



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departament de Ciències del Mar i Biologia Aplicada
Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada

**PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL DEL VERTIDO DE
LAS DESALINIZADORAS I Y II DEL NUEVO CANAL DE
CARTAGENA EN SAN PEDRO DEL PINATAR:**



Informe Anual 2017

Han intervenido en la realización de este estudio:

Unidad de Biología Marina

Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, Universidad de Alicante

José Luis Sánchez Lizaso (Coordinador)

José Antonio de la Ossa Carretero

Yoana del Pilar Ruso

Yolanda Fernández Torquemada

Luis Miguel Ferrero Vicente

Candela Marco Méndez

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Alicante

Adoración Carratalá Giménez

Instituto Universitario del Agua y las Ciencias Ambientales, Universidad de Alicante

Daniel Prats Rico

Liuba Domínguez Chabaliná

María Ángeles Bernal

JOSÉ LUIS SÁNCHEZ LIZASO, Doctor en Ciencias Biológicas y Profesor Titular de la Universidad de Alicante CERTIFICA que el presente informe ha sido realizado bajo mi dirección.

Y para que conste a los efectos oportunos firmo el presente escrito, en Alicante a 24 de enero de 2017.



Fdo: Dr José Luis Sánchez Lizaso

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	16
2. MATERIAL Y MÉTODOS	16
2.1.- Vigilancia estructural	16
2.2.- Control del efluente	16
2.3.- Control del medio receptor	17
2.3.1. – Estaciones de muestreo	17
2.3.2. – Métodos de muestreo.	25
2.3.3. – Métodos de análisis.	28
2.3.4.- Análisis de los datos.	30
3. RESULTADOS	35
3.1.- Régimen de funcionamiento de las desalinizadoras.	35
3.2.- Vigilancia estructural y resultados de los sensores conectados a las boyas.	35
3.2.1.- Vigilancia estructural ¹	35
3.2.2 Resultados de los sensores conectados a las boyas.	37
3.3.- Control del efluente.	38
3.4.- Control de las aguas receptoras.	39
3.5.- Control de sedimentos y organismos.	48
3.5.1.- Sedimentología durante el año 2017.	48
3.5.2.- Fauna general en la campaña de primavera de 2017.	55
3.5.3.- Estructura de la comunidad de poliquetos en primavera 2017.	62
3.5.4.- Fauna general en la campaña de otoño de 2017.	73
3.5.5.- Estructura de la comunidad de poliquetos en otoño de 2017.	81
3.5.7.- Evolución temporal. Comparación de las campañas comprendidas entre otoño de 2005 y otoño de 2017.	93
3.5.7.1- Sedimentología.	93
3.5.7.2.- Estudio de la fauna general.	98
3.5.7.2.1.- Comparación de las campañas de primavera de 2006 a primavera de 2017.	98
3.5.7.2.2.- Comparación de las campañas de otoño de 2005 a 2017.	105
3.5.7.3.- Poliquetos.	112
3.5.7.3.1.- Comparación de las campañas de primavera del 2006 al 2017.	112
3.5.7.3.2.- Comparación de las campañas de otoño del 2005 al 2017.	119
3.5.8.- Transectos de videocámara.	128
3. 7.-Pradera de <i>Posidonia oceanica</i>	129
3.7.1.-Densidad	129

3.7.2.-Cobertura	132
3.7.3.-Fenología	133
3.7.4.-Análisis multivariante de las localidades	136
3.7.5.-Clasificación del estado ecológico de las localidades según la DMA mediante el índice Valencian CS	137
3.8.-Equinodermos	140
3.8.- Caracterización espacio-temporal de la pluma de salinidad.	142
3.9.- Caracterización espacio-temporal de la distribución de temperatura en el fondo.	147
4. VALORACIÓN Y CONCLUSIONES	149
ANEXOS DIGITALES	154
ANEXO 1: Perfiles verticales de salinidad en las campañas	154
ANEXO 2. Fotografías de las muestras de sedimento	154
ANEXO 3. Primer informe trimestral	154
ANEXO 4. Segundo informe trimestral	154
ANEXO 5. Tercer informe trimestral	154
ANEXO 6. Cuarto informe trimestral	154
ANEXO 7. Análisis del efluente	154
ANEXO 8. Análisis de las aguas receptoras	154
ANEXO 9. Transectos con video	154
5. BIBLIOGRAFÍA	155

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 2.1. Estaciones de muestreo.</i>	18
<i>Tabla 2.2. Características de las estaciones muestreadas para el control de aguas receptoras.</i>	21
<i>Tabla 2.3. Características de las estaciones muestreadas para el control de sedimentos y organismos.</i>	23
<i>Tabla 2.4. Características de las estaciones muestreadas para el control de la pradera de Posidonia oceánica.</i>	24
<i>Tabla 2.5. Métodos de muestreo empleados en el control de cada elemento.</i>	27
<i>Tabla 2.6. Métodos de análisis para aguas receptoras límite de cuantificación máximo. En base a lo establecido en la Instrucción técnica complementaria sobre determinaciones químicas y microbiológicas para el análisis de las aguas (ITC-MMA.EECC-1/06).</i>	28
<i>Tabla 2.7. Métodos de análisis de sedimentos y organismos.</i>	29
<i>Tabla 2.8. Descripción de índices empleados. Donde, n_i: número de individuos de la especie i; N: número total de individuos, S: número de especies, f_{pop}: frecuencia de poliquetos oportunistas, f_a: frecuencia de anfípodos.</i>	30
<i>Tabla 2.9. Descripción del método de análisis de datos utilizado para cada parámetro del control de sedimentos y organismos.</i>	32
<i>Tabla 2.10. Descripción del método de análisis de datos utilizado para cada parámetro del control de sedimentos y organismos.</i>	34
3. RESULTADOS	35
<i>Tablas 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 (páginas anteriores). Valores de los análisis de control de las aguas receptoras en las campañas del 2017 en superficie y en profundidad.</i>	48
<i>Tabla 3.5. Porcentaje de las clasificaciones granulométricas en cada estación.</i>	49
<i>Tabla 3.6. Porcentaje de materia orgánica, pH y potencial redox en cada estación para cada campaña del 2017.</i>	52
<i>Tabla 3.7. Valores de Níquel, Hierro, Cromo, Zinc y Cobre en los sedimentos.</i>	54
<i>Tabla 3.8. Abundancias medias (n° ind/m²) de los grupos faunísticos estudiados en cada estación.</i>	55
<i>Tabla 3.9. Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de las especies respecto a los grupos establecidos. SM: Similitud media entre cada transecto. AM: Abundancia media. PA: Porcentaje acumulado.</i>	60
<i>Tabla 3.10. Resumen de análisis de disimilitud (SIMPER) de la abundancia de las especies respecto a los grupos establecidos. AM1: abundancia media en el grupo 1. AM2: Abundancia media en el grupo 2. AM3: Abundancia media en el grupo 3. DM: Disimilitud media entre grupos. PA: Porcentaje acumulado.</i>	61

Tabla 3.11. Resumen del RELATE considerando cada uno de los factores ambientales por separado, y el total como conjunto de ellos. En negrita se señalan los que proporcionan un resultado significativo.	61
Tabla 3.12. Abundancias medias (n° ind/m^2) de las familias de poliquetos en cada una de las estaciones.	62
Tabla 3.13. Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de las familias de poliquetos respecto a los grupos establecidos. SM: Similitud media entre cada grupo. AM: Abundancia media. PA: Porcentaje acumulado.	69
Tabla 3.14. Resumen de análisis de disimilitud (SIMPER) de la abundancia de las familias de poliquetos respecto a los grupos y subgrupos establecidos. AMx: abundancia media en el grupo x. AMy: Abundancia media en el grupo y a comparar. DM: Disimilitud media entre grupos. PA: Porcentaje acumulado.	69
Tabla 3.15. Resumen del RELATE considerando cada uno de los factores ambientales por separado.	70
Tabla 3.16. Abundancias medias (n° ind/m^2) de los grupos faunísticos en cada estación.	73
Tabla 3.17. Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de las especies respecto a los grupos establecidos. SM: Similitud media entre cada transecto. AM: Abundancia media. PA: Porcentaje acumulado.	78
Tabla 3.18. Resumen de análisis de disimilitud (SIMPER) de la abundancia de los diferentes grupos taxonómicos respecto a los grupos establecidos. AMx: abundancia media en el grupo x. AMy: Abundancia media en el grupo. DM: Disimilitud media entre grupos. PA: Porcentaje acumulado.	79
Tabla 3.19. Resumen del RELATE considerando cada uno de los factores ambientales por separado, y el total como conjunto de ellos.	80
Tabla 3.20. Abundancias medias (n° ind/m^2) de las familias de poliquetos en cada una de las estaciones.	81
Tabla 3.21. Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de las familias respecto a los grupos establecidos. SM: Similitud media en cada grupo. AM: Abundancia media. PA: Porcentaje acumulado.	88
Tabla 3.22. Resumen de análisis de disimilitud (SIMPER) de la abundancia de las familias respecto a los grupos establecidos. AMx: Abundancia media en el grupo x. AMy: Abundancia media en el grupo y. DM: Disimilitud media entre grupos. PA: Porcentaje acumulado.	90
Tabla 3.23. Resumen del RELATE considerando cada uno de los factores ambientales por separado.	90
Tabla 3.24. Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de grupos taxonómicos respecto a las agrupaciones establecidas. SM: Similitud media en cada grupo. AM: Abundancia media. PA: Porcentaje acumulado.	103
Tabla 3.25. Resumen de análisis de disimilitud (SIMPER) de la abundancia de los diferentes grupos taxonómicos respecto a los grupos establecidos. AMx: Abundancia	

media en el primer grupo analizado. AMy: Abundancia media en el segundo grupo a comparar. DM: Disimilitud media entre los grupos. PA: Porcentaje acumulado. _ 105

Tabla 3.26. Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de grupos taxonómicos respecto a las agrupaciones establecidas. SM: Similitud media en cada grupo. AM: Abundancia media. PA: Porcentaje acumulado. _____ 109

Tabla 3.27. Resumen de análisis de disimilitud (SIMPER) de la abundancia de los diferentes grupos taxonómicos respecto a los grupos establecidos. AMx: Abundancia media en el primer grupo analizado. AMy: Abundancia media en el segundo grupo a comparar. DM: Disimilitud media entre los grupos. PA: Porcentaje acumulado. _ 111

Tabla 3.28. Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de las familias respecto a los grupos establecidos. SM: Similitud media entre cada grupo. AM: Abundancia media. PA: Porcentaje acumulado. _____ 117

Tabla 3.29. Resumen de análisis de disimilitud (SIMPER) de la abundancia de las familias respecto a los grupos establecidos, considerando el eje 1. AMx: abundancia media en el grupo x. AMy: Abundancia media en el grupo y a comparar. DM: Disimilitud media entre grupos. PA: Porcentaje acumulado. _____ 118

Tabla 3.30. Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de las familias de poliquetos respecto a los grupos establecidos. SM: Similitud media entre cada grupo. AM: Abundancia media. PA: Porcentaje acumulado. _____ 125

Tabla 3.31. Resumen de análisis de disimilitud (SIMPER) de la abundancia de las familias de poliquetos respecto a los grupos establecidos. AMx: Abundancia media en la estación x. AMy: Abundancia media en el grupo y a comparar. DM: Disimilitud media entre grupos. PA: Porcentaje acumulado. _____ 127

*Tabla 3.32. Resumen de los ANOVAs realizados a los valores de densidad y mortalidad de haces de Posidonia oceanica obtenidos en las parcelas permanentes previa (2005) y posteriormente (2006 - 2017) al funcionamiento del emisario. Gl = grados de libertad, CM = Cuadrados Medios, * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$, *** = $p < 0.001$, ns = no significativo. _____ 129*

*Tabla 3.33. Resumen de los ANOVAs realizados a los valores de cobertura de Posidonia oceanica obtenidos en las parcelas permanentes previa y posteriormente al funcionamiento del emisario. Gl = grados de libertad, CM = Cuadrados Medios, * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$, *** = $p < 0.001$, ns = no significativo. _____ 133*

*Tabla 3.34. Resumen de los ANOVAs realizados a los valores de fenología de los haces de Posidonia oceanica obtenidos en las parcelas permanentes antes y después del funcionamiento del emisario. Gl = grados de libertad, CM = Cuadrados Medios, * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$, *** = $p < 0.001$, ns = no significativo. _____ 134*

Tabla 3.35. Límites de EQR asignados a las diferentes calidades ecológicas establecidas por la Directiva Marco del Agua (acordado en la intercalibración para angiospermas en el Mar Mediterráneo, MED-GIG 2007). _____ 139

Tabla 3.36. Valoración de la calidad ecológica de las localidades estudiadas en función del componente I del ACP. _____ 139

Tabla 3.37. Especies de equinodermos identificadas en cada una de las cinco localidades durante los muestreos del 2005, 2006-2009, 2010-2016 y 2017. _____ 140

Tabla 3.38. Resumen de los ANOVAs realizados a los valores de densidad de equinodermos (individuos m⁻²) obtenidos en las cinco localidades de estudio (L1 – L5) previa y posteriormente a que el emisario de la desalinizadora comenzase a funcionar. Gl = grados de libertad, CM = Cuadrados Medios, * = p < 0.05, ** = p < 0.01, * = p < 0.001, ns = no significativo. _____ 141**

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 2.1. Estaciones de muestreo para el análisis de las aguas receptoras.</i>	19
<i>Figura 2.2. Estaciones de muestreo para el control del control de sedimentos y de organismos marinos (N, V y S).</i>	19
<i>Figura 2.3. Estaciones de muestreo para el control de la pradera de Posidonia oceanica situadas aproximadamente a 26 m de profundidad.</i>	20
<i>Figura 2.4. Estaciones de muestreo para la caracterización espacio-temporal de la pluma de salinidad.</i>	20
3. RESULTADOS	35
<i>Figura 3.1. Promedio diario de los valores de salinidad registrados en la boya este.</i>	38
<i>Figura 3.2. Promedio diario de los valores de salinidad registrados en la boya oeste.</i>	38
<i>Figura 3.3. Porcentaje de clasificaciones granulométricas de cada una de las estaciones de muestreo para cada campaña del 2017.</i>	50
<i>Figura 3.4. Representación del diagrama triangular de granulometría de cada una de las estaciones de muestreo en cada campaña del 2017.</i>	51
<i>Figura 3.5. Representación del porcentaje medio de materia orgánica para cada estación y campaña de muestreo del 2017.</i>	53
<i>Figura 3.6. Representación del pH tomado en cada estación y campaña de muestreo del 2017.</i>	53
<i>Figura 3.7. Representación del potencial redox tomado en cada estación y campaña de muestreo del 2017.</i>	54
<i>Figura 3.8. Abundancia media de individuos en las distintas estaciones de muestreo en primavera 2017.</i>	56
<i>Figura 3.9. Riqueza taxonómica en cada estación de muestreo en primavera 2017.</i>	57
<i>Figura 3.10. Valores del índice BOPA en cada estación de muestreo en primavera 2017. La línea roja indica el límite bueno/ moderado y la línea verde el límite muy bueno/bueno (RD 817/2015).</i>	57
<i>Figura 3.11. Representación del dendrograma respecto a los grupos faunísticos estudiados en las estaciones de muestreo.</i>	58
<i>Figura 3.12. Representación del MDS respecto a los grupos faunísticos estudiados en las estaciones de muestreo.</i>	59
<i>Figura 3.13. Abundancia media de poliquetos en cada estación.</i>	64
<i>Figura 3.14. Riqueza media de poliquetos en cada estación.</i>	64
<i>Figura 3.15. Diversidad media de poliquetos en cada estación.</i>	65
<i>Figura 3.16. Equitatividad media de poliquetos en cada estación.</i>	66

Figura 3.17. Representación del cluster respecto a las familias de poliquetos de las estaciones estudiadas.	67
Figura 3.18. Representación bidimensional del MDS respecto a las familias de poliquetos de las estaciones estudiadas.	68
Figura 3.19. Representación bidimensional MDS para las abundancias de las familias de poliquetos en cada una de las estaciones analizadas con círculos superpuestos incrementando el tamaño de manera proporcional al incremento en los valores de cada parámetro analizado (Gravas, A. gruesa, lutitas, materia orgánica, profundidad y pH).	72
Figura 3.20. Abundancia media de individuos en cada estación en otoño 2017.	74
Figura 3.21. Riqueza taxonómica en cada estación de muestreo en otoño 2017.	75
Figura 3.22. Valores del índice BOPA en cada estación de muestreo en otoño 2017. La línea roja indica el límite bueno/ moderado y la línea verde el límite muy bueno/bueno (RD 817, 2015).	76
Figura 3.23. Representación del dendrograma de similitud respecto a los grupos faunísticos estudiados en las diferentes estaciones.	77
Figura 3.24. Representación del MDS respecto a los grupos faunísticos estudiados en las estaciones.	77
Figura 3.25. Abundancia media de poliquetos en cada estación.	83
Figura 3.26. Riqueza media de poliquetos en cada estación.	83
Figura 3.27. Diversidad media de poliquetos en cada estación.	84
Figura 3.28. Equitatividad media de poliquetos en cada estación.	85
Figura 3.29. Representación del cluster respecto a las familias de poliquetos de las estaciones estudiadas.	86
Figura 3.30. Representación bidimensional del MDS respecto a las familias de poliquetos de las estaciones estudiadas.	87
Figura 3.31. Representación bidimensional MDS para las abundancias del poblamiento de poliquetos en cada una de las estaciones analizadas con círculos superpuestos incrementando el tamaño de manera proporcional al incremento en los valores de cada parámetro analizado (gravas, arena gruesa y lutitas).	92
Figura 3.32. Porcentaje de clasificaciones granulométricas de las estaciones de muestreo del transecto norte desde otoño 2005 hasta otoño 2017. Estudio previo (O.05), antes del difusor (P.06-O.09), después del difusor (P.10-O.16), las campañas actuales (I.17, P17, V17 y O.17).	94
Figura 3.33. Porcentaje de clasificaciones granulométricas de las estaciones de muestreo del transecto vertido desde otoño 2005 hasta otoño 2017. Estudio previo (O.05), antes del difusor (P.06-O.09), después del difusor (P.10-O.16), las campañas actuales (I.17, P17, V17 y O.17).	94

- Figura 3.34. Porcentaje de clasificaciones granulométricas de las estaciones de muestreo del transecto sur desde otoño 2005 hasta otoño 2017. Estudio previo (O.05), antes del difusor (P.06-O.09), después del difusor (P.10-O.16), las campañas actuales (I.17, P17, V17 y O.17).** _____ 94
- Figura 3.35. Representación del diagrama triangular de granulometría para estación muestreada a lo largo y en cada época de muestreo. Estudio previo (O.05), antes del difusor (P.06-O.09), después del difusor (P.10-O.16), las campañas actuales (I.17, P17, V17 y O.17).** _____ 96
- Figura 3.36. Representación en histograma del porcentaje medio de materia orgánica en cada estación y en cada época de muestreo Estudio previo (O.05), antes del difusor (P.06-O.09), después del difusor (P.10-O.16), las campañas actuales (I.17, P17, V17 y O.17).** _____ 97
- Figura 3.37. Representación en histograma del pH tomado en cada estación y en distintos periodos de muestreo. Estudio previo (O.05), antes del difusor (P.06-O.09), después del difusor (P.10-O.16), las campañas actuales (I.17, P17, V17 y O.17).** ____ 97
- Figura 3.38. Representación en histograma del potencial redox tomado en cada estación y en distintos periodos de muestreo. Estudio previo (O.05), antes del difusor (P.06-O.09), después del difusor (P.10-O.16), las campañas actuales (I.17, P17, V17 y O.17).** _____ 98
- Figura 3.39. Abundancia de la fauna general en cada localidad durante las distintas campañas de muestreo de primavera. Antes de la instalación del difusor (campañas del 2006, 2007, 2008 y 2009), después de la instalación del difusor (campañas del 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016) así como en la campaña actual (campaña del 2017).** _____ 100
- Figura 3.40. Riqueza taxonómica de la fauna general en cada localidad durante las campañas de primavera. Antes de la instalación del difusor (campañas del 2006, 2007, 2008 y 2009), después de la instalación del difusor campañas del 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2016) así como en la campaña actual (campaña del 2017).** ____ 101
- Figura 3.41. Representación bidimensional del MDS respecto a los individuos de las estaciones estudiadas, durante las diez campañas de muestreo en primavera (2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017).** _____ 102
- Figura 3.42. Abundancia de la fauna general en cada estación para las campañas de otoño; antes del comienzo de la actividad; previo (campaña del 2005); antes de la instalación del difusor (campañas del 2006, 2007, 2008 y 2009), después de la instalación del difusor (campañas del 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016), así como en la campaña actual (campaña del 2017).** _____ 106
- Figura 3.43. Riqueza taxonómica de la fauna general en cada estación para las campañas de otoño; antes del comienzo de la actividad; previo (campaña del 2005); antes de la instalación del difusor (campañas del 2006, 2007, 2008 y 2009), después de la instalación del difusor (campañas del 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016), así como en la campaña actual (campaña del 2017).** _____ 107

- Figura 3.44. Representación bidimensional del MDS respecto a los individuos de las estaciones estudiadas, durante las once campañas de muestreo en otoño (2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017).** _____ 108
- Figura 3.45. Abundancia media en cada estación para las campañas de primavera; antes de la instalación del difusor (campañas del 2006, 2007, 2008 y 2009), después de la instalación del difusor (campañas del 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016), así como en la campaña actual (campaña del 2017).** _____ 113
- Figura 3.46. Riqueza de poliquetos en cada estación para las campañas de primavera, antes de la instalación del difusor (campañas del 2006, 2007, 2008 y 2009), después de la instalación del difusor (campañas del 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016) así como en la campaña actual (campaña del 2017).** _____ 114
- Figura 3.47. Representación bidimensional del MDS respecto a las familias de poliquetos de las estaciones estudiadas, durante las campañas de muestreo en primavera.** _____ 116
- Figura. 3.48. Abundancia media en cada estación para las campañas de otoño; antes del comienzo de la actividad; previo (campaña del 2005); antes de la instalación del difusor (campañas del 2006, 2007, 2008 y 2009), después de la instalación del difusor (campañas del 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016), así como en la campaña actual (campaña del 2017).** _____ 120
- Figura. 3.49. Riqueza de poliquetos en cada estación para las campañas de otoño; antes del comienzo de la actividad; previo (campaña del 2005); antes de la instalación del difusor (campañas del 2006, 2007, 2008 y 2009), después de la instalación del difusor (campañas del 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016), así como en la campaña actual (campaña del 2017).** _____ 121
- Figura. 3.50. Representación bidimensional del MDS respecto a las familias de poliquetos de las estaciones estudiadas, durante las campañas de muestreo de otoño.** _____ 123
- Figura. 3.51. Grupos taxonómicos observados durante la realización de los transectos con videocámara.** _____ 128
- Figura 3.52. Representación gráfica de los datos de densidad media y densidad de haces muertos (haces m^{-2}) obtenidos en las localidades de estudio, antes (2005) y después (2006 - 2017) de que el emisario de la desalinizadora comenzase a funcionar (las barras representan el error típico). Los asteriscos indican una interacción significativa de la localidad con el factor tiempo (* <0.05 y ** <0.01).** _____ 130
- Figura 3.53. Representación gráfica de los datos de descalciamiento de los haces de *Posidonia oceanica* (cm) y del porcentaje de haces plagiotropos (%) obtenidos en las cinco localidades de estudio. Las medias con letras distintas son estadísticamente diferentes para $p<0.05$ (las barras representan el error típico).** _____ 131
- Figura 3.54. Representación gráfica de los datos de cobertura de *Posidonia oceanica* (%) obtenidos en las cinco localidades de estudio, antes (2005) y después (2006 - 2017) de que el emisario de la desalinizadora comenzase a funcionar (las barras**

representan el error típico). Los asteriscos indican una interacción significativa de la localidad con el factor tiempo (<0.05 y **<0.01).* _____ 132

Figura 3.55. Representación de los datos de fenología obtenidos para los haces de las cinco localidades con anterioridad (2005) y posterioridad (2006-2009, 2010-2016 y 2017) del funcionamiento del emisario. Las medias con letras distintas son estadísticamente diferentes para $p<0.05$ (las barras representan el error típico). Los asteriscos indican una interacción significativa de la localidad con el factor tiempo (<0.05 y **<0.01).* _____ 135

Figura 3.56. Representación del dendrograma realizado con la matriz de similitud de las localidades de estudio. _____ 136

Figura 3.57. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) realizado con la matriz de similitud de las localidades de estudio. _____ 137

Figura 3.58. Resultado del análisis de los componentes principales (PCA) de las localidades estudiadas (incluyendo las localidades de referencia). El color rojo agrupa a las localidades muy degradadas, el naranja a las de calidad deficiente, el amarillo a aquellas con calidad media, el verde las que se encuentran en buen estado y el azul a las que poseen muy buena calidad. _____ 138

*Figura 3.59. Representación gráfica de los datos de densidad de las distintas especies de equinodermos (n° individuos m^{-2}) obtenidos en el año 2017 en las cinco localidades de estudio, sobre pradera de *P. oceanica* a - 26 m de profundidad (las barras representan el error típico).* _____ 141

*Figura 3.60. Densidad total de equinodermos (número de individuos por m^2) en las cinco localidades de estudio, obtenida antes (2005) y después (2006 - 2016) de que el emisario de la desalinizadora comenzase a funcionar. Las medias con letras distintas son estadísticamente diferentes para $p<0.05$ (las barras representan el error típico). Los asteriscos indican una interacción significativa de la localidad con el factor tiempo (**<0.01).* _____ 142

Figura 3.61. Campaña de salinidad en profundidad de febrero 2017. V indica el punto de vertido del emisario. También aparecen las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad. _____ 143

Figura 3.62. Campaña de salinidad en superficie de febrero 2017. V indica el punto de vertido del emisario. También aparecen las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad. _____ 143

Figura 3.63. Campaña de salinidad en profundidad de mayo 2017. V indica el punto de vertido del emisario. También aparecen las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad. _____ 144

Figura 3.64. Campaña de salinidad en superficie de mayo 2017. V indica el punto de vertido del emisario. También aparecen las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad. _____ 144

Figura 3.65. Campaña de salinidad en profundidad de agosto 2017. V indica el punto de vertido del emisario. También aparecen las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad. _____ 145

Figura 3.66. Campaña de salinidad en superficie de agosto 2017. V indica el punto de vertido del emisario. También aparecen las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad. _____ 145

Figura 3.67. Campaña de salinidad en profundidad de octubre 2017. V indica el punto de vertido del emisario. También aparecen las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad. _____ 146

Figura 3.68. Campaña de salinidad en superficie de octubre 2017. V indica el punto de vertido del emisario. También aparecen las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad. _____ 146

Figura 3.69. Temperatura en el fondo en febrero del 2017. Los puntos indican el punto del vertido y las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad. _____ 147

Figura 3.70. Temperatura en el fondo en mayo del 2017. Los puntos indican el punto del vertido y las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad. 147

Figura 3.71. Temperatura en el fondo en agosto del 2017. Los puntos indican el punto del vertido y las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad. 148

Figura 3.72. Temperatura en el fondo en octubre del 2017. Los puntos indican el punto del vertido y las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad. _____ 148

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo establecido en la resolución de 10 de octubre de 2006 (BORN de 28 de febrero de 2007) de la Dirección General de Calidad Ambiental de la Comunidad Autónoma de Murcia para desarrollar el programa de vigilancia del vertido de las desalinizadoras I y II del Nuevo Canal de Cartagena en San Pedro del Pinatar es necesario realizar un informe anual que recoja los resultados del seguimiento de las comunidades marinas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1.- Vigilancia estructural

Se ha realizado, como establece la autorización de vertido, un informe de vigilancia estructural del emisario. Dicho informe se ha enviado por separado a la Dirección General de Calidad Ambiental de la Comunidad Autónoma de Murcia. Adicionalmente la resolución de 2006 para el vertido conjunto de las dos desalinizadoras establece que se deben instalar dos boyas para la transmisión de datos en tiempo real. Los datos de las boyas correspondientes al año 2017 se incluyen en este informe.

2.2.- Control del efluente

Las resoluciones citadas establecen el control del efluente mediante registro continuo de salinidad y temperatura, así como análisis periódicos. Los resultados del control del efluente se han incluido en los informes trimestrales que se han presentado por separado y que se incluyen en formato digital (formato Excel y archivo pdf) como anexos (anexos 3, 4, 5, 6 y 7) a este informe.

2.3.- Control del medio receptor

2.3.1. – Estaciones de muestreo

El control del medio receptor incluye el control de las aguas receptoras, el control de sedimentos y de organismos marinos, y el control de la pradera de *Posidonia oceanica*.

En el caso de las aguas receptoras se establecieron doce estaciones de muestreo: un punto en el vertido (SP9), tres puntos cerca de la costa (uno sobre el emisario SP10, SP11 y SP12), cuatro puntos en una circunferencia de 500 m alrededor del (SP1, SP3, SP5 y SP7) y cuatro puntos en una circunferencia de 1000 m alrededor del vertido (SP2, SP4, SP6 y SP8) (Tabla 2.1, figura 2.1).

El control de sedimentos y organismos marinos se realizó en 12 estaciones, distribuidas en tres transectos denominados N, V y S (Tabla 2.1, Figura 2.2). El transecto V, perpendicular a la costa, corresponde a la zona del vertido, mientras que los transectos N y S se localizan paralelamente al V, a una distancia de 2000 metros; N al norte del V y S al sur. En cada transecto se muestreó a 4 distancias: 1) 250 metros hacia la costa, 2) vertido, 3) 250 metros hacia mar abierto y 4) 1000 metros hacia mar abierto, respetando las profundidades. En el caso del transecto sur, la presencia de las jaulas de acuicultura obligó a adecuar la situación de la estación S4 (Figura 2.2). Las coordenadas geográficas de cada estación están indicadas en la tabla 2.1.

Para la pradera de *Posidonia oceanica* situada en las proximidades del vertido se realizó un seguimiento en el límite inferior en cinco localidades a 0 m (L3), 500 m (L2 y L4), y 2000 m (L1 y L5) tanto hacia el norte como hacia el sur respecto al punto donde el emisario corta a la pradera de Posidonia en su límite inferior (Figura 2.3).

A continuación, se presenta la tabla donde se indican las estaciones de muestreo para cada uno de los elementos del medio receptor así como los códigos identificativos, situación respecto al vertido y localización, y mapas de dichas estaciones de muestreo.

Elemento	Código	Situación respecto al vertido	Localización UTM ED 50	
			X (m)	Y (m)
Aguas receptoras	AR.SP1	500 m E	702183	4189682
Aguas receptoras	AR.SP2	1000 m E	702683	4189682
Aguas receptoras	AR.SP3	500 m S	701683	4189182
Aguas receptoras	AR.SP4	1000 m S	701683	4188682
Aguas receptoras	AR.SP5	500 m O	701183	4189682
Aguas receptoras	AR.SP6	1000 m O	700683	4189682
Aguas receptoras	AR.SP7	500 m N	701683	4190182
Aguas receptoras	AR.SP8	1000 m N	701683	4190682
Aguas receptoras	AR.SP9	Vertido	701683	4189682
Aguas receptoras	AR.SP10	Costa	697228	4191354
Aguas receptoras	AR.SP11	Costa	697323	4190854
Aguas receptoras	AR.SP12	Costa	697415	4190362
Sedimentos y organismos	SED.N1	Control N 250 m costa	701416	4191683
Sedimentos y organismos	SED.N2	Control N vertido	701685	4191645
Sedimentos y organismos	SED.N3	Control N 250 m mar	702050	4191445
Sedimentos y organismos	SED.N4	Control N 1000 m mar	702748	4191604
Sedimentos y organismos	SED.V1	Vertido 250 m costa	701433	4189681
Sedimentos y organismos	SED.V2	Vertido	701706	4189727
Sedimentos y organismos	SED.V3	Vertido 250 m mar	701933	4189681
Sedimentos y organismos	SED.V4	Vertido 1000 m mar	702683	4189681
Sedimentos y organismos	SED.S1	Control S 250 m costa	701454	4187729
Sedimentos y organismos	SED.S2	Control S vertido	701958	4187682
Sedimentos y organismos	SED.S3	Control S 250 m mar	702721	4187690
Sedimentos y organismos	SED.S4	Control S 1000 m mar	702792	4187719
Pradera de <i>P. oceánica</i>	L1	2000 m N emisario	699651	4192721
Pradera de <i>P. oceánica</i>	L2	500 m N emisario	700135	4171040
Pradera de <i>P. oceánica</i>	L3	emisario	700064	4190595
Pradera de <i>P. oceánica</i>	L4	500 m S emisario	700228	4189906
Pradera de <i>P. oceánica</i>	L5	2000 m S emisario	700704	4188453

Tabla 2.1. Estaciones de muestreo.

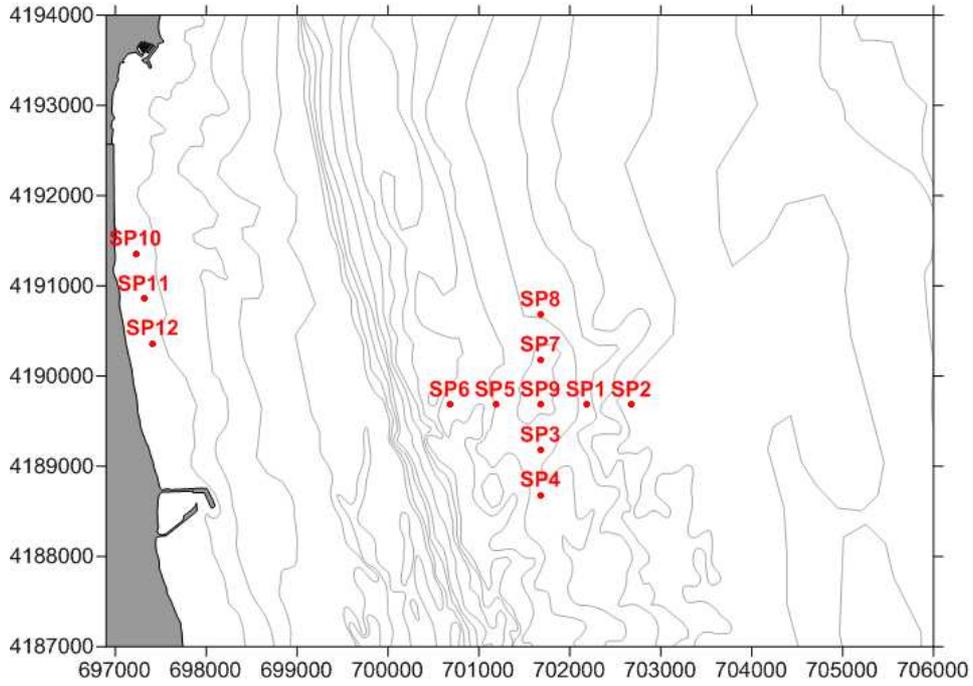


Figura 2.1. Estaciones de muestreo para el análisis de las aguas receptoras.

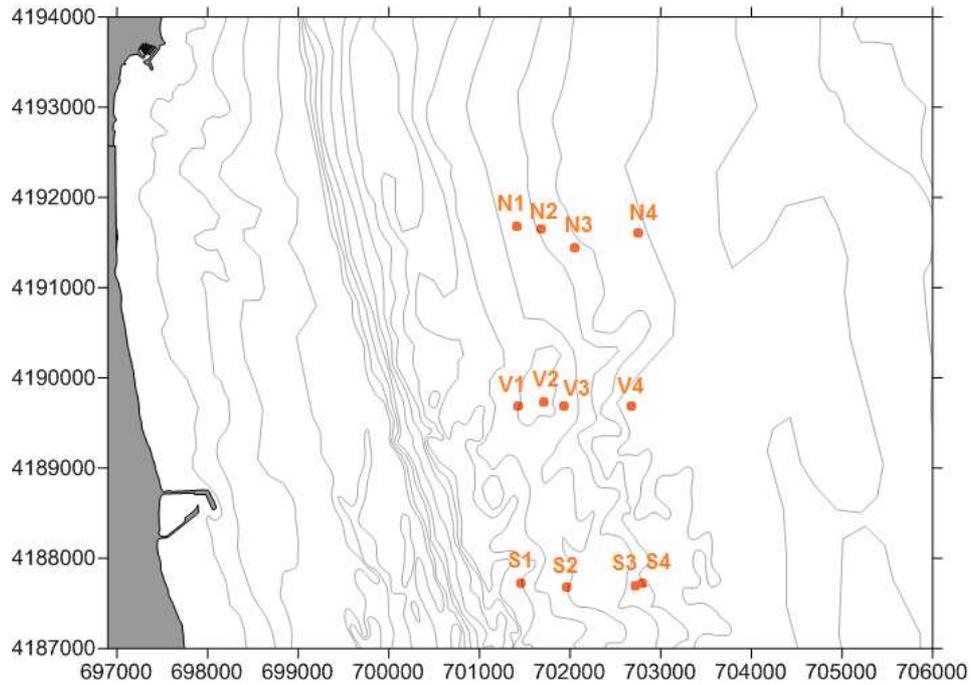


Figura 2.2. Estaciones de muestreo para el control de sedimentos y de organismos marinos (N, V y S).

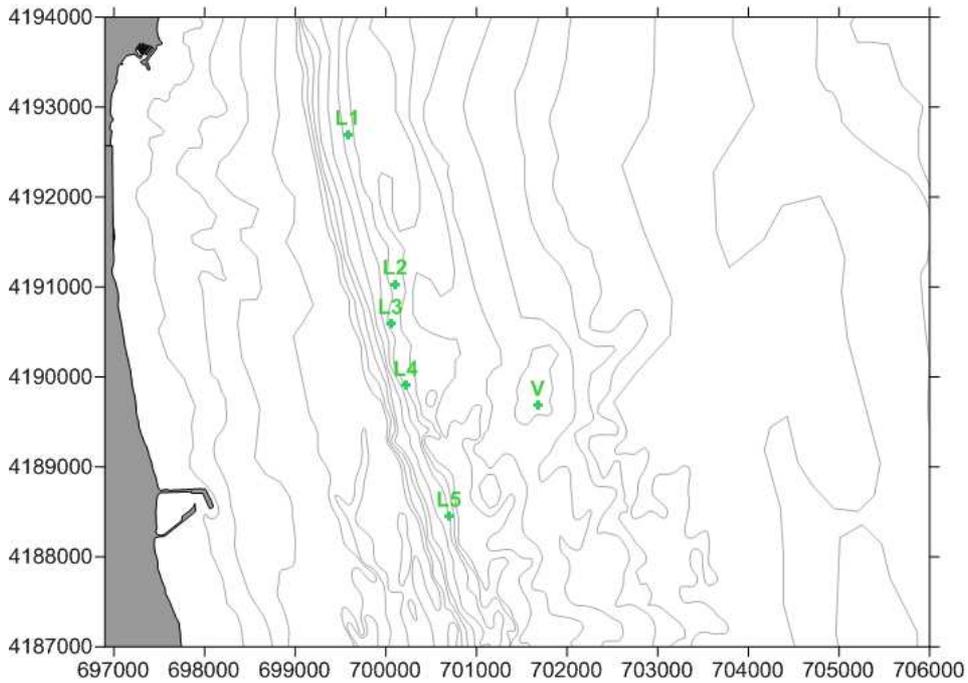


Figura 2.3. Estaciones de muestreo para el control de la pradera de *Posidonia oceanica* situadas aproximadamente a 26 m de profundidad. Se indica también el punto de vertido (V).

Además, para la caracterización espacio-temporal de la pluma de salinidad ocasionada por el vertido se realizaron muestreos en una retícula de mínimo de 60 puntos siguiendo la pluma y el trazado del emisario (figura 2.4).

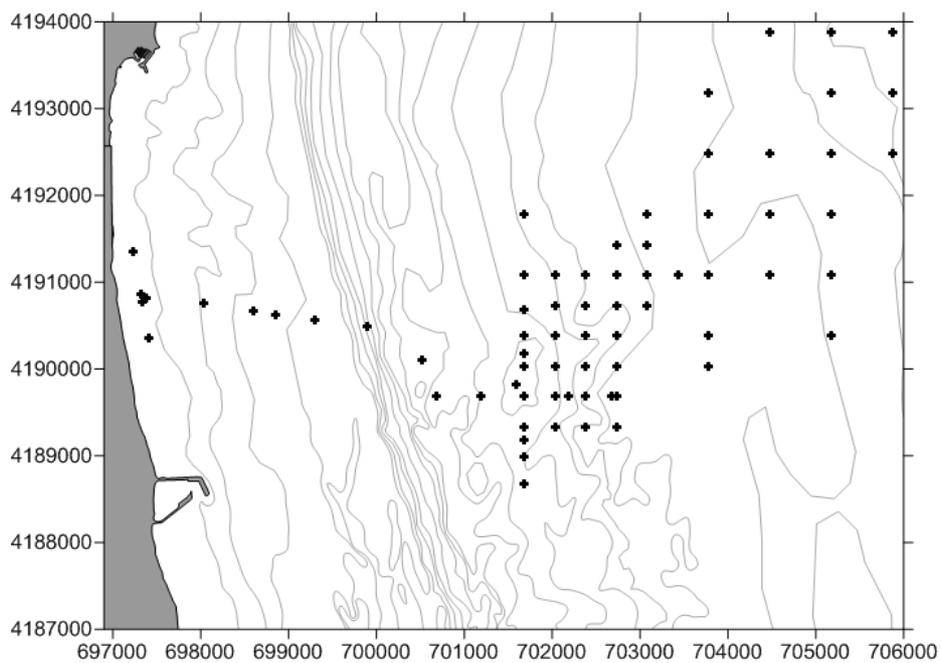


Figura 2.4. Estaciones de muestreo para la caracterización espacio-temporal de la pluma de salinidad.

A continuación, se presentan las características de las estaciones muestreadas: tablas 2.2., 2.3 y 2.4.

Control de aguas receptoras

Periodicidad muestreo:	Trimestral
Parámetros in situ medidos:	pH, oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, densidad, transparencia.
Muestras recogidas por estación y trimestre:	Agua superficial: 1 Botella plástico (2L) y 1 botella de vidrio topacio DIN (1L) Agua profunda: 1 Botella plástico (2L) y 1 botella de vidrio topacio DIN (1L)

Muestreos realizados. Condiciones meteorológicas.

<u>Primer trimestre</u>		Fecha:	9/02/2017
Corriente:	0.4 m/S NW	Clima:	Nublado
Oleaje:	0.5 m	Viento:	3 m/s W
<u>Segundo trimestre</u>		Fecha:	16/05/2017
Corriente:	0.1 m/s N	Clima:	Soleado
Oleaje:	0.3 m	Viento:	4 m/s NE
<u>Tercer trimestre</u>		Fecha:	23/08/2017
Corriente:	0.1 m/s E	Clima:	Soleado
Oleaje:	0.1 m	Viento:	2 m/s NE
<u>Cuarto trimestre</u>		Fecha:	25/10/2017
Corriente:	0.01 m/s NO	Clima:	Soleado
Oleaje:	0.15 m NE	Viento:	2 m/s NO

Estaciones muestreadas

Estación	Localización UTM ED 50		Profundidad (m)	Distancia a costa (m)
AR.SP1	702183	4189682	32.7	5000
AR.SP2	702683	4189682	37.2	5450
AR.SP3	701683	4189182	32	4200
AR.SP4	701683	4188682	32.2	4300
AR.SP5	701183	4189682	31.7	3950
AR.SP6	700683	4189682	28.8	3450
AR.SP7	701683	4190182	34.3	4500
AR.SP8	701683	4190682	31.1	4500
AR.SP9	701683	4189682	33.4	4450
AR.SP10	697228	4191354	2.6	230
AR.SP11	697323	4190854	3.1	280
AR.SP12	697415	4190362	2.8	280

Tabla 2.2. Características de las estaciones muestreadas para el control de aguas receptoras.

Control de sedimentos y organismos.

Periodicidad muestreo: Trimestral (control de sedimentos)
Semestral (control de organismos)

Parámetros in situ medidos: Semestral: transectos videográficos, salinidad profunda y temperatura profunda.
Trimestral: pH y potencial redox del sedimento.

Muestras recogidas: Sedimento, 3 réplicas trimestralmente (control de sedimentos) y 3 réplicas semestralmente (control de organismos)

Muestreos realizados. Condiciones meteorológicas.

<u>Primer trimestre</u>	Fecha: 16/02/2017
Corriente: 1 m/s NW	Clima: soleado
Oleaje: 0.7 m W	Viento: 0.5 m/s NW
<u>Segundo trimestre</u>	Fecha: 31/05/2017
Corriente: 0.5 m/s E	Clima: soleado
Oleaje: 0.5 m	Viento: 2 m/s NW
<u>Tercer trimestre</u>	Fecha: 24/08/2017
Corriente: 0.1 m/s W	Clima: Soleado
Oleaje: 0.2 m	Viento: 0.5 m/s NE
<u>Cuarto trimestre</u>	Fecha: 21/11/2017
Corriente: 0.3 m/s NE	Clima: Soleado
Oleaje: 0.2 m	Viento: 0.5 m/s E

Estaciones muestreadas

Código estación: N1 Localización UTM E50: 701416 4191683 Distancia a la costa: 4450 m Profundidad: 34.3 m Tipo de sustrato: fangos		
Código estación: N2 Localización UTM E50: 701685 4191645 Distancia a la costa: 4700 m Profundidad: 34.4 m Tipo de sustrato: fangos		
Código estación: N3 Localización UTM E50: 702050 4191445 Distancia a la costa: 5000 m Profundidad: 35.6 m Tipo de sustrato: fangos		
Código estación: N4 Localización UTM E50: 702748 4191604 Distancia a la costa: 5750 m Profundidad: 36.2 m Tipo de sustrato: arenas		

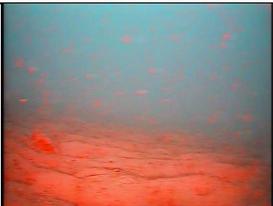
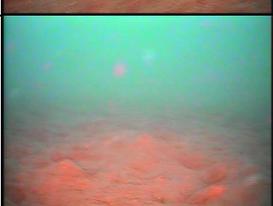
<p>Código estación: V1 Localización UTM E50: 701433 4189681 Distancia a la costa: 4100 m Profundidad: 33 m Tipo de sustrato: arenas</p>		
<p>Código estación: V2 Localización UTM E50: 701706 4189727 Distancia a la costa: 4450 m Profundidad: 33.8 m Tipo de sustrato: arenas</p>		
<p>Código estación: V3 Localización UTM E50: 701933 4189681 Distancia a la costa: 4700 m Profundidad: 32 m Tipo de sustrato: arenas</p>		
<p>Código estación: V4 Localización UTM E50: 702683 4189681 Distancia a la costa: 5450 m Profundidad: 37.4 m Tipo de sustrato: arenas</p>		
<p>Código estación: S1 Localización UTM E50: 701454 4187729 Distancia a la costa: 3850 m Profundidad: 28.9 Tipo de sustrato: arenas</p>		
<p>Código estación: S2 Localización UTM E50: 701958 4187682 Distancia a la costa: 4400 m Profundidad: 32.7 Tipo de sustrato: arenas</p>		
<p>Código estación: S3 Localización UTM E50: 702721 4187690 Distancia a la costa: 5100 m Profundidad: 33.4 m Tipo de sustrato: arenas, rocas, gorgonias</p>		
<p>Código estación: S4 Localización UTM E50: 702792 4187719 Distancia a la costa: 5250 m Profundidad: 32.8 m Tipo de sustrato: arenas, rocas, gorgonias</p>		

Tabla 2.3. Características de las estaciones muestreadas para el control de sedimentos y organismos.

Control de la pradera de *Posidonia oceanica*.

Periodicidad muestreo: Anual

Parámetros medidos: Salinidad profunda y temperatura profunda en continuo.
Cobertura y densidad de *Posidonia oceanica*. Densidad de equinodermos

Muestras recogidas: 10 haces de *Posidonia oceanica* por localidad

Muestreos realizados. Condiciones meteorológicas.

Fecha: 05/12/2017

Corriente: 0.5 m/s NW

Clima: Soleado

Oleaje: 0.5 N

Viento: 0.5 N

Estaciones muestreadas

Código estación: L1

Localización UTM E50: 699651 4192721

Distancia a la costa: 2700 m

Profundidad: 25.8

Tipo de sustrato: Arena y *Posidonia oceanica*



Código estación: L2

Localización UTM E50: 700135 4171040

Distancia a la costa: 3200 m

Profundidad: 26.6

Tipo de sustrato: Arena y *Posidonia oceanica*



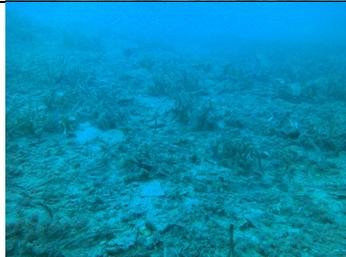
Código estación: L3

Localización UTM E50: 700064 4190595

Distancia a la costa: 3000 m

Profundidad: 26

Tipo de sustrato: Arena y *Posidonia oceanica*



Código estación: L4

Localización UTM E50: 700228 4189906

Distancia a la costa: 3150 m

Profundidad: 25.3

Tipo de sustrato: Arena y *Posidonia oceanica*



Código estación: L5

Localización UTM E50: 700704 4188453

Distancia a la costa: 3300 m

Profundidad: 25.7

Tipo de sustrato: Arena y *Posidonia oceanica*



Tabla 2.4. Características de las estaciones muestreadas para el control de la pradera de *Posidonia oceanica*.

2.3.2. – Métodos de muestreo.

Control de aguas receptoras

Las muestras de agua superficial se tomaron a 0.25 metros de profundidad mientras que las muestras de agua profunda se tomaron con la ayuda de una botella Niskin en las posiciones establecidas en la autorización de vertido (Figura 2.1). Las muestras se conservaron refrigeradas y se llevaron en el menor tiempo posible a los laboratorios para su análisis. Los valores de pH y oxígeno disuelto se tomaron in situ empleando una sonda multiparamétrica HANNA HI 769828, mientras que para la temperatura, salinidad y densidad se empleó un registrador de conductividad, temperatura y profundidad RBR XR-420-CTD. La transparencia se obtuvo empleando el disco de Secchi (Tabla 2.5). En base a lo establecido en la Instrucción técnica complementaria sobre determinaciones químicas y microbiológicas para el análisis de las aguas (ITC-MMA.EECC-1/06)

Control de sedimentos y organismos.

Las muestras de sedimento se obtuvieron empleando una draga Van Veen de 20 X 20 cm, tanto para el estudio de la fauna y para el estudio de las características de los sedimentos (Tabla 2.5) (granulometría, pH, potencial redox, materia orgánica, carbonatos, níquel, hierro, cromo, zinc y cobre). EL pH y potencial redox se midió in situ empleando una sonda pHmetro Crison 507. Los valores de temperatura y salinidad profunda se obtuvieron con un registrador de conductividad, temperatura y profundidad RBR XR-420-CTD. Adicionalmente en cada estación se realizaron transectos de videocámara para análisis de las especies indicadoras.

Pradera de *Posidonia oceanica*.

Se llevaron a cabo inmersiones puntuales, mediante buceo con equipo autónomo, en el límite inferior de la pradera de *P. oceanica* y dentro de la zona de estudio. En ellas se tomaron datos de densidad, cobertura y estado de la pradera de *P. oceanica*, así como de la presencia de equinodermos.

Durante el estudio preoperacional y con el fin de realizar el posterior seguimiento ambiental de los efectos del vertido mediante emisario de las desaladoras de San Pedro del Pinatar se seleccionaron un total de cinco localidades (Figura 2.3). En cada una de estas localidades se instalaron cuatro parcelas permanentes.

Junto a las parcelas permanentes de *P. oceanica*, en dichas localidades también se tomaron datos de cobertura. La cobertura o porcentaje de la superficie del substrato cubierta por pradera (Sánchez-Lizaso, 1993) se estimó empleando una cinta métrica de 10 metros, mediante la que se registró la longitud cubierta por la pradera, así como el estado de ésta (mata muerta o en regresión), y la de otros substratos o especies presentes (roca, arena, etc.). Posteriormente los datos fueron expresados en porcentajes de recubrimiento.

