la DP080 y DP078 coincide con lo obtenido en el análisis Cluster.

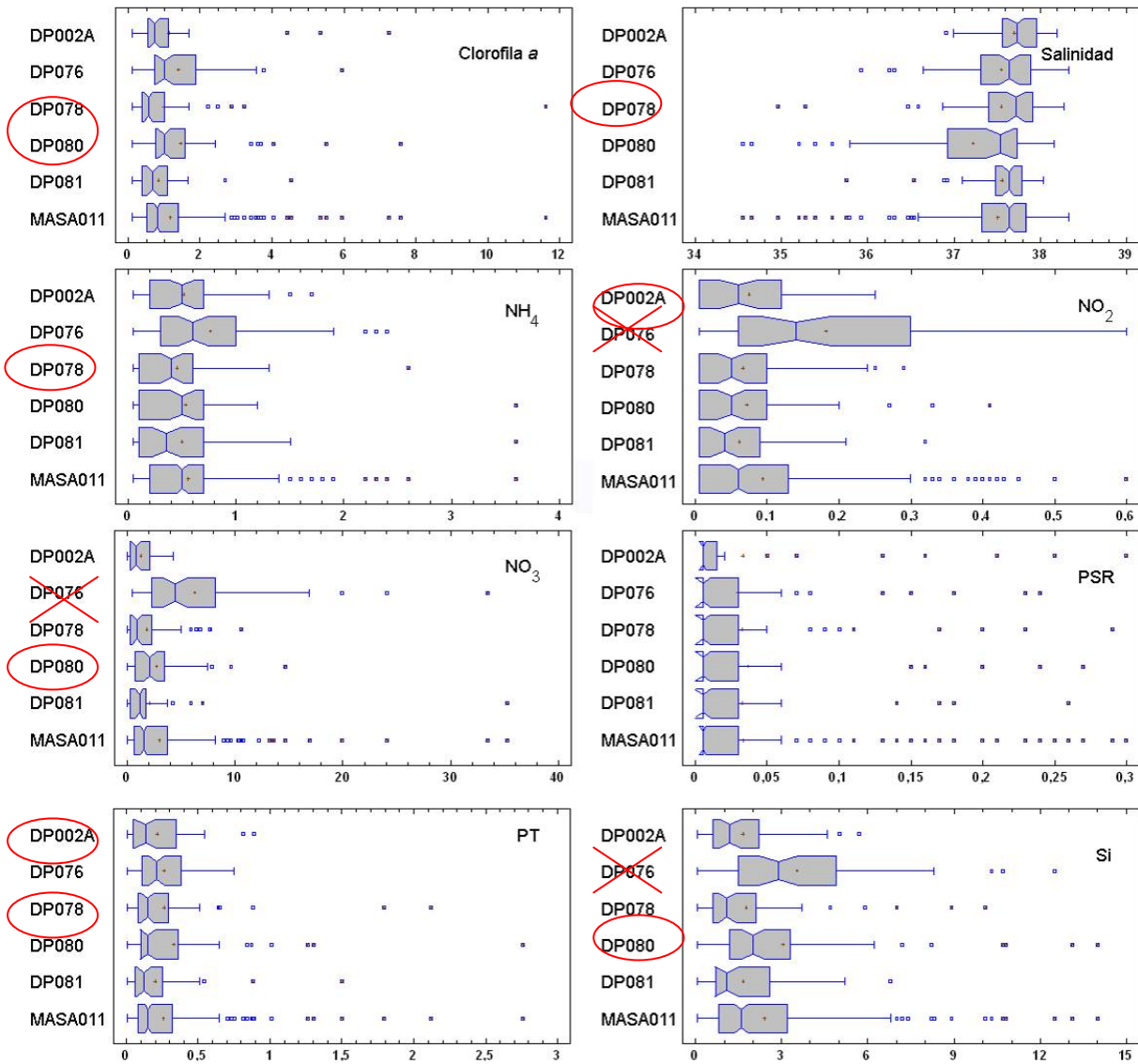


Figura 4.57. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 011 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

#### 4.11.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 011 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Se analiza ahora la similitud a través del Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) de las posibles combinaciones de estaciones que componen la masa 011. Los resultados de los CCI obtenidos de comparar los promedios de clorofila *a* de las estaciones con los de la masa 011 se muestran en la tabla 4.40.



CCI Masa 011			
DP002A	0,651	DP002A-DP076-DP078	0,918
DP076	0,612	DP002A-DP076-DP080	0,88
DP078	0,654	DP002A-DP076-DP081	0,852
DP080	0,674	DP002A-DP078-DP080	0,92
DP081	0,749	DP002A-DP078-DP081	0,937
DP002A-DP076	0,731	DP002A-DP080-DP081	0,868
DP002A-DP078	0,861	DP076-DP078-DP080	0,875
DP002A-DP080	0,748	DP076-DP078-DP081	0,939
DP002A-DP081	0,814	DP076-DP080-DP081	0,932
DP076-DP078	0,779	DP078-DP080-DP081	0,892
DP076-DP080	0,869	DP002A-DP076-DP078-DP080	0,985
DP076-DP081	0,796	DP002A-DP076-DP078-DP081	0,948
DP078-DP080	0,815	DP002A-DP076-DP080-DP081	0,943
DP078-DP081	0,776	DP002A-DP078-DP080-DP081	0,959
DP080-DP081	0,835	DP076-DP078-DP080-DP081	0,965

Tabla 4.40. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 011.

La tabla 4.40 muestra CCI muy similares para todas las estaciones de forma individual, siendo el de la estación DP076 el menor, coincidiendo con los resultados obtenidos del análisis Cluster y de los diagramas caja-bigote. Es la combinación de las estaciones DP002A-DP078, DP076-DP080 y DP078-DP080 las que presentan el mayor CCI. Sin embargo en la selección de estaciones se rechaza la combinación DP076-DP080 ya que la estación DP076 presenta un diagrama de distribución (figura 4.57) muy diferenciado de la masa para el nitrito, nitrato y ácido ortosilícico. La combinación DP002A-DP078 se rechaza ya que la mayor similitud en los diagramas caja-bigote se presenta para las estaciones DP078 y DP080

#### 4.11.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.

Se propone seleccionar como estaciones representativas de la masa 011 las estaciones DP078 y DP080. El análisis de los dendogramas, los diagramas caja-bigote, la dispersión de las masas de agua apuntan a la selección de las estaciones DP078 y la DP080 como representación de la masa 011.

La estación DP076 presenta el comportamiento más diferenciado con respecto a la masa 011 para los análisis estadísticos realizados. La estación DP081 es muy estable, es la que presenta

menor influencia continental, presentando valores de clorofila *a* y concentraciones de los parámetros fisicoquímicos especialmente bajos, esto hace que el comportamiento de esta estación se aleje del que presenta la masa 011 para el periodo estudiado.

#### **4.11.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.**

Para corroborar que la combinación de estaciones seleccionadas (DP078 y DP080) para representar a la masa 011 en la red de control es adecuada, se analizan los datos de la misma y se comparan con los obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones que forman la masa 011.

##### **4.11.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.**

Para comprobar la clasificación ecológica de las diferentes combinaciones posibles y la combinación de estaciones seleccionadas para la red de control, se calcula año a año los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad de las diferentes combinaciones de las estaciones que forman la masa de agua. Se observa que la combinación seleccionada tiene una distribución de la clasificación ecológica y salinidades muy similares a las de la masa.

	chl a	chl a	chl a	chl a	chl a	chl a	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 011</b>	<b>2,26</b>	<b>1,48</b>	<b>2,69</b>	<b>1,88</b>	<b>2,38</b>	<b>2,19</b>	<b>37,51</b>	<b>37,89</b>	<b>37,51</b>	<b>37,41</b>	<b>37,50</b>	<b>37,31</b>
DP002A	1,68		1,04	1,68	4,62	1,54	37,67		37,94	37,55	37,62	37,58
DP076	2,70	1,64	2,43	3,77	2,28	2,95	37,51	37,94	37,58	37,41	37,58	37,07
DP078	1,64	1,18	2,50	1,09	1,59	1,21	37,62	37,99	37,51	37,57	37,44	37,62
DP080	2,41	1,48	3,70	1,71	2,93	1,94	37,20	37,85	37,08	36,96	37,41	36,66
DP081	1,45	1,42	1,66	1,25	1,54	1,62	37,56	37,72	37,60	37,55	37,44	37,58
DP002A-DP076	2,65		2,23	3,64	3,73	2,78	37,59		37,76	37,48	37,60	37,32
DP002A-DP078	1,68		1,84	1,68	3,34	1,51	37,65		37,73	37,56	37,53	37,60
DP002A-DP080	2,40		3,47	1,74	4,62	1,88	37,44		37,51	37,26	37,51	37,12
DP002A-DP081	1,60		1,37	1,40	1,67	1,62	37,61		37,77	37,55	37,53	37,58
DP076-DP078	2,45	1,34	2,49	2,45	2,14	2,78	37,56	37,97	37,55	37,49	37,51	37,34
DP076-DP080	2,65	1,62	3,32	2,58	2,53	2,21	37,35	37,89	37,33	37,18	37,49	36,87
DP076-DP081	2,21	1,55	2,45	2,45	1,99	3,03	37,53	37,83	37,59	37,48	37,51	37,32
DP078-DP080	2,27	1,44	3,36	1,59	2,41	1,87	37,41	37,92	37,30	37,26	37,42	37,14
DP078-DP081	1,59	1,25	2,52	1,25	1,59	1,26	37,59	37,85	37,55	37,56	37,44	37,60
DP080-DP081	2,20	1,48	3,44	1,46	1,66	1,96	37,38	37,78	37,34	37,25	37,42	37,12
DP002A-DP076-DP078	2,43		2,45	2,39	3,25	2,62	37,60		37,68	37,51	37,55	37,42
DP002A-DP076-DP080	2,60		2,94	2,45	3,73	2,20	37,46		37,54	37,31	37,53	37,10
DP002A-DP076-DP081	2,21		2,26	2,39	2,14	2,87	37,58		37,71	37,50	37,54	37,41
DP002A-DP078-DP080	2,26		2,92	1,68	3,34	1,82	37,50		37,51	37,36	37,49	37,29
DP002A-DP078-DP081	1,62		1,92	1,40	1,66	1,55	37,62		37,68	37,56	37,50	37,59
DP002A-DP080-DP081	2,19		2,91	1,58	2,41	1,91	37,48		37,54	37,35	37,49	37,27
DP076-DP078-DP080	2,45	1,47	2,92	2,29	2,41	2,20	37,44	37,93	37,39	37,31	37,48	37,12
DP076-DP078-DP081	2,17	1,40	2,50	1,88	1,96	2,87	37,56	37,88	37,56	37,51	37,48	37,42
DP076-DP080-DP081	2,38	1,54	2,92	2,29	2,13	2,21	37,42	37,83	37,42	37,31	37,47	37,10
DP078-DP080-DP081	1,89	1,45	2,86	1,46	1,66	1,91	37,46	37,85	37,40	37,36	37,43	37,29
DP002A-DP076-DP078-DP080	2,44		2,82	2,27	3,25	2,19	37,50		37,53	37,37	37,51	37,23
DP002A-DP076-DP078-DP081	2,16		2,46	1,88	2,13	2,70	37,59		37,66	37,52	37,52	37,46
DP002A-DP076-DP080-DP081	2,37		2,72	2,27	2,41	2,20	37,48		37,55	37,37	37,51	37,22
DP002A-DP078-DP080-DP081	1,87		2,72	1,58	2,34	1,85	37,51		37,53	37,41	37,48	37,36
DP076-DP078-DP080-DP081	2,26		2,83	1,92	2,12	2,20	37,47	37,87	37,44	37,37	37,47	37,23

Tabla 4.41. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 011 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas.

Hay que considerar que la combinación de diferentes estaciones daría valores de P90 diferentes, se debe buscar la concordancia entre el estado ecológico de la combinación de estaciones seleccionadas y el de la masa de agua 011 considerando todas las estaciones que las forman. Tal y como se muestra en la tabla 4.41 y la figura 4.57, la masa de agua 011 se

degrada a “Good” el segundo año y la combinación de las estaciones DP078-DP080 sigue la misma tendencia. Además hay que recordar que los límites que definen las clases ecológicas son menores para esta tipología.

La siguiente figura resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado en los niveles de clorofila *a*) de la tabla anterior. Muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa como la masa 011 se clasifica como “High” para las cinco anualidades y cada una por separado, exceptuando la segunda, donde se clasifica como “Good”, con la mitad de las combinaciones clasificadas como “High”. Se observa como para la cuarta y quinta anualidad el número de combinaciones degradadas aumenta con respecto a años anteriores.



Figura 4.58. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado.

**4.11.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila *a*.**

Para corroborar la decisión tomada se analiza el diagrama caja-bigote en el que se compara la combinación seleccionada con todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa de agua.

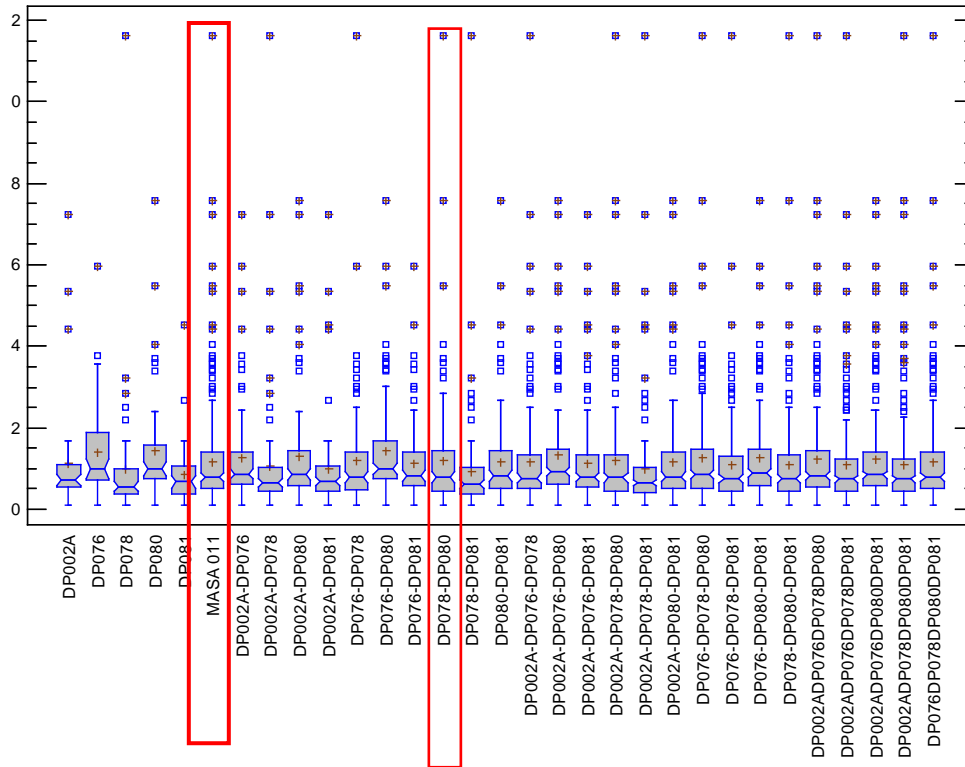


Figura 4.59. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 011 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

La figura 4.59 muestra que el diagrama caja-bigote de la combinación de estaciones seleccionadas (DP078 y DP080), presenta una forma muy similar al obtenido para la masa 011.

**4.11.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila *a*, mediante el diagrama de cuantiles.**

Se analiza ahora el diagrama de cuantiles, que es un método gráfico para comparar las distribuciones inferidas directamente de dos conjuntos de observaciones, donde los tamaños de las muestras sean distintos. Se incluyen además todas las estaciones de muestreo que forman la masa 011.

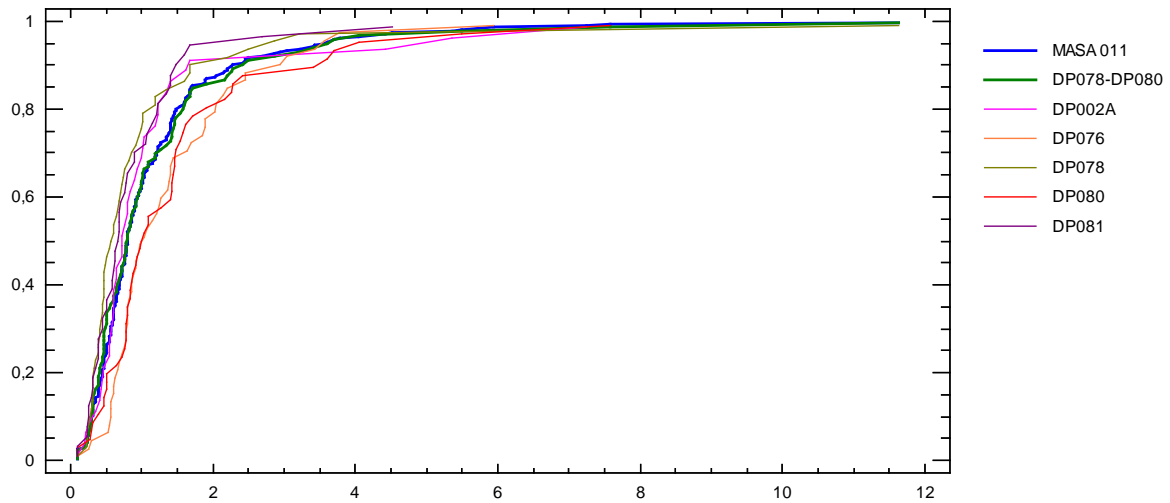


Figura 4.60. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila *a* de la masa 011, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Se observa (figura 4.60) una alta similitud entre la masa 011 y la combinación de estaciones seleccionadas (DP078 y DP080). Se aprecia también como la similitud entre todas las estaciones y la masa 011 es mayor que en las otras nueve masas costeras debido a la menor dispersión de los valores al tratarse de una masa costera del tipo III.

## 4.12. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 012.

### 4.12.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

#### 4.12.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

Para estudiar cual de las estaciones que componen la masa 012 está más influenciada continentalmente y presenta variaciones mayores de la salinidad y de todos los parámetros fisicoquímicos, se analiza la desviación estándar para cada uno de los parámetros. La desviación estándar, es la raíz cuadrada de la varianza, y ambas son medidas de dispersión. La tabla 4.42 muestra las desviaciones estándar obtenidas, donde los valores máximos de cada parámetro se encuentran resaltados con el fondo gris.

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu$ M)	NITRITO ( $\mu$ M)	NITRATO ( $\mu$ M)	PSR ( $\mu$ M)	PT ( $\mu$ M)	AC.ORTOSILICICO ( $\mu$ M)	CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )
DP082	0,50	0,43	0,13	3,87	0,05	0,30	2,86	2,16
DP083	0,87	0,69	0,09	4,66	0,05	0,22	9,31	1,16
DP084	0,41	0,47	0,07	2,42	0,05	0,24	1,41	0,45
DP085	0,30	0,68	0,05	0,89	0,05	0,19	1,01	0,71
DP086	0,39	0,40	0,06	3,80	0,07	0,26	1,10	0,90
<b>masa 012</b>	<b>0,58</b>	<b>0,53</b>	<b>0,10</b>	<b>3,62</b>	<b>0,06</b>	<b>0,25</b>	<b>4,38</b>	<b>1,35</b>

Tabla 4.42. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 012.

Se observa como las estaciones DP082 y DP083 son las que presentan mayor dispersión para casi todos los parámetros. Hay que destacar que la estación DP083 presenta las mayores desviaciones estándar para la salinidad y el ácido ortosilícico de todas las estaciones del tipo III.

La estación DP084 presenta la menor desviación estándar para la clorofila *a* de todas las estaciones tipo III y de todas las tipo II.

#### 4.12.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.

Para comprobar si las variaciones de clorofila *a* están relacionadas con variaciones en la salinidad se analizan los P10 de la salinidad y el P90 de la clorofila *a* mediante diagramas de barras para cada estación para cada año. Se eligen los P10 y P90 respectivamente, ya que son las medidas estadísticas menos afectadas por la variabilidad de los datos.

Se observa una baja dispersión en los valores de salinidad y clorofila *a* para la masa de agua 012. Los valores por anualidades son más similares entre en la estación DP084 y DP085. En

el apartado siguiente se muestra como son además las estaciones estables dentro de su clasificación ecológica en la masa de agua.

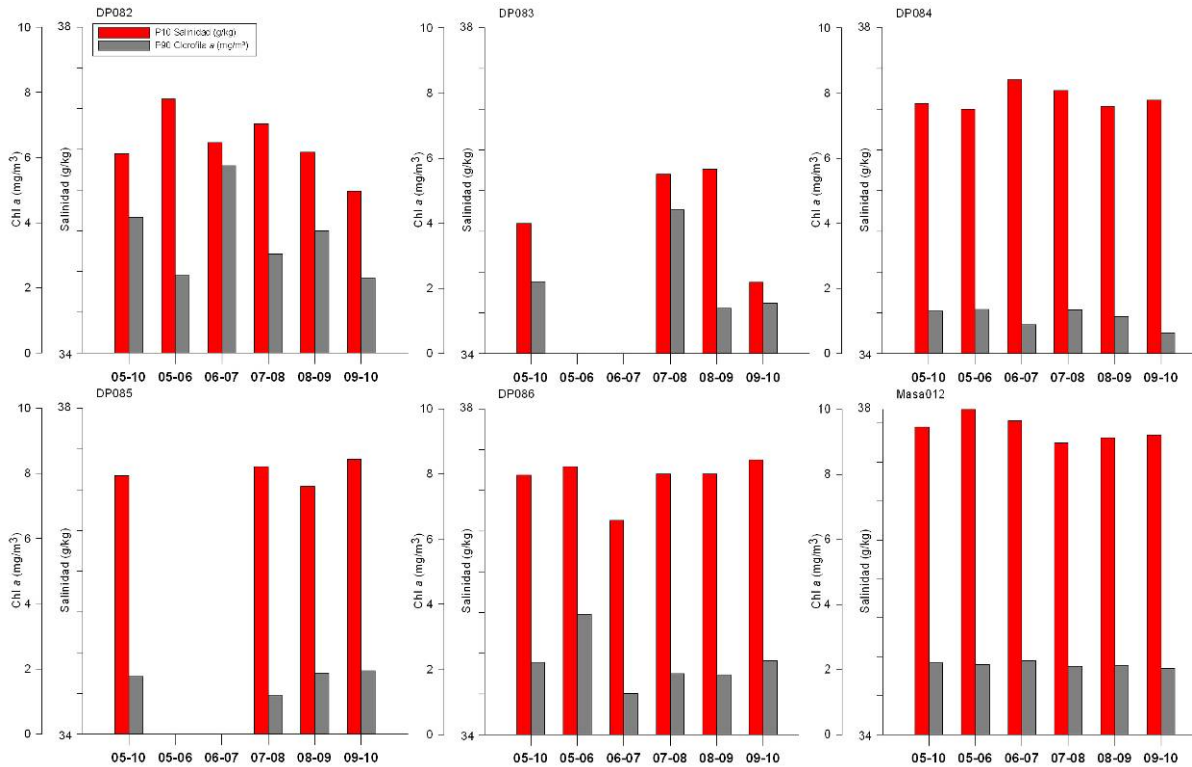


Figura 4.61. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila a, en las cinco anualidades para la masa 012 y cada una de las estaciones que la forman.

#### 4.12.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.

Se pasa ahora a analizar la fiabilidad de una masa o estación a lo largo de los cinco años estudiados siguiendo los criterios descritos en la introducción. Los resultados se muestran en la tabla 4.43.

	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>	P90+0,5CV<10%	Clasificación
<b>Estación</b>	Chl a (mg/m³)	Chl a (mg/m³)	Chl a (mg/m³)	Chl a (mg/m³)	Chl a (mg/m³)	<b>Chl a (mg/m³)</b>	¿Cumple?	
DP082	2,38	5,74	3,04	3,76	2,30	4,17	No	inestable
DP083			4,41	1,39	1,55	2,21	No	inestable
DP084	1,35	0,88	1,34	1,14	0,62	1,30	Sí	estable
DP085			1,18	1,87	1,94	1,77	Sí	estable
DP086	3,69	1,26	1,87	1,84	2,28	2,21	No	inestable
<b>masa 012</b>	<b>2,15</b>	<b>2,27</b>	<b>2,11</b>	<b>2,12</b>	<b>2,02</b>	<b>2,21</b>	No	<b>inestable</b>

Tabla 4.43. Clasificación ecológica de la masa 012 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas.



La tabla 4.43 muestra los P90 de la clorofila *a* y la clasificación ecológica de la masa 012 y cada estación que la forma año a año, y para el global de las cinco anualidades, con el código de colores establecido en la DMA. Además muestra si cumple el criterio

$$P90 + \frac{1}{2} CV < 10\% \cdot \text{Umbral}_{EE \text{ masa}}$$

y si la masa es clasificada o no como estable.

La masa 012 presenta un estado ecológico “High” para todas las anualidades. De las estaciones que la forman sólo la DP084 y DP085 presentan un estado ecológico “High” todas las anualidades con un P90 de clorofila *a* suficientemente alejado del umbral H/G. La DP082 se clasifica como “Moderate” para el global de las cinco anualidades. La estación DP083 se presenta como “Moderate” en la tercera anualidad y la DP086 en la primera. Por lo que son consideradas como inestables.

#### **4.12.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 012 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.**

##### **4.12.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 012 a través del análisis Cluster.**

Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos con los resultados obtenidos para cada uno de los años y para todos los años en global. Este análisis estadístico indica las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua. Para llevarlo a cabo se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales. Los resultados se muestran en la figura 4.62.

Calculando las medias de todos los valores globales se aprecia como la estación DP084, DP085 y DP086 son más similares a la masa 012, este patrón parece repetirse excepto en la quinta anualidad.

La estaciones menos similares con la masa 012 parecen ser la estación DP082 y DP083 que como se ha visto en el análisis de desviación estándar y en los diagramas de barras, presentan una gran dispersión para todos los parámetros. Este patrón no se repite en la quinta anualidad. La estación DP082 se ubica en la playa del Portet, en Moraira. Es una estación muy protegida, al sur de un saliente geográfico que la resguarda, provocando un menor hidrodinamismo en la zona. La estación DP083 se ubica en la playa de la Ampolla en Moraira, muy próxima al puerto deportivo de Jávea.

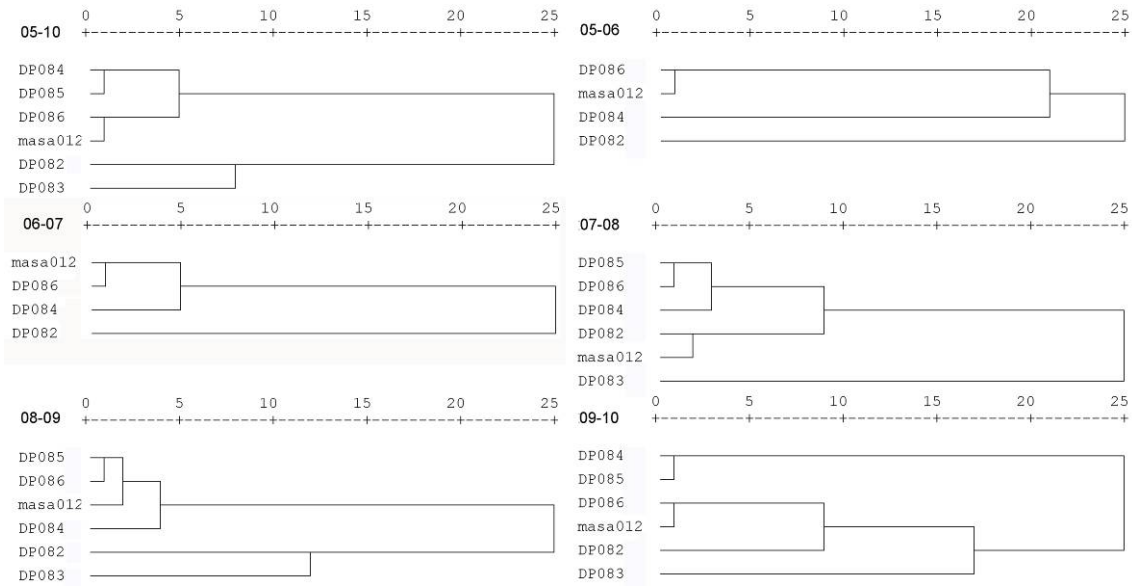


Figura 4.62. Dendrogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 012 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

**4.12.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 012 mediante diagramas de caja-bigote.**

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman se realizan diagramas de caja-bigote para todas las estaciones y la masa 012, con los datos globales para cada uno de los diferentes parámetros.

Parece que la estación DP085 y DP086 presentan mayor similitud con la masa 012 para la clorofila *a* y la salinidad. En el caso de la DP086 presenta diagramas caja-bigote similares a la masa 012 también para el amonio, el nitrato y el fósforo total, y la estación DP085 para el PSR. La estación DP084 presenta similitud con la masa para la salinidad, el nitrito y el fósforo total.

Destacar también la diferencia en los diagramas caja-bigote de la estación DP083 para la salinidad, el nitrato y el ácido ortosilícico. La estación DP082 presenta un comportamiento muy diferenciado respecto a la masa 012 para el nitrito.

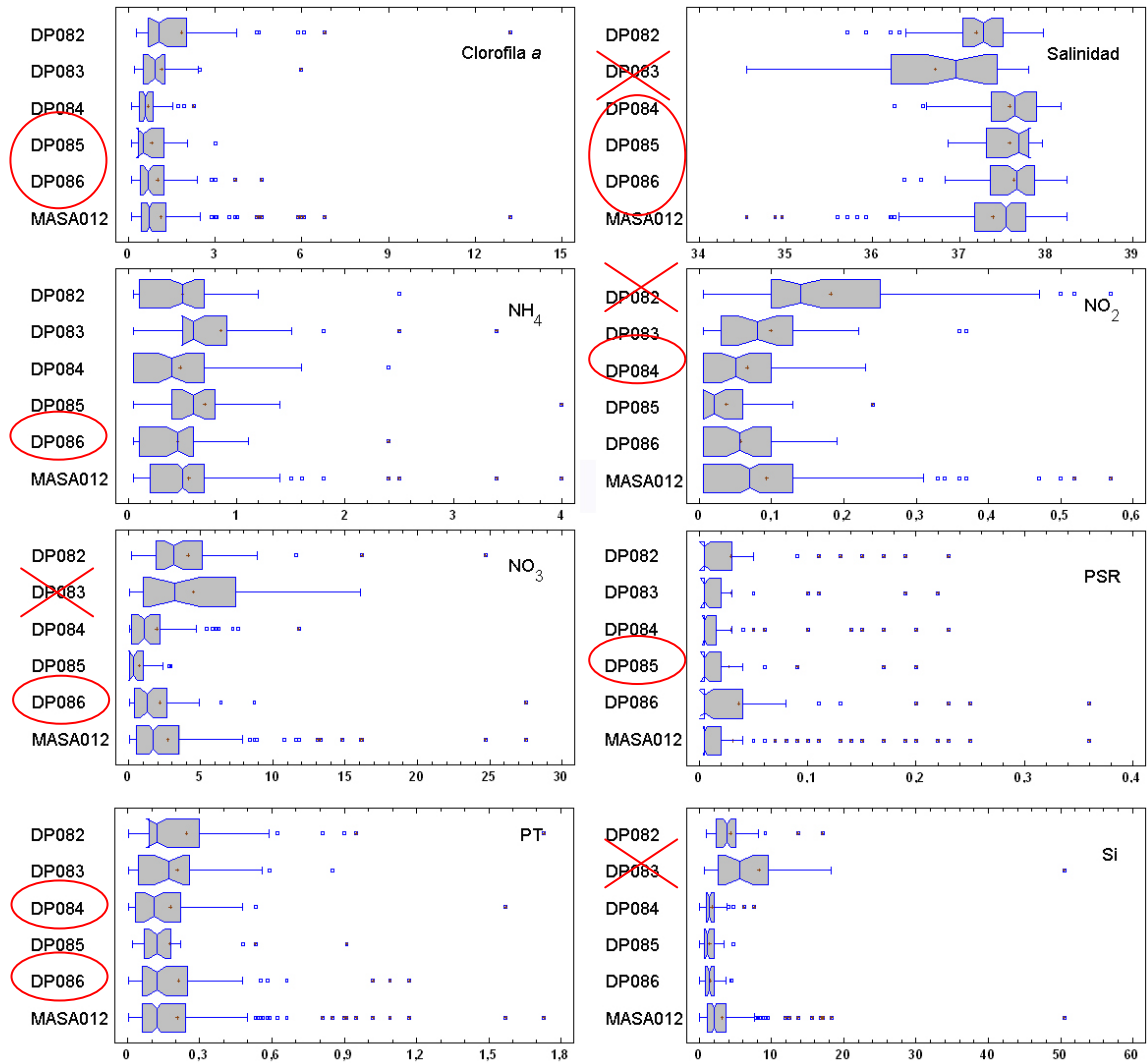


Figura 4.63. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 012 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

#### 4.12.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 012 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Se analiza ahora la similitud a través del Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) de las posibles combinaciones de estaciones que componen la masa 012. Los resultados de los CCI obtenidos de comparar los promedios de clorofila *a* de las estaciones con los de la masa 012 se muestran en la tabla 4.44.

