

[www.oag-fundacion.org](http://www.oag-fundacion.org)

OAG\_PVA-Gr.4/2013

**SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL  
PUERTO DE GRANADILLA  
EN FASE DE OBRAS**

**INFORME ANUAL 2012**



# **SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL PUERTO DE GRANADILLA EN FASE DE OBRAS**

## **Informe anual 2012**

Marzo 2013

SANTA CRUZ DE TENERIFE



OAG (2013). *Seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase de obras. Informe anual 2012.* - S/C de Tenerife: Observatorio Ambiental Granadilla, pp. 153 [no publicado].



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1 Antecedentes .....	5
1.2 Objeto y alcance del presente informe.....	6
1.3 Avances e informes previos .....	6
<b>2 DESARROLLO DE LAS OBRAS Y MEDIDAS CONEXAS .....</b>	<b>7</b>
2.1 Modificaciones del proyecto.....	7
2.2 Situación de las obras .....	9
2.3 Reposición de la dinámica de arenas en el litoral .....	12
2.4 Medidas compensatorias.....	14
2.5 Trasplante de sebas .....	19
<b>3 EL SEGUIMIENTO AMBIENTAL .....</b>	<b>20</b>
3.1 El Plan de vigilancia ambiental .....	20
3.2 Vigilancia de las obras .....	22
3.2.1 Materiales de acopio externos.....	22
3.2.2 Calidad del material vertido al mar.....	30
3.2.3 Medidas correctoras de la turbidez .....	32
3.2.4 Dragados.....	33
3.2.5 Mitigación de polvo y ruidos .....	34
3.2.6 Vertidos accidentales en la zona de obras.....	35
3.2.7 Estado de la valla perimetral, señalización y suelo exterior .....	36
3.2.8 Estado del balizamiento de la zona de obras en el mar.....	37
3.3 Calidad atmosférica .....	38
3.3.1 Condiciones meteorológicas locales.....	38
3.3.2 Partículas en suspensión (polvo).....	40
3.3.3 Niveles sonoros.....	42
3.4 Medio terrestre .....	46
3.4.1 Yacimientos arqueológicos.....	46
3.4.2 Avifauna .....	49
3.4.3 Vegetación terrestre .....	51
3.4.4 Deposición de polvo sobre la vegetación.....	54
3.5 Dinámica litoral .....	56
3.5.1 Flujo de la corriente .....	56
3.5.2 Pluma de turbidez .....	58
3.5.3 Tasas de sedimentación marina .....	64
3.5.4 Alteraciones batimétricas.....	66
3.5.5 Basculamiento de las playas .....	67
3.6 Calidad de aguas .....	71
3.6.1 Parámetros oceanográficos .....	71
3.6.2 Concentración de clorofila.....	75
3.6.3 Parámetros químicos y contaminantes orgánicos .....	80
3.6.4 Contaminación microbiológica.....	85
3.6.5 Evaluación general de las aguas .....	86



3.7	Calidad de sedimentos .....	87
3.7.1	Granulometría .....	87
3.7.2	Parámetros químicos.....	90
3.7.3	Metales pesados .....	92
3.7.4	Evaluación general de los sedimentos .....	96
3.8	Biodiversidad marina.....	97
3.8.1	Comunidades supramareales.....	98
3.8.2	Comunidades intermareales .....	100
3.8.3	Comunidades de peces litorales.....	102
3.8.4	Comunidades bentónicas .....	105
3.8.5	Infauna .....	107
3.8.6	Perfiles bionómicos.....	110
3.8.7	Cartografía bionómica .....	119
3.8.8	Estado del sebadal.....	120
3.8.9	Contaminación de los organismos marinos .....	129
3.9	Calidad global de la zec Seadales del sur de Tenerife.....	135
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>136</b>
4.1	Modificaciones del Plan de Vigilancia .....	136
4.1.1	Seguimiento por telemetría.....	136
4.1.2	Estaciones de muestreo.....	136
4.1.3	Frecuencia y período de muestreo .....	138
4.1.4	Estudio y monitorización del mäerl .....	139
4.2	Recomendaciones del OAG.....	140
4.2.1	Mitigación del polvo.....	140
4.2.2	Materiales de acopio .....	140
4.2.3	Mitigación de la pluma de turbidez .....	141
4.3	Recapitulación .....	142
<b>5</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>144</b>
5.1	Niveles de marea a la hora de toma de las imágenes de satélite.....	144
5.2	Método de estudio del estado del sebadal.....	145
5.3	Plantilla del seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase de obras .....	149
5.4	Plano con las estaciones y transectos de muestreo. ....	151





# SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL PUERTO DE GRANADILLA EN FASE DE OBRAS

- Informe anual 2012 -

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

La fundación pública estatal Observatorio Ambiental del Puerto de Granadilla –con nombre abreviado «Observatorio Ambiental Granadilla» (OAG)– fue creada por acuerdo del Consejo de Ministros y tiene como objetivo prioritario, aunque no único, la vigilancia ambiental del puerto de Granadilla y garantizar la correcta ejecución de las medidas compensatorias y correctoras establecidas por la Comisión Europea en su dictamen favorable sobre dicho proyecto.

Esta función la desarrolla el OAG como colaboración con la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, sin que medie por parte de dicha entidad cesión alguna de sus competencias administrativas en la materia, ni de responsabilidades frente a terceros, y todo ello sin perjuicio de la correspondiente tutela ambiental del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

En el informe correspondiente a la vigilancia ambiental en fase de obras durante el ejercicio de 2010, ya se explicaron los pormenores del proyecto de Granadilla, de la situación de partida (valores de referencia) y de la verificación de la exactitud y corrección de la evaluación de impacto ambiental (EIA) realizada. Estos documentos y el informe de la vigilancia ambiental de 2011 pueden descargarse de la página web del OAG ([www.oag-fundacion.org](http://www.oag-fundacion.org)) y no viene al caso insistir más en sus contenidos.

A la vista de los resultados obtenidos, en los informes de 2010 y 2011, se propusieron varias modificaciones del PVA, que fueron ulteriormente aprobadas por la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife (6 abril 2011 y de de 2012, respectivamente). Así, y desde el principio, se adoptó un mecanismo más dinámico y ágil de reporte a través de la página web del OAG, de modo que la información pueda explotarse sobre la marcha y ser conocida por el público en general, tal como es la voluntad expresa de la Comisión Europea.

En relación con los informes escritos y a propuesta del OAG, se elabora un único informe anual de carácter general, así como un resumen crítico al final de la fase de obras, todo ello sin perjuicio de evacuar informes puntuales cuando las circunstancias lo aconsejen, o alertas inmediatas en caso de mediar urgencia. De hecho, además de comunicar algunas incidencias de carácter menor, a lo largo de 2012 se han elaborado algunos informes (accesibles en la web del OAG) que se relacionan en el apartado siguiente.



## 1.2 Objeto y alcance del presente informe

El presente documento nace de la obligación de dar cuenta de la vigilancia ambiental de las obras y sus efectos en el medio durante 2012, pero concurren en él otros propósitos que amparamos bajo el título elegido: “Seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase de obras”. Se trata pues, de:

- a) Evaluar el alcance ambiental de las modificaciones al proyecto del puerto de Granadilla introducidas por la Autoridad Portuaria.
- b) Exponer la situación de las medidas compensatorias y correctoras conexas al puerto de Granadilla, con particular atención al proyecto de baipás.
- c) Resumir las actuaciones y resultados de la vigilancia ambiental en fase de obras durante 2012, de la que se ha venido dando oportuna cuenta a través de la página web del OAG.
- d) Proponer ajustes al plan de vigilancia en función de los resultados obtenidos durante 2012 y de cara a su mayor eficacia.
- e) Propuestas del OAG para mitigar o corregir el impacto de las obras.

## 1.3 Avances e informes previos

Una parte de la información que ahora se expone ha sido presentada, además de en la web del OAG, en informes puntuales remitidos a la Autoridad Portuaria e instituciones y entidades interesadas, toda vez que recogen recomendaciones que debían ser atendidas sobre la marcha.

Febrero 2012	<a href="#"><u>Propuestas alternativas para restablecer el flujo de arenas en el litoral de Granadilla tras la construcción del puerto</u></a>
Agosto 2012	<a href="#"><u>Sobre la sentencia del Tribunal Supremo, el puerto de Granadilla y los sebadales</u></a>
Octubre 2012	<a href="#"><u>Evaluación del estado de conservación de la zec ES7020120 Piña de mar de Granadilla</u></a>
Noviembre 2012	<a href="#"><u>Sobre la propuesta de medidas alternativas al toldo de los camiones en la mitigación del polvo en suspensión en las obras del puerto de Granadilla</u></a>
Diciembre 2012	<a href="#"><u>Informe sobre los materiales de préstamo empleados en las obras del puerto de Granadilla, Tenerife</u></a>





## 2 DESARROLLO DE LAS OBRAS Y MEDIDAS CONEXAS

### 2.1 Modificaciones del proyecto

Tras la última modificación del proyecto obras de abrigo aprobada en octubre de 2011 (ver detalles en el informe anterior) el puerto ocupará finalmente una superficie de prácticamente 800.000 metros cuadrados y unos 1.000 metros de muelle de ribera, quedando protegido por un dique exterior de 2.386 metros de longitud, de los cuales 707 son perpendiculares a la costa, 664 estarán en una segunda alineación y 883 metros en la tercera, al final de la que se dispondrá, en dirección perpendicular, un martillo de 132 metros de longitud.

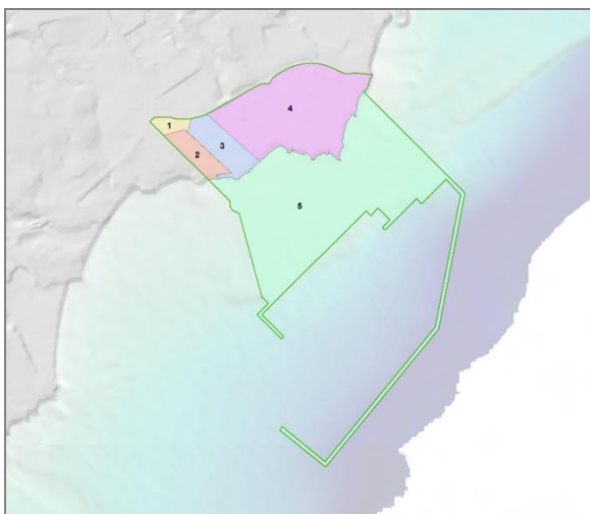


Figura 1. Proyecto aprobado en 2005



Figura 2. Proyecto modificado en 2011

El 27 de abril de 2012 el Consejo de Administración de la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife aprobó el modificado nº1 del proyecto “Contradique del puerto de Granadilla”, que obedece razones de actualización equiparables a las referidas en la modificación de las obras de abrigo: mejor conocimiento del clima marítimo, maniobrabilidad de buques, demandas potenciales, nuevos requisitos funcionales, etc.