Las parcelas permanentes consisten en cuadrados de 40 x 40 cm rodeados por alambre plastificado y señalizados mediante piquetas con boyarines, numeradas para su posterior reconocimiento. Dentro de cada parcela se contaron y anotaron todos los haces presentes, incluyendo el número de rizomas muertos para su comparación con los resultados del estudio preoperacional, pudiéndose determinar si ha habido un aumento significativo de la tasa de división o mortalidad de las plantas en forma de balance total. Esta técnica permite estimar la evolución de la pradera de *P. oceanica* y su densidad, número de haces por metro cuadrado de pradera (Sánchez-Lizaso, 1993). También se tomaron datos de enterramiento y porcentaje de haces plagiotropos, permitiendo el cálculo del índice Valencian CS. Además, al comparar los resultados obtenidos con los de las parcelas más alejadas del punto vertido, podremos afirmar si existe alguna afección por parte de las plantas desalinizadoras sobre esta comunidad.

En cada una de las localidades donde se situaron las parcelas permanentes también se recogieron 10 haces de *Posidonia oceanica*, para su posterior tratamiento en el laboratorio donde se han obtenido datos sobre su morfología, su biomasa y la carga de epífitos de los mismos, para compararlos con los datos previos.

En las mismas localidades en las que se dispusieron las parcelas permanentes también se tomaron datos de densidad de equinodermos para compararlos con los datos tomados en esos mismos puntos antes de la puesta en marcha del emisario de las desalinizadoras. Para ello se realizaron seis transectos de 10 x 1 m en cada una de las localidades, donde se contaron e identificaron todos los equinodermos presentes.

Elemento analizado	Método de muestreo	Norma de referencia
Control de aguas receptoras		
Muestras de agua	Botella Niskin. Botella de agua operada con mensajero	ISO 5667-2. Apartado 6.3.2.2
Oxígeno disuelto y pH	Sonda multiparamétrica HANNA HI 769828. Método electrométrico	ITC-MMA.EECC-1/06 Pp. 84, 85, 87
Temperatura y salinidad	RBR XR-420-CTD. Termometría y Electrometría	ITC-MMA.EECC-1/06 Pp. 91,
Transparencia	Disco de Secchi	ITC-MMA.EECC-1/06 p 89
Control de sedimentos y organismos.		
Sedimento	Draga Van Veen	ISO 16665 Apartado B.2.1 ISO 5667-2 Apartado 6.3.2.3.
Pradera de <i>Posidonia oceanica</i>		
Cobertura <i>Posidonia oceanica</i>	Buceo escafandra autónoma. Cinta métrica	Descrita en apartado correspondiente
Densidad <i>Posidonia oceanica</i>	Buceo escafandra autónoma. Cuadrados 40x40cm	
Haces de <i>Posidonia oceanica</i>	Buceo escafandra autónoma.	

Tabla 2.5. Métodos de muestreo empleados en el control de cada elemento.

Adicionalmente tanto el transporte como la conservación y la manipulación de las muestras se realizaron de acuerdo con las directrices establecidas en la ISO 5667-3.

2.3.3. – Métodos de análisis.

Control de aguas receptoras

A continuación, se presentan cada uno de los métodos para la medición de cada uno de los parámetros y contaminantes especificados para las aguas receptoras.

Parámetro	Método	Límite de cuantificación
Clorofila a	Espectrofotometría de absorción molecular	1 µg/L
Clorofila b	Espectrofotometría de absorción molecular	1 µg/L
Clorofila c	Espectrofotometría de absorción molecular	1 µg/L
Turbidez	Turbidímetro/ Nefelometría	0,02 NTU
Sólidos en suspensión	Gravimetría	1 mg/L
Amonio	Espectrofotometría de absorción molecular	0,05 mg/L
Nitratos	Espectrofotometría de absorción molecular	0.1 mg/L
Nitritos	Espectrofotometría de absorción molecular	0.02 mg/L
Nitrógeno total	Espectrofotometría de absorción molecular	2 mg/L
Ortofosfatos	Espectrofotometría de absorción molecular	0.01 mg/L
Fósforo total	Espectrofotometría de plasma	60 µg/L
Hierro	Espectrofotometría de plasma	6 µg/L
Níquel	Espectrofotometría de plasma	3.1 µg/L
Cobre	Espectrofotometría de plasma	3 µg/L

Tabla 2.6. Métodos de análisis para aguas receptoras límite de cuantificación. En base a lo establecido en la Instrucción técnica complementaria sobre determinaciones químicas y microbiológicas para el análisis de las aguas (ITC-MMA.EECC-1/06).

Control de sedimentos y organismos.

Las muestras destinadas al estudio de los organismos fueron tamizadas por un tamiz de 0.5 mm. Posteriormente las muestras se fijaron con formol al 10% hasta el momento de la revisión y separación del resto de organismos mediante la lupa binocular. Todos los individuos encontrados y agrupados taxonómicamente se guardan en tubos de 1.5 ml fijados en formol al 4 % y correctamente etiquetados. Posteriormente la clase Polychaeta se identifica a nivel de familia.

Por lo que se refiere al procesado del sedimento en el laboratorio se separó una submuestra de sedimento de cada replica para cuantificar el contenido de materia orgánica, que se obtiene por diferencia de pesos tras proceder al calcinado (a 500° C durante 4 horas) de una cantidad conocida de la muestra.

El resto de sedimento se utiliza para el estudio de la granulometría, que se analiza empleando una columna de tamices.

Parámetro	Método	Norma de referencia
Abundancia organismos	Separación, identificación y conteo bajo lupa binocular	ISO 16665 Apartado 6.1
Granulometría	Columna de tamices	ISO 16665 Tabla 5
Materia orgánica	Método de calcinación (LOI)	ISO 16665 Tabla 5

Tabla 2.7. Métodos de análisis de sedimentos y organismos.

Pradera de *Posidonia oceanica*.

Se obtuvieron los parámetros biométricos de las hojas de *P. oceanica* para poder detectar si existen variaciones entre las distintas localidades o si se producen en un futuro. Para ello trabajaremos con los 10 haces seleccionados aleatoriamente en cada una de las estaciones (Romero, 1985).

Inicialmente se procedió a separar el haz del rizoma, manteniendo siempre el rango de inserción de las hojas. Las hojas separadas se conservaron en una bandeja con agua para evitar su desecación durante el periodo de manipulación, en el que se procedió a la desepifitación de las hojas y a la toma de las siguientes medidas

- Número de hojas presentes en cada haz.
- Longitud total: longitud del limbo foliar desde el meristemo basal hasta su ápice.
- Anchura: que se mide en la parte media de las hojas para que sea lo más representativa posible.
- Superficie foliar: valor que se obtiene al multiplicar la longitud por la anchura media de las hojas de un haz.
- Estado del ápice: ya que este puede aparecer entero, roto o mordido por algún herbívoro.
- Manchas de necrosis: superficie de la hoja en la que aparece tejido necrosado que suele ser indicativo de que la planta está sometida a algún tipo de estrés.
- Biomasa foliar: las hojas desepifitadas se dejaron secar en una estufa a 70 °C durante 48h.

- Biomasa de epífitos: peso seco de los epífitos de cada haz

2.3.4.- Análisis de los datos.

Control de aguas receptoras

Para los parámetros medidos se presentaron los valores obtenidos en las tablas correspondientes.

Control de sedimentos y organismos.

Por lo que se refiere al análisis de los sedimentos, los valores de los parámetros medidos (granulometría, pH, materia orgánica y potencial redox) se representaron gráficamente en histogramas, lo cual permitió la comparación entre estaciones y con campañas de muestreo anteriores.

En lo referente al análisis de la comunidad de infauna, en primer lugar, se representaron los valores la abundancia y riqueza del total de la fauna y de poliquetos mediante histogramas, así como los valores de la diversidad y equitatividad de poliquetos y del índice BOPA, este último adaptado para su empleo en la evaluación de impactos generados por vertidos de salmuera. Para el análisis estadístico se aplicó un método univariante mediante análisis de la varianza (ANOVA), para definir el efecto de los factores considerados (transecto y distancia). Se incluyó el factor tiempo para la evolución temporal, en el que se comparan por separado las distintas campañas de muestreo de primavera (junio 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017) y las distintas campañas de muestreo de otoño (diciembre de 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 y 2017).

Índice	Formula	Referencia
Índice de diversidad de Shannon- Wiener	$H' = - \sum \log_2[n_i/N]$,	Shannon and Weaver, 1963
Índice de equitatividad Pielou	$J' = H' / \log(S)$	Pielou, 1966
Índice BOPA	$BOPA = \log[(f_{pop} / (f_a + 1) + 1]$	Dauvin and Ruellet (2007)

Tabla 2.8. Descripción de índices empleados. Donde, n_i : número de individuos de la especie i ; N : número total de individuos, S : número de especies, f_{pop} : frecuencia de poliquetos oportunistas, f_a : frecuencia de anfípodos.

Para comprobar las posibles variaciones de los distintos grupos taxonómicos y de los poblamientos de poliquetos entre las estaciones localizadas en las zonas

control y las localizadas en la zona de impacto, se analizaron los valores de abundancia media (n° ind/m²), por estación muestreada. Se llevó a cabo un análisis multivariante con técnicas no paramétricas de escalamiento multidimensional, que permiten evaluar la composición de la comunidad de poliquetos y la de los distintos grupos taxonómicos presentes en la zona de estudio, respecto a los factores considerados (transecto: N, V y S y distancias 1, 2, 3, y 4).

Se utilizó el método de escalamiento multidimensional MDS, a partir de una matriz de coeficientes de similitud computada para cada par de muestras. El MDS, representa las muestras en un gráfico de dos dimensiones de tal forma que, el rango de orden de las distancias entre muestras en el gráfico coincidan con el rango de orden de similitud a partir de una matriz triangular. En esta representación existe un proceso de minimización del coeficiente de estrés. Para una correcta interpretación de la representación, el estrés debe oscilar entre 0 y 0.2. Valores mayores de estrés se corresponden con distribuciones al azar de las muestras dentro de la ordenación.

Se aplicó el protocolo SIMPER o test de porcentajes de similitud de Bray-Curtys para determinar la importancia relativa de cada una de las variables (grupos taxonómicos) en la disimilitud de la muestra o de la similitud entre tratamientos.

Mediante el procedimiento RELATE se contrastó la hipótesis de no relación entre patrones multivariantes desde dos grupos de muestras, utilizando las matrices de similitudes y un test de permutaciones múltiples, calculando el índice de correlación de Spearman. Este índice permite establecer la correlación entre la estructura de la comunidad de organismos y los factores ambientales del medio.

Para contrastar la hipótesis de diferencias entre muestras para los factores transecto y distancia se utilizó el test de análisis ANOSIM. Si se rechaza la hipótesis nula, significa que existe relación entre los patrones de distribución de las muestras comparadas.

Parámetro	Representación gráfica y prueba estadística
------------------	--

Granulometría	Histograma y triángulos
Materia orgánica	Histograma
pH	Histograma
Potencial Redox	Histograma
Abundancia	Histograma y ANOVA
Diversidad y riqueza	Histograma y ANOVA
Composición de la comunidad	MDS. CLUSTER ANOSIM y SIMPER
Relación infauna parámetros abióticos	Bubble plot y RELATE

Tabla 2.9. Descripción del método de análisis de datos utilizado para cada parámetro del control de sedimentos y organismos.

Pradera de *Posidonia oceanica*.

Se realizó una doble aproximación en el análisis de los datos obtenidos. En primer lugar se empleó el método univariante de análisis de la varianza (ANOVA) para evaluar el comportamiento de los distintos descriptores respecto a las localidades de estudio. En segundo lugar, se realizó un análisis multivariante mediante técnicas no paramétricas de escalamiento multidimensional, que permitió evaluar el comportamiento del conjunto de los descriptores respecto a todas las localidades muestreadas.

Para el análisis individual de cada uno de los parámetros obtenidos en las distintas localidades se utilizó el análisis de la varianza (ANOVA), comprobándose con anterioridad la homogeneidad de las varianzas mediante el test de Cochran. Cuando se encontraron diferencias significativas los datos se transformaron logarítmicamente (Underwood, 1997). Para estos análisis se empleó un ANOVA de dos factores, el tiempo (antes y después del vertido) y la localidad, que son fijos y ortogonales entre sí, por lo que el modelo lineal empleado sería:

$$X_{ijn} = \mu + T_i + L_j + TxL_{ij} + Residual_{n(ij)}$$

Donde X_{ijn} es cada variable dependiente, μ es la media total, T_i es el factor tiempo, L_j es el factor localidad, y TxL_{ij} es la interacción entre ambos factores. $Residual_{n(ij)}$ es el término que recoge la variabilidad entre las muestras.

Cuando el ANOVA dio resultados significativos se empleó el test de comparación múltiple SNK (Student-Newman-Keuls), con el fin de determinar

las diferencias específicas entre las localidades. Todos los cálculos fueron realizados con el programa estadístico GMAV.5 (Universidad de Sydney; Underwood, 1997), empleando un nivel de significación mínimo de $p < 0.05$.

Para realizar el análisis multivariante de los datos se empleó el paquete estadístico PRIMER 5.2.8 (Clarke y Warwick, 1994). Para ello se creó una matriz de datos en la que venían representados los distintos parámetros junto con las localidades a analizar. A partir de estos datos se calculó una matriz de similitud entre cada par de muestras, basada en el cálculo de la distancia Euclídea normalizada, ya que se emplearon descriptores medidos en unidades distintas.

Con la matriz de similitud se pudo realizar un *cluster*, que representa mediante un dendrograma a todas las localidades agrupadas según la similitud de sus valores obtenidos para cada descriptor. También con la matriz de similitud se pudo realizar un MDS (Técnica de Escalamiento Multidimensional), que consiste en una representación gráfica bidimensional del *cluster*.

Para clasificar las localidades de *Posidonia oceanica* muestreadas se aplicó la metodología empleada para la Directiva Marco del Agua en la Comunidad Valenciana (Fernández-Torquemada et al., 2008). Dicha metodología emplea el índice Valencian CS obtenido a partir de un Análisis de los Componentes Principales (ACP) de varios descriptores de *Posidonia oceanica* (cobertura, recubrimiento de mata muerta, densidad, porcentaje de haces plagiotropos, descalzamiento, superficie foliar, carga de epífitos, marcas de herbivorismo y manchas de necrosis).

Las condiciones de referencia empleadas en dicho ACP se crearon de forma virtual, ya que varían a nivel sub-ecoregional (MedGIG, 2007) y no se dispone de ninguna localidad prístina, sin ningún tipo de impacto o alteración. Para ello se considera que un sitio con un estado ecológico óptimo debe presentar los mejores valores de los descriptores analizados (que serán el valor máximo o mínimo dependiendo de la naturaleza del descriptor (por ejemplo: sería mínimo para el porcentaje de mata muerta o de necrosis foliar; y máximo, para la densidad o superficie foliar). Del mismo modo se ha elaborado una hipotética

localidad de peor calidad ecológica. Ambas localidades se han incluido a la hora de realizar los análisis de los componentes principales (ACP).

A partir de los resultados obtenidos en el ACP se calculó el *Ecological Quality Ratio* (EQR), que establece la Directiva Marco del Agua, según la siguiente expresión:

$$EQR \text{ (localidad } i) = [Eje \text{ I (peor)} - Eje \text{ I (local. } i)] / [Eje \text{ I (peor)} - Eje \text{ I (referencia)}]$$

En cuanto al rango de valores de EQR que se ha asignado a cada categoría de calidad de la DMA, este se construyó a partir del consenso alcanzado en reuniones del MedGIG (MedGIG, 2007).

Los datos obtenidos sobre densidad de equinodermos se analizaron estadísticamente del mismo modo que los relativos a la pradera de *Posidonia oceanica*.

Parámetro	Representación grafica	Prueba estadística
Descriptores de <i>P. oceanica</i>	Histogramas, MDS, CLUSTER	ANOVA
Densidad de equinodermos	Histogramas	ANOVA

Tabla 2.10. Descripción del método de análisis de datos utilizado para cada parámetro del control de sedimentos y organismos.

3. RESULTADOS

3.1.- Régimen de funcionamiento de las desalinizadoras.

En los informes trimestrales que se acompañan como anexos al presente informe se incluye el régimen de funcionamiento de las desalinizadoras durante el año 2017 (anexos 3, 4, 5, 6).

3.2.- Vigilancia estructural y resultados de los sensores conectados a las boyas.

3.2.1.- Vigilancia estructural¹

Nota¹: Extracto del informe de vigilancia estructural, el informe completo se adjunta al presente informe.

A la vista del análisis de las grabaciones videográficas efectuadas por buceadores inspectores y visualizadas por técnicos especialistas, cabe señalar que la funcionalidad principal del emisario es aparentemente correcta, si bien se detecta que se mantienen ciertas disfuncionalidades, muchas de las cuales ya habían sido detectadas en inspecciones de ejercicios anteriores y muy vinculadas a la agresividad del medio en que se ubican las conducciones submarinas y, probablemente, a pequeños defectos de ejecución de la obra original asociados a las habituales dificultades de ejecución en este tipo de obras subacuáticas.

Los aspectos estructurales más destacables de la inspección a nuestro juicio están asociados de nuevo a las incidencias comentadas y detectadas en inspecciones de ejercicios previos, que no se han visto modificadas con carácter general en intensidad, a saber:

1. Afección al lastrado de los conductos submarinos, en dos vertientes:

1. Número elevado de mantas de protección de doble pared inyectadas con microhormigón que presentan deterioro por aparición de grietas y fisuras longitudinales, principalmente en la generatriz cenital y en algún caso en generatrices laterales, que empeoran su funcionalidad fundamentalmente como

elementos de lastrado y en menor medida como elementos de protección frente a agresiones externas (anclas, artes de pesca,...) lo que de seguir evolucionando negativamente podría comprometer la seguridad frente a fenómenos desestabilizadores sobre las conducciones. En los subtramos nº7, nº8 y nº9, se estima un porcentaje de afección por este motivo del orden del 60-70%, parecido al del 2013, siendo que el grado de deterioro de los citados elementos de protección presenta una amplia variabilidad, ya que abarca desde unidades de protección con fisuras de algunos decímetros de longitud a otras que abarcan toda la pieza con desplazamiento de la misma de su posición original descubriendo la tubería.

2. Aleatoriedad de disposición de los lastres en horquilla (U invertida) que no parece seguir una secuencia clara de intercalación entre los lastres de sustentación (cilíndricos), por ejemplo vinculada a la profundidad y al riesgo de afección por agentes hidrodinámicos.

No obstante a este respecto señalar que el grado de enterramiento importante en muchos de los tramos donde se presentan estas circunstancias hace que el conjunto de tubo lastrado semienterrado presente una estabilidad razonable frente a las acciones que pudieran actuar desestabilizando el conjunto, por lo que la situación no se considera alarmante y se recomienda, más bien, proceder al seguimiento periódico de su evolución, tal y como se está efectuando en este momento.

1. Holguras entre las conducciones y los lastres de protección/anclaje en forma de horquilla (U invertida). En las obras ejecutadas en 2009 se acometió el retacado con sacos de mortero de una parte de estas holguras, pero la actuación no fue completa ni en el número de lastres afectados ni en la intensidad de la actuación a que en algunos casos el retacado fue parcial y ese déficit de retacado ha permitido posteriormente que parte de los sacos dispuestos se hayan caído de sus posiciones, perdiendo la funcionalidad original para la que fueron instalados.

2. Deformación por ovalización y aparición de pequeñas abolladuras por apoyo de conducto en crestones de roca en el subtramo nº5. Esta incidencia puede calificarse en este momento como persistente, a pesar de haberse actuado

sobre ella en el punto más expuesto. El roce de la tubería de polietileno de alta densidad con los crestones del fondo rocoso debido a los movimientos oscilatorios de elevación y arrastre vinculados al oleaje o a acciones externas podría provocar a medio/largo plazo la aparición de grietas por la que se produjeran eventuales fugas. Hay que señalar que el efecto asociado a la retirada de un elemento de lastrado cilíndrico en este subtramo ha provocado pequeñas variaciones de la carga sobre el conducto, con efectos inducidos de modificación de la ovalización en la zona, aunque poco relevantes.

3. Falta repasar algunas de las operaciones de apriete de tornillos y varillas en la pieza carrete de reparación existente en el subtramo 4.

3.2.2 Resultados de los sensores conectados a las boyas.

Los valores de salinidad registrados por las boyas este y oeste situada en el curso del emisario se indican en las figuras 3.1 y 3.2. Se han producido interrupciones en la recogida de datos de dichas boyas durante las necesarias operaciones de mantenimiento de las mismas así como a diversos accidentes y sabotajes. En el caso de la boya este, el impacto de una embarcación la incapacitó y se instaló nueva en el mes de junio. La boya oeste sufrió daños severos por la acción de un temporal y el impacto de dos embarcaciones. Además, ambas boyas han sufrido sustracciones de paneles, cortes de señores y perforación del flotador. Durante los periodos en los que se han registrado datos, los valores de salinidad son normales sin detectarse una influencia del vertido.

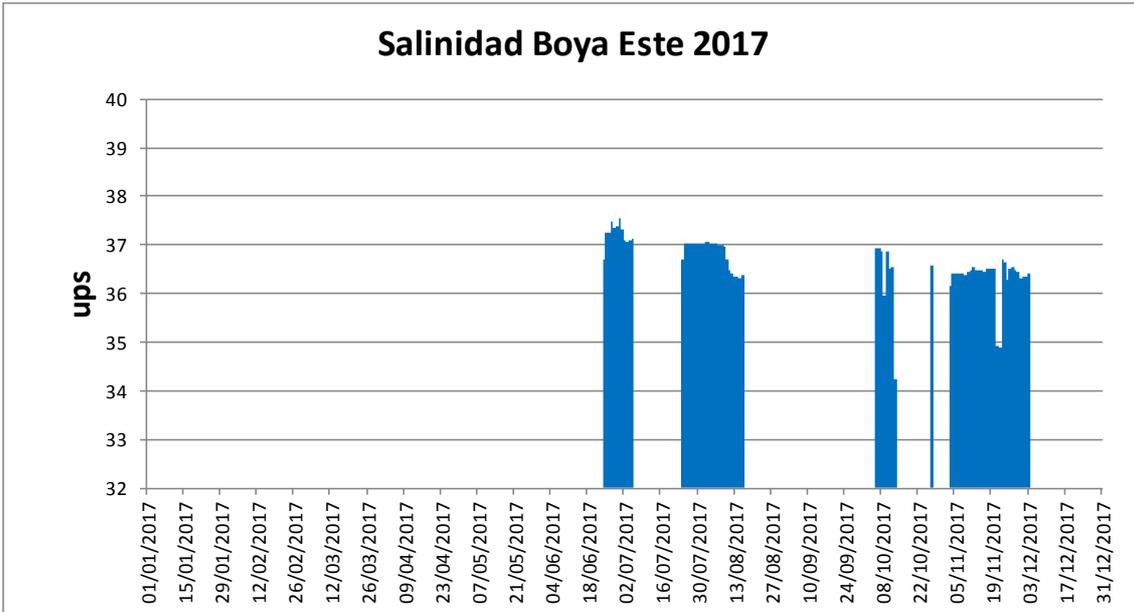


Figura 3.1. Promedio diario de los valores de salinidad registrados en la boya este.



Figura 3.2. Promedio diario de los valores de salinidad registrados en la boya oeste.

3.3.- Control del efluente.

Los valores de caudal, salinidad, temperatura y análisis mensuales se han incluido en los informes trimestrales (ver anexos).

3.4.- Control de las aguas receptoras.

Los resultados del control de la salinidad en el límite inferior de la pradera de *Posidonia oceanica* se han incluido también en los informes trimestrales (ver anexos 3, 4, 5 y 6). En ningún caso se han detectado valores de salinidad que puedan ser atribuibles al vertido, lo que resulta lógico debido a la mayor densidad del vertido y a la diferencia de profundidades entre el límite inferior de la pradera y la salida del emisario.

Los análisis de las aguas receptoras se resumen en las tablas 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4.

Febrero 2017

SUPERFICIE	SP1S	SP2S	SP3S	SP4S	SP5S	SP6S	SP7S	SP8S	SP9S	SP10S	SP11S	SP12S
Distancia al vertido	500 m	1000 m	500 m.	1000 m.	500 m.	1000 m.	500 m.	1000 m.	VERTIDO	COSTA	COSTA	COSTA
X (UTM)	702183	702683	701683	701683	701183	700683	701683	701683	701683	697228	697323	697415
Y (UTM)	4189682	4189682	4189182	4188682	4189682	4189682	4190182	4190682	4189682	4191354	4190854	4190362
Fecha	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017
Hora	10:48	11:06	11:27	11:46	12:09	12:27	12:46	13:01	13:18	13:43	13:50	14:05
Clorofila a (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Clorofila b (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Clorofila c (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Turbidez (NTU)	2.3	2.9	2.4	2.5	1.6	2.4	2.5	3.3	2.5	3.8	5.3	4.3
Sólidos suspensión (mg/L)	3	4	3	4	3	6	5	5	8	7	8	5
Amonio (mg/L)	< 0.05	0.07	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Nitratos (mg/L)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Nitritos (mg/L)	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Nitrógeno total (mg/L)	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Ortofosfatos (mg/L)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.37	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Fósforo total (µg/L)	< 51	< 51	58	< 51	< 51	< 51	< 51	198	133	102	< 51	58
Hierro (µg/L)	10	17	9.7	8.4	< 6.0	16	10	9.4	< 6.0	12	23	21
Níquel (µg/L)	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1
Cobre (µg/L)	< 3.0	3.4	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0
Salinidad (‰)	37.58	37.55	37.55	37.82	37.60	37.79	37.56	37.58	37.73	37.70	37.76	37.54
Densidad (g/cm3)	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1031	1030
pH (U. pH.)	8.15	8.18	8.15	8.3	8.04	8.2	8.23	8.22	8.19	8.28	8.28	8.28
Oxígeno disuelto (%/ppm)	93.59/8.49	93.12/8.62	94.04/8.4	93.40/8.44	94.4/8.59	92.94/8.35	91.65/8.31	93.21/8.42	92.2/8.28	99.35/9.06	97.70/9.04	98.17/8.90
Temperatura (°C)	14.35	14.32	14.45	14.34	14.34	14.35	14.31	14.38	14.33	13.57	13.37	13.54
Transparencia (m.)	5	6	5.5	4.5	5	5	5.2	5	6	FONDO	FONDO	FONDO
Profundidad (m.)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

2017

FONDO	SP1F	SP2F	SP3F	SP4F	SP5F	SP6F	SP7F	SP8F	SP9F	SP10F	SP11F	SP12F
Distancia al vertido	500 m	1000 m	500 m.	1000 m.	500 m.	1000 m.	500 m.	1000 m.	VERTIDO	COSTA	COSTA	COSTA
X (UTM)	702183	702683	701683	701683	701183	700683	701683	701683	701683	697228	697323	697415
Y (UTM)	4189682	4189682	4189182	4188682	4189682	4189682	4190182	4190682	4189682	4191354	4190854	4190362
Fecha	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017	09/02/2017
Hora	10:46	11:05	11:26	11:44	12:08	12:25	12:44	12:59	13:16	13:43	13:50	14:04
Clorofila a (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Clorofila b (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Clorofila c (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Turbidez (NTU)	2.1	2.2	1.4	5.2	2.6	4.4	2.2	3.1	1.2	2.9	3.7	2.0
Sólidos suspensión (mg/L)	6	4	3	2	4	10	3	6	4	5	13	8
Amonio (mg/L)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.1	0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Nitratos (mg/L)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Nitritos (mg/L)	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.03	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Nitrógeno total (mg/L)	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Ortofosfatos (mg/L)	0.1	< 0.01	0.10	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.02	< 0.01
Fósforo total (µg/L)	185	< 51	134	< 51	< 51	< 51	< 51	< 51	< 51	< 51	< 51	< 51
Hierro (µg/L)	< 6.0	< 6.0	12	12	6.8	35	10	20	12	12	23	30
Níquel (µg/L)	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1	< 3.1
Cobre (µg/L)	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	7.3	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0
Salinidad (‰)	37.84	37.73	37.59	37.91	37.93	37.94	38.01	38.00	39.24	37.89	37.83	37.70
Densidad (g/cm ³)	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1031	1031	1031	1030
pH (U. pH.)	8.18	8.17	8.14	8.28	8.09	8.27	8.21	8.2	8.19	8.26	8.28	8.26
Oxígeno disuelto (%/ppm)	94.86/8.56	92.94/8.53	90.46/8.06	89.45/8.07	90.64/8.02	90.37/8.17	83.48/7.52	91.38/8.28	86.24/7.71	93.12/8.99	93.58/8.63	92.66/8.41
Temperatura (°C)	14.44	14.45	14.33	14.35	14.31	14.33	14.38	14.34	14.42	13.50	13.34	13.54
Profundidad (m.)	32.7	37.2	32.0	32.2	31.7	28.8	34.3	31.1	33.4	2.6	3.1	2.8

Mayo 2017

SUPERFICE	SP1S	SP2S	SP3S	SP4S	SP5S	SP6S	SP7S	SP8S	SP9S	SP10S	SP11S	SP12S
Distancia al vertido	500 m	1000 m	500 m.	1000 m.	500 m.	1000 m.	500 m.	1000 m.	VERTIDO	COSTA	COSTA	COSTA
X (UTM)	702183	702683	701683	701683	701183	700683	701683	701683	701683	697228	697323	697415
Y (UTM)	4189682	4189682	4189182	4188682	4189682	4189682	4190182	4190682	4189682	4191354	4190854	4190362
Fecha	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017
Hora	10:44	11:00	11:11	11:23	11:36	11:45	12:00	12:13	12:26	12:41	12:48	12:55
Clorofila a (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Clorofila b (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Clorofila c (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Turbidez (NTU)	1.16	0.88	0.58	0.40	0.79	0.63	1.27	0.49	1.19	0.63	1.12	0.70
Sólidos suspensión (mg/L)	1	< 1	2	< 1	1	2	1	2	3	2	2	2
Amonio (mg/L)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Nitratos (mg/L)	0.11	0.11	0.12	0.12	0.11	0.12	0.13	0.15	0.13	0.13	0.11	0.1
Nitritos (mg/L)	< 0.02	0.03	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.02	< 0.02	0.03	0.04	0.02	< 0.02	0.02
Nitrógeno total (mg/L)	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Ortofosfatos (mg/L)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.013	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Fósforo total (µg/L)	31	28	30	< 24	29	27	< 24	26	24	24	< 24	25
Hierro (µg/L)	2.9	4.9	3.8	5.4	4.9	9.1	4.2	6.9	< 3.1	4.3	3.3	< 3.1
Níquel (µg/L)	0.6	0.7	0.7	0.5	0.6	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
Cobre (µg/L)	1.6	2.7	2.9	2.7	2.2	2.1	2.3	2.9	2.4	2.2	1.9	1.4
Salinidad (‰)	37.19	37.18	37.21	37.13	37.09	37.15	37.07	37.17	37.20	37.13	37.10	37.15
Densidad (g/cm3)	1028.000	1028.000	1028.000	1028.000	1028.000	1028.000	1028.000	1028.000	1028.000	1028.000	1028.000	1028.000
pH (U. pH.)	8.3	8.31	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.29	8.29	8.32	8.3	8.31
Oxígeno disuelto (%/ppm)	84/6.8	80/6.7	76/6.28	72/5.9	72.6/5.92	70.7/5.8	73/5.*	80.7/6.5	71/5.8	83/6.72	86/6.9	8.3/6.69
Temperatura (°C)	19.00	19.01	18.99	18.97	19.09	19.17	19.26	19.45	19.28	19.65	19.57	19.70
Transparencia (m.)	14	14	10	12	14	8	14	15	13	FONDO	FONDO	FONDO
Profundidad (m.)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

2017

FONDO	SP1F	SP2F	SP3F	SP4F	SP5F	SP6F	SP7F	SP8F	SP9F	SP10F	SP11F	SP12F
Distancia al vertido	500 m	1000 m	500 m.	1000 m.	500 m.	1000 m.	500 m.	1000 m.	VERTIDO	COSTA	COSTA	COSTA
X (UTM)	702183	702683	701683	701683	701183	700683	701683	701683	701683	697228	697323	697415
Y (UTM)	4189682	4189682	4189182	4188682	4189682	4189682	4190182	4190682	4189682	4191354	4190854	4190362
Fecha	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017	16/05/2017
Hora	10:43	10:58	11:09	11:20	11:34	11:43	11:58	12:09	12:23	12:41	12:48	12:55
Clorofila a (µg/L)	< 1	1.7	< 1	1	1.1	< 1	< 1	1.5	< 1	< 1	< 1	< 1
Clorofila b (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Clorofila c (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	1.5	< 1	< 1	2.3	< 1	< 1	< 1	< 1
Turbidez (NTU)	0.84	2.01	1.19	1.10	2.03	1.26	1.39	1.94	1.30	1.72	0.84	0.86
Sólidos suspensión (mg/L)	< 1	5	3	2	3	4	6	11	2	2	1	1
Amonio (mg/L)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.1	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Nitratos (mg/L)	0.11	0.12	0.12	0.13	0.11	0.11	0.13	0.12	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1
Nitritos (mg/L)	0.02	0.02	0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.02	< 0.02	0.04
Nitrógeno total (mg/L)	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Ortofosfatos (mg/L)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Fósforo total (µg/L)	86	36	26	29	28	25	34	44	30	32	28	24
Hierro (µg/L)	5.0	10	5.8	8.4	16	6.1	7.6	22	13	14	11	5.7
Níquel (µg/L)	0.5	0.3	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	0.9	1.5	1.0	1.4
Cobre (µg/L)	3.2	1.5	2.4	1.8	1.6	1.5	1.7	3.0	3.9	3.6	3.8	2.0
Salinidad (‰)	38.05	37.99	38.16	37.96	38.01	37.85	38.17	37.77	38.30	37.29	37.15	37.22
Densidad (g/cm3)	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1030	1031	1028	1028	1028
pH (U. pH.)	8.38	8.31	8.33	8.3	8.31	8.3	8.3	8.3	8.3	8.32	8.29	8.32
Oxígeno disuelto (%/ppm)	74/6.5	66.5/5.9	66.5/5.8	70.6/6.29	80.8/7.04	74.5/6.54	81/7.24	77.5/6.72	77.3/6.7	84/6.75	74/5.98	90/7.26
Temperatura (°C)	14.97	14.91	15.05	14.93	14.98	15.11	14.99	14.74	15.10	19.65	19.56	19.74
Profundidad (m.)	34.7	37.4	32.1	32.1	31.6	28.8	33.7	34.2	33.6	3.2	3.7	3.0

2017

Agosto 2017

SUPERFICE	SP1S	SP2S	SP3S	SP4S	SP5S	SP6S	SP7S	SP8S	SP9S	SP10S	SP11S	SP12S
Distancia al vertido	500 m	1000 m	500 m.	1000 m.	500 m.	1000 m.	500 m.	1000 m.	VERTIDO	COSTA	COSTA	COSTA
X (UTM)	702183	702683	701683	701683	701183	700683	701683	701683	701683	697228	697323	697415
Y (UTM)	4189682	4189682	4189182	4188682	4189682	4189682	4190182	4190682	4189682	4191354	4190854	4190362
Fecha	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017
Hora	9:42	9:56	10:08	10:19	10:30	10:40	10:53	11:05	11:18	11:37	11:45	11:52
Clorofila a (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Clorofila b (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Clorofila c (µg/L)	< 1	1.6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Turbidez (NTU)	1.25	0.6	1.2	1.2	0.5	1.53	1.78	0.59	1.63	0.88	1.45	0.95
Sólidos suspensión (mg/L)	1	< 1	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Amonio (mg/L)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Nitratos (mg/L)	< 0.1	0.1	0.12	0.12	0.15	0.15	0.11	0.15	0.12	0.14	0.24	0.17
Nitritos (mg/L)	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.02
Nitrógeno total (mg/L)	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Ortofosfatos (mg/L)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Fósforo total (µg/L)	< 48	< 48	< 48	< 48	< 48	< 48	< 48	< 48	< 48	< 48	< 48	< 48
Hierro (µg/L)	3.0	6.1	5.2	5.2	7.7	3.5	2.2	4.8	6.0	6.2	6.2	6.7
Níquel (µg/L)	0.8	1.0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6
Cobre (µg/L)	1.6	1.4	< 0.7	< 0.7	< 0.7	< 0.7	< 0.7	< 0.7	< 0.7	0.7	0.8	1.0
Salinidad (‰)	36.68	36.61	36.74	36.73	36.77	36.79	36.74	36.75	36.77	36.83	36.81	36.93
Densidad (g/cm3)	1025	1025	1025	1025	1025	1025	1025	1025	1025	1025	1025	1025
pH (U. pH.)	8.24	8.2	8.19	8.18	8.16	8.16	8.16	8.15	8.15	8.12	8.14	8.15
Oxígeno disuelto (%/ppm)	92.8/6.5	95/6.34	97.4/6.44	96.2/6.38	95.1/6.27	95.2/6.26	95.2/6.26	95.3/6.2	95.4/6.25	94.1/6.01	95.7/6.17	96.8/6.21
Temperatura (°C)	26.91	26.58	27.12	27.13	27.40	27.51	27.20	27.25	27.27	27.72	27.82	27.96
Transparencia (m.)	24	24	20	19	17	15	15	18	17	FONDO	FONDO	FONDO
Profundidad (m.)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

2017

FONDO	SP1F	SP2F	SP3F	SP4F	SP5F	SP6F	SP7F	SP8F	SP9F	SP10F	SP11F	SP12F
Distancia al vertido	500 m	1000 m	500 m.	1000 m.	500 m.	1000 m.	500 m.	1000 m.	VERTIDO	COSTA	COSTA	COSTA
X (UTM)	702183	702683	701683	701683	701183	700683	701683	701683	701683	697228	697323	697415
Y (UTM)	4189682	4189682	4189182	4188682	4189682	4189682	4190182	4190682	4189682	4191354	4190854	4190362
Fecha	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017	23/08/2017
Hora	9:41	9:55	10:07	10:18	10:29	10:39	10:51	11:04	11:16	11:37	11:44	11:51
Clorofila a (µg/L)	1.3	1.1	< 1	< 1	< 1	1	< 1	< 1	1.4	< 1	< 1	< 1
Clorofila b (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Clorofila c (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Turbidez (NTU)	1.39	2.45	1.65	1.22	2.55	1.44	2.21	2.36	1.42	1.96	0.84	0.55
Sólidos suspensión (mg/L)	4	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	6	< 1	< 1	< 1	< 1
Amonio (mg/L)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Nitratos (mg/L)	0.13	0.13	0.11	0.13	0.12	0.12	0.12	0.11	0.12	0.15	0.19	0.17
Nitritos (mg/L)	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Nitrógeno total (mg/L)	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Ortofosfatos (mg/L)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Fósforo total (µg/L)	79	50	< 48	< 48	< 48	< 48	61	< 48	< 48	< 48	< 48	62
Hierro (µg/L)	5.1	2.4	4.0	9.5	5.3	12.3	29	11	7.4	6.2	8.7	3.4
Níquel (µg/L)	1.4	0.7	0.7	0.8	0.6	0.5	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	1.4
Cobre (µg/L)	1.8	1.7	1.2	1.4	1.3	1.7	1.8	1.5	1.3	1.2	1.6	2.0
Salinidad (‰)	37.09	37.13	36.95	37.25	37.01	37.06	37.09	36.94	37.03	36.87	36.97	36.90
Densidad (g/cm3)	1029	1029	1028	1028	1028	1028	1028	1028	1028	1025	1025	1025
pH (U. pH.)	8.19	8.17	8.19	8.18	8.17	8.15	8.16	8.16	8.17	8.12	8.11	8.16
Oxígeno disuelto (%/ppm)	86.3/6.79	95/6.7	93.8/6.55	94.5/6.68	96.2/6.8	94.5/6.6	85.1/6.17	91.5/6.45	87.8/6.55	90.8/5.85	96/6.18	99/6.38
Temperatura (°C)	17.97	17.26	19.02	18.76	19.33	19.99	18.13	18.12	18.62	27.62	27.75	27.96
Profundidad (m.)	34.6	35.3	32.0	32.0	31.4	28.8	34.2	34.2	33.5	3.5	3.2	3.0

2017

Octubre 2017

SUPERFICIE	SP1S	SP2S	SP3S	SP4S	SP5S	SP6S	SP7S	SP8S	SP9S	SP10S	SP11S	SP12S
Distancia al vertido	500 m	1000 m	500 m.	1000 m.	500 m.	1000 m.	500 m.	1000 m.	VERTIDO	COSTA	COSTA	COSTA
X (UTM)	702183	702683	701683	701683	701183	700683	701683	701683	701683	697228	697323	697415
Y (UTM)	4189682	4189682	4189182	4188682	4189682	4189682	4190182	4190682	4189682	4191354	4190854	4190362
Fecha	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017
Hora	9:19	9:29	9:48	10:06	10:25	10:37	10:53	11:05	11:23	11:34	11:43	11:49
Clorofila a (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Clorofila b (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Clorofila c (µg/L)	1.3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Turbidez (NTU)	0.49	0.70	1.07	0.86	1.27	1.58	1.35	1.75	2.16	2.54	2.82	3.78
Sólidos suspensión (mg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	1	< 1	1	< 1	1	< 1
Amonio (mg/L)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.13	< 0.05	0.07	0.06	< 0.05	< 0.05
Nitratos (mg/L)	< 0.1	< 0.1	< 0.10	< 0.1	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Nitritos (mg/L)	0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
Nitrógeno total (mg/L)	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Ortofosfatos (mg/L)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.07
Fósforo total (µg/L)	< 60	< 60	< 60	< 60	< 60	< 60	< 60	< 60	68	< 60	69	66
Hierro (µg/L)	< 4.4	4.8	< 4.4	< 4.4	7.9	7.9	< 4.4	10.5	8.3	18	18	15
Níquel (µg/L)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	1.2	0.8
Cobre (µg/L)	< 0.7	< 1.1	< 1.1	< 1.1	< 1.1	< 1.1	< 1.1	< 1.1	< 1.1	< 1.1	< 1.1	1.7
Salinidad (‰)	36.51	36.50	36.53	36.53	36.57	36.58	36.55	36.53	36.55	36.73	36.61	36.81
Densidad (g/cm3)	1026.000	1026.000	1026.000	1026.000	1026.000	1026.000	1026.000	1026.000	1026.000	1027.000	1026.000	1026.000
pH (U. pH.)	8.58	8.4	8.3	8.49	8.3	8.28	8.33	8.26	8.27	8.22	8.24	8.19
Oxígeno disuelto (%/ppm)	6.16/86.4	6.1/86.2	6.2/88	5.99/85	5.93/83.3	5.95/83.7	5.98/84.2	5.90/83	6.21/87.3	6.08/85.2	6.3/88	5.64/80
Temperatura (°C)	22.35	22.33	22.37	22.35	22.37	22.36	22.39	22.38	22.39	22.27	22.13	22.30
Transparencia (m.)	21	22	23	23	21	20	21	24	24	FONDO	FONDO	FONDO
Profundidad (m.)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

2017

FONDO	SP1F	SP2F	SP3F	SP4F	SP5F	SP6F	SP7F	SP8F	SP9F	SP10F	SP11F	SP12F
Distancia al vertido	500 m	1000 m	500 m.	1000 m.	500 m.	1000 m.	500 m.	1000 m.	VERTIDO	COSTA	COSTA	COSTA
X (UTM)	702183	702683	701683	701683	701183	700683	701683	701683	701683	697228	697323	697415
Y (UTM)	4189682	4189682	4189182	4188682	4189682	4189682	4190182	4190682	4189682	4191354	4190854	4190362
Fecha	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	25/10/2017
Hora	9:17	9:27	9:47	10:05	10:24	10:36	10:52	11:04	11:22	11:34	11:43	11:49
Clorofila a (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Clorofila b (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Clorofila c (µg/L)	< 1	< 1	< 1	< 1	1.5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Turbidez (NTU)	16.75	16.10	24.60	14.68	65.10	15.02	29.30	52.30	7.56	2.16	4.77	5.12
Sólidos en suspensión (mg/L)	3	3	2	3	4	1	5	25	2	1	8	2
Amonio (mg/L)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Nitratos (mg/L)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Nitritos (mg/L)	0.02	< 0.02	0.02	< 0.02	0.02	0.02	0.02	< 0.02	< 0.02	0.02	0.02	0.02
Nitrógeno total (mg/L)	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Ortofosfatos (mg/L)	< 0.22	0.10	0.04	0.11	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.07	< 0.01	< 0.01
Fósforo total (µg/L)	99	89	103	76	85	76	99	173	84	89	104	100
Hierro (µg/L)	16	11	19	15	19	8.0	13	77	71	26	37	34
Níquel (µg/L)	1.6	1.3	1.0	0.8	0.8	0.7	0.9	1.3	0.8	0.9	1.0	0.8
Cobre (µg/L)	1.3	1.4	1.3	1.7	1.4	1.1	1.4	2.1	1.3	1.7	2.0	2.4
Salinidad (‰)	37.21	37.20	37.29	37.16	37.16	37.01	37.20	37.18	37.20	36.74	37.01	36.68
Densidad (g/cm ³)	1029	1029	1029	1029	1029	1028	1029	1029	1029	1027	1027	1027
pH (U. pH.)	8.44	8.33	8.35	8.26	8.3	8.22	8.22	8.22	8.21	8.23	8.24	8.26
Oxígeno disuelto (%/ppm)	6.08/78	5.5/69.8	5.8/75	5.7/74.2	5.9/77	5.62/74.4	5.9/76	5.72/73.5	5.8/77	6.22/87	6.3/88	6.18/86
Temperatura (°C)	16.69	16.41	16.86	16.99	17.47	18.33	16.92	16.91	17.02	22.14	22.07	21.80
Profundidad (m.)	34.5	37.4	31.9	31.4	31.2	28.3	33.4	34.2	33.4	3.0	3.1	2.5

Tablas 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 (páginas anteriores). Valores de los análisis de control de las aguas receptoras en las campañas del 2017 en superficie y en profundidad.

Los perfiles verticales de salinidad, temperatura y densidad obtenidos en cada campaña se presentan en el anexo digital 1 de este informe.

3.5.- Control de sedimentos y organismos.

3.5.1.- Sedimentología durante el año 2017.

Granulometría

El análisis de la granulometría según la clasificación de Wentworth, muestra heterogeneidad en el sedimento de la zona de muestreo (Tabla 3.5, Figura 3.3). En el transecto situado al norte del vertido en las estaciones N1, N2 y N3 el sedimento está dominado por lutitas con un porcentaje superior al 70% en todos los trimestres. La estación N4 presenta un mayor porcentaje de arenas.

En el transecto correspondiente al vertido, en la estación V1 se observa un sedimento en el que las lutitas son la fracción granulométrica dominante, seguido de las arenas finas durante todo el año, excepto en invierno donde se detecta un incremento de arenas gruesas. En la estación del vertido, V2, dominaron las arenas finas, excepto durante el otoño donde se detecta un incremento de las arenas gruesas y gravas. El sedimento de la estación V3 está compuesto por las distintas fracciones granulométricas en porcentajes similares. Mientras que en V4 se observa un incremento de lutitas, menor durante la campaña de invierno.

Finalmente, en el transecto sur, las arenas gruesas y gravas dominan el sedimento de la estación S1, mientras que en S2 dominan las arenas medias y finas, detectándose un incremento de fangos durante el otoño. Finalmente, las estaciones S3 y S4 dominan las arenas medias y gruesas.

		Gravas	Arenas gruesas	Arenas medias	Arenas finas	Lutitas
N1	Invierno	0.26	0.57	0.80	16.71	81.66
	Primavera	0.77	1.21	1.82	11.27	84.92
	Verano	0.69	1.56	1.72	9.20	86.82
	Otoño	0.55	1.09	1.31	16.19	80.87
N2	Invierno	0.41	0.57	0.59	20.84	77.60
	Primavera	0.47	0.84	0.98	7.28	90.44
	Verano	0.34	0.65	0.89	3.27	94.85
	Otoño	0.51	0.75	1.20	5.85	91.69
N3	Invierno	0.56	2.50	3.24	15.82	77.88
	Primavera	0.69	4.92	6.51	13.57	74.31
	Verano	0.61	2.66	4.04	6.02	86.67
	Otoño	0.79	2.00	2.52	7.85	86.84
N4	Invierno	2.16	19.20	26.31	10.69	41.63
	Primavera	6.99	22.87	15.37	15.33	39.45
	Verano	12.32	29.10	25.05	10.65	22.89
	Otoño	9.12	34.85	19.89	15.72	20.43
V1	Invierno	11.58	22.60	6.14	5.97	53.72
	Primavera	2.06	6.01	3.90	19.26	68.77
	Verano	2.29	5.42	3.72	20.74	67.84
	Otoño	2.35	6.23	15.17	17.24	59.01
V2	Invierno	3.78	9.09	16.73	53.00	17.41
	Primavera	3.94	10.84	6.70	67.70	10.83
	Verano	4.26	12.16	10.13	63.39	10.05
	Otoño	39.43	36.31	7.69	11.86	4.72
V3	Invierno	15.80	47.37	24.49	6.17	6.17
	Primavera	19.68	31.74	33.24	11.18	4.17
	Verano	23.09	31.91	23.77	9.68	11.56
	Otoño	27.62	34.12	24.71	8.30	5.26
V4	Invierno	18.91	27.05	9.78	3.76	40.49
	Primavera	4.91	11.73	8.50	11.03	63.84
	Verano	7.79	12.48	10.05	4.96	64.72
	Otoño	9.28	19.92	5.45	8.66	56.70
S1	Invierno	29.67	54.54	5.81	4.00	5.98
	Primavera	23.33	62.70	7.04	3.24	3.69
	Verano	26.61	66.38	4.17	1.30	1.55
	Otoño	33.65	52.86	5.14	2.64	5.70
S2	Invierno	1.93	19.18	37.56	32.28	9.04
	Primavera	1.74	9.40	55.83	28.37	4.66
	Verano	0.52	5.74	37.89	44.99	10.86
	Otoño	18.63	11.26	7.48	21.02	41.61
S3	Invierno	10.30	30.63	41.30	8.78	8.99
	Primavera	21.83	24.83	35.93	10.00	7.41
	Verano	14.27	27.18	38.67	13.04	6.83
	Otoño	10.60	28.68	35.79	11.16	13.77
S4	Invierno	10.40	30.93	32.86	10.91	14.91
	Primavera	7.31	28.45	42.71	15.42	6.11
	Verano	5.92	28.17	47.06	10.25	8.59
	Otoño	6.36	27.89	38.68	16.78	10.29

Tabla 3.5. Porcentaje de las clasificaciones granulométricas en cada estación.