CCI Masa 012			
DP082	0,503	DP082-DP083-DP084	0,881
DP083	0,549	DP082-DP083-DP085	0,746
DP084	0,432	DP082-DP083-DP086	0,892
DP085	0,629	DP082-DP084-DP085	0,879
DP086	0,744	DP082-DP084-DP086	0,938
DP082-DP083	0,697	DP082-DP085-DP086	0,895
DP082-DP084	0,804	DP083-DP084-DP085	0,526
DP082-DP085	0,703	DP083-DP084-DP086	0,744
DP082-DP086	0,785	DP083-DP085-DP086	0,792
DP083-DP084	0,546	DP084-DP085-DP086	0,914
DP083-DP085	0,611	DP082-DP083-DP084-DP085	0,902
DP083-DP086	0,715	DP082-DP083-DP084-DP086	0,985
DP084-DP085	0,494	DP082-DP083-DP085-DP086	0,932
DP084-DP086	0,754	DP082-DP084-DP085-DP086	0,981
DP085-DP086	0,796	DP083-DP084-DP085-DP086	0,923

Tabla 4.44. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 012.

La tabla 4.44 muestra unos CCI muy similares para todas las estaciones, siendo máximos los de las estaciones DP085 y DP086, y dentro de la combinación de dos estaciones la combinación de las mismas presenta el CCI máximo. La combinación DP084, DP085 y DP086 presenta un CCI muy elevado, aunque no es el máximo para una combinación de tres estaciones. Este máximo aparece para la combinación formada por las estaciones DP082, DP084 y DP086. Sin embargo los resultados del resto de análisis estadísticos hacen desechar esta opción.

#### 4.12.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.

Se propone seleccionar como estaciones representativas de la masa 012 la DP084, DP085 y DP086. El análisis de la dispersión en cada estación, los dendogramas, los diagramas caja-bigote apuntan a la selección de las estaciones DP084, DP085 y DP086 como representación de la masa 012 en la red de control.

Las estaciones DP082 y DP083 presentan desviaciones estándar elevadas, los diagramas de barras para salinidad y clorofila *a* tienen un comportamiento muy diferenciado de los de la masa 012; y tanto el análisis Cluster como los diagramas caja-bigote indican un comportamiento menos similar a la masa 012 que el resto de las estaciones. Además el CCI obtenido es bajo para estas estaciones.

#### **4.12.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.**

Para corroborar que la combinación de estaciones seleccionadas (DP084, DP085 y DP086) para representar a la masa 012 en la red de control es adecuada, se analizan los datos de la misma y se comparan con los obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones que forman la masa 012.

Se toman estas 3 estaciones y no una combinación de dos, debido a que no hay datos disponibles de las estaciones DP084 ni DP085 para las dos primeras anualidades.

##### **4.12.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.**

Para comprobar la clasificación ecológica de las diferentes combinaciones posibles y la combinación de estaciones seleccionadas para la red de control, se calcula año a año los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad de las diferentes combinaciones de las estaciones que forman la masa 012. Se observa que la combinación seleccionada tiene una distribución de la clasificación ecológica y salinidades muy similares a las de la masa.

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 012</b>	<b>2,21</b>	2,15	2,27	2,11	2,12	2,02	<b>37,38</b>	<b>37,66</b>	<b>37,53</b>	<b>37,33</b>	<b>37,29</b>	<b>37,29</b>
DP082	<b>4,17</b>	2,38	<b>5,74</b>	<b>3,04</b>	<b>3,76</b>	2,30	<b>37,19</b>	37,44	37,35	37,12	37,03	37,05
DP083	<b>2,21</b>			<b>4,41</b>	1,39	1,55	<b>36,72</b>			36,68	36,93	36,48
DP084	<b>1,30</b>	1,35	0,88	1,34	1,14	0,62	<b>37,58</b>	<b>37,67</b>	<b>37,67</b>	<b>37,52</b>	<b>37,54</b>	<b>37,51</b>
DP085	<b>1,77</b>			1,18	1,87	1,94	<b>37,59</b>			<b>37,59</b>	<b>37,49</b>	<b>37,70</b>
DP086	<b>2,21</b>	<b>3,69</b>	1,26	1,87	1,84	2,28	<b>37,63</b>	37,86	<b>37,57</b>	<b>37,56</b>	<b>37,51</b>	<b>37,66</b>
DP082-DP083	<b>3,44</b>			<b>3,75</b>	2,47	2,27	<b>36,96</b>			36,90	36,98	36,76
DP082-DP084	<b>2,25</b>	1,35	<b>4,07</b>	2,11	2,12	1,99	<b>37,39</b>	<b>37,55</b>	<b>37,51</b>	37,32	37,29	37,28
DP082-DP085	<b>3,04</b>			<b>2,58</b>	<b>3,08</b>	2,03	<b>37,39</b>			37,36	37,26	37,37
DP082-DP086	<b>2,99</b>	<b>3,69</b>	<b>3,85</b>	2,18	<b>2,81</b>	2,36	<b>37,41</b>	<b>37,65</b>	37,46	37,34	37,27	37,35
DP083-DP084	<b>1,57</b>		<b>0,88</b>	1,97	1,34	1,22	<b>37,15</b>			<b>37,10</b>	<b>37,24</b>	<b>37,00</b>
DP083-DP085	<b>2,01</b>			<b>2,45</b>	1,77	1,90	<b>37,15</b>			<b>37,14</b>	<b>37,21</b>	<b>37,09</b>
DP083-DP086	<b>2,23</b>			2,13	1,84	2,21	<b>37,18</b>			<b>37,12</b>	<b>37,22</b>	<b>37,07</b>
DP084-DP085	<b>1,50</b>			1,43	1,66	1,24	<b>37,58</b>			<b>37,56</b>	<b>37,52</b>	<b>37,61</b>
DP084-DP086	<b>1,73</b>	2,15	1,24	1,52	1,84	1,33	<b>37,61</b>	37,77	<b>37,62</b>	<b>37,54</b>	<b>37,53</b>	<b>37,58</b>
DP085-DP086	<b>2,01</b>			1,69	1,95	2,01	<b>37,61</b>			<b>37,57</b>	<b>37,50</b>	<b>37,68</b>
DP082-DP083-DP084	<b>2,26</b>			<b>2,58</b>	2,12	1,97	<b>37,17</b>			<b>37,11</b>	<b>37,17</b>	<b>37,01</b>
DP082-DP083-DP085	<b>2,63</b>			<b>3,04</b>	2,52	2,03	<b>37,17</b>			<b>37,13</b>	<b>37,15</b>	<b>37,08</b>
DP082-DP083-DP086	<b>2,55</b>			<b>2,53</b>	2,44	2,36	<b>37,18</b>			<b>37,12</b>	<b>37,16</b>	<b>37,06</b>
DP082-DP084-DP085	<b>2,12</b>			1,94	2,21	2,00	<b>37,45</b>			<b>37,41</b>	<b>37,36</b>	<b>37,42</b>
DP082-DP084-DP086	<b>2,25</b>	2,15	2,27	2,09	2,10	2,21	<b>37,47</b>	<b>37,66</b>	<b>37,53</b>	<b>37,40</b>	<b>37,36</b>	<b>37,41</b>
DP082-DP085-DP086	<b>2,53</b>			2,14	<b>2,89</b>	2,22	<b>37,47</b>			<b>37,42</b>	<b>37,35</b>	<b>37,47</b>
DP083-DP084-DP085	<b>1,66</b>			1,86	1,66	1,49	<b>37,30</b>			<b>37,26</b>	<b>37,32</b>	<b>37,23</b>
DP083-DP084-DP086	<b>1,85</b>			1,97	1,84	1,49	<b>37,31</b>			<b>37,25</b>	<b>37,33</b>	<b>37,22</b>
DP083-DP085-DP086	<b>2,07</b>			2,06	1,90	2,00	<b>37,31</b>			<b>37,28</b>	<b>37,31</b>	<b>37,28</b>
DP084-DP085-DP086	<b>1,78</b>	2,15	1,24	1,51	1,85	1,76	<b>37,60</b>	37,77	<b>37,62</b>	<b>37,56</b>	<b>37,52</b>	<b>37,62</b>
DP082-DP083-DP084-DP085	<b>2,12</b>			2,11	2,16	1,99	<b>37,27</b>			<b>37,23</b>	<b>37,25</b>	<b>37,18</b>
DP082-DP083-DP084-DP086	<b>2,25</b>			2,14	2,10	2,18	<b>37,28</b>			<b>37,22</b>	<b>37,25</b>	<b>37,17</b>
DP082-DP083-DP085-DP086	<b>2,41</b>			2,18	2,47	2,19	<b>37,28</b>			<b>37,24</b>	<b>37,24</b>	<b>37,22</b>
DP082-DP084-DP085-DP086	<b>2,19</b>			1,97	2,12	2,02	<b>37,50</b>			<b>37,45</b>	<b>37,40</b>	<b>37,48</b>
DP083-DP084-DP085-DP086	<b>1,86</b>			1,87	1,85	1,78	<b>37,38</b>			<b>37,34</b>	<b>37,37</b>	<b>37,34</b>

Tabla 4.45. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 012 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas

Se debe buscar la concordancia entre el estado ecológico de la combinación de estaciones seleccionadas y el de la masa 012 considerando todas las estaciones que las forman. Las estaciones seleccionadas presentan para las cinco anualidades un estado ecológico “High” y los promedios de salinidad obtenidos son muy similares también a los de la masa 012.

La siguiente figura resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado en los niveles de clorofila *a*) de la tabla anterior. Muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa como la masa 012 se clasifica como “High” para las cinco anualidades. Sólo la quinta anualidad presenta todas las estaciones con este estado ecológico, quedando estaciones o combinaciones de la misma en un estado ecológico degradado en el resto de anualidades.

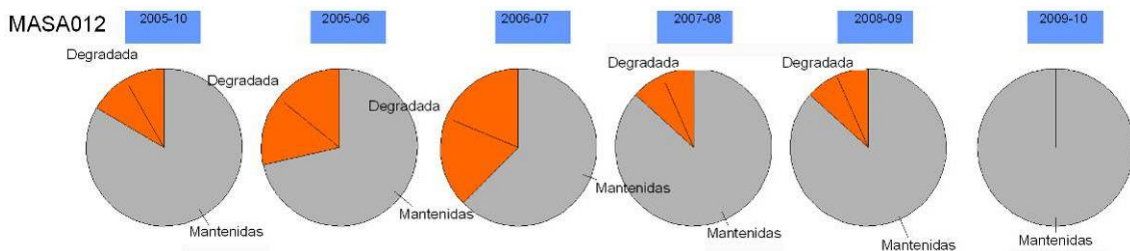


Figura 4.64. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado.

#### 4.12.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila *a*.

Para corroborar la decisión tomada se analiza el diagrama caja-bigote en el que se compara la combinación seleccionada con todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 012.

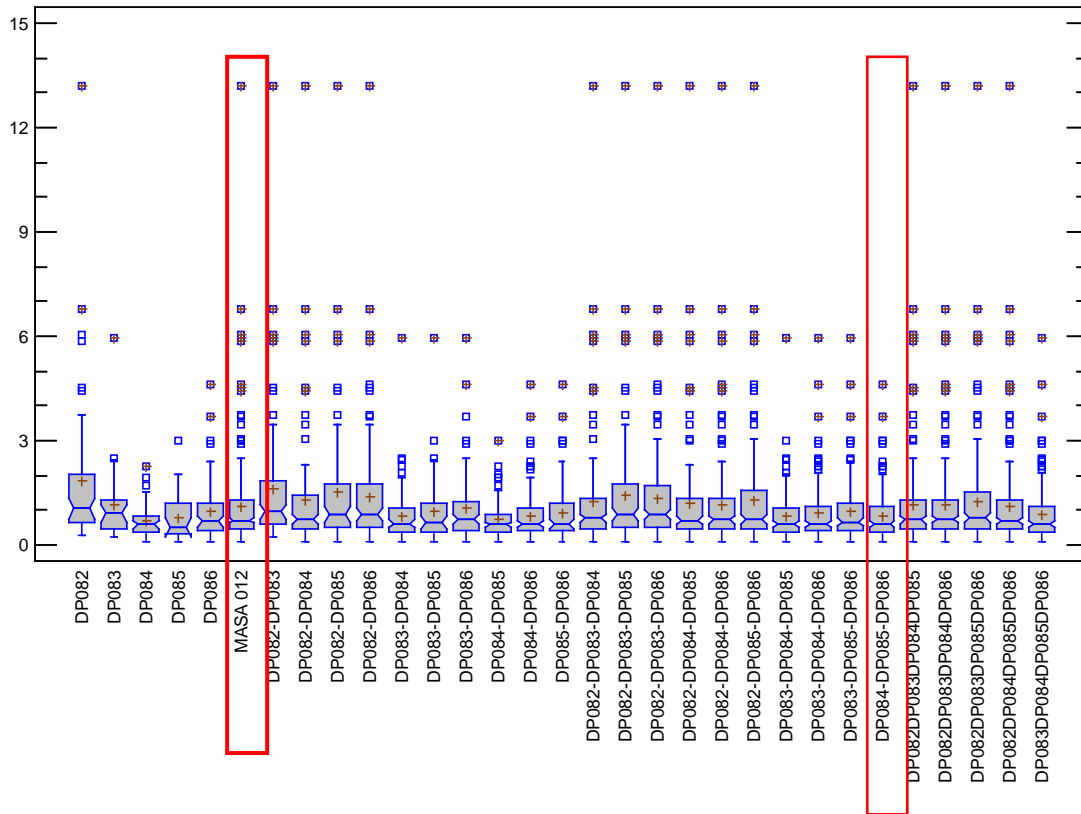


Figura 4.65. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 012 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

El diagrama caja-bigote de la combinación de estaciones seleccionadas (DP084, DP085 y DP086) presenta una forma muy similar al obtenido para la masa 012.

**4.12.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila *a*, mediante el diagrama de cuantiles.**

Se analiza ahora el diagrama de cuantiles, que es un método gráfico para comparar las distribuciones inferidas directamente de dos conjuntos de observaciones, donde los tamaños de las muestras sean distintos. Se incluyen además todas las estaciones de muestreo que forman la masa 012.



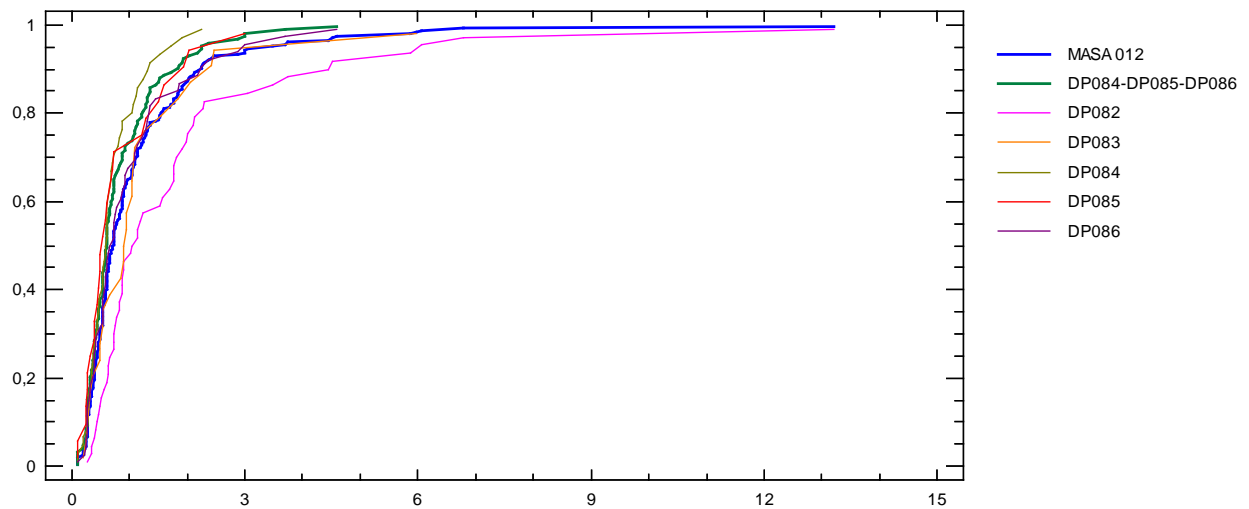


Figura 4.66. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila *a* de la masa 012, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Se observa una alta similitud entre la masa 012 y la combinación de estaciones seleccionadas (DP084, DP085 y DP086). Se aprecia también como la estación DP082 presenta una distribución para la clorofila *a* muy diferente a la de la masa 012, tal y como se observa en el diagrama caja-bigote de la figura 4.65 para la clorofila *a*.

### 4.13. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 013.

#### 4.13.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

##### 4.13.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

Para estudiar cuál de las estaciones que componen la masa 013 está más influenciada continentalmente y presenta variaciones mayores de la salinidad y de todos los parámetros fisicoquímicos, se analiza la desviación estándar para cada uno de los parámetros. La desviación estándar, es la raíz cuadrada de la varianza, y ambas son medidas de dispersión. La tabla 4.46 muestra las desviaciones estándar obtenidas, donde los valores máximos de cada parámetro se encuentran resaltados con el fondo gris.

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu$ M)	NITRITO ( $\mu$ M)	NITRATO ( $\mu$ M)	PSR ( $\mu$ M)	PT ( $\mu$ M)	AC.ORTOSILICICO ( $\mu$ M)	CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )
DP088	0,60	0,56	0,09	2,34	0,07	0,17	3,00	0,58
DP092	0,51	0,50	0,04	1,59	0,05	0,35	1,30	1,41
DP094R	0,48	13,56	0,11	5,86	0,07	0,39	1,43	2,17
<b>masa 013</b>	<b>0,53</b>	<b>7,35</b>	<b>0,10</b>	<b>4,44</b>	<b>0,06</b>	<b>0,32</b>	<b>2,09</b>	<b>1,57</b>

Tabla 4.46. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 013.

Se observa como la estación DP094R presenta mayor dispersión para todos los parámetros excepto para la salinidad y el ácido ortosilícico, parámetros que presentan valores máximos en la estación DP088. La estación DP94R se ubica en la playa de Cap Blanc, en Altea, al sur del puerto deportivo de Altea.

##### 4.13.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.

Para comprobar si las variaciones de clorofila *a* están relacionadas con variaciones en la salinidad se analizan los P10 de la salinidad y el P90 de la clorofila *a* mediante diagramas de barras para cada estación para cada año. Se eligen los P10 y P90 respectivamente, ya que son las medidas estadísticas menos afectadas por la variabilidad de los datos. La como para la clorofila *a*.

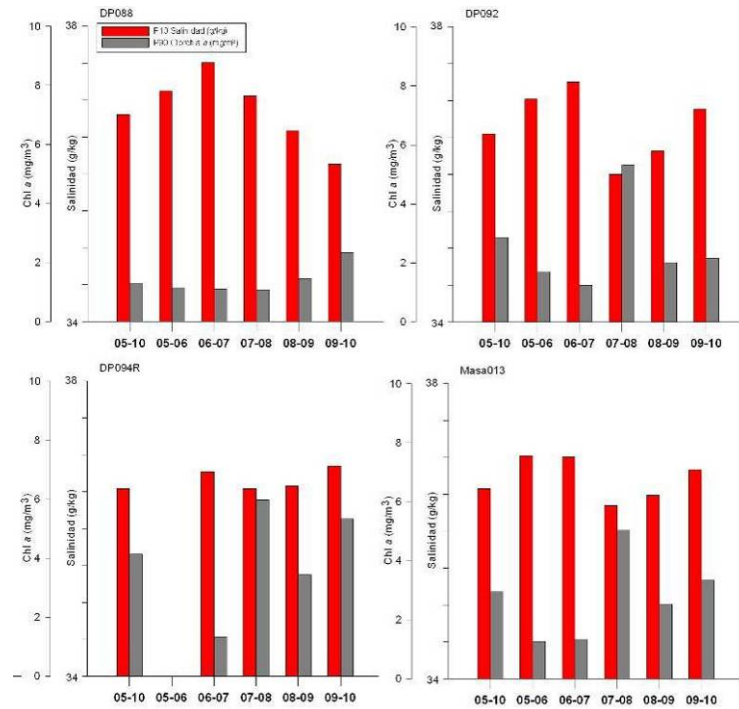


Figura 4.67. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 013 y cada una de las estaciones que la forman.

La menor dispersión en los valores de clorofila *a* se observa (figura 4.67) en la estación DP088, a pesar de presentar oscilaciones para el P10 de la salinidad. La estación DP092 presenta un aumento muy fuerte de los P90 de clorofila *a* la tercera anualidad, y la estación DP094R presenta concentraciones de clorofila *a* muy variables que no parecen ir acompañadas por descensos en los P10 de la salinidad, parece que el confinamiento de la estación favorece el desarrollo fitoplanctónico en las épocas de mayor calma. Se considera que esta estación, debido a la alta dispersión generada probablemente por un confinamiento del agua no debería ser utilizada para representar a la masa 013 en la red de control.

#### 4.13.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.

Se pasa ahora a analizar la fiabilidad de una masa o estación a lo largo de los cinco años estudiados siguiendo los criterios descritos en la introducción. Los resultados se muestran en la tabla 4.47.

	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>	P90+0,5CV<10%	Clasificación
<b>Estación</b>	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	<b>Chl <i>a</i>(mg/m<sup>3</sup>)</b>	¿Cumple?	
DP088	1,14	1,09	1,08	1,44	2,32	1,31	Sí	estable
DP092	1,70	1,25	5,31	2,02	2,15	2,86	No	inestable
DP094R		1,33	5,98	3,44	5,33	4,13	No	inestable
<b>masa 013</b>	<b>1,26</b>	<b>1,33</b>	<b>5,03</b>	<b>2,54</b>	<b>3,33</b>	<b>2,95</b>	No	<b>inestable</b>

Tabla 4.47. Clasificación ecológica de la masa 013 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas.

La tabla 4.47 muestra los P90 de la clorofila *a* y la clasificación ecológica de la masa 013 y cada estación que la forma año a año y para el global de las cinco anualidades, con el código de colores establecido en la DMA. Además muestra si cumple el criterio establecido y si la masa es clasificada o no como estable.

La masa 013 se clasifica como “Good” para el global de las cinco anualidades, de ellas, la primera, segunda y la cuarta como “High”, la quinta como “Good” y la tercera como “Moderate”. Solamente la estación DP088 se considera estable, es decir su clasificación no se degrada y mantiene un margen suficiente con respecto al umbral G/M.

#### 4.13.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 013 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.

##### 4.13.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 013 a través del análisis Cluster.

Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos con los resultados obtenidos para cada uno de los años y para todos los años en global. Este análisis estadístico indica las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua. Para llevarlo a cabo se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales. Los resultados se muestran en la figura 4.68.

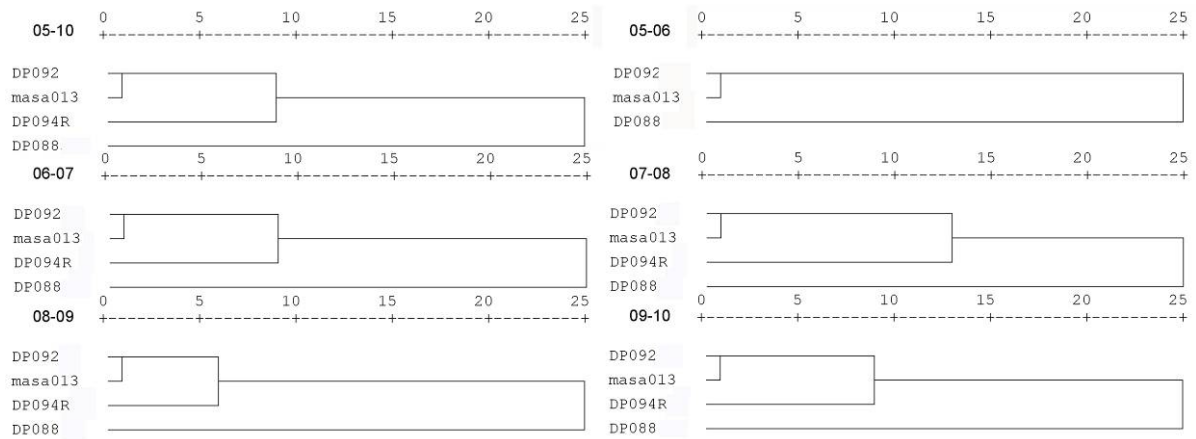


Figura 4.68. Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 013 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

La estación DP092 es la estación que presenta claramente un comportamiento más similar a la masa 013 y la estación DP088 parece tener el comportamiento más alejado, debido a los bajos valores de clorofila *a* y a la escasa dispersión de los datos.

**4.13.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 013 mediante diagramas de caja-bigote.**

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman se realizan diagramas de caja-bigote para todas las estaciones y la masa 013, con los datos globales para cada uno de los diferentes parámetros.

Parece que para la salinidad, con el global de los 5 años todas las estaciones presentan un diagrama caja-bigote similar. La DP092 presenta un comportamiento similar al de la masa 013 para la clorofila *a*, PT y ácido ortosilícico, La DP088 para el nitrito y el nitrato. Destacar la diferencia en el comportamiento para la estación DP094R para la clorofila *a* y nitrito.

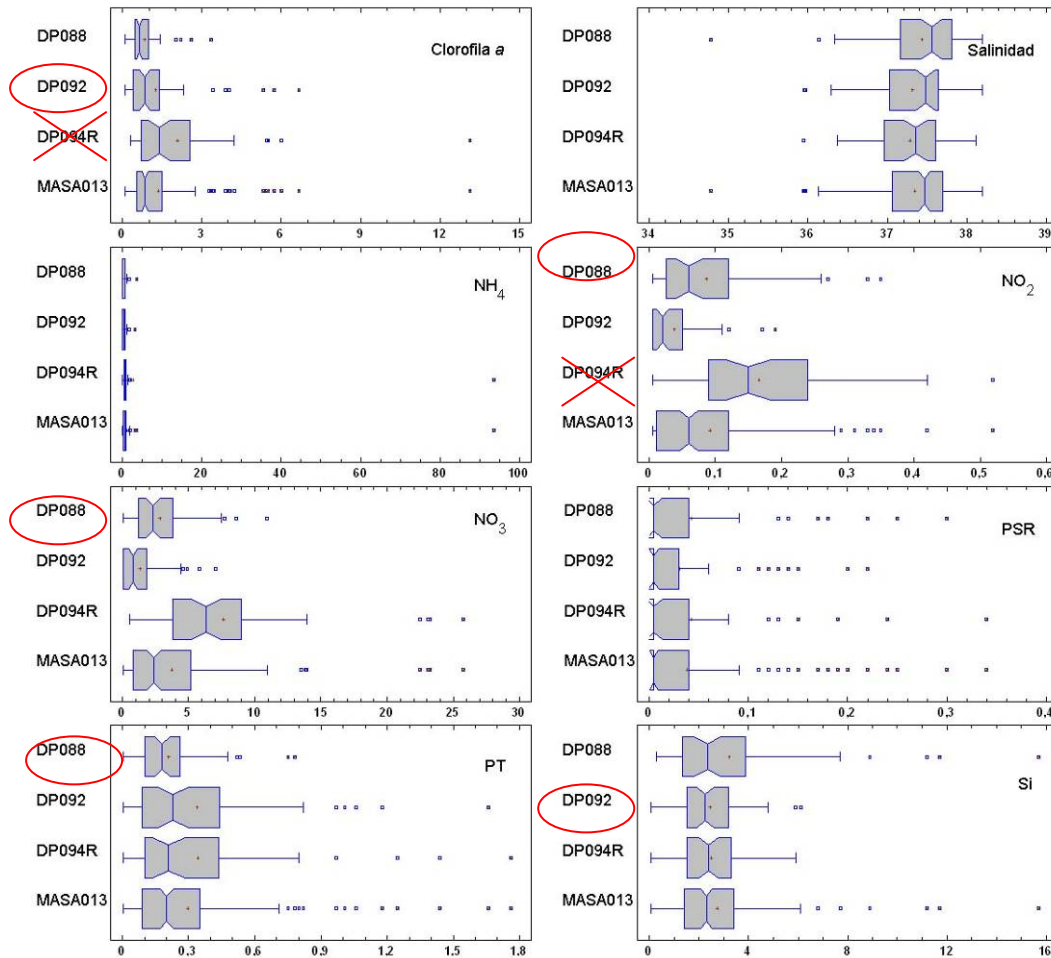


Figura 4.69. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 013 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

**4.13.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 013 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.**

Se analiza ahora la similitud a través del Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) de las posibles combinaciones de estaciones que componen la masa 013. Los resultados de los CCI obtenidos de comparar los promedios de clorofila *a* de las estaciones con los de la masa 013 se muestran en la tabla 4.48.

CCI Masa 013			
DP088	0,51	DP088-DP092	0,762
DP092	0,76	DP088-DP094R	0,986
DP094R	0,678	DP092-DP094R	0,904

Tabla 4.48. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 013.

La tabla 4.48 muestra como es de esperar un CCI muy elevado para la estación DP092 y menor para las estaciones DP094R y DP088.

**4.13.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.**

Se propone seleccionar como estaciones representativas de la masa 013 la DP092. Pero no es adecuado que una masa de agua esté representada en el control operativo por una única estación, ya que cualquier modificación antropogénica en la zona puede tener cambios no deseados sobre el estado ecológico de la masa.

Se decide elegir junto con la DP092 la estación DP088, ya que la DP094R esta ubicada en una zona confinada y se considera a esta razón suficiente para no hacerla representativa de una masa de agua costera. Así la selección final de estaciones que representan a la masa 013 son la DP088 y la DP092.

**4.13.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.**

Para corroborar que la combinación de estaciones seleccionadas (DP088 y DP092) para representar a la masa 013 en la red de control es adecuada, se analizan los datos de la misma y se comparan con los obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones que forman la masa 013.

**4.13.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.**

En la tabla 4.49 se calcula año a año los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad de las diferentes combinaciones de las estaciones que forman la masa 013.

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
MASA 013	2,95	1,26	1,33	5,03	2,54	3,33	37,35	37,64	37,60	37,14	37,20	37,24
DP088	1,31	1,14	1,09	1,08	1,44	2,32	37,44	37,70	37,75	37,29	37,37	37,08
DP092	2,86	1,70	1,25	5,31	2,02	2,15	37,32	37,58	37,58	37,00	37,11	37,35
DP094R	4,13		1,33	5,98	3,44	5,33	37,29		37,48	37,11	37,15	37,28
DP088-DP092	2,03	1,26	1,22	3,64	1,98	2,21	37,38	37,64	37,66	37,15	37,24	37,22
DP088-DP094R	2,74		1,33	3,21	2,56	3,99	37,36		37,62	37,20	37,26	37,18
DP092-DP094R	3,81		1,33	5,68	3,33	3,91	37,30		37,53	37,06	37,13	37,32

Tabla 4.49. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 013 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas.

Se observa que la combinación seleccionada tiene una distribución de la clasificación ecológica y salinidades muy similares a las de la masa.

Se debe buscar la concordancia entre el estado ecológico de la combinación de estaciones seleccionadas y el de la masa 013 considerando todas las estaciones que las forman. Las estaciones seleccionadas presentan para las cinco anualidades un estado ecológico similar al de la masa, excepto en la quinta anualidad, donde en la combinación seleccionada el estado ecológico es “High” mientras que en la masa 013 es “Good”. Los promedios de salinidad obtenidos son muy similares también a los de la masa 013.

La siguiente figura resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado en los niveles de clorofila *a*) de la tabla anterior. Muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa como la masa 013 se clasifica como “Good” para las cinco anualidades. Sólo la primera y segunda anualidad presenta todas las estaciones con estado ecológico “High”. La quinta anualidad presenta un estado ecológico “Good” presentando un porcentaje elevado de las combinaciones como “High” y como “Moderate”.

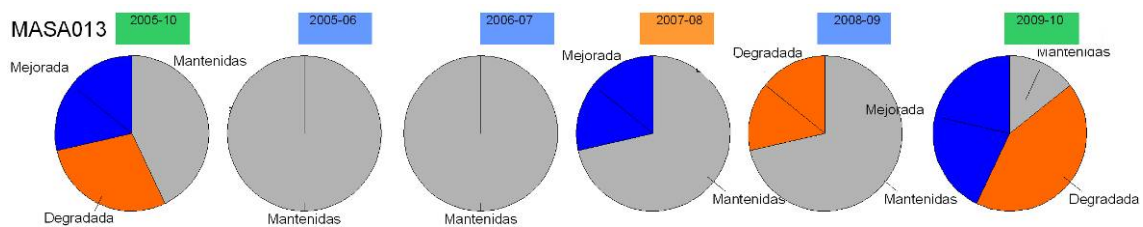


Figura 4.70. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado.

#### 4.13.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila *a*.

Para corroborar la decisión tomada se analiza el diagrama caja-bigote en el que se compara la combinación seleccionada con todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 013.