El proyecto del contradique está formado por el muelle de ribera, dique en talud y el contradique vertical. El nuevo modificado obedece al ajuste de los cálculos de estabilidad y estructurales de estas dos últimas partes a los nuevos parámetros, coeficientes de seguridad exigidos y la ROM 1.30.09. También se aprovecha para definir el cargadero previsto en la zona del dique en talud sur.

- El dique en talud se protege de los temporales del ENE con una escollera provisional en la cara norte, necesaria mientras avanzan las obras del dique de abrigo.
- La sección del contradique vertical se ajusta a la nueva altura de ola estudiada, que es menor que la considerada originalmente, y lo mismo se hace con la cota de coronación del muelle de ribera en virtud del estudio de agitación en el interior de la dársena (se reduce de +6,5 m a +5,5 m).

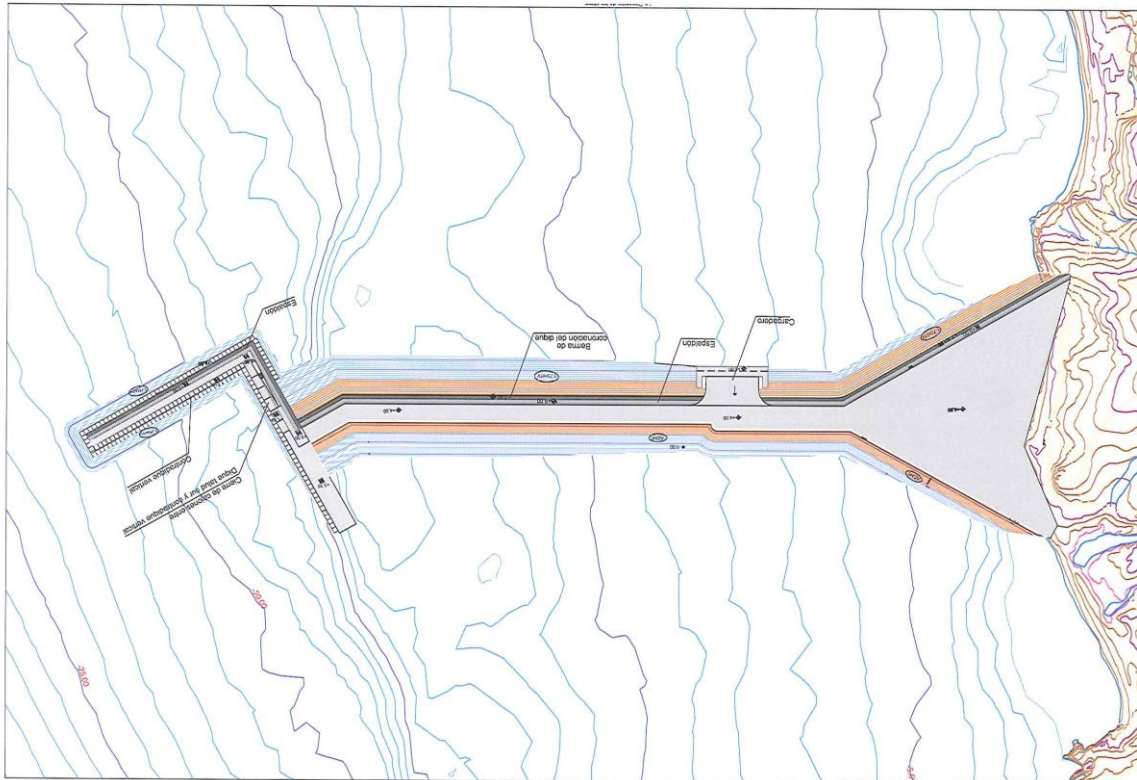


Figura 3. Planta del muelle de carga de gánguiles y ubicación de la explanada y el cargadero.

- El cargadero se emplaza en la cara sur del dique en talud, donde cargan los gánguiles, y por la otra cara –la interior, que acabará rellena– se ensancha en 6 metros el dique para facilitar el movimiento de los vehículos. Se crea un recinto cerrado con una mota de pedraplén que se rellenará luego para generar una explanada de unos 17.500 m<sup>2</sup>, destinada a la gestión de los materiales de cantera que abastecen al gánguil.
- Se concretan las partidas alzadas para instalar en Santa Cruz las plantas de fabricación de los cajones para el contradique. Las esloras de los cajones se aumentan para reducir de 10 a 7 los cajones necesarios y con ello el número de fondeos.

### Impacto ambiental

Las modificaciones introducidas no alteran los límites exteriores del puerto ni modifican sustancialmente los insumos considerados en la evaluación de impacto que ampara a la obra en su conjunto. Más bien al contrario. Al modificarse la sección del contradique vertical, ya no es necesario dragar para sustituir el terreno por un pedraplén ni tampoco rellenar las cuñas de dragado con arena.

A juicio del OAG, el modificado 1 del contradique no tiene implicaciones ambientales relevantes que requieran una atención adicional.



## 2.2 Situación de las obras

Las obras del puerto de Granadilla siguen su curso normal. En la página web del OAG hay una sección que muestra el avance de los trabajos a través imágenes de satélite con la planta del puerto sobrepuesta. El visor empleado (carrusel) permite examinar todas las imágenes previas en un recorrido histórico. La información se ha venido actualizando con carácter mensual, pero a partir de enero 2013 será bimensual por razones presupuestarias sobrevenidas<sup>1</sup>. Según la experiencia de los dos últimos años, dicha reducción no parece comprometer el seguimiento que se pretende de cara al futuro.

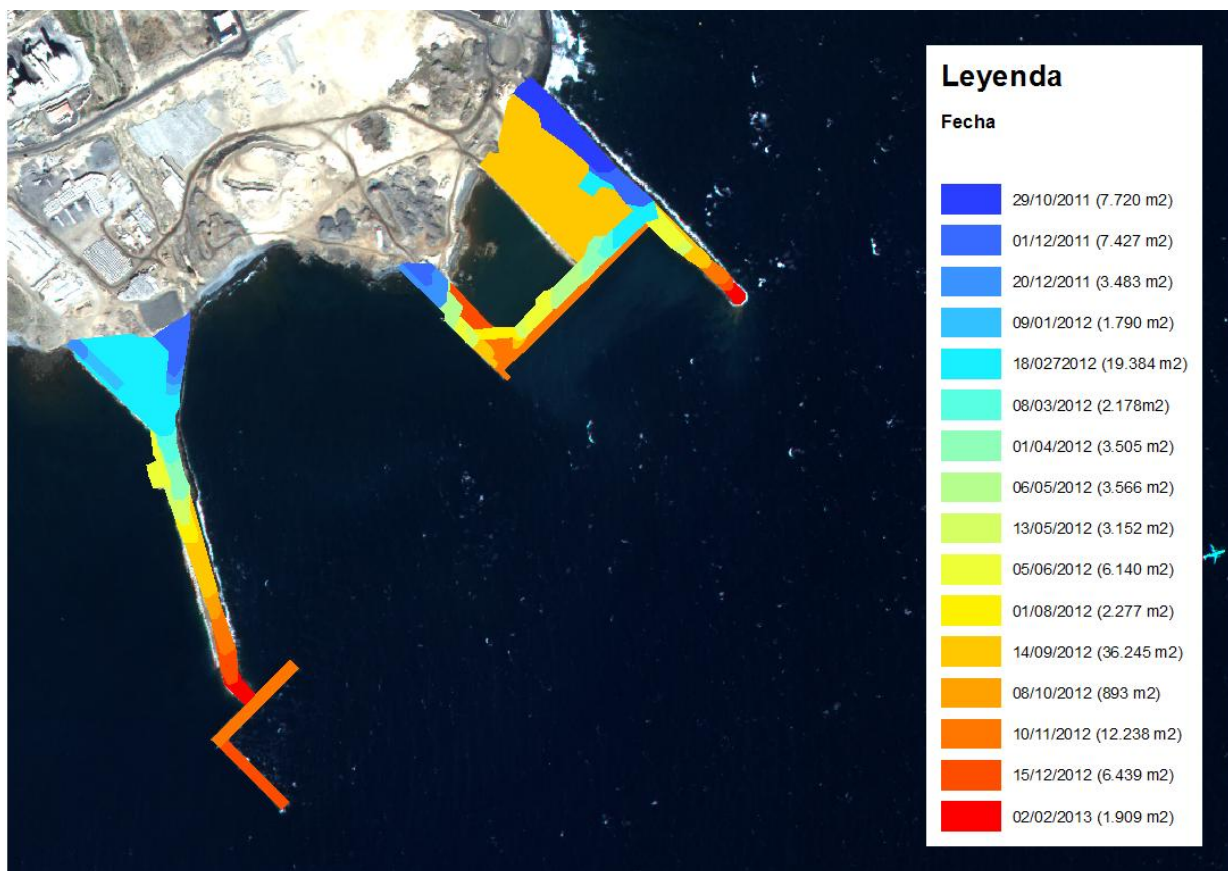


Figura 4. Evolución de las obras de abrigo y contradique en del puerto de Granadilla.

Las imagen de satélite georreferenciadas (permite hacer mediciones) se complementan con una colección de fotos selectas de momentos concretos de las obras, accesibles a través de un segundo visor.

<sup>1</sup> A finales de año, la empresa norteamericana que toma las imágenes decidió duplicar la superficie mínima de venta, por lo que, para mantener el gasto dentro del presupuesto aprobado y más que razonable, el OAG ha decidido reducir a la mitad el número de imágenes a adquirir.