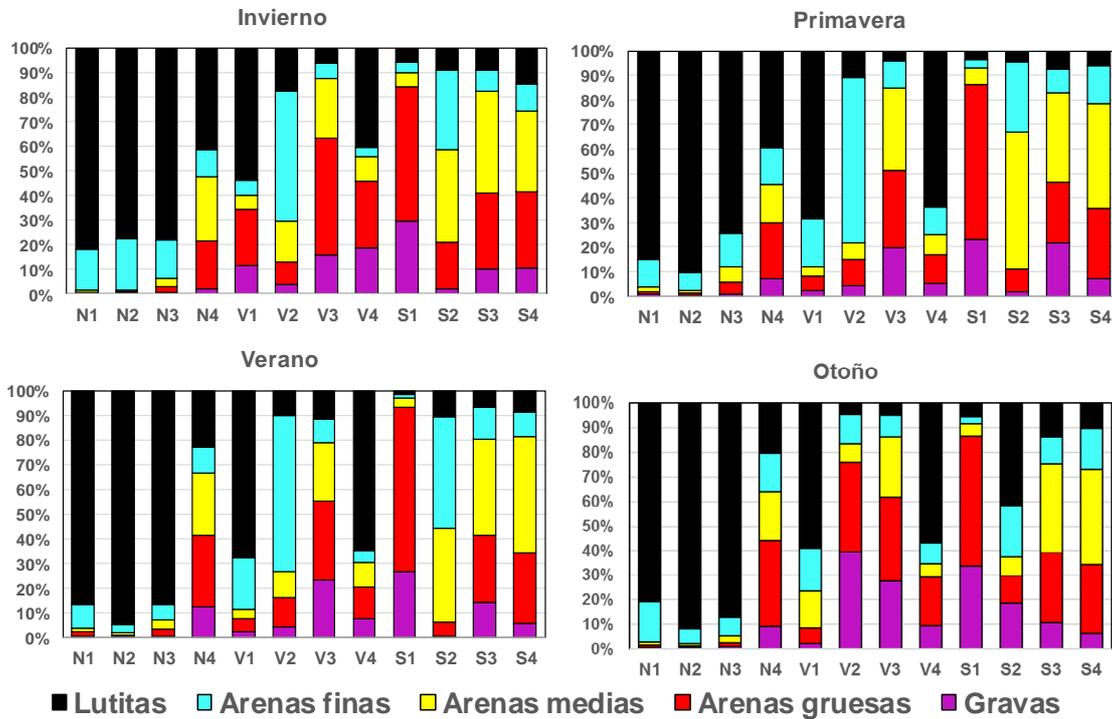


Figura 3.3. Porcentaje de clasificaciones granulométricas de cada una de las estaciones de muestreo para cada campaña del 2017.

En el diagrama triangular (Figura 3.4) se puede observar como las estaciones N1, N2 y N3 se clasifican como fango; mientras que N4 se clasifica como arena fangosa. En el transecto V, V1 y V4 se clasifican como fangos arenosos. La estación del vertido V2, se clasifica durante invierno, primavera y otoño como arena mientras que en otoño se clasifica como arenas con gravas. La estación V3 se clasifica como arena excepto en otoño que se clasifica como arena con gravas. En el transecto sur, la estación S1 se clasifica como arena con grava en todas las campañas. La estación S2 se clasifica como arena durante todas las campañas, excepto otoño que se clasifica como fangos arenosos. Finalmente, las estaciones S3 y S4 se clasificaron como arenas en todas las campañas excepto en primavera que S3 se clasifico como arenas con grava.

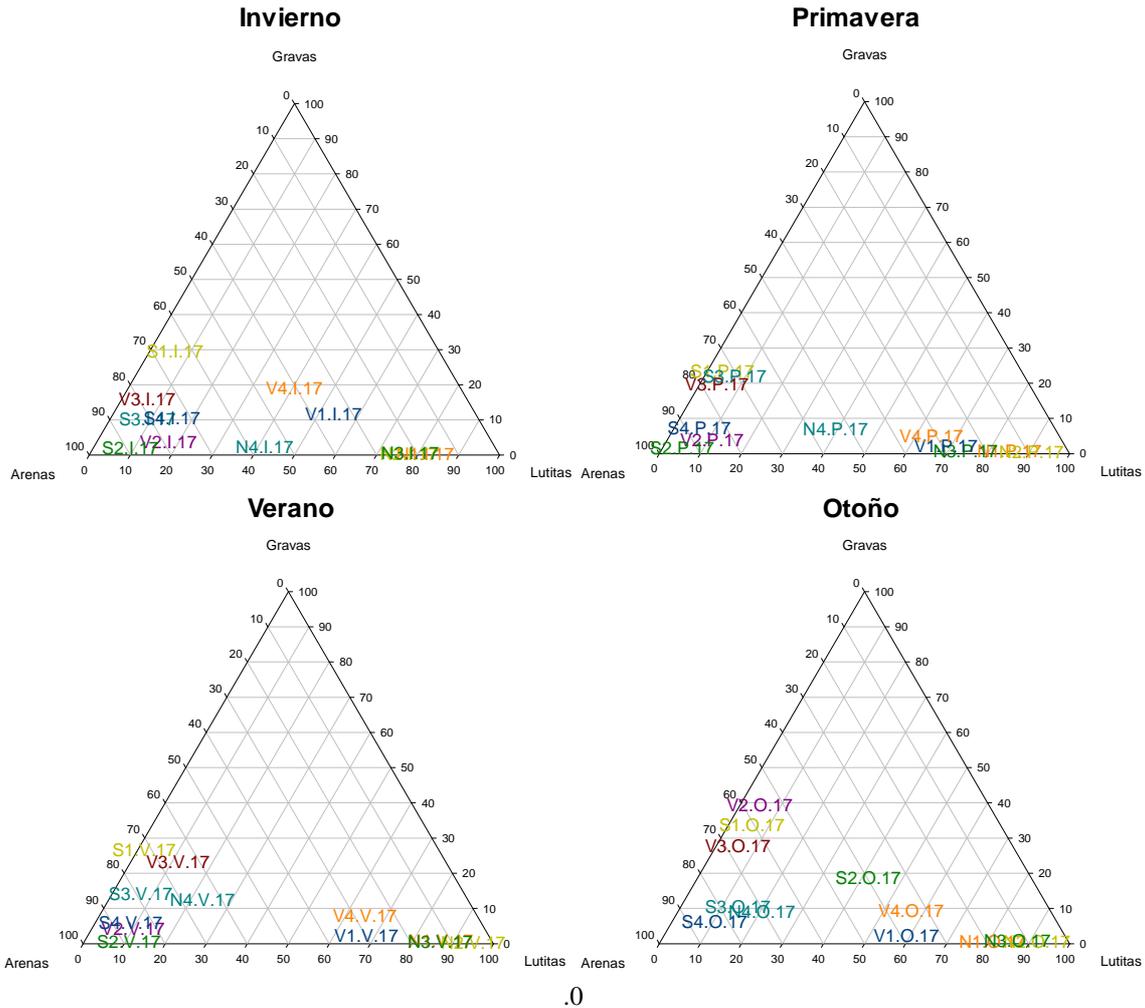


Figura 3.4. Representación del diagrama triangular de granulometría de cada una de las estaciones de muestreo en cada campaña del 2017.

Otras características de los sedimentos.

El menor porcentaje de materia orgánica se obtiene en la estación S2 durante la campaña de primavera (0.92%). Tanto en esta estación como en el resto de estaciones del transecto sur los valores de materia orgánica fueron bajos (<2.25%), exceptuando la estación S2 en otoño, donde se registró un aumento (3.3%). En el transecto del vertido los valores más altos se registraron en la estación V4 (3.14%-5.46%) mientras que en V3 se obtuvieron valores bajos (1.17%-1.77%). Por lo que se refiere a la estación V2 se obtuvo un aumento durante el otoño (5.35%) mientras que en invierno se registró un valor más bajo (2.68%). En el transecto norte, los valores más altos se obtuvieron en las estaciones N2 (4.14%-6.14%) y N3 (3.57%-4.95%) mientras que en la estación N4 se registró el más bajo (2.66%) (Tabla 3.6, figura 3.5).

Los valores de pH oscilan entre 7.3 y 7.96, correspondiendo el valor más bajo a la estación S2 durante la época estival; y el valor más alto a S2 durante la campaña de primavera (Tabla 3.6, figura 3.6).

El valor más alto de potencial redox (Figura 3.7) se obtiene en invierno en la estación V3, en primavera en la estación V2, y en la estación S1 durante verano y otoño. Los valores más reducidos se obtienen en la estación V4 en invierno y otoño, en la estación S4 en primavera y en V1 en verano.

		N1	N2	N3	N4	V1	V2	V3	V4	S1	S2	S3	S4
% Mat. Org.	Invierno	4.46	6.14	4.54	2.66	2.62	2.68	1.77	4.27	1.92	1.58	2.21	2.03
	Primavera	3.21	4.18	4.62	3.51	3.28	3.45	1.32	3.21	1.80	0.92	1.68	1.58
	Verano	2.93	4.27	3.57	3.01	3.41	3.19	1.17	3.14	1.47	1.66	1.80	1.55
	Otoño	2.80	4.14	4.95	3.80	3.27	5.35	1.75	5.46	1.37	3.30	1.93	1.79
pH	Invierno	7.75	7.88	7.73	7.75	7.65	7.9	7.9	7.6	7.4	7.8	7.55	7.6
	Primavera	7.51	7.96	7.86	7.71	7.63	7.74	7.63	7.77	7.79	7.96	7.65	7.57
	Verano	7.37	7.4	7.56	7.47	7.42	7.58	7.38	7.46	7.32	7.3	7.5	7.4
	Otoño	7.61	7.68	7.51	7.51	7.51	7.75	7.53	7.5	7.63	7.5	7.52	7.57
Eh	Invierno	-124	-208	-170.2	-150.5	-200	-144	-10	-213	-190	-140	-185	-110
	Primavera	-246	-242	-254	-261	-273	-52.7	-96.5	-273	-148.4	-215	-279	-300
	Verano	-203	-223	-219	-145.2	-258	-205	-106	-224	-25.7	-252	-238	-178
	Otoño	-198.4	-209	-141.5	-148.5	-184	-10.9	-64.1	-245	54.7	-168.5	-195.7	-150.3

Tabla 3.6. Porcentaje de materia orgánica, pH y potencial redox en cada estación para cada campaña del 2017.

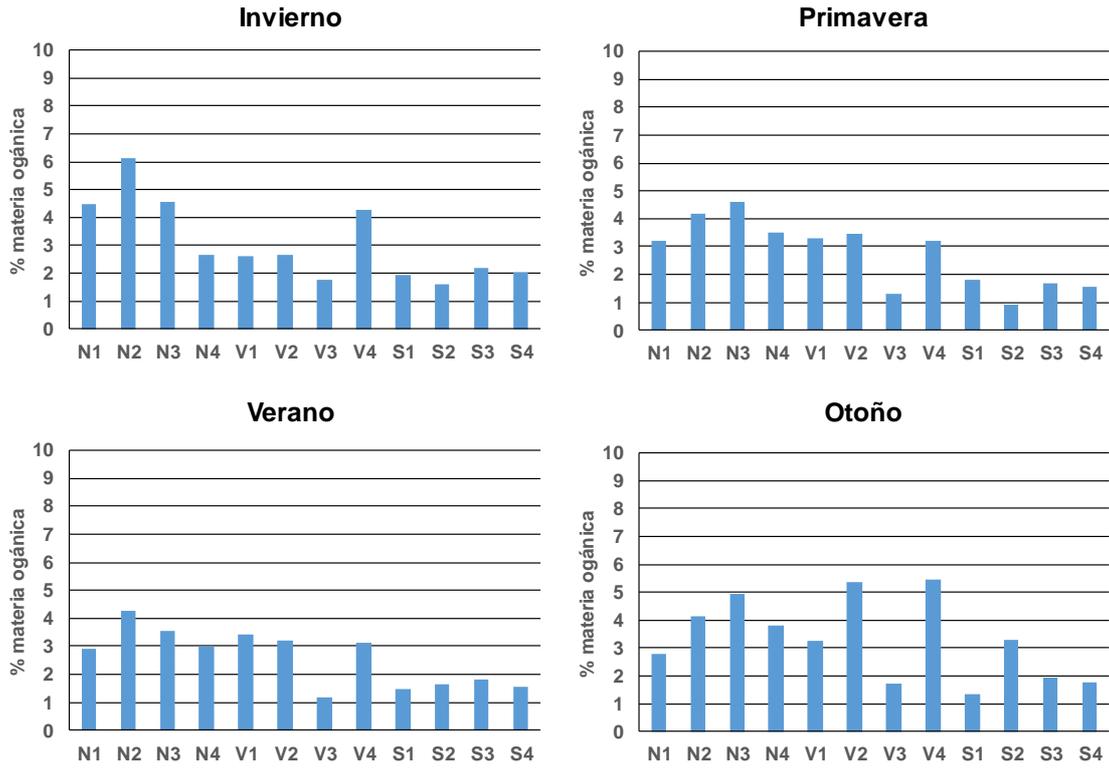


Figura 3.5. Representación del porcentaje medio de materia orgánica para cada estación y campaña de muestreo del 2017.

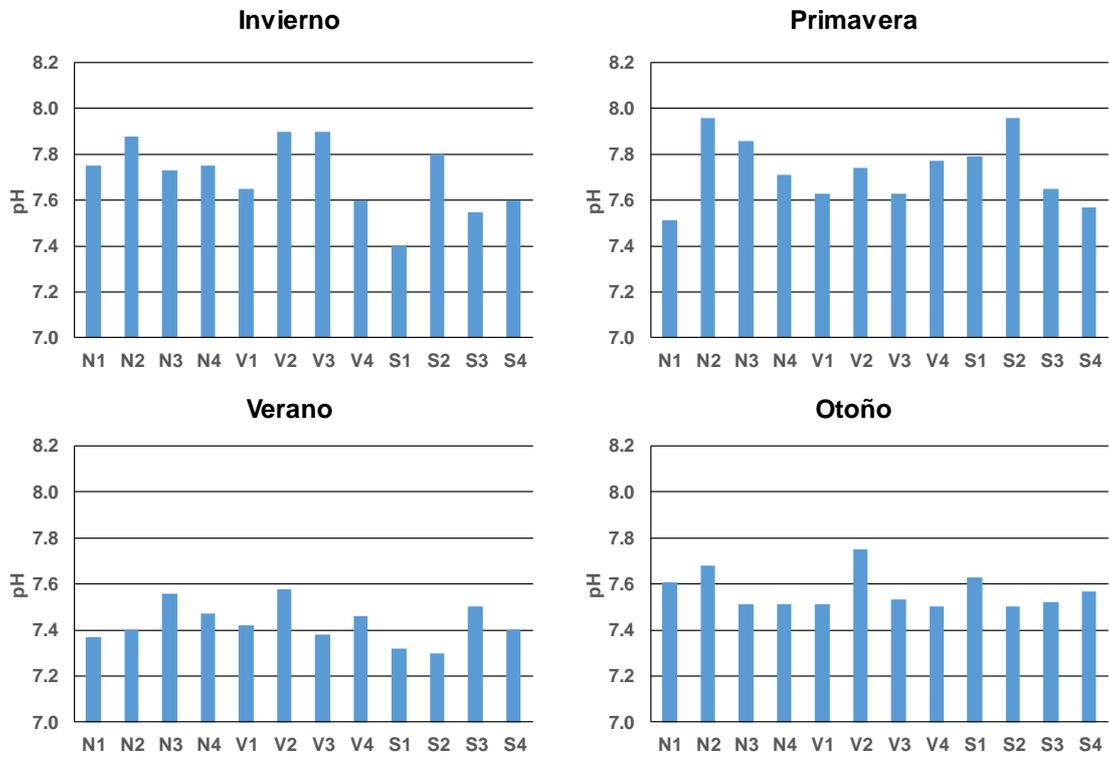


Figura 3.6. Representación del pH tomado en cada estación y campaña de muestreo del 2017.

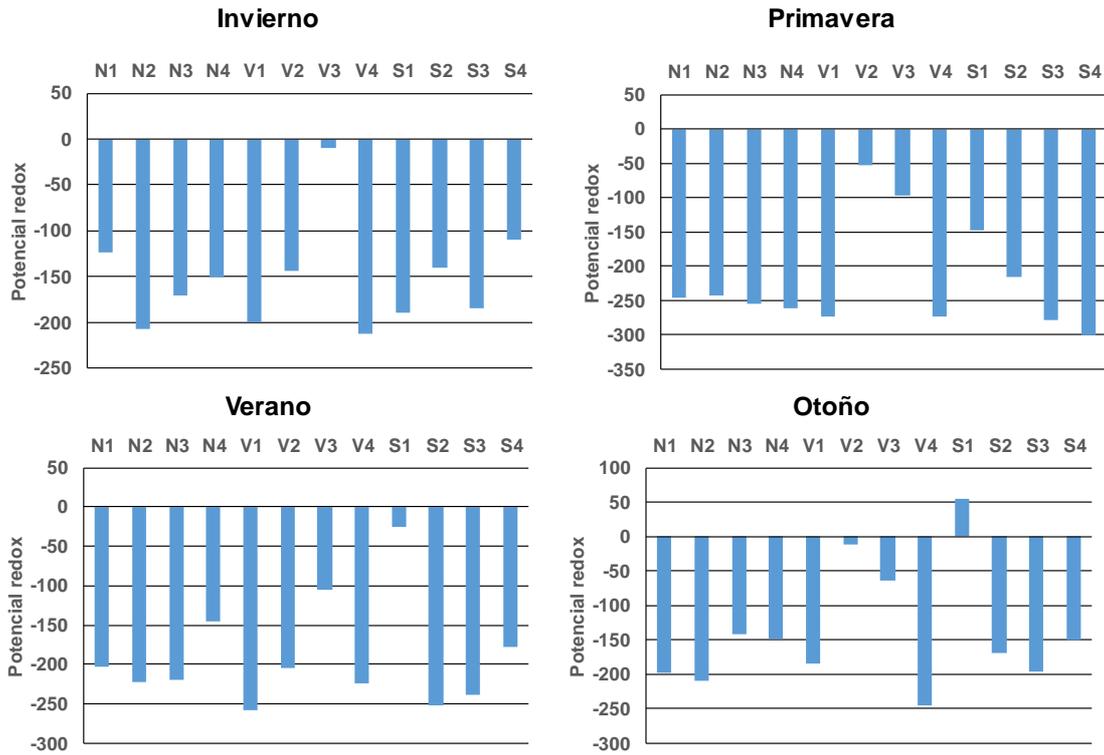


Figura 3.7. Representación del potencial redox tomado en cada estación y campaña de muestreo del 2017.

Las muestras presentaron un contenido en Níquel entre 2.90 ppm y 14.84 ppm, en Hierro entre 0.59 % y 1.21 %, en Cromo entre 8.47 ppm y 23.43 ppm, en Zinc entre 8.04 ppm y 33.22 ppm y en Cobre entre un 1.64 ppm y 6.72 ppm. En general los valores más altos se registraron en las estaciones V3 y V4 y los más bajos en la estación S1 (Tabla 3.7).

Muestra	Ni ppm	Fe %	Cromo Ppm	Zinc ppm	Cobre ppm
N1	9,11	1,11	21,79	24,52	4,62
N2	7,54	0,99	18,56	20,99	4,59
N3	8,88	1,05	21,79	23,49	4,87
N4	8,51	0,91	19,54	24,66	3,94
V1	8,18	0,87	16,04	22,27	4,41
V2	7,17	0,81	18,41	19,89	3,45
V3	10,67	1,21	21,86	33,22	6,72
V4	10,84	1,06	23,43	30,89	5,93
S1	2,90	0,59	8,47	8,04	1,64
S2	8,78	0,80	21,09	19,62	4,64
S3	6,59	0,87	15,56	20,95	4,36
S4	7,75	0,98	21,17	26,18	5,40

Tabla 3.7. Valores de Níquel, Hierro, Cromo , Zinc y Cobre en los sedimentos.

3.5.2.- Fauna general en la campaña de primavera de 2017.

Se han obtenido un total 6675 individuos clasificados en 25 grupos taxonómicos diferentes, entre los cuales domina la clase Polychaeta con 3766 individuos (56.42%); seguida por el orden Amphipoda con 1517 individuos (22.73%), la clase Bivalvia con 271 individuos (4.06%) y el filo Nematoda con 262 individuos (3.93%). Estos grupos están presentes en las doce estaciones muestreadas (Tabla 3.8).

	N1	N2	N3	N4	V1	V2	V3	V4	S1	S2	S3	S4
Nemertino	162.91	150.38	213.03	100.25	187.97	112.78	75.19	100.25	175.44	125.31	112.78	112.78
Nematoda	200.50	463.66	137.84	150.38	112.78	250.63	325.81	75.19	275.69	488.72	250.63	551.38
Annelida	8746.87	4461.15	5075.19	3195.49	2882.21	3684.21	3496.24	2092.73	2531.33	4686.72	3395.99	2944.86
Platelminta	12.53	0.00	0.00	12.53	12.53	0.00	0.00	0.00	12.53	12.53	0.00	0.00
Sipuncula	0.00	0.00	25.06	25.06	0.00	0.00	25.06	75.19	0.00	137.84	25.06	37.59
Ostracoda	37.59	12.53	25.06	62.66	87.72	25.06	12.53	12.53	0.00	25.06	0.00	50.13
Copepoda	75.19	213.03	238.10	25.06	200.50	375.94	37.59	125.31	150.38	50.13	50.13	275.69
Cumacea	62.66	75.19	187.97	25.06	75.19	62.66	0.00	75.19	37.59	62.66	25.06	0.00
Mysidacea	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	12.53
Tanaidacea	401.00	538.85	338.35	87.72	501.25	914.79	50.13	62.66	25.06	25.06	37.59	50.13
Isopoda	50.13	87.72	37.59	50.13	125.31	37.59	12.53	62.66	12.53	37.59	25.06	62.66
Amphipoda	2481.20	2130.33	1115.29	664.16	3170.43	6641.60	714.29	275.69	250.63	789.47	438.60	338.35
Decapoda	37.59	12.53	12.53	0.00	12.53	12.53	25.06	12.53	12.53	25.06	0.00	0.00
Pycnogonida	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	25.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polyplacophora	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Scaphopoda	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	25.06	25.06	0.00
Gastropoda	25.06	12.53	0.00	50.13	12.53	25.06	87.72	37.59	50.13	125.31	62.66	0.00
Bivalvia	426.07	250.63	263.16	488.72	250.63	338.35	175.44	162.91	112.78	476.19	238.10	213.03
Asteroidea	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	12.53
Ophiuroidea	150.38	112.78	50.13	50.13	62.66	137.84	37.59	112.78	12.53	37.59	75.19	75.19
Echinoidea	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	25.06	0.00	0.00	12.53	75.19	12.53	0.00
Holothurioidea	0.00	25.06	12.53	12.53	12.53	0.00	0.00	12.53	12.53	25.06	12.53	0.00
Phoronis	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00
Cephalochordata	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	25.06	0.00	0.00	0.00
Anthozoa	25.06	0.00	12.53	0.00	0.00	62.66	12.53	0.00	0.00	12.53	37.59	0.00

Tabla 3.8. Abundancias medias (nº ind/m²) de los grupos faunísticos estudiados en cada estación.

Análisis univariante

Se realizó un análisis univariante para la abundancia de la fauna, la riqueza de taxones y el índice BOPA.

Por lo que se refiere a la abundancia, se detectan diferencias significativas para la interacción de ambos factores (transecto x distancia, $p=0.008$). Estas diferencias son debidas a las mayores abundancias encontradas en la estación N1 respecto a N4. Así como las mayores abundancias de la estación más cercana al vertido, V2, respecto a V3 y V4 y las menores abundancias de V4 respecto a V1.

El mayor valor de abundancia media (Figura 3.8) se encuentra en la estación N1.P.17 (12894.74 ind/m²) y en V2.P.17 (12731.83). Mientras que el valor más bajo de abundancia media se obtiene en la estación V4.P.17 (3295.74 ind/m²).

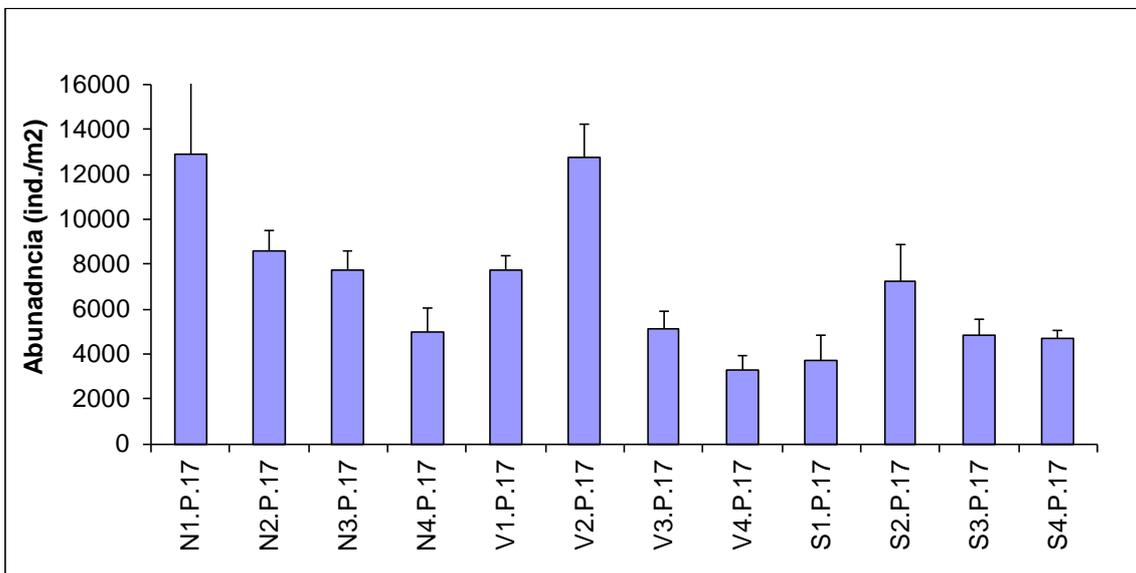


Figura 3.8. Abundancia media de individuos en las distintas estaciones de muestreo en primavera 2017.

En el caso de la riqueza taxonómica no se detectan diferencias significativas entre factores.

Los valores más altos de riqueza se encuentran en la estación N1.P.17, V2.P.17 y S2.P.17 (14 taxones), mientras que los menores valores se registran en la estación del V3.P.17 (10 taxones) (Figura 3.9).

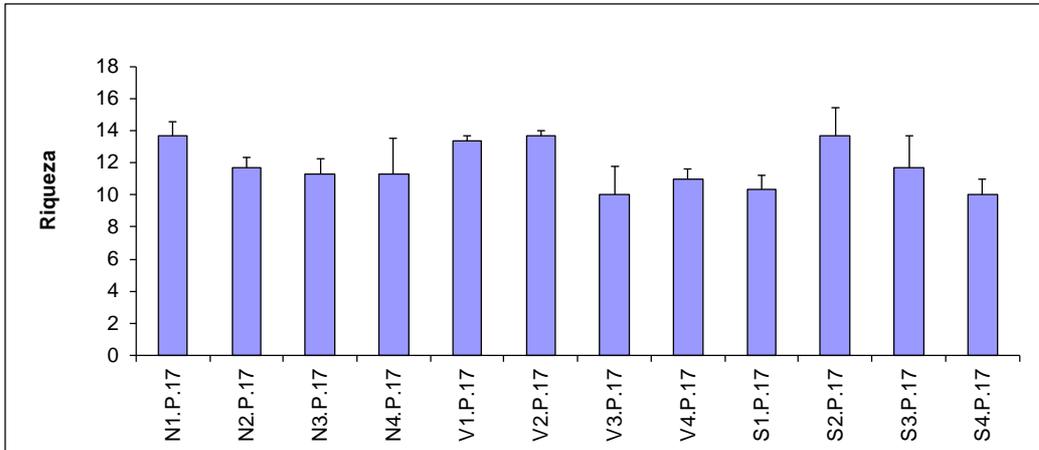


Figura 3.9. Riqueza taxonómica en cada estación de muestreo en primavera 2017.

Por lo que se refiere al índice BOPA todas las estaciones obtienen valores correspondientes a un estado de calidad bueno, exceptuando a V2 y S4 que alcanza un estado muy bueno. Los resultados del ANOVA indican que existen diferencias significativas en la interacción de ambos factores ($p=0.02$). Los valores obtenidos en la estación N3 fueron menores a los obtenidos en el resto de estaciones del transecto norte. Obteniendo en las distancias 2 y 3 menores valores en el transecto norte, y en la distancia 4 mayores valores en el transecto sur respecto a las estaciones de los otros transectos.

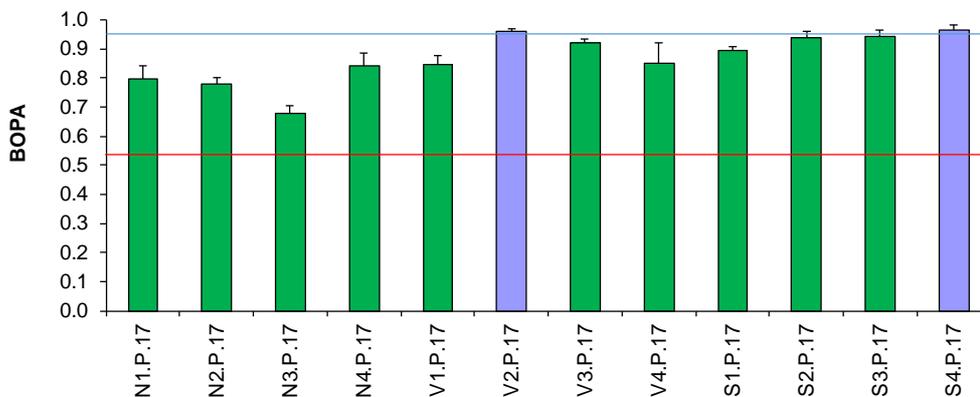


Figura 3.10. Valores del índice BOPA en cada estación de muestreo en primavera 2017. La línea roja indica el límite bueno/ moderado y la línea verde el límite muy bueno/bueno (RD 817/2015).

Análisis multivariante

El dendrograma de similitud (Figura 3.11) muestra como las estaciones forman tres grupos diferenciados. El grupo 1 lo forman las estaciones V1 y V2, con una similitud entre ellas superior al 70%. Las estaciones N1, N2, N3 y S2 forman el grupo 2 y presentan una similitud superior al 75%. El resto de estaciones forman el grupo con una similitud superior al 80%.

En el gráfico bidimensional que representa el ordenamiento multiescalar (MDS, Figura 3.12) se puede observar la distribución de las estaciones en función de su similitud.

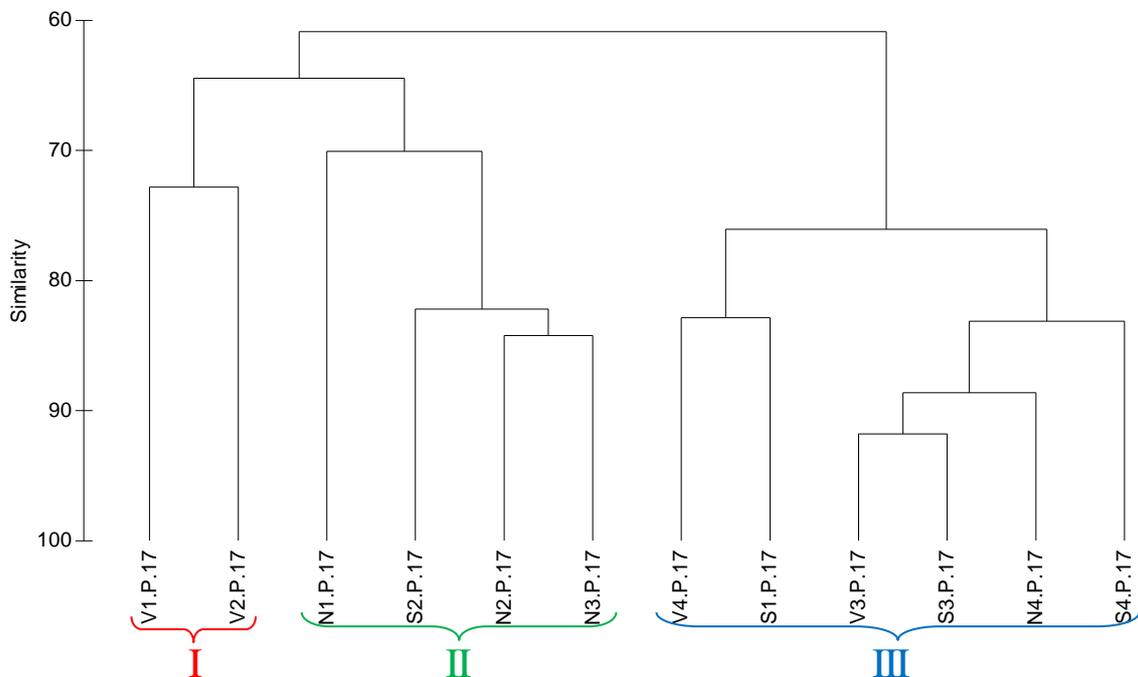


Figura 3.11. Representación del dendrograma respecto a los grupos faunísticos estudiados en las estaciones de muestreo.

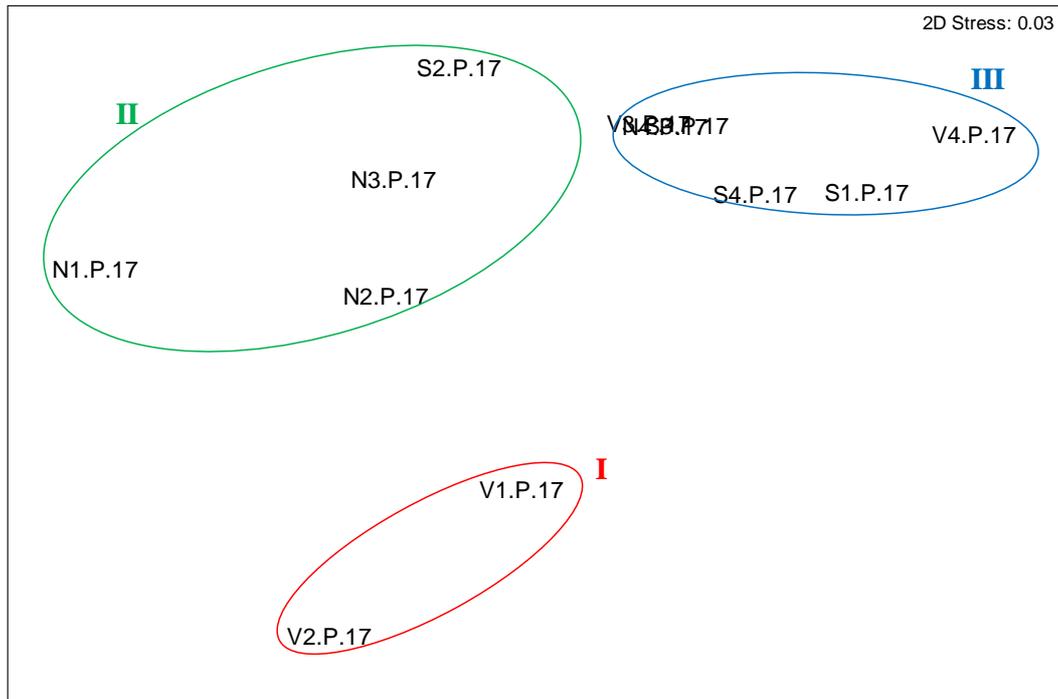


Figura 3.12. Representación del MDS respecto a los grupos faunísticos estudiados en las estaciones de muestreo.

Al aplicar el análisis de similitud (ANOSIM), no se observan diferencias significativas para el factor transecto, con un nivel de significación del 13.2% y un $R=0.141$; ni se observan diferencias dentro del factor distancia, siendo el nivel de significación de 14.5%, con un $R=0.16$.

Se aplica el análisis multivariante SIMPER de porcentaje de similitud con la finalidad de conocer cuáles son los grupos taxonómicos que contribuyen a la similitud dentro de cada uno de los grupos establecidos a partir del MDS, así como los que contribuyen a la disimilitud entre ellos. En la siguiente tabla aparecen los valores de similitud obtenidos mediante el análisis SIMPER entre las estaciones que forman los grupos establecidos. Mientras que en los grupos 2 y 3, el orden de importancia en la contribución a la disimilitud varía. Siendo los poliquetos el grupo más importante, seguido de anfípodos y bivalvos o nematodos (Tabla 3.9).

Grupo MDS	Grupo Taxon.	AM	PA
1			
SM: 72.83			
	Amphipoda	4906.02	42.52
	Polychaeta	3283.21	81.18
	Tanaidacea	708.02	87.9
	Bivalvia	294.49	91.26
2			
SM: 76.48			
	Polychaeta	5742.48	67.73
	Amphipoda	1629.07	83.56
	Bivalvia	354.01	87.67
	Nematoda	322.68	90.85
3			
SM: 80.66			
	Polychaeta	2942.77	72.41
	Amphipoda	446.95	81.41
	Nematoda	271.51	86.17
	Bivalvia	231.83	90.61

Tabla 3.9. Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de las especies respecto a los grupos establecidos. SM: Similitud media entre cada transecto. AM: Abundancia media. PA: Porcentaje acumulado.

Al analizar la disimilitud entre grupos, se observa como el grupo 1 se diferencia por presentar mayores abundancias de anfípodos, tanaidáceos y copépodos respecto a los grupos 2 y 3, así como un menor número de poliquetos respecto al grupo 2 y un mayor número de poliquetos respecto al grupo 3. La disimilitud entre los grupos 2 y 3 es debida a las menores abundancias de poliquetos, anfípodos, tanaidáceos, nematodos y bivalvos detectadas en el grupo 3 respecto al grupo 2 (Tabla 3.10).

Grupos MDS	Grupo Taxon.	AM 1	AM 2	PA
1/2				
DM: 35.54				
	Amphipoda	4906.02	1629.07	46.61
	Polychaeta	3283.21	5742.48	81.61
	Tanaidacea	708.02	325.81	87.23
	Nematoda	181.7	322.68	90.11
1/3				
DM: 43.80				
	Amphipoda	4906.02	446.95	66.93
	Tanaidacea	708.02	52.21	76.89
	Polychaeta	3283.21	2942.77	86.15
	Copepoda	288.22	110.69	88.96
2/3				
DM: 48.68				
	Polychaeta	5742.48	2942.77	53.31
	Amphipoda	1629.07	446.95	75.99
	Tanaidacea	325.81	52.21	81.67
	Nematoda	322.68	271.51	85.61
	Bivalvia	354.01	231.83	89.04

Tabla 3.10. Resumen de análisis de disimilitud (SIMPER) de la abundancia de las especies respecto a los grupos establecidos. AM1: abundancia media en el grupo 1. AM2: Abundancia media en el grupo 2. AM3: Abundancia media en el grupo 3. DM: Disimilitud media entre grupos. PA: Porcentaje acumulado.

Se emplea el procedimiento RELATE para analizar la correlación de la comunidad con cada parámetro ambiental: profundidad, salinidad, granulometría, materia orgánica, pH y potencial redox. No se detectan correlaciones significativas con ninguno de los factores abióticos analizados.

Factores ambientales	Rho	P
Materia orgánica	0.001	0.44
% Gravas	0.131	0.17
% A. gruesa	0.162	0.20
% A. media	-0.04	0.57
% A. fina	0.182	0.20
% Lutitas	0.218	0.06
pH	0.022	0.39
Eh	0.122	0.22
Profundidad	0.051	0.35
Salinidad	0.27	0.06
Factores totales	0.312	0.03

Tabla 3.11. Resumen del RELATE considerando cada uno de los factores ambientales por separado, y el total como conjunto de ellos. En negrita se señalan los que proporcionan un resultado significativo.

3.5.3.- Estructura de la comunidad de poliquetos en primavera 2017.

	Transecto Norte				Transecto Vertido				Transecto Sur			
	N1	N2	N3	N4	V1	V2	V3	V4	S1	S2	S3	S4
Apistobranchidae	0.00	37.59	12.53	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.06	0.00
Ampharetidae	25.06	25.06	75.19	87.72	50.13	25.06	112.78	25.06	112.78	75.19	187.97	100.25
Capitellidae	200.50	375.94	488.72	12.53	338.35	62.66	112.78	162.91	325.81	100.25	87.72	100.25
Chaetopteridae	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53
Cirratulidae	187.97	200.50	338.35	75.19	175.44	137.84	75.19	137.84	12.53	488.72	275.69	213.03
Cossuridae	25.06	50.13	137.84	0.00	50.13	0.00	0.00	25.06	0.00	0.00	0.00	0.00
Dorvilleidae	0.00	0.00	0.00	12.53	12.53	87.72	150.38	0.00	62.66	213.03	100.25	175.44
Eunicidae	0.00	12.53	12.53	37.59	50.13	125.31	100.25	12.53	12.53	37.59	37.59	0.00
Flabelligeridae	175.44	100.25	150.38	25.06	137.84	0.00	12.53	100.25	12.53	0.00	0.00	0.00
Glyceridae	12.53	0.00	0.00	37.59	0.00	0.00	50.13	0.00	87.72	25.06	12.53	37.59
Gonianidae	12.53	37.59	37.59	12.53	25.06	37.59	12.53	0.00	0.00	25.06	37.59	0.00
Hesionidae	12.53	50.13	12.53	0.00	12.53	0.00	25.06	0.00	125.31	50.13	0.00	0.00
Lumbrineridae	538.85	501.25	551.38	62.66	187.97	162.91	225.56	175.44	125.31	213.03	112.78	112.78
Lacydoniidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00
Magelonidae	363.41	288.22	313.28	62.66	238.10	25.06	0.00	37.59	0.00	25.06	50.13	12.53
Maldanidae	100.25	25.06	87.72	37.59	25.06	87.72	150.38	37.59	12.53	12.53	37.59	12.53
Nepthyidae	150.38	175.44	187.97	87.72	175.44	125.31	62.66	12.53	0.00	200.50	100.25	37.59
Nereididae	37.59	12.53	0.00	0.00	0.00	12.53	50.13	12.53	25.06	12.53	0.00	25.06
Oeonidae	0.00	50.13	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00
Onuphidae	0.00	12.53	0.00	12.53	100.25	313.28	463.66	50.13	50.13	37.59	37.59	137.84
Opheliidae	25.06	25.06	0.00	25.06	0.00	25.06	12.53	0.00	0.00	75.19	0.00	62.66
Orbiniidae	0.00	0.00	0.00	50.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	25.06	0.00
Oweniidae	12.53	12.53	0.00	37.59	37.59	25.06	0.00	12.53	0.00	50.13	50.13	87.72
Paralacydoniidae	112.78	125.31	137.84	12.53	150.38	0.00	37.59	87.72	0.00	25.06	12.53	25.06
Paraonidae	1378.45	877.19	1253.13	388.47	363.41	225.56	37.59	238.10	112.78	300.75	100.25	100.25
Pectinariidae	0.00	0.00	0.00	12.53	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.59	25.06
Phyllodocidae	12.53	25.06	12.53	75.19	37.59	50.13	137.84	25.06	87.72	37.59	25.06	50.13
Pilargidae	0.00	0.00	37.59	87.72	0.00	112.78	12.53	37.59	12.53	75.19	0.00	37.59
Pisionidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	87.72	0.00	0.00	0.00
Poecilochaetidae	162.91	213.03	62.66	50.13	112.78	50.13	37.59	25.06	0.00	100.25	137.84	75.19
Polygonidae	25.06	12.53	0.00	12.53	0.00	25.06	25.06	12.53	0.00	12.53	12.53	25.06
Sabellariidae	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	25.06
Sabellidae	25.06	62.66	25.06	263.16	137.84	401.00	501.25	62.66	187.97	300.75	338.35	213.03
Scalibregmatidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	75.19	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53
Serpulidae	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	75.19	25.06	0.00
Sigalionidae	12.53	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spionidae	1278.20	802.01	714.29	551.38	187.97	626.57	300.75	175.44	225.56	601.50	413.53	363.41
Sternaspidae	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Syllidae	451.13	325.81	426.07	989.97	225.56	814.54	588.97	513.78	764.41	1453.63	1077.69	827.07
Terebellidae	12.53	0.00	0.00	25.06	25.06	112.78	87.72	112.78	100.25	25.06	37.59	37.59
Trichobranchidae	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 3.12. Abundancias medias (n° ind/ m^2) de las familias de poliquetos en cada una de las estaciones.

Se han analizado un total de 3497 individuos pertenecientes a 41 familias de poliquetos. La familia más abundante ha sido Syllidae, con 675 individuos

representando el 19.3% de todos los individuos analizados, seguido de las familias Spionidae, con 498 individuos (14.2%), Paraonidae, de las que se identificaron 429 individuos (12.3%); la familias Lumbrineridae; con 237 individuos (6.8%), Sabellidae, representando casi el 5.7% (201 individuos), y por último, las familias Capitellidae y Cirratulidae; con un 5.4% y 5.3% del total de la abundancia (189 y 185 individuos, respectivamente). El resto de las familias aparecen con una abundancia que representa menos del 5% del total analizado.

Las siete familias más abundantes; junto con las familias Maldanidae, Ampharetidae y Phyllodocidae son las más representativas, apareciendo en las 12 estaciones estudiadas. Durante esta campaña de muestreo, las familias Apistobranchidae, Chaetopteridae, Cossuridae, Glyceridae, Hesionidae, Oeonidae, Opheliidae, Orbiniidae, Oweniidae, Pectinariidae, Pisionidae, Polynoidae, Sabellariidae, Scalibregmatidae, Serpulidae, Sigalionidae, Sternaspidae y Trichobranchidae aparecen con abundancias inferiores al 1%, por lo que se considerarían familias con un alto nivel de rareza en la zona de estudio (alrededor del 51% del total de las familias).

Análisis univariante.

Para el estudio de la comunidad de poliquetos asociados a fondos blandos se aplicó un análisis univariante tanto a la abundancia como a la riqueza, para los factores analizados.

Considerando los valores de abundancia no se detectan diferencias significativas para la interacción entre los dos factores analizados (transecto x distancia) ($p=0.258$). Se detectan diferencias significativas para los dos factores estudiados (Transecto, $p=0.0042$; Distancia, $p=0.0222$). Se analizan los factores por separado, aplicando el test SNK, para detectar que tratamientos dentro de cada factor están marcando las diferencias. Para el factor Transecto, dichas diferencias son debidas, principalmente, a los mayores valores de abundancias en las estaciones localizadas al norte, respecto a las estaciones localizadas en el vertido. Las diferencias entre las distancias vienen marcadas por el descenso de las abundancias en la estación localizadas a la distancia 4; principalmente respecto a las distancias 2 y 3.

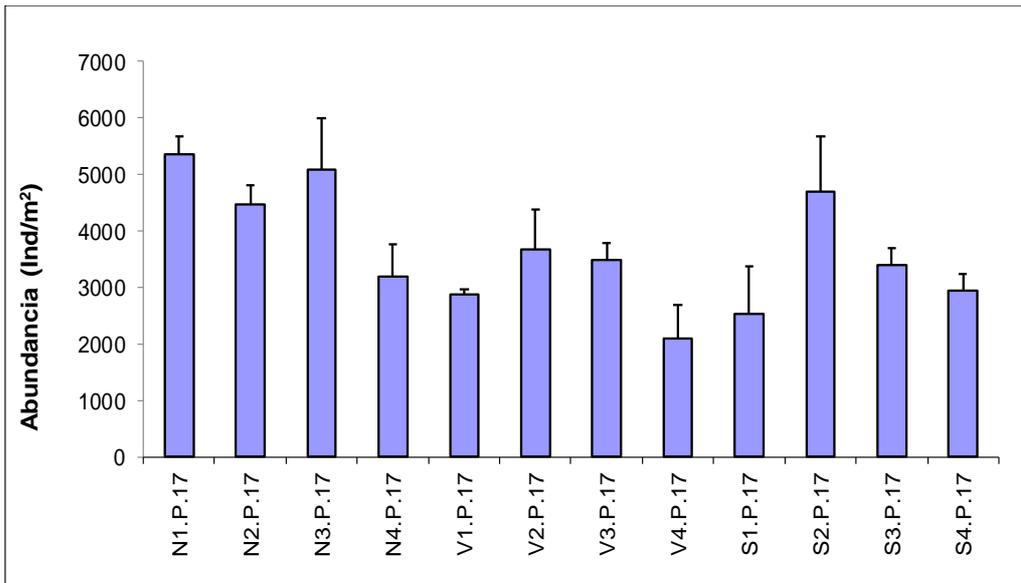


Figura 3.13. Abundancia media de poliquetos en cada estación.

En cuanto a la riqueza, no se detectaron diferencias significativas para la interacción entre los dos factores analizados (transecto x distancia $p=0.6082$) ni para los factores por separados; Transecto ($p=0.1259$) y distancia ($p=0.0224$) ($p<0.01$). Aun así, se observa un descenso en las estaciones S1, V4 y N3 respecto al resto de las estaciones.

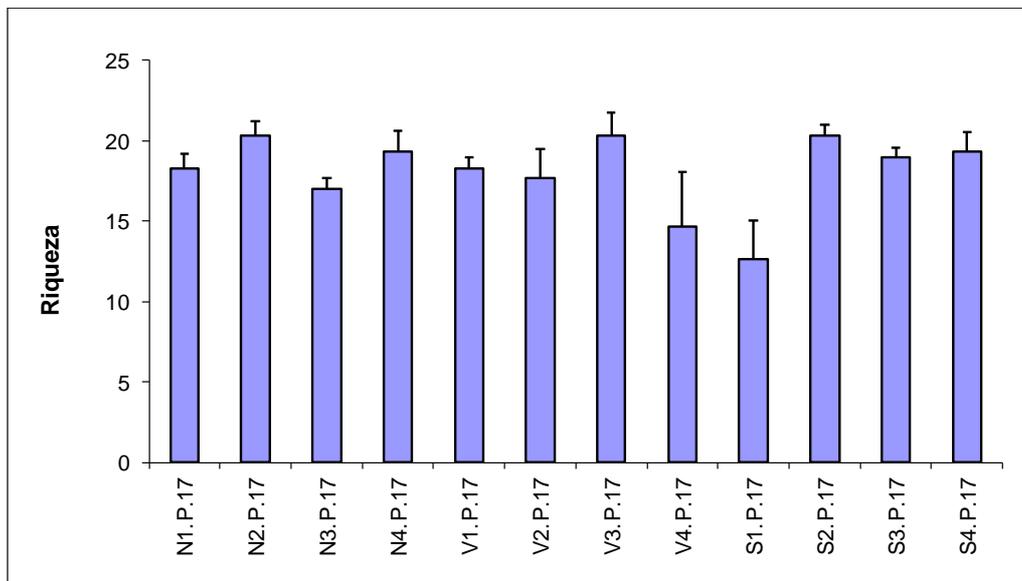


Figura 3.14. Riqueza media de poliquetos en cada estación.

Al analizar la diversidad del poblamiento de poliquetos se observa un descenso en las estaciones localizadas al norte y sur respecto al transecto vertido;

obteniéndose los valores más bajos en las estaciones N1 (diversidad=3.18) y S1 (diversidad= 3.05). Esto puede indicar un ligero empobrecimiento en el poblamiento de poliquetos de dichas estaciones durante esta campaña, respecto al resto de las estaciones (diversidad superior a 3.2).

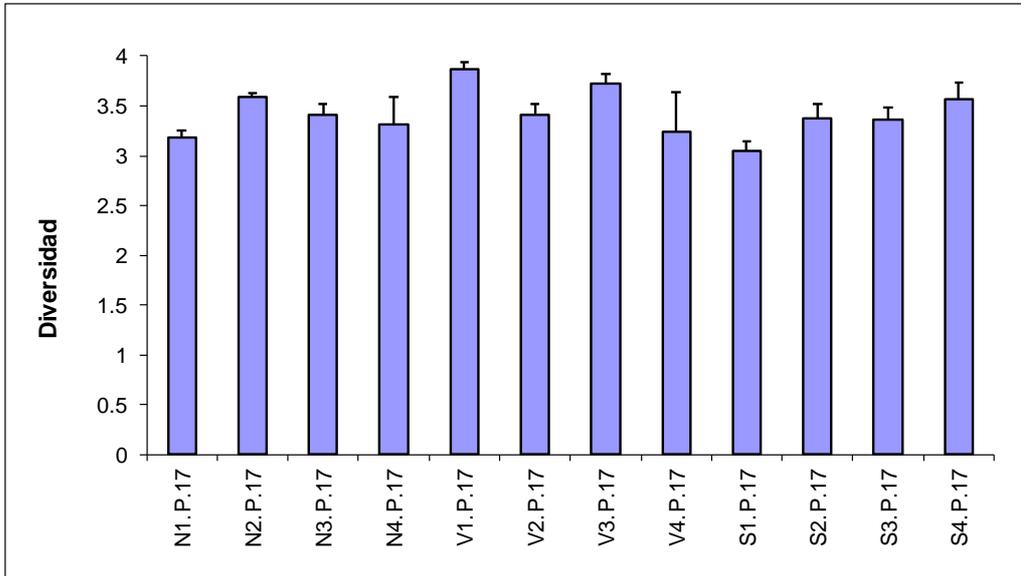


Figura 3.15. Diversidad media de poliquetos en cada estación.