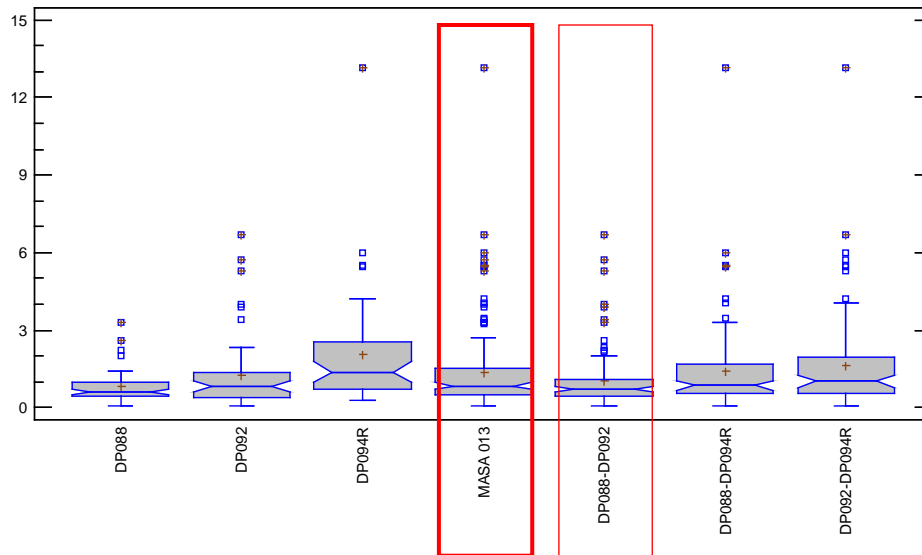


Figura 4.71. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 013 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

El diagrama caja-bigote de la combinación de estaciones seleccionadas (DP088 y DP092) presenta una forma muy similar al obtenido para la masa 013, aunque con una dispersión menor por haber eliminado la estación DP094R.

**4.13.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila *a*, mediante el diagrama de cuantiles.**

Se analiza ahora el diagrama de cuantiles, que es un método gráfico para comparar las distribuciones inferidas directamente de dos conjuntos de observaciones, donde los tamaños de las muestras sean distintos. Se incluyen además todas las estaciones de muestreo que forman la masa 013.

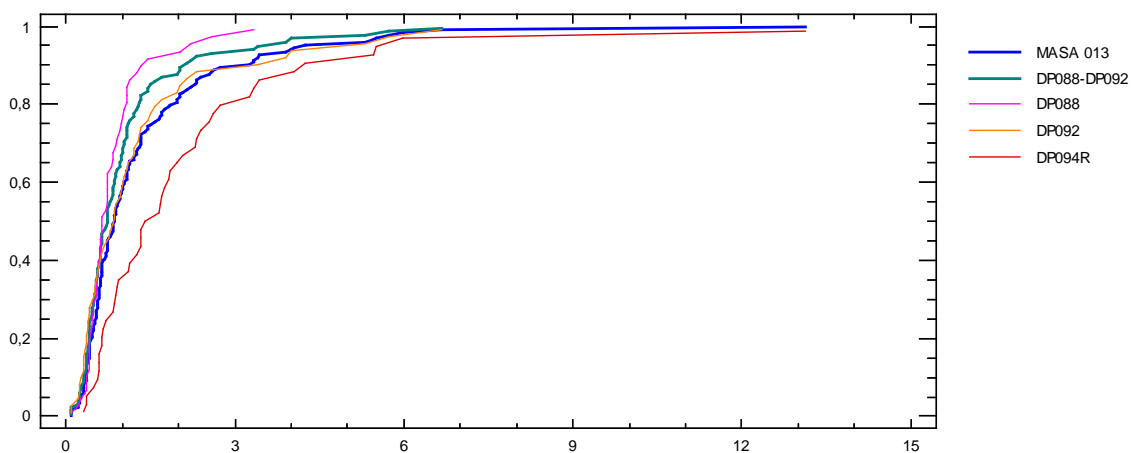


Figura 4.72. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila *a* de la masa 013, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Se observa una alta similitud entre la masa 013 y la combinación de estaciones seleccionadas (DP088 y DP092). Se aprecia también como la estación DP094R presenta una distribución para la clorofila *a* muy diferente a la de la masa 013, tal y como se observa en el diagrama caja-bigote de la figura 4.71 para la clorofila *a*.

## 4.14. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 014.

### 4.14.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

#### 4.14.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

Para estudiar cuál de las estaciones que componen la masa 014 está más influenciada continentalmente y presenta variaciones mayores de la salinidad y de todos los parámetros fisicoquímicos, se analiza la desviación estándar para cada uno de los parámetros. La desviación estándar, es la raíz cuadrada de la varianza, y ambas son medidas de dispersión. La tabla 4.50 muestra las desviaciones estándar obtenidas, donde los valores máximos de cada parámetro se encuentran resaltados con el fondo gris.

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu$ M)	NITRITO ( $\mu$ M)	NITRATO ( $\mu$ M)	PSR ( $\mu$ M)	PT ( $\mu$ M)	AC.ORTOSILICICO ( $\mu$ M)	CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )
DP096	0,55	0,44	0,08	1,74	0,06	0,24	0,89	0,67
DP098	0,43	0,57	0,08	3,39	0,05	0,17	1,28	0,50
DP100	0,59	2,56	0,11	14,47	0,10	0,11	2,21	0,48
DP102	0,59	0,56	0,06	9,84	0,09	0,21	5,60	0,83
<b>masa 014</b>	<b>0,55</b>	<b>1,36</b>	<b>0,09</b>	<b>9,80</b>	<b>0,08</b>	<b>0,19</b>	<b>3,18</b>	<b>0,63</b>

Tabla 4.50. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 014.

Se observa como la estación DP100 es la que presenta mayor dispersión para casi todos los parámetros, excepto para el PT, ácido ortosilícico y clorofila *a* que presentan máximos en las desviaciones estándar para las estaciones DP096 (PT) y DP102 (ácido ortosilícico y clorofila *a*).

La estación DP100 se ubica en playa Ciutat, en el municipio de Villa Joyosa, ubicada al sur del puerto de Villa Joyosa. La estación DP102 se ubica en la playa al sur de la cala Baeza en El Campello y como se observa en la figura 4.73 presenta valores bastante homogéneos de clorofila *a*, excepto la última anualidad, donde se comprueba que existen valores singularmente elevados los meses de enero y febrero para esta estación.

#### 4.14.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.

Para comprobar si las variaciones de clorofila *a* están relacionadas con variaciones en la salinidad se analizan los P10 de la salinidad y el P90 de la clorofila *a* mediante diagramas de barras para cada estación para cada año. Se eligen los P10 y P90 respectivamente, ya que son las medidas estadísticas menos afectadas por la variabilidad de los datos.

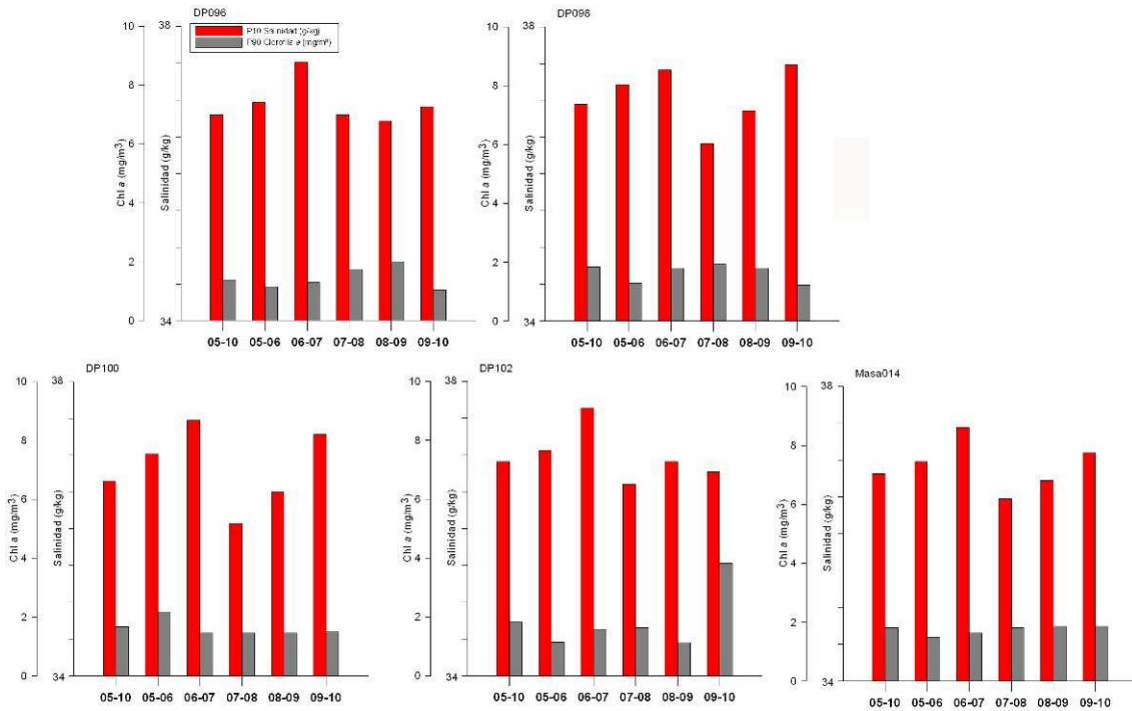


Figura 4.73. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 014 y cada una de las estaciones que la forman.

Lo primero que llama la atención es la homogeneidad en los P90 de clorofila *a* de las distintas anualidades (figura 4.73). De hecho, comparando las desviaciones estándar de las distintas masas de esta tipología, la mínima se encuentra en la masa 014 (es la única masa con una desviación estándar de la clorofila *a* inferior de 1 mg/m<sup>3</sup>)

Destaca también, el elevado P90 de clorofila *a* en la estación DP102 para última anualidad. Como se ha comentado en el apartado anterior, elevados valores en la concentración de clorofila *a* en los meses de enero y febrero del 2010 provocan un aumento del P90 en la estación DP102 para última anualidad.

#### 4.14.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.

Se pasa ahora a analizar la fiabilidad de una masa o estación a lo largo de los cinco años estudiados siguiendo los criterios descritos en la introducción. Los resultados se muestran en la tabla 4.51

	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>	P90+0,5CV<10%	Clasificación
<b>Estación</b>	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	¿Cumple?	
DP096	1,15	1,31	1,75	2,00	1,06	1,36	Sí	estable
DP098	1,29	1,79	1,94	1,80	1,22	1,85	Sí	estable
DP100	2,17	1,46	1,48	1,47	1,51	1,67	Sí	estable
DP102	1,14	1,59	1,63	1,12	3,82	1,83	Sí	inestable
<b>masa 014</b>	<b>1,49</b>	<b>1,65</b>	<b>1,81</b>	<b>1,86</b>	<b>1,87</b>	<b>1,81</b>	Sí	<b>estable</b>

Tabla 4.51. Clasificación ecológica de la masa 014 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas.

La tabla 4.51 muestra los P90 de la clorofila *a* y la clasificación ecológica de la masa 014 y cada estación que la forma año a año y para el global de las cinco anualidades, con el código de colores establecido en la DMA. Además muestra si cumple el criterio

$$P90 + \frac{1}{2} CV < 10\% \cdot \text{Umbral}_{EE \text{ masa}}$$

y si la masa es clasificada o no como estable.

La masa 014 se clasifica como “High” para cada una de las cinco anualidades. De las estaciones que la forman todas quedan clasificadas como High para las cinco anualidades y sólo la estación DP102 se presenta como “Moderate” debido a los valores anómalos de enero y febrero del 2010. Esto indica que esta masa es muy estable.

**4.14.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 014 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.**

**4.14.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 014 a través del análisis Cluster.**

Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos con los resultados obtenidos para cada uno de los años y para todos los años en global. Este análisis estadístico indica las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua. Para llevarlo a cabo se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales. Los resultados se muestran en la figura 4.74.

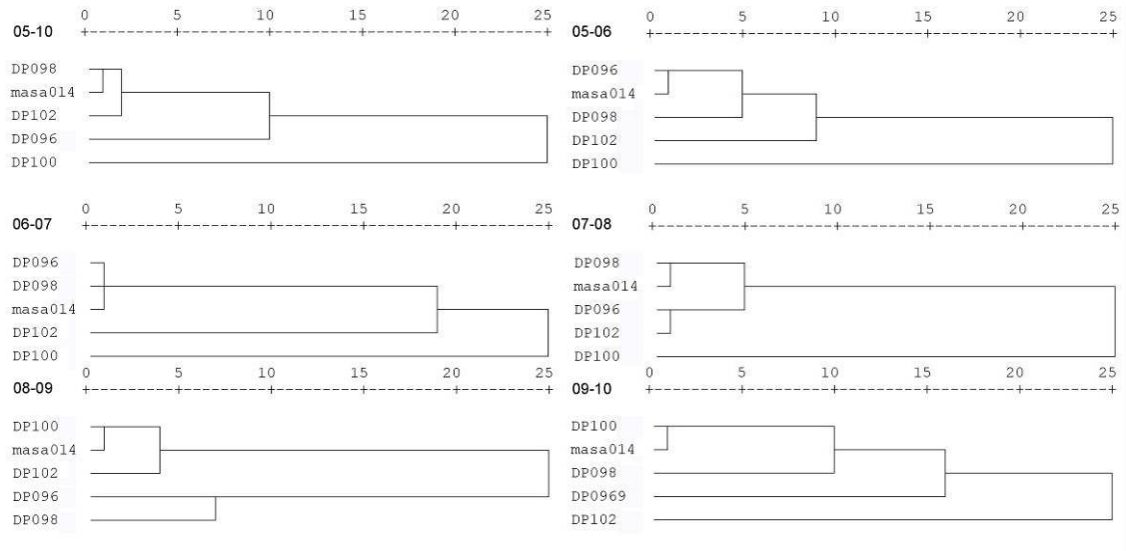


Figura 4.74. Dendrogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 014 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

La estación DP098, DP102 y DP096 son las que para las cinco anualidades presentan un comportamiento más similar al de la masa 014. Pero en este caso este patrón no se repite para cada anualidad. La cuarta anualidad son las estaciones DP98 y DP096 las que aparecen alejadas de la masa 014 y en la quinta y por motivos ya comentados es la estación DP102. La estación que parece más distante es la DP100, pero esto tampoco se cumple para la cuarta y quinta anualidad.

**4.14.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 014 mediante diagramas de caja-bigote.**

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman se realizan diagramas de caja-bigote para todas las estaciones y la masa 014, con los datos globales para cada uno de los diferentes parámetros (figura 4.75).

Parece que para la salinidad, con el global de los cinco años todas las estaciones presentan un diagrama caja-bigotes similar. La DP096 presenta un comportamiento similar al de la masa 014 para la salinidad, clorofila *a*, nitrato y PT. Mientras que la DP098 para ácido ortosilícico. Destacar la diferencia en el comportamiento para la estación DP102 en la clorofila *a* y DP100 para el nitrato.

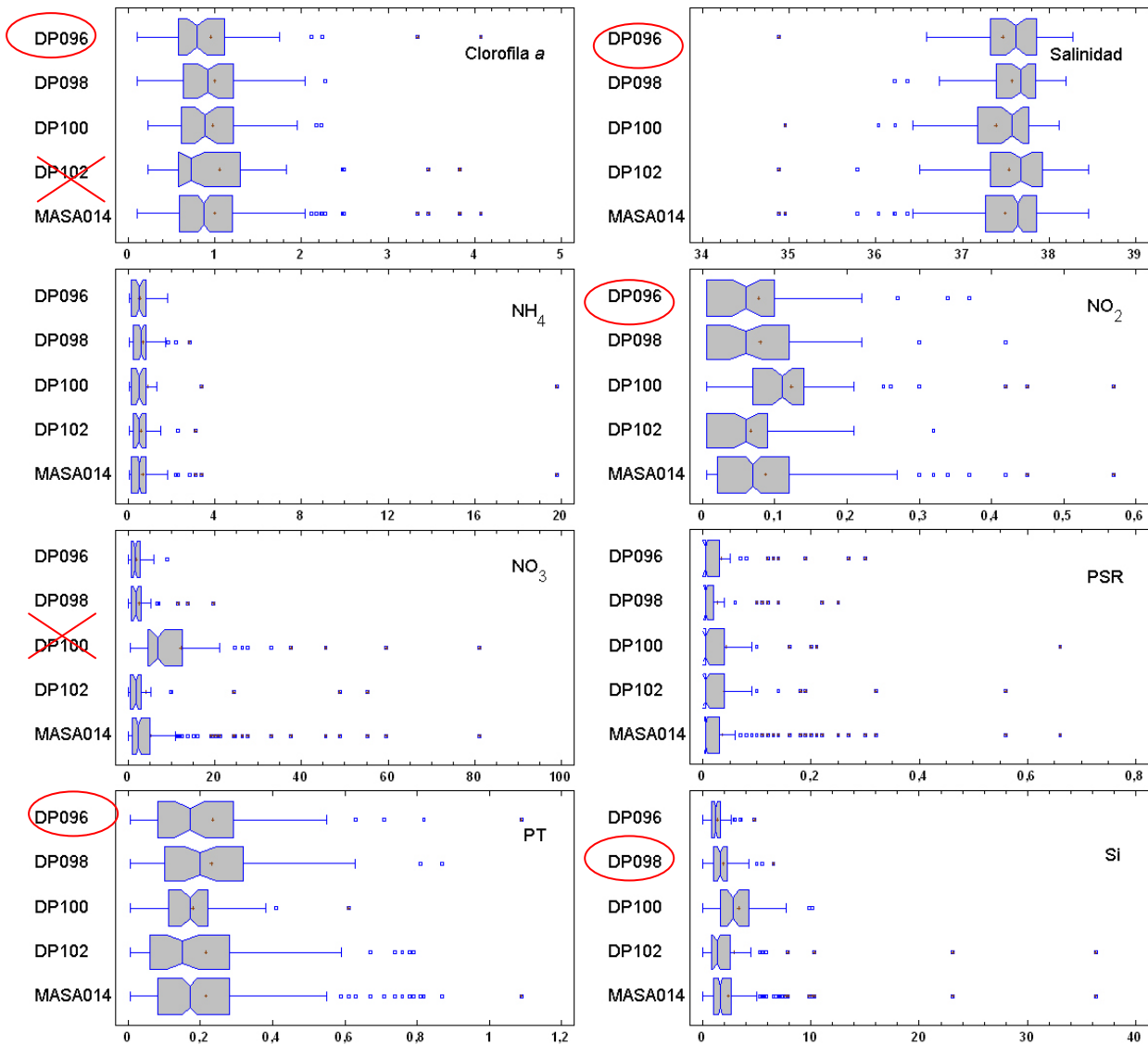


Figura 4.75. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 014 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

#### 4.14.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 014 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Se analiza ahora la similitud a través del Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) de las posibles combinaciones de estaciones que componen la masa 014.

Los resultados de los CCI obtenidos de comparar los promedios de clorofila *a* de las estaciones, con los de la masa 014, se muestran en la tabla 4.52.

Se observa, como es de esperar valores de CCI muy similares para todas las estaciones. La estación DP098 presenta CCI más elevados coincidiendo con lo obtenido en el análisis Cluster y con lo que se observa en el diagrama caja-bigote para la clorofila *a*.

CCI Masa 014	
DP096	0,563
DP098	0,671
DP100	0,569
DP102	0,581
DP096-DP098	0,814
DP096-DP100	0,779
DP096-DP102	0,833
DP098-DP100	0,781
DP098-DP102	0,815
DP100-DP102	0,813
DP096-DP098-DP100	0,89
DP096-DP098-DP102	0,948
DP096-DP100-DP102	0,952
DP098-DP100-DP102	0,909

Tabla 4.52. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 014.

#### 4.14.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.

Se propone seleccionar como estaciones representativas de la masa 014 la combinación de las estaciones DP096 y DP098, ya que presentan similitud en los dendogramas, para la mayoría de los parámetros fisicoquímicos en los diagramas elaborados con los datos de las cinco anualidades y presentan un elevado CCI. Son estaciones muy estables y con bajas desviaciones estándar. La dispersión de los valores de clorofila *a* de la estación DP102 y la dispersión en el resto de valores de la estación DP100 y las diferencias presentadas tanto en los dendogramas (especialmente para la DP102) y en los diagramas caja-bigote para algunos de los parámetros estudiados hacen que estas dos estaciones sean descartadas para representar a la masa 014 en la red de control.

#### 4.14.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.

Para corroborar que la combinación de estaciones seleccionadas (DP096 y DP098) para representar a la masa 014 en la red de control es adecuada, se analizan los datos de la misma y se comparan con los obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones que forman la masa 014.



4.14.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
MASA 014	1,81	1,49	1,65	1,81	1,86	1,87	37,49	37,66	37,77	37,23	37,29	37,53
DP096	1,36	1,15	1,31	1,75	2,00	1,06	37,47	37,65	37,75	37,38	37,23	37,35
DP098	1,85	1,29	1,79	1,94	1,80	1,22	37,57	37,72	37,73	37,23	37,43	37,76
DP100	1,67	2,17	1,46	1,48	1,47	1,51	37,39	37,57	37,73	36,88	37,25	37,52
DP102	1,83	1,14	1,59	1,63	1,12	3,82	37,54	37,70	37,86	37,43	37,24	37,47
DP096-DP098	1,79	1,29	1,70	1,93	1,91	1,21	37,52	37,68	37,74	37,31	37,33	37,55
DP096-DP100	1,61	1,65	1,44	1,70	1,77	1,47	37,43	37,61	37,74	37,13	37,24	37,43
DP096-DP102	1,79	1,14	1,37	1,76	1,84	2,34	37,50	37,67	37,81	37,40	37,23	37,41
DP098-DP100	1,81	1,64	1,71	1,81	1,74	1,51	37,48	37,64	37,73	37,06	37,34	37,64
DP098-DP102	1,85	1,29	1,81	1,84	1,69	2,43	37,55	37,71	37,80	37,33	37,33	37,62
DP100-DP102	1,80	1,78	1,48	1,60	1,42	2,37	37,46	37,63	37,80	37,16	37,24	37,50
DP096-DP098-DP100	1,75	1,52	1,65	1,80	1,87	1,45	37,48	37,64	37,74	37,17	37,30	37,54
DP096-DP098-DP102	1,82	1,29	1,72	1,83	1,90	2,09	37,53	37,69	37,78	37,35	37,30	37,53
DP096-DP100-DP102	1,77	1,62	1,46	1,71	1,69	1,90	37,46	37,64	37,78	37,23	37,24	37,45
DP098-DP100-DP102	1,82	1,63	1,71	1,81	1,67	2,14	37,50	37,66	37,77	37,18	37,31	37,58
DP096DP098DP100DP102	1,81	1,49	1,65	1,81	1,86	1,87	37,49	37,66	37,77	37,23	37,29	37,52

Tabla 4.53. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 014 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas.

Para comprobar la clasificación ecológica de las diferentes combinaciones posibles y la combinación de estaciones seleccionadas para la red de control, se calcula año a año los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad de las diferentes combinaciones de las estaciones que forman la masa 014 (tabla 4.53). Se observa que la combinación seleccionada tiene una distribución de la clasificación ecológica y salinidades muy similares a las de la masa.

Se debe buscar la concordancia entre el estado ecológico de la combinación de estaciones seleccionadas y el de la masa 014 considerando todas las estaciones que la forman. Las estaciones seleccionadas presentan para las cinco anualidades el estado ecológico “High”, al igual la masa. Los promedios de salinidad obtenidos son muy similares también a los de la masa 014, en ambos casos ligeramente inferiores en la tercera y cuarta anualidad.

La siguiente figura (figura 4.76) resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado en los niveles de clorofila *a*) de la tabla anterior. Muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa como la masa 014 se

clasifica como “High” para las cinco anualidades. Sólo la última anualidad presenta una degradación del estado ecológico por la estación DP102, que se presenta como “Moderate”. Al evaluar la clasificación ecológica con el P90 de la clorofila *a* y este descenso en el estado ecológico estar originado por dos valores puntuales, esto no queda reflejado en ninguna de las combinaciones que se hagan con esta estación.

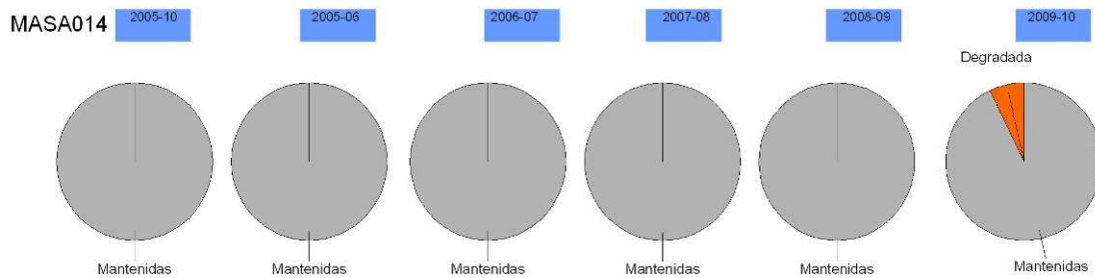


Figura 4.76. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa 014 para ese periodo estudiado.

#### 4.14.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila *a*.

Para corroborar la decisión tomada se analiza el diagrama caja-bigote en el que se compara la combinación seleccionada con todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 014. La figura 4.77 muestra que el diagrama caja-bigote de la combinación de estaciones seleccionadas (DP096 y DP098) presenta una forma muy similar al obtenido para la masa 014.

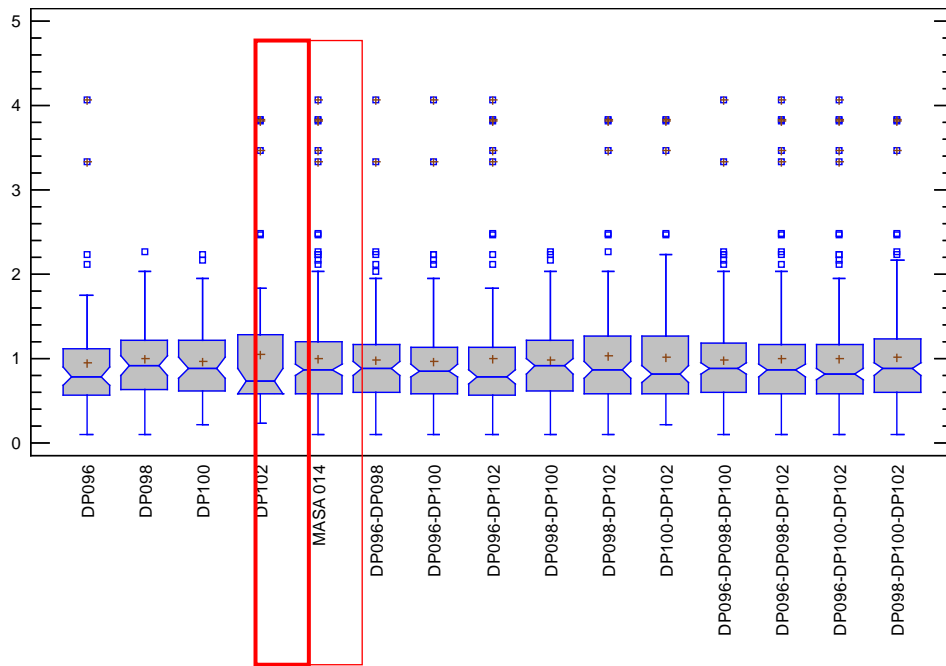


Figura 4.77. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 014 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

**4.14.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila *a*, mediante el diagrama de cuantiles.**

Se analiza ahora el diagrama de cuantiles donde se incluyen además todas las estaciones de muestreo que forman la masa 014.

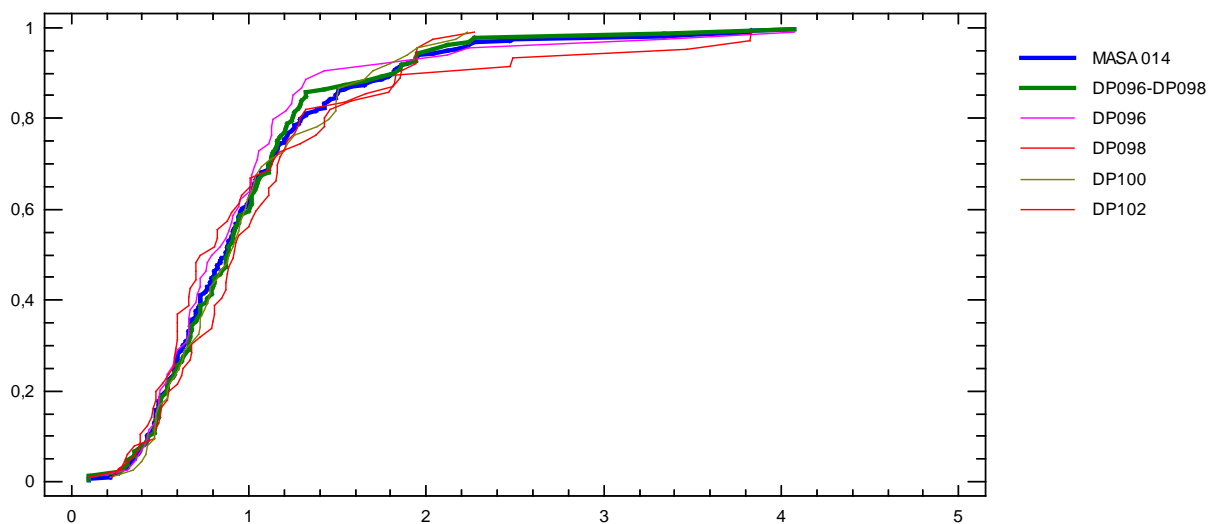


Figura 4.78. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila *a* de la masa 014, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Se observa (figura 4.78) una alta similitud entre la masa 014 y la combinación de estaciones seleccionadas (DP096 y DP098). Se aprecia también como la estación DP102 presenta una distribución para la clorofila *a* menos similar a la de la masa 014, tal y como se observa en el diagrama caja-bigote de la figura 4.75 para la clorofila *a*.

## **4.15. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 015.**

En primer lugar apuntar, como se ha comentado con anterioridad, en 2008 se produce un cambio en el número de masas de agua en la red de seguimiento. En función de futuras transferencias de las competencias sobre las cuencas internas, se decide aumentar en tres, las masas de agua costera de la Comunitat Valenciana, pasando de 15 a 18. Esta modificación en la red de seguimiento implica para una correcta caracterización, un cambio en la ubicación de las estaciones muestreadas añadiendo, suprimiendo o modificando alguna de ellas. Se opta por ubicar entre tres y cinco estaciones de muestreo en cada masa de agua, porque los resultados obtenidos en los trabajos realizados hasta la fecha muestran que ésta es la única manera de evitar que valores elevados que pueden darse esporádicamente sesguen completamente los resultados.

La masa 015 [Barranco de Aguas de Busot-Cabo Huertas] se define en el 2008 y a partir de este momento cuenta con las tres estaciones que se analizan posteriormente. Debido a que no se cuenta con una serie histórica de cinco años se debería mantener invariable la red de control con respecto a la red de seguimiento. Aún así se analizan de manera análoga al resto de masas de agua el análisis estadístico con los datos que se disponen para comprobar que las diferencias entre alguna de las tres estaciones y la masa son suficientemente claras como para poder reducir el número de estaciones en la red de control.

### **4.15.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.**

#### **4.15.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.**

Para estudiar cual de las estaciones que componen la masa 015 está más influenciada continentalmente y presenta variaciones mayores de la salinidad y de todos los parámetros fisicoquímicos, se analiza la desviación estándar para cada uno de los parámetros. La desviación estándar, es la raíz cuadrada de la varianza, y ambas son medidas de dispersión. La tabla 4.54 muestra las desviaciones estándar obtenidas, donde los valores máximos de cada parámetro se encuentran resaltados con el fondo gris.

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu$ M)	NITRITO ( $\mu$ M)	NITRATO ( $\mu$ M)	PSR ( $\mu$ M)	PT ( $\mu$ M)	AC.ORTOSILICICO ( $\mu$ M)	CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )
DP175	0,31	0,23	0,11	9,72	0,03	0,84	2,14	1,91
DP177	0,41	0,25	0,10	3,40	0,04	0,28	2,18	0,52
DP179	0,37	0,32	0,07	1,79	0,04	0,10	2,10	0,68
<b>masa 015</b>	<b>0,37</b>	<b>0,27</b>	<b>0,10</b>	<b>6,64</b>	<b>0,04</b>	<b>0,52</b>	<b>2,22</b>	<b>1,21</b>

Tabla 4.54. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 015.

Se observa cómo la estación DP175 es la que presenta mayor dispersión para casi todos los parámetros. Destacar que es especialmente elevada la desviación estándar para la clorofila *a* y especialmente baja para la salinidad, lo que hace pensar que las variaciones de los valores de clorofila *a* no se deben a variaciones en los aportes continentales, ya que estos se verían reflejados en la desviación estándar de la salinidad. La DP175 se ubica en la playa de la Almadraba en El Campello, ubicada al sur de un pequeño saliente, en una playa protegida al norte y al sur por dos pequeños espigones que podrían producir un confinamiento de las aguas en época de mayor calma. Las estaciones DP177 y DP179, ubicadas en el centro y al sur de la playa de San Juan respectivamente presenta mayores desviaciones estándar para la salinidad y el amonio respectivamente, pero estas diferencias no son tan acusadas con las otras estaciones como en el caso de la clorofila *a*.

#### 4.15.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.

Para comprobar si las variaciones de clorofila *a* están relacionadas con variaciones en la salinidad se analizan los P10 de la salinidad y el P90 de la clorofila *a* mediante diagramas de barras para cada estación para cada año. Se eligen los P10 y P90 respectivamente, ya que son las medidas estadísticas menos afectadas por la variabilidad de los datos.