**Figura 5. Situación general de las obras el 9 de mayo de 2012.**



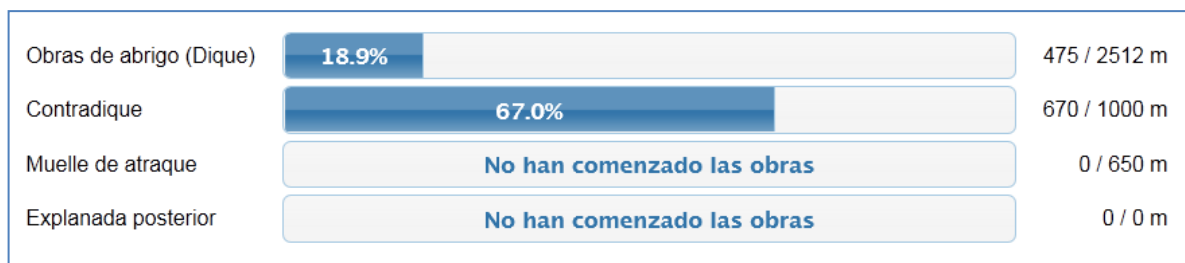
**Figura 6. Rellenos en el dique tras el cierre de las ataguías, el 7 de agosto de 2012.**



**Figura 7. Fabricación de cajones en el puerto de Santa Cruz y el quinto cajón colocado en el contradique de Granadilla el 20 de noviembre 2012.**

Se incluye asimismo un odómetro que señala el avance de las obras expresado en porcentaje sobre el total proyectado, así como los principales hitos acaecidos en relación con los trabajos que afectan al medio marino. Destacamos los siguientes:

- 11 de diciembre de 2012. Se ha fondeado el 7º y último de los cajones del contradique.
- 16 de octubre de 2012. Se ha fondeado el primer cajón del contradique.
- 24 de julio de 2012. Se inicia el cierre diagonal del recinto portuario para –una vez completado– poder avanzar con su relleno.
- El 4 de julio de 2012 entra en funcionamiento la planta machacadora emplazada en la zona de obras, en el polígono de Granadilla.
- El 28 de abril de 2012 comienza en la dársena de Los Llanos del puerto de Santa Cruz la construcción de los cajones de hormigón destinados a las obras del contradique.
- El 2 de abril de 2012 se inician los vertidos de pedraplén en la banqueta del muelle de ribera del contradique.
- El 22 de marzo de 2012 se comenzó a dragar material del fondo en la zona del contradique y a depositarlo en la futura zona de relleno.
- El 24 de enero de 2012 se inicia el vertido de material de escollera con gánguil en la mota sur.



**Figura 8. Porcentaje de obra realizada respecto de la proyectada.**



## 2.3 Reposición de la dinámica de arenas en el litoral

En el informe anual de 2011 se dio cuenta detallada de cómo el planteamiento inicial de esta medida correctora –baipás de arenas–resultaba inadecuado a la luz de los estudios de hidrodinámica litoral repetidos con información local y actualizada.



**Figura 9.** Ubicación del nuevo puerto en la costa de Granadilla (Tenerife) y de las zec Montaña Roja y Sebadales del sur de Tenerife, de la de la red Natura 2000.

Los estudios realizados por IH Cantabria se presentaron en Enero de 2012. En ellos quedó reflejado que la situación en Granadilla obedece a un esquema de dinámica costera no equiparable al de las costas mediterráneas o atlánticas. En la costa de Granadilla domina la corriente de plataforma (playa sumergida) en vez de oleaje, y el tamaño de grano y las batimetrías son radicalmente diferentes. Los nuevos programas de modelización utilizados por IH Cantabria predicen que tras la construcción del puerto el transporte de fondo se verá incrementado aguas arriba y disminuirá aguas abajo, justo al contrario de lo que se espera que ocurra cuando el transporte es de oleaje. El volumen máximo de sedimentos retenidos es del orden de 2.000 m<sup>3</sup> en vez de 50.000 m<sup>3</sup> para los que se diseñó el baipás, y los sedimentos no se van a acumular al pie del dique norte del puerto, sino que se repartirán en una zona mucho más amplia (23 ha), haciendo prácticamente inviable su succión desde tierra.



El OAG planteó varias soluciones alternativas –con sus variantes– en un informe independiente<sup>2</sup> presentado el 8 de febrero de 2012 a la Autoridad Portuaria para su evaluación y discusión con la Comisión Europea ya que, al tratarse de la modificación de una medida correctora pactada, es preciso contar con la anuencia de la Comisión. Dicho documento fue expuesto el mismo día en la página web de la Fundación para conocimiento de la ciudadanía interesada, y el mismo mes se expuso directamente ante los servicios de la Comisión, en Bruselas.



**Figura 10. Ubicación del depósito de arena y punto de vertido de la alternativa adoptada.**

Siguiendo las recomendaciones del OAG, la Autoridad Portuaria optó por una de las alternativas y encargó el proyecto "*Instalaciones para reponer el flujo de arena de la dinámica litoral sedimentaria interrumpido por el puerto de Granadilla*", que fue remitido a la Comisión. La idea básica consiste en reponer unos 2.000 m<sup>3</sup> anuales mediante descargas puntuales en la costa (ver mapa) y para garantizar la continuidad, se acopiarán unos 20.000 m<sup>3</sup> de arena procedente de los dragados de las obras y de la futura cancha del puerto. El proyecto comprende la realización de un depósito de acumulación que ha de mantener siempre almacenados al menos 4.000 m<sup>3</sup> de arena (ver mapa). El presupuesto de ejecución material de dicha obra asciende a 1.466.480 €, y el coste de funcionamiento anual rondará los 50.000 €.

En diciembre de 2012, La Comisión aceptó la alternativa planteada por el Reino de España, a la vez que reclama información periódica semestral sobre el estado de ejecución de las instalaciones, y que los informes anuales incluyan los resultados obtenidos. Será el informe de 2013 donde primero se reportará sobre el desarrollo de esta medida correctora.

---

<sup>2</sup> También fueron incorporadas en el informe anual de 2011, a modo de avance, por lo que no se repiten aquí.



## 2.4 Medidas compensatorias

La situación de las medidas compensatorias exigidas al proyecto de Granadilla no ha experimentado mayores variaciones en relación a lo expuesto en el informe de 2011, con una importante excepción en la B1.

### A - Establecimiento de una fundación independiente y permanente.

El OAG sigue activo y cumpliendo con los fines para los que fue establecido. El cambio en los Estatutos promovido para consolidar su independencia sigue pendiente de resolución en los Tribunales. Recuérdese que el OAG planteó un recurso contencioso administrativo al Protectorado de Fundaciones del Ministerio de Fomento, que se opuso a dichos cambios.

### B1 - Declaración de un lic para la piña mar (*Atractylis preauxiana*).

El lic fue declarado en 2008 y confirmado como zec en diciembre de 2009. La medida fue evaluada por el OAG en 2010 y desde entonces viene haciendo un seguimiento de su estado.

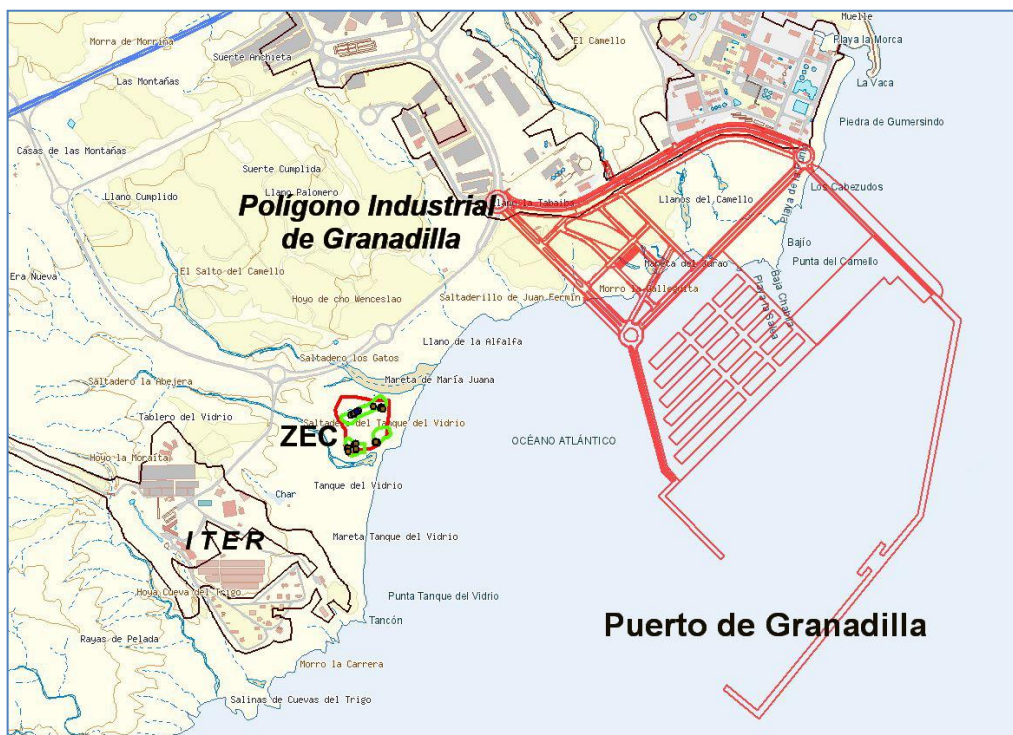


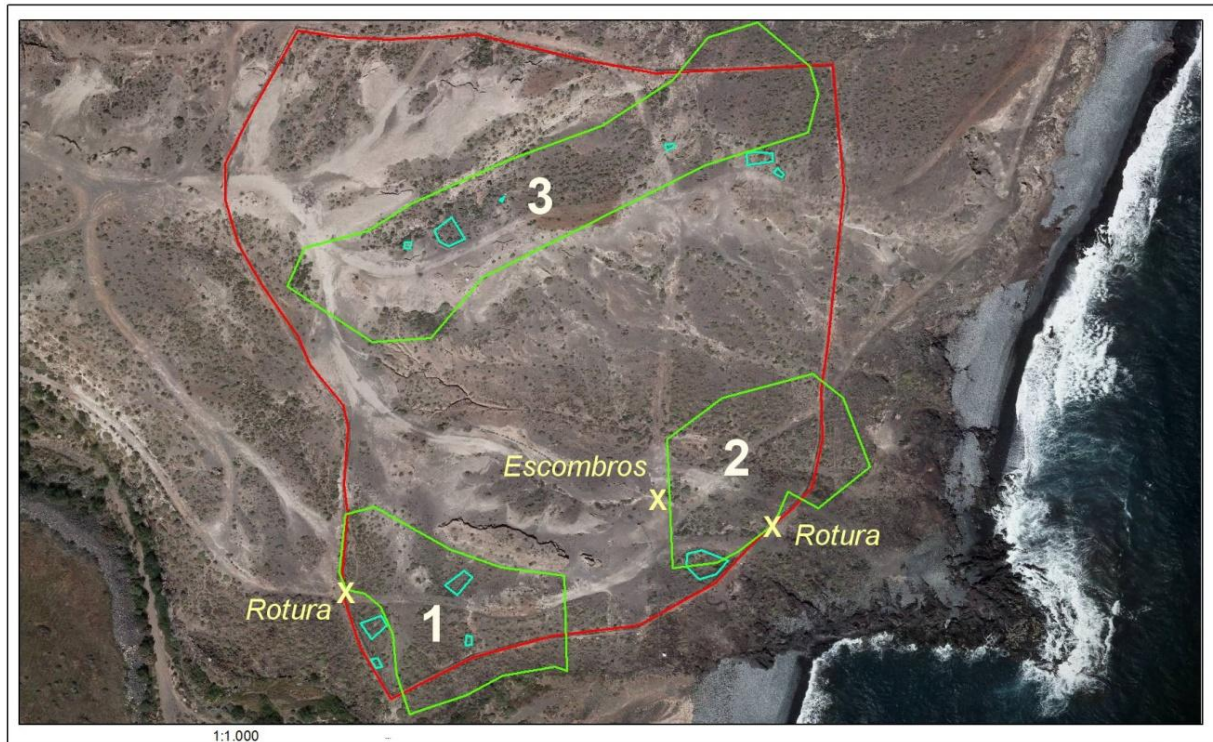
Figura 11. Mapa de ubicación de la zec en relación con el puerto de Granadilla.