Los valores de equitatividad en la zona de estudio superan una equitatividad de 0.77 en todas las estaciones; siendo algo más bajos en las estaciones localizadas al norte, principalmente N1, y N4; junto a las estaciones S2 y S3; estaciones en las que un menor número de familias son las dominantes. Sin embargo, en la estación V1, se obtienen los valores más elevados de equitatividad (superando el 0.92); lo que nos indica un dominio similar del número de familias detectadas en dicha estación.

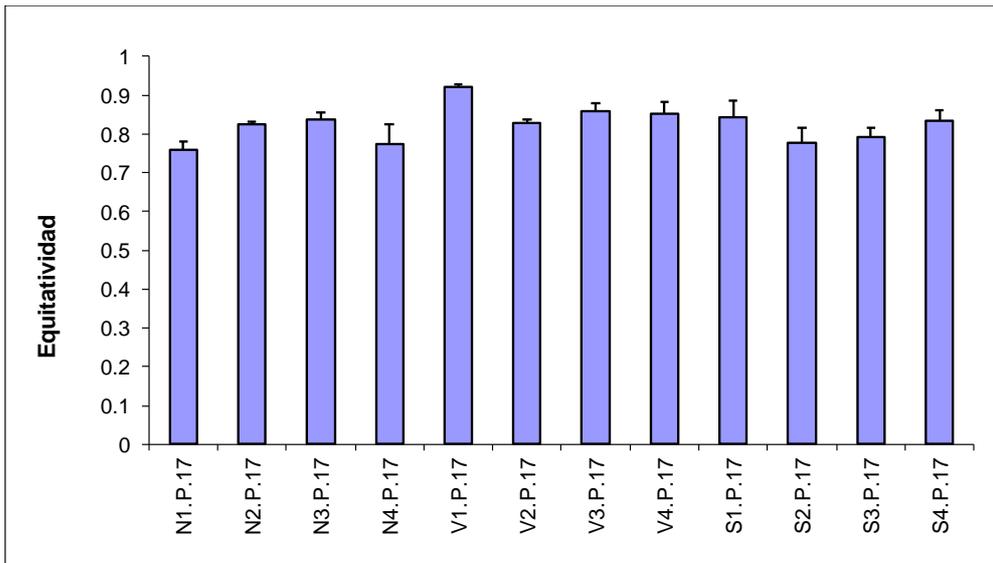


Figura 3.16. Equitatividad media de poliquetos en cada estación.

Análisis multivariante.

Se detecta la formación de dos grupos principales con más de un 50% de disimilitud. El grupo A establecido por las estaciones localizadas al sur, junto a las estaciones del vertido V2.P.17 y V3.P.17 y la estación N4.P.17; con una similitud de un 66%. Dentro de este grupo, las estaciones S1 y V3 son las más heterogéneas. El grupo B, constituido por la mayoría de las estaciones localizadas al norte, N1.P.17, N2.P.17, N3.P.17, junto con las estaciones V1.P.17 y V4.P.17; mostrando una similitud próxima al 65%.

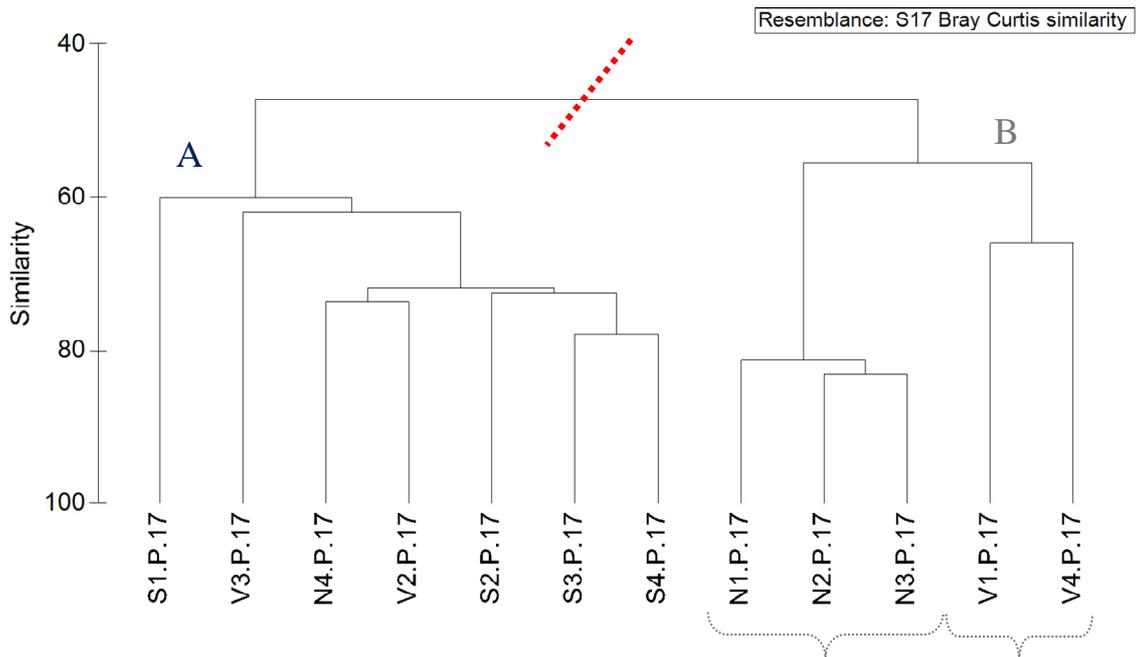


Figura 3.17. Representación del *cluster* respecto a las familias de poliquetos de las estaciones estudiadas.

Al representar las muestras en un gráfico bidimensional resultante de un ordenamiento multiescalar (MDS) se puede apreciar, de forma visual, la existencia de una variación espacial de las muestras. Cabe destacar la segregación entre la mayoría de las muestras del transecto norte y las del sur en cuanto a la composición del poblamiento de poliquetos. Esta disimilitud probablemente se deba a las características del fondo ya que las estaciones localizadas al norte presentan un mayor porcentaje de fangos, mientras que las localizadas la sur se caracterizan por la heterogeneidad de los sedimentos (una granulometría más gruesa y heterogénea). Las estaciones del transecto vertido se distribuyen entre los otros dos transectos. Durante esta campaña son las estaciones V3 y S1 las que muestran mayor heterogeneidad en el poblamiento de poliquetos, respecto al resto de las estaciones del grupo, así como entre ellas mismas. En el grupo B, también se observa mayor homogeneidad entre las estaciones del norte (N1, N2, N3).

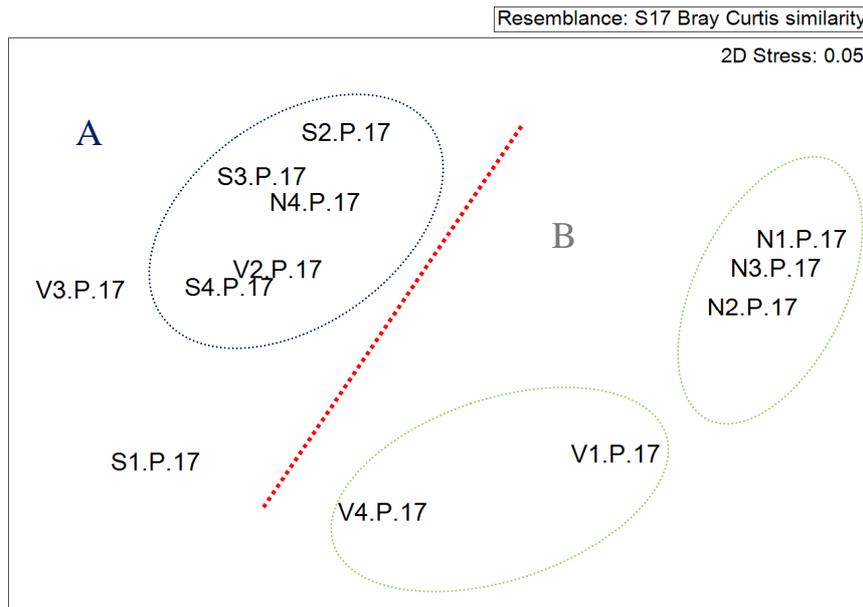


Figura 3.18. Representación bidimensional del MDS respecto a las familias de poliquetos de las estaciones estudiadas.

Al aplicar el Análisis de Similitud (ANOSIM), no se detectaron diferencias significativas entre las distintas distancias ($p=0.742$ y $R= -0.134$). Si se observan diferencias entre los distintos transectos ($p=0.017$, $R=0.412$).

Se aplica el análisis de porcentaje de similitud, con la finalidad de conocer cuáles son las familias de poliquetos que contribuyen a la similitud dentro de cada grupo establecido a partir del MDS, así como las que contribuyen a la disimilitud entre grupos.

Las familias Syllidae, Spionidae y Sabellidae, son las implicadas en el 60% de la similitud entre las estaciones incluidas en el grupo A (porcentaje de similitud de un 66.57%). Las estaciones incluidas en el grupo B presentan un porcentaje de similitud de un 64.46%. En este caso, son las familias Paraonidae, Syllidae, Spionidae, Lumbrineridae, Capitellidae, Cirratulidae y Magelonidae las que contribuyen en un 76.15% de la similitud.

Grupo	Familia	AM	PA
A			
SM: 66.57			
	Syllidae	930.9	34.08
	Spionidae	440.39	49.11
	Sabellidae	315.07	59.99

B			
SM: 61.32			
	Paraonidae	822.06	18.3
	Syllidae	388.47	31.01
	Spionidae	631.58	43.64
	Lumbrineridae	390.98	54.11
	Capitellidae	313.28	63.23
	Cirratulidae	208.02	69.81
	Magelonidae	248.12	76.15

Tabla 3.13. Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de las familias de poliquetos respecto a los grupos establecidos. SM: Similitud media entre cada grupo. AM: Abundancia media. PA: Porcentaje acumulado.

Las familias Paraonidae, Syllidae, Spionidae, Sabellidae, Lumbrineridae, Magelonidae y Capitellidae son las principales responsables de la mayor diferencia entre los grupos establecidos. La disimilitud se debe, principalmente al dominio de las familias Paraonidae, Spionidae, Lumbrineridae, Magelonidae y Capitellidae en la mayoría de las estaciones del norte (N1.P.17, N2.P.17, N3.P.17) y las del vertido (V1.P.17 y V4.P.17); mientras que en las estaciones localizadas en el transecto sur, junto con las estaciones V2.P.17, V3.P.17 y la localizada al norte N4.P.17, se observa un incremento de la abundancia de las familias Syllidae y Sabellidae, respecto al resto de las estaciones.

Grupos	Familia	AMx	AMy	PA
A / B				
DM: 52.75				
	Paraonidae	180.81	822.06	15.44
	Syllidae	930.9	388.47	29.51
	Spionidae	440.39	631.58	39.47
	Sabellidae	315.07	62.66	45.96
	Lumbrineridae	145.01	390.98	52.02
	Magelonidae	25.06	248.12	57.53
	Capitellidae	114.57	313.28	62.98

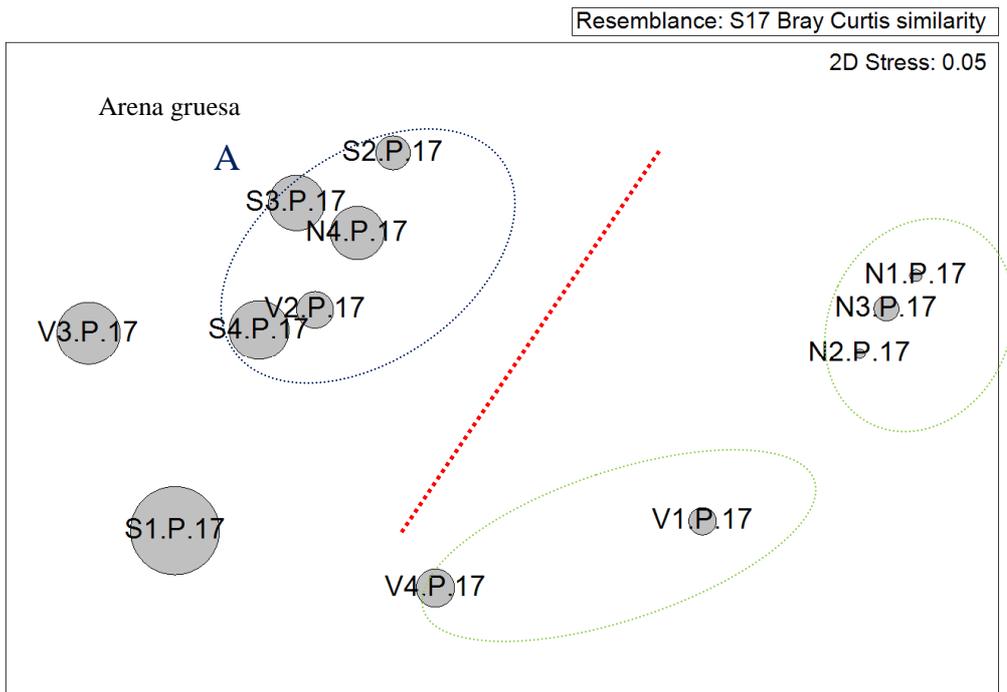
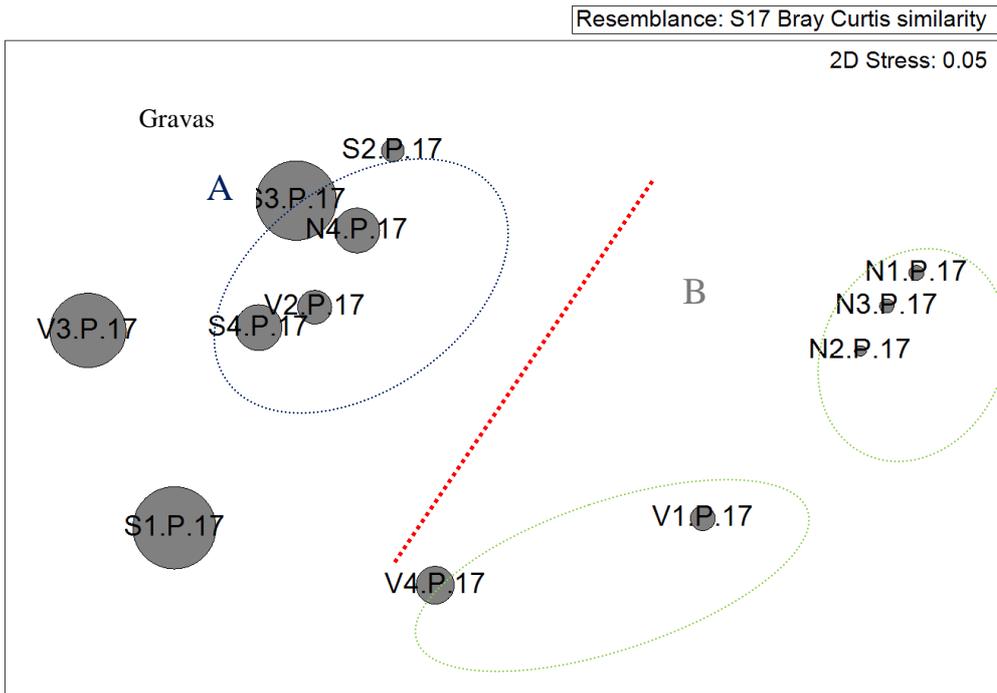
Tabla 3.14. Resumen de análisis de disimilitud (SIMPER) de la abundancia de las familias de poliquetos respecto a los grupos y subgrupos establecidos. AMx: abundancia media en el grupo x. AMy: Abundancia media en el grupo y a comparar. DM: Disimilitud media entre grupos. PA: Porcentaje acumulado.

Mediante el procedimiento RELATE se observa correlación entre la matriz de los poliquetos y la matriz de los factores ambientales estudiados (profundidad, granulometría, materia orgánica, Eh, pH y salinidad). Se obtiene un nivel de significación de un 1.5% y con un $Rho=0.354$ (Tabla 3.15). Al analizar cada uno de los factores por separado, se observa que las gravas, la arena gruesa, lutitas y materia orgánica presentan los mayores valores de correlación. Por lo tanto, la distribución del poblamiento de poliquetos está determinada, principalmente, por el conjunto de dichos factores; es decir, principalmente por el tipo de granulometría que caracteriza la zona de estudio, así como por el porcentaje de materia orgánica.

Factores ambientales	Rho	p
Materia orgánica	0.349	0.02
% Gravas	0.403	0.007
% A. gruesa	0.467	0.004
% A. media	0.154	0.1
% A. fina	-0.246	0.997
% Lutitas	0.772	0.001
pH	0.105	0.19
Eh	0.069	0.25
Profundidad	-0.002	0.446
Sal	-0.099	0.787
Factores totales	0.354	0.015

Tabla 3.15. Resumen del RELATE considerando cada uno de los factores ambientales por separado.

Mediante la representación bidimensional con círculos superpuestos se observa que las estaciones incluidas en el grupo A, presentan mayor porcentaje de gravas y arena gruesa, junto con valores intermedios de materia orgánica. Sin embargo, las estaciones agrupadas en B, muestran una mayor homogeneidad del sedimento; estaciones que se caracterizan por la presencia de un elevado porcentaje de fangos y materia orgánica



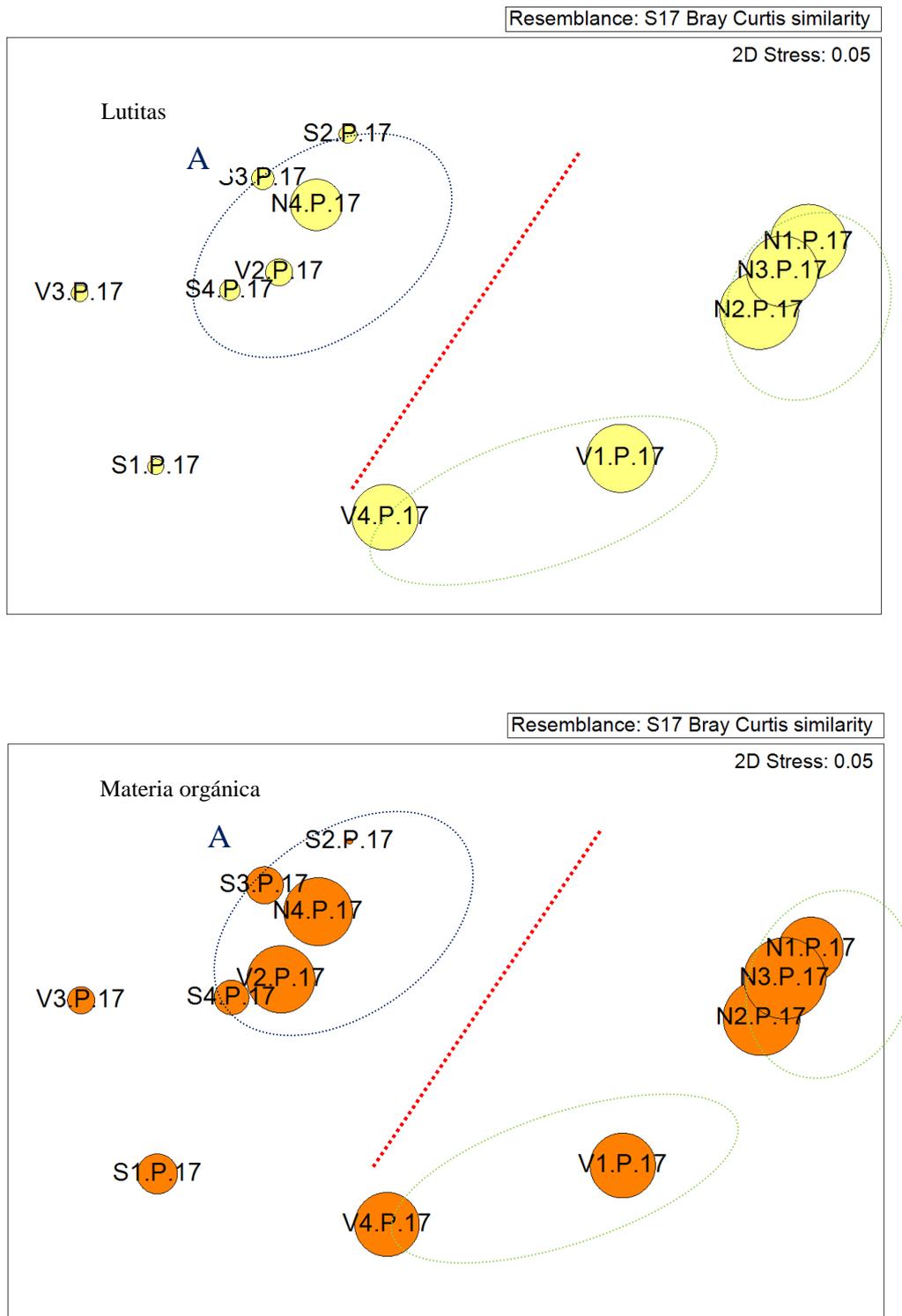


Figura 3.19. Representación bidimensional MDS para las abundancias de las familias de poliquetos en cada una de las estaciones analizadas con círculos superpuestos incrementando el tamaño de manera proporcional al incremento en los valores de cada parámetro analizado (Gravas, A. gruesa, lutitas, materia orgánica, profundidad y pH).

3.5.4.- Fauna general en la campaña de otoño de 2017.

Se han capturado un total de 4622 individuos pertenecientes a 25 grupos taxonómicos diferentes. La clase Polychaeta fue el grupo taxonómico más abundante, con 2609 individuos (56.44%). Otros grupos presentan altas abundancias, como el orden Amphipoda del que se capturaron 979 individuos (21.18%) o el orden Tanaidacea del que se capturaron 252 individuos (5.45%).

	N1	N2	N3	N4	V1	V2	V3	V4	S1	S2	S3	S4
Nemertina	100.25	87.72	87.72	137.84	62.66	112.78	100.25	87.72	100.25	125.31	0.00	100.25
Nematoda	12.53	162.91	37.59	87.72	300.75	75.19	162.91	62.66	213.03	62.66	538.85	902.26
Polychaeta	2205.51	3120.30	2192.98	3809.52	3132.83	2218.05	3145.36	2380.95	2431.08	3684.21	1528.82	2844.61
Platelminta	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00
Sipuncula	12.53	0.00	0.00	0.00	12.53	37.59	37.59	25.06	0.00	338.35	25.06	0.00
Ostracoda	25.06	50.13	12.53	75.19	0.00	37.59	0.00	25.06	12.53	37.59	0.00	0.00
Copepoda	0.00	25.06	0.00	50.13	12.53	12.53	25.06	37.59	0.00	37.59	37.59	37.59
Leptostraca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cumacea	137.84	25.06	50.13	25.06	125.31	12.53	25.06	0.00	37.59	62.66	25.06	25.06
Mysidacea	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tanaidacea	576.44	676.69	350.88	87.72	513.78	438.60	75.19	125.31	50.13	137.84	37.59	87.72
Isopoda	62.66	37.59	25.06	50.13	50.13	75.19	12.53	50.13	12.53	12.53	12.53	87.72
Amphipoda	3709.27	2380.95	927.32	513.78	1015.04	2167.92	313.28	187.97	413.53	313.28	100.25	225.56
Decapoda	12.53	0.00	0.00	12.53	87.72	25.06	25.06	0.00	37.59	0.00	0.00	25.06
Polyplacophora	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00
Gastropoda	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00
Bivalvia	0.00	12.53	12.53	25.06	50.13	12.53	75.19	0.00	37.59	0.00	37.59	25.06
Asteroidea	300.75	639.10	187.97	125.31	225.56	112.78	75.19	137.84	62.66	75.19	37.59	162.91
Ophiuroidea	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00
Echinoidea	125.31	137.84	37.59	37.59	50.13	25.06	37.59	137.84	12.53	12.53	12.53	25.06
Holothurioidea	0.00	0.00	0.00	12.53	25.06	0.00	100.25	0.00	100.25	37.59	0.00	25.06
Phoronidea	0.00	0.00	12.53	0.00	12.53	0.00	12.53	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00
Cephalochordata	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	25.06	0.00	12.53	12.53	0.00	12.53	0.00
Anthozoa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.59	0.00	25.06	0.00	0.00	0.00

Tabla 3.16. Abundancias medias (nº ind/m²) de los grupos faunísticos en cada estación.

Análisis univariante

Se realiza un análisis univariante tanto para la abundancia como para la riqueza de taxones y el índice BOPA.

Por lo que se refiere a la abundancia, se detectan diferencias significativas para el factor distancia ($p=0.006$) y para el factor transecto ($p=0.008$). Debido a las menores abundancias detectadas en la distancia 3 respecto a las distancias 1 y 2, y las mayores abundancias del transecto norte respecto al transecto vertido y sur.

El mayor valor de abundancia media se obtiene en la estación N2.O.17 ($7368.42\text{ind}/\text{m}^2$); mientras que el valor más bajo de abundancia media se encuentra en la estación S3.O.17 ($2431.08\text{ind}/\text{m}^2$).

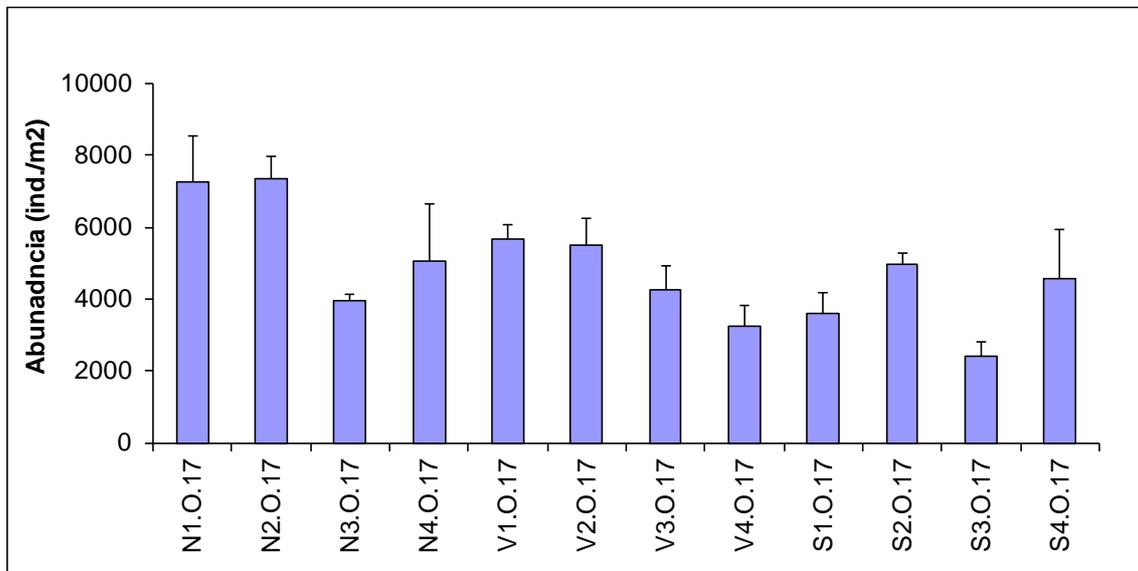


Figura 3.20. Abundancia media de individuos en cada estación en otoño 2017.

Por lo que se refiere a riqueza se observan diferencias significativas para el factor transecto ($p=0.044$). Debido a los mayores valores de riqueza registrados en el transecto del vertido respecto al transecto sur.

Los mayores valores de riqueza taxonómica se encuentran en las estaciones V1.O.17 y V2.O.17 (11.33 taxones), mientras que el valor más bajo se obtiene en la estación S3.O.17 (8 taxones) (Figura 3.21).

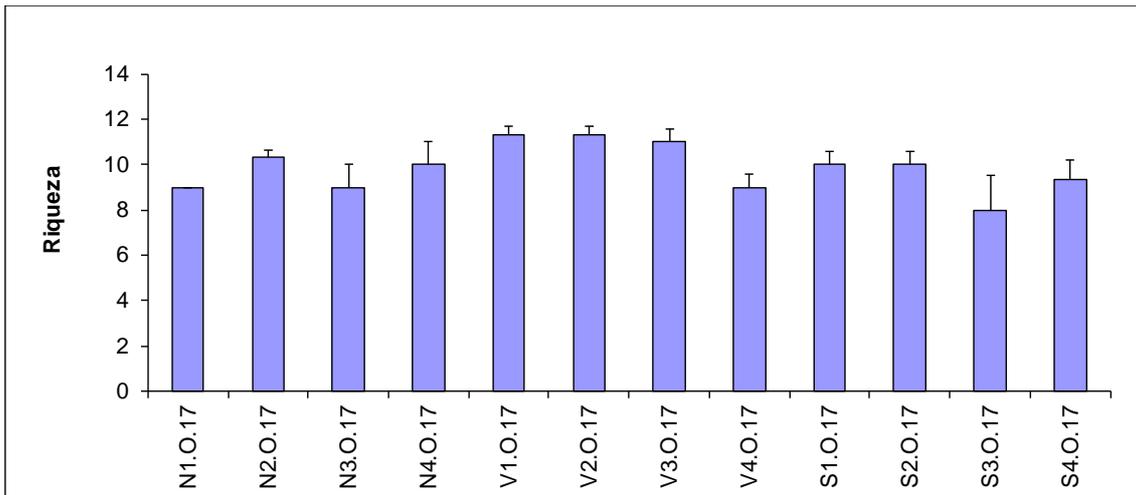


Figura 3.21. Riqueza taxonómica en cada estación de muestreo en otoño 2017.

Por lo que se refiere al índice BOPA todas las estaciones obtienen valores correspondientes a un estado de calidad bueno. Los resultados del ANOVA indican que existen diferencias significativas en la interacción de ambos factores ($p=0.02$). Esto es debido a los valores más bajos detectados en N3 respecto al resto de estaciones del transecto norte, y respecto al resto de estaciones de la distancia 3. Así como a los valores más bajos de N2 respecto V2 y S2, y los valores más altos de S4 respecto V4 y N4

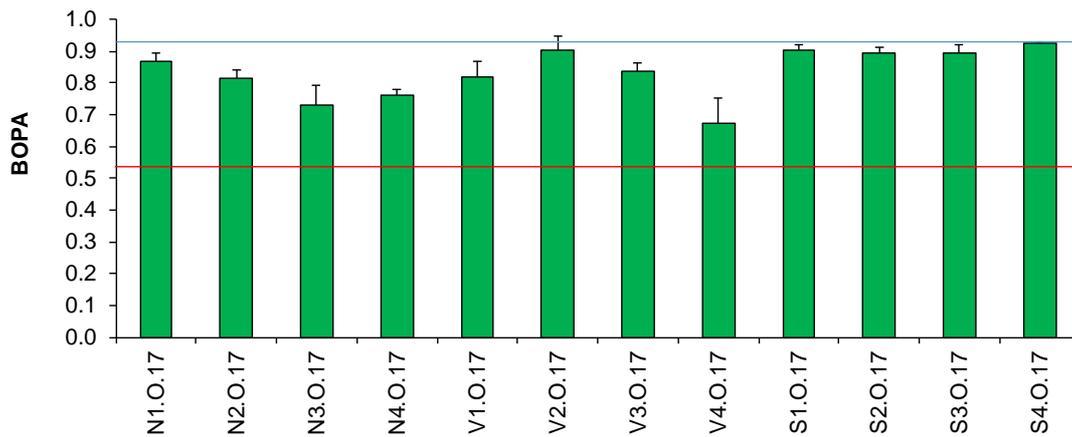


Figura 3.22. Valores del índice BOPA en cada estación de muestreo en otoño 2017. La línea roja indica el límite bueno/ moderado y la línea verde el límite muy bueno/bueno (RD 817, 2015).

Análisis multivariante

El dendrograma muestra la formación de dos grupos con una similitud superior al 70% y la segregación de la estación S3.O.17 (grupo 3). El grupo 1 está formado por las estaciones N1.O.17, N2.O.17 y V2.O.17; el grupo 2 está formado por las estaciones N3.O.17, N4.O.17, V1.O.17, V3.O.17, V4.O.17, S1.O.17, S2.O.17 y S4.O.17 (Figura 3.23).

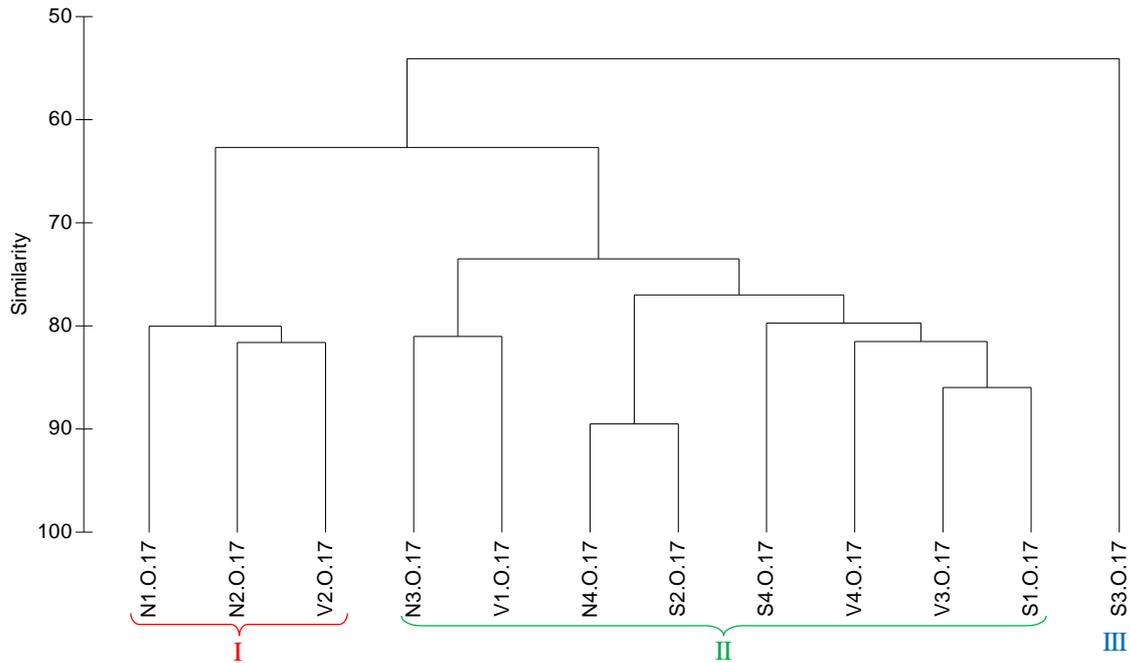


Figura 3.23. Representación del dendrograma de similitud respecto a los grupos faunísticos estudiados en las diferentes estaciones.

El gráfico bidimensional que representa el ordenamiento multiescalar (MDS) refleja la formación de los grupos (Figura 3.24).

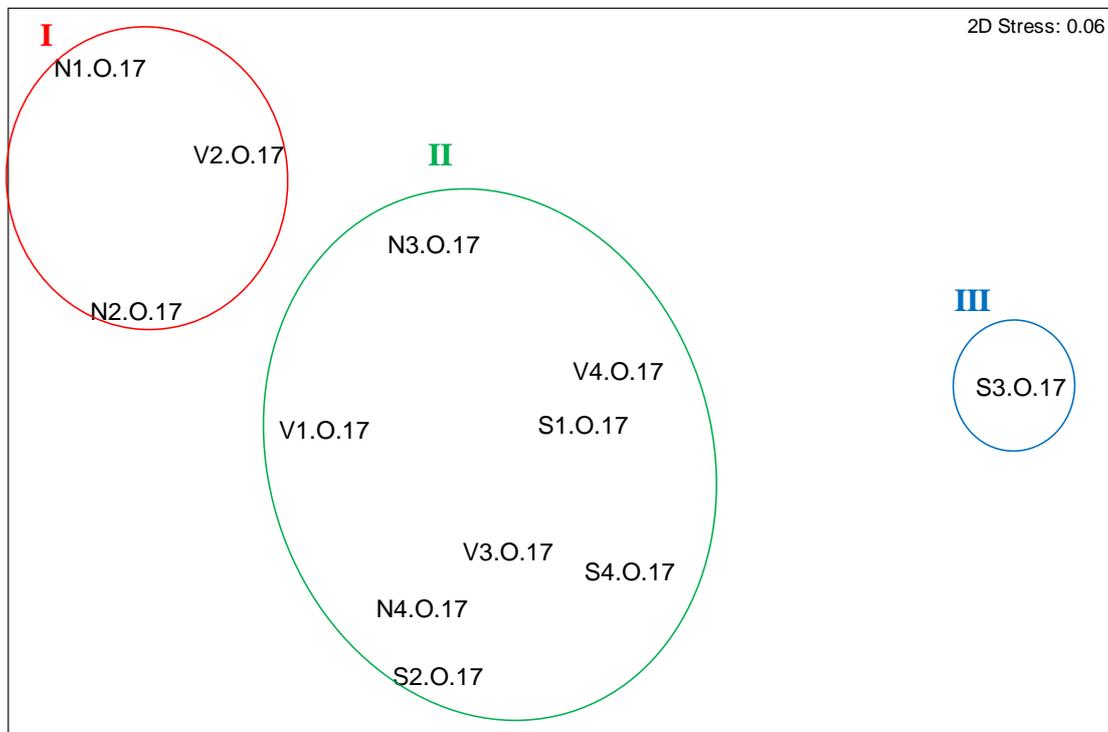


Figura 3.24. Representación del MDS respecto a los grupos faunísticos estudiados en las estaciones.

Al aplicar el Análisis de Similitud (ANOSIM), no se observan diferencias significativas entre las estaciones para el factor transecto, con un nivel de significación del 36.8% y un $R=0.037$. Del mismo modo, no se detectan diferencias significativas para el factor distancia, ya que el nivel de significación resultante fue de 65.5 %, con un $R=-0.071$.

Se aplica el análisis de porcentaje de similitud (SIMPER), con la finalidad de conocer cuáles son los grupos taxonómicos que contribuyen a la similitud dentro de cada uno de los grupos establecidos a partir del MDS, así como los que contribuyen a la disimilitud entre ellos.

La similitud en ambos los grupos 1 y 2 es superior al 75%. En ambos grupos esta similitud es debida principalmente a poliquetos, anfípodos y tanaidáceos; así como a los bivalvos en el grupo 2.

Grupo MDS	Grupo Taxon.	AM	PA
1			
SM:80.55			
	Amphipoda	2752.72	41.43
	Polychaeta	2514.62	82.44
	Tanaidacea	563.91	91.36
Grupo MDS	Grupo Taxon.		
2			
SM:77.01			
	Polychaeta	2952.69	76.26
	Amphipoda	488.72	85.31
	Bivalvia	131.58	88.15
	Tanaidacea	178.57	90.86

Tabla 3.17. Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de las especies respecto a los grupos establecidos. SM: Similitud media entre cada transecto. AM: Abundancia media. PA: Porcentaje acumulado.

El mayor porcentaje de disimilitud se observa entre los grupos 1 y 3 (58.60%), esta disimilitud es debida a la mayor abundancia de anfípodos, poliquetos, tanaidáceos y bivalvos detectada en el grupo 1, así como al mayor número de nematodos detectado en el grupo 3, estación S3. Estos mismos taxones provocan la disimilitud del grupo 3 respecto al grupo 2. Al comparar los grupos 1 y 2, se observa cómo mientras que en el grupo 1 son más abundantes los

anfípodos, tanaidáceos, bivalvos y ofiuras, en el grupo 2 hay un mayor número de poliquetos y nematodos.

Grupos MDS	Grupo Taxon.	AMx	AMy	PA
1/2				
DM: 37.32				
	Amphipoda	2752.72	488.72	54.51
	Polychaeta	2514.62	2952.69	70.28
	Tanaidacea	563.91	178.57	79.74
	Bivalvia	350.88	131.58	85.36
	Nematoda	83.54	228.7	89.74
	Ophiuroidea	96.07	43.86	91.33
1/3				
DM: 58.60				
	Amphipoda	2752.72	100.25	49.2
	Polychaeta	2514.62	1528.82	67.35
	Tanaidacea	563.91	37.59	77.09
	Nematoda	83.54	538.85	85.68
	Bivalvia	350.88	37.59	91.25
2/3				
DM: 41.17				
	Polychaeta	2952.69	1528.82	49.38
	Nematoda	228.7	538.85	63.91
	Amphipoda	488.72	100.25	77.38
	Tanaidacea	178.57	37.59	82.19
	Nemertina	100.25	0	85.78
	Bivalvia	131.58	37.59	89.08
	Sipunculida	51.69	25.06	90.92

Tabla 3.18. Resumen de análisis de disimilitud (SIMPER) de la abundancia de los diferentes grupos taxonómicos respecto a los grupos establecidos. AMx: abundancia media en el grupo x. AMy: Abundancia media en el grupo. DM: Disimilitud media entre grupos. PA: Porcentaje acumulado.

Se utiliza el procedimiento RELATE para analizar la correlación entre la comunidad de infauna y los distintos parámetros abióticos: materia orgánica, pH, potencial redox, granulometría, profundidad y salinidad (Tabla 3.19). No se detectan correlaciones significativas con los factores abióticos analizados.

Parámetros Ambientales	Rho	p
Materia orgánica	0.067	0.27
pH	0.163	0.17
Eh	-0.19	0.87
% Gravas	-0.021	0.49
% A. gruesas	0.021	0.38
% A. medias	0.251	0.07
% A. finas	-0.16	0.90
% Lutitas	0.1	0.21
Profundidad	-0.107	0.72
Salinidad	-0.108	0.64
Factores totales	0.066	0.32

Tabla 3.19. Resumen del RELATE considerando cada uno de los factores ambientales por separado, y el total como conjunto de ellos.

3.5.5.- Estructura de la comunidad de poliquetos en otoño de 2017.

	Transecto Norte				Transecto Vertido				Transecto Sur			
	N1	N2	N3	N4	V1	V2	V3	V4	S1	S2	S3	S4
Apistobanchidae	0.00	0.00	0.00	551.38	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	100.25	0.00	50.13
Ampharetidae	0.00	12.53	50.13	50.13	75.19	12.53	137.84	75.19	50.13	187.97	100.25	100.25
Aphroditidae	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Capitellidae	288.22	225.56	551.38	125.31	225.56	112.78	187.97	50.13	225.56	50.13	12.53	50.13
Chaetopteridae	0.00	12.53	0.00	12.53	0.00	12.53	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00
Cirratulidae	150.38	200.50	137.84	300.75	75.19	0.00	125.31	313.28	12.53	413.53	112.78	250.63
Cossuridae	75.19	25.06	37.59	0.00	0.00	0.00	0.00	50.13	0.00	0.00	0.00	0.00
Dorvilleidae	0.00	0.00	0.00	25.06	12.53	150.38	62.66	37.59	137.84	12.53	137.84	463.66
Eunicidae	0.00	0.00	0.00	187.97	200.50	125.31	250.63	175.44	87.72	75.19	75.19	162.91
Flabelligeridae	50.13	75.19	50.13	37.59	37.59	37.59	75.19	0.00	137.84	50.13	37.59	25.06
Glyceridae	0.00	0.00	0.00	37.59	25.06	50.13	50.13	25.06	213.03	0.00	0.00	25.06
Gonianidae	0.00	12.53	0.00	12.53	0.00	12.53	12.53	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00
Hesionidae	12.53	37.59	0.00	25.06	12.53	12.53	12.53	0.00	87.72	25.06	0.00	0.00
Lumbrineridae	350.88	238.10	300.75	125.31	100.25	100.25	213.03	112.78	75.19	275.69	112.78	62.66
Magelonidae	187.97	300.75	100.25	37.59	100.25	50.13	0.00	100.25	0.00	75.19	25.06	37.59
Maldanidae	62.66	50.13	37.59	62.66	62.66	50.13	112.78	50.13	37.59	37.59	12.53	37.59
Nephtyidae	25.06	175.44	25.06	62.66	238.10	125.31	37.59	25.06	0.00	62.66	125.31	62.66
Nereididae	12.53	25.06	0.00	12.53	12.53	12.53	87.72	0.00	37.59	12.53	12.53	50.13
Oeonidae	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Onuphidae	0.00	12.53	0.00	87.72	137.84	100.25	325.81	37.59	37.59	87.72	25.06	0.00
Opheliidae	0.00	12.53	0.00	0.00	25.06	25.06	12.53	0.00	0.00	0.00	25.06	0.00
Orbiniidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.06	0.00	0.00
Oweniidae	12.53	0.00	0.00	37.59	275.69	87.72	62.66	25.06	0.00	25.06	100.25	25.06
Paralacydoniidae	75.19	187.97	125.31	62.66	75.19	12.53	0.00	37.59	12.53	12.53	0.00	0.00
Paraonidae	488.72	626.57	325.81	601.50	150.38	25.06	62.66	538.85	75.19	501.25	150.38	225.56
Pectinariidae	12.53	0.00	12.53	37.59	62.66	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	12.53
Pholidae	0.00	0.00	0.00	12.53	25.06	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Phyllodocidae	0.00	0.00	0.00	25.06	75.19	12.53	100.25	37.59	62.66	75.19	62.66	62.66
Pilargidae	0.00	0.00	12.53	62.66	62.66	25.06	37.59	12.53	87.72	12.53	25.06	112.78
Pisionidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poecilochaetidae	200.50	288.22	62.66	62.66	75.19	50.13	0.00	62.66	0.00	225.56	25.06	50.13
Polyonidae	12.53	12.53	0.00	12.53	12.53	12.53	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00
Sabellariidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sabellidae	0.00	87.72	50.13	275.69	125.31	225.56	250.63	137.84	87.72	488.72	25.06	225.56
Scalibregmatidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	0.00
Serpulidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53	0.00	12.53	0.00	0.00
Sigalionidae	0.00	0.00	12.53	0.00	12.53	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	0.00	12.53
Sphaerodoridae	0.00	0.00	25.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spionidae	162.91	451.13	238.10	162.91	325.81	463.66	463.66	238.10	25.06	150.38	87.72	100.25
Syllidae	25.06	0.00	0.00	588.97	413.53	313.28	413.53	175.44	852.13	626.57	213.03	601.50
Terebellidae	0.00	12.53	0.00	87.72	75.19	0.00	0.00	12.53	62.66	50.13	25.06	37.59
Trichobanchidae	0.00	37.59	37.59	25.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 3.20. Abundancias medias (n° ind/m²) de las familias de poliquetos en cada una de las estaciones.

Se han analizado un total de 2609 individuos pertenecientes a 42 familias de poliquetos. La familia más abundante ha sido Syllidae, con 337 individuos, representando casi el 13% de todos los individuos analizados, seguida de las familias Paraonidae, de la que se identificaron 301 individuos (11.5%), Spionidae con 229 individuos (8.8%), Capitellidae con 168 individuos (6.44%), la familia Cirratulidae de la que se identificaron 167 individuos (6.4%), la familia Lumbrineridae; con 165 individuos identificados (6.3%) y por último, la familia Sabellidae, representando el 6% (158 individuos). El resto de las familias aparecen con una abundancia que representa menos que el 5 % del total analizado.

Las familias Capitellidae, Lumbrineridae, Maldanidae, Paraonidae y Spionidae son las más representativas, apareciendo en las 12 estaciones estudiadas. De las 42 familias encontradas en la zona de estudio, 19 aparecen con abundancias inferiores al 1%. Dichas familias son: Aphroditidae, Chaetopteridae, Cossuridae, Goniadidae, Hesionidae, Nereididae, Oeonidae, Opheliidae, Orbiniidae, Pectinariidae, Pholoidae, Pisionidae, Polynoidae, Sabellariidae, Scalibregmatidae, Serpulidae, Sigalionidae, Spharaedoridae, y Trichobranchidae.

Análisis univariante.

Para el estudio de la comunidad de poliquetos asociados a fondos blandos se aplicó un análisis univariante tanto a la abundancia como a la riqueza, para los factores analizados.

Considerando los valores de abundancia no se detectan diferencias significativas para la interacción ($p=0.8433$), ni para cada uno de los factores estudiados; factor distancia ($p=0.4051$); factor transecto ($p=0.8433$). Aunque no se detectan diferencias significativas, las estaciones N4 y S2 son las que presentan valores de abundancia más elevados (3809.52 ind/m^2 y 3684.12 ind/m^2 , respectivamente).

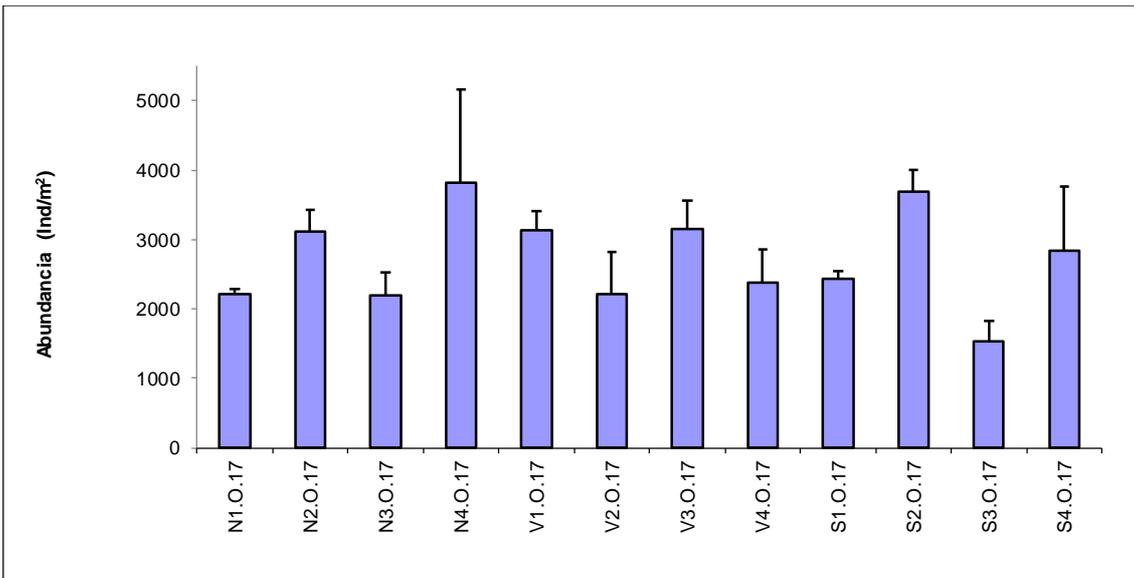


Figura 3.25. Abundancia media de poliquetos en cada estación.

Al analizar la **riqueza** se detectan diferencias significativas para la interacción entre los factores TrXDi ($p=0.0105$). Se aplica el test SNK para ver que tratamientos dentro del factor están marcando las diferencias. Dichas diferencias vienen marcadas, principalmente, por el incremento del número de familias de poliquetos en la estación N4.O.17; estación con una media de 22 familias, respecto al resto de las estaciones del transecto norte y en la estación V1.O.17 respecto a la estación N1.O.17. En la estación V1.O.17 se identifican un promedio de 21 familias; siendo N1.O.17 la estación donde se detecta el menor valor medio de riqueza (13 familias).

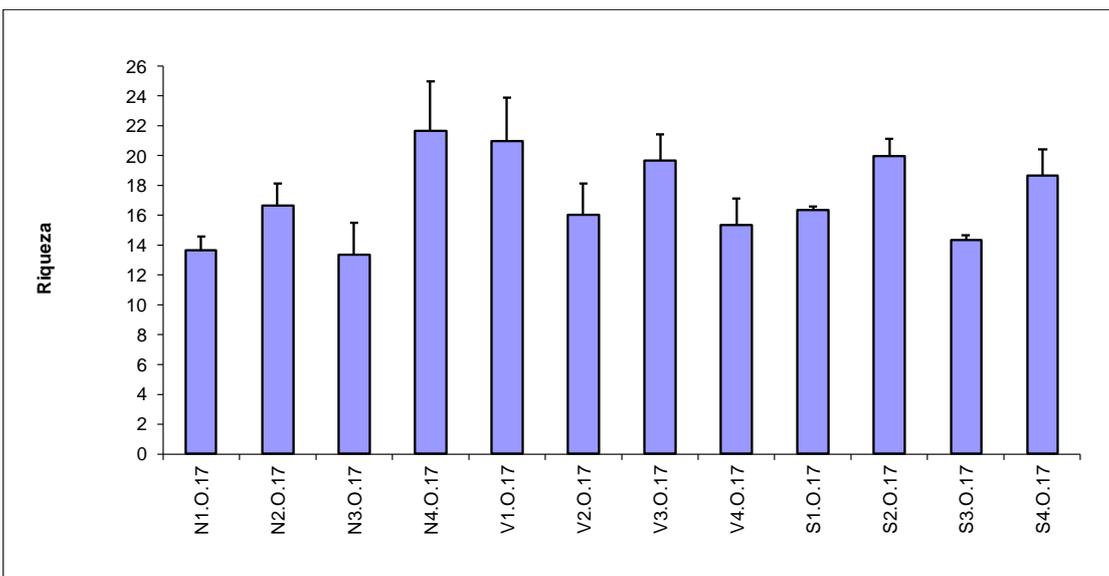


Figura 3.26. Riqueza media de poliquetos en cada estación.