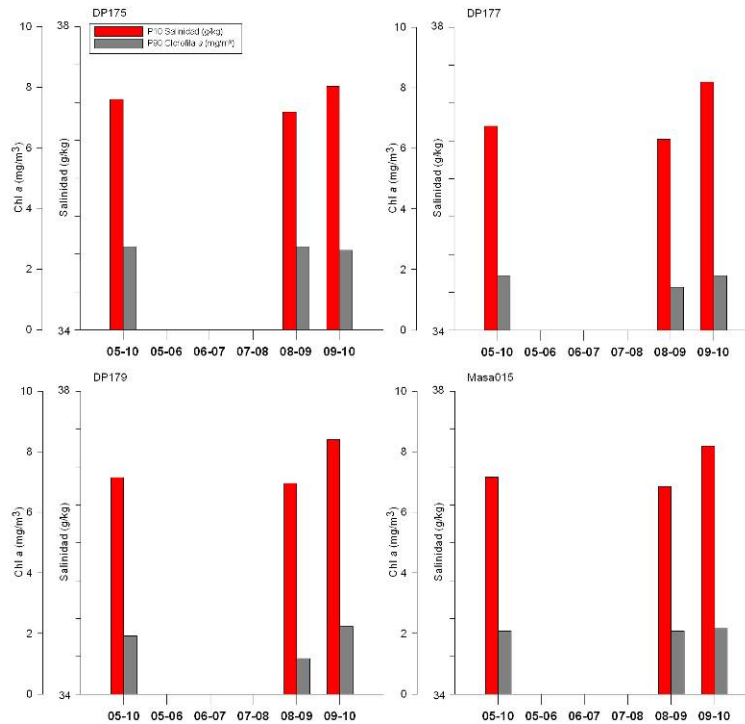


Figura 4.79. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 015 y cada una de las estaciones que la forman.

Como se ha comentado solo se dispone de datos de dos anualidades (2008-2010) y en las tres estaciones se observa (figura 4.79) la misma tendencia, aumentos de los P10 de salinidad en la quinta anualidad. Se observa como los niveles de clorofila *a* son claramente más elevados en la DP175 debido probablemente al confinamiento que se pueda producir de las aguas.

**4.15.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.**

Se pasa ahora a analizar la fiabilidad de una masa o estación a lo largo de los cinco años estudiados siguiendo los criterios descritos en la introducción. Los resultados se muestran en la tabla 4.55.

	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>	P90+0,5CV<10%	Clasificación
<b>Estación</b>	Chl <i>a</i> (mg/m³)	Chl <i>a</i> (mg/m³)	Chl <i>a</i> (mg/m³)	Chl <i>a</i> (mg/m³)	Chl <i>a</i> (mg/m³)	<b>Chl <i>a</i> (mg/m³)</b>	¿Cumple?	
DP175				2,74	2,61	2,74	No	inestable
DP177				1,42	1,80	1,80	Sí	estable
DP179				1,18	2,24	1,92	Sí	estable
<b>masa 015</b>				<b>2,07</b>	<b>2,16</b>	<b>2,08</b>	No	<b>inestable</b>

Tabla 4.55. Clasificación ecológica de la masa 015 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas.

La tabla 4.55 muestra los P90 de la clorofila *a* y la clasificación ecológica de la masa 015 y cada estación que la forma año a año y para el global de las cinco anualidades, con el código de colores establecido en la DMA. Además muestra si cumple el criterio

$$P90 + \frac{1}{2} CV < 10\% \cdot \text{Umbral}_{EE \text{ masa}}$$

y si la masa es clasificada o no como estable.

La masa 015 se clasifica como “High” para todas las anualidades. De las estaciones que la forman quedan clasificadas como High la DP177 y DP179. Debido a motivos ya comentados, la DP175 presenta niveles de clorofila *a* más elevados quedando clasificada como “Good” durante las dos anualidades estudiadas (2008-2010).

#### 4.15.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 015 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.

##### 4.15.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 015 a través del análisis Cluster.

Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos con los resultados obtenidos para cada uno de los años y para todos los años en global. Este análisis estadístico indica las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua. Para llevarlo a cabo se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales. Los resultados se muestran en la figura 4.80.

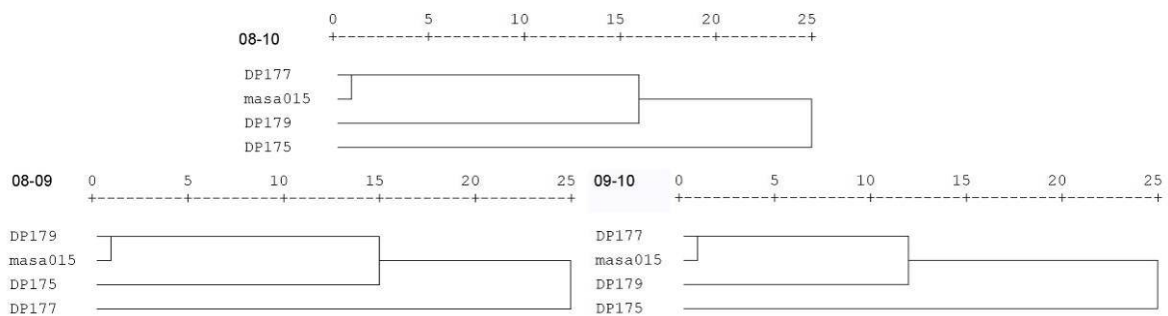


Figura 4.80. Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 015 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

La figura 4.80 muestra que la estación DP175 presenta, utilizando los datos disponibles, un comportamiento más alejado de la masa que las DP177 y DP179. La DP179 parece tener un comportamiento más similar a la masa durante el 2008-09 y la DP177 durante 2009-10, pero la DP175 no se encuentra a una distancia menor de 15 con respecto a la masa ni para el global de las dos anualidades ni para cada una de ellas por separado.



**4.15.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 015 mediante diagramas de caja-bigote.**

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman se realizan diagramas de caja-bigote para todas las estaciones y la masa 015, con los datos globales para cada uno de los diferentes parámetros.

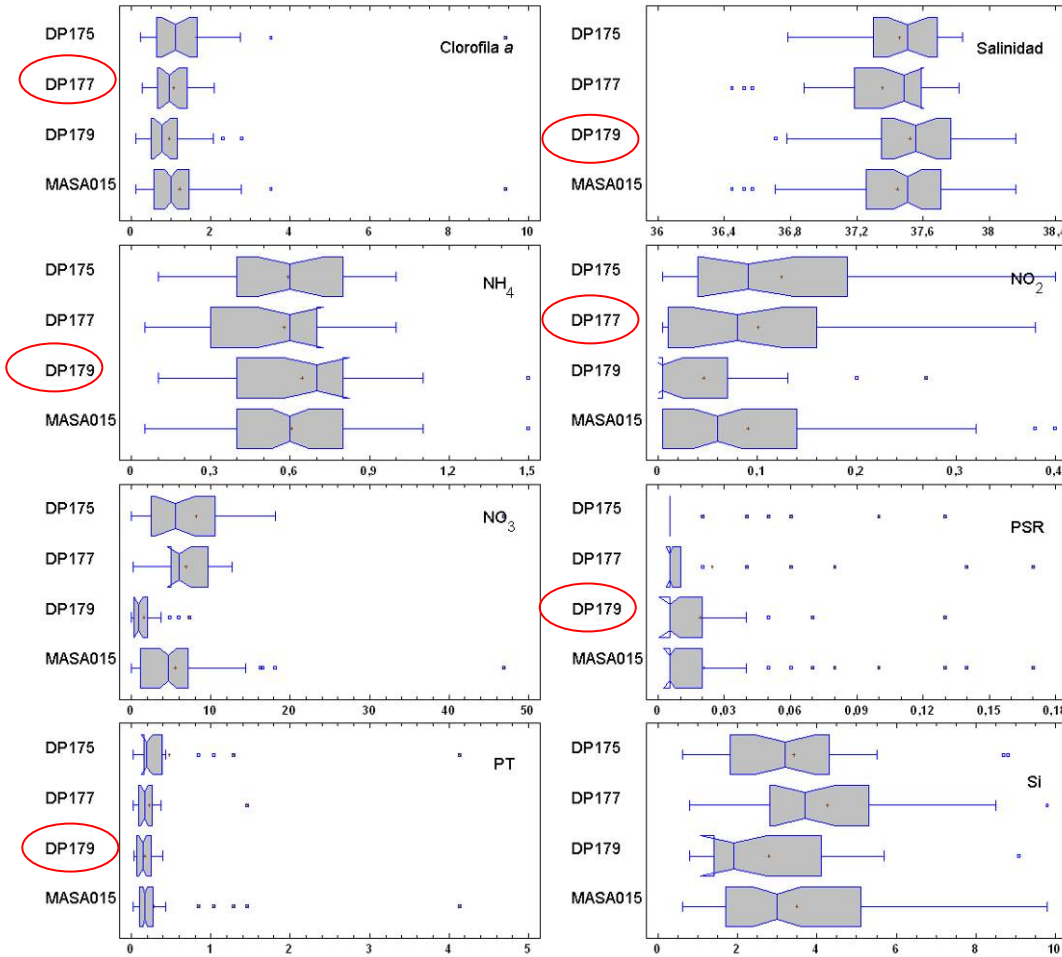


Figura 4.81. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 015 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Analizando los diagramas caja-bigote para los diferentes parámetros fisicoquímicos (figura 4.81) se observa que la DP177 presenta mayor similitud para la clorofila *a* y el nitrito, mientras que la estación DP179 presenta mayor similitud con la salinidad, el amonio, PSR y PT.

#### 4.15.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 015 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Se analiza ahora la similitud a través del Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) de las posibles combinaciones de estaciones que componen la masa 015. Los resultados de los CCI obtenidos de comparar los promedios de clorofila *a* de las estaciones, con los de la masa 015 se muestran en la tabla 4.56.

CCI Masa 015	
DP175	0,697
DP177	0,598
DP179	0,733
DP175-DP177	0,955
DP175-DP179	0,95
DP177-DP179	0,703

Tabla 4.56. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 015.

Si se analizan los CCI de las estaciones (tabla 4.56) se observa como el máximo se presenta para la estación DP179. Sin embargo, menor CCI se presenta para la estación DP177 y no para la DP175. La combinación de las estaciones DP177 y 179 presenta un CCI especialmente bajo

#### 4.15.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.

Se propone seleccionar como estaciones representativas de la masa 015 la combinación de las estaciones DP177 y DP179. A pesar de no disponer para estas estaciones de una serie temporal de cinco años, se decide que una estación tan confinada como la DP175 no debería representar a la masa 015 en la red de control. Esta decisión se ve apoyada por el análisis de dispersión y estabilidad de la estación. Coinciden estos resultados con los obtenidos en el dendograma y en los diagramas de caja-bigote para cada uno de los parámetros, pero no con los obtenidos en los CCI. A pesar de los CCI se decide descartar de la red de control la estación DP175

#### 4.15.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.

Para corroborar que la combinación de estaciones seleccionadas (DP177 y DP179) para representar a la masa 015 en la red de control es adecuada, se analizan los datos de la misma y se comparan con los obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones que forman la masa 015.

**4.15.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.**

Se calcula año a año los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad de las diferentes combinaciones de las estaciones que forman la masa 015.

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
MASA 015	2,08				2,07	2,16	37,45				37,34	37,56
DP175	2,74				2,74	2,61	37,46				37,39	37,54
DP177	1,80				1,42	1,80	37,37				37,25	37,51
DP179	1,92				1,18	2,24	37,51				37,38	37,64
DP175-DP177	2,29				2,54	1,90	37,41				37,32	37,53
DP175-DP179	2,66				2,54	2,55	37,48				37,39	37,59
DP177-DP179	1,84				1,41	1,89	37,44				37,31	37,57
DP175-DP177-DP179	2,08				2,07	2,16	37,45				37,34	37,56

Tabla 4.57. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 015 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas

Se observa que la combinación seleccionada tiene una distribución de la clasificación ecológica y salinidades muy similares a las de la masa. Se debe buscar la concordancia entre el estado ecológico de la combinación de estaciones seleccionadas y el de la masa 015 considerando todas las estaciones que las forman. La tabla 4.57 muestra cómo las estaciones seleccionadas presentan el estado ecológico “High”, al igual la masa durante el periodo estudiado. Los promedios de salinidad obtenidos son muy similares también a los de la masa 015, en ambos casos ligeramente inferiores en la tercera y cuarta anualidad.

La siguiente figura (figura 4.82) resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado en los niveles de clorofila *a*) de la tabla anterior.

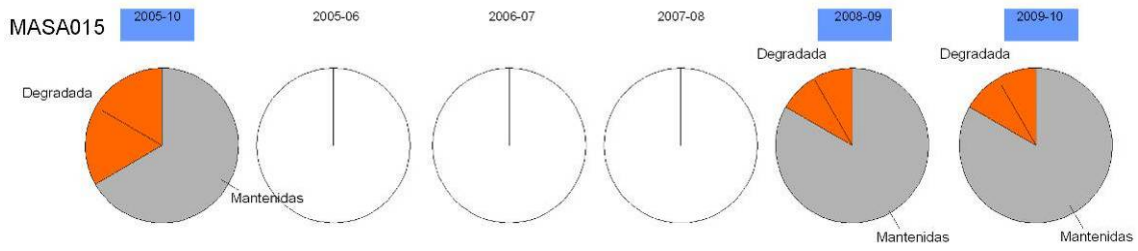


Figura 4.82. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa 015 para ese periodo estudiado.

La figura 4.82 muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa como la masa 015 se clasifica como “High” durante el periodo estudiado, y un porcentaje de las combinaciones que se realizan con las estaciones que la forman, se presentan degradadas por la clasificación como “Good” de la masa DP175.

**4.15.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila *a*.**

Para corroborar la decisión tomada se analiza el diagrama caja-bigote en el que se compara la combinación seleccionada con todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 015.

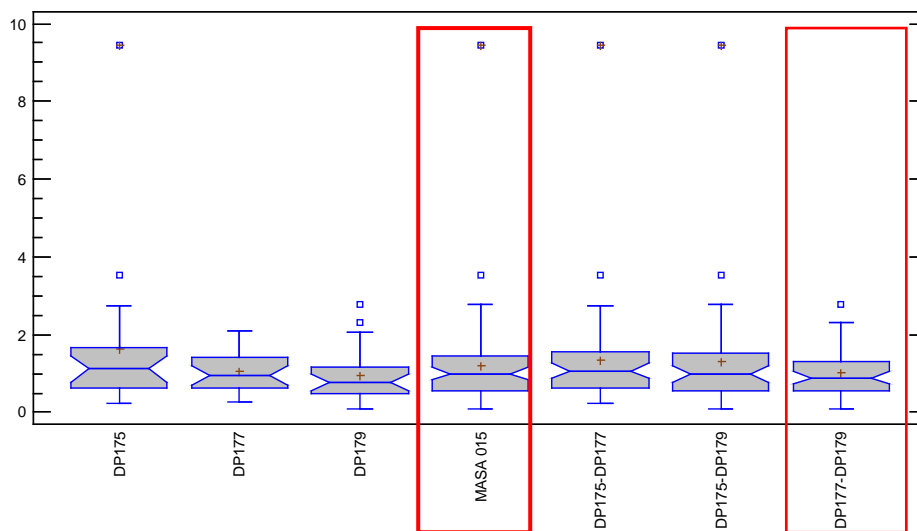


Figura 4.83. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 015 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

La figura 4.83 muestra como el diagrama caja-bigote de la combinación de estaciones seleccionadas (DP177 y DP179) presenta una forma muy similar al obtenido para la masa 015, aunque con una dispersión menor por haber eliminado la estación DP175.

#### 4.15.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila $a$ , mediante el diagrama de cuantiles.

Se analiza ahora el diagrama de cuantiles. Se incluyen además todas las estaciones de muestreo que forman la masa 015 y las posibles combinaciones de las tres estaciones que lo forman. Analizando la figura 4.84 se observa una alta similitud entre la masa 015 y la combinación de estaciones seleccionadas (DP177 y DP179). Se aprecia también como la estación DP175 presenta una distribución para la clorofila  $a$  menos similar a la de la masa 015.

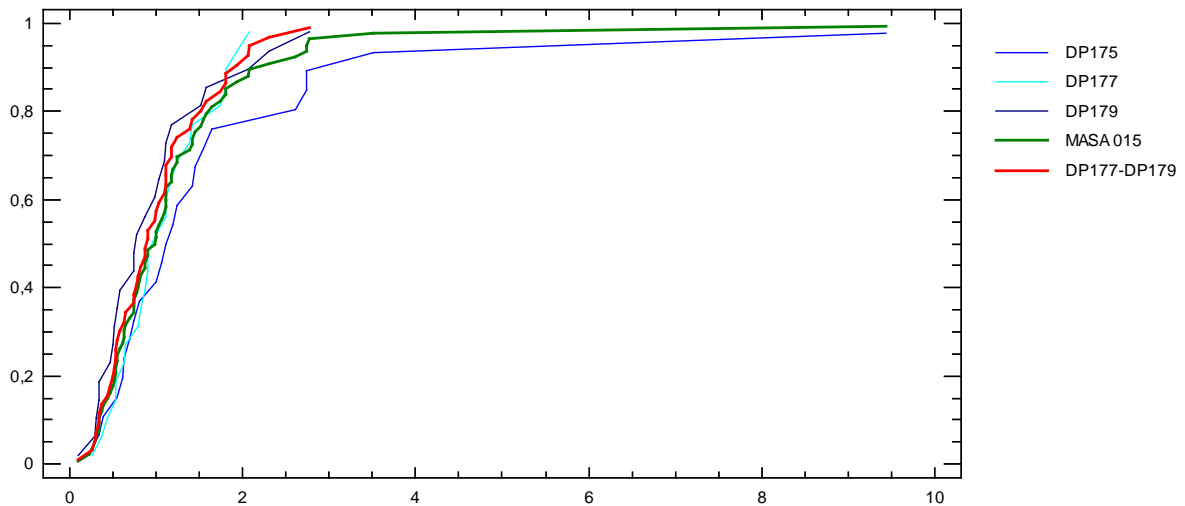


Figura 4.84. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila  $a$  de la masa 015, de la combinación de estaciones seleccionada para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

## 4.16. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 016.

La masa 016 es una masa sometida a un gran número de presiones, por un lado contiene a la masa portuaria 0161 (Puerto de Alicante), presión del núcleo urbano de Alicante y presión de tipo agrícola. Por ser de la tipología III, es decir, sin influencia continental significativa, es una masa más sensible a las presiones puesto que los umbrales establecidos para esta masa son más restrictivos. Presenta un estado ecológico “Moderate” para el global de la masa y para tres de las cuatro estaciones que la componen. Para una masa cuya clasificación es “Moderate” no es adecuado hacer una reducción de puntos de muestreo en la red de control, puesto que hay que aplicar medidas correctoras para una mejora de la calidad ambiental.

A pesar de que no se va a reducir el número de estaciones que componen la muestra se realiza a continuación el análisis estadístico análogo al resto de masas de agua.

### 4.16.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

#### 4.16.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

Para estudiar cual de las estaciones que componen la masa 016 está más influenciada continentalmente y presenta variaciones mayores de la salinidad y de todos los parámetros fisicoquímicos, se analiza la desviación estándar para cada uno de los parámetros. La desviación estándar, es la raíz cuadrada de la varianza, y ambas son medidas de dispersión. La tabla 4.58 muestra las desviaciones estándar obtenidas, donde los valores máximos de cada parámetro se encuentran resaltados con el fondo gris.

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu$ M)	NITRITO ( $\mu$ M)	NITRATO ( $\mu$ M)	PSR ( $\mu$ M)	PT ( $\mu$ M)	AC.ORTOSILICICO ( $\mu$ M)	CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )
DP106	0,42	0,39	0,08	1,83	0,03	0,26	1,99	2,36
DP107	0,63	8,86	0,34	11,67	0,15	0,35	3,78	2,07
DP113	0,54	2,88	0,31	1,44	0,16	0,39	1,01	2,05
DP114	0,50	0,47	0,14	0,69	0,03	0,38	0,99	1,22
<b>masa 016</b>	<b>0,55</b>	<b>5,02</b>	<b>0,28</b>	<b>7,62</b>	<b>0,12</b>	<b>0,36</b>	<b>2,84</b>	<b>2,01</b>

Tabla 4.58. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 016.

Se observa como la estación DP107 es la que presenta mayor dispersión para casi todos los parámetros [excepto clorofila *a* (DP106)]. El hecho de que presente la mayor dispersión en salinidad y una dispersión muy alta para la clorofila *a* parece indicar que las oscilaciones de clorofila *a* estén asociadas a aportes de origen continental, sin embargo analizando la figura

4.85 no se observa claramente que las anualidades con P10 de salinidad menores estén acompañados por mayores P90 de clorofila *a*. La estación DP107 se ubica en la playa Albufereta en Alicante, es una zona de aguas tranquilas, resguardada por la morfología de la costa y que cuenta con la presencia del emisario submarino de la Albufereta.

**4.16.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.**

Para comprobar si las variaciones de clorofila *a* están relacionadas con variaciones en la salinidad se analizan los P10 de la salinidad y el P90 de la clorofila *a* mediante diagramas de barras para cada estación para cada año. Se eligen los P10 y P90 respectivamente, ya que son las medidas estadísticas menos afectadas por la variabilidad de los datos.

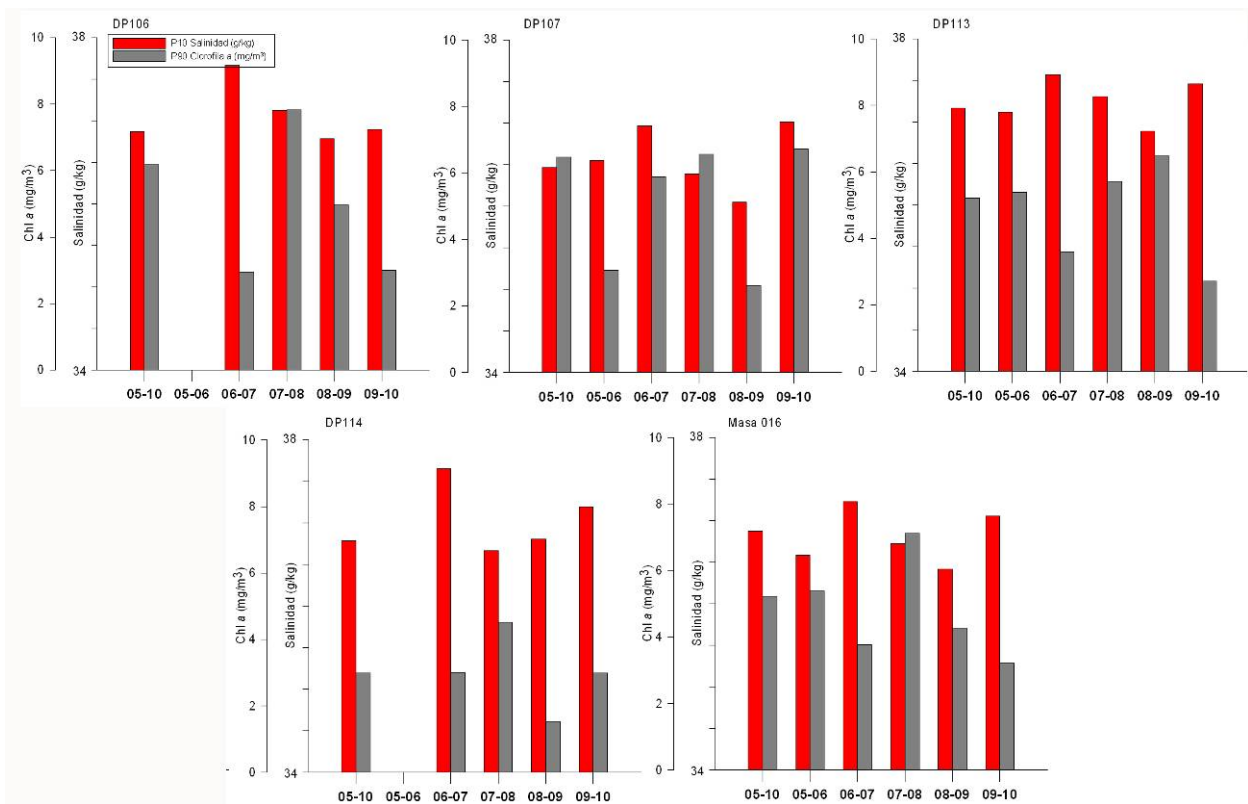


Figura 4.85. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 016 y cada una de las estaciones que la forman.

La figura 4.85 muestra un aumento claro en el nivel de la clorofila *a* el tercer año, sin embargo no parece que sea por un descenso acusado de la salinidad, ya que el año posterior presenta un descenso mayor y los niveles en la clorofila *a* son incluso menores. Parece deberse a las altas concentraciones de clorofila *a* que presenta la estación DP106 en esta tercera anualidad.

**4.16.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.**

Se pasa ahora a analizar la fiabilidad de una masa o estación a lo largo de los cinco años estudiados siguiendo los criterios descritos en la introducción. Los resultados se muestran en la tabla 4.59

	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>
<b>Estación</b>	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Chl <i>a</i>(mg/m<sup>3</sup>)</b>
DP106		2,95	7,83	4,97	3,01	6,18
DP107	3,08	5,89	6,57	2,61	6,72	6,48
DP113	5,38	3,59	5,73	6,47	2,71	5,21
DP114		3,02	4,52	1,53	3,00	3,00
<b>masa 016</b>	<b>5,38</b>	<b>3,78</b>	<b>7,13</b>	<b>4,29</b>	<b>3,22</b>	<b>5,23</b>

Tabla 4.59. Clasificación ecológica de la masa 016 y las estaciones que las componen

[Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate].

La tabla 4.59 muestra los P90 de la clorofila *a* y la clasificación ecológica de la masa 016 y cada estación que la forma año a año y para el global de las cinco anualidades, con el código de colores establecido en la DMA. Además muestra si cumple el criterio

$$P90 + \frac{1}{2} CV < 10\% \cdot \text{Umbral}_{EE \text{ masa}}$$

y si la masa es clasificada o no como estable. El estado ecológico que presenta la masa para las cinco anualidades en conjunto y cada una de ellas por separado (excepto la quinta anualidad) es “Moderate” con lo que para esta masa no se cumplen criterios de calidad establecidos en la DMA. Sólo la estación DP114 se clasifica como “Good” utilizando el global de las cinco anualidades, y aún así la tercera anualidad también queda clasificada como “Moderate”.

**4.16.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 016 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.**

**4.16.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 016 a través del análisis Cluster.**

Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos con los resultados obtenidos para cada uno de los años y para todos los años en global. Este análisis estadístico indica las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua. Para llevarlo a cabo se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales. Los resultados se muestran en la figura 4.86.



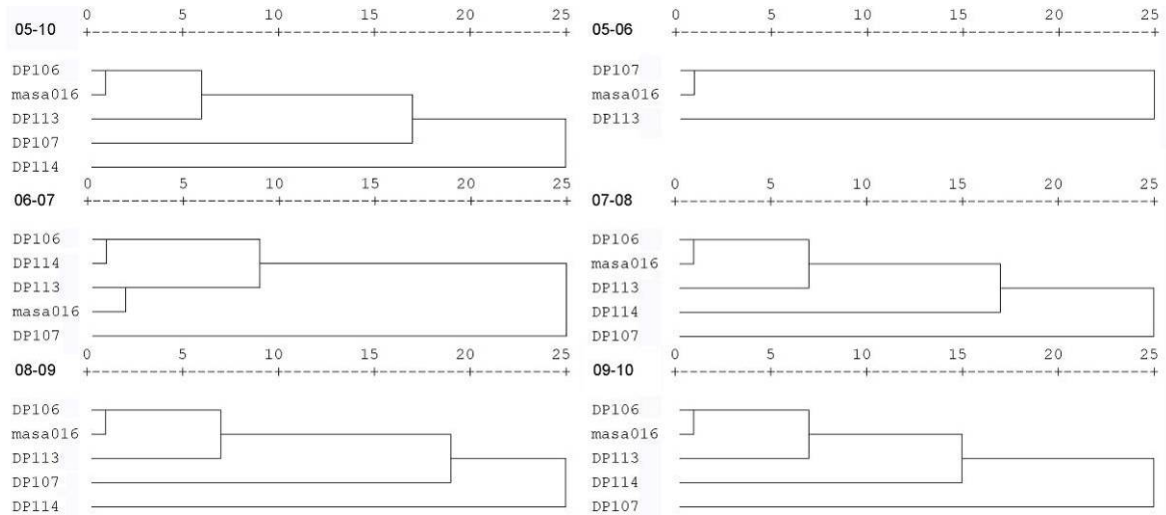


Figura 4.86. Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 016 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

La figura 4.86 muestra que para la globalidad de las cinco anualidades la estación DP114 (que es la que presenta un estado ecológico mejor) es la que parece tener un comportamiento más alejado de la masa 016. Parece que la estación DP106 es la que parece presentar un comportamiento más similar, aunque no se disponen datos de esta estación el primer año. La estación DP113 parece comportarse más similar a la masa, excepto en la primera anualidad.

**4.16.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 016 mediante diagramas de caja-bigote.**

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman se realizan diagramas de caja-bigote para todas las estaciones y la masa 016, con los datos globales para cada uno de los diferentes parámetros.

Corroborando los resultados obtenidos con el análisis Cluster, los diagramas caja-bigote (figura 4.87) muestran que las estaciones más similares en cuanto al comportamiento de diferentes parámetros son la estación DP106 (salinidad, fósforo total, ácido ortosilícico) y DP113 (nitrito y clorofila *a*).

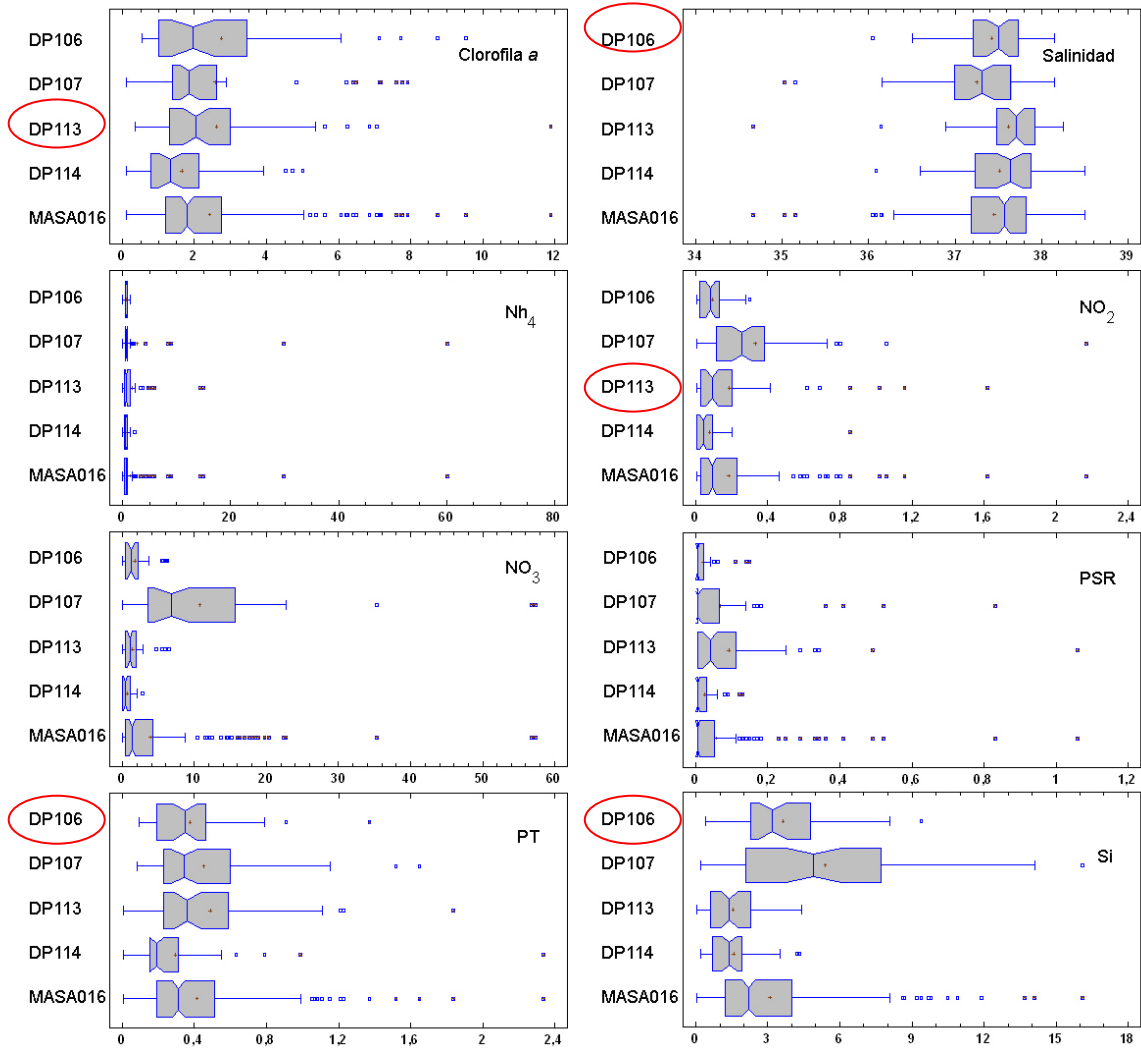


Figura 4.87. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 016 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

#### 4.16.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 016 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Se analiza ahora la similitud a través del Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) de las posibles combinaciones de estaciones que componen la masa 016. Los resultados de los CCI obtenidos de comparar los promedios de clorofila *a* de las estaciones, con los de la masa 016 se muestran en la tabla 4.60.

CCI Masa 016			
DP106	0,703	DP107-DP113	0,837
DP107	0,590	DP107-DP114	0,714
DP113	0,598	DP113-DP114	0,698
DP114	0,583	DP106-DP107- DP113	0,933
DP106- DP107	0,725	DP106-DP107- DP114	0,806
DP106- DP113	0,778	DP106-DP113- DP114	0,815
DP106- DP114	0,822	DP107-DP113- DP114	0,930

Tabla 4.60. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 016.