En enero de 2012 se alertó (OAG Inc\_2012.1) al Gobierno de Canarias, al Cabildo Insular y a la Autoridad Portuaria sobre la rotura dolosa del vallado que protege las plantas. Los terrenos donde se ubica la zec (0,93 hectáreas) son propiedad del Polígono Industrial de Granadilla S.A., pero al tratarse la piña de mar de un endemismo de ámbito canario en peligro de extinción, la autoridad responsable de su protección, medidas de gestión y seguimiento es el Gobierno de Canarias, a través de la Viceconsejería de Medio Ambiente.





Con posterioridad se enviaron otras notas de incidencia (OAG Inc\_2012.4 y OAG Inc\_2012.5), y a falta de respuesta se optó por abordar una nueva evaluación de la situación general de la zec, que culminó en el informe OAG\_Inf\_2012.3.



**Figura 12.** Zec Piña de mar de Granadilla (recintos verdes) con los vallados externo (rojo), interno (azul) y puntos de deterioro (escombros y roturas de la valla). En azul, vallado interior con los pies de piñamar.

El informe está disponible para su descarga en la página web de la Fundación. En él se detallan los censos realizados, las discrepancias en las mediciones de los vallados y la zec, el estado de las vallas y presencia de herbívoros, la situación global de la especie según los criterios de la UICN, el rol de esta población como donante genético y la situación general de conservación de la zec y su viabilidad de cara al futuro. Las conclusiones y recomendaciones rezan así:

La piñamar (*Atractylis preauxiana*) es una especie vegetal que parece no estar amenazada y menos “en peligro de extinción”, por lo que se insta –por segunda vez– a la Viceconsejería de Medio Ambiente a que acometa una nueva evaluación del estado de conservación de la especie a partir de la información actualizada que su propio Servicio de Biodiversidad tiene.

- Se cuestiona la finalidad de la zec para mantener una población muy pequeña de una especie que posiblemente no está amenazada, su rol como fuente de material donante y su propia viabilidad como área natural autónoma a largo plazo.
- Se recomienda que, a la luz de estos hechos, las Autoridades competentes reconsideren si tiene sentido mantener la zec Piña de mar de Granadilla, que poco aporta a la conservación de la biodiversidad y tiene importantes implicaciones económicas (establecida sobre suelo industrial).



- Mientras no se revoque el estatus de zec a la zona, o si se persiste en mantener dicha unidad en la red Natura 2000, es urgente reparar el vallado externo y reponer los cercados internos con malla resistente a la corrosión marina, garantizando su mantenimiento.

En enero de 2013, el personal de la Dirección General de Protección de la Naturaleza del Gobierno de Canarias informó que ese mismo mes los vallados serían reparados ó sustituidos por la empresa TRAGSATEC con materiales resistentes a la maresía.

## **B2 - Declaración de dos nuevos lics para el hábitat 1110.**

La Orden ARM/2416/2011, de 30 de agosto, por el que se declaran zonas especiales de conservación los lugares de importancia comunitaria marinos de la región biogeográfica macaronésica de la Red Natura 2000 y se aprueban sus correspondientes medidas de conservación, consolida la declaración previa en 2006 y 2009 de los lic Sebadales de Antequera, en Tenerife, y Sebadales de Güíguí, en Gran Canaria, tanto por parte del Gobierno de Canarias, como del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Esta Orden deroga las disposiciones previas, aclara los títulos competenciales e incluye los pertinentes planes de gestión, sin que, desde entonces, se hayan producido más novedades de las que tenga noticia el OAG.

## **B3 - Seguimiento de la tortuga boba.**

El OAG sigue desarrollando el *Plan de seguimiento de la tortuga boba*, del que se informa a través de la web en un apartado propio. Además de la campaña de anual de 2012, que no se pudo completar en diciembre por las condiciones de la mar, corresponde a este ejercicio la evaluación conjunta de la especie en Canarias para el período 2008-2012.

El informe con dicha evaluación conjunta se completó en su práctica totalidad, reuniendo copiosa información (aprox. 150 páginas), pero quedó pendiente de realizar un taller con expertos (tuvo lugar en Las Palmas de Gran Canaria, el 10 de enero de 2013) y las campañas de avistamiento en Gran Canaria y Fuerteventura, que solo pudieron acometerse en enero y febrero de 2013. El informe final será publicado y se dará a conocer a lo largo de este último mes, quedando accesible a través de la página web de la Fundación. A pesar del desfase en las fechas, incluimos aquí las conclusiones:

- Existe una concentración de tortuga boba alrededor de las islas Canarias, cuyo ámbito se define por la perimetral a 300 km de las costas insulares, habiéndose empleado para su delimitación los desplazamientos de las propias tortugas, que pasan algo más de la mitad de su tiempo en él. Dicho **sector canario** abarca 583.176 km<sup>2</sup>, y es más extenso que la zona económica exclusiva (ZEE), aunque solo cubre el 85,7% de la misma (456.813 km) debido a la peculiar configuración de esta última.
- El contingente de tortugas presente en el sector canario es de origen mixto, con una mayoría procedentes de las colonias de cría americanas y una proporción variable de la de Cabo Verde ( $\approx$  7-12%). La práctica totalidad son tortugas juveniles, con tallas que van de 12,8 a 85,2 cm (longitud recta de caparazón), con una media en 36,5 cm y moda de 41 cm. Se estima que las tortugas llegan con un mínimo de un año de edad, y a partir de los 45 cm (aprox. 7,2 años de edad) comienzan a abandonar el sector de modo progresivo.

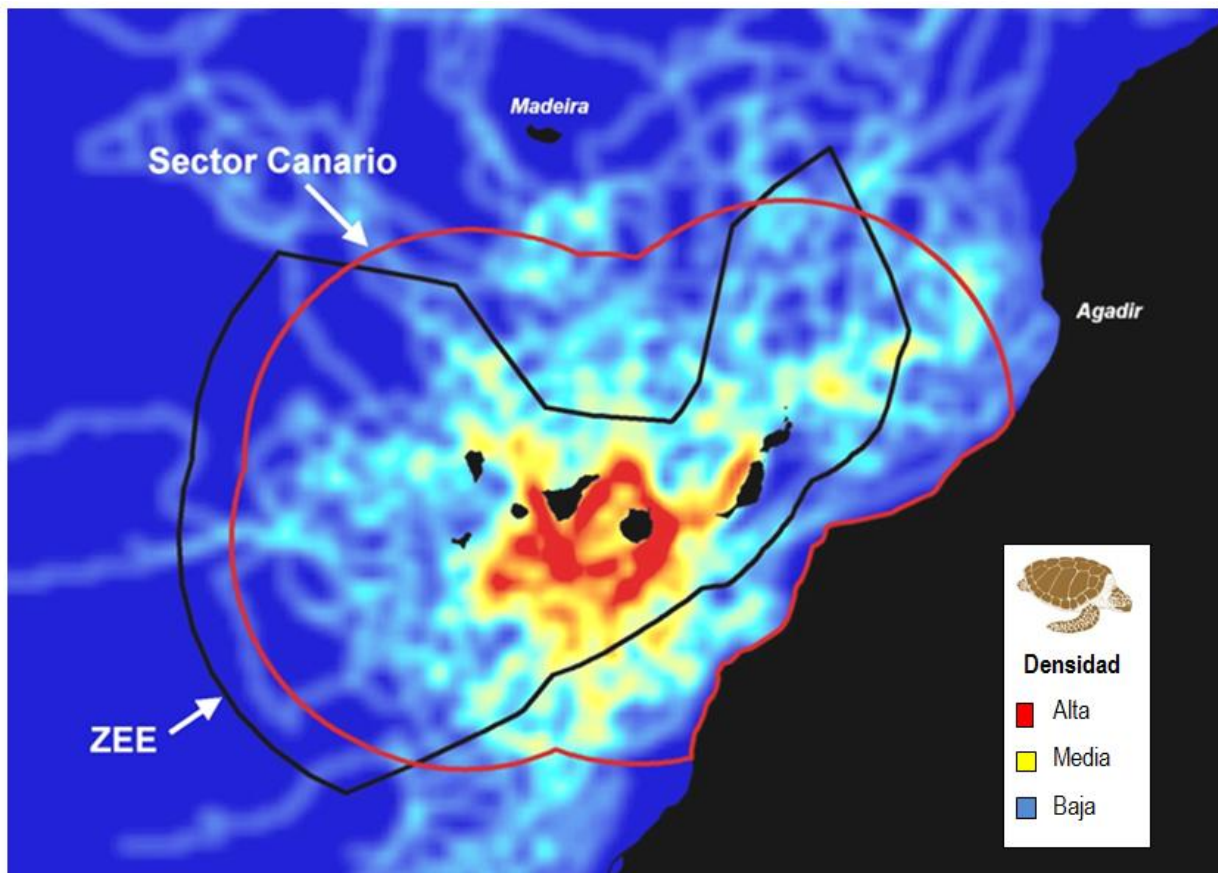


Figura 13. Análisis Kernel de concentración de transectos de tortuga boba liberadas en Canarias (malla de 10 x 10 km, sin redundancias).