Al analizar la diversidad del poblamiento de poliquetos se observa un descenso de dicho índice en las estaciones localizadas en el transectos norte (siendo más acusado en N3.O.17), así como en las estaciones localizadas en la distancia 4 del transecto vertido (V4.O.17) y distancia 1 del transecto sur (S1.O.17). Este hecho indica que existe un cierto empobrecimiento de la comunidad en estas estaciones respecto al resto de las estaciones. Las estaciones N4.O.17 y V1.O.17 muestra los mayores valores de diversidad (3.8 y 3.76, respectivamente); estaciones en las que se detectan los mayores valores de riqueza.

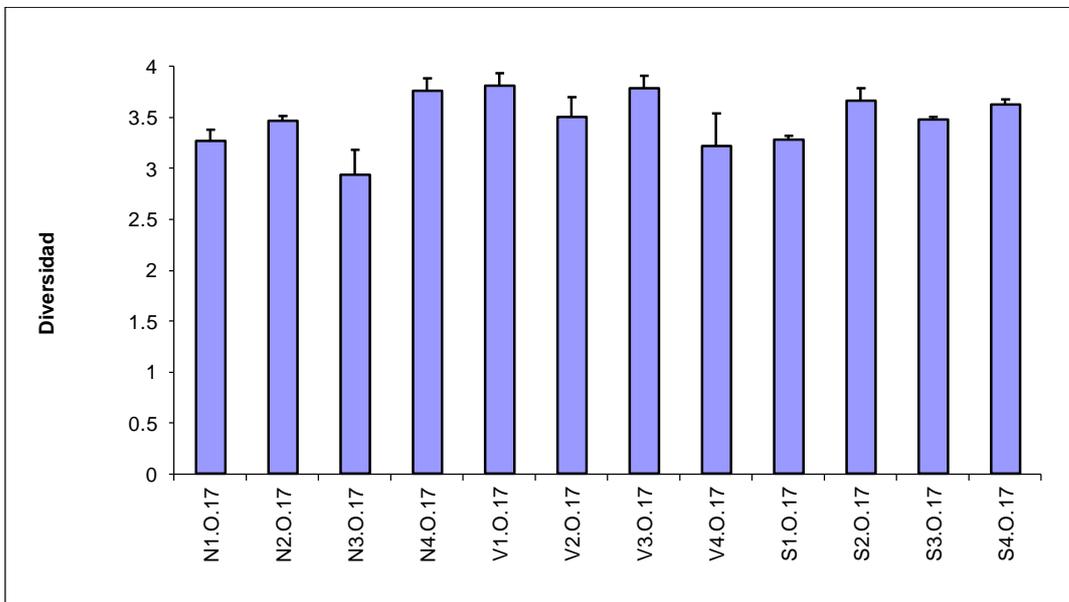


Figura 3.27. Diversidad media de poliquetos en cada estación.

En cuanto a la equitatividad se obtienen valores elevados, oscilando entre los 0.79 y 0.91. Son las estaciones N3.O.17, V4.O.17 y S1.O.17; donde se detectan los menores valores de equitatividad; estaciones donde se obtienen bajos valores de riqueza y diversidad, lo que indica que en dichas estaciones hay un mayor dominio de ciertas familias. Sin embargo, la estación S3.O.17 muestra los mayores valores de equitatividad (0.91).

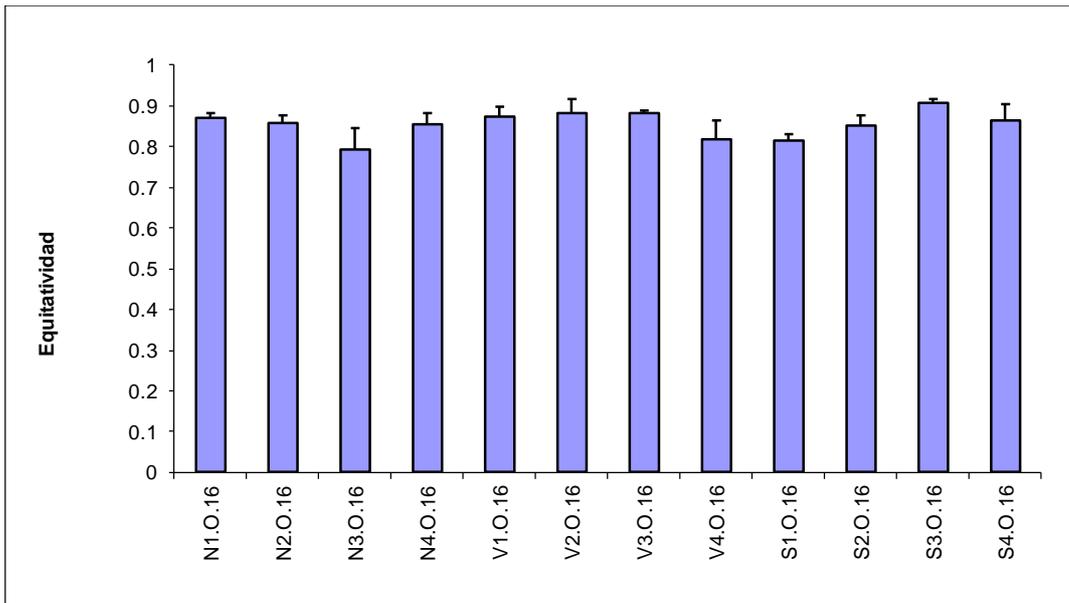


Figura 3.28. Equitatividad media de poliquetos en cada estación.

Análisis multivariante.

Se observa la formación de cuatro grupos principales con una disimilitud superior al 60%. El grupo A, establecido por las estaciones localizadas al norte; N1.O.17, N2.O.17, N3.O.17, que presenta más de un 65% de similitud. El segundo grupo; el grupo B, está establecido por una única estación S1.O.17. El grupo C, establecido por las estaciones S4.O.17; N4.O.17, V4.O.17 junto a S2.O.17, con una similitud del 66%. Finalmente el grupo D, constituido por la mayoría de las estaciones del vertido V1. O.17, V2.O.17 y V3.O.17, junto a la estación S3.O.17. Cabe destacar la mayor similitud (54%) entre las estaciones localizadas en el transecto sur y vertido (grupos C y D).

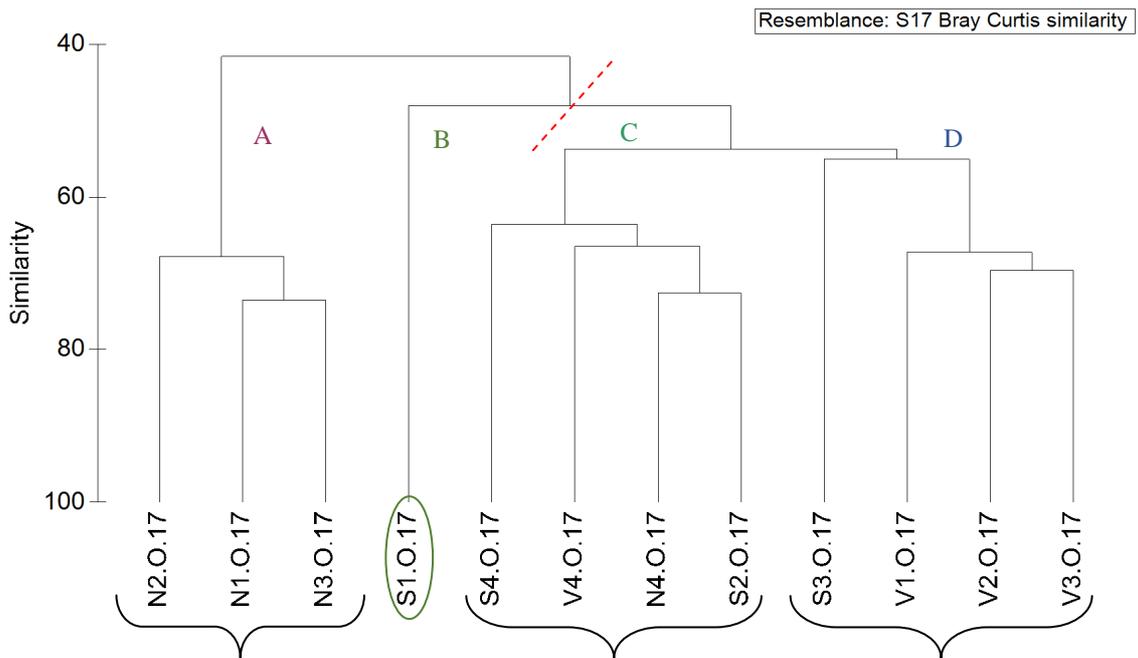


Figura 3.29. Representación del *cluster* respecto a las familias de poliquetos de las estaciones estudiadas.

Al representar las muestras en un gráfico bidimensional resultante de un ordenamiento multiescalar (MDS) se puede apreciar, la segregación de los distintos grupos establecidos. Se mantiene el patrón de distribución en el que se segregan las estaciones caracterizadas por un tipo de sedimento más homogéneo, dominado por la fracción fina (principalmente las estaciones localizadas al norte), respecto a las que presentan mayor heterogeneidad de los sedimentos (grupos C y D).

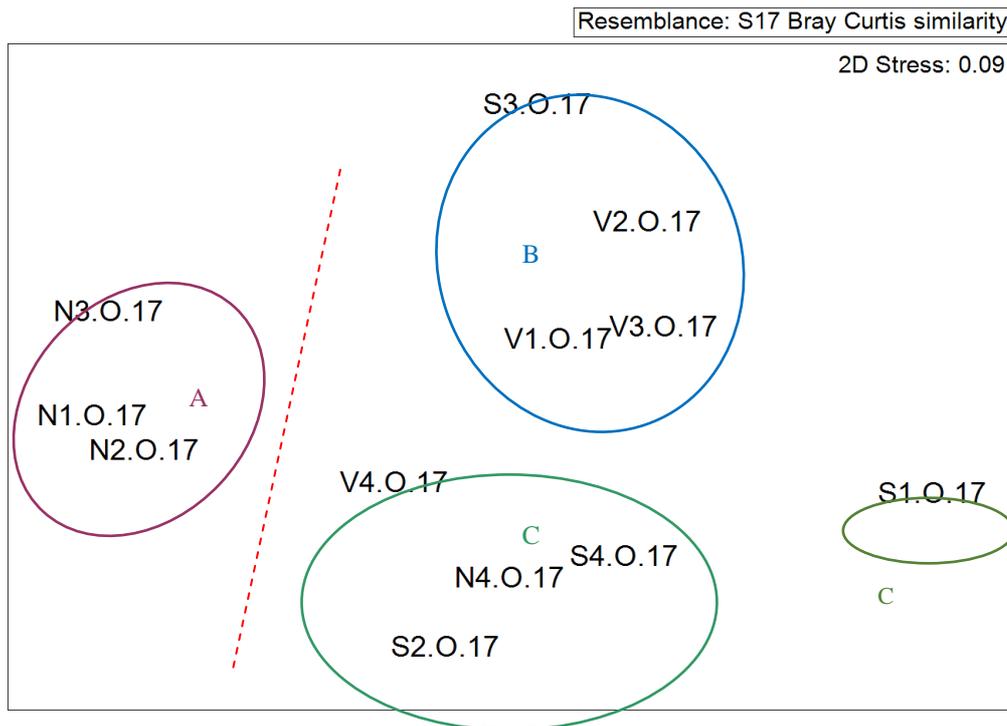


Figura 3.30. Representación bidimensional del MDS respecto a las familias de poliquetos de las estaciones estudiadas.

Al aplicar el Análisis de Similitud (ANOSIM), se detectan diferencias entre los distintos transectos ($R=0.424$, $p=0.019$). No se detectaron diferencias significativas entre las distintas distancias ($R=-0.125$ y $p=0.744$).

Se aplica el análisis de porcentaje de similitud, con la finalidad de conocer que familias de poliquetos contribuyen a la similitud dentro de cada grupo establecido a partir del *cluster*, así como las que contribuyen a la disimilitud entre grupos.

Las familias Paraonidae, Lumbrineridae, Capitellidae, Spionidae, Cirratulidae, Magelonidae, Poecilochaetidae y Paralacydoniidae son las implicadas en el 88.8% de la similitud entre las estaciones incluidas en el grupo A. En las estaciones incluidas en el grupo C son las familias Syllidae, Paraonidae, Cirratulidae, Sabellidae, Spionidae, y Eunicidae las que contribuyen casi al 69.58 % de la similitud detectada (66.02%). Siendo las mismas familias Syllidae, Spionidae, Eunicidae, Lumbrineridae, Nephtyidae, Sabellidae y Oweniidae las implicadas en la similitud del grupo D (tabla 3.21).

Grupo	Familia	AM	PA
A			
SM: 69.73			
	Paraonidae	480.37	21.72
	Lumbrineridae	296.57	36.81
	Capitellidae	355.05	51.19
	Spionidae	284.04	61.94
	Cirratulidae	162.91	70.11
	Magelonidae	196.32	77.47
	Poecilochaetidae	183.79	83.56
	Paralacydoniidae	129.49	88.8
C			
SM: 66.02			
	Syllidae	498.12	17.68
	Paraonidae	466.79	35.26
	Cirratulidae	319.55	48.61
	Sabellidae	281.95	57.52
	Spionidae	162.91	63.62
	Eunicidae	150.38	69.58
D			
SM: 61.54			
	Syllidae	338.35	17.93
	Spionidae	335.21	32.02
	Eunicidae	162.91	39.12
	Lumbrineridae	131.58	45.93
	Nephtyidae	131.58	51.6
	Sabellidae	156.64	57.18
	Oweniidae	131.58	62.4

Tabla 3.21. Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de las familias respecto a los grupos establecidos. SM: Similitud media en cada grupo. AM: Abundancia media. PA: Porcentaje acumulado.

Las familias Syllidae, Paraonidae, Spionidae, Lumbrineridae, Glyceridae, Magelonidae, Capitellidae, Sabellidae, Apistobranchidae, Cirratulidae, Eunicidae, Dorvilleidae, Nephtyidae y Oweniidae son las implicadas en la disimilitud detectada entre los grupos establecidos. Dicha disimilitud es debida al dominio de las familias, Paraonidae, Spionidae, Magelonidae y Capitellidae en las estaciones incluidas en el grupo A (N1.O.17, N2.O.17, N3.O.17), mientras que en la estación S1 las familias dominantes son Syllidae y Glyceridae; presentando altas abundancias las familias Capitellidae y Dorvilleidae.

En la mayoría de las estaciones localizadas en el transecto vertido (V1.O.17, V2.O.17 y V3.O.17) junto a la estación S3.O.17, y el resto de las estaciones S4.O.17, N4.O.17, V4.O.17 y S2.O.17 las familias dominantes han sido Lumbrineridae, Sabellidae y Eunicidae; sin embargo, mientras que en las estaciones del vertido fueron más abundantes las familias Spionidae, Nephtyidae y Oweniidae; en las estaciones del grupo C presentaron mayores abundancias las familias Paraonidae y Dorvilleidae. La familia Syllidae también presentó altas abundancias en estas estaciones.

Grupos	Familia	AMx	AMy	PA
A / B				
DM: 73.80				
	Syllidae	8.35	852.13	23.31
	Paraonidae	480.37	75.19	34.28
	Spionidae	284.04	25.06	41.17
	Lumbrineridae	296.57	75.19	47.38
	Glyceridae	0.00	213.03	53.27
	Magelonidae	196.32	0.00	58.53
A / C				
DM: 52.87				
	Syllidae	8.35	498.12	16
	Capitellidae	355.05	68.92	25.98
	Sabellidae	45.95	281.95	33.67
	Lumbrineridae	296.57	144.11	39.27
	Apistobrachidae	0.00	175.44	44.63
	Cirratulidae	162.91	319.55	49.9
	Paraonidae	480.37	466.79	55.13
	Eunicidae	0.00	150.38	60.28
A / D				
DM: 60.11				
	Paraonidae	480.37	97.12	12.72
	Syllidae	8.35	338.35	23.54
	Capitellidae	355.05	134.71	31.72
	Spionidae	284.04	335.21	37.65
	Lumbrineridae	296.57	131.58	43.5
	Eunicidae	0.00	162.91	48.74
	Magelonidae	196.32	43.86	53.77
B / C				
DM: 53.05				
	Paraonidae	75.19	466.79	13.14
	Syllidae	852.13	498.12	25.73
	Cirratulidae	12.53	319.55	36.07
	Glyceridae	213.03	21.93	42.56
	Sabellidae	87.72	281.95	48.79
	Dorvilleidae	137.84	134.71	54.5

	Capitellidae	225.56	68.92	59.89
	Apistobbranchidae	12.53	175.44	65.1
B / D				
DM: 50.80				
	Syllidae	852.13	338.35	21.38
	Spionidae	25.06	335.21	33.33
	Glyceridae	213.03	31.33	40.8
	Nephtyidae	0.00	131.58	46.11
	Oweniidae	0.00	131.58	51.28
C / D				
DM: 46.31				
	Paraonidae	466.79	97.12	14.18
	Syllidae	498.12	338.35	23.57
	Cirratulidae	319.55	78.32	32.89
	Spionidae	162.91	335.21	40.78
	Apistobbranchidae	175.44	0.00	46.95
	Dorvilleidae	134.71	90.85	52.91
	Sabellidae	281.95	156.64	58.85

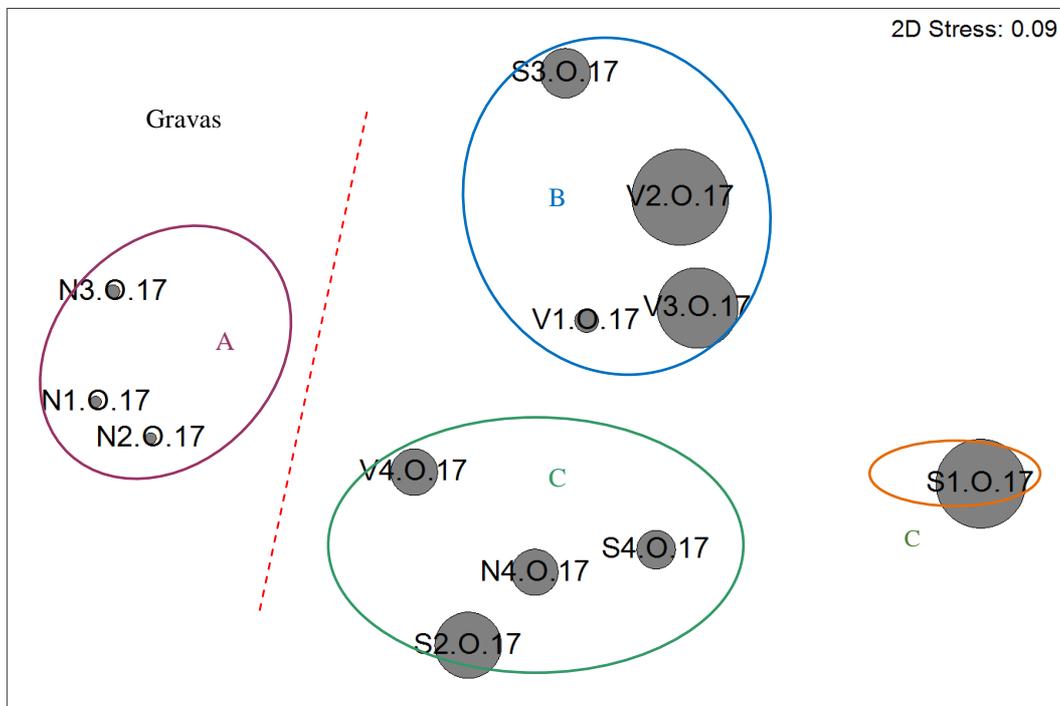
Tabla 3.22. Resumen de análisis de disimilitud (SIMPER) de la abundancia de las familias respecto a los grupos establecidos. AMx: Abundancia media en el grupo x. AMy: Abundancia media en el grupo y. DM: Disimilitud media entre grupos. PA: Porcentaje acumulado.

Mediante el procedimiento RELATE se observa correlación entre la matriz de los poliquetos y la matriz de los factores ambientales estudiados en su conjunto (profundidad, granulometría, materia orgánica, salinidad Eh y pH). Se obtiene un nivel de significación de un 0.3% y con un Rho =0.447 (Tabla 3.23). Al analizar por separado cada uno de los factores ambientales se observa que existe correlación con la fracción del sedimento: gravas, arena gruesa, y lutitas. Esto indica que la composición del poblamiento de poliquetos se encuentra principalmente influenciada por estos tipos de fracciones granulométricas.

Parámetros ambientales	Rho	p
% Gravas	0.311	0.026
% A. gruesa	0.558	0.001
% A. media	0.178	0.115
% A. fina	0.022	0.427
% Lutitas	0.605	0.001
Materia orgánica	0.095	0.189
ph	0.082	0.267
Eh	0.191	0.118
Salinidad	-0.153	0.820
Profundidad	0.063	0.338
Factores totales	0.447	0.003

Tabla 3.23. Resumen del RELATE considerando cada uno de los factores ambientales por separado.

Mediante la representación bidimensional con círculos superpuestos se observa que las estaciones localizadas al sur y junto a las estaciones del vertido y la estación N4.0.16, son las que presentan mayor heterogeneidad de los sedimentos; dominando la fracción gruesa; con un mayor porcentaje de gravas y arenas gruesas, junto con algo de fangos (principalmente en V1, V4 y S4). Sin embargo, la mayoría de las estaciones localizadas al norte muestran los porcentajes más elevados de la fracción fina, principalmente de fango.



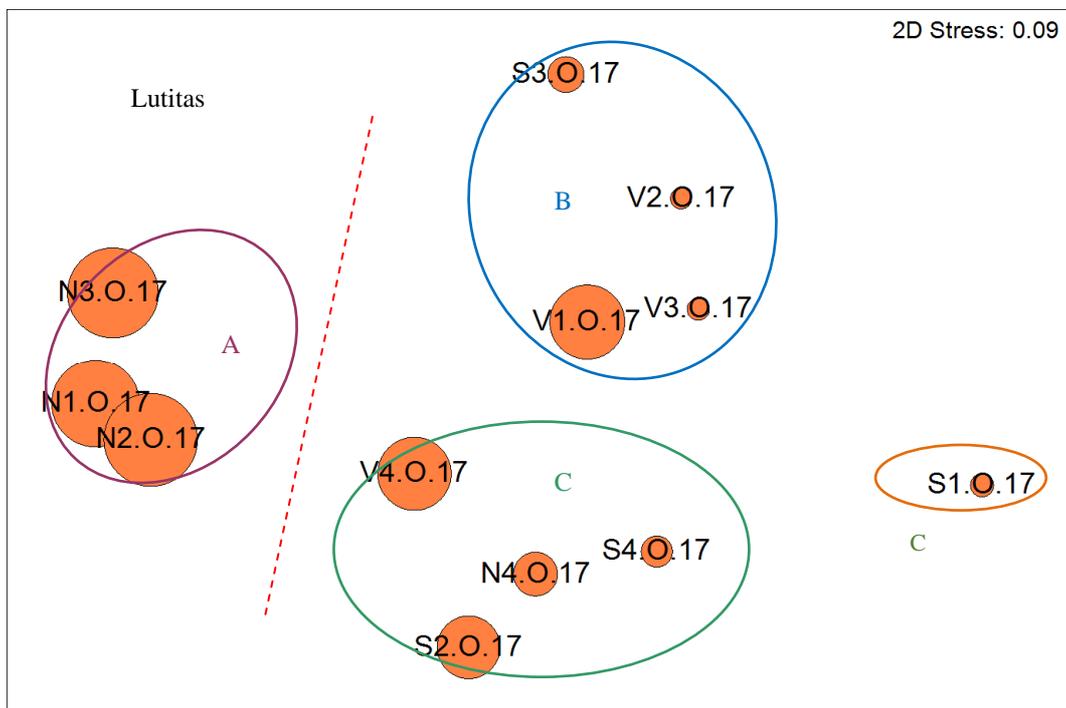
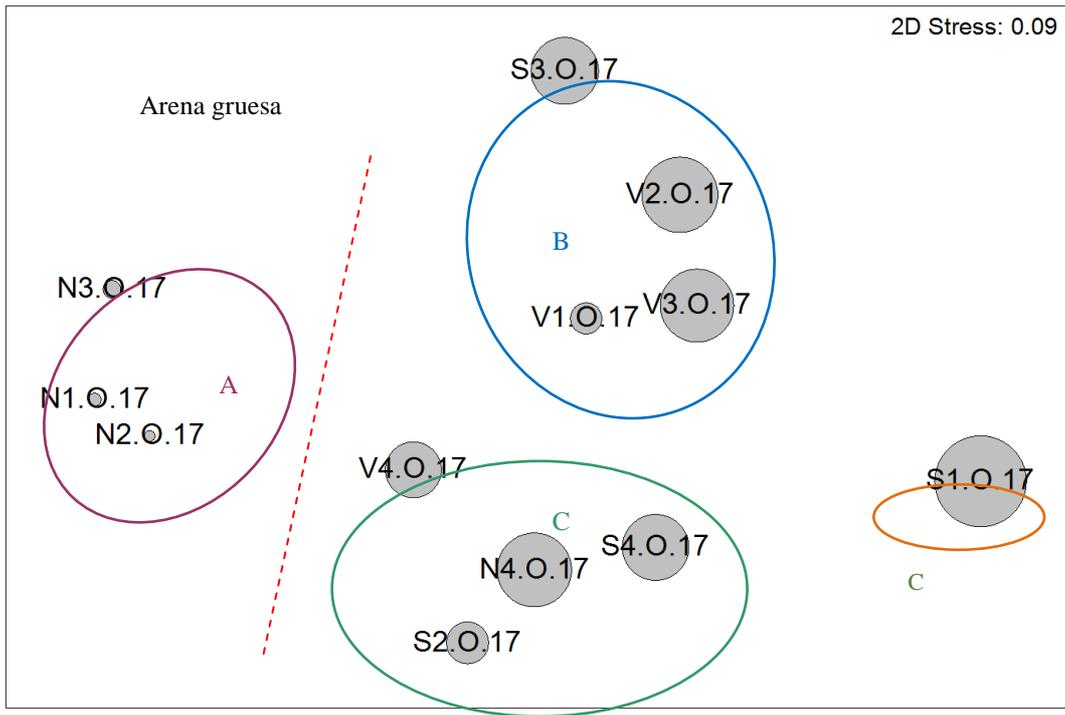


Figura 3.31. Representación bidimensional MDS para las abundancias del poblamiento de poliquetos en cada una de las estaciones analizadas con círculos superpuestos incrementando el tamaño de manera proporcional al incremento en los valores de cada parámetro analizado (gravas, arena gruesa y lutitas).

3.5.7.- Evolución temporal. Comparación de las campañas comprendidas entre otoño de 2005 y otoño de 2017.

3.5.7.1- Sedimentología.

Granulometría.

El análisis de la granulometría según la clasificación de Wentworth durante las épocas de estudio reflejan los cambios en la composición del sedimento entre las distintas localidades muestreadas. En el transecto norte se mantiene la composición granulométrica en las distintas estaciones, con un alto porcentaje de fangos en todas estaciones, excepto en la estación N4 donde se detecta un mayor contenido de arenas finas, medias y gruesas. Esta composición se mantiene durante las cuatro campañas del año 2017, detectándose únicamente un ligero incremento de los fangos durante el invierno y primavera en la estación N4. En el transecto del vertido se mantiene una granulometría similar durante la mayor parte de las campañas, excepto durante la campaña de otoño en la estación V2 donde se detecta un aumento de gravas y arenas gruesas, disminuyendo el contenido de arenas finas. Finalmente, en el transecto sur se mantiene la granulometría estable en la mayor parte de las estaciones, exceptuando en S2 durante el otoño, donde se detecta un incremento de fangos.

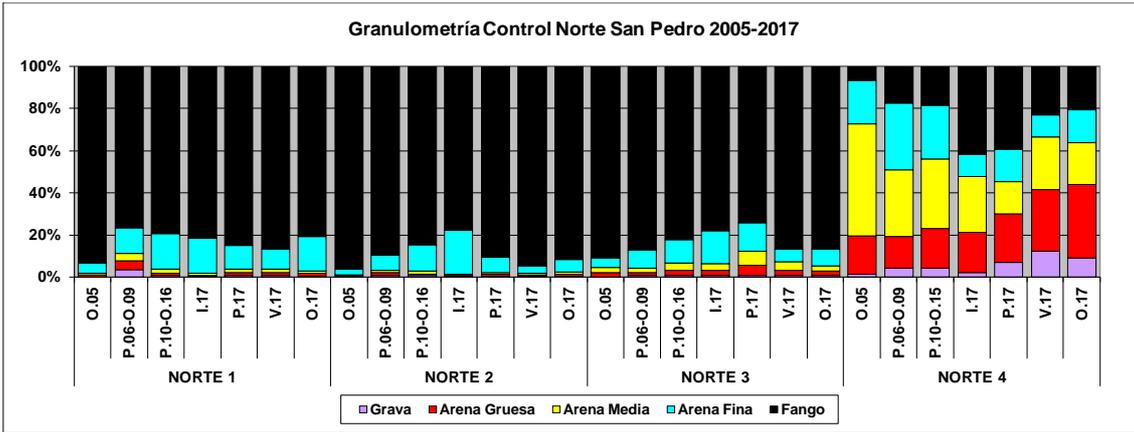


Figura 3.32. Porcentaje de clasificaciones granulométricas de las estaciones de muestreo del transecto norte desde otoño 2005 hasta otoño 2017. Estudio previo (O.05), antes del difusor (P.06-O.09), después del difusor (P.10-O.16), las campañas actuales (I.17, P.17, V.17 y O.17).

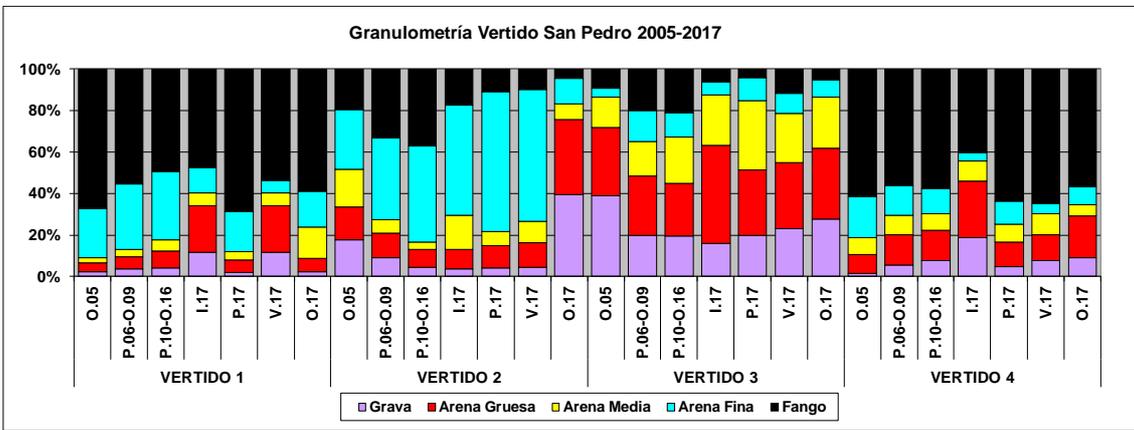


Figura 3.33. Porcentaje de clasificaciones granulométricas de las estaciones de muestreo del transecto vertido desde otoño 2005 hasta otoño 2017. Estudio previo (O.05), antes del difusor (P.06-O.09), después del difusor (P.10-O.16), las campañas actuales (I.17, P.17, V.17 y O.17).

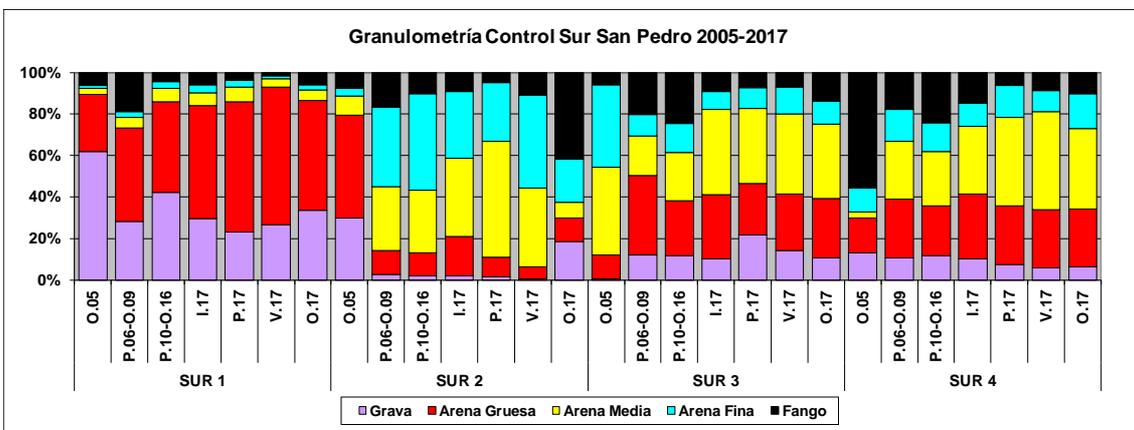


Figura 3.34. Porcentaje de clasificaciones granulométricas de las estaciones de muestreo del transecto sur desde otoño 2005 hasta otoño 2017. Estudio previo (O.05), antes del difusor (P.06-O.09), después del difusor (P.10-O.16), las campañas actuales (I.17, P.17, V.17 y O.17).

En los diagramas triangulares se observa la evaluación de cada estación en base a su textura granulométrica. En el transecto norte, las estaciones N1, N2 y N3 mantienen la clasificación de fangos durante la mayor parte de las campañas; únicamente N2 y N3 se desplazan hacia fangos arenosos en invierno e invierno y primavera, respectivamente. Mientras la estación N4 mantiene la clasificación de arenas fangosas de campañas previas y posteriores a la instalación del difusor.

En el transecto del vertido, las estaciones V1 y V4 se mantienen como fangos arenosos. En la estación V2, se observa un desplazamiento desde arenas con fangos en las campañas anteriores hacia arenas durante invierno, primavera, y verano, y hacia arenas con gravas durante otoño del 2017. La estación V3 se desplaza ligeramente desde una clasificación de arenas fangosas con gravas a arenas con gravas.

Por lo que se refiere al transecto sur, durante campaña actual en la estación S1 se mantiene la clasificación de arenas con gravas. La estación S2 mantiene la clasificación de arenas de campañas anteriores excepto durante la campaña del otoño del 2017 que se desplaza hacia arenas con fangos. La estación S3 se deslaza ligeramente hacia arenas respecto a las campañas anteriores, excepto en primavera que queda clasificada como arenas con gravas. De manera similar la estación S4 se desplaza hacia arenas desde una clasificación de arenas fangosas, excepto durante el invierno que la mantiene.

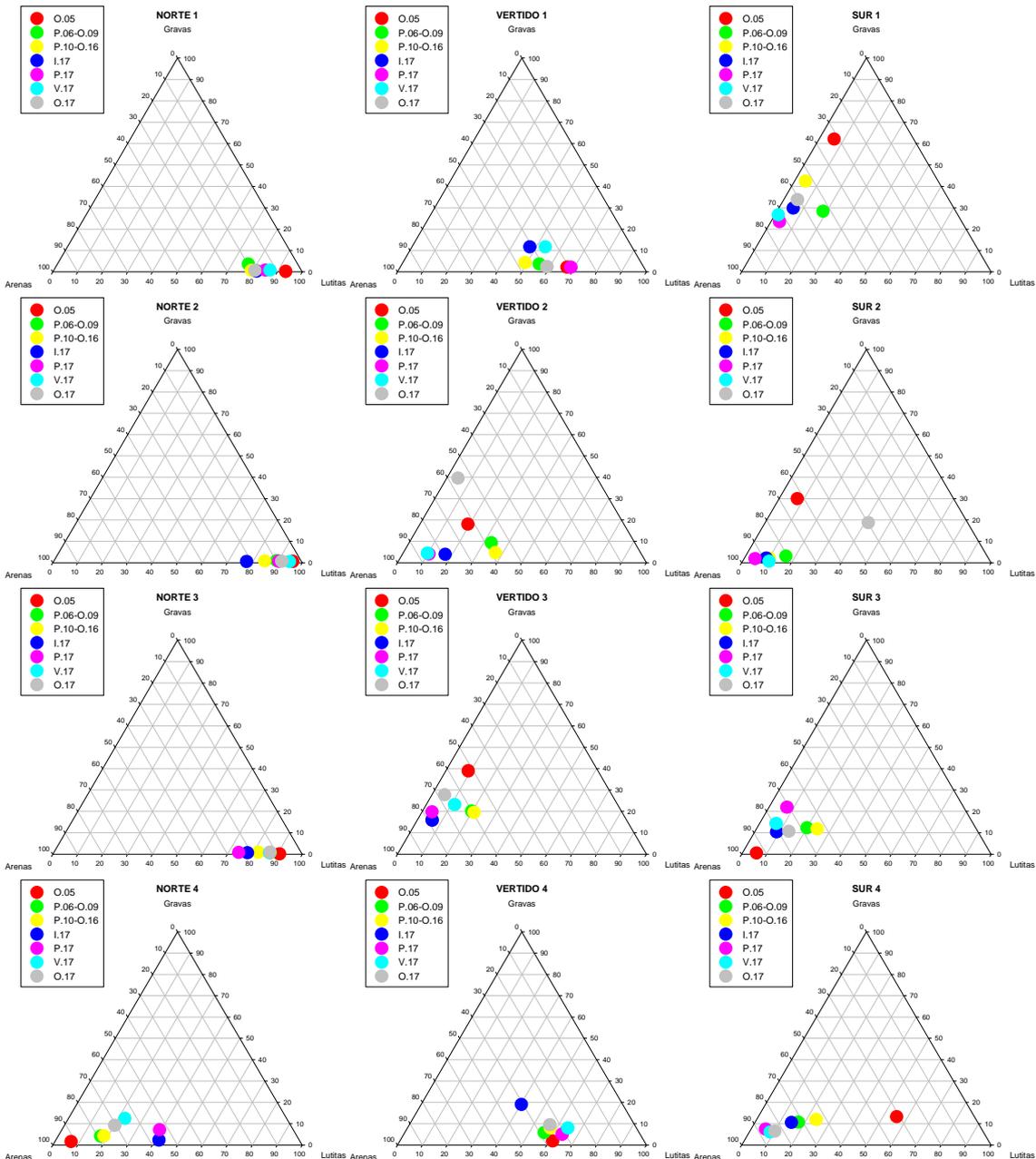


Figura 3.35. Representación del diagrama triangular de granulometría para estación muestreada a lo largo y en cada época de muestreo. Estudio previo (O.05), antes del difusor (P.06-O.09), después del difusor (P.10-O.16), las campañas actuales (I.17, P.17, V.17 y O.17).

Materia orgánica, pH y potencial redox.

El porcentaje de materia orgánica varía a lo largo del tiempo en cada estación de estudio. Los mayores valores se obtuvieron durante las primeras campañas de muestreo. Durante las últimas campañas se detectan ligeras variaciones. En las estaciones N1 y N2 se detectan descensos durante primavera, verano y otoño, y en N3 durante el verano. En la estación del vertido se detecta un descenso respecto a la etapa posterior a la instalación del difusor durante el

invierno, primavera y verano. Mientras que en V3 y S2 se observa un incremento durante el otoño y en S3 y S4, un descenso durante las campañas de este año.

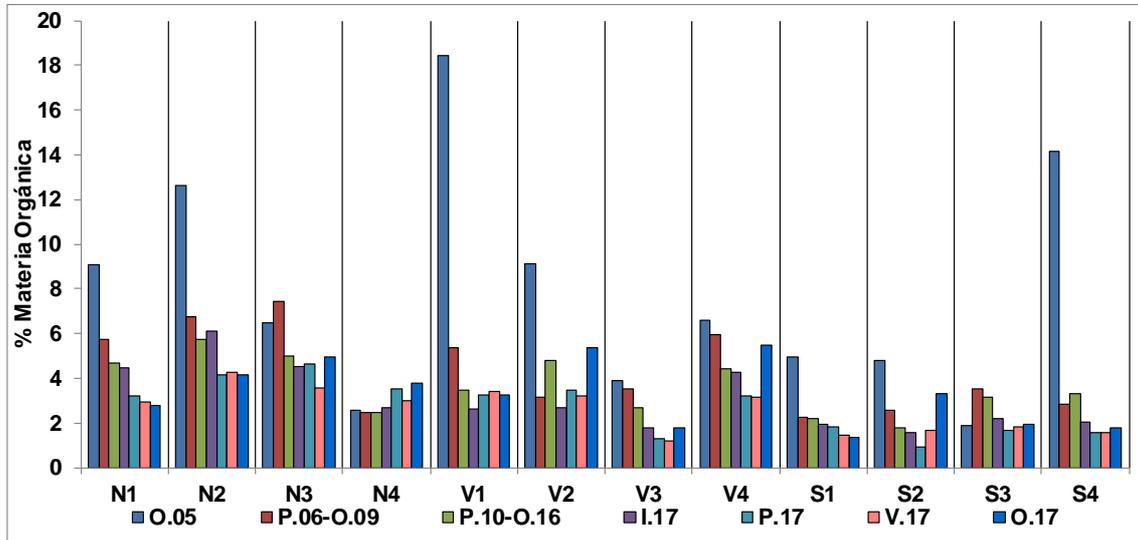


Figura 3.36. Representación en histograma del porcentaje medio de materia orgánica en cada estación y en cada época de muestreo Estudio previo (O.05), antes del difusor (P.06-O.09), después del difusor (P.10-O.16), las campañas actuales (I.17, P.17, V.17 y O.17).

A la hora de analizar los resultados del pH del sedimento, aunque los valores se mantienen dentro de un rango limitado, se puede observar cierta variabilidad temporal. Detectándose valores más altos durante invierno, y valores más bajos durante el verano.

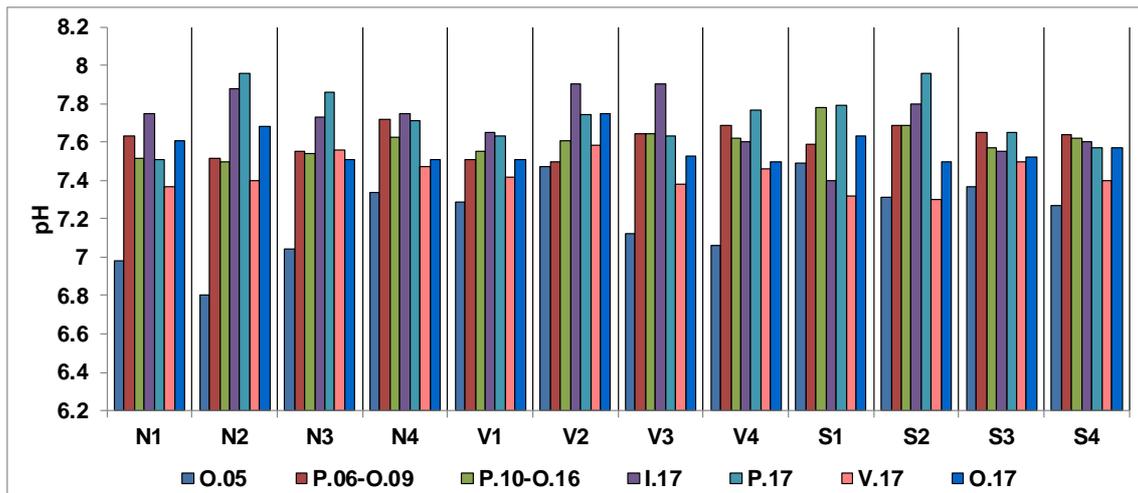


Figura 3.37. Representación en histograma del pH tomado en cada estación y en distintos periodos de muestreo. Estudio previo (O.05), antes del difusor (P.06-O.09), después del difusor (P.10-O.16), las campañas actuales (I.17, P.17, V.17 y O.17).

El potencial redox presenta valores negativos en la mayor parte de las estaciones y campañas. En el transecto norte, este año se detectaron valores más reducidos durante la campaña de primavera, verano y otoño en N1 y N2, durante primavera y verano en N3, y en verano en N4. En el transecto del vertido mientras que en V1 y V4 se observan valores más reducidos durante algunas campañas de este año, en V2 y V3 se obtuvieron valores de potencial más altos, especialmente durante la campaña de otoño en V2 y la campaña de invierno en V3. En el transecto sur, mientras que en S1 se detectaron valores más reducidos en invierno y primavera, en S2 y S3 se detectaron en primavera y verano, y en S2 en primavera.

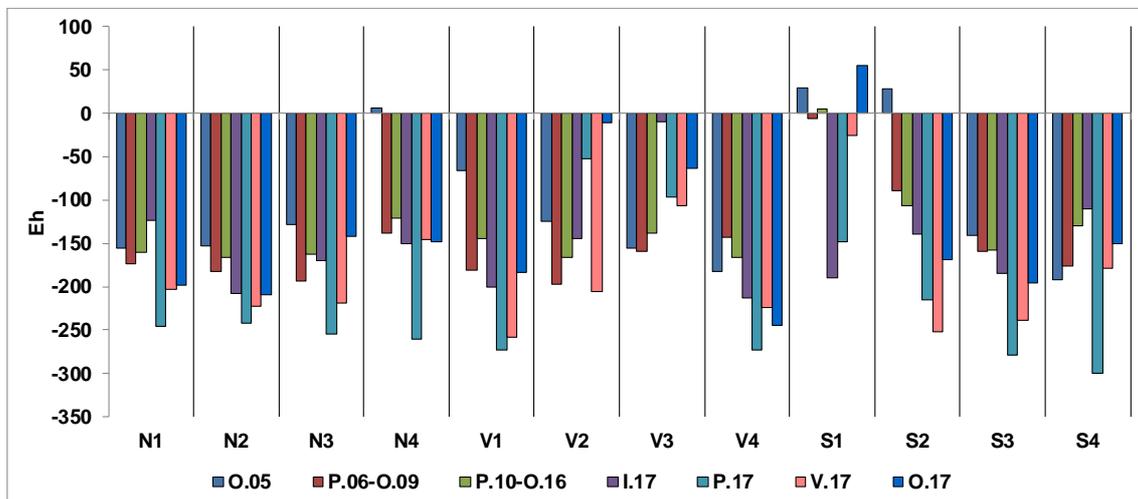


Figura 3.38. Representación en histograma del potencial redox tomado en cada estación y en distintos periodos de muestreo. Estudio previo (O.05), antes del difusor (P.06-O.09), después del difusor (P.10-O.16), las campañas actuales (I.17, P.17, V.17 y O.17).

3.5.7.2.- Estudio de la fauna general.

3.5.7.2.1.- Comparación de las campañas de primavera de 2006 a primavera de 2017.

Los valores de abundancia total de la comunidad de infauna muestran una variabilidad temporal entre las distintas campañas de muestreo realizadas durante el mes de junio. Durante la campaña actual el valor medio de abundancia es 6970.55 individuos/m², obteniendo valores mayores a los de campañas anteriores.

La riqueza taxonómica también presenta variación temporal. Durante la última campaña, al igual que ocurre con la abundancia, se observa un incremento general respecto a los valores medios obtenidos durante la primavera de las campañas anteriores.

A continuación, se muestran los análisis univariantes y multivariantes que se aplicaron para la abundancia y la riqueza taxonómica registrada en las muestras recogidas durante primavera desde 2006 hasta 2017.

Análisis univariante.

Para el estudio la fauna general, se ha aplicado un análisis univariante tanto de su abundancia como de su riqueza taxonómica para los tres factores analizados: **Tiempo** (T1 (campaña de primavera de 2006), T2 (primavera de 2007), T3 (primavera de 2008), T4 (primavera de 2009), T5 (primavera de 2010), T6 (primavera de 2011), T7 (primavera de 2012), T8 (primavera de 2013), T9 (primavera de 2014), T10 (primavera de 2015), T11 (primavera de 2016), T12 (primavera 2017); **transecto** (norte, vertido y sur) y **distancia** (1, 2, 3 y 4).

Al analizar los valores de abundancia total, se detectan diferencias significativas en la interacción entre los tres factores $TiXTrXD_i$ ($p < 2.2e-16$). El test SNK muestra como en las estaciones se detecta una alta variabilidad anual. Durante la campaña actual, se detecta un incremento de la abundancia en la estación del vertido con respecto a todas las campañas previas. Un incremento significativo en la abundancia con respecto a la mayoría del resto de las campañas también se detectó en N1, N2 y S2. En el caso de la estación N3, se detectan mayores abundancias respecto a la campaña del 2006, 2009, 2010 y 2011. En N4 se detecta un incremento significativo respecto a las campañas de 2006, 2007, 2009, 2010, 2011 y 2014. En la estación V1 se detecta un incremento significativo respecto a campañas del 2006, 2009, 2010, 2011 y 2013; mientras que en V3 el incremento es significativo respecto a la campaña del 2009. En el caso de V4 no se detectan diferencias significativas respecto al resto de campañas. Finalmente, en el caso del transecto sur no se detectan cambios en la campaña actual respecto a las anteriores en la estación

S1; mientras que en S3 se detecta un incremento respecto 2011 y 2006; y en S4 respecto a 2009.

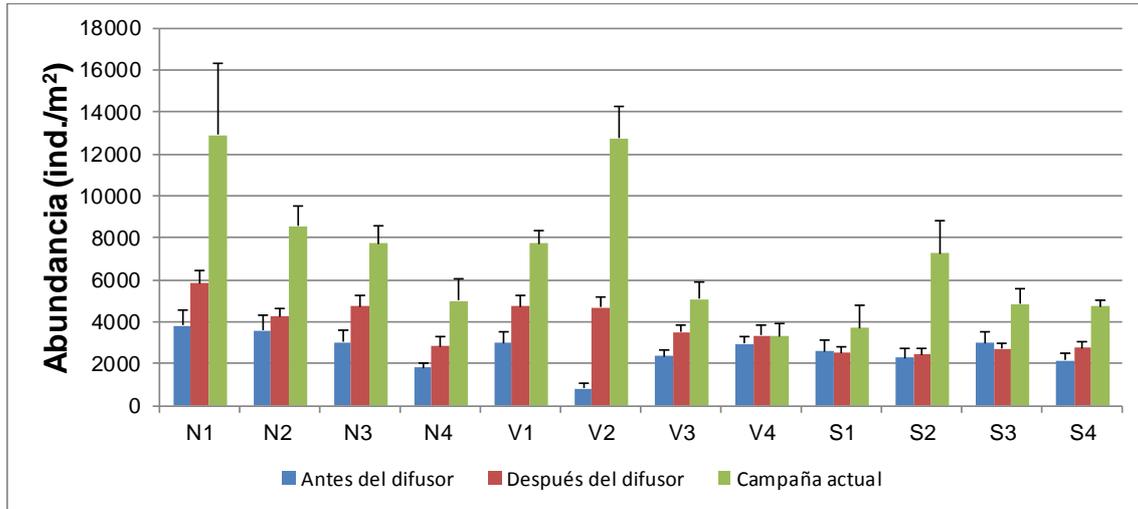


Figura 3.39. Abundancia de la fauna general en cada localidad durante las distintas campañas de muestreo de primavera. Antes de la instalación del difusor (campañas del 2006, 2007, 2008 y 2009), después de la instalación del difusor (campañas del 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016) así como en la campaña actual (campaña del 2017).