Si se analizan los CCI de las estaciones (tabla 4.60) se observa como el máximo se presenta para la estación DP106, seguida de la estación DP113, aunque ésta última presenta valores muy similares a los CCI de las otras dos estaciones.

#### **4.16.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.**

Como se ha comentado en el primer párrafo de este capítulo, la masa 016 presenta un estado ecológico “Moderate” para el global de la masa y para tres de las cuatro estaciones que la componen. Para una masa cuya clasificación es “Moderate” no es adecuado hacer una reducción de puntos de muestreo en la red de control.

#### **4.16.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.**

##### **4.16.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.**

Se analiza año a año los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad de las diferentes combinaciones de las estaciones que forman la masa 016.

La tabla 4.61 muestra cómo para todas las combinaciones posibles con las estaciones que forman la masa 016, ésta queda clasificada como “Moderate” para el global de los cinco años (excepto si se toma la DP114).

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
MASA 016	5,23	5,38	3,78	7,13	4,29	3,22	37,45	37,38	37,70	37,34	37,31	37,56
DP106	6,18		2,95	7,83	4,97	3,01	37,43		37,85	37,37	37,31	37,42
DP107	6,48	3,08	5,89	6,57	2,61	6,72	37,25	37,30	37,42	37,06	36,95	37,45
DP113	5,21	5,38	3,59	5,73	6,47	2,71	37,62	37,46	37,83	37,61	37,46	37,74
DP114	3,00		3,02	4,52	1,53	3,00	37,51		37,84	37,30	37,46	37,65
DP106-DP107	6,48		3,99	7,23	4,85	5,93	37,34		37,64	37,22	37,13	37,43
DP106-DP113	5,50		3,47	7,83	5,85	2,97	37,52		37,84	37,49	37,39	37,58
DP106-DP114	4,91		3,01	7,13	2,76	3,06	37,47		37,85	37,34	37,39	37,53
DP107-DP113	6,22	5,38	5,21	6,57	4,84	3,27	37,44	37,38	37,62	37,33	37,21	37,59
DP107-DP114	4,80		4,60	6,42	2,05	4,38	37,38		37,63	37,18	37,20	37,55
DP113-DP114	4,75		3,71	5,00	2,90	2,97	37,57		37,83	37,45	37,46	37,69
DP106-DP107-DP113	6,22		4,00	7,23	4,96	3,26	37,43		37,70	37,35	37,24	37,53
DP106-DP107-DP114	5,15		3,64	7,13	2,77	4,06	37,40		37,70	37,24	37,24	37,50
DP106-DP113-DP114	4,98		3,55	7,13	4,18	3,05	37,52		37,84	37,43	37,41	37,60
DP107-DP113-DP114	5,00		4,24	6,42	2,93	3,26	37,46		37,70	37,32	37,29	37,61

Tabla 4.61. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 016 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas.

La siguiente figura (figura 4.88) resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado en los niveles de clorofila *a*) de la tabla anterior. Muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa como la masa 016 se clasifica como “Moderate” durante el periodo estudiado y un porcentaje de las posibles combinaciones que se realizan con las estaciones que la forman se presenta mejorado. Este porcentaje es mayor el segundo y cuarto año.

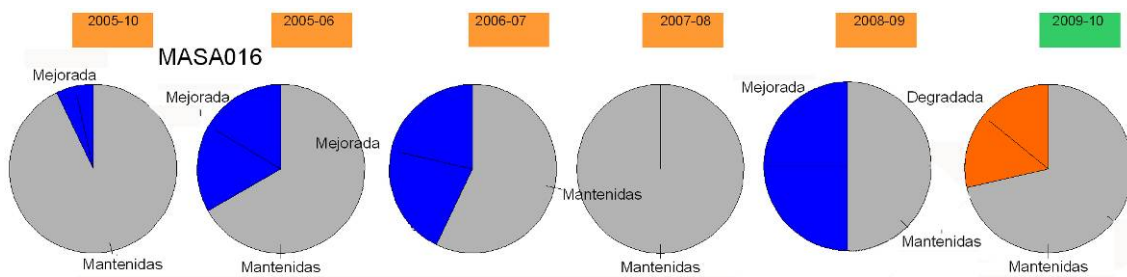


Figura 4.88. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa 016 para ese periodo estudiado.

**4.16.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila *a*.**

Se analiza el diagrama caja-bigote en el que se compara la combinación seleccionada con todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 016.

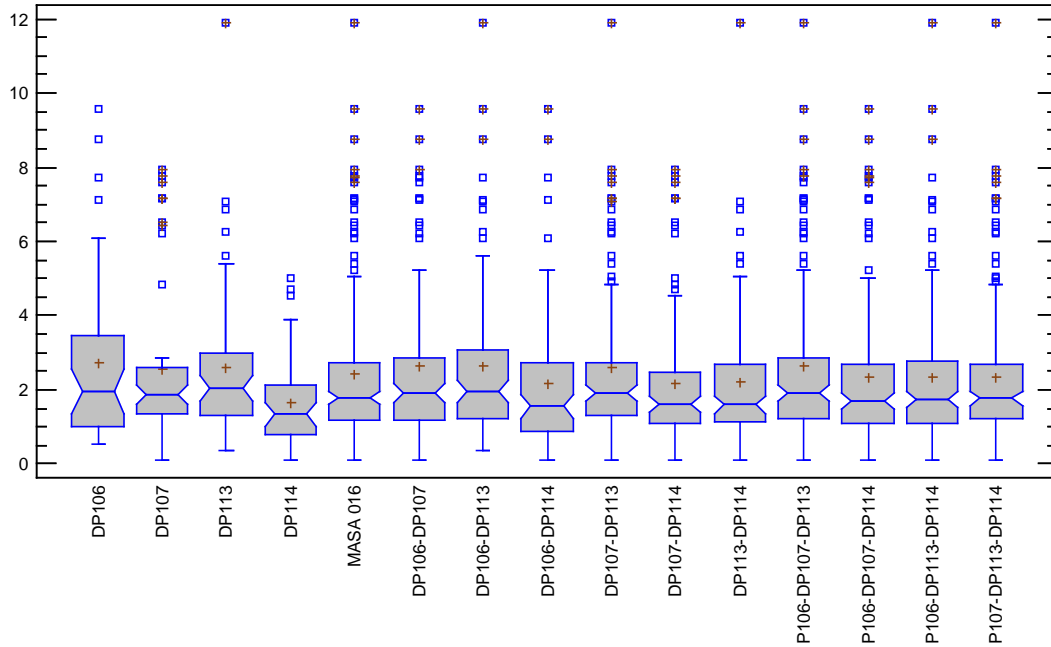


Figura 4.89. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 016 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

**4.16.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila *a*, mediante el diagrama de cuantiles.**

Se analiza ahora el diagrama de cuantiles mostrado en la figura 4.90 donde se observa cómo parece que las estaciones DP114 presenta una distribución más diferenciada del resto con respecto a la masa.

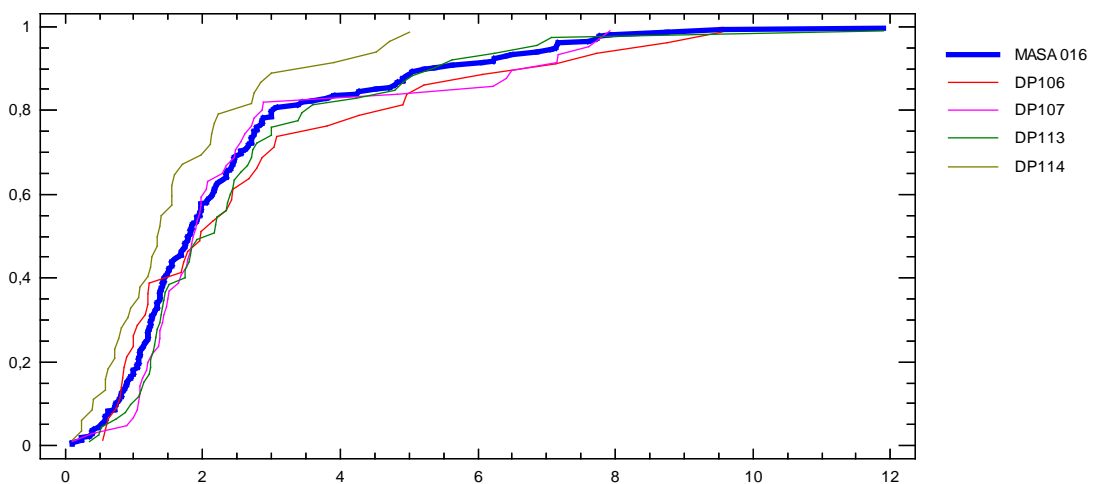


Figura 4.90. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila *a* de la masa 016 y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

#### 4.17. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 017.

La masa 017 es una masa sometida a un gran número de presiones, por un lado es adyacente a la masa 016 que se clasifica como “Moderate”. Por ser de la tipología III, es decir, sin influencia continental significativa, es una masa más sensible a las presiones y por eso los umbrales establecidos para estas masas tipo III son más restrictivos. Presenta un estado ecológico “Moderate” para el global de la masa y para las tres estaciones que la componen considerando las cinco anualidades, aunque con valores de clorofila *a* sensiblemente inferiores respecto a la masa 016. Como ya se ha comentado en el caso de la masa 016, no se considera adecuado hacer una reducción de puntos de muestreo en la red de control para una masa cuya clasificación es “Moderate”.

A pesar de que no se va a reducir el número de estaciones que componen la muestra, se realiza a continuación, el análisis estadístico análogo al resto de masas de agua.

##### 4.17.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

###### 4.17.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

Para estudiar cual de las estaciones que componen la masa 017 está más influenciada continentalmente y presenta variaciones mayores de la salinidad y de todos los parámetros fisicoquímicos, se analiza la desviación estándar para cada uno de los parámetros. La desviación estándar, es la raíz cuadrada de la varianza, y ambas son medidas de dispersión. La tabla 4.62 muestra las desviaciones estándar obtenidas, donde los valores máximos de cada parámetro se encuentran resaltados con el fondo gris.

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu$ M)	NITRITO ( $\mu$ M)	NITRATO ( $\mu$ M)	PSR ( $\mu$ M)	PT ( $\mu$ M)	AC.ORTOSILICICO ( $\mu$ M)	CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )
DP115	0,36	0,92	0,08	4,70	0,04	0,27	0,92	2,03
DP118	0,75	0,51	0,32	6,96	0,07	0,62	8,39	5,94
DP119	0,43	0,49	0,19	4,65	0,06	0,34	1,91	1,64
<b>masa 017</b>	<b>0,52</b>	<b>0,69</b>	<b>0,21</b>	<b>5,39</b>	<b>0,06</b>	<b>0,41</b>	<b>4,64</b>	<b>3,41</b>

Tabla 4.62. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 017.

Se observa como la estación DP118 es la que presenta mayor desviación estándar para todos los parámetros [excepto amonio (DP115)]. En el caso de la clorofila *a*, el ácido ortosilícico y la salinidad estos valores son muy elevados respecto al resto de las estaciones. La estación DP118 se ubica en la playa del Braç del Port, en Santa Pola. Se ubica muy cerca de las salinas

de Santa Pola y todo parece indicar que esta influenciada por la presencia de las mismas. Estudios anteriores en esta zona indican a elevadas concentraciones de nutrientes en este circuito salinero.

**4.17.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.**

Para comprobar si las variaciones de clorofila *a* están relacionadas con variaciones en la salinidad; se analizan los P10 de la salinidad y el P90 de la clorofila *a* mediante diagramas de barras para cada estación, para cada año. Se eligen los P10 y P90 respectivamente, ya que son las medidas estadísticas menos afectadas por la variabilidad de los datos.

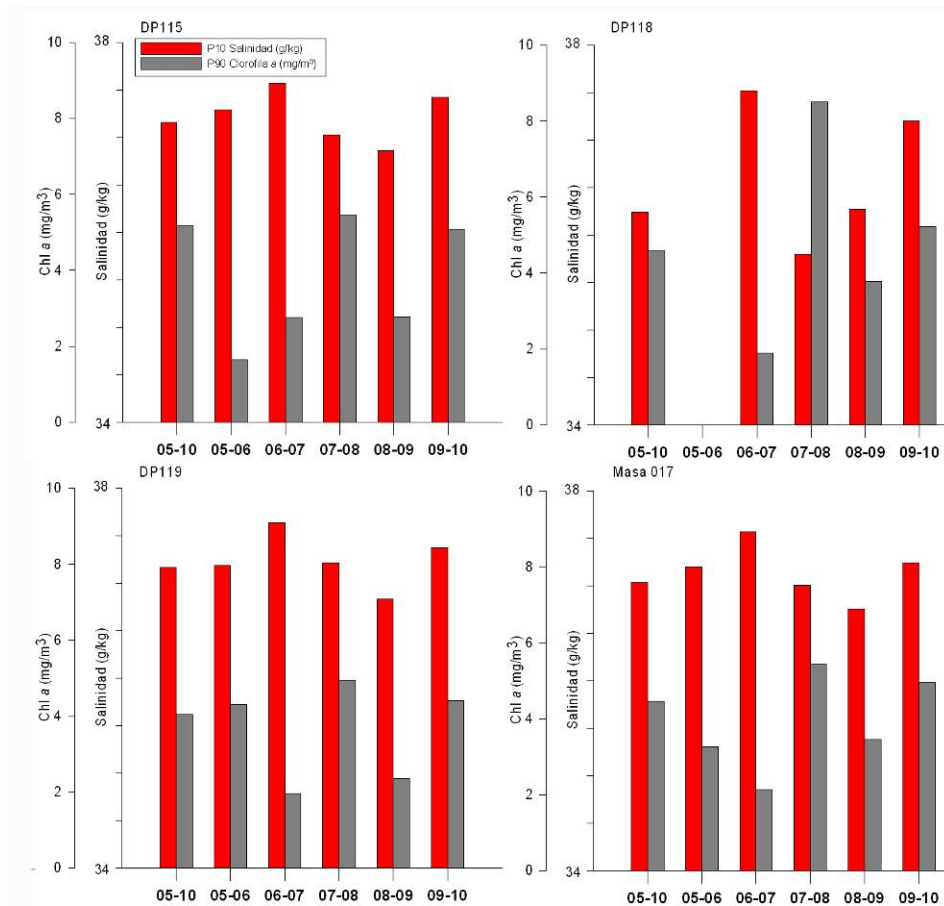


Figura 4.91. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 017 y cada una de las estaciones que la forman.

Corroborando los resultados de la desviación estándar es la DP118, la estación que presenta mayor variación interanual de los valores de clorofila *a* y salinidad. Presenta, al igual que muchos puntos de la masa 016, un aumento en los niveles de clorofila *a* la tercera anualidad, acompañada en este caso por un descenso brusco en las concentraciones de salinidad.

**4.17.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.**

Se pasa ahora a analizar la fiabilidad de una masa o estación a lo largo de los cinco años estudiados siguiendo los criterios descritos en la introducción. Los resultados se muestran en la tabla 4.63.

	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>
<b>Estación</b>	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>
DP115	1,65	2,75	5,44	2,78	5,08	5,18
DP118		1,89	8,51	3,79	5,23	4,58
DP119	4,30	1,96	4,94	2,36	4,42	4,04
<b>masa 017</b>	<b>3,27</b>	<b>2,13</b>	<b>5,43</b>	<b>3,46</b>	<b>4,96</b>	<b>4,46</b>

Tabla 4.63. Clasificación ecológica de la masa 017 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate].

La tabla 4.63 muestra los P90 de la clorofila *a* y la clasificación ecológica de la masa 017 y cada estación que la forma año a año y para el global de las cinco anualidades, con el código de colores establecido en la DMA. Además muestra si cumple el criterio

$$P90 + \frac{1}{2} CV < 10\% \cdot \text{Umbral}_{EE \text{ masa}}$$

y si la masa es clasificada o no como estable. El estado ecológico

que presenta la masa y todas las estaciones que la forman para las cinco anualidades en conjunto es “Moderate” por lo que no se plantea una reducción de las estaciones que la forman en la red de control.

**4.17.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 017 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.**

**4.17.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 017 a través del análisis Cluster.**

Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos con los resultados obtenidos para cada uno de los años y para todos los años en global. Este análisis estadístico indica las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua. Para llevarlo a cabo se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales. Los resultados se muestran en la figura 4.92.



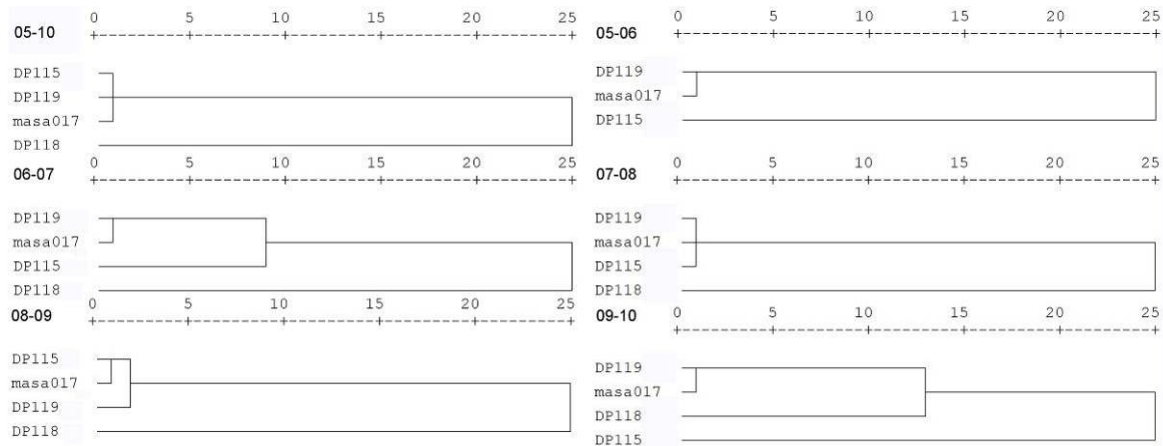


Figura 4.92. Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 017 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

La figura 4.92 muestra que la estación DP119 presenta un comportamiento más similar al de la masa, seguida de la DP115 que se presenta siempre a distancias pequeñas de la masa 017 excepto en la quinta anualidad.

La estación que parece presentar un comportamiento menos parecido es la DP118; que como se ha observado en los diagramas de barra y en los desviaciones estándar es la que presenta mayor dispersión y variabilidad interanual para la salinidad y clorofila *a*.

**4.17.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 017 mediante diagramas de caja-bigote.**

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman se realizan diagramas de caja-bigote para todas las estaciones y la masa 017, con los datos globales para cada uno de los diferentes parámetros.

Corroborando los resultados obtenidos con el análisis Cluster, los diagramas caja-bigote (figura 4.93.) muestran que las estaciones más similares en cuanto al comportamiento de diferentes parámetros son la estación DP115 (salinidad, clorofila *a*, amonio, PSR y PT) y DP119 (nitrito, nitrato y ácido ortosilícico).

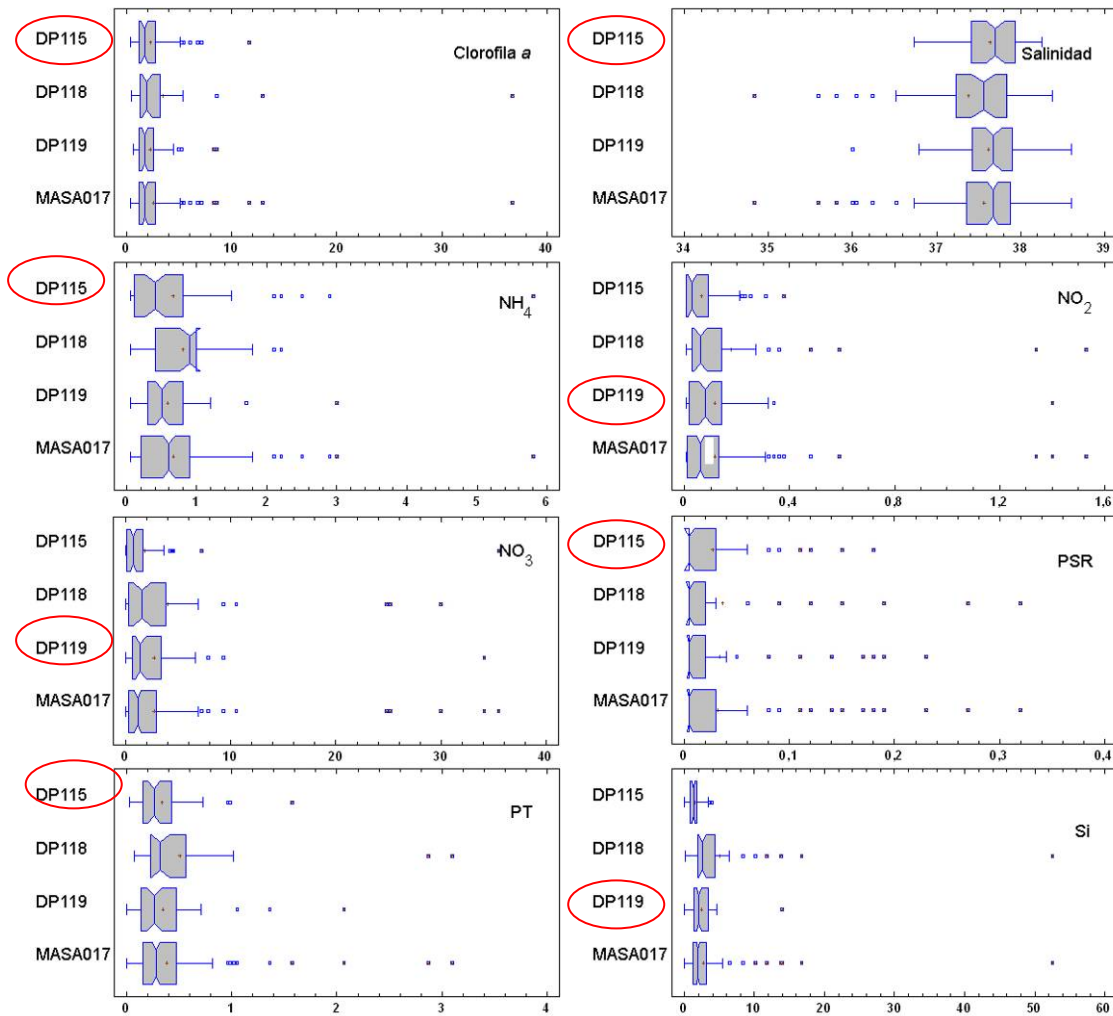


Figura 4.93. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 017 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

**4.17.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 017 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.**

Se analiza ahora la similitud a través del Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) de las posibles combinaciones de estaciones que componen la masa 017. Los resultados de los CCI obtenidos de comparar los promedios de clorofila *a* de las estaciones, con los de la masa 017 se muestran en la tabla 4.64.

CCI masa 017			
DP115	0,554	DP115-DP118	0,925
DP118	0,659	DP115-DP119	0,689
DP119	0,581	DP118-DP119	0,921

Tabla 4.64. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 017.

Si se analizan los CCI de las estaciones (tabla 4.64) se observa como el máximo se presenta para la estación DP118, a pesar de que los diagramas caja-bigote y el análisis Cluster indican justo lo contrario.

**4.17.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.**

Como se ha comentado en el primer párrafo de este capítulo, la masa 017 presenta un estado ecológico “Moderate” para el global de la masa y para las tres estaciones que la componen. Para una masa cuya clasificación es “Moderate” no es adecuado hacer una reducción de puntos de muestreo en la red de control.

**4.17.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.**

**4.17.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.**

Se calcula año a año los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad de las diferentes combinaciones de las estaciones que forman la masa 017.

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
MASA 017	4,46	3,27	2,13	5,43	3,46	4,96	37,57	37,73	37,84	37,45	37,33	37,58
DP115	5,18	1,65	2,75	5,44	2,78	5,08	37,64	37,76	37,83	37,45	37,43	37,74
DP118	4,58		1,89	8,51	3,79	5,23	37,38		37,79	37,28	37,10	37,53
DP119	4,04	4,30	1,96	4,94	2,36	4,42	37,62	37,70	37,89	37,59	37,47	37,47
DP115-DP118	5,19		2,28	5,44	3,71	5,08	37,51		37,81	37,37	37,26	37,64
DP115-DP119	4,44	3,27	2,60	5,42	2,70	4,96	37,63	37,73	37,86	37,52	37,45	37,61
DP118-DP119	4,33		1,92	5,38	3,45	4,46	37,50		37,84	37,44	37,29	37,50

Tabla 4.65. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 017 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas.

La tabla 4.65 muestra como las estaciones seleccionadas presentan el estado ecológico “Moderate”, al igual la masa durante el periodo estudiado. Los promedios de salinidad obtenidos son muy similares a los de la masa 017 excepto en la estación DP118 para la tercera y cuarta anualidad. La siguiente figura (figura 4.94) resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado en los niveles de clorofila *a*) de la tabla anterior. Muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa

como el estado ecológico de la masa 017 se clasifica como “Moderada” durante el periodo estudiado. Sin embargo, la primera y cuarta anualidad como “Good” [verde] y la tercera como “High” indicado que a pesar de tener la misma clasificación ecológica que la masa 016 los niveles de clorofila *a* globales y año a año son menores.

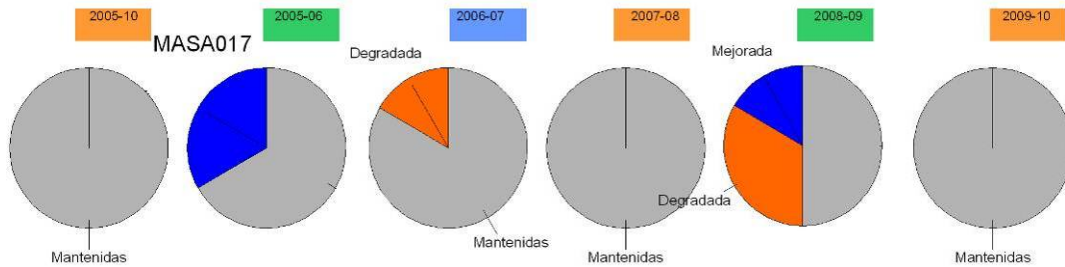


Figura 4.94. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa 017 para ese periodo estudiado.

**4.17.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila *a*.**

Se analiza el diagrama caja-bigote en el que se compara la masa 017 con todas las posibles combinaciones de las estaciones que la forman.

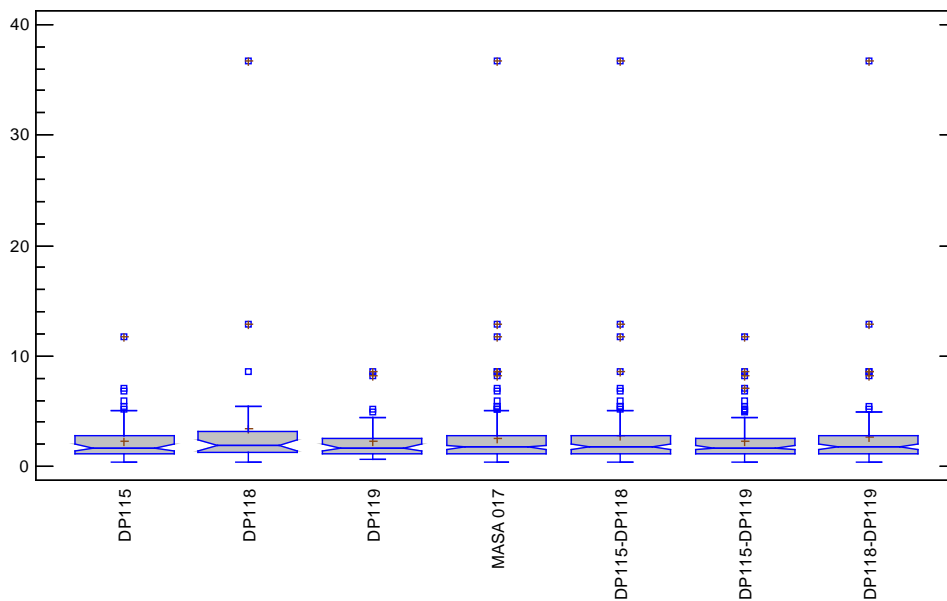


Figura 4.95. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 017 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

**4.17.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila *a*, mediante el diagrama de cuantiles.**

Se analiza ahora el diagrama de cuantiles, que es un método gráfico para comparar las distribuciones inferidas directamente de dos conjuntos de observaciones, donde los tamaños

de las muestras sean distintos. Se incluyen además todas las estaciones de muestreo que forman la masa 017. Se observa cómo todas las estaciones presentan una distribución muy similar con respecto a la masa.

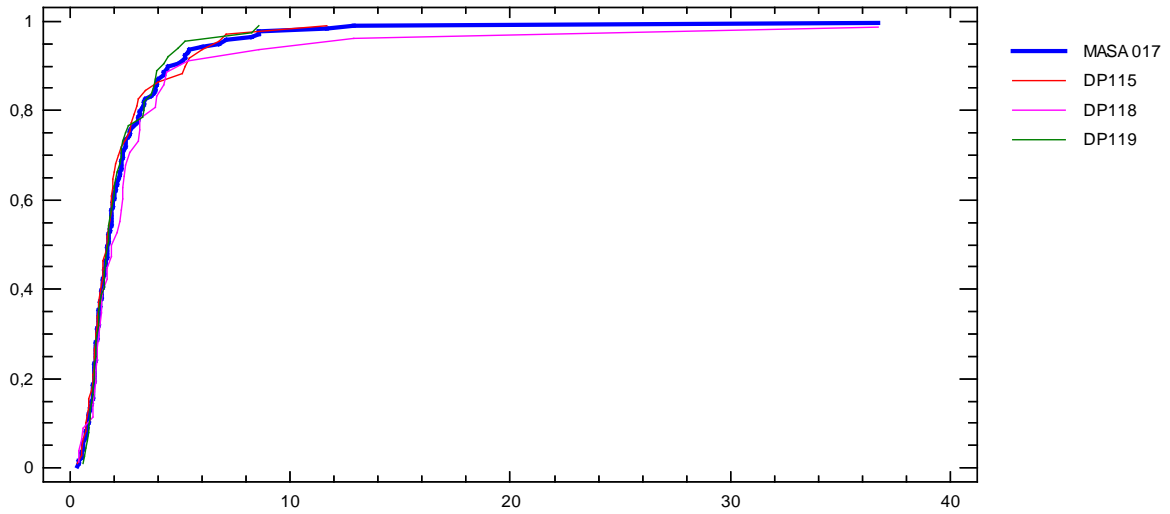


Figura 4.96. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila *a* y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

#### 4.18. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 018.

La masa 018 se clasifica con todas las estaciones y para el global de las cinco anualidades como “Moderate”. Como ya se ha comentado, para una masa cuya clasificación es “Moderate” no es adecuado hacer una reducción de puntos de muestreo en la red de control, puesto que hay que aplicar medidas correctoras para una mejora de la calidad ambiental.

A pesar de que a priori, no se va a reducir el número de estaciones que componen la masa se realiza a continuación el análisis estadístico análogo al resto de masas de agua.

Tras este análisis encontramos que una de las estaciones, por estar excesivamente confinada, presenta un comportamiento muy diferenciado de la masa, causando además una degradación del estado ecológico de la misma.

##### 4.18.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

##### 4.18.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

Para estudiar cuál de las estaciones que componen la masa 018 está más influenciada continentalmente y presenta variaciones mayores de la salinidad y de todos los parámetros fisicoquímicos, se analiza la desviación estándar para cada uno de los parámetros. La desviación estándar, es la raíz cuadrada de la varianza, y ambas son medidas de dispersión. La tabla 4.66 muestra las desviaciones estándar obtenidas, donde los valores máximos de cada parámetro se encuentran resaltados con el fondo gris.

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu\text{M}$ )	NITRITO ( $\mu\text{M}$ )	NITRATO ( $\mu\text{M}$ )	PSR ( $\mu\text{M}$ )	PT ( $\mu\text{M}$ )	AC.ORTOSILICICO ( $\mu\text{M}$ )	CLOROFILA ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )
DP120	0,74	0,60	0,30	14,81	0,05	0,37	5,39	1,81
DP122	0,34	0,39	0,07	1,20	0,04	0,32	0,98	1,08
DP123	0,38	0,50	0,07	6,08	0,04	0,30	1,58	1,09
DP185	0,41	0,35	0,20	4,09	0,09	0,19	1,88	0,85
<b>masa 018</b>	<b>0,49</b>	<b>0,49</b>	<b>0,18</b>	<b>8,36</b>	<b>0,05</b>	<b>0,32</b>	<b>3,09</b>	<b>1,36</b>

Tabla 4.66. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 018.

Se observa como la estación DP120 es la que presenta mayor dispersión para casi todos los parámetros [excepto PSR (DP185)]. El hecho de que presente la mayor dispersión en salinidad y clorofila *a* parece indicar que las oscilaciones de clorofila *a* estén asociadas a aportes de origen continental. Esto se corrobora analizando la figura 4.97 donde se comprueba que es la estación que presenta menores P10 de salinidad y mayor variabilidad interanual. Para el nitrato la estación DP120 presenta la mayor desviación típica. Esta estación se ubica al

norte del río Segura y probablemente se vea afectada por variaciones de caudal que sufre el río en épocas de precipitaciones. Las desviaciones estándar que presentan el resto de estaciones son más similares entre sí, exceptuando el nitrato, donde la desviación estándar de la DP122 es especialmente baja.