- Las tortugas vagabundean por todo el sector canario, con un 10% de presencia a profundidades inferiores - 200 m, muy poca en aguas someras (-50 m) y posiblemente también en las zonas más frías. Su distribución no parece depender de lugares específicos, aunque demoran más en aquellas zonas donde las turbulencias de la corriente suelen generar giros, filamentos y afloramientos de aguas profundas ricas en nutrientes, sustentando más alimento, que es el principal reclamo para un animal oportunista. Estas zonas menos oligotróficas que el océano abierto pueden situarse alejadas de la costa, como es el caso al SW de las islas centrales, o extenderse a lo largo del veril
- En las plataformas insulares de la costa occidental de Fuerteventura y el SW y SE de Gran Canaria las circunstancias oceanográficas favorecen la producción y biomasa planctónicas. Algunas tortugas jóvenes patrullan repetidamente estas zonas neríticas durante meses o incluso años, mostrando un perfil de comportamiento estacionario. La costa occidental y el norte de Fuerteventura destacan como zona de especial preferencia para la tortuga boba.
- En Canarias, la tortuga boba no vive ni manifiesta interés alguno por los seadales y su presencia en los mismos (0,096% del tiempo) se considera fortuita e irrelevante.



- La presencia de las tortugas bobas en la red Natura 2000 marina de Canarias no llega al 2% de su tiempo. Salvo por algunas zec concretas (*e.g.*, Cueva de Lobos, en Fuerteventura), estas áreas protegidas –incluida la zec Sebadales del Sur de Tenerife–, apenas difieren como hábitat de cualquier otra porción marina de su entorno.
- La variación anual de la densidad relativa de tortugas muestra grandes fluctuaciones, como cabía esperar, y dado lo reducido de la serie comparable (trianual) no cabe extraer conclusiones sobre su tendencia. No obstante, se ha combinado toda la información disponible de densidades, telemetría y datos biométricos para obtener una idea –aunque sea muy grosera– de la situación: el contingente medio presente en el sector canario rondaría las 34.000 tortugas bobas, con entradas anuales de 4.500 ejemplares de procedencia americana, y unas 500 de Cabo Verde.
- Los principales factores adversos que afectan a las tortugas son los enmallamientos (53%), seguido de la ingestión de anzuelos (10%). La mortalidad anual se ha estimado en un 1,5 % del contingente total.
- La evaluación del estado de conservación del contingente canario aplicando los criterios de la UICN para poblaciones visitantes en determinadas regiones (Sector Canario, en este caso), arroja una categoría de “preocupación menor” (LC).
- La evaluación del estado de conservación del contingente canario aplicando los criterios desarrollados para especies de interés comunitario al amparo de la Directiva Hábitat, se condujo recurriendo para algunos parámetros al método de criterio de experto. La matriz de evaluación general resultante fue “desfavorable-inadecuado”.
- La consolidación de la red de varamientos y recuperación de ejemplares dañados, las campañas de sensibilización ciudadana sobre la problemática de la especie y el proyecto de establecer una colonia reproductora en Canarias son medidas gubernamentales vinculadas a la Directiva Hábitat, cuya contribución a la conservación de la tortuga boba se ha valorado como alta.
- Se descarta que la construcción del nuevo puerto en Granadilla, en el litoral de Tenerife, pueda tener una repercusión negativa sobre la especie de interés comunitario *Caretta caretta*. La declaración de los lic de Antequera, en Tenerife, y de Güí-Güí, en Gran Canaria orientada, en parte, a compensar todo posible efecto del nuevo puerto sobre la tortuga boba, se considera, pues, una medida de conservación superflua e irrelevante en dicho contexto.

#### **B4 - Restauración del lic ES7020049 Montaña Roja**

Dicha medida ya fue verificada y evaluada por el OAG en 2009. El medio restaurado se mantiene en buen estado y ha venido evolucionando ecológicamente aunque a ritmo lento, acorde con la escasa pluviometría registrada en 2010 y 2011. El otoño de 2012 ha sido más húmedo, con lluvias que alcanzaron los 84 litros por metro cuadrado, y sus efectos se podrán apreciar en el presente año, sobre todo si vuelve a llover en invierno. Al margen de este hecho favorable, no se han detectado incidencias dignas de mención, y el área mantiene su régimen de visitas con normalidad.



## 2.5 Trasplante de sebas

Una de las condiciones establecida en la DIA del Proyecto del puerto de Granadilla se centra en en la protección de los sebadales. El proyecto se realiza fuera de los límites de la zec ES7020116 «Sebadales del Sur de Tenerife» y, aunque la propia DIA no prevé efectos negativos sobre la misma, introduce una medida compensatoria de cara al riesgo potencial de afectación. Esta medida consistiría en la replantación de una superficie equivalente al doble de la superficie de sebadal que pudiera resultar afectada, de acuerdo con las conclusiones del programa de vigilancia ambiental. A tal fin, la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife tendrá que elaborar un «Proyecto piloto de rehabilitación de sebadales», que contemplará la replantación de *Cymodocea nodosa* en previsión a que la zec pueda verse afectada por la construcción del puerto y la posterior explotación del mismo.

En un informe específico de julio de 2010 y en su informe general sobre la vigilancia ambiental de Granadilla en 2010, el OAG trató sobre esta medida con bastante detalle y, además de abordar un análisis crítico de los objetivos perseguidos, propuso ensayar la siembra en vez del trasplante de cepellones que ofrecen menor probabilidad de prosperar y menor diversidad genética.



El proyecto de trasplante –junto con el de resiembra– fue autorizado por la Viceconsejería de Medio Ambiente en marzo de 2011, y los trabajos de campo se contrataron con la empresa consultora ECOS - Estudios Ambientales y Oceanografía S. L., cuyo informe final se presentó en septiembre de 2011. Poco después, con ocasión del temporal sufrido en la costa de San Andrés en noviembre de 2011, los trasplantes realizados sufrieron un grave revés, y posiblemente también las pruebas con semillas.

El 11 de mayo de 2012, ante el riesgo de que perdieran su capacidad germinativa, la empresa encargada de los trabajos se anticipó y procedió a sembrar 600 semillas más que se mantenían en reserva.

A los pocos días, el 24 de mayo de 2012, la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias dictó una resolución (nº 243) denegando la autorización para el uso y tenencia de sebas a la Autoridad Portuaria, a la vez que solicitaba que se procediera a depositar el remanente de 600 semillas en alguno de los centros de la Red Española de Bancos de Semillas (REDBAG). Empero, y a juicio del OAG, parece que ha mediado cierta confusión en los planteamientos de este caso. Según la Ley 4/2010, del Catálogo Canario de Especies Protegidas, a la que se hace referencia en la Resolución de la Viceconsejería, el régimen de protección de la especie "De interés para los ecosistemas" se limita al ámbito de la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos y de la Red Natura 2000. Siendo esta la categoría en la que figura la seba, *Cymodocea nodosa*, y al no haberse recogido los ejemplares o semillas en ningún espacio protegido de la redes mencionadas, no cabe aplicarle el régimen de protección especial ni hace falta, pues, autorización para su uso y tenencia. Y así lo comunicó a las partes implicadas.

El 31 de mayo de 2012, el OAG realizó una inspección de la zona de siembra de las semillas. Veinte días después no había señales de germinación. Por otra parte, el sebadal natural seguía mostrando el deterioro sufrido durante el temporal del último otoño, y lo mismo ocurría en las áreas de trasplante que quedaron arrasadas. No se apreciaron síntomas de recuperación.



### **3 EL SEGUIMIENTO AMBIENTAL**

#### **3.1 El Plan de vigilancia ambiental**

El proyecto del Puerto de Granadilla cuenta con un plan de vigilancia ambiental (PVA) elaborado por la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, el cual, en su última versión de 2007, incorpora las recomendaciones del Estudio de Impacto Ambiental y otros términos surgidos a lo largo de la tramitación del Proyecto. También replantea algunos parámetros y puntos de muestreo a la luz de los resultados obtenidos por la propia Autoridad Portuaria durante su desarrollo en fase previa a las obras.

El OAG asumió la ejecución del PVA a partir de la fase de obras, que se inició en julio de 2010. En sus respectivos informes anuales (2010 y 2011), y tal como prevé el propio plan, se introdujeron cambios, añadidos y supresiones para adaptarlo mejor a su finalidad y hacerlo más operativo y eficiente. Estos ajustes y modificaciones, que requieren la aprobación de la Autoridad Portuaria como responsable sustantivo de la vigilancia, se seguirán produciendo a medida que se vaya acumulando experiencia o surjan aspectos que no hayan sido previstos.

Las oficinas centrales del OAG están ubicadas en el Edificio Puerto-Ciudad, en Santa Cruz de Tenerife. Para desarrollar el plan de vigilancia ambiental cuenta, además de con un depósito de materiales / laboratorio en el dique del muelle sur, con varias instalaciones y equipo en el ámbito de las obras del puerto, en Granadilla:

- Una estación ecológica equipada con material básico de laboratorio (material de buceo, trampas, instrumental científico, etc.), que funciona como centro de operaciones. Cuenta con una estación meteorológica terrestre que transmite los datos en tiempo real. A lo largo de 2012 se dotó finalmente de suministro permanente de agua y electricidad.
- El "Avatar", una embarcación construida y equipada ex-profeso para facilitar las tareas de vigilancia y seguimiento en la mar. Tiene 8,45 m de eslora y 3 m de manga, su casco es de polietileno, cuenta con propulsión jet.
- Una boya oceanográfica-meteorológica equipada con equipo automatizado que transmite de modo continuo información sobre las condiciones físico-químicas de las aguas, así como del clima marítimo (se pueden consultar en tiempo real). Se fondeó en octubre de 2010 frente a la costa de Granadilla y aguas arriba de la zec Sebadales del Sur de Granadilla. En 2012 se ha procedido a su remodelado y modulación de los sistemas para facilitar su mantenimiento, ya que algunos sensores venían dando problemas.
- Tres captadores de partículas de bajo volumen para monitorizar la calidad del aire. Se encuentran emplazados al norte, dentro y al sur de la zona de obras, según la dirección del viento dominante.

Desde agosto de 2011 hasta diciembre de 2012 se han adquirido imágenes del satélite World-View2 con periodicidad mensual. Las imágenes abarcan la costa de Granadilla desde la desembocadura del barranco del Río hasta la playa de La Tejita y permitirán hacer un seguimiento detallado de varios parámetros oceanográficos (turbidez, velocidad de la corriente, pH, etc.) y elaborar mapas simples de batimetría y bionomía de los fondos someros. A partir de enero de 2013 las imágenes serán bimensuales, pero abarcan hasta la punta de La Rasca.



**Figura 14. Ámbito marino del puerto de Granadilla objeto de vigilancia y sectorización ambiental introducida por el OAG.**

El presente informe mantiene la misma estructura que el anterior, en coherencia con la adoptada en la página web del OAG. En ambos se ha modificado la estructura original del PVA en aras a una mejor comunicación. Los epígrafes elegidos resultan más asequibles a la ciudadanía, sin detrimento de su rigor y contenido.