El estudio de la riqueza taxonómica reveló diferencias significativas en la interacción entre los tres factores estudiados TixTrxDi ($p= 2.897e-06$). Durante la presente campaña se observa un incremento en la estación del vertido respecto a las campañas previas a la instalación del difusor y los años 2013, 2014 y 2015. En la estación V1 se detecta un incremento respecto a las campañas del 2006, 2007, 2009, 2010, 2011 y 2013. Mientras que en V3 no se detectan diferencias significativas, y V4 se detecta un incremento respecto al 2016. En el transecto norte, se detecta incremento significativo respecto a todas las campañas anteriores en N1. Mientras que en N2 el aumento es significativo respecto a las campañas del 2006, 2009, 2011 y 2013; en N3 respecto 2006, 2009 y 2011; y en N4 respecto 2010, 2011 y 2014. Finalmente mientras que en S1 y S4 no se detectan diferencias significativas respecto a las campañas anteriores, en S2 se detecta un incremento respecto a todas las campañas y en S3 respecto 2006, 2009 y 2011.

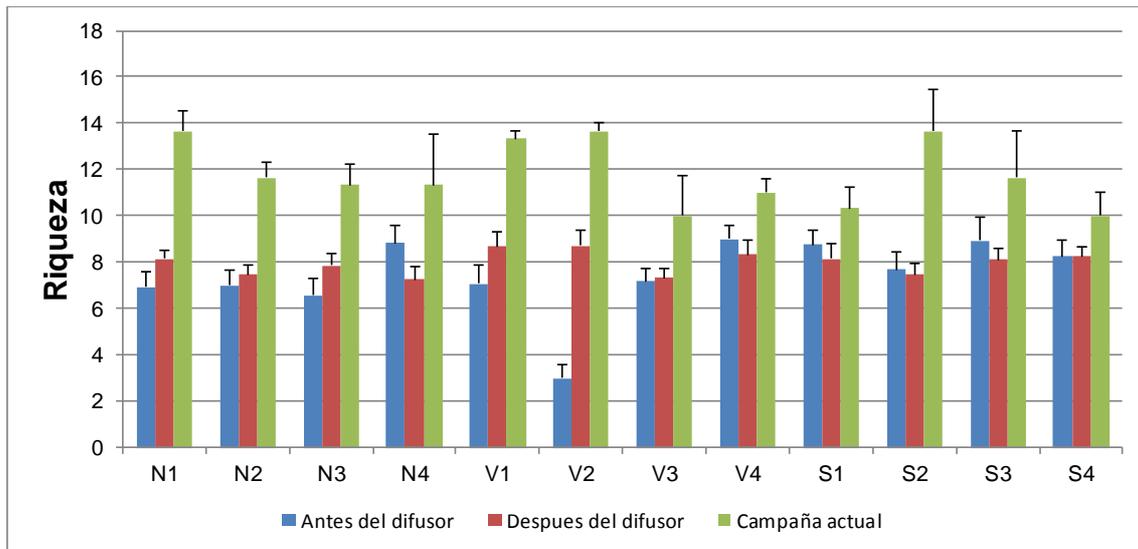


Figura 3.40. Riqueza taxonómica de la fauna general en cada localidad durante las campañas de primavera. Antes de la instalación del difusor (campañas del 2006, 2007, 2008 y 2009), después de la instalación del difusor campañas del 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2016) así como en la campaña actual (campaña del 2017).

Análisis multivariante.

Se realizó un análisis multivariante de los muestreos de primavera. Se obtuvo un MDS (Figura 3.41) donde observa como la similitud entre la estación V2 y el resto varía entre los distintos años. Se observa como la composición de la comunidad de infauna de V2 fue menos similar al resto de estaciones durante el 2006 y 2009, aumentando esta similitud durante los últimos años, especialmente durante las últimas campañas. Con el fin de establecer que taxones generan esta variabilidad temporal se establecen cinco grupos en base a la similitud. El grupo 1 incluye la mayor parte de las estaciones, las estaciones del vertido de los últimos años y todas las estaciones de la campaña actual. El grupo 2 lo forma el resto de estaciones junto con las estaciones del vertido de los años 2007 y 2008. Mientras que el grupo 3 lo forman la estación del vertido de los años 2006 y 2009, el grupo 4 la estación del vertido del 2010 y el grupo 5 la estación del vertido del 2011 (Figura 3.41).

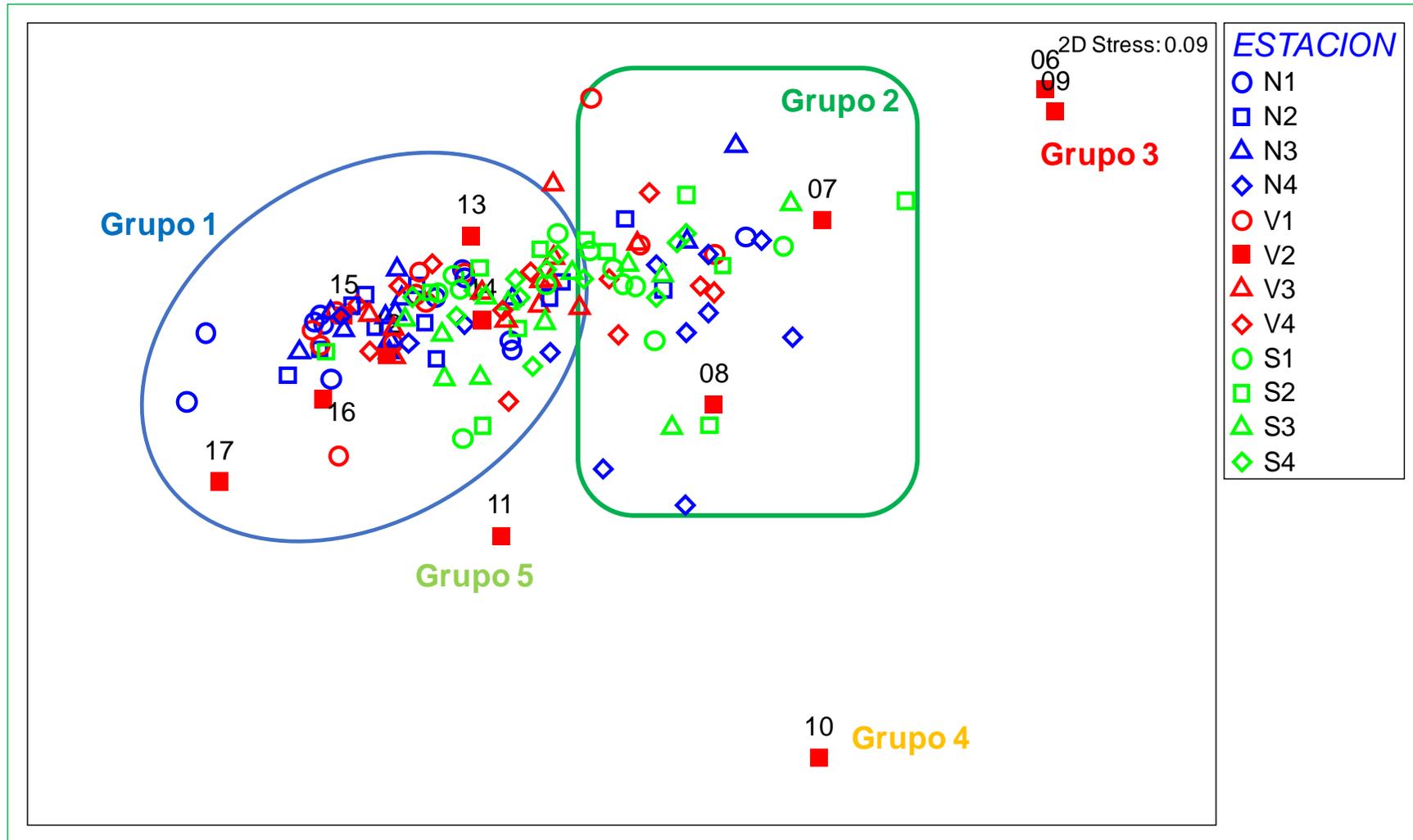


Figura 3.41. Representación bidimensional del MDS respecto a los individuos de las estaciones estudiadas, durante las diez campañas de muestreo en primavera (2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017).

Se aplica el análisis de porcentaje de similitud (SIMPER), con la finalidad de conocer cuáles son los grupos taxonómicos que contribuyen a la formación de los distintos grupos. La clase Polychaeta es el taxón que más contribuye a la similitud de los distintos grupos establecidos. Seguido por Amphipoda y Bivalvia en los grupos 1 y 2, y la clase Bivalvia en el grupo 3.

Grupo	Grupos Taxon.	AM	PA
1			
SM: 68.20			
	Polychaeta	3004.18	76.05
	Amphipoda	566.66	84.75
	Bivalvia	213.16	89.6
	Nematoda	270.39	94.36
2			
SM: 67.43			
	Polychaeta	970.77	77.24
	Amphipoda	194.38	86.37
	Bivalvia	167.24	92.64
3			
SM: 79.38			
	Polychaeta	205.83	88.19
	Bivalvia	41.67	96.06

Tabla 3.24. Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de grupos taxonómicos respecto a las agrupaciones establecidas. **SM:** Similitud media en cada grupo. **AM:** Abundancia media. **PA:** Porcentaje acumulado.

La tabla 3.25, muestra las diferencias entre los cinco grupos formados en el análisis multiescalar MDS y los grupos taxonómicos que más contribuyen a la disimilitud entre ellas.

Así, se observa como en el grupo 3 (V2.P.06 y V2.P.09), se detecta un descenso en la abundancia de los taxones que más contribuyen a la disimilitud y una desaparición de los anfípodos. Este descenso es menor en el grupo 4 (V2.P.10), en el que aumentan las abundancias de taxones como bivalvos o escafópodos, respecto a los grupos 1 y 2 donde se incluyen las estaciones de la campaña actual. En el grupo 5 (V2.P.11), se detecta un incremento de abundancias de los otros grupos taxonómicos, como anfípodos o poliquetos, disminuyendo durante este año la disimilitud de V2 con los grupos 1 y 2.

Grupo (x/y)	Grupos Taxon.	AM x	AM y	PA
1/2				
DM: 52.69				
	Polychaeta	3004.18	970.77	58.47
	Amphipoda	566.66	194.38	70.08
	Nematoda	270.39	79.97	77.11
	Bivalvia	213.16	167.24	83.08
	Tanaidacea	140.68	61.85	87.05
1/3				
DM: 87.35				
	Polychaeta	3004.18	205.83	66.16
	Amphipoda	566.66	0	77.59
	Nematoda	270.39	4.17	84.03
	Bivalvia	213.16	41.67	88.34
	Tanaidacea	140.68	10.83	91.15
1/4				
DM: 84.38				
	Bivalvia	213.16	2666.67	213.16
	Polychaeta	3004.18	360	3004.18
	Amphipoda	566.66	13.33	566.66
	Scaphopoda	2.42	400	2.42
	Nematoda	270.39	0	270.39
1/5				
DM: 51.06				
	Amphipoda	566.66	1933.33	30.73
	Bivalvia	213.16	1666.67	59.96
	Polychaeta	3004.18	1600	84.46
	Nematoda	270.39	13.33	89.32
	Tanaidacea	140.68	53.33	91.13
2/3				
DM: 71.31				
	Polychaeta	970.77	205.83	57.51
	Amphipoda	194.38	0	71
	Bivalvia	167.24	41.67	79.06
	Nematoda	79.97	4.17	84.75
	Tanaidacea	61.85	10.83	88.55
	Sipuncula	33.53	0	90.88
2/ 4				
DM: 78.66				
	Bivalvia	167.24	2666.67	61.89
	Polychaeta	970.77	360	76.68
	Scaphopoda	2.95	400	86.46
	Amphipoda	194.38	13.33	90.72
2/ 5				
DM: 60.53				

Amphipoda	194.38	1933.33	40.19
Bivalvia	167.24	1666.67	75.03
Polychaeta	970.77	1600	89.68
Nematoda	79.97	13.33	91.28

Tabla 3.25. Resumen de análisis de disimilitud (SIMPER) de la abundancia de los diferentes grupos taxonómicos respecto a los grupos establecidos. AMx: Abundancia media en el primer grupo analizado. AMy: Abundancia media en el segundo grupo a comparar. DM: Disimilitud media entre los grupos. PA: Porcentaje acumulado.

3.5.7.2.2.- Comparación de las campañas de otoño de 2005 a 2017.

Se detecta variabilidad temporal en los valores de abundancia total entre las distintas campañas de muestreo realizadas durante otoño. Al comparar la abundancia media entre las distintas campañas, observamos que durante la campaña actual el valor de abundancia medio (4826.65 ind./m²) es superior al obtenido durante el resto de las campañas excepto la correspondiente al otoño del 2015 en la que se obtuvo el valor máximo.

Del mismo modo también se obtiene una variación temporal en la riqueza taxonómica. Durante la campaña actual se obtienen valores de riqueza altos, similares a los obtenidos en la campaña del 2012. De modo que respecto a años anteriores se detecta un valor medio en la riqueza superior al obtenido durante la mayoría de las campañas.

A continuación, se muestran los análisis univariantes y multivariantes que se aplicaron para la abundancia y la riqueza taxonómica registrada en las muestras recogidas durante otoño desde 2005 hasta 2017.

Análisis univariante.

Para el estudio la fauna general, se ha aplicado un análisis univariante tanto de su abundancia como de su riqueza taxonómica para los tres factores analizados: Tiempo (T1 (campaña de otoño de 2005), T2 (otoño de 2006), T3 (otoño de 2007), T4 (otoño de 2008), T5 (otoño de 2009), T6 (otoño de 2010), T7 (otoño de 2011), T8 (otoño de 2012), T9 (otoño de 2013), T10 (otoño 2014), T11 (otoño 2015), T12 (otoño 2016), T13 (otoño 2017)); transecto (norte, vertido y sur) y distancia (1, 2, 3 y 4).

Al analizar los valores de abundancia total, se detectaron diferencias significativas en la interacción entre los tres factores TiXTrXDi ($p= 0.0002071$). El test SNK muestra una alta variabilidad anual. Durante la campaña actual se detecta un aumento en la abundancia en N1 respecto los años 2006, 2007 y 2011; en N2 respecto los años 2006, 2007, 2009, 2010 y 2011; en N3 respecto al año 2006 y en N4 la abundancia aumenta respecto a las campañas del 2006, 2009, 2010 y 2011. En el transecto del vertido, mientras que en V1, V3 y V4 no se detectan diferencias significativas respecto a campañas anteriores, en la estación V2 se detecta un incremento de la abundancia respecto a los años de actividad antes de la instalación del difusor. Finalmente, en el transecto sur únicamente se detecta un incremento en la estación S1 respecto a la campaña del 2006 y un descenso en S3 respecto al 2011.

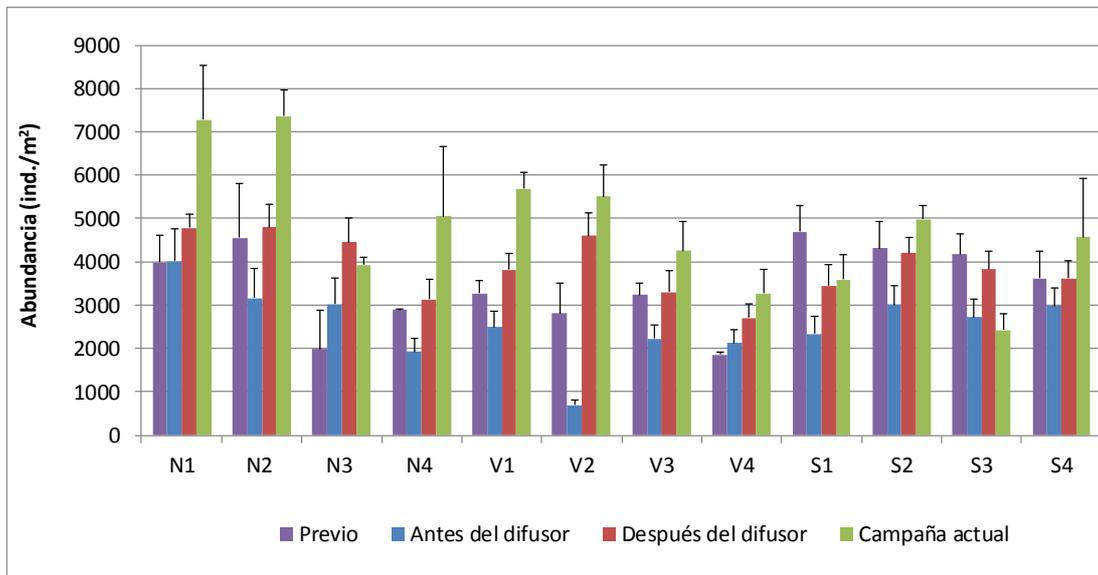


Figura 3.42. Abundancia de la fauna general en cada estación para las campañas de otoño; antes del comienzo de la actividad; previo (campaña del 2005); antes de la instalación del difusor (campañas del 2006, 2007, 2008 y 2009), después de la instalación del difusor (campañas del 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016), así como en la campaña actual (campaña del 2017).

El estudio de la riqueza taxonómica también revela diferencias significativas en la interacción entre los tres factores estudiados TixTrxDi ($p= 0.003388$). En el transecto norte, el test SNK detecta diferencias significativas en la estación N2, detectándose un incremento respecto a la campaña del 2006. En el transecto del vertido durante la campaña actual, en V1 se detecta mayor riqueza respecto a la campaña del 2006, mientras que en la estación del vertido se

obtienen valores de riqueza significativamente superiores a las campañas de los años 2006, 2007, 2008 y 2009 correspondientes a la etapa anterior a la instalación del difusor. Finalmente, en el transecto sur no se detectan diferencias significativas en la campaña actual respecto a campañas anteriores.

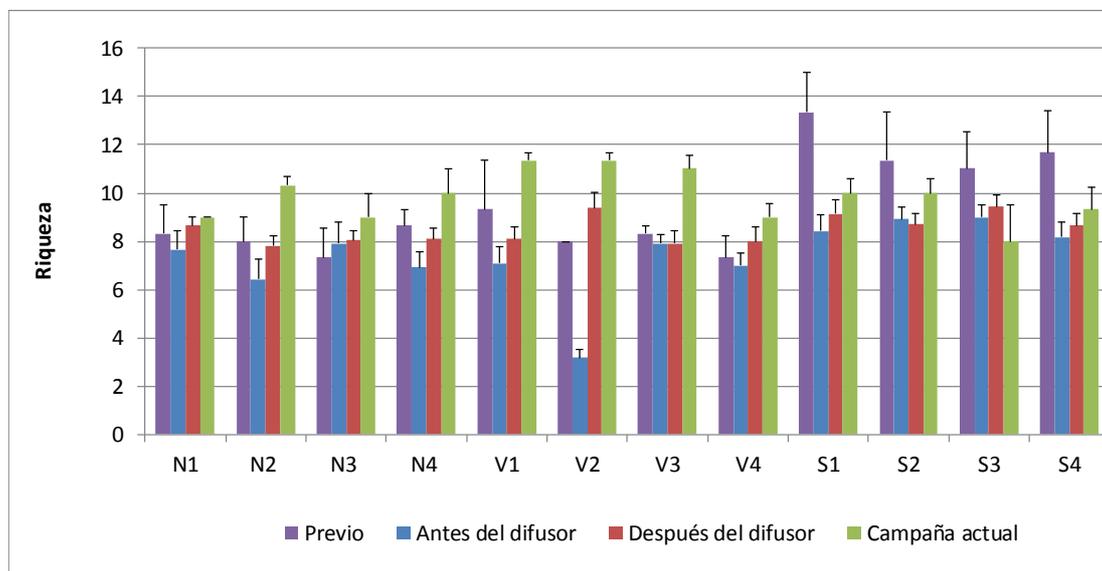


Figura 3.43. Riqueza taxonómica de fauna general en cada estación para las campañas de otoño; antes del comienzo de la actividad; previo (campaña del 2005); antes de la instalación del difusor (campañas del 2006, 2007, 2008 y 2009), después de la instalación del difusor (campañas del 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016), y la campaña actual (campaña del 2017).

Análisis multivariante.

Se realizó un análisis multivariante de los muestreos de otoño realizados del 2005 al 2017. Se obtuvo un MDS (Figura 3.44) donde se puede observar la variación de V2 respecto al resto de estaciones entre los distintos años. La mayoría de las estaciones alejadas del vertido se diferencian en los grupos 1 y 2. Además de estas estaciones, el grupo 1 lo forma la estación del vertido del estudio previo y de las últimas campañas (2011-2015), en la campaña actual la estación del vertido y la estación N1 se agrupan con las campañas del año 2010 y 2016, formando el grupo 4. El resto de estaciones de la campaña actual, mantienen una situación similar a la detectada en campañas anteriores dentro del grupo 1. Mientras que el grupo 2 lo forman el resto de las estaciones alejadas del vertido y la estación del vertido del año 2006. La estación del vertido de los años 2007, 2008 y 2009 componen el grupo 3.

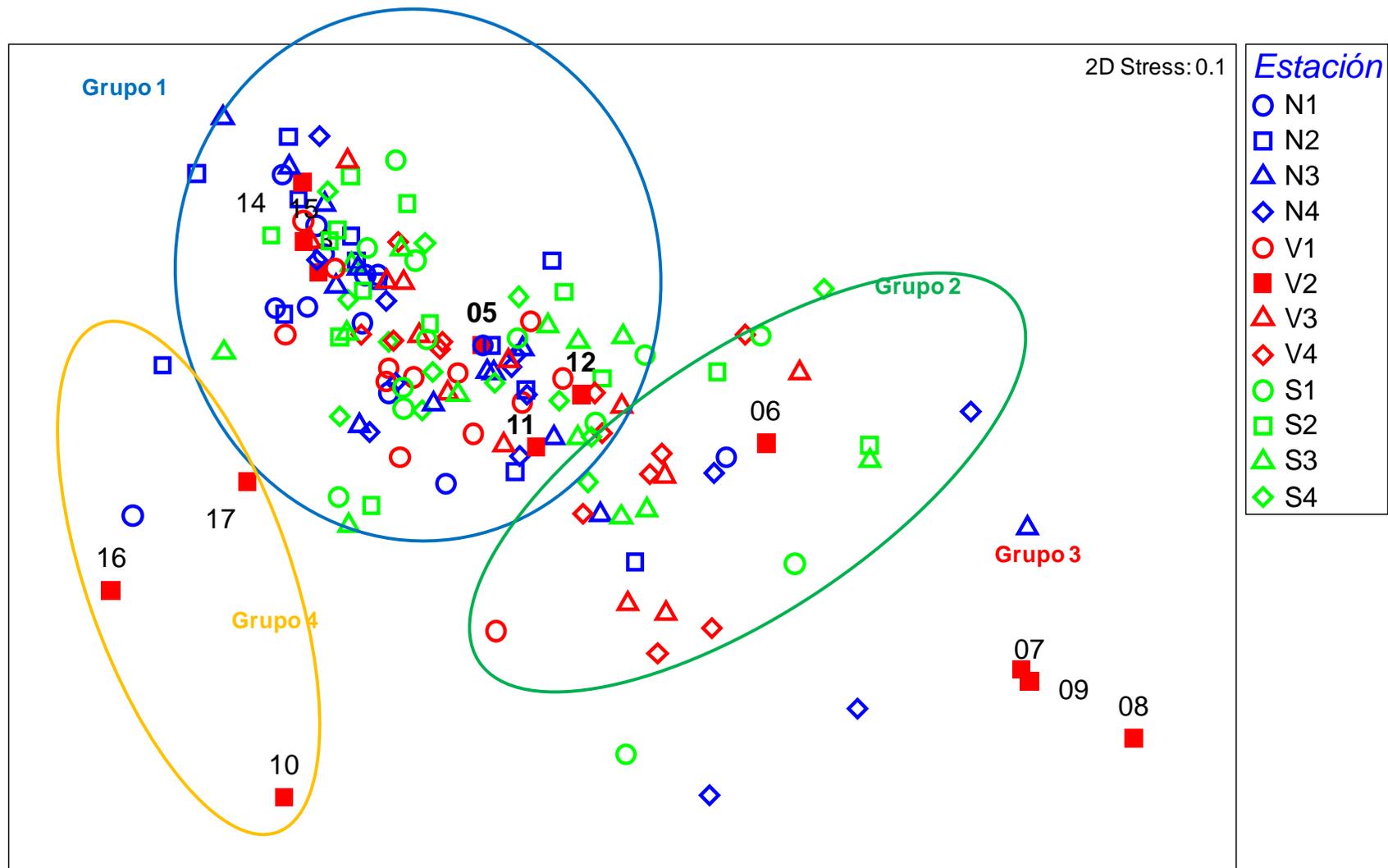


Figura 3.44. Representación bidimensional del MDS respecto a los individuos de las estaciones estudiadas, durante las once campañas de muestreo en otoño (2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017).

Se aplica el análisis de porcentaje de similitud (SIMPER) (Tabla 3.26), con la finalidad de conocer cuáles son los grupos taxonómicos que contribuyen a los cambios detectados en la estación del vertido (V2) entre los años. En los porcentajes de similitud de los grupos 1, 2 y 3, se observa como los poliquetos es el taxón que más contribuye mientras que en el caso del grupo 4 es el orden Amphipoda seguido de los poliquetos. Sin embargo, mientras que en los grupos 1 y 2, anfípodos y nematodos son los siguientes taxones con mayor contribución, en el grupo 3 (formado por la estación V2 durante los años 2007, 2008 y 2009), son los bivalvos. En este grupo 3 se detectan menores abundancias que las obtenidas en los grupos 1 y 2.

Grupo	Grupos Taxon.	AM	PA
1			
SM: 70.40			
	Polychaeta	2755.84	77.94
	Amphipoda	347.07	85.76
	Nematoda	256.03	90.16
2			
SM: 66.42			
	Polychaeta	934.53	71.57
	Amphipoda	168.45	80.14
	Nematoda	175.33	85.73
	Bivalvia	78.16	90.78
3			
SM: 83.04			
	Polychaeta	378.57	84.32
	Bivalvia	60.86	95.04
4			
SM: 70.69			
	Amphipoda	3339.1	56.24
	Polychaeta	2056.04	86.79
	Bivalvia	361.03	91.22

Tabla 3.26. Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de grupos taxonómicos respecto a las agrupaciones establecidas. SM: Similitud media en cada grupo. AM: Abundancia media. PA: Porcentaje acumulado.

La tabla 3.27, muestra las diferencias entre los grupos formados en el análisis multiescalar MDS y los grupos taxonómicos que más contribuyen a la disimilitud entre ellas.

Por lo que se refiere a los grupos 1 y 2, se diferencian principalmente en que se detectan menores abundancias en el grupo 2 de los distintos taxones capturados, exceptuando los sipuncúlidos que son más abundantes en el grupo 2. Sin embargo, al comparar ambos grupos con el grupo 3 se obtienen valores de disimilitud superiores al 50, debido a las mayores abundancias de poliquetos, anfípodos, nematodos y tanaidáceos de los grupos 1 y 2. El mayor número de anfípodos, tanaidáceos y bivalvos, así como el menor número de poliquetos detectado en la estación del vertido durante la campaña actual, y las del 2010 y 2016 diferencia al grupo 4 del grupo 1. Mientras que respecto a los grupos 2 y 3 se detectaron en el grupo 4 mayores abundancias de poliquetos, anfípodos y bivalvos.

Grupo (x/y)	Grupos Taxon.	AM x	AM y	PA
1/2				
DM: 50.06				
	Polychaeta	2755.84	934.53	61.08
	Nematoda	256.03	175.33	69.98
	Amphipoda	347.07	168.45	78.33
	Tanaidacea	171.7	108.1	84
	Bivalvia	133.1	78.16	86.82
	Sipuncula	44.15	49.23	89.5
1/3				
DM: 77.07				
	Polychaeta	2755.84	378.57	67.31
	Amphipoda	347.07	22.8	76.54
	Nematoda	256.03	4.44	83.74
	Tanaidacea	171.7	0	88.59
	Bivalvia	133.1	60.86	90.97
1/4				
DM: 51.96				
	Amphipoda	347.07	3339.1	54.9
	Polychaeta	2755.84	2056.04	76.17
	Tanaidacea	171.7	395.94	81.7
	Bivalvia	133.1	361.03	87.03
	Nematoda	256.03	46.99	91.18
2/3				

DM: 55.66				
Polychaeta	934.53	378.57	45.9	
Nematoda	175.33	4.44	60.07	
Amphipoda	168.45	22.8	72.86	
Tanaidacea	108.1	0	81.38	
Sipuncula	49.23	0	85.23	
Bivalvia	78.16	60.86	88.62	
Decapoda	24.79	4.18	90.52	
2/ 4				
DM: 67.41				
Amphipoda	168.45	3339.1	56.7	
Polychaeta	934.53	2056.04	76.76	
Bivalvia	78.16	361.03	82.56	
Tanaidacea	108.1	395.94	88.25	
Nematoda	175.33	46.99	91.31	
3/ 4				
DM: 86.28				
Amphipoda	22.8	3339.1	54.25	
Polychaeta	378.57	2056.04	80.16	
Tanaidacea	0	395.94	86.19	
Bivalvia	60.86	361.03	91.71	

Tabla 3.27. Resumen de análisis de disimilitud (SIMPER) de la abundancia de los diferentes grupos taxonómicos respecto a los grupos establecidos. AMx: Abundancia media en el primer grupo analizado. AMy: Abundancia media en el segundo grupo a comparar. DM: Disimilitud media entre los grupos. PA: Porcentaje acumulado.

3.5.7.3.- Poliquetos.

3.5.7.3.1.- Comparación de las campañas de primavera del 2006 al 2017.

Se observa una variación temporal en la abundancia de poliquetos en el área de estudio en los muestreos de primavera. En el total de muestras analizadas se han separado e identificado un número de individuos que oscila entre los 913 individuos de 2009 a los 3497 individuos de 2017. Del mismo modo el número de familias de poliquetos en el total de muestras ha oscilado desde 32 en 2009 a 42 en 2016; siendo 41 las familias identificadas en esta última campaña. Las familias Paraonidae, Lumbrineridae, siguen formando parte del grupo de las familias más abundantes en el poblamiento de poliquetos de la zona de estudio a lo largo de todas las campañas de muestreo en primavera. La familia Syllidae es dominante en todas las campañas excepto en 2010.

Análisis univariante.

Para el estudio de la comunidad de poliquetos asociados a fondos blandos se aplicó un análisis univariante tanto a la abundancia como a la riqueza, para los factores analizados; transecto (norte, vertido y sur), distancia (1, 2, 3, 4) y tiempo (T1 (campaña primavera 2006), T2 (primavera 2007), T3 (primavera 2008), T4 (primavera 2009), T5 (primavera 2010), T6 (primavera 2011), T7 (primavera 2012), T8 (primavera 2013), T9 (primavera 2014), T10 (primavera 2015), T11 (primavera 2016) y T12 (primavera 2017)).

Considerando los valores de abundancia se detectan diferencias significativas para la interacción de los tres factores $TixTrxDi$ ($p < 0.05$). Se aplica el test SNK para detectar que tratamientos dentro de cada factor están marcando las diferencias. Al analizar los cambios temporales se mantiene el patrón cíclico de los valores de abundancia en la mayoría de las estaciones a lo largo de la mayoría de las campañas de muestreo, siendo más acusado en las estaciones del norte, V1.P.017, V4.P.17. Este patrón se interrumpe en la estación próxima al vertido, debido al descenso significativo de la abundancia durante el periodo de actividad de la planta desaladora, mientras que se detecta un incremento

significativo a partir de la campaña del 2011; una vez instalado el difusor. Dicho aumento se mantiene durante las campañas 2102, 2103 y 2014; incrementando aún más a partir de la campaña del 2015 hasta la actual (2017).

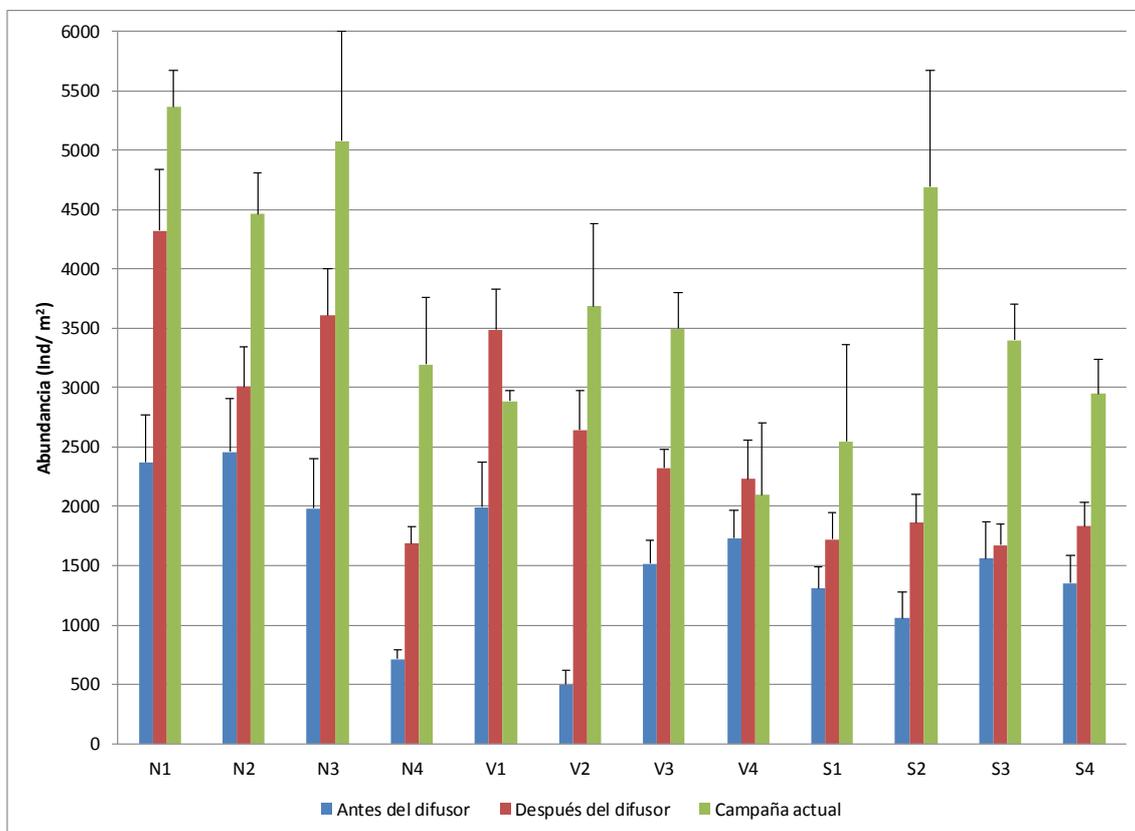


Figura 3.45. Abundancia media en cada estación para las campañas de primavera; antes de la instalación del difusor (campañas del 2006, 2007, 2008 y 2009), después de la instalación del difusor (campañas del 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015,216), así como en la campaña actual (campaña del 2017).

Considerando la riqueza, también se detectan diferencias significativas para la interacción entre los tres factores $T_i \times T_r \times D_i$ ($p=0.0000$). Se aplica el test SNK para detectar que tratamientos dentro de cada factor están marcando las diferencias. Al considerar la interacción de los factores, las principales diferencias vienen marcadas en el transecto del vertido. En dicho transecto se produce un descenso acusado de la riqueza en la distancia 2, desde el comienzo de la actividad de desalación en 2006 hasta el 2010; siendo más acusado en la campaña del 2009, y recuperándose a niveles similares a los de las estaciones control a partir de la campaña del 2011. Este patrón se mantiene en la campaña actual (primavera del 2017). Así mismo, se detecta dicho

descenso en esta estación V2, respecto a las estaciones localizadas a la misma distancia, tanto al norte como al sur; manteniéndose estas diferencias hasta la campaña del 2011; incrementando los valores a partir del 2012.

También se detectan cambios temporales para la riqueza de familias de poliquetos a lo largo de las distintas campañas de muestreo, siendo algo más acusado en las estaciones del norte (N1, N2, N4). En las estaciones V1, V4 y S4 riqueza se distribuye en dos periodos principales; un periodo inicial donde la riqueza es menor y un segundo periodo; donde los valores incrementan.

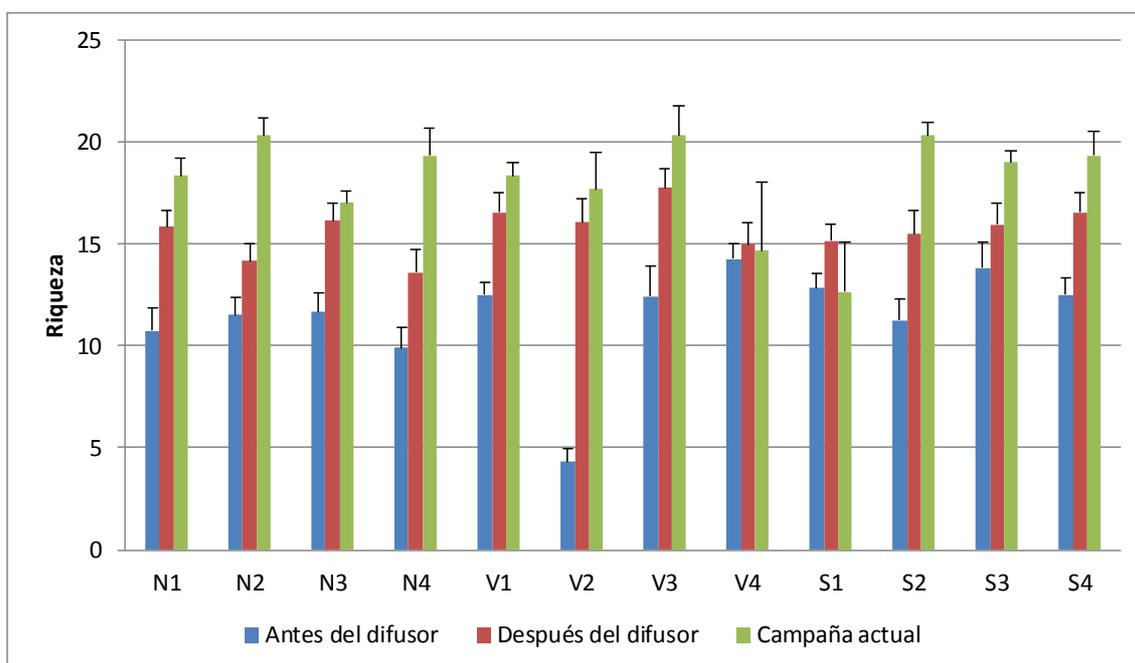


Figura 3.46. Riqueza de poliquetos en cada estación para las campañas de primavera, antes de la instalación del difusor (campañas del 2006, 2007, 2008 y 2009), después de la instalación del difusor (campañas del 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016) así como en la campaña actual (campaña del 2017).

Análisis multivariante.

Al representar las muestras en un gráfico bidimensional resultante de un ordenamiento multiescalar (MDS) se puede apreciar, la existencia de un eje principal. Este nos separa la mayoría de las estaciones localizadas al sur junto con las estaciones V3 de todas las campañas (grupo A), de la mayoría de las estaciones situadas en el transecto norte (N1, N2 y N3) y alguna estación del vertido, principalmente V1 (grupo B). Las estaciones N4 y V4 se distribuyen

entre los dos grupos principales. Las estaciones N4, V2 y V4 están disgregadas entre ambos grupos. Esta segregación es debida a las características físicas del sedimento, ya que, mientras que el transecto sur está caracterizado por una mayor heterogeneidad de sedimentos en el que dominan las fracciones más gruesas y con bajos porcentajes de fango y materia orgánica, en las estaciones localizadas al norte, junto con las del vertido V1, predominan los fangos y presentan un mayor porcentaje de materia orgánica. En segundo lugar, se detecta una segregación de la composición de la comunidad de poliquetos en la estación próxima al vertido, siendo más acusada en las campañas del 2006, 2009 y 2010 (grupo C) de manera que en esta estación parece que estuvo afectada por el vertido de salmuera en esos años. Este patrón de segregación no se mantiene entre las campañas del 2011 al 2017 lo que indica la recuperación de la comunidad tras la introducción de la pieza difusora.

Al aplicar el Análisis de Similitud (ANOSIM), se detectaron diferencias significativas entre los distintos transectos ($p=0.001$, $R=0.293$), así como entre las distintas distancias, aunque con un estadístico R muy bajo ($p=0.001$, $R=0.084$). También se detectan diferencias significativas entre los distintos tiempos ($p=0.001$, $R=0.208$).

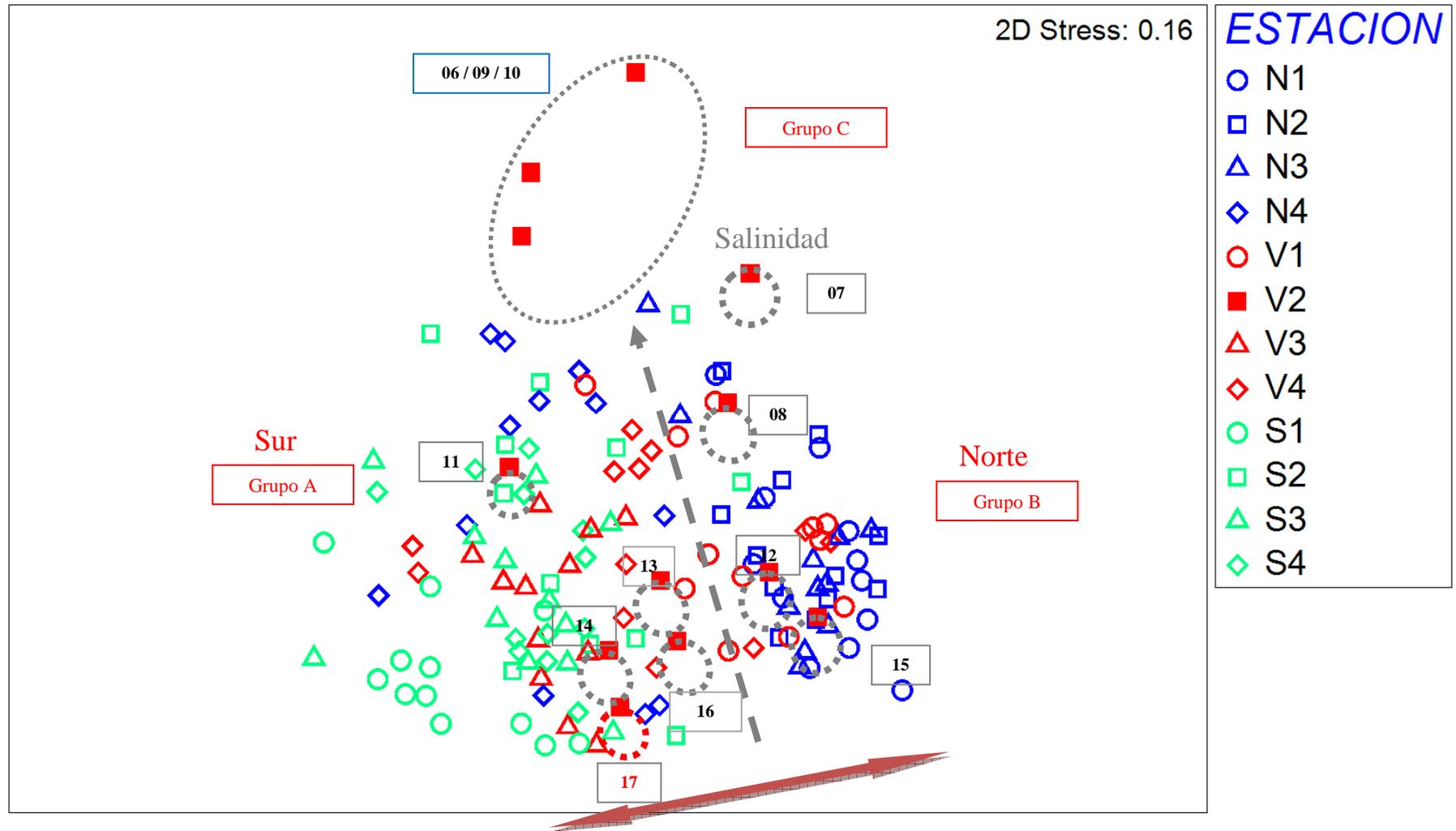


Figura 3.47. Representación bidimensional del MDS respecto a las familias de poliquetos de las estaciones estudiadas, durante las campañas de muestreo en primavera.

Se aplica el análisis de porcentaje de similitud, con la finalidad de conocer que familias de poliquetos contribuyen a la similitud dentro de cada grupo, así como las que contribuyen a la disimilitud entre grupos.

Las familias Syllidae, Onuphidae, Lumbrineridae, Paraonidae, Capitellidae y Sabellidae son las implicadas en el 57.49% de similitud detectada en el grupo A (46.66%). Las familias Paraonidae, Lumbrineridae, Nephtyidae, Magelonidae y Cirratulidae son las implicadas en la similitud dentro del grupo B (57.01%). En las estaciones del vertido incluidas en el grupo C, las familias responsables de la similitud (40.82%) han sido Nephtyidae, Magelonidae, Lumbrineridae y Paraonidae.

Grupo	Familia	AM	PA
A			
SM: 46.66			
	Syllidae	387.25	21.66
	Onuphidae	135.91	30.14
	Lumbrineridae	122.88	38.16
	Paraonidae	148.46	45.11
	Capitellidae	100.07	51.32
	Sabellidae	123.34	57.49
B			
SM: 47.03			
	Paraonidae	745.06	32.5
	Lumbrineridae	305.9	47.79
	Nephtyidae	177.16	57.02
	Magelonidae	217.7	65.34
	Cirratulidae	157.07	71.76
C			
SM: 40.82			
	Nephtyidae	77.97	37.68
	Magelonidae	25.04	63.09
	Lumbrineridae	38.95	84.27
	Paraonidae	48.64	95.17

Tabla 3.28. Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de las familias respecto a los grupos establecidos. SM: Similitud media entre cada grupo. AM: Abundancia media. PA: Porcentaje acumulado.

Las familias Paraonidae, Syllidae, Spionidae, Lumbrineridae, Magelonidae, Onuphidae, Sabellidae, Capitellidae, Nephtyidae y Cirratulidae son las implicadas en la disimilitud entre los distintos grupos establecidos. Estas

diferencias son debidas al dominio de las familias Paraonidae, Spionidae, Lumbrineridae, Magelonidae, Nephtyidae y Cirratulidae en el grupo establecido por las estaciones más próximas al vertido de aguas residuales, mientras que en la mayoría de las estaciones caracterizadas por la heterogeneidad del sedimento se encuentran dominadas por las familias Syllidae, Onuphidae y Sabellidae. Se mantiene la segregación de la estación V2, durante las campañas del 2006, 2009 y 2010, al producirse un descenso acusado tanto de la abundancia como de la riqueza (grupo C); descenso no detectado a partir de la campaña 2011.

Grupos	Familia	AMx	AMy	PA
A / B				
DM: 67.38				
	Paraonidae	148.46	745.06	19.02
	Syllidae	387.25	66.99	30.43
	Spionidae	149.23	220.89	37.93
	Lumbrineridae	122.88	305.9	45.24
	Magelonidae	43.7	217.7	51.07
A / C				
DM: 83.86				
	Syllidae	387.25	0	18.83
	Onuphidae	135.91	0	26.81
	Sabellidae	123.34	0	32.74
	Spionidae	149.23	0	38.5
	Paraonidae	148.46	48.64	44.1
	Capitellidae	100.07	0	49.61
	Nephtyidae	87.94	77.97	54.22
B / C				
DM:81.07				
	Paraonidae	745.06	48.64	26.54
	Lumbrineridae	305.9	38.95	38.11
	Spionidae	220.89	0	45.41
	Magelonidae	217.7	25.04	52.64
	Cirratulidae	157.07	0	58.74
	Capitellidae	156.63	0	64.36
	Nephtyidae	177.16	77.97	69.97

Tabla 3.29. Resumen de análisis de disimilitud (SIMPER) de la abundancia de las familias respecto a los grupos establecidos, considerando el eje 1. AMx: abundancia media en el grupo x. AMy: Abundancia media en el grupo y a comparar. DM: Disimilitud media entre grupos. PA: Porcentaje acumulado.

3.5.7.3.2.- Comparación de las campañas de otoño del 2005 al 2017.

Al analizar todas las estaciones durante las campañas de muestreo de otoño se observan variaciones temporales en la abundancia de poliquetos en el área de estudio. En el total de muestras analizadas se han separado e identificado un número de individuos que oscila entre los 962 individuos de 2010 a los 3499 individuos de 2015. Durante esta campaña se identificaron un total de 2609 individuos. Del mismo modo el número de familias de poliquetos en el total de muestras ha oscilado desde 34, detectadas en 2006, a 43 en la campaña del 2013. En esta última campaña (2017) también se detecta un elevado número de familias (42), siendo la abundancia (2609 individuos) algo superior a la campaña anterior (campaña del 2016; 2281 individuos). Las familias Paraonidae, Lumbrineridae y Syllidae dominan la comunidad de la zona de estudio durante las trece campañas de muestreo realizadas en el otoño.

Análisis univariante.

Para el estudio de la comunidad de poliquetos asociados a fondos blandos se aplicó un análisis univariante tanto a la abundancia como a la riqueza, para los factores analizados; transecto (norte, vertido, sur), distancia (1, 2, 3, 4) y tiempo (T1 (campaña otoño 2005), T2 (otoño 2006), T3 (otoño 2007), T4 (otoño 2008), T5 (otoño 2009), T6 (otoño 2010), T7 (otoño 2011), T8 (otoño 2012), T9 (otoño 2013), T10 (otoño 2014), T11 (otoño 2015), T12 (otoño 2016) y T13 (2017) .

Considerando los valores de abundancia se detectan diferencias significativas para la interacción $T_i \times Tr \times D_i$ ($p < 0.05$). Se aplica el test SNK para detectar que tratamientos dentro de cada factor están marcando las diferencias. Al analizar los cambios temporales, se siguen observando las variaciones interanuales detectadas en campañas previas. Estas variaciones muestran un patrón cíclico de los valores de abundancia a lo largo del tiempo. Estas variaciones interanuales se observan en todos los transectos; siendo significativos principalmente en las estaciones localizadas al norte; junto a las estaciones V1, V3. Cabe destacar la estación más próxima al vertido, donde no se mantiene el patrón cíclico observado en el resto de las estaciones. En esta estación hay un descenso progresivo de la abundancia desde el comienzo de la actividad, siendo más acusado y significativo en las campañas del 2007, 2008 y 2009. Sin

embargo, a partir de la campaña del 2010, momento de la instalación del difusor se detecta un incremento en los valores de abundancia y a partir de la campaña del 2012 se comienza a detectar el patrón cíclico observado en otras estaciones. El descenso acusado en la abundancia de poliquetos detectado en la mayoría de las estaciones de la campaña del 2016 no se mantiene durante esta última campaña, corroborando dicho patrón cíclico.