**4.18.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.**

Para comprobar si las variaciones de clorofila *a* están relacionadas con variaciones en la salinidad, se analizan los P10 de la salinidad y el P90 de la clorofila *a* mediante diagramas de barras para cada estación y para cada año. Se eligen los P10 y P90 respectivamente, ya que son las medidas estadísticas menos afectadas por la variabilidad de los datos.

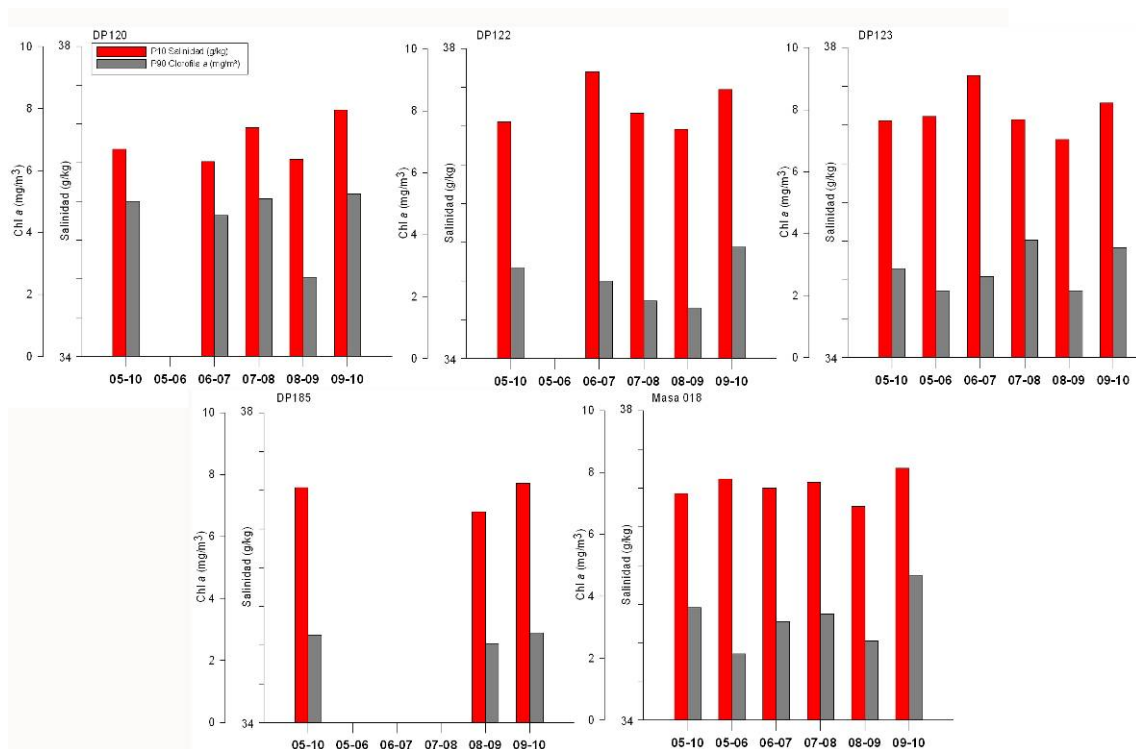


Figura 4.97. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 018 y cada una de las estaciones que la forman.

Como se ha comentado y debido a su ubicación, analizando la figura 4.97, se observa que la estación DP120 presenta menores P10 de salinidad y mayor variabilidad interanual. El resto de estaciones presentan mayores concentraciones de salinidad y los valores son más similares interanualmente.

**4.18.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.**

Se pasa ahora a analizar la fiabilidad de una masa o estación a lo largo de los cinco años estudiados siguiendo los criterios descritos en la introducción. Los resultados se muestran en la tabla 4.67.

	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>
<b>Estación</b>	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Chl <i>a</i>(mg/m<sup>3</sup>)</b>
DP120		4,55	5,08	2,55	5,24	5,01
DP122		2,50	1,86	1,64	3,61	2,93
DP123	2,14	2,60	3,80	2,14	3,55	2,87
DP185				2,54	2,89	2,81
<b>masa 018</b>	<b>2,14</b>	<b>3,18</b>	<b>3,43</b>	<b>2,57</b>	<b>4,66</b>	<b>3,65</b>

Tabla 4.67. Clasificación ecológica de la masa 018 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas.

La tabla 4.67 muestra los P90 de la clorofila *a* y la clasificación ecológica de la masa 018 y de cada estación que la forma año a año y para el global de las cinco anualidades, con el código de colores establecido en la DMA. Además muestra si cumple el criterio

$$P90 + \frac{1}{2} CV < 10\% \cdot \text{Umbral}_{EE \text{ masa}}$$

y si la masa es clasificada o no como estable. El estado ecológico que presenta la masa para las cinco anualidades en conjunto es Moderate. Las estaciones DP 122, DP123 y DP185 se clasifican como Good, y la estación DP120 como Moderate con lo que para esta masa no se cumplen criterios de calidad establecidos en la DMA. Hay que apuntar, que los valores están muy próximos al umbral G/M, con lo que sí procede realizar un análisis estadístico exhaustivo para ver si alguna de las estaciones seleccionadas no representan a la masa y se puede proponer, para una mejor representación de la masa 018, bien una reducción del número de estaciones en la red de control o bien una nueva ubicación de alguna de ellas.



#### 4.18.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 018 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.

##### 4.18.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 018 a través del análisis Cluster.

Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos con los resultados obtenidos para cada uno de los años y para todos los años en global. Este análisis estadístico indica las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua. Para llevarlo a cabo se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales. Los resultados se muestran en la figura 4.98.

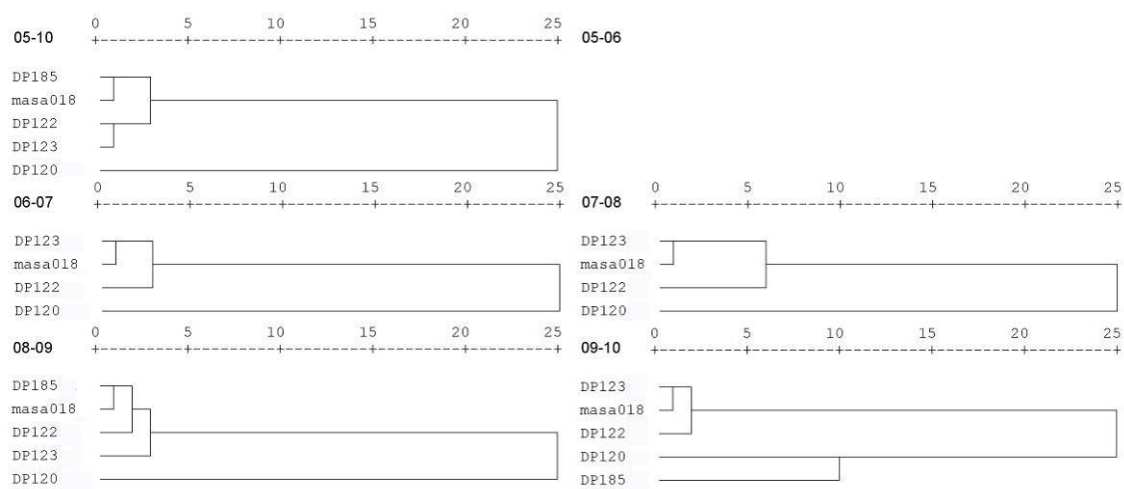


Figura 4.98. Dendogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 018 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

La figura 4.98 muestra claramente que la DP120, que es la estación ubicada al sur del río Segura, presenta un comportamiento muy poco similar al de la masa 018. Este patrón se repite para absolutamente todas las anualidades estudiadas. Las estaciones DP122 y DP123 son las más próximas, ya que la distancia con la masa 018 es menor de 7 en todas las anualidades.

##### 4.18.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 018 mediante diagramas de caja-bigote.

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman se realizan diagramas de caja-bigote para todas las estaciones y la masa 018, con los datos globales para cada uno de los diferentes parámetros.

Corroborando los resultados obtenidos con el análisis Cluster, los diagramas caja-bigote (figura 4.99) muestran que la estación que presenta claramente un comportamiento menos similar al de la masa 018 es la estación DP120, especialmente para la clorofila *a*, nitrito, nitrato y ácido ortosilícico).

La DP123 es la más similar a la masa para el amonio, mientras que la DP122 lo es para el nitrito y el PT. Ambas presentan un comportamiento similar para el ácido ortosilícico. La DP185 es más similar a la masa 018 para el PSR.

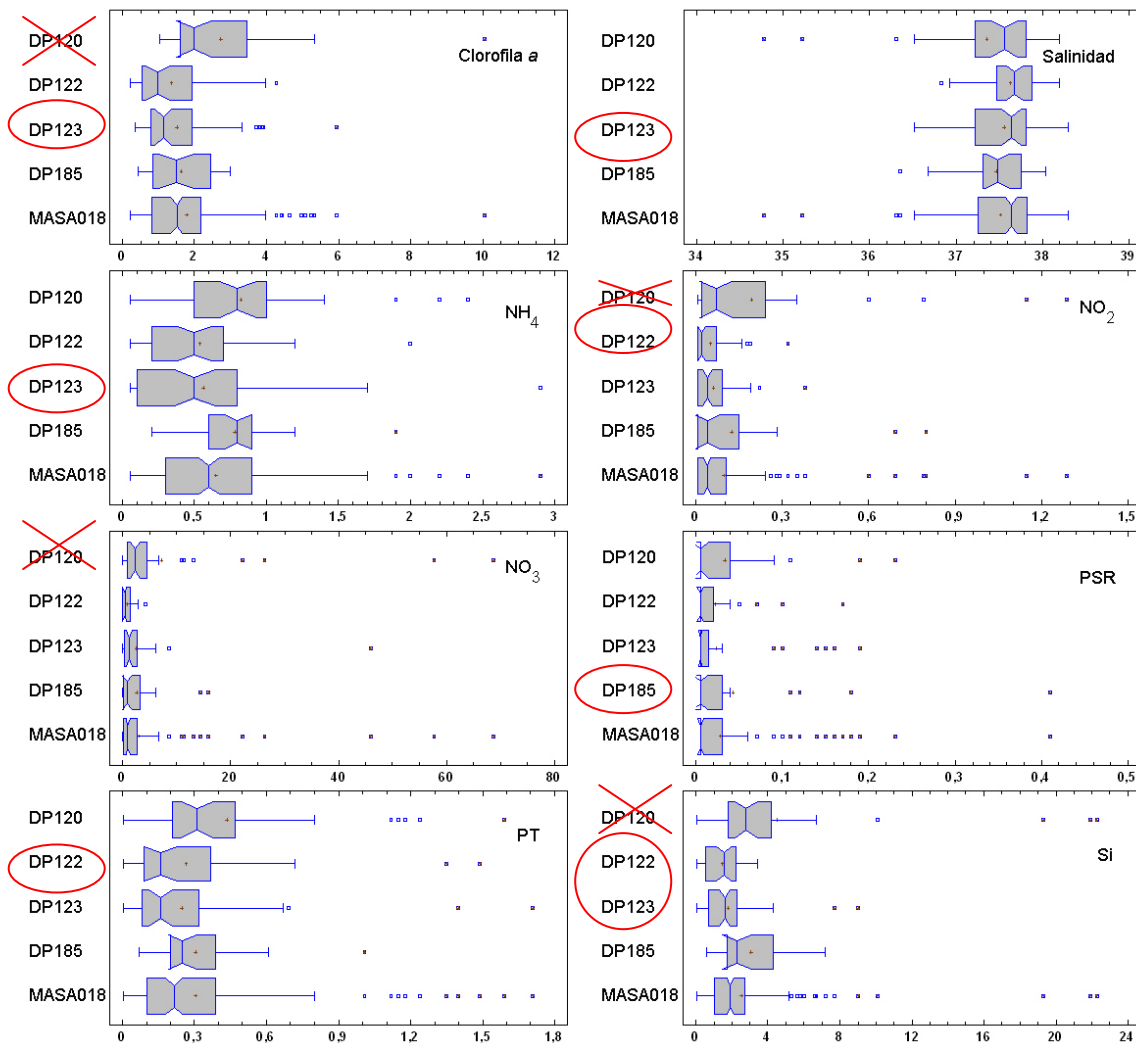


Figura 4.99. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 018 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

#### 4.18.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 018 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Se analiza ahora la similitud a través del Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) de las posibles combinaciones de estaciones que componen la masa 018. Los resultados de los CCI obtenidos de comparar los promedios de clorofila *a* de las estaciones con los de la masa 018 se muestran en la tabla 4.68.

CCI masa 018			
DP120	0,578	DP120-DP123	0,909
DP122	0,676	DP120-DP185	0,667
DP123	0,816	DP122-DP123	0,817
DP185	0,627	DP122-DP185	0,71
DP120-DP122	0,913	DP123-DP185	0,876
DP120-DP123-DP185	0,947	DP120-DP122-DP123	0,978
DP122-DP123-DP185	0,858	DP120-DP122-DP185	0,977

Tabla 4.68. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 018.

Si se analizan los CCI de las estaciones (tabla 4.68) se observa cómo el máximo se presenta para la estación DP123 y como es de esperar el menor CCI se presenta para la estación DP120.

#### 4.18.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.

Como se ha comentado, el estado ecológico que presenta la masa para las cinco anualidades en conjunto es “Moderate” con lo que para esta masa no se cumplen criterios de calidad establecidos en la DMA. Para una masa cuya clasificación es “Moderate” no es adecuado hacer una reducción de puntos de muestreo en la red de control. Hay que apuntar que los valores globales de clorofila *a* están muy próximos al umbral G/M.

Sin embargo y debido a los resultados obtenidos en el análisis de dispersión (diagramas de barras y desviación estándar), análisis Cluster, diagramas caja-bigote de los parámetros fisicoquímicos y CCI para las diferentes estaciones que componen la masa, se cree que la estación DP120 no representa la masa 018. Se propone una nueva estación más representativa, ubicada en otro enclave para mejor caracterización del estado ecológico de la masa, ya que, al estar tan próxima a la desembocadura de río Segura se está midiendo la presión directa de un cauce y no el efecto de esa presión sobre la masa costera.

**4.18.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.**

**4.18.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.**

Para corroborar que la estación DP120 no es adecuada en la red de control de la masa 018, se analizan los P90 de clorofila *a* y los promedios de salinidad para las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las anualidades y el global de las cinco.

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 018</b>	<b>3,65</b>	2,14	3,18	3,43	2,57	4,66	<b>37,52</b>	<b>37,60</b>	<b>37,69</b>	<b>37,50</b>	<b>37,39</b>	<b>37,57</b>
DP120	<b>5,01</b>		4,55	5,08	2,55	5,24	<b>37,35</b>		37,21	37,46	37,17	37,54
DP122	<b>2,93</b>		2,50	1,86	1,64	3,61	<b>37,63</b>		37,84	37,60	37,53	37,70
DP123	<b>2,87</b>	2,14	2,60	3,80	2,14	3,55	<b>37,56</b>	37,60	37,81	37,44	37,40	37,56
DP185	<b>2,81</b>				2,54	2,89	<b>37,47</b>				37,47	37,48
DP120-DP122	<b>4,37</b>		4,43	3,07	2,54	5,08	<b>37,49</b>		37,52	37,53	37,35	37,62
DP120-DP123	<b>3,95</b>		3,76	3,82	2,54	5,21	<b>37,46</b>		37,51	37,45	37,29	37,55
DP120-DP185	<b>4,45</b>				2,58	5,05	<b>37,41</b>				37,32	37,51
DP122-DP123	<b>3,04</b>		2,66	3,34	2,10	3,71	<b>37,60</b>		37,83	37,52	37,47	37,63
DP122-DP185	<b>2,83</b>				2,49	2,97	<b>37,55</b>				37,50	37,59
DP123-DP185	<b>2,83</b>				2,47	2,95	<b>37,51</b>				37,44	37,52
DP120-DP122-DP123	<b>3,88</b>		3,18	3,43	2,54	5,05	<b>37,51</b>		37,62	37,50	37,37	37,60
DP120-DP122-DP185	<b>3,96</b>				2,57	4,86	<b>37,48</b>				37,39	37,58
DP120-DP123-DP185	<b>3,83</b>				2,57	5,03	<b>37,46</b>				37,35	37,53
DP122-DP123-DP185	<b>2,85</b>				2,43	3,39	<b>37,55</b>				37,47	37,58

Tabla 4.69. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 018 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas.

Se puede contemplar que de todas las posibles combinaciones, sólo las que presentan la estación DP120 tienen una clasificación global de “Moderate”. Se observa además como los promedios de salinidad son sensiblemente menores en esta estación que en el resto.

La siguiente figura (figura 4.100) resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado en los niveles de clorofila *a*) de la tabla anterior. Muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa como la masa 018 se clasifica como “Moderate” durante el periodo estudiado. La primera y cuarta anualidad se clasifica como “High”, la segunda y tercera como “Good” y sin embargo en la última anualidad se degrada a “Moderate”.

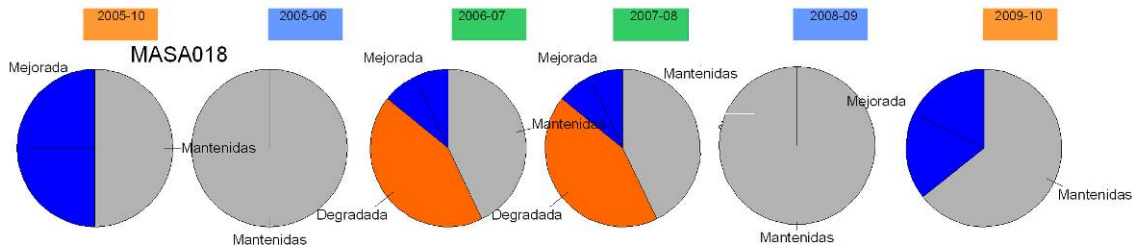


Figura 4.100. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa 019 para ese periodo estudiado.

**4.18.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila *a*.**

Para corroborar la decisión tomada se analiza el diagrama caja-bigote en el que se compara la combinación seleccionada con todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 018.

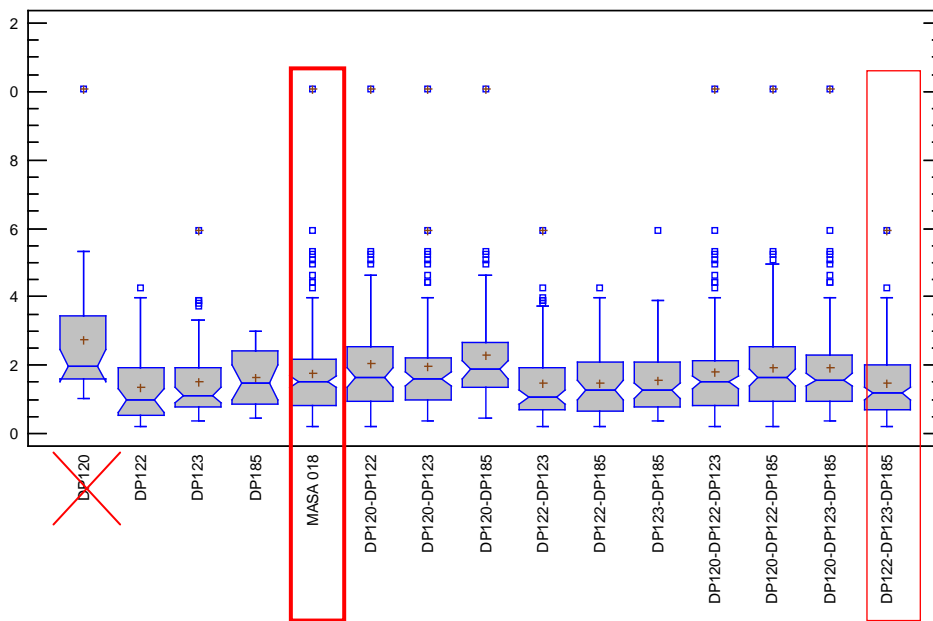


Figura 4.101. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 018 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

**4.18.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila *a*, mediante el diagrama de cuantiles.**

Se analiza ahora el diagrama de cuantiles, que es un método gráfico para comparar las distribuciones inferidas directamente de dos conjuntos de observaciones, donde los tamaños de las muestras sean distintos. Se incluyen además todas las estaciones de muestreo que forman la masa 018 y las posibles combinaciones de las tres estaciones que lo forman.

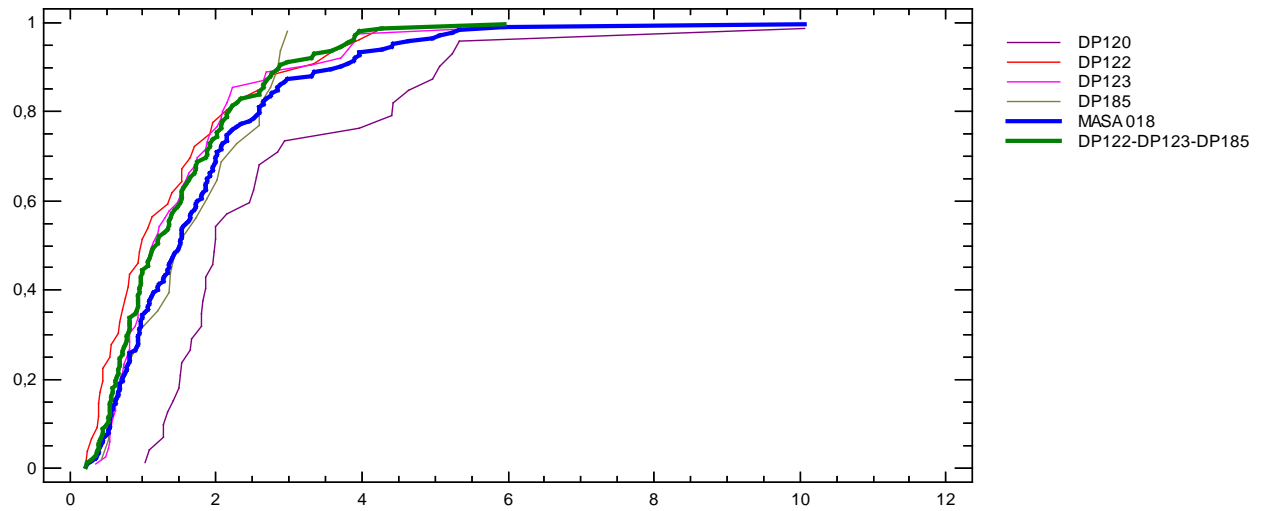


Figura 4.102. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila *a* de la masa 018 y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

La figura 4.101 y figura 4.102 muestran como el diagrama caja-bigote y el diagrama de cuantiles para la clorofila *a*, de la estación DP120 presenta una distribución muy diferenciada al resto de las estaciones y fundamentalmente a la distribución de la masa 018.

#### 4.19. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MASA 019.

##### 4.19.1. ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN Y ESTABILIDAD.

##### 4.19.1.1. Análisis de la dispersión a través de la desviación estándar.

Para estudiar cuál de las estaciones que componen la masa 019 está más influenciada continentalmente y presenta variaciones mayores de la salinidad y de todos los parámetros fisicoquímicos, se analiza la desviación estándar para cada uno de los parámetros. La desviación estándar, es la raíz cuadrada de la varianza, y ambas son medidas de dispersión. La tabla 4.70 muestra las desviaciones estándar obtenidas, donde los valores máximos de cada parámetro se encuentran resaltados con el fondo gris. Se observa como la estación DP131 y DP129 son las estaciones que presentan mayor dispersión para casi todos los parámetros (excepto clorofila *a*). Es de resaltar que la estación DP129 presenta mayor dispersión en la salinidad y en la clorofila *a*.

Estación	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST	DESVEST
	SALINIDAD (g/Kg)	AMONIO ( $\mu$ M)	NITRITO ( $\mu$ M)	NITRATO ( $\mu$ M)	PSR ( $\mu$ M)	PT ( $\mu$ M)	AC.ORTOSILICICO ( $\mu$ M)	CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )
DP125	0,47	1,37	0,14	1,79	0,05	0,25	1,34	0,99
DP127	0,44	0,58	0,13	3,79	0,04	0,42	0,89	0,76
DP129	0,48	0,81	0,12	7,53	0,04	0,32	1,52	2,29
DP131	0,44	0,75	0,31	11,94	0,12	0,22	1,22	1,64
<b>masa 019</b>	<b>0,46</b>	<b>0,93</b>	<b>0,23</b>	<b>9,00</b>	<b>0,07</b>	<b>0,32</b>	<b>1,35</b>	<b>1,56</b>

Tabla 4.70. Desviaciones estándar obtenidas para las estaciones de la masa 019.

##### 4.19.1.2. Análisis de las variaciones de la clorofila *a* y salinidad.

Para comprobar si las variaciones de clorofila *a* están relacionadas con variaciones en la salinidad se analizan los P10 de la salinidad y el P90 de la clorofila *a*, mediante diagramas de barras para cada estación, para cada año. Se eligen los P10 y P90 respectivamente, ya que son las medidas estadísticas menos afectadas por la variabilidad de los datos.

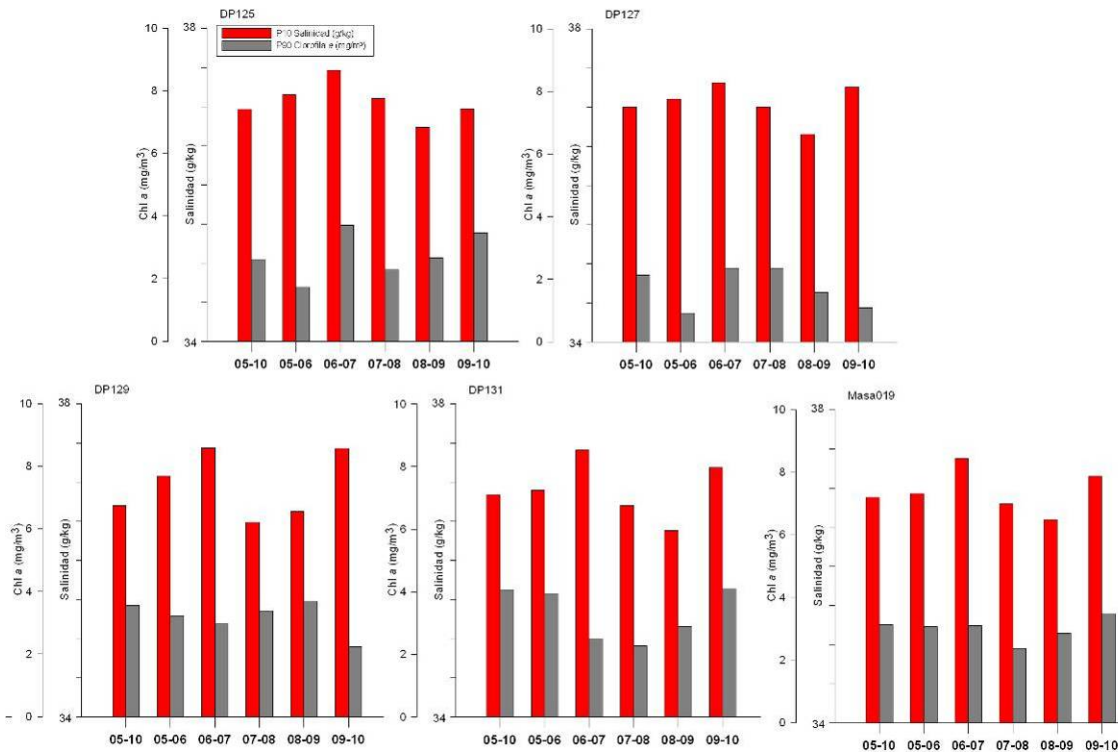


Figura 4.103. Diagramas de barras de los P10 de la salinidad y P90 de la clorofila *a*, en las cinco anualidades para la masa 019 y cada una de las estaciones que la forman.

Se observa una disminución clara de la salinidad la tercera y cuarta anualidad tanto en la masa 019 como en las estaciones que la forman. Esta variación es especialmente acusada en la DP129, que es la que presenta mayores desviaciones estándar como ya se ha podido observar.

#### 4.19.1.3. Análisis de la estabilidad en la clasificación ecológica en las estaciones de muestreo.

Se pasa ahora a analizar la fiabilidad de una masa o estación a lo largo de los cinco años estudiados siguiendo los criterios descritos en la introducción. Los resultados se muestran en la tabla 4.71.



	P90 (05-06)	P90 (06-07)	P90 (07-08)	P90 (08-09)	P90 (09-10)	<b>P90 (05-10)</b>	P90+0,5CV<10%	Clasificación
<b>Estación</b>	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Chl <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> )	<b>Chl <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b>	¿Cumple?	
DP125	1,73	3,71	2,29	2,68	3,46	2,62	Sí	estable
DP127	0,91	2,35	2,36	1,57	1,09	2,13	Sí	estable
DP129	3,22	2,96	3,38	3,69	2,24	3,55	No	inestable
DP131	3,95	2,51	2,27	2,88	4,10	4,06	No	inestable
<b>masa 019</b>	<b>3,07</b>	<b>3,10</b>	<b>2,38</b>	<b>2,85</b>	<b>3,48</b>	<b>3,14</b>	No	<b>inestable</b>

Tabla 4.71. Clasificación ecológica de la masa 019 y las estaciones que las componen [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] y la clasificación en estable o inestable de cada una de ellas.

La tabla 4.71 muestra los P90 de la clorofila *a* y la clasificación ecológica de la masa 019 y cada estación que la forma año a año y para el global de las cinco anualidades, con el código de colores establecido en la DMA. Además muestra si cumple el criterio establecido y si la masa es clasificada o no como estable. El estado ecológico que presenta la masa para las cinco anualidades en conjunto es “Good”, pero la estación DP131 se clasifica como “Moderate”. Esta estación corresponde a playa del Sacanit en Pilar de la Horadada, muy próxima al parque regional de las Salinas y Arenales de San Pedro y al Mar Menor. En el interior del parque regional de las Salinas existe un puerto y unas salinas en explotación y el Mar Menor es una albufera o laguna litoral de agua salada que presenta problemas ambientales debido a la urbanización de sus márgenes, la colmatación de la laguna y contaminación producida por nutrientes (principalmente nitratos). De hecho, presenta las mayores desviaciones estándar para el nitrito, nitrato y PSR.

#### 4.19.2. ANÁLISIS DE SIMILITUD ENTRE LA MASA 019 Y LAS ESTACIONES QUE LA FORMAN.

##### 4.19.2.1. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 019 a través del análisis Cluster.

Se utiliza el análisis de conglomerados jerárquicos con los resultados obtenidos para cada uno de los años y para todos los años en global. Este análisis estadístico indica las similitudes determinadas de las estaciones de una misma masa de agua. Para llevarlo a cabo se utilizan las medias globales de todos los datos recogidos en las estaciones de muestreo durante los cinco años de campañas mensuales. Los resultados se muestran en la figura 4.104.

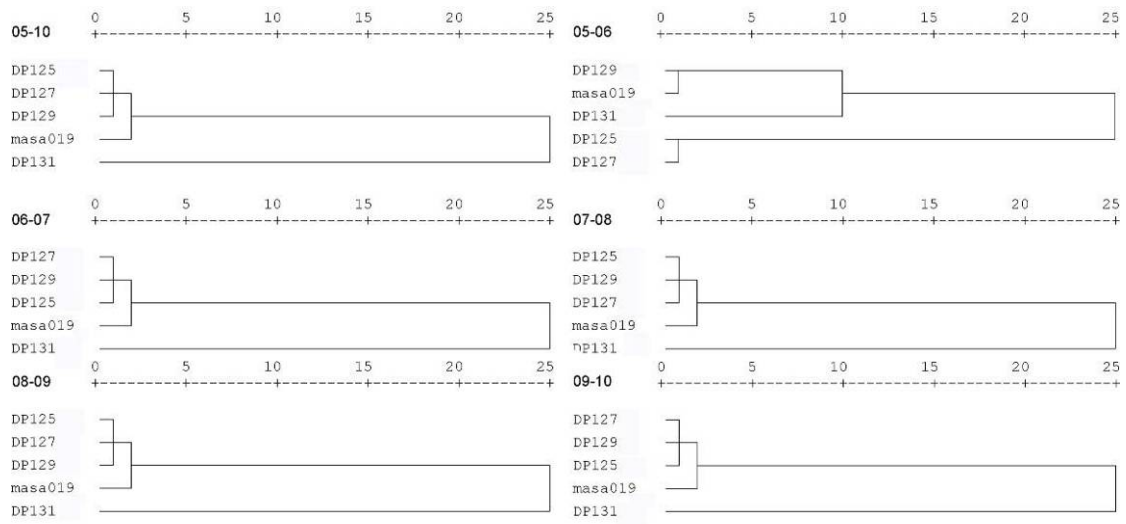


Figura 4.104. Dendrogramas obtenidos utilizando los promedios de salinidad, clorofila *a*, NID, PT, ácido ortosilícico y PHYMED para la masa 019 y las estaciones que la forman para cada anualidad y para las cinco anualidades estudiadas.

La figura 4.104 muestra que la estación DP131 presenta, como era de esperar por los resultados obtenidos anteriormente, un comportamiento más alejado de la masa que el resto de las estaciones. Este patrón se repite todas las anualidades excepto la primera donde parece que las salinidades entre todas las estaciones (figura 4.103) son especialmente elevadas y similares.

**4.19.2.2. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 019 mediante diagramas de caja-bigote.**

Para analizar la similitud de la masa con cada una de las estaciones que la forman se realizan diagramas de caja-bigote para todas las estaciones y la masa 019, con los datos globales para cada uno de los diferentes parámetros.