Las nuevas tecnologías web superan con mucho la capacidad expositiva sobre papel y la persona interesada podrá encontrar en ella mucha más información que en el presente resumen anual. En cualquier caso, en un CD aparte se incluyen las tablas de datos y resultados analíticos, quedando a disposición de la Autoridad Portuaria.

Todos los datos generados serán también accesibles en el futuro a través de REDMIC (Repositorio de datos marinos integrados de Canarias) una vez el OAG obtenga financiación para completar el desarrollo de este importante servicio.



## 3.2 Vigilancia de las obras

Según contempla el PVA, la ejecución de las obras conlleva una verificación y control de su adecuación ambiental. Algunos de estos controles solo tienen sentido en fase avanzada o próxima a la finalización de las obras, como es el caso de las medidas de mitigación lumínica, integración paisajística, o la restauración de la propia zona de obras una vez concluidas éstas. Se exponen aquí, pues, y de modo sucinto los resultados de la vigilancia de aquellos aspectos que se están ejecutando en la actualidad, con la salvedad del primero de los apartados, que requiere mayor atención y fue objeto de un estudio pormenorizado.

### 3.2.1 Materiales de acopio externos

La DIA establece que los materiales de préstamo necesarios para la construcción de las infraestructuras portuarias, así como para el relleno de explanadas (exceptuando los materiales procedentes de las operaciones de dragado, si los hubiera) se obtendrán de movimientos de tierra o canteras debidamente autorizados. La apertura de nuevas canteras, si ello fuera preciso, para la obtención de materiales de construcción, se llevará a cabo contando con los permisos y autorizaciones determinados por los órganos del Gobierno de Canarias competentes en la materia.

Esta última alternativa no ha sido la adoptada y, dado el complicado historial del Proyecto, no ha sido fácil aclarar las demandas de material que plantea el nuevo puerto, y las fuentes de materiales previstas, aspecto este que no fue concretado en el estudio de impacto ambiental de 1999. En dicho sentido, lo único que recoge la DIA es que según el estudio geológico-geotécnico para el movimiento de tierras que se incluye en el proyecto inicial (SENER, 1998), el área ocupada por el Polígono Industrial de Granadilla ofrece los volúmenes y calidad adecuada para la extracción de los materiales de relleno y escolleras necesarios para la construcción del nuevo puerto.

El material necesario para el conjunto de las obras del puerto ronda los 11,5 millones de metros cúbicos (de ellos medio millón corresponde a dragados), considerablemente menos que los 26 millones iniciales, lo cual es lógico tras la reducción de las dimensiones del proyecto a más de su mitad. Esta necesidad de materiales de préstamo se ha ido perfilando en la redacción de los modificados del proyecto de obras de abrigo (Puertos de Tenerife, 2011) y del contradique (Puertos de Tenerife, 2012), si bien los nombres de las diferentes partidas no son equiparables con los previamente empleados. Los nuevos volúmenes resultantes son 6.205.637 y 801.246 metros cúbicos, respectivamente. A ellos habría que añadir al menos el material para el muelle de ribera y explanadas (estima provisional de 4.497.833 m<sup>3</sup>). Estas cifras están sujetas a cierta imprecisión, ya que en algunos casos se han tenido que transformar a volumen valores expresados en peso o superficie, o surgen dudas sobre si se han considerado los aportes de arenas y áridos con igual criterio en ambos proyectos.

La fuente principal de material de préstamo planteada por el Proyecto de 2005 devino inviable al descartarse la iniciativa de ampliación del aeropuerto Reina Sofía. La fuente o fuentes alternativas no han sido aún establecidas –o declaradas formalmente– para el conjunto de materiales necesarios. Mientras tanto, el OAG, en su labor de vigilancia ambiental, ha venido comprobando que los materiales que entraban en la zona de obras procedían de movimientos de tierra o canteras autorizados. De ello y de las incidencias habidas, se ha informado regularmente en la sección específica de la página web del OAG dedicada al seguimiento de las obras de Granadi-





lla, y ante los problemas surgidos, procedió a estudiar la situación con mayor detalle y evacuó el 5 de diciembre de 2012 un informe específico<sup>3</sup> (accesible en la web), del cual se extrae aquí una parte de su contenido.

En 2006, antes del inicio de las obras del puerto y de que el OAG se fundara (abril de 2008), la Autoridad Portuaria promovió un expediente de acopio de materiales para escollera, que fueron acumulados en la propia zona de obras (3.151t) o en solares emplazados en Alcalá y en Santa Cruz (sobrantes de la dársena Este) a la espera de ser trasladados a Granadilla. Aparte de estos acopios previos, pronto se evidenció que los materiales provenían de actuaciones relativamente pequeñas y desperdigadas en el sur insular, e iban aumentando en número rápidamente.

The screenshot shows the ABC.es website interface. At the top, there are navigation links for 'Pisos', 'Coches', 'Empleo', 'Anuncios', '11870', and 'Mujer Hoy'. The main header includes 'ABC.es' and 'AGENCIAS'. Below this, there are categories like 'ACTUALIDAD', 'OPINIÓN', 'DEPORTES', 'CULTURA', 'ESTILO', 'TV', 'MULTIMEDIA', 'BLOGS', 'SALUD', 'ARCHIVO', and 'SERVICIOS'. A search bar is present with the text 'España Internacional Economía Sociedad Toros Madrid Ediciones' and a 'Buscar' button. The main content area features a large orange banner with the word 'disponibilidad' and a logo. Below this, the article title 'La Fiscalía denuncia la extracción de áridos para el puerto de Granadilla' is displayed. The article text begins with 'La Fiscalía Provincial de Santa Cruz de Tenerife ha formulado una denuncia por un presunto delito contra los recursos naturales y el medio ambiente en relación con la supuesta extracción ilegal de áridos en una finca agrícola para su uso en la construcción del puerto de Granadilla de Abona.' To the right of the article, there is a 'Por comunidades' section with a list of Spanish regions: Andalucía, Aragón, Baleares, Cantabria, Castilla La Mancha, Castilla y León, Cataluña, Ceuta, Comunidad Valenciana, País Vasco, Córdoba, Extremadura, Galicia, La Rioja, Madrid, Melilla, Murcia, Navarra, Sevilla, and Canarias. Below the article, there is a 'Ventura24es' advertisement for the 'LOTERÍA NACIONAL' with a 'Diciembre 2012' calendar.

A comienzos de año, el incremento de nuevas actuaciones extractivas en el sureste de la isla alarmó a los colectivos ecologistas y a los antipuerto de Granadilla, siendo recogida su denuncia social en los medios de comunicación de la isla. Algunos casos concretos fueron denunciados formalmente ante los juzgados, ante el SEPRONA ante la Consejería de Industria del Gobierno de Canarias, pero el OAG desconoce su número. Algunos expedientes se han resuelto en fecha reciente y las sanciones impuestas también han tenido eco en la prensa local y nacional.

<sup>3</sup> OAG (2012). *Informe sobre los materiales de préstamo empleados en las obras del puerto de Granadilla, Tenerife*. S/C de Tenerife: Observatorio Ambiental Granadilla, 64 pp. [Informe OAG Inf\_2012.5, no publicado].



Efectivamente, de la lectura de algunas de las autorizaciones surgían dudas sobre el fin último de las actuaciones y sospecha que se pudieran estar excediendo las condiciones establecidas. El OAG advirtió a la Autoridad Portuaria del riesgo de propiciar un picoteo en el territorio inducido por la demanda de materiales para el puerto. Había sospechas fundadas de que se estaba ofreciendo a los propietarios realizar obras de limpieza de terrenos o abancalamientos que ya contaban con autorización –o animándoles a solicitar nuevas autorizaciones– a cambio de poder extraer el material. Las contratistas o responsables directos de la localización y acarreo de materiales deberían abandonar esta estrategia, si es que la estaban siguiendo.