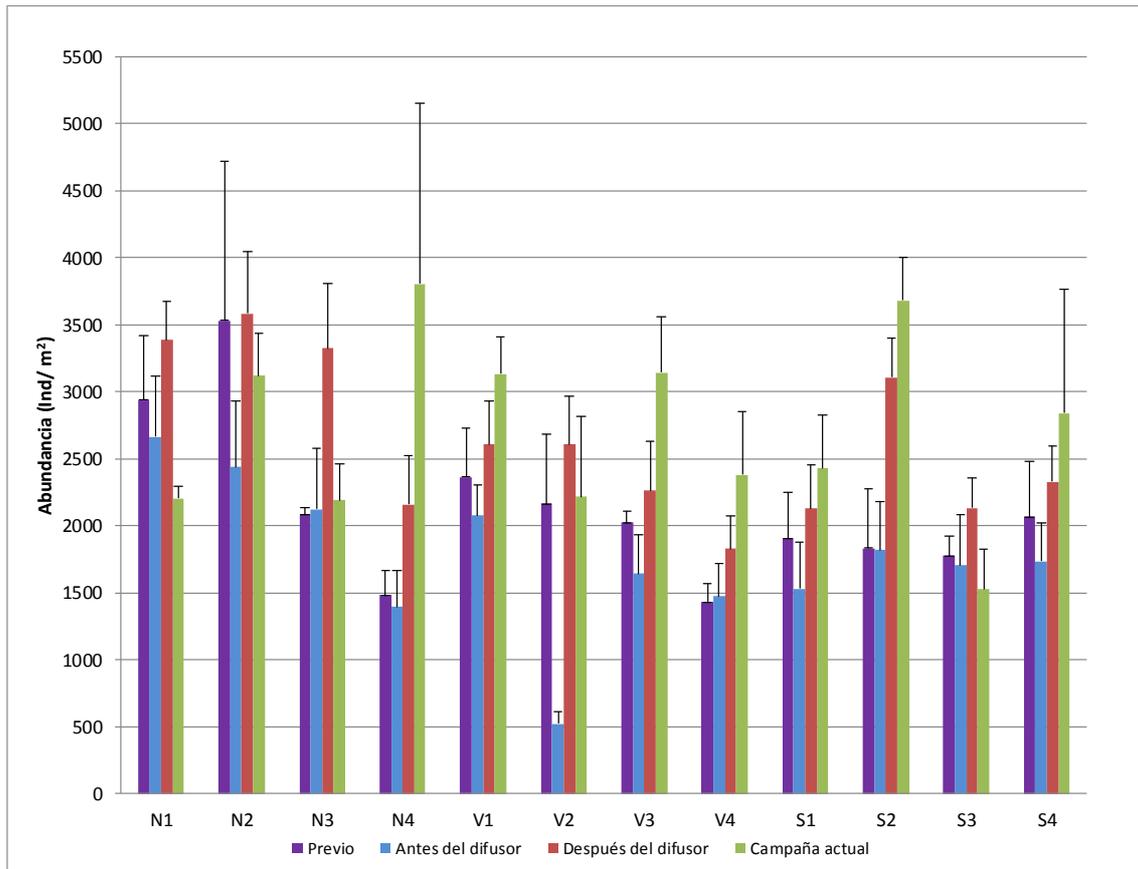


Figura. 3.48. Abundancia media en cada estación para las campañas de otoño; antes del comienzo de la actividad; previo (campaña del 2005); antes de la instalación del difusor (campañas del 2006, 2007, 2008 y 2009), después de la instalación del difusor (campañas del 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016), así como en la campaña actual (campaña del 2017).

Considerando la riqueza, se detectan diferencias significativas para la interacción de los tres factores $TixTrxDi$ ($p=0.0015$). Se aplica el test SNK para detectar que tratamientos dentro de cada factor están marcando las diferencias.

Al analizar los cambios entre los distintos transectos y las distintas distancias a lo largo de las doce campañas de muestreo, las principales diferencias vienen marcadas en el transecto del vertido. En dicho transecto se produce un descenso de la riqueza en la distancia 2, siendo más acusado en las campañas de otoño del 2007, 2008 y 2009; siendo significativo en 2008. Sin embargo, a partir de la campaña del 2010 no se detecta dicho descenso. Es decir, al igual que ocurre con la abundancia, el número medio de familias de poliquetos descienden en la estación localizada en la boca del vertido, con respecto al resto de las estaciones, durante las campañas posteriores al comienzo de la actividad. Sin embargo, dicho descenso parece no mantenerse a partir de la campaña del 2010, momento en el que se han instalado los difusores. Por lo que no se detectan diferencias significativas en las ocho últimas campañas (2010 al 2017).

Al igual que lo observado en la abundancia; al analizar la evolución temporal de las familias de poliquetos también se detectan variaciones interanuales; siendo significativos estos cambios en la gran parte de las estaciones.

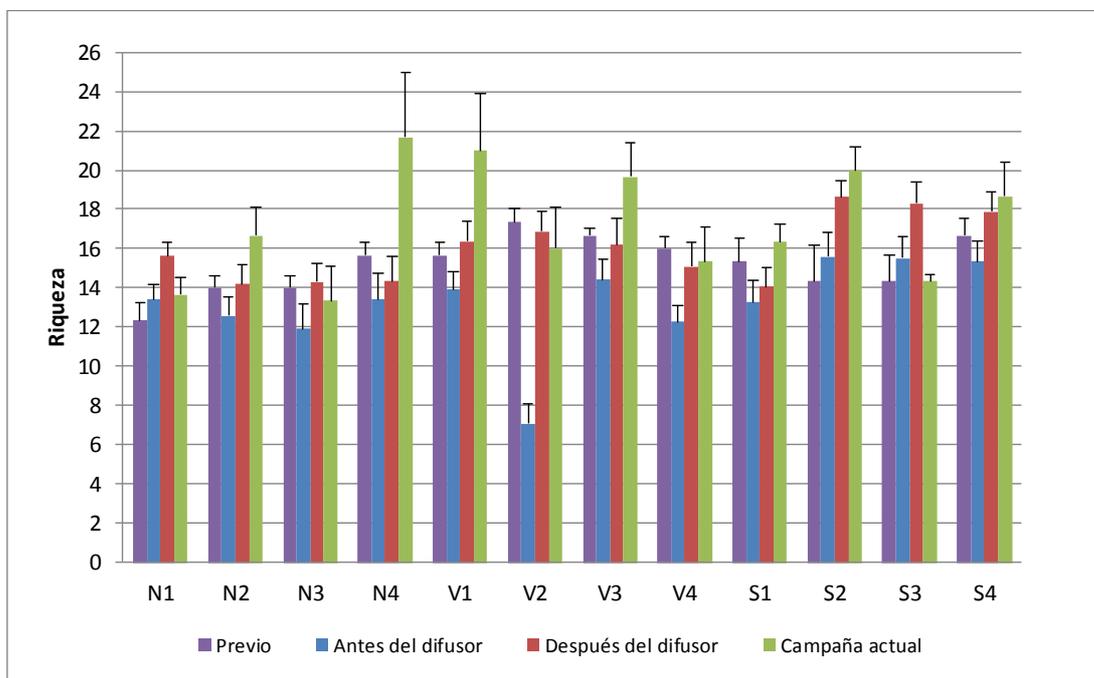


Figura. 3.49. Riqueza de poliquetos en cada estación para las campañas de otoño; antes del comienzo de la actividad; previo (campaña del 2005); antes de la instalación del difusor (campañas del 2006, 2007, 2008 y 2009), después de la instalación del difusor (campañas del 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016), así como en la campaña actual (campaña del 2017).

Análisis multivariante

Al representar las muestras en un gráfico bidimensional resultante de un ordenamiento multiescalar (MDS) se puede apreciar, la existencia de un eje principal. Un eje que nos separa las estaciones localizadas al sur, junto a las estaciones V3 y N4 de un gran número de las campañas (7 y 8 campañas respectivamente; grupo D), respecto a la mayoría de las estaciones situadas en los transectos norte (N1, N2 y N3), junto a las estaciones del vertido V1 y V4 de la mayoría de las campañas (10 y 6 campañas respectivamente; grupo E). Probablemente esta segregación sea debida a las características físicas del sedimento. En segundo lugar, la estación V2 se disgrega entre distintos grupos en función de la campaña de muestreo. Se detecta una segregación en la composición de la comunidad de poliquetos en la estación próxima al vertido durante las campañas 2007, 2008, 2009 y 2010, junto a la estación N3.O.06 (grupo A). Durante la campaña del 2010 la estación V2, también se segrega, pero con altos valores de disimilitud respecto a las campañas del 2007, 2008 y 2009; probablemente mostrando una situación intermedia en cuanto a la composición del poblamiento de poliquetos. A partir de esa fecha, y debido a la instalación de la pieza difusora al final del emisario, la estación más próxima al vertido se acerca a los controles, demostrando la efectividad de la medida correctora adoptada para reducir el impacto del vertido. De modo que durante las siete últimas campañas (del 2011 al 2017) no se mantiene la segregación detectada en campañas anteriores y se aproximan al resto de estaciones incluidas en los grupos D (V2.O.13, 15, 16 y 17) y E (V2.O.06, 11, 12, 14). El grupo B se caracteriza por presentar un número reducido de estaciones sin ningún patrón determinado (S1.O.09 y 10, S2.O.06, V4 (2010 y 2012), N4 (2006, 2010 y 2011), V3 (2010 y 2011) y S3.O.06). La mayoría de las estaciones durante la campaña del 2005, excepto S1 y S2, se agrupan entre ellas (grupo C).

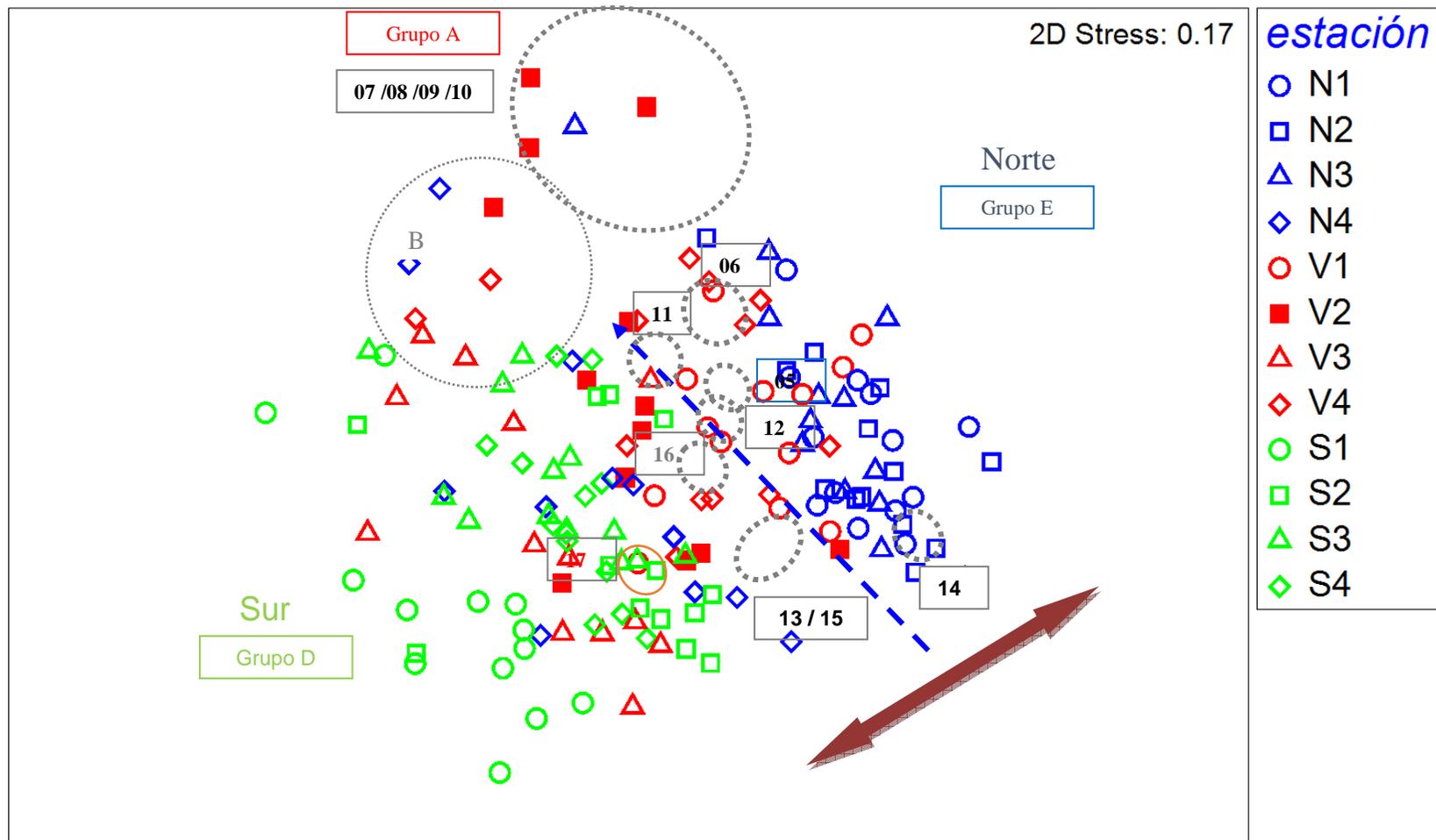


Figura. 3.50. Representación bidimensional del MDS respecto a las familias de poliquetos de las estaciones estudiadas, durante las campañas de muestreo de otoño.

Al aplicar el Análisis de Similitud (ANOSIM), se detectaron diferencias significativas entre los distintos transectos ($p=0.001$, $R=0.282$) y entre las distintas distancias, pero con menores valores de correlación ($p=0.001$, $R=0.07$). También se detectan diferencias entre las distintas campañas de muestreo ($p=0.001$; $R=0.254$).

Se aplica el análisis de porcentaje de similitud (SIMPER), con la finalidad de conocer que familias de poliquetos contribuyen a la similitud dentro de cada grupo establecido a partir del *cluster*, así como las que contribuyen a la disimilitud entre grupos.

Las familias Lumbrineridae, Paraonidae, Nephtyidae, Capitellidae y Magelonidae son las implicadas en el 89.03% de similitud dentro del grupo A, siendo las familias Syllidae, Lumbrineridae, Onuphidae, Paraonidae, Capitellidae y Eunicidae las implicadas en el 71.77% de la similitud detectada en el grupo B. En el grupo C, las familias implicadas en el 73.67% de la similitud (51.80%) han sido Paraonidae, Lacydoniidae, Sabellidae, Cossuridae, Nephtyidae y Syllidae. Respecto al grupo D, las familias responsables del 71.08% de similitud (52.10%) han sido Syllidae, Paraonidae, Lumbrineridae, Sabellidae, Spionidae, Cirratulidae, Eunicidae, Onuphidae y Capitellidae. Finalmente, las familias Paraonidae, Lumbrineridae, Magelonidae, Capitellidae, Cirratulidae y Nephtyidae están implicadas en la similitud detectada en el grupo E (49.52%)

Grupo	Familia	AM	PA
A			
SM: 43.82			
	Lumbrineridae	80.09	25.25
	Paraonidae	70.93	49.05
	Nephtyidae	65.15	64.59
	Capitellidae	36.72	78.4
	Magelonidae	55.89	89.03
B			
SM: 50.06			
	Syllidae	92.95	19.07
	Lumbrineridae	48.21	30.94
	Onuphidae	72.88	41.35
	Paraonidae	40.99	50.95
	Capitellidae	35.67	59.65
	Eunicidae	41.35	68.12
C			

SM: 51.80			
	Paraonidae	467.5	19.55
	Lacydoniidae	287.08	35.7
	Sabellidae	225.83	50.86
	Cossuridae	227.08	62.81
	Nephtyidae	105	68.47
	Syllidae	112.5	73.67
D			
SM: 52.10			
	Syllidae	491.45	24.91
	Paraonidae	183.57	31.44
	Lumbrineridae	141.28	37.92
	Sabellidae	160.74	44.08
	Spionidae	167.73	50.22
	Cirratulidae	153.74	56.27
	Eunicidae	125.82	61.92
	Onuphidae	111.06	66.98
	Capitellidae	125.63	71.98
E			
SM: 49.52			
	Paraonidae	599.9	25.56
	Lumbrineridae	320.79	42.11
	Magelonidae	274.98	56.43
	Capitellidae	166.75	64.22
	Cirratulidae	166.42	71.74
	Nephtyidae	109.53	77.29

Tabla 3.30. Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de las familias de poliquetos respecto a los grupos establecidos. SM: Similitud media entre cada grupo. AM: Abundancia media. PA: Porcentaje acumulado.

Las familias Syllidae, Onuphidae, Magelonidae, Nephtyidae, Lumbrineridae, Paraonidae, Eunicidae, Lacydoniidae, Sabellidae, Cossuridae, Spionidae, Cirratulidae y Capitellidae son las implicadas en la disimilitud entre los distintos grupos establecidos. Estas diferencias son debidas al dominio de las familias Magelonidae, Nephtyidae, Lumbrineridae y Paraonidae en el grupo establecido por las estaciones más próximas al vertido de aguas residuales (grupo E). Sin embargo, en la mayoría de las estaciones caracterizadas por la heterogeneidad del sedimento (grupo D) son las familias Syllidae y Eunicidae las que marcan la diferencia respecto al resto de los grupos. Presentando altas abundancias de las familias Spionidae, Cirratulidae y Capitellidae en ambos grupos. Las estaciones cercanas al punto de vertido incluidas en el grupo A (principalmente durante las campañas 2007, 2008, 2009, 2010), junto a la estación N3 del 2006, se caracterizan por presentar menores valores de abundancia y riqueza,

siendo las familias Paraonidae, Magelonidae, Lumbrineridae y Nephtyidae las más abundantes, respecto al resto de familias de poliquetos. En el grupo B se detecta principalmente un descenso de la abundancia. El grupo B, que contiene la mayoría de las estaciones de la campaña del 2005, se caracteriza por el dominio de las familias Lacydoniidae, Sabellidae y Cossuridae, junto a altas abundancias de las familias Paraonidae, Onuphidae y Syllidae, con respecto al resto de los grupos establecidos.

Grupos	Familia	AMx	AMy	PA
A / B				
DM: 64.35				
	Syllidae	7.52	92.95	12.72
	Onuphidae	0	72.88	22.84
	Magelonidae	55.89	14.8	30.66
	Nephtyidae	65.15	24.27	38.25
	Lumbrineridae	80.09	48.21	45.49
	Paraonidae	70.93	40.99	52.07
	Eunicidae	18.37	41.35	57.08
A / C				
DM: 81.24				
	Paraonidae	70.93	467.5	16.73
	Lacydoniidae	0	287.08	29.48
	Sabellidae	5.01	225.83	40.78
	Cossuridae	0	227.08	50.61
	Onuphidae	0	120.83	56.83
	Syllidae	7.52	112.5	62.82
A / D				
DM: 79.29				
	Syllidae	7.52	491.45	19.91
	Spionidae	2.51	167.73	26.34
	Sabellidae	5.01	160.74	32.39
	Cirratulidae	10.01	153.74	38.02
	Paraonidae	70.93	183.57	43.46
A / E				
DM: 72.90				
	Paraonidae	70.93	599.9	21.16
	Lumbrineridae	80.09	320.79	31.98
	Magelonidae	55.89	274.98	42.22
	Cirratulidae	10.01	166.42	48.82
	Spionidae	2.51	192.45	55.05
	Capitellidae	36.72	166.75	61.23
B / C				
DM: 76.09				
	Paraonidae	40.99	467.5	18.15
	Lacydoniidae	1.14	287.08	31.05

Sabellidae	20.88	225.83	41.67
Cossuridae	0	227.08	51.66
Onuphidae	72.88	120.83	58.21
Syllidae	92.95	112.5	63.37
B / D			
DM: 69.81			
Syllidae	92.95	491.45	17.68
Spionidae	6.45	167.73	24.56
Paraonidae	40.99	183.57	30.87
Sabellidae	20.88	160.74	36.87
Cirratulidae	14.79	153.74	42.83
B / E			
DM: 74.72			
Paraonidae	40.99	599.9	21.01
Lumbrineridae	48.21	320.79	32.16
Magelonidae	14.8	274.98	43.12
Cirratulidae	14.79	166.42	49.04
Spionidae	6.45	192.45	54.91
Capitellidae	35.67	166.75	60.69
C / D			
DM: 66.58			
Syllidae	112.5	491.45	11.7
Paraonidae	467.5	183.57	22.96
Lacydoniidae	287.08	8.28	31.56
Cossuridae	227.08	6.92	38.28
C / E			
DM: 66.25			
Paraonidae	467.5	599.9	14.95
Lumbrineridae	1.67	320.79	24.84
Lacydoniidae	287.08	0.76	34.45
Sabellidae	225.83	42.17	41.54
Magelonidae	95	274.98	47.95
Cossuridae	227.08	64.43	54.01
D / E			
DM: 63.35			
Syllidae	491.45	46.05	14.36
Paraonidae	183.57	599.9	27.91
Magelonidae	85.23	274.98	34.64
Spionidae	167.73	192.45	41.3
Lumbrineridae	141.28	320.79	47.92

Tabla 3.31. Resumen de análisis de disimilitud (SIMPER) de la abundancia de las familias de poliquetos respecto a los grupos establecidos. AMx: Abundancia media en la estación x. AMy: Abundancia media en el grupo y a comparar. DM: Disimilitud media entre grupos. PA: Porcentaje acumulado.

3.5.8.- Transectos de videocámara.

Durante los transectos realizados con videocámara (anexo IX) en primavera y otoño se observaron diferencias en la composición de especies y sustrato entre las distintas estaciones.

En las estaciones situadas al norte del vertido se observó un sustrato sedimentario en el cual se detectan individuos del orden Pennatulacea, más abundantes en la estación N2.

En el transecto del vertido únicamente se observaron individuos dispersos de la familia *Gorgoniidae* en las estaciones V3 y V4, donde durante el muestreo de primavera en V4 se observó la presencia de un individuo de *Octopus vulgaris*.

Por lo que se refiere a las estaciones del transecto sur en las estaciones S3 y S4 se observó una alta densidad de octocoralarios de la familia *Gorgoniidae*, diferenciándose al menos las especies *Eunicella singularis* y *Eunicella cavolinii*.

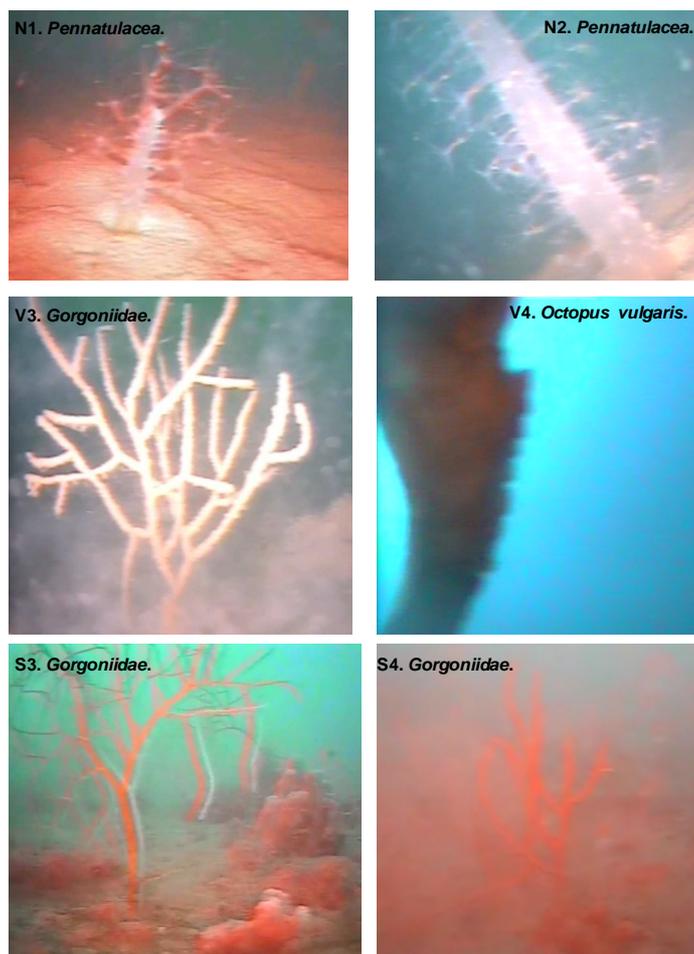


Figura. 3.51. Grupos taxonómicos observados durante la realización de los transectos con videocámara.

3. 7.-Pradera de *Posidonia oceanica*

3.7.1.-Densidad

En el muestreo de este año tampoco se detectaron diferencias significativas para la densidad de haces vivos entre las distintas localidades estudiadas (Tabla 3.32). Los valores de densidad más elevados se vuelven a observar en la localidad L4 (141 haces m⁻²) y en la localidad L5 (117 haces m⁻²). En el resto de localidades las densidades estuvieron comprendidas entre 89 y 103 haces m⁻² (Figura 3.52).

Al comparar estos datos con los de los años anteriores se siguen detectando diferencias significativas al observarse una disminución significativa de este parámetro respecto a los primeros años de funcionamiento del emisario (2005-2009). Detectándose una interacción entre el factor tiempo y el factor localidad (Tabla 3.32 y Figura 3.52).

Parámetro	Fuente de variabilidad	GI	CM	F	p	F versus
Densidad (haces m ⁻²)	Tiempo	12	11557.9594	7.16	***	Residual
	Localidad	4	32398.9800	20.08	***	Residual
	Tiempo*Localidad	48	2951.8772	1.83	**	Residual
	Residual	195	1613.3647			
Mortalidad (haces m ⁻²) (transf. $\sqrt{x+1}$)	Tiempo	12	36.8830	28.17	***	Residual
	Localidad	4	75.7394	57.85	***	Residual
	Tiempo*Localidad	48	4.9785	3.80	***	Residual
	Residual	195	1.3092			

Tabla 3.32. Resumen de los ANOVAs realizados a los valores de densidad y mortalidad de haces de *Posidonia oceanica* obtenidos en las parcelas permanentes previa (2005) y posteriormente (2006 - 2017) al funcionamiento del emisario. GI = grados de libertad, CM = Cuadrados Medios, * = p < 0.05, ** = p < 0.01, *** = p < 0.001, ns = no significativo.

Los valores de densidad de rizomas muertos se mantienen similares a los del año anterior (Figura 3.52), con valores comprendidos entre 0 y 6 haces m⁻². Además, también se observa un cambio significativo de este descriptor respecto a la interacción de la localidad por el tiempo (Tabla 3.32), en parte debido al incremento que se dio durante los primeros años en algunas de las

localidades (L2, L3, L4 y L5), seguido de una disminución significativa de esta variable en esas mismas localidades a partir del 2012-2013.

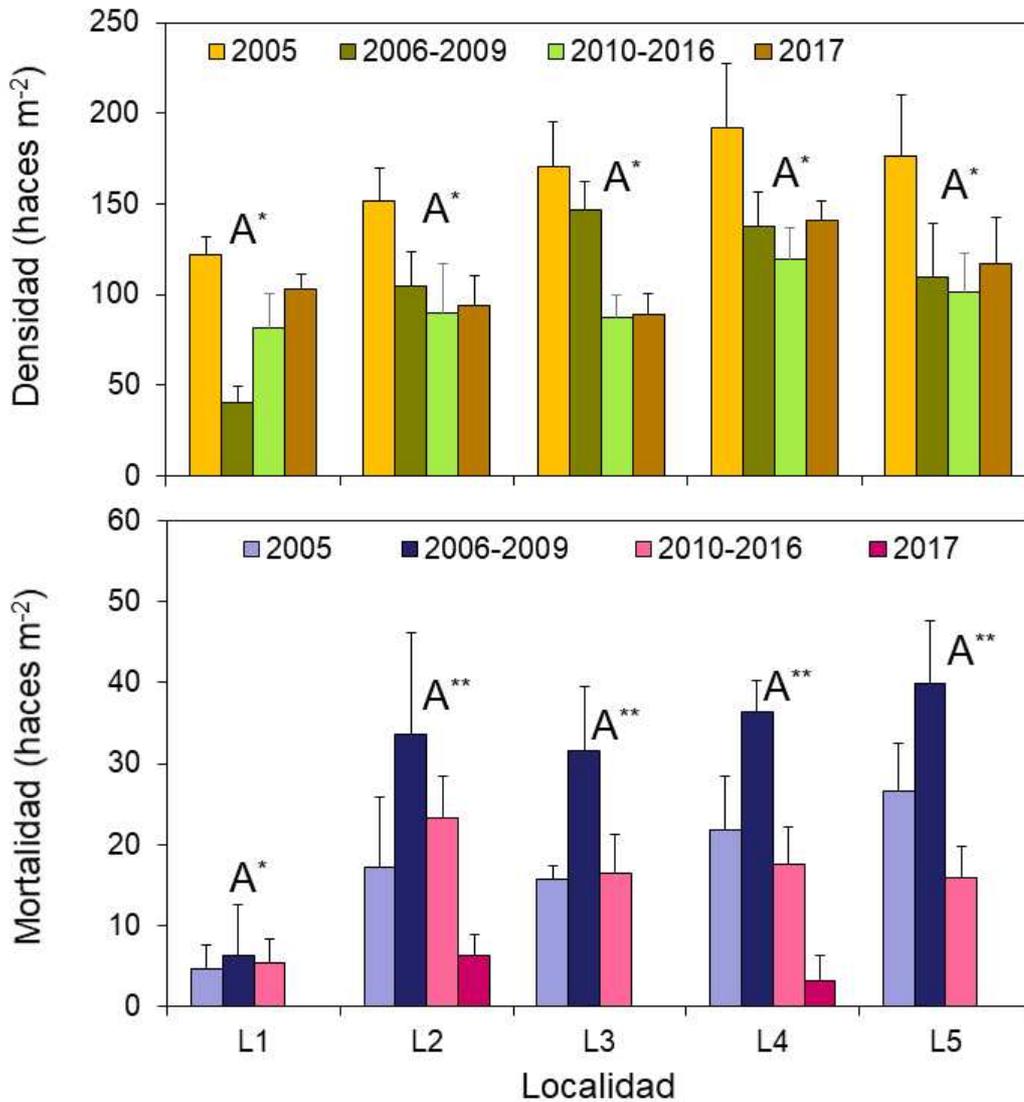


Figura 3.52. Representación gráfica de los datos de densidad media y densidad de haces muertos (haces m⁻²) obtenidos en las localidades de estudio, antes (2005) y después (2006 - 2017) de que el emisario de la desalinizadora comenzase a funcionar (las barras representan el error típico). Los asteriscos indican una interacción significativa de la localidad con el factor tiempo (*<0.05 y **<0.01).

Respecto a los porcentajes de haces plagiotropos (Figura 3.53), no se detectan diferencias significativas entre las localidades de estudio, con valores comprendidos entre un 6 y un 10 %.

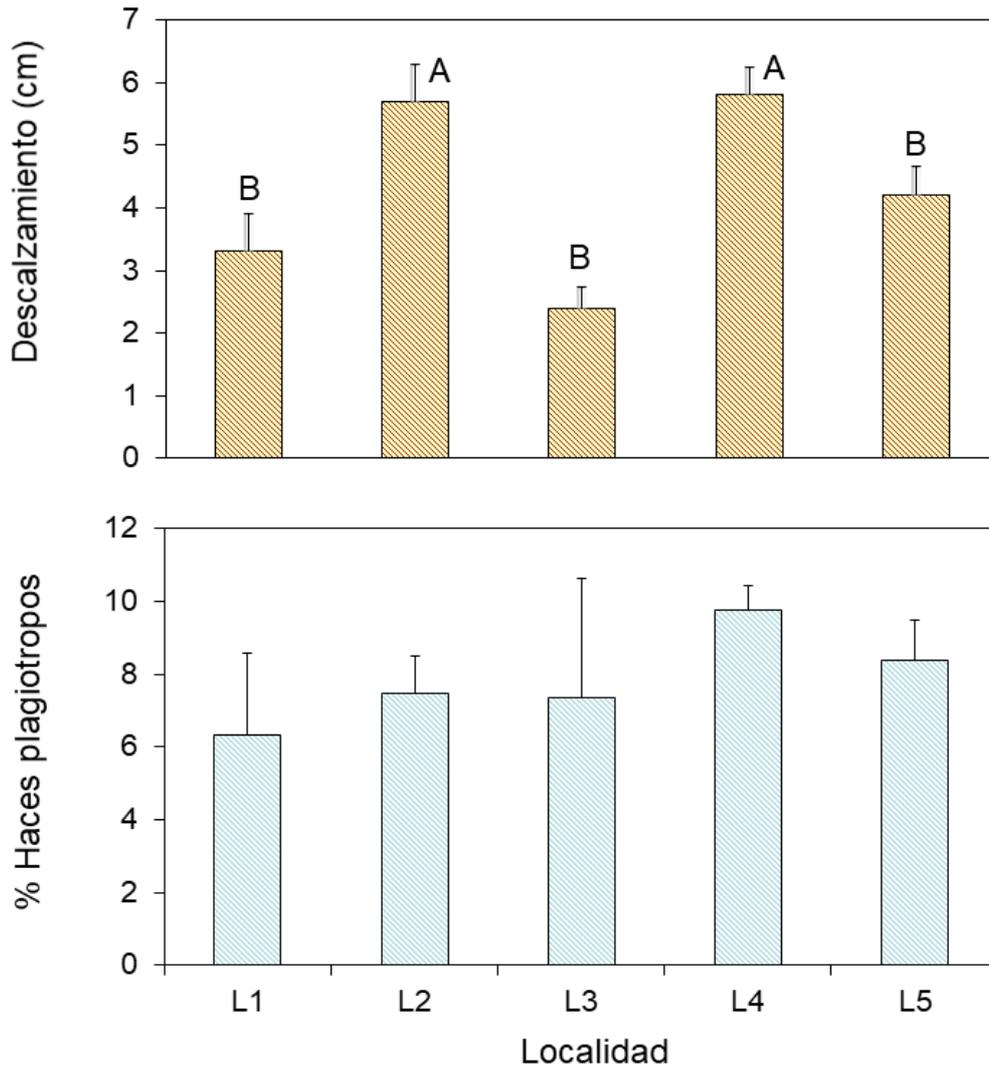


Figura 3.53. Representación gráfica de los datos de descalzamiento de los haces de *Posidonia oceanica* (cm) y del porcentaje de haces plagiotropos (%) obtenidos en las cinco localidades de estudio. Las medias con letras distintas son estadísticamente diferentes para $p < 0.05$ (las barras representan el error típico).

En este muestreo sí se detectaron diferencias entre el descalzamiento de los haces de las cinco localidades (Figura 3.53), destacando las localidades L2 y L4, con 5.7 y 5.8 cm, respectivamente.

3.7.2.-Cobertura

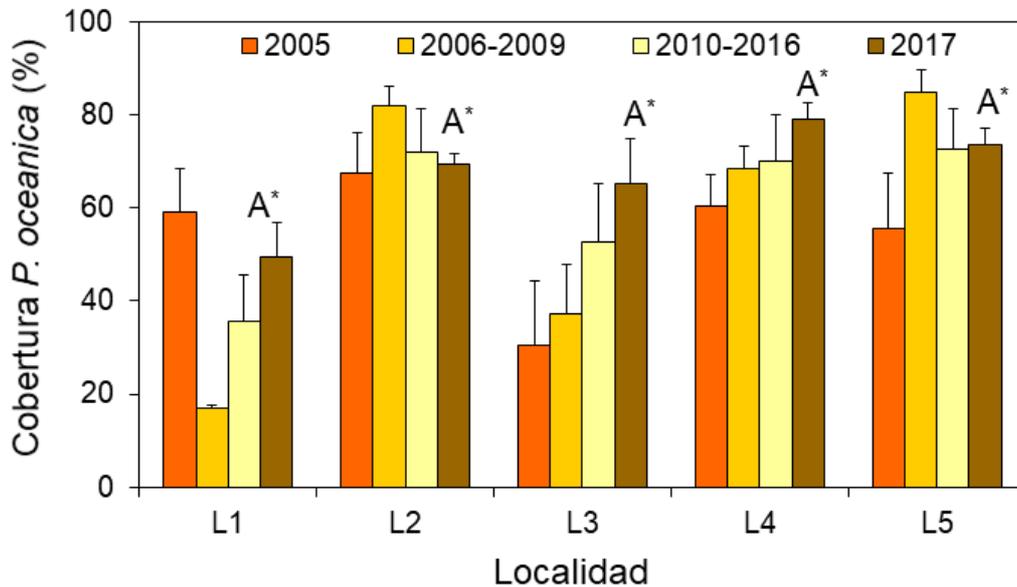


Figura 3.54. Representación gráfica de los datos de cobertura de *Posidonia oceanica* (%) obtenidos en las cinco localidades de estudio, antes (2005) y después (2006 - 2017) de que el emisario de la desalinizadora comenzase a funcionar (las barras representan el error típico). Los asteriscos indican una interacción significativa de la localidad con el factor tiempo (*<0.05 y **<0.01).

La cobertura de *Posidonia oceanica* es considerada como un parámetro bastante variable, como se puede observar en la Figura 3.54. En la zona de estudio este año no se detectaron diferencias significativas entre las distintas localidades (Tabla 3.33). Pero sí se volvieron a observar unos valores máximos para las localidades L5 (74 %) y L4 (79 %), mientras que se detectó una cobertura de 50-65 % de *Posidonia* en las localidades L1 y L3.

Comparando los datos de este año con los del anterior, tampoco se detectaron diferencias significativas. Aunque al compararlo con el resto de años sí se detectó un incremento significativo de este parámetro para la localidad L1 (Figura 3.54), lo que podría indicar un proceso de recuperación de la pradera en esta localidad.

Parámetro	Fuente de variabilidad	Gl	CM	F	p	F versus
Cobertura (%)	Tiempo	12	488.4670	1.96	*	Residual
	Localidad	4	12518.8079	50.15	***	Residual
	Tiempo*Localidad	48	805.7586	3.23	***	Residual
	Residual	130	249.6167			

Tabla 3.33. Resumen de los ANOVAs realizados a los valores de cobertura de *Posidonia oceanica* obtenidos en las parcelas permanentes previa y posteriormente al funcionamiento del emisario. Gl = grados de libertad, CM = Cuadrados Medios, * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$, *** = $p < 0.001$, ns = no significativo.

3.7.3.-Fenología

Al caracterizar los haces de *Posidonia oceanica* procedentes de las distintas localidades en el presente muestreo siguen sin observarse diferencias significativas para la mayoría de los descriptores analizados (Tabla 3.34). Sin embargo, sí se detectaron variaciones significativas entre los trece años de muestreo para casi todos los descriptores, así como una interacción del factor tiempo con la localidad para los mismos (Tabla 3.34, Figura 3.55).

Así, se puede detectar la tendencia de que los haces de la localidad L1 presentan una menor superficie y biomasa foliar que el resto de las localidades, o como los haces de las localidades L4 presentan una mayor envergadura que los del resto de localidades (Tabla 3.34, Figura 3.55)

Este año se detecta un incremento en la carga de epífitos en la localidad L5 que es la más cercana a las jaulas de acuicultura, pero no se puede asegurar una relación entre la mayor carga de epífitos y las instalaciones acuícolas.

Parámetro	Fuente de variabilidad	GI	CM	F	p	F versus
Número de hojas (hojas haz⁻¹)	Tiempo	12	16.7105	20.21	***	Residual
	Localidad	4	1.3215	1.60	ns	Residual
	Tiempo*Localidad	48	1.5307	1.85	***	Residual
	Residual	585	0.8268			
Longitud media foliar (cm)	Tiempo	12	372.6194	57.02	***	Residual
	Localidad	4	120.8639	18.49	***	Residual
	Tiempo*Localidad	48	20.7813	3.18	***	Residual
	Residual	585	6.5353			
Longitud máxima foliar (cm)	Tiempo	12	3473.4543	64.01	***	Residual
	Localidad	4	449.4713	8.28	***	Residual
	Tiempo*Localidad	48	167.0853	3.08	***	Residual
	Residual	585	54.2676			
Anchura media foliar (cm)	Tiempo	12	0.0357	9.62	***	Residual
	Localidad	4	0.0137	3.70	**	Residual
	Tiempo*Localidad	48	0.0098	2.63	***	Residual
	Residual	585	0.0037			
Anchura máxima foliar (cm)	Tiempo	12	0.0432	8.50	***	Residual
	Localidad	4	0.0287	5.65	***	Residual
	Tiempo*Localidad	48	0.0111	2.19	***	Residual
	Residual	585	0.0051			
Superficie foliar (cm² haz⁻¹)	Tiempo	12	10346.5027	18.25	***	Residual
	Localidad	4	6746.6302	11.90	***	Residual
	Tiempo*Localidad	48	1289.4656	2.27	***	Residual
	Residual	585	566.9219			
Biomasa foliar (g ps haz⁻¹)	Tiempo	12	0.1795	20.32	***	Residual
	Localidad	4	0.0668	7.56	***	Residual
	Tiempo*Localidad	48	0.0232	2.63	**	Residual
	Residual	585	0.0088			
Biomasa de epifitos (g ps haz⁻¹)	Tiempo	12	0.0361	32.12	***	Residual
	Localidad	4	0.0121	10.81	***	Residual
	Tiempo*Localidad	48	0.0066	5.85	***	Residual
	Residual	585	0.0011			
Epifitos por s.f. (mg ps cm⁻²)	Tiempo	12	3.6806	25.09	***	Residual
	Localidad	4	1.1436	7.80	***	Residual
	Tiempo*Localidad	48	0.6923	4.72	***	Residual
	Residual	585	0.1467			
Herbivorismo (% hojas haz⁻¹)	Tiempo	12	1362.6810	21.19	***	Residual
	Localidad	4	235.0505	3.65	**	Residual
	Tiempo*Localidad	48	152.8617	2.38	***	Residual
	Residual	585	64.3186			

Tabla 3.34. Resumen de los ANOVAs realizados a los valores de fenología de los haces de *Posidonia oceanica* obtenidos en las parcelas permanentes antes y después del funcionamiento del emisario. GI = grados de libertad, CM = Cuadrados Medios, * = p < 0.05, ** = p < 0.01, *** = p < 0.001, ns = no significativo.

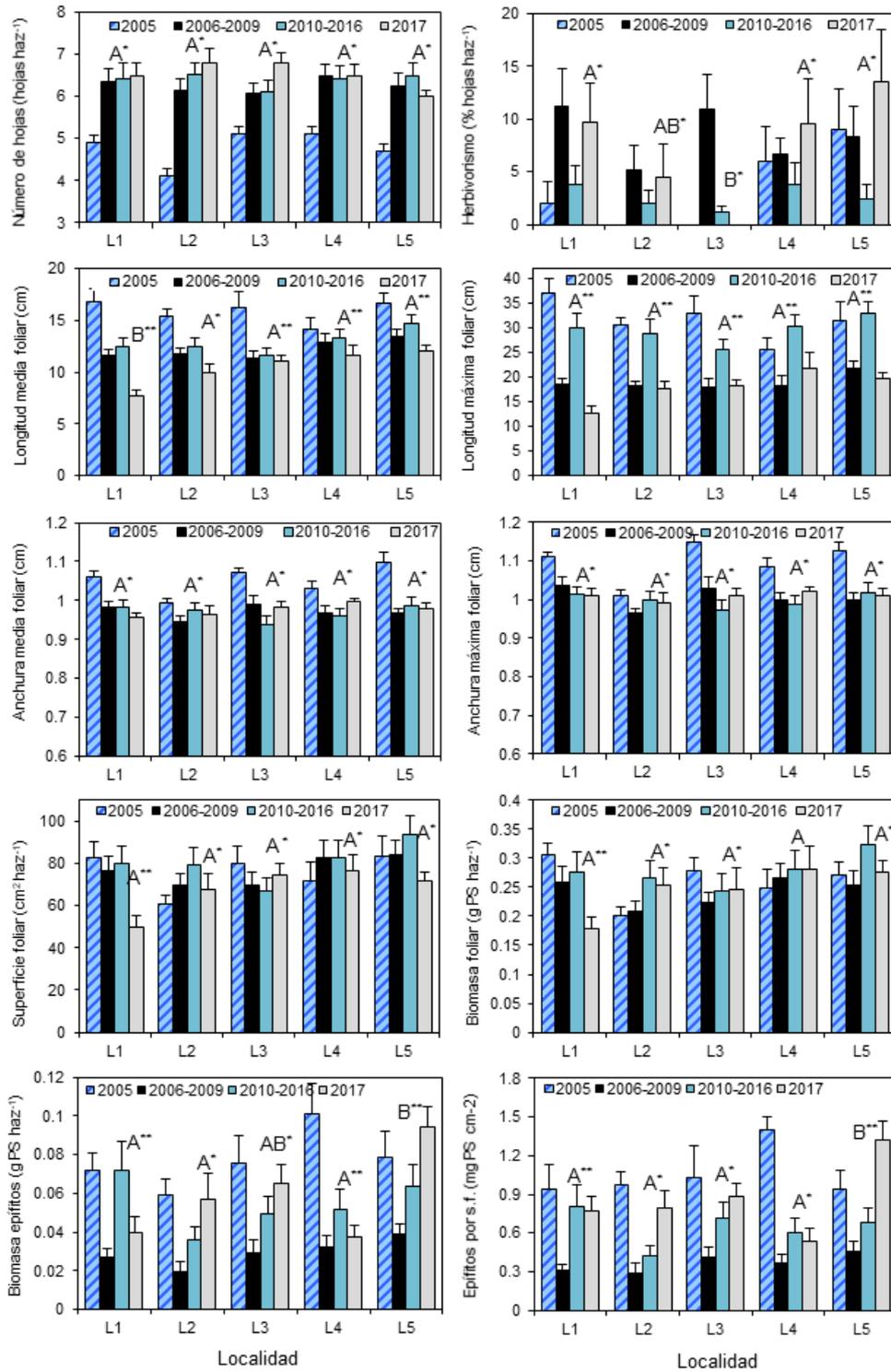


Figura 3.55. Representación de los datos de fenología obtenidos para los haces de las cinco localidades con anterioridad (2005) y posterioridad (2006-2009, 2010-2016 y 2017) del funcionamiento del emisario. Las medias con letras distintas son estadísticamente diferentes para $p < 0.05$ (las barras representan el error típico). Los asteriscos indican una interacción significativa de la localidad con el factor tiempo ($* < 0.05$ y $** < 0.01$).

3.7.4.-Análisis multivariante de las localidades

Los resultados obtenidos en los anteriores apartados se emplearon para crear una matriz de similitud con la que realizar varios análisis multivariantes (CLUSTER, MDS y ACP), que nos ayudasen a agrupar las distintas localidades, clasificarlas y apreciar su evolución entre los distintos tiempos de muestreo.

Según se puede observar en la representación gráfica del cluster (Figura 3.56) se sigue manteniendo cierta agrupación de las localidades en función de su situación y del año de muestreo.

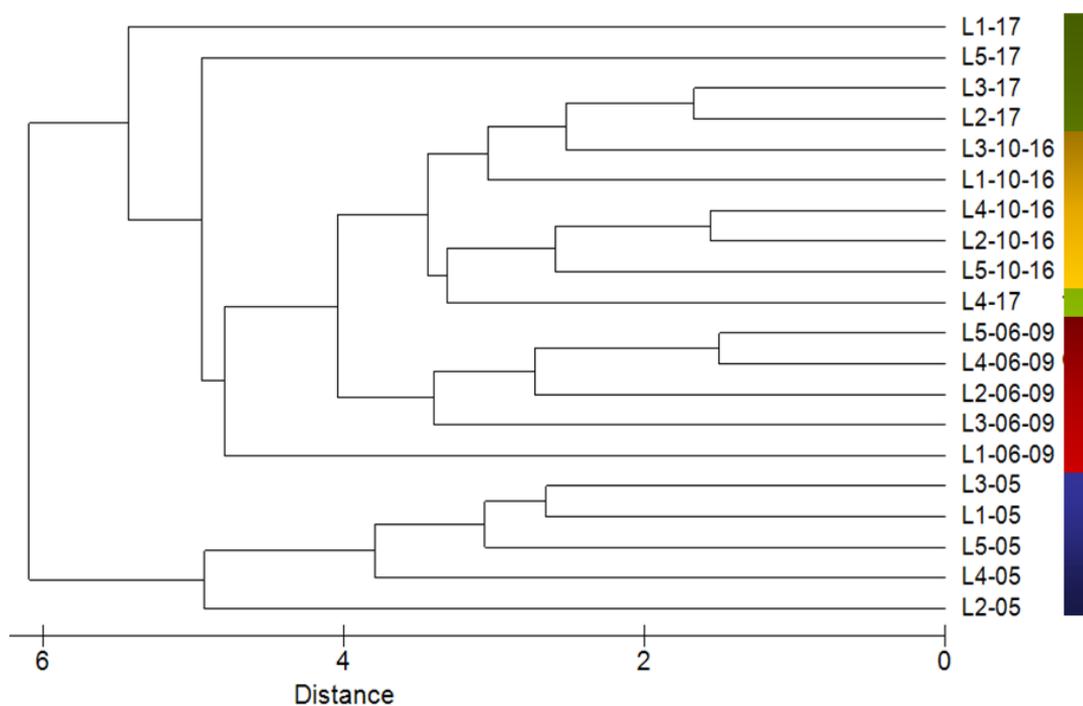


Figura 3.56. Representación del dendrograma realizado con la matriz de similitud de las localidades de estudio.

Esta misma agrupación se puede observar de una forma más visual en la representación bidimensional del MDS (Figura 3.57).

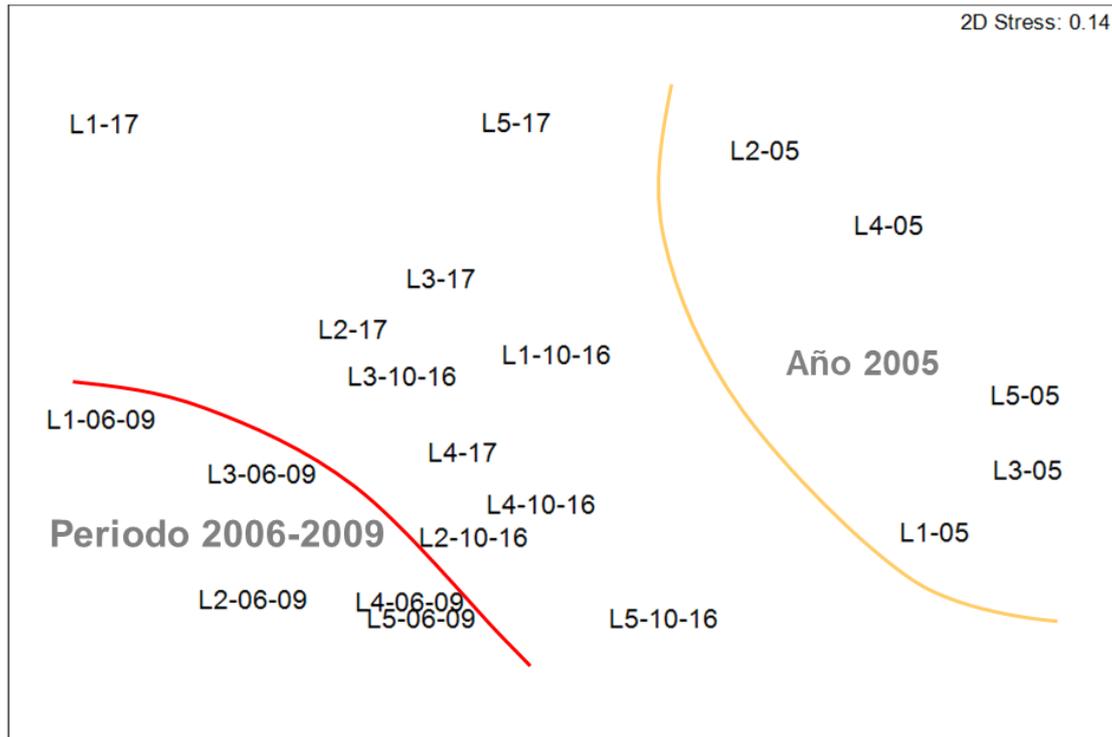


Figura 3.57. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) realizado con la matriz de similitud de las localidades de estudio.

3.7.5.-Clasificación del estado ecológico de las localidades según la DMA mediante el índice Valencian CS

Para obtener un valor concreto de EQR (*Ecological Quality Ratio*), se realizó un análisis de los componentes principales (ACP) con los ocho descriptores previamente seleccionados. En este análisis, se observó que el primer componente por si solo explicaba el 84.2 % del total de la variabilidad, mientras que el segundo explicaba el 13.5 %, lo que indicaría la existencia de una fuente principal de variación común para todos los descriptores. Los parámetros que se encontraban positivamente correlacionados con el componente I eran indicativos de buena calidad (densidad, superficie foliar, índice de conservación y cierto descalzamiento frente al enterramiento), mientras que aquellos que se correlacionan de forma negativa indicarían mal estado (herbivorismo, necrosis, biomasa de epífitos y predominancia de rizomas plagiotropos). Lo que confirmaría la idoneidad de emplear el componente I del ACP como principal indicador de la calidad de las praderas de *Posidonia*.