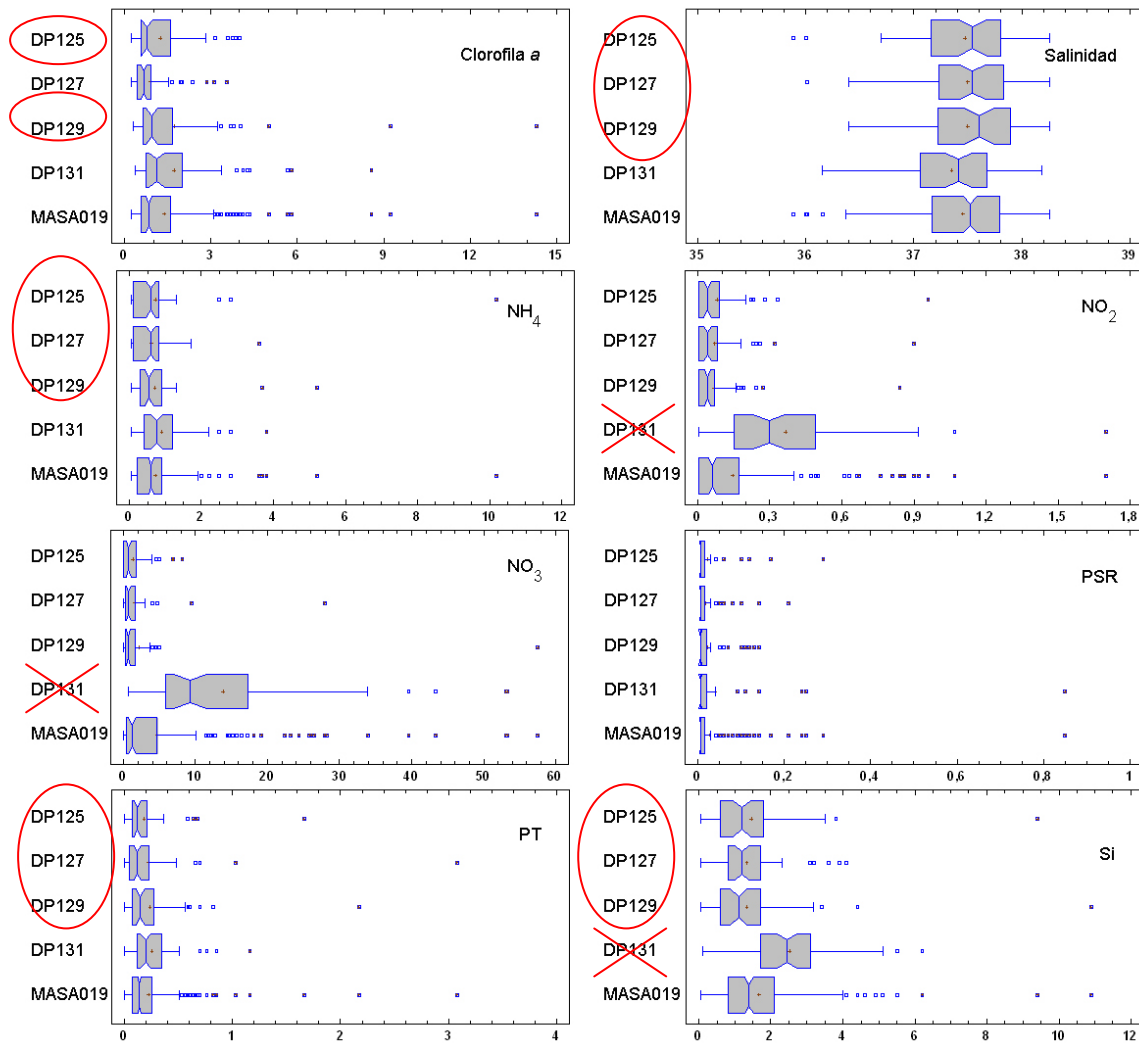


Figura 4.105. Diagramas de caja-bigote obtenidos para la clorofila *a*, salinidad, amonio, nitrito, nitrato, PSR, PT y ácido ortosilícico para la masa 019 y las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Parece que para la salinidad, el amonio, el fósforo total y el ácido ortosilícico, todas las estaciones excepto la DP131 presentan un diagrama caja-bigote similar a la masa 019. En el caso de la clorofila las más similares parecen ser las estaciones DP125 y DP129. Es de resaltar el comportamiento marcadamente diferenciado que presenta la estación DP131 para el nitrito, el nitrato y el ácido ortosilícico.

#### 4.19.2.3. Análisis de similitud entre las estaciones y la masa 019 mediante Coeficiente de Correlación Intraclase.

Se analiza ahora la similitud a través del Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) de las posibles combinaciones de estaciones que componen la masa 019. Los resultados de los CCI

obtenidos de comparar los promedios de clorofila *a* de las estaciones, con los de la masa 019 se muestran en la tabla 4.72

<b>CCI Masa 19</b>	
DP125	0,578
DP127	0,676
DP129	0,816
DP131	0,527
DP125-DP127	0,913
DP125-DP129	0,909
DP125-DP131	0,667
DP127-DP129	0,817
DP127-DP131	0,71
DP129-DP131	0,876
DP125-DP127-DP129	0,978
DP125-DP127-DP131	0,977
DP125-DP129-DP131	0,947
DP127-DP129-DP131	0,858

Tabla 4.72. Coeficientes de Correlación Intraclase obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones de la masa 019.

Si se analizan los CCI de las estaciones (tabla 4.72) se observa como el mínimo CCI se presenta para la estación DP131. La combinación con mayor CCI es la que forman las estaciones DP125, DP127 y DP129.

#### **4.19.3. SELECCIÓN DE ESTACIONES REPRESENTATIVAS.**

Se propone seleccionar como estaciones representativas de la masa 019, la combinación de las estaciones DP125, DP127 y DP129. Se concluye que la estación DP131 no debería representar a la masa 019 en la red de control. Esta decisión se ve apoyada por el análisis de dispersión y estabilidad de la estación. Coinciden estos resultados con los obtenidos en el dendograma, en los diagramas de caja-bigote para cada uno de los parámetros y en los CCI.

#### **4.19.4. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ESTACIONES SELECCIONADAS.**

Para corroborar que la combinación de estaciones seleccionadas (DP125, DP127 y DP129) para representar a la masa 019 en la red de control es adecuada, se analizan los datos de la misma y se comparan con los obtenidos para las posibles combinaciones de estaciones que forman la masa 019.

##### **4.19.4.1. Análisis de los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad.**

Para comprobar la clasificación ecológica de las diferentes combinaciones posibles, y la combinación de estaciones seleccionadas para la red de control, se calcula año a año los P90 de clorofila *a* y promedios de salinidad de las diferentes combinaciones de las estaciones que

forman la masa 019. Se observa que la combinación seleccionada tiene una distribución de la clasificación ecológica y salinidades muy similares a las de la masa.

Se debe buscar la concordancia entre el estado ecológico de la combinación de estaciones seleccionadas y el de la masa 019 considerando todas las estaciones que las forman. La tabla 4.73 muestra como las estaciones seleccionadas presentan el estado ecológico “Good”, al igual la masa para las cinco anualidades, sin embargo esta combinación mejora su clasificación ecológica la segunda y la quinta anualidad. Los promedios de salinidad obtenidos son muy similares también a los de la masa 019, en ambos casos ligeramente inferiores en la tercera y cuarta anualidad.

	chl a	chl a	chl a	chl a	chl a	chl a	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 019</b>	<b>3,14</b>	<b>3,07</b>	<b>3,10</b>	<b>2,38</b>	<b>2,85</b>	<b>3,48</b>	<b>37,46</b>	<b>37,49</b>	<b>37,67</b>	<b>37,28</b>	<b>37,33</b>	<b>37,51</b>
DP125	2,62	1,73	3,71	2,29	2,68	3,46	37,47	37,49	37,67	37,46	37,35	37,40
DP127	2,13	0,91	2,35	2,36	1,57	1,09	37,50	37,48	37,69	37,40	37,40	37,53
DP129	3,55	3,22	2,96	3,38	3,69	2,24	37,50	37,56	37,75	37,07	37,44	37,65
DP131	4,06	3,95	2,51	2,27	2,88	4,10	37,35	37,43	37,59	37,17	37,13	37,44
DP125-DP127	2,37	1,71	2,95	2,36	2,47	2,16	37,49	37,48	37,68	37,43	37,37	37,47
DP125-DP129	3,21	2,47	3,64	2,57	3,08	3,32	37,49	37,52	37,71	37,27	37,39	37,52
DP125-DP131	3,38	2,49	3,46	2,27	2,82	3,71	37,41	37,46	37,63	37,32	37,24	37,42
DP127-DP129	2,81	3,12	2,95	2,38	2,62	1,90	37,50	37,52	37,72	37,23	37,42	37,59
DP127-DP131	2,88	3,55	2,50	2,35	1,65	3,33	37,43	37,45	37,64	37,28	37,27	37,49
DP129-DP131	3,83	3,90	2,92	3,33	4,18	3,95	37,42	37,49	37,67	37,12	37,29	37,55
<b>DP125-DP127-DP129</b>	<b>2,83</b>	<b>2,44</b>	<b>3,10</b>	<b>2,38</b>	<b>2,84</b>	<b>2,25</b>	<b>37,49</b>	<b>37,51</b>	<b>37,70</b>	<b>37,31</b>	<b>37,40</b>	<b>37,53</b>
DP125-DP127-DP131	2,84	2,47	2,86	2,35	2,59	3,50	37,44	37,47	37,65	37,34	37,29	37,46
DP125-DP129-DP131	3,50	3,15	3,49	2,49	3,11	3,70	37,44	37,49	37,67	37,24	37,31	37,50
DP127-DP129-DP131	3,23	3,52	2,86	2,38	2,74	3,32	37,45	37,49	37,68	37,21	37,32	37,54

Tabla 4.73. P90 de la clorofila *a* y clasificación ecológica [Azul:High; Verde:Good; Amarillo:Moderate] de la masa 019 y todas las posibles combinaciones de estaciones para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas. Promedios de la salinidad para las posibles estaciones estudiadas para cada una de las cinco anualidades estudiadas y el global de las mismas.

La siguiente figura (figura 4.106) resume de manera gráfica los resultados en cuanto a la clasificación ecológica (basada como se ha comentado en los niveles de clorofila *a*) de la tabla anterior. Muestra la clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen, mejoran o empeoran (degradan) su estado ecológico respecto al de la masa para ese periodo estudiado. Se observa como la masa 019 se clasifica como “Good” durante el periodo estudiado excepto la tercera anualidad que se clasifica como “High” y un porcentaje de las posibles combinaciones que se realizan con las estaciones que la forman se presentan degradadas por la clasificación como “Moderate” de algunas de las estaciones.

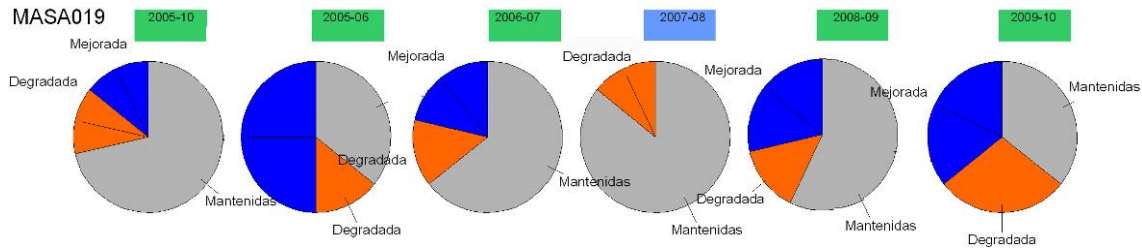


Figura 4.106. Clasificación ecológica de cada año mediante colores y el porcentaje de combinaciones de estaciones que mantienen [gris], mejoran [azul] o degradan [naranja] su estado ecológico respecto al de la masa 019 para ese periodo estudiado.

**4.19.4.2. Análisis de los diagramas de caja-bigote para la clorofila *a*.**

Para corroborar la decisión tomada se analiza el diagrama caja-bigote en el que se compara la combinación seleccionada con todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 019.

La figura 4.107 muestra como el diagrama caja-bigote de la combinación de estaciones seleccionadas (DP125, DP127 y DP129) presenta una forma muy similar al obtenido para la masa 019, aunque con una dispersión menor por haber eliminado la estación DP131.

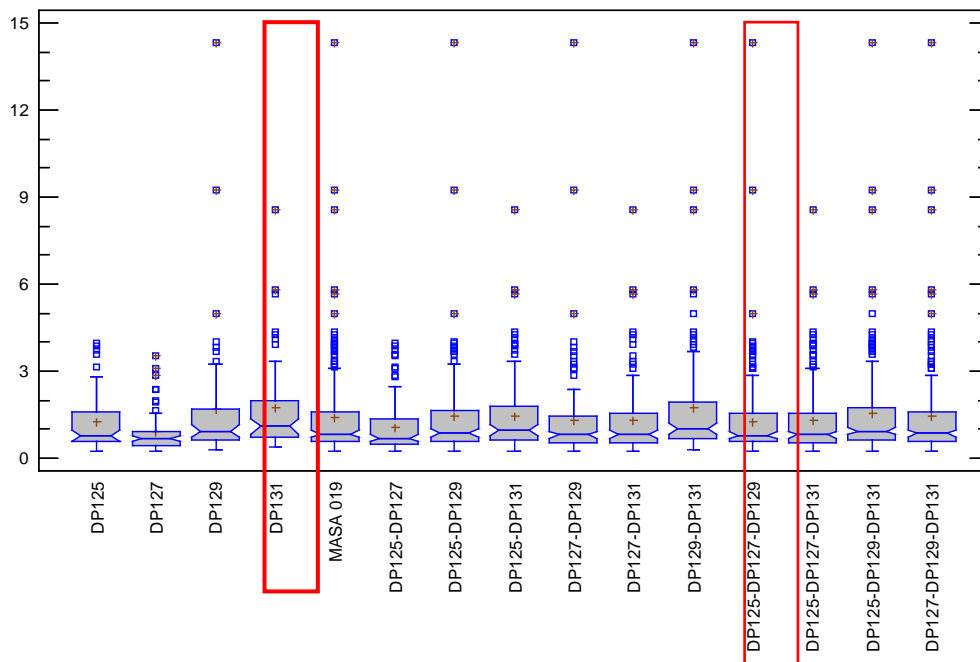


Figura 4.107. Diagrama caja-bigote de todas las posibles combinaciones de las estaciones que forman la masa 019 con los datos de clorofila *a* de las cinco anualidades estudiadas.

**4.19.4.3. Análisis de la distribución de la clorofila *a*, mediante el diagrama de cuantiles.**

Se analiza ahora el diagrama de cuantiles, que es un método gráfico para comparar las distribuciones inferidas directamente de dos conjuntos de observaciones, donde los tamaños de las muestras sean distintos. Se incluyen además todas las estaciones de muestreo que forman la masa 019 y las combinaciones de las 3 estaciones seleccionadas.

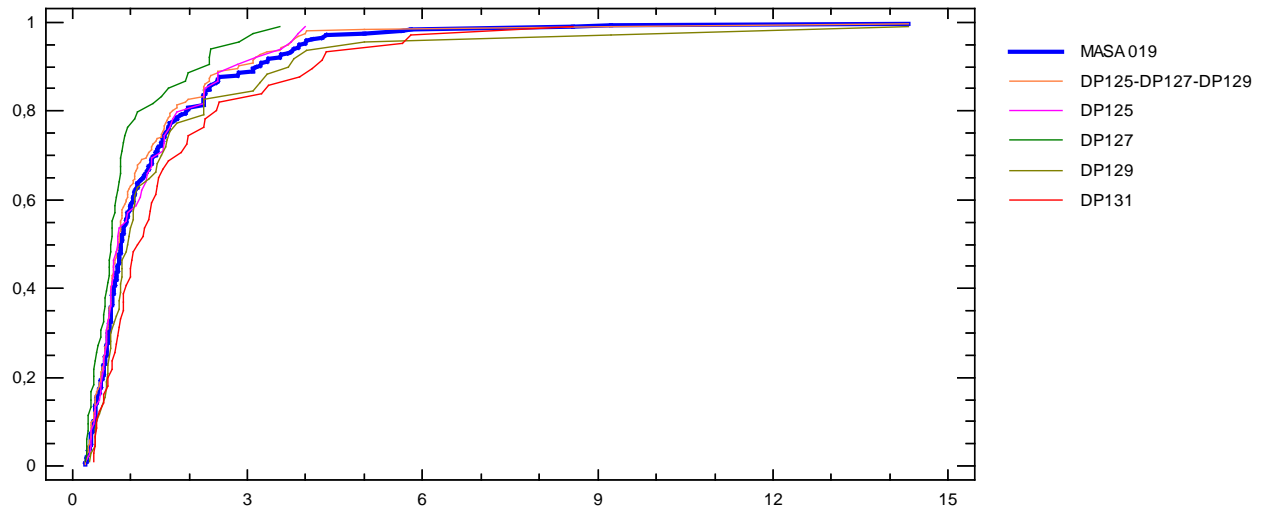


Figura 4.108. Diagrama de cuantiles de los valores de clorofila *a* de la masa 019, de la combinación de estaciones seleccionadas para representarla en la red de control y de las estaciones que la forman con los datos de las cinco anualidades estudiadas.

Analizando la figura 4.108 se observa una alta similitud entre la masa 019 y la combinación de estaciones seleccionadas (DP125, DP127 y DP129). Se aprecia también como la estación DP131 presenta una distribución para la clorofila *a* menos similar a la de la masa 019.

## 4.20. ESTACIONES SELECCIONADAS PARA LA RED DE CONTROL OPERATIVO

Se muestra a continuación un resumen de las estaciones seleccionadas para representar cada una de las masas de agua. Este resumen incluye el P90 y el estado ecológico indicado por escala de colores para cada masa y cada una de las estaciones que la componen en cada uno de los años objeto de estudio. Se incluye además el estado ecológico para cada año de la combinación de estaciones seleccionadas.

### TIPO II

#### Masa 001

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 001</b>	<b>3,632</b>	<b>2,908</b>	<b>3,649</b>	<b>3,291</b>	<b>5,34</b>	<b>2,98</b>
DP001	4,88	3,00	5,57	6,19	4,91	2,98
DP003	2,91	2,26	3,28	2,03	2,49	3,39
DP005	2,78	2,81	2,04	2,48	3,32	2,58
DP007	3,38	2,73	3,40	2,74	6,04	2,86
DP133	5,00	4,41	4,55	3,24	5,35	3,25
DP005-DP007	3,27	2,81	2,67	2,74	5,96	2,78

Tabla 4.74. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 001 y las estaciones que la componen.

#### Masa 002

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 002</b>	<b>3,40</b>	<b>3,14</b>	<b>3,36</b>	<b>4,16</b>	<b>4,07</b>	<b>2,77</b>
DP010	4,87	3,57	4,89	5,57	4,09	4,79
DP134	4,18	3,81	3,33	5,35	4,94	2,32
DP135	2,57	1,90	2,56	1,99	1,81	2,65
DP136	2,89	2,86	2,70	3,98	3,11	2,31
DP137	2,90	2,72	2,77	2,47	3,37	2,16
DP136-DP137	2,90	2,81	2,76	3,34	3,37	2,30

Tabla 4.75. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 002 y las estaciones que la componen.

#### Masa 003

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 003</b>	<b>2,21</b>	<b>2,16</b>	<b>2,35</b>	<b>2,14</b>	<b>2,16</b>	<b>2,39</b>
DP012	2,26	2,16	2,38	2,48	1,90	2,38
DP014R	2,68		1,57	2,00	2,86	2,83
DP016	2,04	2,29	2,09	1,79	1,84	1,79
DP018	1,42	1,56	1,48	1,44	1,05	1,41
DP014R-DP016	2,46		2,04	2,00	2,54	2,75

Tabla 4.76. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 003 y las estaciones que la componen.



**Masa 004**

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 004</b>	<b>3,56</b>	<b>6,83</b>	<b>3,27</b>	<b>3,08</b>	<b>3,50</b>	<b>3,41</b>
DP020	3,75	4,56	3,29	2,27	3,46	3,88
DP021	3,16			2,06	4,03	3,14
DP022	3,13	7,16	2,89	3,00	1,92	2,41
DP027	3,92	4,50	3,15	3,13	4,40	5,34
DP029	2,71			4,36	2,17	2,24
<b>DP020-DP021-DP022</b>	<b>3,44</b>			<b>2,74</b>	<b>3,21</b>	<b>3,17</b>

Tabla 4.77. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 004 y las estaciones que la componen.

**Masa 005**

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 005</b>	<b>4,36</b>	<b>4,24</b>	<b>4,28</b>	<b>6,65</b>	<b>3,82</b>	<b>4,69</b>
DP032	3,88	4,84	2,52	2,86	2,34	8,38
DP034	4,08	3,93	4,34	4,34	3,82	4,11
DP036	6,22	4,19	4,24	6,62	4,88	4,01
DP038	4,26	4,25	3,06	9,77	2,80	2,59
DP040	4,37	3,53	6,00	3,03	3,22	4,69
<b>DP034-DP036-DP038-DP040</b>	<b>4,37</b>	<b>4,10</b>	<b>4,38</b>	<b>7,03</b>	<b>3,90</b>	<b>4,50</b>

Tabla 4.78. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 005 y las estaciones que la componen.

**Masa 007**

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 007</b>	<b>4,97</b>	<b>4,95</b>	<b>4,08</b>	<b>3,49</b>	<b>5,11</b>	<b>6,08</b>
DP046	5,07	4,95	3,95	3,46	4,21	6,87
DP047R	5,09		5,17	3,48		4,32
DP150	3,82		3,69	4,09	3,46	3,08
DP151	3,78		3,68	3,48	3,72	5,94
DP152	5,51		3,97	2,58	7,54	2,98
<b>DP046-DP151</b>	<b>4,95</b>		<b>3,81</b>	<b>3,46</b>	<b>4,02</b>	<b>6,10</b>

Tabla 4.79. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 007 y las estaciones que la componen.

**Masa 008**

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 008</b>	<b>6,38</b>	<b>4,12</b>	<b>4,43</b>	<b>8,33</b>	<b>7,21</b>	<b>5,37</b>
DP052	6,35	7,00	4,65	8,08	5,49	3,45
DP054	6,46	4,06	3,57	6,48	7,63	6,55
DP055	4,54	3,83	3,27	9,09	3,79	4,07
DPU001	7,33		3,93	7,40	7,80	5,37
<b>DP052-DP054-DP055</b>	<b>6,18</b>	<b>4,12</b>	<b>4,65</b>	<b>8,82</b>	<b>5,85</b>	<b>5,48</b>

Tabla 4.80. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 008 y las estaciones que la componen.

**Masa 009**

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 009</b>	<b>6,16</b>	<b>4,44</b>	<b>4,93</b>	<b>9,17</b>	<b>5,16</b>	<b>6,37</b>
DP056	5,18	3,37	4,33	9,11	5,83	4,06
DP057	5,50	5,31	3,22	5,49	4,03	6,15
DP059	4,57	4,14	3,53	6,76	3,66	3,93
DP062	8,98	5,31	8,63	9,80	5,04	8,43
<b>DP056-DP057-DP062</b>	<b>6,59</b>	<b>4,72</b>	<b>5,34</b>	<b>9,67</b>	<b>5,21</b>	<b>6,55</b>

Tabla 4.81. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 009 y las estaciones que la componen.

**Masa 010**

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 010</b>	<b>6,01</b>	<b>4,16</b>	<b>3,94</b>	<b>5,27</b>	<b>7,03</b>	<b>9,70</b>
DP065	9,354				6,59	11,47
DP068	8,39	6,87	4,46	11,28	6,14	14,58
DP070	5,12	3,67	3,91	4,61	5,44	8,69
DP072	5,15	3,10	2,46	3,57	6,96	4,99
DP073	4,81	4,08	2,17	4,74	9,65	4,08
DP074	2,69	0,68	2,66	3,52	2,12	3,10
<b>DP070-DP072</b>	<b>5,19</b>	<b>3,41</b>	<b>3,76</b>	<b>4,31</b>	<b>6,80</b>	<b>8,19</b>

Tabla 4.82. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 010 y las estaciones que la componen.

**TIPO III**

**Masa 011**

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 011</b>	<b>2,26</b>	<b>1,48</b>	<b>2,69</b>	<b>1,88</b>	<b>2,38</b>	<b>2,19</b>
DP002A	1,68		1,04	1,68	4,62	1,54
DP076	2,70	1,64	2,43	3,77	2,28	2,95
DP078	1,64	1,18	2,50	1,09	1,59	1,21
DP080	2,41	1,48	3,70	1,71	2,93	1,94
DP081	1,45	1,42	1,66	1,25	1,54	1,62
<b>DP078-DP080</b>	<b>2,27</b>	<b>1,44</b>	<b>3,36</b>	<b>1,59</b>	<b>2,41</b>	<b>1,87</b>

Tabla 4.83. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 011 y las estaciones que la componen.

**Masa 012**

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 012</b>	<b>2,21</b>	<b>2,15</b>	<b>2,27</b>	<b>2,11</b>	<b>2,12</b>	<b>2,02</b>
DP082	4,17	2,38	5,74	3,04	3,76	2,30
DP083	2,21			4,41	1,39	1,55
DP084	1,30	1,35	0,88	1,34	1,14	0,62
DP085	1,77			1,18	1,87	1,94
DP086	2,21	3,69	1,26	1,87	1,84	2,28
<b>DP084-DP085-DP086</b>	<b>1,78</b>	<b>2,15</b>	<b>1,24</b>	<b>1,51</b>	<b>1,85</b>	<b>1,76</b>

Tabla 4.84. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 012 y las estaciones que la componen.

**Masa 013**

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 013</b>	<b>2,95</b>	<b>1,26</b>	<b>1,33</b>	<b>5,03</b>	<b>2,54</b>	<b>3,33</b>
DP088	1,31	1,14	1,09	1,08	1,44	2,32
DP092	2,86	1,70	1,25	5,31	2,02	2,15
DP094R	4,13		1,33	5,98	3,44	5,33
<b>DP088-DP092</b>	<b>2,03</b>	<b>1,26</b>	<b>1,22</b>	<b>3,64</b>	<b>1,98</b>	<b>2,21</b>

Tabla 4.85. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 013 y las estaciones que la componen.

**Masa 014**

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 014</b>	<b>1,81</b>	<b>1,49</b>	<b>1,65</b>	<b>1,81</b>	<b>1,86</b>	<b>1,87</b>
DP096	<b>1,36</b>	1,15	1,31	1,75	2,00	1,06
DP098	<b>1,85</b>	1,29	1,79	1,94	1,80	1,22
DP100	<b>1,67</b>	2,17	1,46	1,48	1,47	1,51
DP102	<b>1,83</b>	1,14	1,59	1,63	1,12	3,82
<b>DP096-DP098</b>	<b>1,79</b>	1,29	1,70	1,93	1,91	1,21

Tabla 4.86. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 014 y las estaciones que la componen.

**Masa 015**

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 015</b>	<b>2,08</b>				<b>2,07</b>	<b>2,16</b>
DP175	2,74				2,74	2,61
DP177	1,80				1,42	1,80
DP179	1,92				1,18	2,24
<b>DP177-DP179</b>	<b>1,84</b>				<b>1,41</b>	<b>1,89</b>

Tabla 4.87. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 015 y las estaciones que la componen.

**Masa 016**

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 016</b>	<b>5,23</b>	<b>5,38</b>	<b>3,78</b>	<b>7,13</b>	<b>4,29</b>	<b>3,22</b>
DP106	6,18		2,95	7,83	4,97	3,01
DP107	6,48	3,08	5,89	6,57	2,61	6,72
DP113	5,21	5,38	3,59	5,73	6,47	2,71
DP114	3,00		3,02	4,52	1,53	3,00
<b>DP106-DP107-DP113-DP114</b>	<b>5,23</b>	<b>5,38</b>	<b>3,78</b>	<b>7,13</b>	<b>4,29</b>	<b>3,22</b>

Tabla 4.88. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 016 y las estaciones que la componen.

**Masa 017**

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 017</b>	<b>4,46</b>	<b>3,27</b>	<b>2,13</b>	<b>5,43</b>	<b>3,46</b>	<b>4,96</b>
DP115	5,18	1,65	2,75	5,44	2,78	5,08
DP118	4,58		1,89	8,51	3,79	5,23
DP119	4,04	4,30	1,96	4,94	2,36	4,42
<b>DP115-DP118-DP119</b>	<b>4,46</b>	<b>3,27</b>	<b>2,13</b>	<b>5,43</b>	<b>3,46</b>	<b>4,96</b>

Tabla 4.89. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 017 y las estaciones que la componen.

**Masa 018**

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 018</b>	<b>3,65</b>	<b>2,14</b>	<b>3,18</b>	<b>3,43</b>	<b>2,57</b>	<b>4,66</b>
DP120	5,01		4,55	5,08	2,55	5,24
DP122	2,93		2,50	1,86	1,64	3,61
DP123	2,87	2,14	2,60	3,80	2,14	3,55
DP185	2,81				2,54	2,89
<b>DP122-DP123-DP185</b>	<b>2,85</b>				<b>2,43</b>	<b>3,39</b>

Tabla 4.90. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 018 y las estaciones que la componen.

**Masa 019**

	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>	chl <i>a</i>
	05-10	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10
<b>MASA 019</b>	<b>3,14</b>	<b>3,07</b>	<b>3,10</b>	<b>2,38</b>	<b>2,85</b>	<b>3,48</b>
DP125	2,62	1,73	3,71	2,29	2,68	3,46
DP127	2,13	0,91	2,35	2,36	1,57	1,09
DP129	3,55	3,22	2,96	3,38	3,69	2,24
DP131	4,06	3,95	2,51	2,27	2,88	4,10
<b>DP125-DP127-DP129</b>	<b>2,83</b>	<b>2,44</b>	<b>3,10</b>	<b>2,38</b>	<b>2,84</b>	<b>2,25</b>

Tabla 4.91. Clasificación ecológica por anualidades y para el global de los cinco años para la masa 019 y las estaciones que la componen.

**4.21. CORRELACIÓN ENTRE EL ESTADO ECOLÓGICO Y LAS PRESIONES.**

Se analiza en este apartado la correlación entre el índice de estado ecológico (P90 de la clorofila *a*) con el índice de presiones denominado LusiVal, desarrollado a lo largo del ejercicio de intercalibración de la directiva Marco del Agua para el litoral Mediterráneo. Se compara la correlación existente entre dicho índice y los P90 de la clorofila *a* de cada una de las masas de agua para todas las estaciones con la correlación del LusiVal y el P90 de la clorofila *a* para las estaciones seleccionadas en cada masa de agua. Se observa así una relación directa entre el estado ecológico y las presiones ejercidas sobre cada masa de agua y se corrobora como esta correlación se mantiene tras la reducción espacial de las estaciones en la red de control operativo.

Aplicando este índice se analiza el grado de presión que sufre cada una de las 18 masas de agua costeras en que se divide el litoral de la Comunitat Valenciana. Se obtienen los siguientes resultados.

Masa	Urbano	Agrícola	Industrial	Tipología	Otras	Confinamiento	Score LusiVal	Masa	Estaciones seleccionadas
001	0,18	0,43	0	1	1	1	<b>2,62</b>	3,63	2,81
002	0,05	0	0	1	0	1	<b>1,05</b>	3,40	2,90
003	0,03	0,19	0	1	0	1	<b>1,22</b>	2,21	2,46
004	0,73	1,06	0	1	1	1	<b>3,8</b>	3,56	3,44
005	0,23	1,04	0	1	1	1	<b>3,27</b>	4,36	4,37
007	0,19	0,72	0	1	2	1	<b>3,91</b>	4,97	4,95
008	2,76	2,9	0	1	2	1	<b>8,66</b>	6,38	6,18
009	0,08	2,73	0	1	2	1	<b>5,81</b>	6,16	6,59
010	0,67	0,98	0	1	2	1,25	<b>5,8</b>	6,01	5,19
011	0,02	0,07	0	0	0	1,25	<b>0,1</b>	2,27	1,68
012	0,04	0	0	0	0	1,25	<b>0,05</b>	2,21	1,78
013	0,15	0,12	0	0	0	1,25	<b>0,33</b>	2,95	2,03
014	0,11	0,06	0	0	0	1,25	<b>0,21</b>	1,81	1,79
015	0,09	0,1	0	0	0	1,25	<b>0,23</b>	2,08	1,84
016	1,11	0,07	0	0	1	1,25	<b>2,72</b>	5,23	5,23
017	0,1	0,41	0	0	2	1,25	<b>3,14</b>	4,46	4,46
018	0,05	1,74	0	0	1	1	<b>2,79</b>	3,65	2,85
019	0,35	0,39	0	0	0	1,25	<b>0,93</b>	3,14	2,83

Tabla 4.92. Valoración obtenida para el índice LusiVal en cada una de las masas de agua de la Comunitat Valenciana y los P90 de la clorofila *a* para las masas estudiadas y los obtenidos para cada masa con las estaciones seleccionadas.

Se comprueba analizando la figura 20.1 que la correlación existente entre el indicador de presiones obtenido con el LusiVal y el indicador de estado ecológico obtenido con el P90 de la clorofila *a* para cada tipología es muy similar, antes y después de la reducción espacial. Esto indica que se han eliminado aquellas estaciones que representan en menor medida a la masa, bien por situarse demasiado próximas a vertidos directos, bien por sus condiciones hidrodinámicas (zonas especialmente confinadas o especialmente agitadas) que hacen que no reflejen las presiones de la masa de agua de una zona concreta dentro de ella.