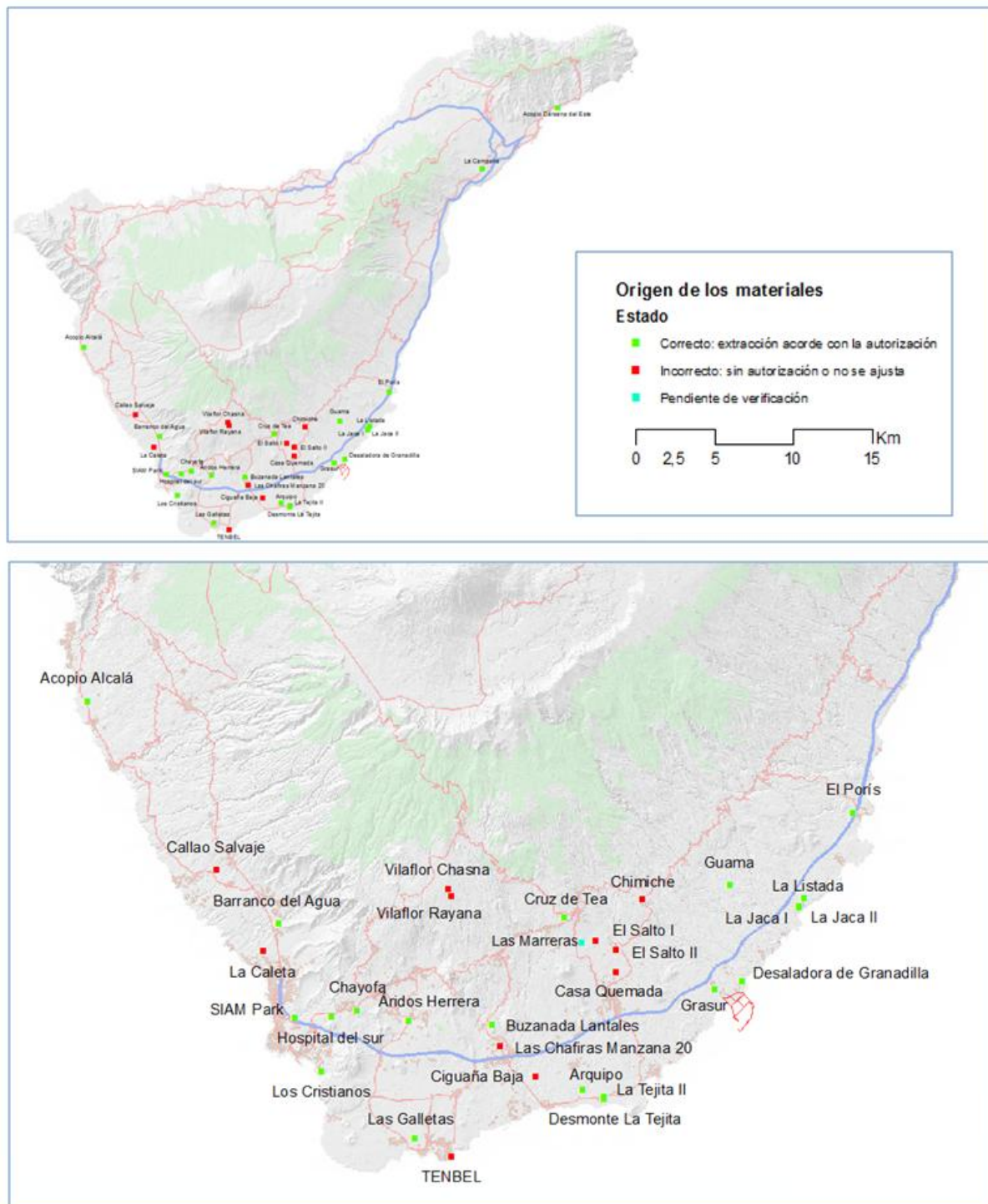
**¡ALERTA!**

10 de Julio: Con la colaboración de la Autoridad Portuaria se ha completado la lista de lugares en los que se ha o están obteniendo materiales para la construcción del Puerto de Granadilla. Al margen de que estén amparadas por algún tipo de autorización, las inspecciones realizadas revelan que algunas no se ajustan a los términos autorizados o prescripciones del proyecto. El plazo de la excavación de Ten-Bel ha vencido y los terrenos han quedado con el socavón producido, incumpliendo con el propósito de acondicionamiento del terreno y con el riesgo potencial de convertirse en una cantera ilegal. Cabe resaltar que todas estas actuaciones deben dejar los terrenos acordes con el fin que justifica la autorización (desbroce de terreno para cultivo, abancalamientos, etc.) y que de no cumplirse este requisito, la Autoridad competente (Ayuntamiento, Industria o Medio Ambiente) debería exigirlo a los responsables, o en caso de flagrante ilegalidad, reclamar la restitución del terreno a su estado original. El OAG procederá a comprobar los términos y detalles de los proyectos individuales, e insta a la Autoridad Portuaria a que haga lo propio y advierta a las contratistas y agentes que participan en ello, antes de que estas actuaciones generen un daño negativo o irreparable. Si la demanda de materiales para el puerto provoca un impacto ambiental negativo indirecto, éste debería ser evaluado convenientemente.

[www-fundacion.org](http://www-fundacion.org)

Las circunstancias recién expuestas (ver nota adjunta), motivaron un cambio metodológico en la vigilancia sobre el origen de los materiales por parte del OAG, que pasó a ser presencial y se extendió a todas las localidades de las que se importaban materiales a las obras del puerto. En la página web del OAG pasó a informarse no sólo del origen, las cantidades de materiales acarreados y de la existencia de autorización, sino de la adecuación de las actividades a los fines de ésta. Con periodicidad bimensual se califica cada caso empleando un código de colores en: correcto, incorrecto, comprobando los términos del proyecto, o pendiente de verificación.

En los mapas adjuntos (Figura 15) se señalan los 35 lugares de donde se están obteniendo o se han obtenido materiales de préstamo para las obras del puerto de Granadilla. Los más alejados de Granadilla, son Alcalá y la Dársena Este de S/C de Tenerife; las demás se extienden por el extremo sur de la isla, y comprenden una cantera, algunas plantas de gestión de desmontes y procesadoras de residuos de obra y, sobre todo, actuaciones varias (limpieza de barrancos, desmontes de solares, sorribas, etc.) cuyos excedentes son o han sido retirados y aprovechados para el puerto.



**Figura 15. Mapa general de las localidades de procedencia de los materiales de préstamo empleados en las obras del puerto de Granadilla**

En la Tabla 1 se relaciona cada localidad y la cantidad de material aportado, según se viene mostrando en la página web del OAG. En ella queda reflejada la verificación de si se han obtenido los materiales mediando autorización y ajustándose a los fines y limitaciones de la misma.



**Aprovechamiento correcto de materiales en La Tejita (futuro centro comercial)**



**Movimientos de tierra para plantación de vegetación en Las Chafiras. Actuación incorrecta.**



**Extracción minera de materiales en Chimiche, camuflada como abancalamiento.**



**Tabla 1. Materiales de préstamo aportados y verificación de su obtención de modo correcto.**  
Valores expresados en toneladas métricas. Verde = correcto, rojo = incorrecto, azul = pendiente.

Origen	2010	2011	ene-feb	mar-abr	may-jun	jul-ago	sep-oct	nov-dic	Total 2012	Total
Pol. Industrial Granadilla	66.250	23.550								89.800
Alcalá	42.300	23.550								65.850
Dársena del Este	24.350	23.550								47.900
Hospital del Sur		16.500	14.700	12.400	12.650	800	12.300		52.850	52.850
Desaladora Granadilla		8.800	12.900	19.200	4.600				36.700	45.500
Desmonte La Tejita		4.700	24.500	9.100					33.600	38.300
Barranco del Agua		14.300	133.850	3.100					136.950	151.250
Las Chafiras M 20		9.500	73.200	38.100					111.300	120.800
Chayofa		34.650	43.550						43.550	78.200
Vilafior "Chasna"		950	34.100	93.950	14.250				142.300	143.250
Vilafior "Rayana"		950	34.100	93.950	14.250				142.300	143.250
Áridos Herrera				2.050	2.450				4.500	4.500
Chimiche				84.200	50.800	97.750	80.350	43.800	356.900	356.900
Buzanada Lantales				9.150	6.050	1.650			16.850	16.850
Ten Bel				10.800	3.650				14.450	14.450
Casa Quemada				250	36.800	2.300			39.350	39.350
El Salto -Suerte Venero				250	89.950	9.300			99.500	99.500
El Salto -Cercado Era					35.750				35.750	35.750
La Caleta					72.900				72.900	72.900
SIAM Park					3.100	19.550	43.300	6.300	72.250	72.250
P. G. D. Arquipo					500			6.650	7.150	7.150
Las Galletas					2.400	1.400			3.800	3.800
Cruz de Tea					21.650	14.950			36.600	36.600
Los Cristianos					10.600	3.450	31.800	3.450	49.300	49.300
El Porís					3.900				3.900	3.900
La Listada						1.250	26.150	5.800	33.200	33.200
La Jaca I y Jaca II*						15.100	10.250	12.800	38.150	38.150
Callao Salvaje						13.000	1.000	2.650	16.650	16.650
Guama							2.200		2.200	2.200
La Tejita II							7.600	2.600	10.200	10.200
Cigüaña baja							185	3.850	4.035	4.035
Grasur (polígono)							20.000	25.800	45.800	45.800
La Campana							5.750	200	5.950	5.950
El Salto - Las Marreras							18.300	29.750	48.050	48.050
Cementerio Guía Isora								1.150	1.150	1.150
Hoya Blanca								37.700	37.700	37.700
DISA								7.500	7.500	7.500
Jureña								7.250	7.250	7.250
* Los materiales de estas dos fuentes no se han separado en la báscula									1.770.585	2.064.485



En octubre de 2012, cuando se evaluó la situación, los acopios en fase previa (verde claro) constituyen el 11% del total. Del resto de las fuentes verificadas, el 35,5% habían extraído material de modo incorrecto (sin autorización o no ajustado a sus términos), lo que supone un 45 % del total de materiales. Los valores de la tabla se expresan en toneladas métricas. El total transformado a volumen es de 1.146.936 metros cúbicos (usando la ratio media de 1,8, que emplea Puertos del Estado).

**Tabla 2. Valoración del impacto físico y paisajístico**  
(Las actuaciones diagnosticadas como incorrectas se resaltan el color rosado.)

Fuente de materiales	Tipo de suelo	Dimensión	Cantidad extraída	Irreversibilidad	Visibilidad	Impacto negativo
Polígono Ind. Granadilla	Industrial	3	2	n/a	1	1
Alcalá	Rústico agrario	1	n/a	1	1	1
Dársena del Este	Portuario	3	n/a	n/a	0	1
Hospital del Sur	Rústico agrario*	2	2	n/a	2	1
Desaladora de Granadilla	Rústico agrario*	3	2	n/a	1	1
Desmonte La Tejita	Urbano	2	2	n/a	3	1
Barranco del Agua	Rústico agrario	3	3	n/a	2	2
Las Chafiras M 20	Urbano	3	3	3	3	2
Chayofa	Rústico agrario	2	n/a	2	3	2
Vilaflor "Chasna"	Rústico agrario	3	3	2	3	3
Vilaflor "Rayana"	Rústico agrario	3	3	3	2	3
Áridos Herrera	Rústico agrario	n/a	1	n/a	n/a	n/a
Chimiche	Rústico agrario	1	4	3	3	3
Buzanada Lantales	Rústico agrario	1	1	1	2	1
Ten Bel	Urbano	2	1	3	2	2
Casa Quemada	Rústico agrario	2	2	3	2	2
El Salto "Suerte Venero"	Rústico agrario	2	2	2	3	2
El Salto "Cercado Era"	Rústico agrario	2	2	3	3	3
La Caleta	Rústico de protección territorial	2	2	n/a	1	n/a
SIAM Park	Urbano	3	2	n/a	3	2
P. G. D. Arquipo	Rústico agrario*	3	1	1	1	1
Las Galletas	Rústico agrario	3	1	2	1	2
Cruz de Tea	Rústico agrario	1	2	1	1	1
Los Cristianos	Urbano	3	2	n/a	2	n/a
El Porís	Rústico agrario	2	n/a	n/a	0	n/a
La Listada	Urbano	1	2	2	3	2
La Jaca I y La Jaca II	Rústico agrario (?)	1	2	n/a	3	1
Callao Salvaje	Rústico agrario	1	1	2	2	1
Guama	Rústico agrario*	n/a	1	n/a	1	n/a
La Tejita II	Industrial	1	1	n/a	3	1
Cigüaña baja	Rústico de protección de infraestructuras	3	1	3	3	3
Grasur (polígono)	Industrial	1	1	n/a	2	1
La Campana	Urbano	1	1	n/a	2	1
El Salto "Las Marreras"	Rústico agrario	2	1	No visitado	No visitado	No visitado

\* Existe calificación especial para la actividad



Para calibrar el impacto indirecto que se estaba generando con motivo de la búsqueda de materiales para el puerto de Granadilla, se abordó una evaluación simple del impacto negativo de carácter físico-paisajístico, basada en un análisis de las dimensiones, material extraído, irreversibilidad y visibilidad de las extracciones, modulando la puntuación en función de la calificación territorial (según el Catastro). La evaluación se recoge en la Tabla 2, y los criterios aplicados se explican en la Tabla 3, todo ello en contexto relativo.