Al representar las distintas localidades, vemos como éstas se hallan distribuidas a lo largo del eje del componente I, desde los valores más negativos donde aparece la localidad más degradada, hasta los mayores valores que alcanza la localidad de referencia (Figura 3.107). A partir de estos valores, se calculó el EQR (Tabla 3.73).

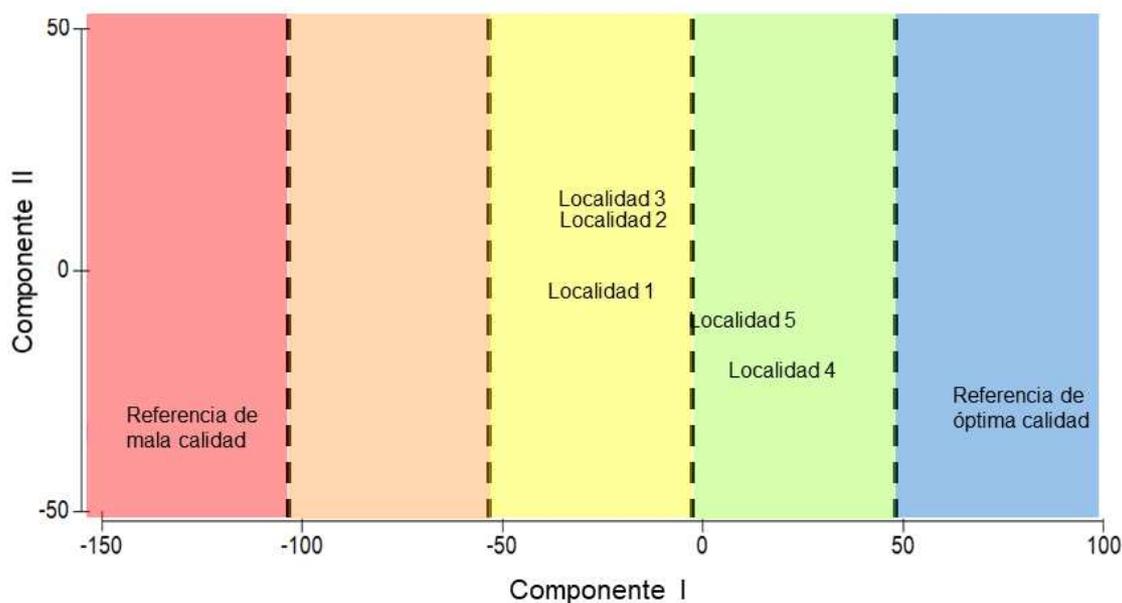


Figura 3.58. Resultado del análisis de los componentes principales (PCA) de las localidades estudiadas (incluyendo las localidades de referencia). El color rojo agrupa a las localidades muy degradadas, el naranja a las de calidad deficiente, el amarillo a aquellas con calidad media, el verde las que se encuentran en buen estado y el azul a las que poseen muy buena calidad.

El rango de valores de EQR que se asignó a cada categoría de calidad (Tabla 3.35) se construyó a partir del consenso alcanzado en la última reunión del MedGIG de la fase I de intercalibración (MedGIG 2007).

En cualquier caso, los datos de EQR obtenidos este año, y por tanto la clasificación de las localidades estudiadas, es similar al del muestreo anterior, presentando una calidad buena o moderada.

Rango de valores del EQR	Calidad
$0.775 \leq \text{EQR} \leq 1.000$	Muy buena
$0.550 \leq \text{EQR} \leq 0.774$	Buena
$0.325 \leq \text{EQR} \leq 0.549$	Moderada
$0.100 \leq \text{EQR} \leq 0.324$	Deficiente
$0.000 \leq \text{EQR} \leq 0.099$	Mala

Tabla 3.35. Límites de EQR asignados a las diferentes calidades ecológicas establecidas por la Directiva Marco del Agua (acordado en la intercalibración para angiospermas en el Mar Mediterráneo, MED-GIG 2007).

Localidad	EQR	Calidad
Localidad 1	0.4204	Moderada
Localidad 2	0.4224	Moderada
Localidad 3	0.4228	Moderada
Localidad 4	0.6002	Buena
Localidad 5	0.5539	Buena

Tabla 3.36. Valoración de la calidad ecológica de las localidades estudiadas en función del componente I del ACP.

3.8.-Equinodermos

Las especies de equinodermos encontradas de forma mayoritaria durante el último muestreo pertenecían al género *Holothuria sp.*, asimismo se observaron algunos ejemplares de la estrella de mar *Echinaster sepositus* en todas las localidades muestreadas menos en L1 (Tabla 3.37 y Figura 3.59).

En este muestreo aparecía un ejemplar de otra especie de equinoideo, *Sphaerechinus granularis*, en la Localidad 3, aun así, tal y como se puede observar en la Tabla 3.38 estos resultados son similares a los de años anteriores.

L.	2005	2006-2009	2010-2016	2017
L 1	<i>Holothuria sp.</i> <i>Echinaster sepositus</i>	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i> <i>Paracentrotus lividus</i>	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i> <i>P. lividus</i>	<i>Holothuria sp.</i>
L 2	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i> <i>Astropecten spinulosus</i>	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i>	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i>	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i>
L 3	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i>	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i>	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i>	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i> <i>Sphaerechinus granularis</i>
L 4	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i>	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i> <i>Marthasterias glacialis</i> <i>P. lividus</i>	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i>	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i>
L 5	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i>	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i>	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i>	<i>Holothuria sp.</i> <i>E. sepositus</i>

Tabla 3.37. Especies de equinodermos identificadas en cada una de las cinco localidades durante los muestreos del 2005, 2006-2009, 2010-2016 y 2017.

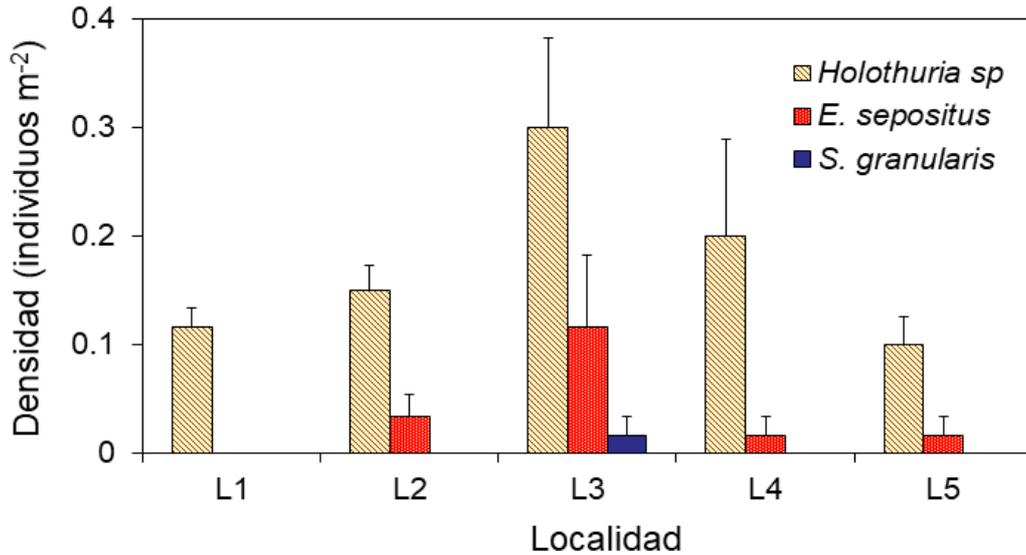


Figura 3.59. Representación gráfica de los datos de densidad de las distintas especies de equinodermos (nº individuos m⁻²) obtenidos en el año 2017 en las cinco localidades de estudio, sobre pradera de *P. oceanica* a - 26 m de profundidad (las barras representan el error típico).

En cuanto a los valores de densidad total de equinodermos durante este muestreo, estos mostraron diferencias significativas (Tabla 3.38), con valores más elevados en la Localidad 3 (0.43 individuos m⁻²), frente al resto, con valores comprendidos entre 0.10 y 0.22 individuos m⁻² (Figura 3.60). En todas las localidades menos en L3 estos valores son algo menores que los del periodo anterior, pero entran dentro de la variabilidad de este grupo de especies y de la metodología empleada.

Parámetro	Fuente de variabilidad	GI	CM	F	p	F versus
Densidad de equinodermos (transf. Lnx+1)	Tiempo	12	0.9054	70.02	***	Residual
	Localidad	4	0.1203	9.30	***	Residual
	Tiempo*Localidad	48	0.1163	8.99	***	Residual
	Residual	195	0.0129			

Tabla 3.38. Resumen de los ANOVAs realizados a los valores de densidad de equinodermos (individuos m⁻²) obtenidos en las cinco localidades de estudio (L1 – L5) previa y posteriormente a que el emisario de la desalinizadora comenzase a funcionar. GI = grados de libertad, CM = Cuadrados Medios, * = p < 0.05, ** = p < 0.01, *** = p < 0.001, ns = no significativo.

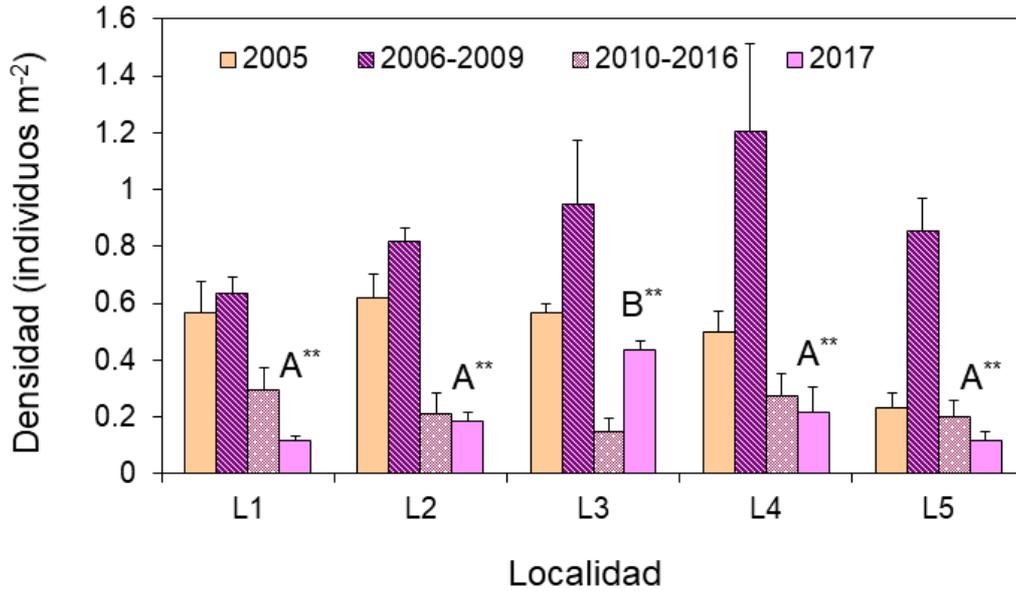


Figura 3.60. Densidad total de equinodermos (número de individuos por m²) en las cinco localidades de estudio, obtenida antes (2005) y después (2006 - 2016) de que el emisario de la desalinizadora comenzase a funcionar. Las medias con letras distintas son estadísticamente diferentes para $p < 0.05$ (las barras representan el error típico). Los asteriscos indican una interacción significativa de la localidad con el factor tiempo ($** < 0.01$).

3.8.- Caracterización espacio-temporal de la pluma de salinidad.

Las figuras siguientes presentan los resultados de las cuatro campañas de salinidad (febrero, mayo, agosto y octubre) que se realizaron para caracterizar la distribución de la pluma salina durante el año 2017.

La salinidad máxima registrada en profundidad ha sido de 39.14 durante el mes de febrero, 38.14 durante el mes de mayo, 38.02 durante el mes de agosto y 37.76 durante el mes de octubre. Estos valores no alcanzan los registrados durante las campañas anteriores al 2010, debido al aumento de la mezcla de este efluente gracias al tramo difusor colocado en el extremo del emisario el mes de mayo de 2010.

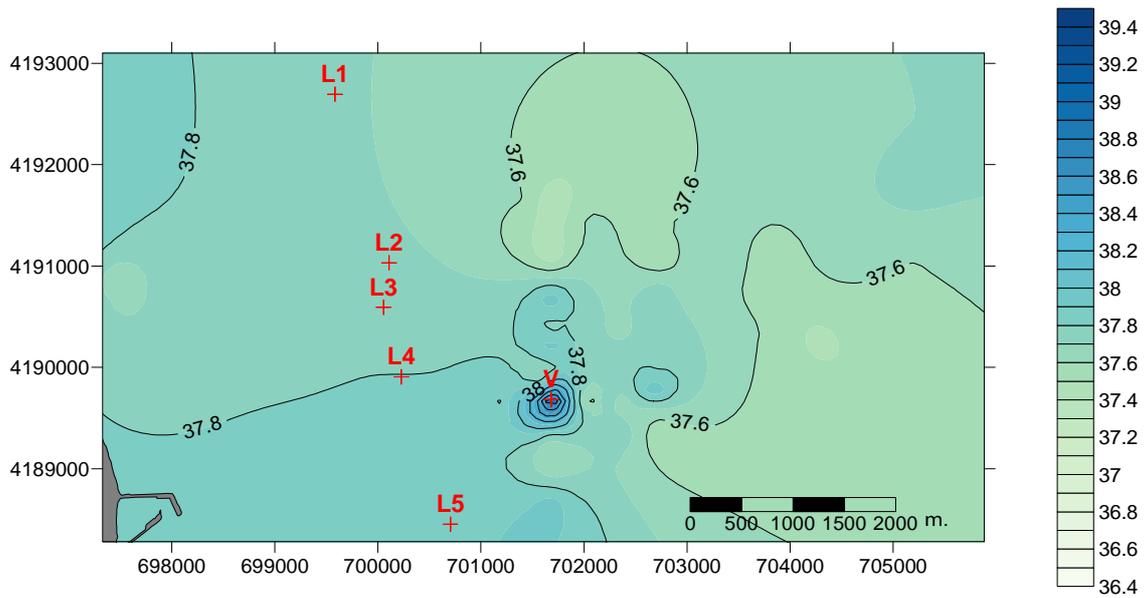


Figura 3.61. Campaña de salinidad en profundidad de febrero 2017. V indica el punto de vertido del emisario. También aparecen las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad.

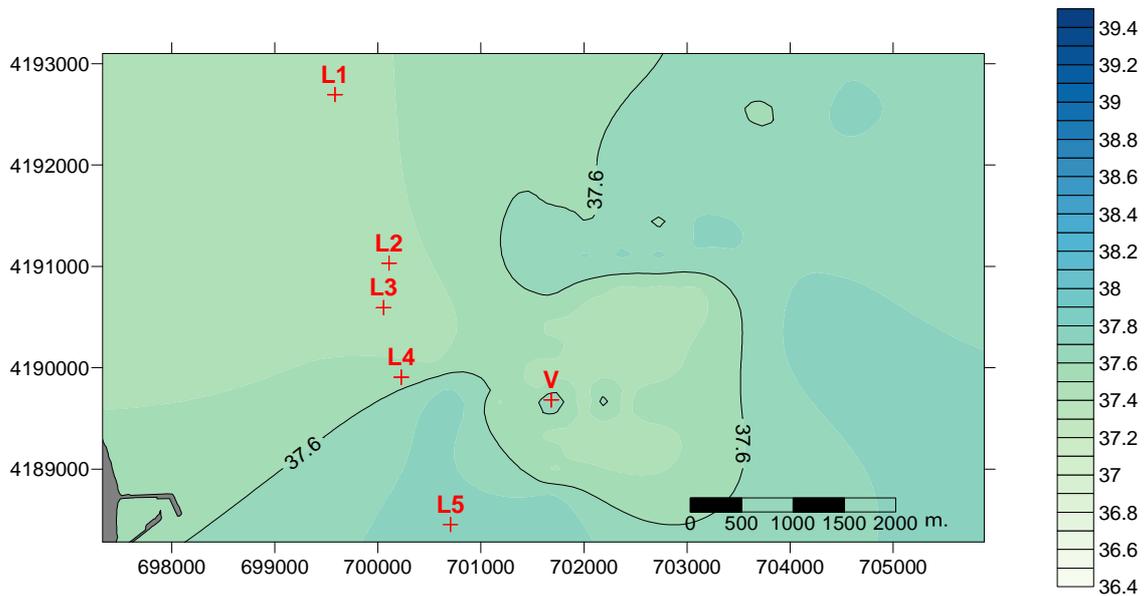


Figura 3.62. Campaña de salinidad en superficie de febrero 2017. V indica el punto de vertido del emisario. También aparecen las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad.

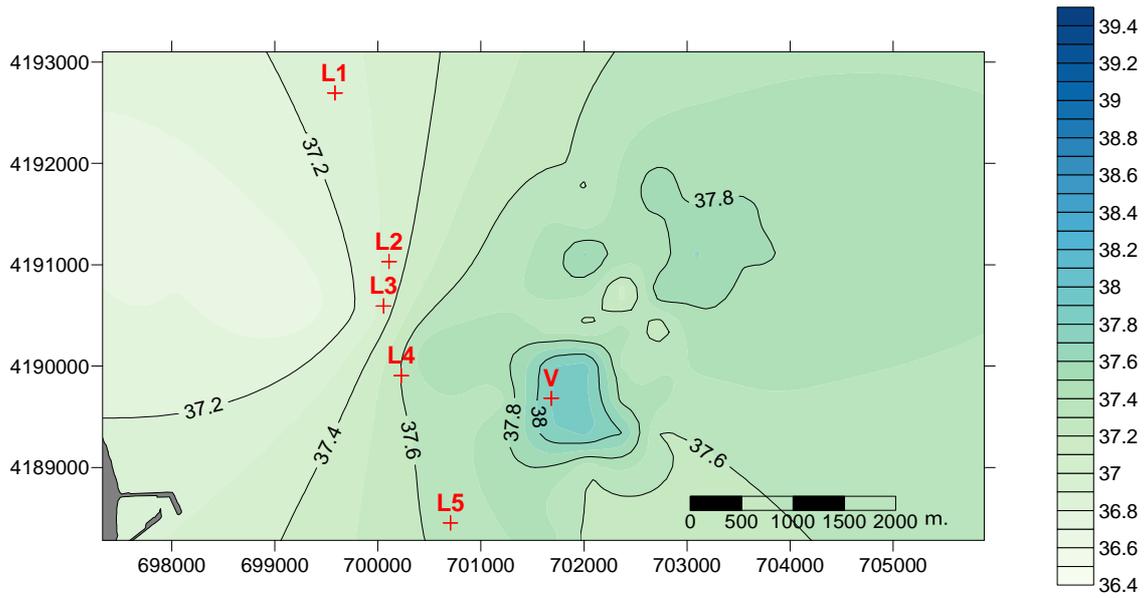


Figura 3.63. Campaña de salinidad en profundidad de mayo 2017. V indica el punto de vertido del emisario. También aparecen las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad.

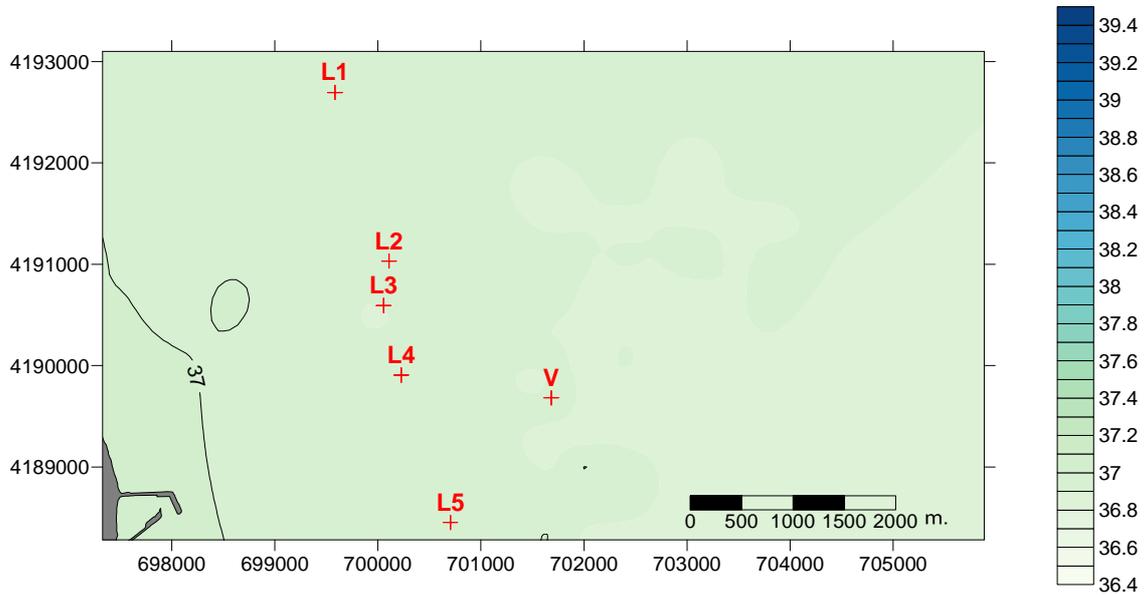


Figura 3.64. Campaña de salinidad en superficie de mayo 2017. V indica el punto de vertido del emisario. También aparecen las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad.

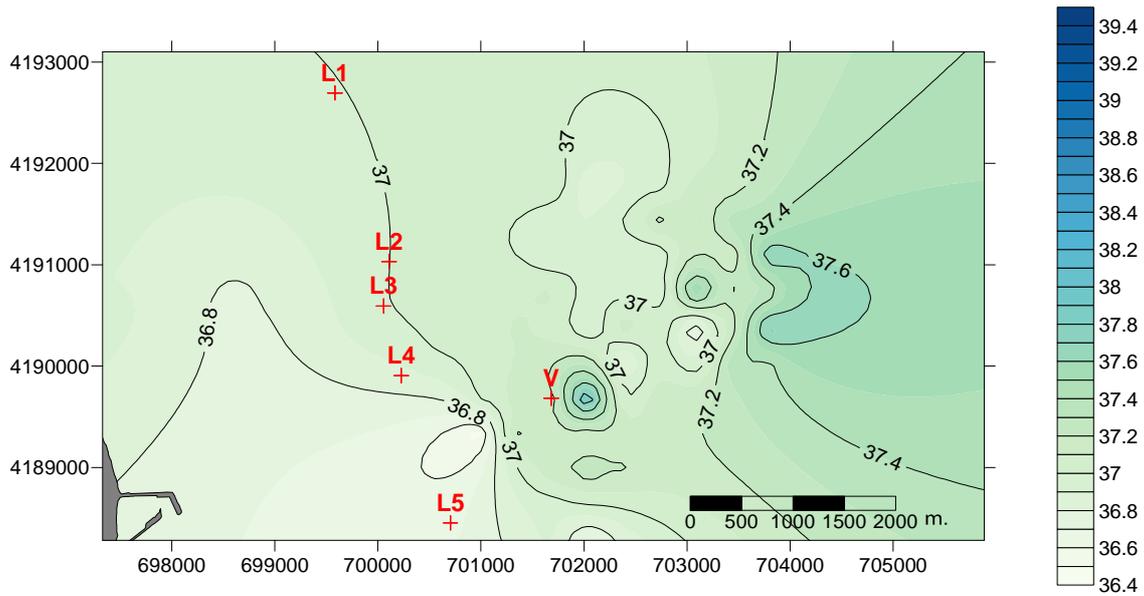


Figura 3.65. Campaña de salinidad en profundidad de agosto 2017. V indica el punto de vertido del emisario. También aparecen las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad.

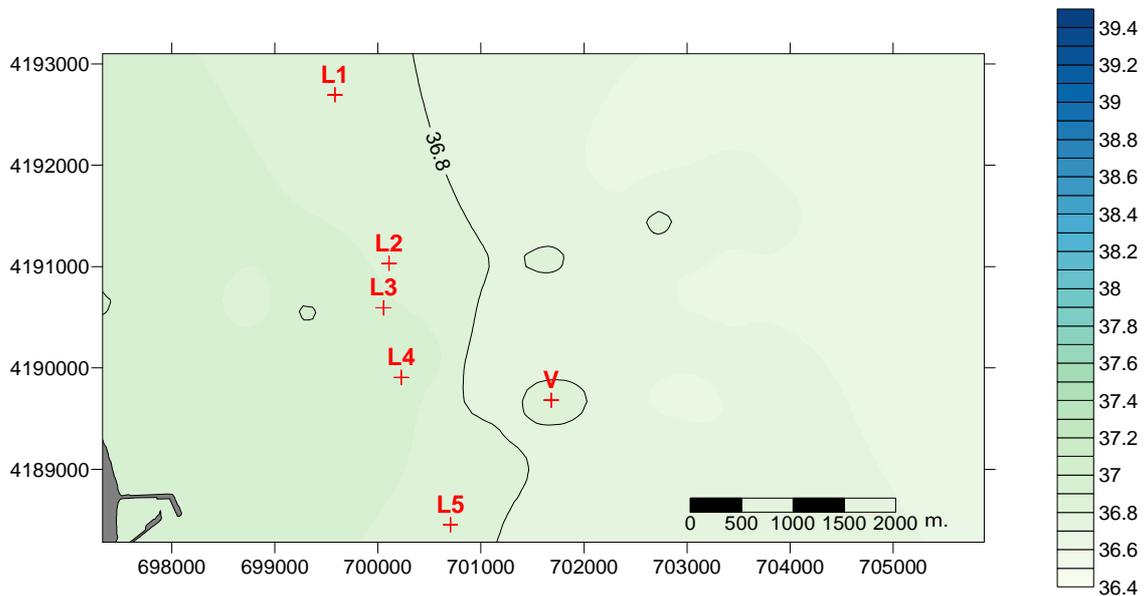


Figura 3.66. Campaña de salinidad en superficie de agosto 2017. V indica el punto de vertido del emisario. También aparecen las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad.

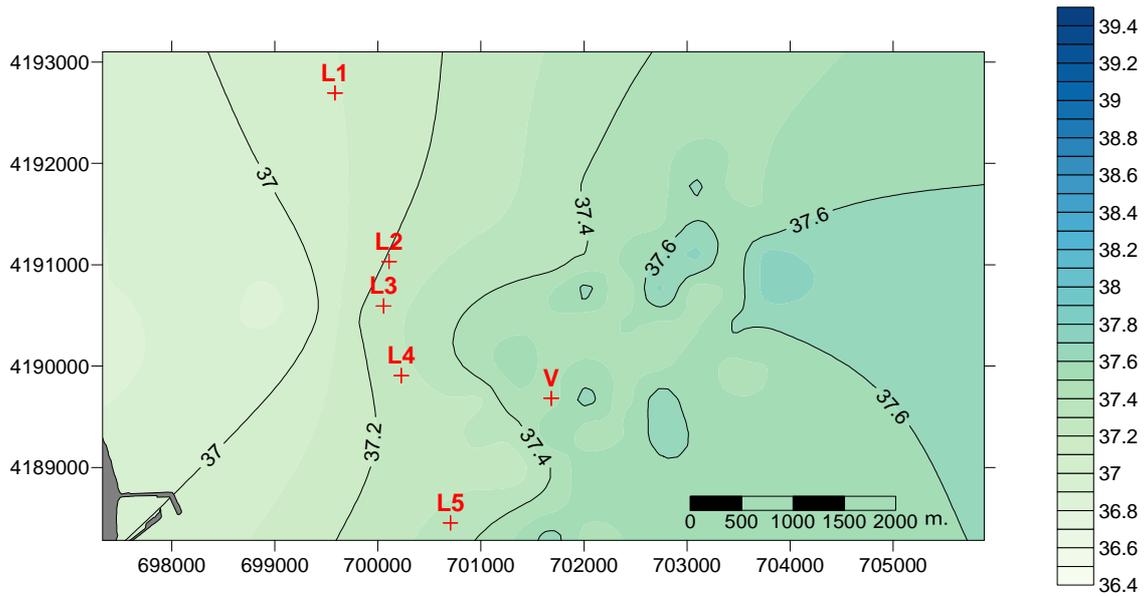


Figura 3.67. Campaña de salinidad en profundidad de octubre 2017. V indica el punto de vertido del emisario. También aparecen las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad.

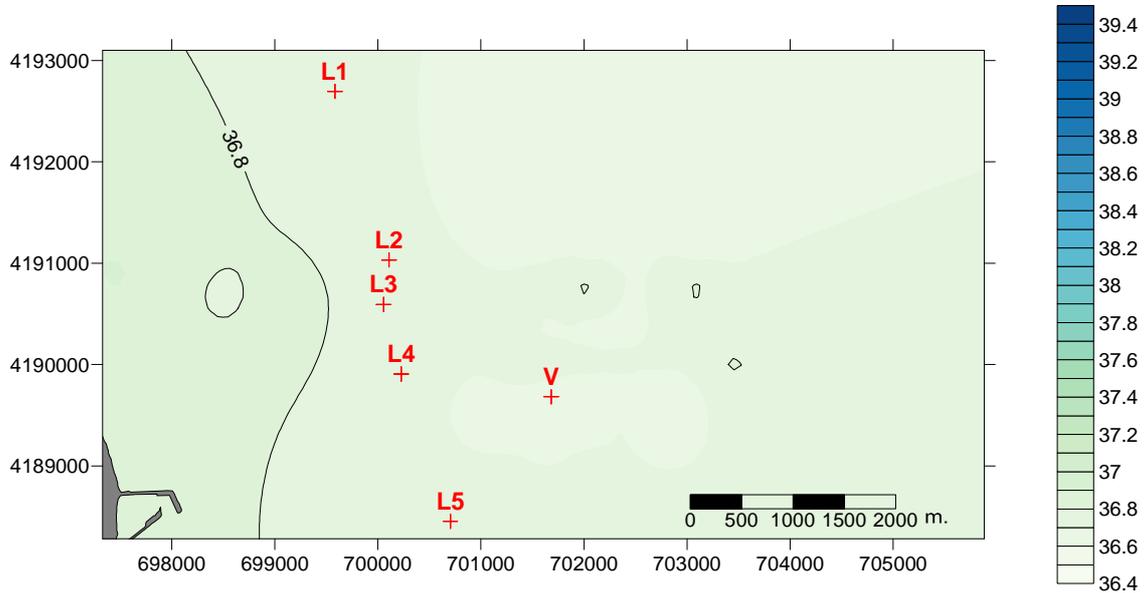


Figura 3.68. Campaña de salinidad en superficie de octubre 2017. V indica el punto de vertido del emisario. También aparecen las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad.

3.9.- Caracterización espacio-temporal de la distribución de temperatura en el fondo.

Las figuras siguientes presentan los resultados de temperatura de las cuatro campañas (febrero, mayo, agosto y octubre) que se realizaron para caracterizar la distribución de la pluma durante el año 2017.

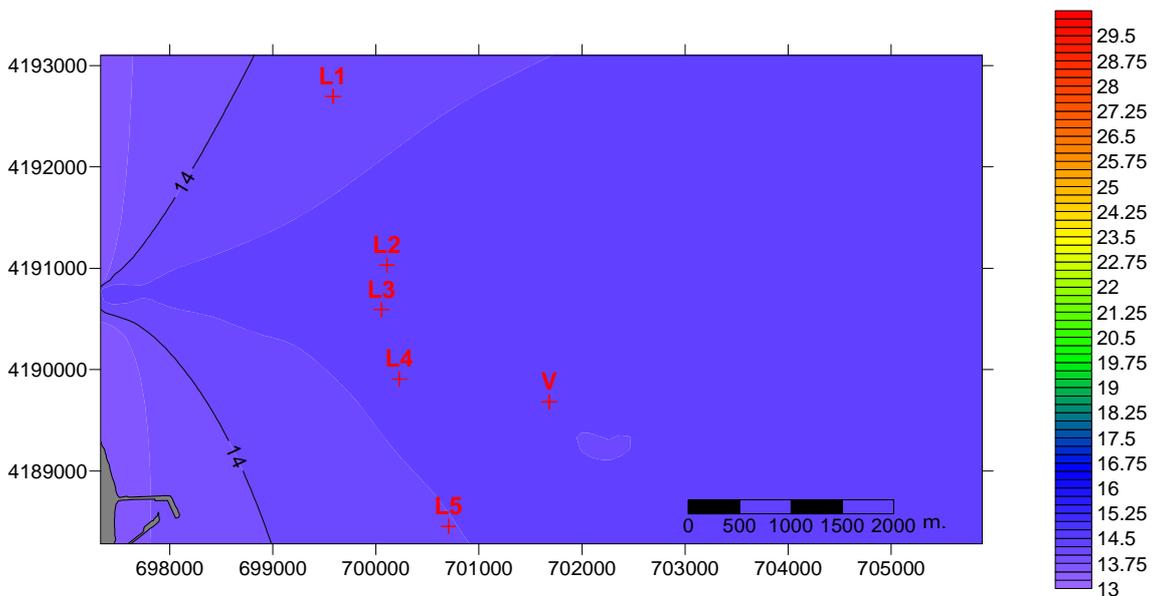


Figura 3.69. Temperatura en el fondo en febrero del 2017. Los puntos indican el punto del vertido y las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad.

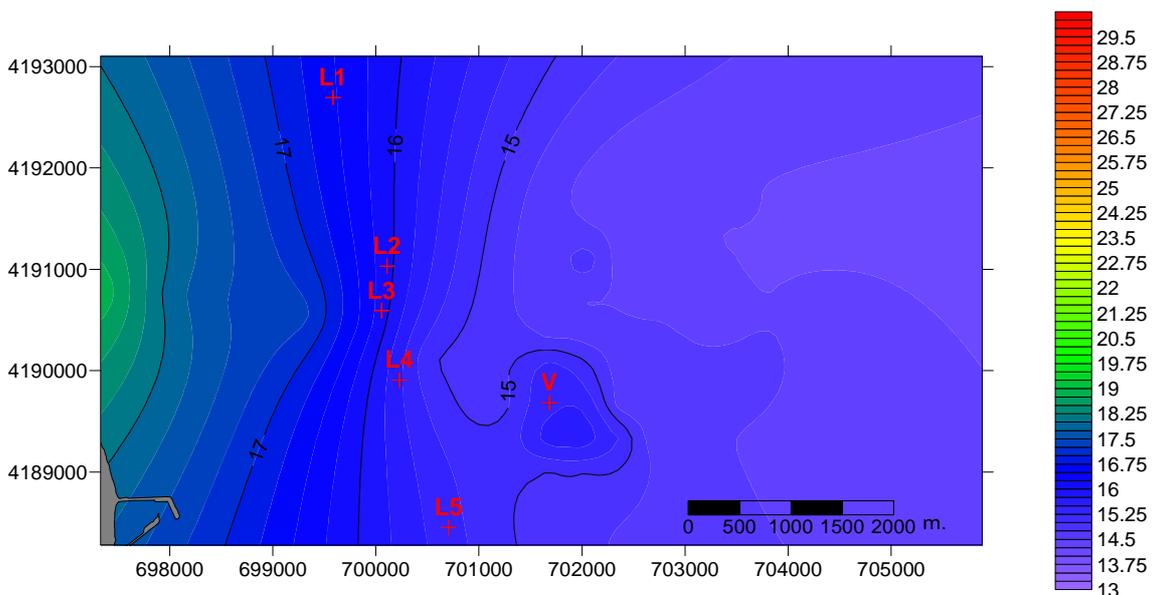


Figura 3.70. Temperatura en el fondo en mayo del 2017. Los puntos indican el punto del vertido y las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad.

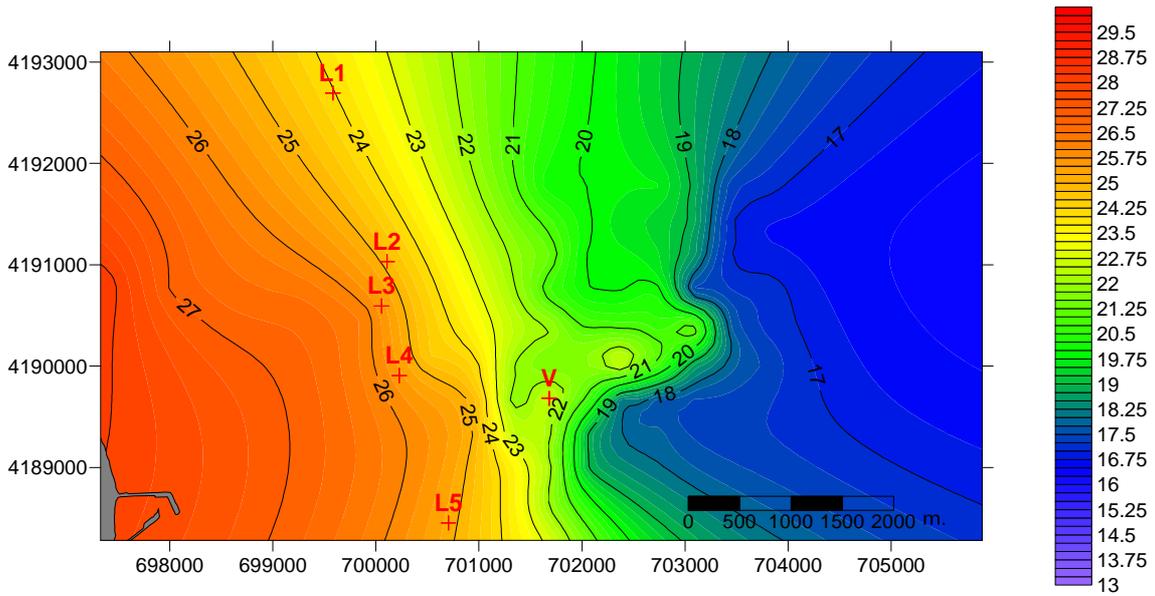


Figura 3.71. Temperatura en el fondo en agosto del 2017. Los puntos indican el punto del vertido y las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad.

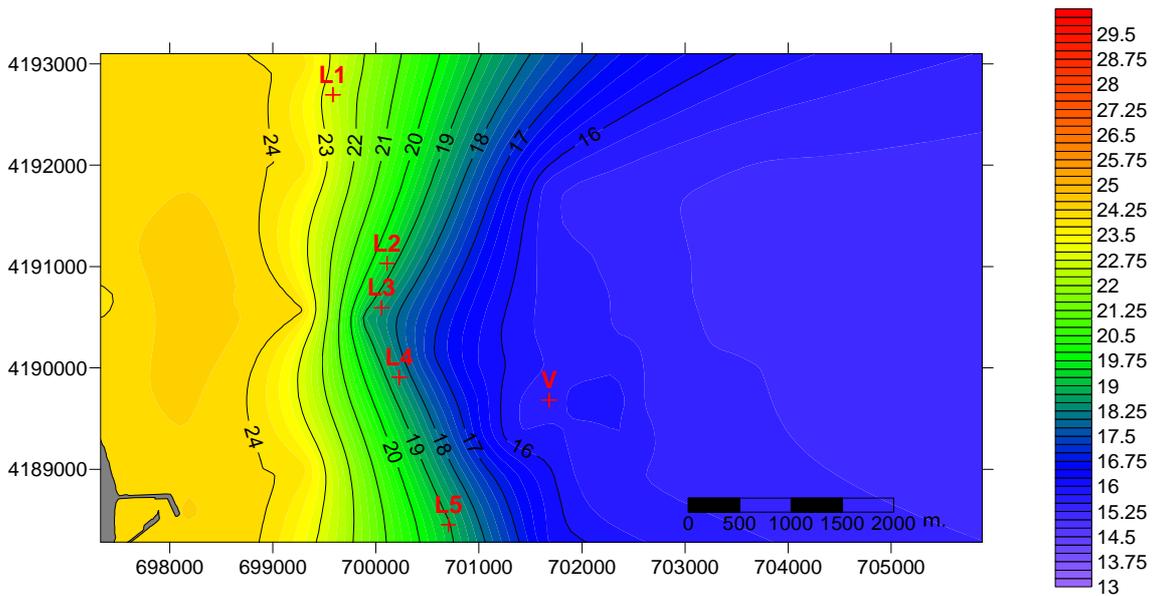


Figura 3.72. Temperatura en el fondo en octubre del 2017. Los puntos indican el punto del vertido y las cinco localidades donde se encuentran los sensores de salinidad.

4. VALORACIÓN Y CONCLUSIONES

Las campañas de salinidad demuestran la mayor dispersión del efluente desde la instalación del tramo difusor del emisario en 2010. Las salinidades máximas registradas son bajas y la extensión de la pluma pequeña. El valor máximo de salinidad registrado durante las campañas del 2017 no supera 39.14 ups en el punto de vertido, mientras que, en campañas anteriores a la instalación del tramo difusor, la salinidad en el medio podía alcanzar valores cercanos a 50 ups en el punto más próximo al vertido.

El emisario mantiene su funcionalidad y las operaciones de mantenimiento y mejora realizadas han cumplido su función. Actualmente no se requieren operaciones adicionales de lastrado ya que la rotura de las micromantas de hormigón está siendo compensada por el enterramiento del emisario y se efectuaron operaciones de lastrado que compensan los lastres en U invertida que no contactan con el emisario desde el momento de su construcción. Un mayor lastrado podría aumentar el ovalamiento del emisario observado en algunos puntos. Por otra parte, en su momento se reparó el pinzamiento existente y se rebajaron los crestones rocosos existentes en el trazado. Intentar rebajarlos más actualmente se considera muy arriesgado ya que se podría dañar el conducto. Desde el punto de vista estructural sólo se recomienda seguir con la vigilancia estructural del mismo para detectar posibles cambios en su funcionalidad.

Los sensores instalados en el límite inferior de la pradera de *Posidonia oceanica* indican que el vertido no alcanza dicho límite al no detectarse aumentos anómalos de la salinidad.

El análisis del sedimento muestra una granulometría variable entre las distintas estaciones de estudio, de modo que se diferencia una zona con un mayor porcentaje de fangos en la mayoría de estaciones del transecto norte y en las estaciones V1 y V4 del transecto del vertido. Obteniéndose un mayor contenido de arenas en la estación N4 y en el resto de estaciones del vertido. La mayoría de estaciones del transecto sur el sedimento se compone de arenas exceptuando en la estación S1 donde aumenta el contenido de gravas. Esta granulometría es estable entre las distintas campañas detectándose ligeras

variaciones de manera puntual no atribuibles a la presencia del vertido, como son los cambios en el contenido de fangos en algunas estaciones del transecto norte o el incremento de fracciones gruesas en las estaciones V2 y V3 durante otoño y primavera, respectivamente. El contenido de materia orgánica muestra variaciones entre estaciones con un patrón similar al detectado en la granulometría, detectándose mayores valores en las estaciones con mayor contenido de fangos. Respecto a campañas anteriores se observan variaciones estacionales, como es un aumento en la estación del vertido durante otoño, mientras que en el resto de campañas en esta estación se detectan valores menores. Por lo que se refiere al pH y el potencial redox, se observan ciertas diferencias entre campañas relacionadas con cambios estacionales, así como cambios puntuales en algunas estaciones; como pueden ser los valores de potencial redox más oxidados en primavera u otoño en la estación del vertido.

La distribución de la comunidad de infauna durante el 2017 no refleja cambios relacionados con el vertido de salmuera. La comunidad sigue estando dominada por poliquetos y anfípodos. Durante la campaña de primavera del 2017 las abundancias entre estaciones fueron menores en N4, V3 y V4 mientras que en V2 se detectaron valores más altos. Los valores de riqueza se fueron similares entre estaciones durante esta campaña. El índice BOPA refleja el buen estado de todas las estaciones, llegándose a establecer un muy buen estado en la estación del vertido. Esto es debido a que en esta estación se detectaron abundancias más altas del orden Amphipoda, al igual que ocurrió en la estación V1. Durante la campaña de otoño se detecta un incremento en la abundancia en la distancia 3 y en el transecto norte, mientras que los valores más altos de riqueza se obtuvieron en el transecto del vertido. Los valores del índice BOPA, reflejan el buen estado de todas las estaciones, obteniéndose los valores más altos en la estación del vertido y en el transecto sur. De modo que en la estación del vertido, al igual que ocurría en primavera, se registran altas abundancias de anfípodos.

Al comparar los resultados de este año con campañas anteriores, se observa cómo durante la primavera se obtuvieron valores de abundancia y riqueza más altos. De modo que, tanto en la estación del vertido, como la mayor parte de las estaciones del transecto norte y vertido, se observa un incremento significativo

respecto a las campañas anteriores. La composición de la comunidad durante esta campaña se mantiene similar a la obtenida en campañas anteriores. Durante la campaña de otoño, aunque los valores medios de abundancia y riqueza fueron superiores a los obtenidos en otras campañas, este incremento fue significativo sólo en la estación del vertido respecto a las campañas previas a la instalación del difusor, y en algunas estaciones del transecto norte, respecto a algunas campañas anteriores. La composición de la comunidad de la estación del vertido durante el otoño es similar a la obtenida durante el año 2010 y el 2016, debido a las altas abundancias de anfípodos.

La distribución del poblamiento de poliquetos en particular de la zona de estudio está determinada, principalmente, por la granulometría del sedimento en cada estación de muestreo. Cabe destacar el hecho de que, durante las últimas campañas, en ninguna se ha detectado una correlación con la salinidad.

Los índices de diversidad y equitatividad junto con la abundancia y riqueza, así como los cambios en la composición del poblamiento de poliquetos y de infauna nos indican que la alteración en la estación próxima al vertido de salmuera observada durante las campañas de 2006 a 2010 ha desaparecido debido a las medidas correctoras adoptadas ya que, a partir de la campaña de otoño del 2010, se observa un incremento de dichos índices en la estación dónde se ubica el vertido de la desalinizadora, respecto a las campañas anteriores, patrón que se mantiene durante esta última campaña (2017) de tal modo que se alcanzan valores similares a los controles.

Durante la campaña de primavera, se detecta una segregación, en cuanto a la estructura y composición del poblamiento de poliquetos, entre las estaciones localizadas al norte, principalmente N1, N2 y N3, junto a la estación V1 y las estaciones localizadas al sur, junto a las estaciones V3 de la mayoría de las campañas de muestreo. Las estaciones V2, N4 y V4 están disgregadas entre ambos grupos. Estas diferencias son debidas al dominio de las familias Paraonidae, Spionidae, Lumbrineridae, Magelonidae, Nephtyidae y Cirratulidae en el grupo establecido por las estaciones más próximas al vertido de aguas residuales, mientras que en la mayoría de las estaciones caracterizadas por la heterogeneidad del sedimento se encuentran dominadas por las familias

Syllidae, Onuphidae y Sabellidae. Se mantiene la segregación de la estación V2, durante las campañas del 2006, 2009 y 2010, al producirse un descenso acusado tanto de la abundancia como de la riqueza (grupo C); descenso no detectado a partir de la campaña de primavera del 2011.

Durante el otoño, al estudiar la composición de la comunidad de poliquetos a lo largo de las distintas campañas de muestreo se puede apreciar la segregación de las estaciones según eje principal. Dicho eje separa las estaciones localizadas al sur, junto con las estaciones V3 y N4 de un gran número de las campañas, respecto a la mayoría de las estaciones situadas en los transectos norte, junto a las estaciones del vertido V1 y V4 de la mayoría de las campañas. Probablemente esta segregación sea debida a las características físicas del sedimento que determina la estructura final del poblamiento de poliquetos de tal forma que las familias Paraonidae, Lumbrineridae, Nephtyidae y Magelonidae dominan en las estaciones más próximas al vertido de aguas residuales. Sin embargo, en la mayoría de las estaciones caracterizadas por la heterogeneidad del sedimento son las familias Syllidae y Eunicidae las que marcan la diferencia respecto al resto de los grupos. Al estudiar la estación más próxima al vertido se observa cómo se disgrega entre distintos grupos en función de la campaña de muestreo. Se detecta una segregación en la composición de la comunidad de poliquetos en la estación próxima al vertido durante las campañas 2007, 2008, 2009 y 2010; campañas en las que se produce un descenso tanto de la abundancia y riqueza. A partir de esa fecha, y debido a la instalación de la pieza difusora al final del emisario, la estación más próxima al vertido se acerca a los controles, demostrando la efectividad de la medida correctora adoptada para reducir el impacto del vertido.

Respecto a la pradera de *Posidonia oceanica* se siguen detectando variaciones significativas entre los distintos años de muestreo para la mayoría de los descriptores estudiados, así como una interacción del factor tiempo con la localidad para los mismos. Puesto que estas diferencias no siguen el mismo patrón para todos los descriptores analizados, ni aparecen únicamente en la localidad más próxima al vertido (L3), no podemos relacionar estos cambios con el vertido de la desalinizadora y probablemente sean debidos a la variabilidad natural de esta especie (tanto a nivel espacial como temporal). Esta

conclusión se refuerza por la ausencia de valores anómalos de salinidad en el límite inferior de la pradera, lo que indica que el vertido no lo alcanza, y en la presencia de poblaciones de equinodermos en todas las localidades estudiadas, ya que estos organismos son muy sensibles a los aumentos de salinidad y se pueden emplear como especies centinela de posibles impactos por vertidos hiperhalinos antes de que estos afecten a la pradera de *Posidonia oceanica* (Fernández-Torquemada *et al.*, 2013).

En cualquier caso, al tratarse de localidades situadas en el borde inferior de la pradera es normal detectar ciertos síntomas de degradación, ya que en su momento se vieron expuestas a los efectos de la pesca de arrastre y a la eutrofización provocada por el vertido de la EDAR y la influencia de las jaulas de acuicultura. De ahí, que al aplicar la metodología y clasificación que se emplea en la Directiva Marco del Agua las localidades no presenten un EQR muy elevado y se evalúen con una calidad moderada o buena.

ANEXOS DIGITALES

ANEXO 1: Perfiles verticales de salinidad en las campañas

ANEXO 2. Fotografías de las muestras de sedimento

ANEXO 3. Primer informe trimestral

ANEXO 4. Segundo informe trimestral

ANEXO 5. Tercer informe trimestral

ANEXO 6. Cuarto informe trimestral

ANEXO 7. Análisis del efluente

ANEXO 8. Análisis de las aguas receptoras

ANEXO 9. Transectos con video

5. BIBLIOGRAFÍA

- Clarke, K.R. y Warwick, R.M. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, UK, 144 pp.
- Dauvin, J.C., Ruellet, T. 2007. Polychaete/amphipod ratio revisited, Marine Pollution Bulletin, 55, 1–6, 215-224.
- Fernández-Torquemada, Díaz-Valdés, M., Colilla, F., Luna, B., Sánchez-Lizaso, J.L., Ramos-Esplá, A.A. 2008. Descriptors from *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows in coastal waters of Valencia, Spain, in the context of the EU Water Framework Directive. ICES Journal of Marine Science 65, 1492-1497.
- ITC-MM A EECC-1/06 Instrucción técnica complementaria sobre determinaciones químicas y microbiológicas para el análisis de las aguas. 246 pp,
- ISO 16665. Calidad del agua. Directrices para el muestreo cuantitativo y el tratamiento de muestras de la macrofauna de los fondos blandos marinos. 30 pp
- ISO 5667-2 Calidad del agua. Muestreo. Parte 2: Guía para las técnicas de muestreo.18 pp.
- ISO 5667-3:1996 Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía para la conservación y la manipulación de muestras. 39 pp.
- MedGIG. 2007. WFD intercalibration technical report. Part 3 – Coastal and Transitional Waters. Section 5—Angiosperms. Geographical Intercalibration Group of the Mediterranean Coastal Waters. 10 pp.
[http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library?l=milestone_reports/milestone_reports_2007/coastaltransitional/med/section_angiosperm.pdf/EN_1.0 &a=d](http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library?l=milestone_reports/milestone_reports_2007/coastaltransitional/med/section_angiosperm.pdf/EN_1.0&a=d).
- E.C. Pielou, 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections, Journal of Theoretical Biology, 13, December, 131-144.
- Romero, J., 1985. Estudio ecológico de las fanerógamas marinas de la Costa Catalana: Producción primaria de *Posidonia oceanica* (L.) Delile en las islas Medes. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. 266 pp.

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, Tesis doctoral, 121p.

Shannon, C.E., Weaver, W., 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.

Underwood, A.J. 1997. *Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance*. Ed. Cambridge University Press. 504 pp.