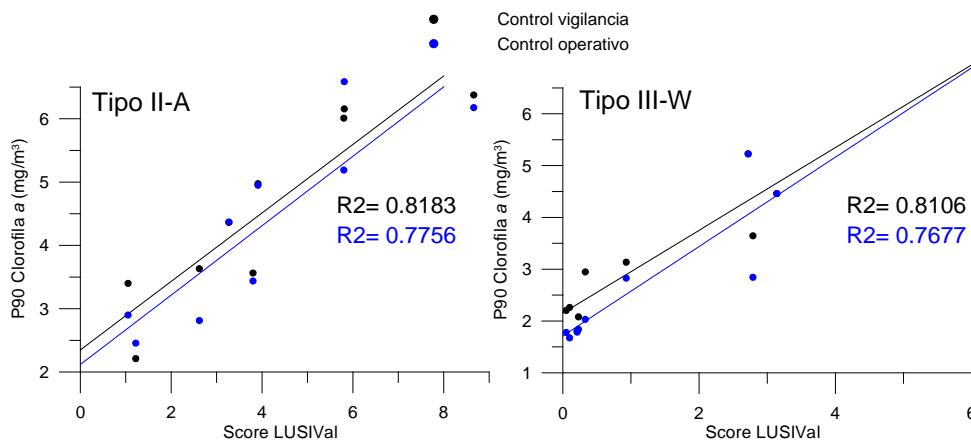


Figura 4.109. Correlación P90 vs LusiVal para las masas costeras Tipo IIA y Tipo II-W.

Las altas correlaciones indican que ambos índices son excelentes herramientas que han de ser empleadas para la gestión de la calidad costera, ya que un cambio sobre las presiones que se ejercen en cada una de las masas de agua se verá reflejado de manera directa en su estado ecológico.





# CAPÍTULO 5

## CONCLUSIONES

Con este trabajo se establece una metodología que permite realizar una reducción espacial de las estaciones de muestreo en el control de vigilancia, consiguiendo una correcta caracterización de las masas de agua.

### 5.1. CONCLUSIONES RESPECTO A LA METODOLOGÍA.

Para la selección de estaciones representativas se utilizan análisis estadísticos de dispersión y estabilidad, análisis de similitud como el análisis Cluster, diagramas caja-bigote, el Coeficiente de Correlación Intraclase y el diagrama de cuantiles.

Los análisis estadísticos de dispersión y estabilidad permiten analizar la sensibilidad de las masas y estaciones que las componen a un cambio de estado ecológico, dando idea de cuan robusta es la clasificación ecológica obtenida.

El análisis Cluster permite analizar las estaciones con un comportamiento más similar a la masa considerando todos los parámetros fisicoquímicos disponibles.

La comparación de los diagramas de caja-bigote de las distintas estaciones respecto a la masa de agua que forman, permite analizar la dispersión y simetría en la distribución de los valores de cada uno de los parámetros.

El Coeficiente de Correlación Intraclase nos permite analizar la similitud, considerando la varianza, de conjuntos de valores, analizando qué grupos de estaciones son más similares en cuanto a comportamiento, con respecto a la masa de agua.

El diagrama de cuantiles nos permite comparar la distribuciones inferidas directamente de dos conjuntos de observaciones, pudiendo así comprobar la similitud entre la masa y las estaciones seleccionadas para representarla.

### 5.2. CONCLUSIONES RESPECTO A LAS MASAS DE AGUA COSTERAS.

En la masa 001 el análisis de los dendogramas, los diagramas caja-bigote y la dispersión de las masas de agua apuntan a la selección de las estaciones DP005 y DP007 como combinación

de la masa 001. A pesar de que el CCI es muy bueno, no es el mayor de los obtenidos con la combinación de dos estaciones de muestreo, sin embargo se mantiene esta selección ya que el análisis realizado con el diagrama de cuantiles apoya esta decisión.

Para la masa 002 el dendograma y el análisis del CCI indican que las estaciones DP136 y DP137 son las estaciones más representativas de la masa. El dendograma descarta la estación DP010 por mostrarse muy distante del comportamiento global de la masa para todas las anualidades estudiadas, tanto por separado como en global

El análisis de los parámetros estadísticos estudiados indica que la estación que representa a la masa 003 es la DP016, sin embargo y para evitar posibles degradaciones de la masa de agua por la afección temporal de esta estación por cuestiones naturales o antropogénicas, se elige una estación más que será la DP014R.

En la masa 004 el análisis de los dendogramas, los diagramas caja-bigote y los valores del CCI, apuntan que las estaciones DP020 y DP022 presentan un comportamiento más similar a la masa que el resto de las estaciones que la forman. Sin embargo la DP020 es una estación que a pesar de clasificarse como “High” todos los años, la escasa distancia al umbral H/G y la dispersión de los datos, hacen que se clasifique como inestable. La DP022 sufre algún tipo de presión la primera anualidad que hizo que se clasificase como “Moderate”. Para evitar estos inconvenientes se decide la elección de otra estación para representar a la masa. La estación seleccionada es la DP021.

En la masa 005, los análisis estadísticos sugieren un comportamiento muy diferenciado para la estación DP032 con una elevada dispersión para datos de salinidad y nitrato por estar en una zona de elevada actividad agrícola. Se selecciona la combinación formada las estaciones DP034, DP036, DP038 y DP040.

En la masa 007, se seleccionan las estaciones DP046 y DP151 debido a su estabilidad, a la similitud que presentan con la masa 007 tanto en el análisis de los dendogramas, los diagramas caja-bigote y los elevados CCI obtenidos tanto de manera individual como en la combinación de las mismas. Las estaciones DP047R y DP152 son descartadas ya que los análisis estadísticos muestran un comportamiento muy diferenciado del de la masa de agua.

Se seleccionan como estaciones representativas de la masa 008, las estaciones DP052, DP054 y DP055. El análisis de los dendogramas, los diagramas caja-bigote, la dispersión de las masas de agua apuntan al descarte de la DPU001, y la inestabilidad de las estaciones que componen la masa apuntan a la selección de un mayor número de estaciones para evitar que

posibles variaciones puntuales en las concentraciones de clorofila *a* puedan modificar el estado ecológico de la masa.

En la masa 009 las estaciones seleccionadas son la DP056, DP057 y DP062. Se excluye la DP059 por presentar distancias elevadas en los dendogramas pero sobre todo por las diferencias obtenidas en los diagramas caja-bigote en muchos de los parámetros analizados.

Para la masa 010 el análisis Cluster, los diagramas caja bigote y el CCI indican que la estación cuyo comportamiento es más similar es la estación DP070 y en menor medida la DP072. Estas dos estaciones son las seleccionadas para representar a la masa 010.

Se propone seleccionar como estaciones representativas de la masa 011 las estaciones DP078 y DP080 debido a los resultados obtenidos en el análisis de los dendogramas, los diagramas caja-bigote y de dispersión. La estación DP076 presenta el comportamiento más diferenciado con respecto a la masa para los análisis estadísticos realizados y la estación DP081 es muy estable, es la que presenta menor influencia continental, presentando valores de clorofila *a* y concentraciones de los parámetros fisicoquímicos especialmente bajos, esto hace que el comportamiento de esta estación se aleje del que presenta la masa para el periodo estudiado.

En la masa 012 se seleccionan las estaciones DP084, DP085 y DP086 debido a los resultados estadísticos. Las estaciones DP082 y DP083 presentan desviaciones estándar elevadas, los diagramas de barras para salinidad y clorofila *a* tienen un comportamiento muy diferenciado de los de la masa 012; y tanto el análisis Cluster como los diagramas caja-bigote indican un comportamiento menos similar a la masa que el resto de las estaciones. Además el CCI obtenido es bajo para estas estaciones.

Los análisis estadísticos indican que la estación más representativa de la masa 013 es la DP092. Pero no es adecuado que una masa de agua esté representada en el control operativo por una única estación, ya que cualquier modificación antropogénica en la zona puede tener cambios no deseados sobre el estado ecológico de la masa. Se decide elegir junto con la DP092 la estación DP088, ya que la DP094R está ubicada en una zona confinada y se considera esta razón suficiente para no hacerla representativa de una masa de agua costera.

En la masa 014 se seleccionan las estaciones DP096 y DP098, ya que presentan similitud en los dendogramas, para la mayoría de los parámetros fisicoquímicos en los diagramas elaborados con los datos de las cinco anualidades y presentan un elevado CCI. Son estaciones muy estables y con bajas desviaciones estándar. La dispersión de los valores de clorofila *a* de la estación DP102 y la dispersión en el resto de valores de la estación DP100 y las diferencias

presentadas tanto en los dendogramas (especialmente para la DP102) y en los diagramas caja-bigote para algunos de los parámetros estudiados hacen que estas dos estaciones sean descartadas para representar a la masa 014 en la red de control.

Se seleccionan como estaciones representativas de la masa 015 la combinación de las estaciones DP177 y DP179. A pesar de no disponer para estas estaciones de una serie temporal de cinco años, se decide que una estación tan confinada como la DP175 no debería representar a la masa 015 en la red de control. Esta decisión se ve apoyada por el análisis de dispersión y estabilidad de la estación. Coinciden estos resultados con los obtenidos en el dendograma y en los diagramas de caja-bigote para cada uno de los parámetros, pero no con los obtenidos en los CCI. A pesar de los CCI se decide descartar de la red de control la estación DP175

La masa 016 y la masa 017 presentan un estado ecológico “Moderate” para el global de la masa y para tres de las cuatro estaciones que la componen. Para una masa cuya clasificación es “Moderate” no es adecuado hacer una reducción de puntos de muestreo en la red de control. Aún así se realiza un análisis estadístico y territorial para analizar cada una de las estaciones.

La masa 018 presenta un estado ecológico “Moderate”. Para una masa cuya clasificación es “Moderate” no es adecuado hacer una reducción de puntos de muestreo en la red de control. Hay que apuntar que los valores globales de clorofila *a* están muy próximos al umbral G/M. Sin embargo y debido a los resultados obtenidos en el análisis de dispersión (diagramas de barras y desviación estándar), análisis Cluster, diagramas caja-bigote de los parámetros fisicoquímicos y CCI para las diferentes estaciones que componen la masa, se cree que la estación DP120 no representa la masa 018. Se propone descartar esta estación o proponer una nueva estación más representativa, ubicada en otro enclave para mejor caracterización del estado ecológico de la masa, ya que, se ubica muy próxima a la desembocadura de río Segura.

En la masa 019 se seleccionan las estaciones DP125, DP127 y DP129. Se concluye que la estación DP131 debería descartarse tras el análisis de dispersión y estabilidad, del dendograma, de los diagramas de caja-bigote y de los CCI.

### **5.3. CONCLUSIONES RESPECTO A LA GESTIÓN COSTERA.**

Gracias a este análisis, en la Comunitat Valenciana se consigue reducir el número de estaciones de 78 a 47. Se logra por tanto un importante ahorro para las administraciones

públicas, sin que esto suponga una pérdida de información, necesaria para una correcta caracterización de las masas de agua costeras.

Este ahorro se debe, por un lado, a la reducción de los días de muestreo, con la consecuente reducción de gastos de alquiler de vehículo, gasolina y peajes, costes laborales de técnicos y las dietas asociadas a los mismos, suponiendo un ahorro mensual de unos 450€ con un total de 5400€ anuales. Por otro lado, el ahorro es, además, debido una reducción de analíticas ya que las estaciones muestreadas pasan de 78 a 47 mensualmente. El ahorro anual asociado a esta reducción es, mensualmente, de unos 7500€ y unos 90000€ anuales. Así, entre el ahorro de gastos derivados de viajes, personal y dietas de los muestreos y los gastos derivados de las analíticas, el ahorro anual asciende a más de 95.000 euros.



# CAPÍTULO 6

## BIBLIOGRAFÍA.

Anger K. 1977. Benthic invertebrates as indicators of organic pollution in the Western Baltic Sea. *International Revue of Gestion and Hydrobiology* 62 (2):245-254.

APHA. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington.

Argimon Pallán J.M. y J. Jiménez Vill. 2000. Métodos de investigación clínica y epidemiológica. 2ª ed. Madrid: Harcorurt.

Bartko J.J. 1966. The intraclass correlation coefficient as a measure of reliability. *Psychological reports* 19: 3-11.

Bendschneider K. y R.J. Robinson. 1952. A new spectrophotometric determination of nitrite in sea water. *Journal of Marine Research*, 2:87-96.

Blanc J.J. y A. Jeudy de Grissac. 1984. Erosions sous-marines des herbiers a *Posidonia oceanica* (Mediterranee). International Workshop on *Posidonia oceanica* beds (C.F. Boudouresque, A. Jeudy de Grissac, J. Olivier, eds.). France: GIS Posidonie Publication 1:23-28.

Borowitzka M.A. 1972. Intertidal algal species diversity and the effects of pollution. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 25:73-84.

Boudouresque C.F. y A. Meinesz. 1982. Découverte de l'hervier de *Posidonie*. *Cahier Parc Nation. Port-Cross* 4:1-79.

Bricaud A., M. Babin, A. Morel y H. Claustre. 1995. Variability in the chlorophyll-specific absorption coefficients of natural phytoplankton: Analysis and parameterisation. *Journal of Geophysical Research* 100(C7):13321-13332.

Bricker S.B., C.G. Clement, D.E. Pirhalla y S.P. Orlando. 1999. Farrow. Nutritional estuarine eutrophication assessment: effects of nutrient enrichment in the nation's estuaries. NOAA, National Ocean Service, Special Projects Office and the National Centers for Coastal Ocean Science, Silver Spring, MD, 71 pp.

- Canals M., E. Ballesteros, J. Serra, B. Alonso y E. Catafau. 1988. The Pollensa Bay carbonate factory (Balearic IS, NW Mediterranean Sea). Rapport. Commission Internationale pour la Mer Mediterranee 31(2):11pp.
- CEAM. 2008. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Resúmenes climáticos mensuales. Disponible en: <http://www.gva.es/ceamet/clima/clima.htm>. [Consulta: 02 de septiembre de 2010].
- Chau K.W. y H.S. Jin. 1998. Eutrophication model for a coastal Bay in Hong Kong. *Journal of Environmental Engineering* 124(7):628-638.
- Claustre H., P. Kerhervé, J.-C. Marty y L. Prieur. 1994. Phytoplankton photoadaptation related to some frontal physical processes. *Journal of Marine Systems* 5:251-265.
- Cloern J.E. 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series* 219:223-253.
- Costanza R. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Crooks S. y R.K. Turner. 1999. Intergraded coastal management: sustaining estuarine natural resources. En: Nedwell D.B. y D.G. Raffaelli. *Estuaries: Advances in Ecological Research*, 29. Academic Press, New York: 241-289.
- Davies P. 2004. Nutrient processes and chlorophyll in the estuaries and plume of the Gulf of Papua. *Continental Shelf Research* 24:2317-2341.
- Davy-Bowker J., R.T. Clarke, R.K. Johnson, J. Kokes, J.F. Murphy, Z. Svetlana. 2006. A comparison of the European Water Framework Directive physical typology and RIVPACS-type models as alternative methods of establishing reference conditions for benthic macroinvertebrates. *Hydrobiologia* 566: 91-105.
- Decisión 2008/915/CE de la Comisión de 30 de octubre de 2008 por la que se fijan, de conformidad con la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, los valores de las clasificaciones de los sistemas de seguimiento de los Estados miembros a raíz del ejercicio de intercalibración [notificada con el número C (2008) 6016] (Texto pertinente a efectos del EEE) (2008/915/CE)).
- Decreto 89/1986, de 8 de julio, del Consell de la Generalitat Valenciana, de régimen jurídico del Parque Natural de la Albufera. (DOGV nº 408, 23/07/86). Derogado y sustituido por el



Decreto 71/1993. DECRETO 71/1993, de 31 de mayo, del Gobierno Valenciano, de régimen jurídico del Parque de la Albufera (DOGV núm. 2057, de 30.06.93).

Den Hartog C. 1970. The sea-grasses of the world. North-Holland Publications Company, Amsterdam.

Díez J. 1996. Guía Física de España. 6. Las costas. Alianza Editorial, Madrid, 715 pp.

Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

Directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres. Diario Oficial n° L 103 de 25/04/1979:0001-0018.

Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Diario Oficial n° L 206 de 22/07/1992:0007-0050.

EPA-Environmental Protection Agency. 2001. Nutrient Criteria. Technical Guidance Manual Estuarine and Coastal Marine Waters. United States.

Esteban V. 1988. Procesos litorales al sur del Cabo de San Antonio. Universidad Politécnica de Valencia (Spain). PhD. tesis.

Estrada M. 1996. Primary production in the northwestern Mediterranean. *Scientia Marina* 60 (Suppl 2):50-64.

Fleiss J.L. 1986. The design and analysis of clinical experiments. New York: John Wiley & Sons.

Flemer D.A. 1969. Chlorophyll analysis as a method of evaluating the standing crop phytoplankton and primary productivity. *Chesapeake Science* 10(3-4):301-306.

García E., T.C. Granata y M.C. Duarte. 1999. An approach to measurement of particle flux and sediment retention within seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows. *Aquatic Botany* 65:255-268.

Gilbert P.M., C.A. Heil, J.M. O'Neil, W.C. Dennison y M.J.H. O'Donohue. 2006. *Estuaries and Coast* 29(2):209-221.

González E. 1989. Producción primaria del fitoplancton y caracterización fisicoquímica de las aguas del Cayo Dos Mosquises, Los Roques, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 28(1-2):35-45.

- GVA. 2002. Catálogo de Zonas Húmedas de la Comunidad Valenciana 2002. Disponible en: [http://www.cth.gva.es/areas/espacios/zonas\\_humedas/zon/memoria2002.pdf](http://www.cth.gva.es/areas/espacios/zonas_humedas/zon/memoria2002.pdf). [Consulta: 01 de febrero de 2009].
- Hernández Aguado I., M. Porta Serra, M. Miralles, F. García Benavides y F Bolúmar. 1990. La cuantificación de la variabilidad en las observaciones clínicas. *Medicina Clínica* (Barcelona) 95: 424-429.
- Herut B., G. Tibor, Y.Z. Yacobi y N. Kress. 1999. Synoptic measurements of chlorophyll *a* and suspended particulate matter in a transitional zone from polluted to clean seawater utilizing airborne remote sensing and ground measurements, Haifa Bay (SE Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin* 38(9):762-772.
- Holte B. y E. Oug. 1996. Soft-bottom macrofauna and responses to organic enrichment in the subarctic waters of Tromsø, northern Norway. *Journal of Sea Research* 36:227-237.
- Ibàñez C., D. Pont, y N. Prat. 1997. Characterization of the Ebro and Rhone Estuaries: A basis for defining and classifying salt-wedge estuaries. *Limnology and Oceanography* 42(1):89-101.
- Irigoién X. y J. Castel. 1997. Light limitation and distribution of chlorophyll pigments in a highly turbid estuary - The Gironde (SW France). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 44(4):507-517.
- Jeffrey S.W. y G.F. Humphrey. 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, and c in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen* 167:191-194.
- Kramer M.S. y A.R. Feinstein. 1981. Clinical bioestatistics LIV. The bioestatistics concordance. *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, January:111-113.
- Krom M.D., N. Kress, S. Brenner y L.I. Gordon. 1991. Phosphorus limitation of primary productivity in the eastern Mediterranean Sea. *Limnology and Oceanography* 36(3):424-432.
- Kuoppo-Leinikki P. y H. Kuosa. 1989. Preservation of picoplanktonic cyanobacteria and heterotrophic nanoflagellates for epifluorescence microscopy. *Archiv für Hydrobiologie* 114(4):631-636.
- Lance G.N. y W.T. Williams. 1967. A General Theory of Classificatory Sorting Strategies:1. Hierarchical Systems. *The Computer Journal* 9(4):373-380.

- Landis J.R. y G.G. Koch. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33 (1): 159–174.
- Levine H.G. 1984. The use of seaweeds for monitoring coastal waters. In: *Algae as ecological indicators*. L.E. Shubert (Eds.). Academic Press, London:189-210.
- Li Y.Q. y T.J. Smayda. 1998. Temporal variability of chlorophyll in Narragansett Bay, 1973-1990. *ICES Journal of Marine Science* 55(4):661-667.
- Lucena-Moya P., I. Pardo y M. Álvarez. 2008. Development of a typology for transitional waters in the Mediterranean ecoregion: The case of the islands. *Estuarine Coastal and Shelf Science* (in Press). *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*16(5):441-455
- Lund J.W.G., C. Kipling y E.D. Le Cren. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia* 11:143–170.
- MacIsaac E.A. y J.G. Stockner. 1993. Enumeration of phototrophic picoplankton by autofluorescence microscopy. En P.F. Kemp, B.F. Sherr, E.B. Sherr and J.J. Cole (Eds.), *Handbook of methods in aquatic microbial ecology*. Lewis Publ.:187-197.
- Macqueen J.B. 1967. Some methods of classification and analysis of multivariate observations. *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*:281–297.
- MEDOCC-BEACHMED. 2003. INTERREG III – MEDOCC – BEACHMED. European Project. Strategic management of beach protection for sustainable development of Mediterranean coastal zones. Universidad Politécnica de Valencia (Spain). Disponible en: <http://www.beachmed.eu>. [Consulta: 01 de abril de 2008].
- Milestone 4 report. Disponible en: <http://www.circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc> [Consulta: 23 de septiembre de 2011].
- Molenaar H., D. Barthélémy, P. Reffye, A. Meisnez y I. Mialet. 2000. Modelling and growth patterns of *Posidonia oceanica*. *Aquatic Botany* 66:85-99.

- Moss B., D. Stephen, C. Alvarez, E. Becares, W. van de Bund, S.E. Collings, E. van Donk, E. de Eyto, T. Feldman, C. Fernández-Aláez, M. Fernández-Aláez, J.M. Franken, F. García-Criado, E. Grossh, M. Gyllström, L.A. Hansson, K. Irvine, A. Järvalt, J.P. Jensen, E. Jeppesen, T. Kairesalo, R. Kornijow, T. Krause, H. Kunnape, A. Laase, E. Lill, B. Lorens, H. Luup, M.R. Miracle, P. Noges, T. Noges, M. Näyknen, I. Ott, W. Peczuła, E. Peters, G. Phillips, S. Romo, V. Russell, J. Salujoe, M. Scheffer, K. Siewertsen, H. Smal, C. Tesch, H. Timm, L. Tuvikene, I. Tonno, T. Virro, E. Vicente y D. Wilson. 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.
- Moutin T., P. Raimbault, H.L. Golterman y B. Coste. 1998. The input of nutrients by the Rhone river into the Mediterranean Sea: Recent observations and comparison with earlier data. *Hidrobiología* 373-374: 237-246.
- Mullin J.B. y J.P. Riley. 1955. The spectrophotometric determination of silicate-silicon in natural waters with special reference to seawater. *Analytical Chemical Acta* 12:162-170.
- Odum E. P. 1972. *Ecología*. Ed. Interamericana, México, 639 pp.
- Pachés M., I. Romero, Z. Hermosilla y R. Martínez-Guijarro. 2011. PHYMED: An ecological classification system for the Water Framework Directive based on phytoplankton community composition. *Ecological Indicators*. doi:10.1016/j.ecolind.2011.07.003.
- Pachés M. 2010. PHYMED: Un sistema de indicadores ecológicos para la Directiva Marco del Agua basado en la composición de la comunidad fitoplanctónica. Universidad Politécnica de Valencia (Spain), PhD. tesis, 198 pp.
- Paerl H.W. y S.L. Shimp. 1973. Preparation of filtered plankton and detritus for study with scanning electron microscopy. *Limnology and Oceanography* 18:802-805.
- Painting S.J., M.J. Devlin, S.I. Rogers, D.K. Mills, E.R. Parker y H.L. Rees. 2005. Assessing the suitability of OSPAR EcoQOs for eutrophication vs ICES criteria for England and Wales. *Marine Pollution Bulletin* 50:1569-1584.
- Pearson T.H. y R. Rosenberg. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 16:229-311.

- Pèrès J.M. y J. Picard. 1975. Causes de la raréfaction et de la disparition des herbiers de *Posidonia oceanica* sur les côtes françaises de la Méditerranée. *Aquatic Botany* 1:133-139.
- Pita Fernández S. y S. Pértega Díaz. 2004. La fiabilidad de las mediciones clínicas: el análisis de concordancia para variables numéricas. Disponible en: <http://www.Fisterra.com>. [Consulta: 25 de septiembre de 2011].
- PNUMA. 1990a. Technical Annexes to the Report on the State of the Marine Environment. *Regional Seas Reports and Studies* (114/2):676.
- PNUMA. 1990b. The State of the marine environment. *Reports and Studies* (39):11.
- Prieto L., R. Lamarca y A. Casado. 1998. La evaluación de la fiabilidad en las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclase. *Medicina Clínica (Barcelona)*: 110(4):142-145.
- Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas. Sábado 3 febrero 2007. BOE núm. 30. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/02/03/pdfs/A05118-05120.pdf>. [Consulta: 02 de enero de 2009].
- Real Decreto 2510/1977, de 5 de agosto, sobre trazado de líneas de base rectas en desarrollo de la Ley 20/1967, de 8 de abril, sobre extensión de las aguas jurisdiccionales españolas a 12 millas, a efectos de pesca. BOE. Boletín Oficial del Estado, 30 de Septiembre 1977 (núm. 234).
- Rodríguez J. 1982. *Oceanografía del mar Mediterráneo*. Ediciones Pirámide, S.A., Madrid.
- Romero I. 2004. Comportamiento de los Nutrientes en la pluma del Río Ebro. Universidad Politécnica de Valencia (Spain), PhD. tesis, 589 pp.
- Romero J. 1985. Estudio ecológico de las fanerógamas marinas de la Costa Catalana: Producción primaria de *Posidonia oceánica* (L.) Delile en las islas Medes. Universidad de Barcelona (Spain), PhD. tesis, 266 pp.
- Roselló M.V. 1979. "Els espais albuferencs dels Pais Valencia" *Acta Geologica Hispana* 14: 487-493.
- Sakshaug E., A. Bricaud, Y. Dandonneau, P.G. Falkowski, D.D. Kiefer, L. Legendre, A. Morel, J. Parslow y M. Takahashi. 1997. Parameters of photosynthesis: Definitions, theory and interpretation of results. *Journal of Plankton Research* 19(11):1637-1670.

- Salvador Figueras M. y P. Gargallo. 2003: Análisis Exploratorio de Datos. Disponible en: <http://www.5campus.com/leccion/aed>> [Consulta: 23 de septiembre de 2011].
- Samper J. 2003. Aguas subterráneas y medio ambiente en Galicia. Reflexiones sobre el medio ambiente en Galicia. Consellería de Medio Ambiente, Xunta de Galicia.
- Sánchez Lizaso J.L. 1993. Estudio de la pradera de *Posidonia oceanica* (L.) Delile de la reserva marina de Tabarca (Alicante): fenología y producción primaria. Universidad de Alicante (Spain), PhD. tesis.
- Sánchez Lizaso J.L., J.T. Bayle, J.M. González, A.A. Ramos Esplá, S. Rodríguez Ruiz, P. Sánchez Jerez y C. Valle. 2002. Impacto de la pesca de arrastre sobre las praderas de *Posidonia oceanica*. En: Actas del VII Foro Científico para la Pesca Española en el Mediterráneo, Alicante:95-101.
- Sánchez-Montoya M., T. Puntí, M.L. Suárez, M.R. Vidal-Abarca, M. Rieradevall, J.M. Poquet, C. Zamora-Muñoz, S. Robles, M. Álvarez, J. Alba-Tercedor, M. Toro, A.M. Pujante, A. Munné y N. Prat. 2007. Concordance between ecotypes and macroinvertebrate assemblages in Mediterranean streams. *Freshwater Biology* 52: 2240-2255.
- Serra J. y J.R. Medina. 1996. Beach monitoring program of Valencia (Spain). 25th International conference on coastal engineering. Book of abstracts. Eds. American Society of Civil Engineering:590-591.
- Serra J. 1986. Procesos litorales de las costas de Castellón Universidad Politécnica de Valencia (Spain), PhD. tesis.
- Serra J. 2002. Definición de las unidades y subunidades morfodinámicas del litoral del óvalo Valenciano entre el río Cenia (Castellón) y el cabo de San Antonio (Alicante). Fundación para el fomento de la ingeniería del agua. Valencia (Spain).
- Serra J. 2005. Modelo morfológico-fotogramétrico de evolución, evaluación de la estabilidad y prognosis de evolución litoral. Universidad de Valencia.
- Shiah F.K., S.J. Kao, G.C. Gong y K.K. Liu. 1996. Spatial variability of phytoplankton production and the implications of its controlling mechanisms in the coastal zone near the river mouth of the Lanyang Hsi. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 37:9-15.
- Shinn M.B. 1941. Colorimetric method for the determination of nitrite. *Industrial and Engineering Chemistry Analytical Edition* 13:33-35.

- Simboura N., P. Panayotidis y E. Papathanassiou. 2005. A synthesis of the biological quality elements for the implementation of the European Water Framework Directive in the Mediterranean ecoregion: the case of Saronikos Gulf. *Ecological Indicators* 5: 253-266.
- Solórzano L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenol hypochlorite method. *Limnology and Oceanography* 14:799-801.
- Soto Y., M. Bianchi, J. Martínez y J. Vives-Rego. 1993. Seasonal evolution of microplanktonic communities in the estuarine front ecosystem of the Rhone river plume (North-western Mediterranean Sea). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 37:1-13.
- Sournia A. 1978. *Phytoplankton Manual*. Monographs on oceanographic methodology, Unesco, Paris.
- Strickland J.D.H. y T.R. Parsons. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Fisheries Research Board of Canada. Queens Printer, Ottawa.
- Terrados J. y C.M. Duarte. 2000. Experimental evidence of reduced particle resuspension within a seagrass (*Posidonia oceanica*) meadow. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 243:45-53.
- Tett P., R. Gowen, D. Mills, T. Fernandes, L. Gilpin, M. Huxham, K. Kennington, P. Read, M. Service, M. Wilkinson y S. Malcolm. 2007. Defining and detecting undesirable disturbance in the context of marine eutrophication. *Marine Pollution Bulletin* 55:282-297.
- Thingstad T.F., U. Li-Zweifel y F. Rassoulzadegan. 1998. P limitation of heterotrophic bacteria and phytoplankton in the northwest Mediterranean. *Limnology and Oceanography* 43(1):88-94.
- Tsuji T. y T. Yanagita. 1981. Improved fluorescence microscopy for measuring the standing stock of phytoplankton including fragile components. *Marine Biology* 64:207-211.
- Uncles R.J., A.E. Easton, M.L. Griffiths, C. Harris, R.J.M. Howland, I. Joint, R.S. King, A.W. Morris y D.H. Plummer. 1998. Concentrations of suspended chlorophyll in the tidal Yorkshire Ouse and Humber Estuary. *The Science of the Total Environment* 210-211:367-375.
- Valderrama J.C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorous in natural waters. *Marine Chemistry* 10:109-122.
- Verdonschot P.F.M. y R.C. Nijboer. 2004. Testing the European stream typology of the Water Framework Directive for macroinvertebrates. *Hydrobiologia* 516:35-54.

Verity P.G., J.O. Blanton, J. Amft, C. Barans, D. Knott, B. Stender y E. Wenner. 1988. Influences of physical oceanographic processes on chlorophyll distributions in coastal and estuarine waters of the South Atlantic Bight. *Journal of Marine Research* 56(3):681-711.

Vollenweider R.A., A. Rinaldi, R. Viviani y E. Todini. 1996. Assessment of the state of eutrophication in the Mediterranean sea. MAP Technical Reports Series nº 106. UNEP., Athens. 7.

WFD CIS (2001) Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Strategic document as agreed by the Water Directors under Swedish Presidency. 2 may 2001. Electronic document. Public WFD CIRCA library. Disponible en: <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/wfd/library:1-79>. [Consulta: 02 de febrero de 2010].

WFD CIS (2003) Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Carrying forward the Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive. Progress and Work Programme for 2003 and 2004. As agreed by the Water Directors. 17 June 2003. Disponible en: <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/wfd/library:1-52> [Consulta: 02 de mayo de 2010].

WFD CIS (2004) Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Moving to the next stage in Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive Progress and work programme for 2005 and 2006. As agreed by the Water Directors. 2-3 December 2004. Electronic. Disponible en: <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/wfd/library:1-84>. [Consulta: 02 de mayo de 2010].

WFD CIS Working Group 2.5. Intercalibration (2003) Guidance document nº 6. Towards a guidance on establishment of the intercalibration network and the process on the intercalibration exercise. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg:1-47.

WFD CIS Working Group 2A. (2005). Guidance document nº 13. Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg:1-47.

WFD. Technical Report. 2007. Description of national methods included in the intercalibration (annex to Technical Report). Spain Member. Part 3. Coastal and Transitional. Disponible en: [http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc\\_eewai/library?l=/intercalibration\\_2/lastest\\_committee/coastal-transitional&vm=detailed&sb=Title](http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library?l=/intercalibration_2/lastest_committee/coastal-transitional&vm=detailed&sb=Title). [Consulta: 07 de diciembre de 2009].



Wilde E.W. y Fliermans C.B. 1979. Transactions of the American Microscopical Society 98:96-102.

Williamson P. 1992. Global change: reducing uncertainties. International Geosphere-Biosphere Programme (of the International Council of Scientific Unions). IGBP Secretariat, Royal Swedish Academy, Estocolmo, Suecia. 40 pp.

Zonneveld C. 1998. A cell-based model for the chlorophyll *a* to carbon ratio in phytoplankton. Ecological Modelling 113:55-70.