Hay casillas en las que no se aplica un criterio (n/a), por ejemplo: en “cantidad extraída” cuando se trata de acopios, o en “impacto negativo” cuando se considera que éste ha sido positivo.

**Tabla 3. Valoración del impacto físico y paisajístico**

Factor	Puntos	Designación	Criterio
Dimensión	1	Reducida	Menor de 0,5 hectárea
	2	Mediana	Entre 0,5 y 1 hectárea
	3	Extensa	Mayor de 1 hectárea
Cantidad extraída	1	Poca	Hasta 25.000 t
	2	Bastante	Entre 50.001 y 100.000 t
	3	Considerable	Entre 100.001 y 200.000 t
	4	Mucha	Más de 200.000 t
Irreversibilidad	1	Muy reversible	Reversible a lo autorizado o al estado natural con muy poco esfuerzo
	2	Reversible	Requiere un esfuerzo medio-alto
	3	Irreversible	No es posible revertir la situación al estado previo
Visibilidad	1	Baja	No se ve o se confunde con el paisaje circundante
	2	Media	Se ve pero no llama la atención
	3	Alta	Se ve y llama mucho la atención
Impacto negativo	1	Irrelevante	Suma de 0 a 7 puntos (+/- en función de calificación del suelo)
	2	Moderado	Suma de 8 a 10 puntos ( <i>idem</i> )
	3	Importante	Suma de 10 a 13 puntos ( <i>idem</i> )

El análisis realizado refleja la situación a finales de octubre de 2012, y factores como la cantidad de material extraído variarán obviamente en aquellos casos que siguen activos. Aún así, esta instantánea evidencia que los impactos importantes coinciden todos con actuaciones que han sido calificadas como incorrectas. Además, si se agregan los impactos negativos producidos, aun siendo puntuales, adquieren relevancia como un impacto disperso que afecta a un cuarto de la isla y que podría convertirse en severo de seguir aumentando el menudeo hasta cubrir los 9-10 millones de metros cúbicos que aún demandan las obras del puerto.

Es razonable e inteligente el aprovechar materiales sobrantes de obras en curso (legales) para ser empleados en otras obras, como la del nuevo puerto de Granadilla, declarado de utilidad pública. El problema surge al recurrir a un modo de obtener materiales que no fue previsto en los estudios de impacto ambiental realizados en su momento, ya que existían otras fuentes alternativas más solventes. El “efecto llamada” generado ha tenido consecuencias perversas al promover servicios de búsqueda y “convencimiento” de terceros para que soliciten permisos y acometan obras que, de no mediar la demanda del puerto, no se hubieran planteado. A ello se suma la picaresca o avaricia que han conducido a actuaciones fraudulentas o abiertamente ilegales, en una proporción preocupante: un tercio de las analizadas.



La situación parece haber mejorado tras las denuncias y gracias a las actuaciones de los tribunales y voluntad de la Autoridad Portuaria y contratistas adjudicatarias de las obras. El OAG, por su parte, introdujo algunas recomendaciones en su informe de diciembre que parece están teniendo eco (se recogen también en este informe, ver capítulo **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

La Dirección de obras espera obtener en breve la autorización para extraer el material del propio polígono industrial, según estaba previsto; mientras tanto cuenta con unos 300.000 m<sup>3</sup> a obtener de La Jureña y en el polígono, sobre 240.000 m<sup>3</sup> de los servicios afectados del vial paralelo a la autopista y otros 600.000 del perfilado de la parcela de GASCAN, ya autorizados.

### 3.2.2 Calidad del material vertido al mar

El impacto ambiental de la turbidez que la obra genera en las aguas circundantes está directamente relacionado con la calidad de los materiales y el modo en que se construyen las obras de abrigo y el relleno de las explanadas. Los materiales pueden cumplir con la normativa constructiva, pero aún así generar turbidez considerable. Es aquí donde se puede reducir el impacto ambiental, tanto siendo más exigente con la calidad de los materiales, como adoptando modos operativos menos impactantes, siempre que sean viables (p. ej. vertidos de relleno una vez cerrado el recinto).

**Tabla 4. Calificación semanal del material vertido**

Semana	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	01	02	03	04	05	06	07	08	
Inadecuado									X		X					X					X	X
Mejorable	X	X	X	X		X	X	X		X		X	X	X	X		X			X		
Adecuado					X													X				

Semana	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Inadecuado					X													X			
Mejorable	X	X	X								X	X				X	X				
Adecuado				X		X	X	X	X	X			X	X	X				X	X	X

Semana	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Inadecuado	X						X				X						X	X			X
Mejorable				X	X			X				X									X
Adecuado		X	X			X			X	X			X	X	X	X			X		

Semana	51	52	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Inadecuado																					
Mejorable																					
Adecuado	X	X																			

Varios días a la semana, el OAG toma fotos de una muestra de los camiones, material que transportan y momento de la descarga, tanto en las obras del dique de abrigo como del contra-dique. Estas fotos sirven para hacer una evaluación general de la calidad “ambiental” del material, al margen de los análisis granulométricos prescritos que realiza la Autoridad Portuaria. En la página web del OAG se muestra semanalmente la calificación otorgada a los materiales, lo





que sirve de guía a los responsables de su control. Según el caso, también se aportan comentarios, por ejemplo:

Semana 52 (2012): No se ha realizado vertidos por las malas condiciones del mar.

Semana 50 (2012): Se han vertido finos esta semana, aunque tras el aviso recibido, la contrata ha sabido corregir convenientemente las proporciones de los materiales. Se recomienda separar con prudencia los materiales acopiados en el contradique, de forma que los 35 m restantes de dique en talud se hagan en las condiciones ambientalmente adecuadas.

Semana 49 (2012): Se recomienda separar mejor los materiales acopiados para evitar la conspicua pluma que se ha generado esta semana en la zona suroeste de la obra.

Semana 41 (2012): El material vertido es de calidad excelente; sin embargo, aún cumpliendo pero con los límites del pliego de condiciones técnicas respecto a la curva granulométrica, sería recomendable buscar una solución al tamaño de grano de la fracción más fina.



**Figura 16. Control de descargas de material el 10-1-2012 y el 19-2-2012.**

Semana 40 (2012): Los camiones siguen portando una capa de finos de protección para la caja que se suspende inmediatamente en el aire y en el agua, recomendamos reducir su proporción a la mínima posible.

Semana 38 (2012): La turbidez generada se puede reducir regulando la cantidad de finos que se usan para proteger la caja de los camiones de obra.

Semana 30 (2012): El reinicio de los vertidos después de tres semanas de inactividad, en momentos en los que el oleaje aún es notable, ha generado una evidente turbidez, es imperativo seleccionar mejor el material para evitar la suspensión de finos.

Semana 13 (2012): Las actividades de dragado por parte del contradique efectuadas a lo largo de la última semana han generado gran turbidez, por lo que es conveniente que se haga un esfuerzo añadido en la selección del material.

El principal problema, como se ha apuntado, es la presencia de material muy fino que genera luego la turbidez, y que no es fácil de reducir, máxime teniendo en cuenta que en muchos casos se cumple con la normativa. El OAG ejerce una presión continua en este sentido, y la Autoridad Portuaria controla la adecuación de los materiales, habiendo rechazado un total de 63 ca-



miones en las obras de abrigo y 37 en las del contradique. A lo largo del año se aprecia una evolución positiva con mayor proporción de calificaciones de material adecuado

### 3.2.3 Medidas correctoras de la turbidez

Para reducir la turbidez del agua, el PVA de Granadilla plantea las tres medidas correctoras que se relacionan, con los oportunos comentarios:

1. *Durante el vertido del material que conformará la banqueta que servirá de base a los cajones flotantes, se instalarán barreras flotantes de decantación cuya disposición en la obra será establecida por la Dirección de la misma.*

El 24 de enero se colocó frente al dique norte una barrera anticontaminación de las previstas en el Proyecto. La fuerte corriente de la zona mantiene sus faldones casi en superficie, restándole utilidad casi por completo. Este modelo no parece útil para situaciones de mar abierto, y el día 8 de marzo la barrera anticontaminación fue retirada debido a las malas condiciones meteorológicas.

Al final de la semana 13 se instaló un tramo de barrera anticontaminación, previamente al vertido de pedraplén en la banqueta del muelle de ribera, y en la semana 17 se instaló otra, donde se continuaba con los vertidos del contradique. Dicha barrera se soltó y perdió uno de sus anclajes durante el temporal de la semana 28. Comprobada su ineficacia, no se ha vuelto a colocar; además suponía un riesgo para los operarios.

Se ha adquirido un nuevo modelo de barrera que resiste 1,5 nudos, y se ha diseñado otro sistema de tren de fondeo. Se colocará cuando se inicien los vertidos del gánguil grande.



Antes (24/1/2012)



Después

2. *Antes de comenzar los rellenos se realizará un cerramiento perimetral previo de pedraplén. La ataguía de pedraplén se elevará hasta la cota de +5. Para su construcción se utilizará material de tamaño comprendido entre 1-20 kg (pedraplén). Una vez construido el cerramiento perimetral, se procederá al vertido de material hasta completar todo el volumen de la cubeta.*

Se ha procedido con corrección al cerrar un primer sector de la futura explanada, así como en la explanada menor del contradique (ya rellena). Ver Figura 5 y Figura 6.



3. *En ningún caso se permitirá la utilización como material de relleno del muelle de ribera, residuos tales como chatarras, ruedas, bidones, restos vegetales, etc.*

El OAG no ha registrado ninguna contravención de esta norma.

### 3.2.4 Dragados

El 22 de marzo de 2012 comenzó el dragado previsto de los fondos que serán ocupados por el muelle (contradique), y cuyas arenas son trasladadas y depositadas en la futura zona de relleno. Estos trabajos concluyeron el 28 de marzo de 2012.

Posteriormente, el 16 de noviembre comenzaron los dragados para obtener material destinado a rellenar los cajones del contradique.



**Figura 17. Draga rellenando uno de los cajones del contradique (12/12/2012)**

El dragado del fondo provoca gran turbidez local y el desenraizamiento de las sebas que allí crecen. Sus restos quedan flotando a la deriva, pudiendo alcanzar las playas y acumularse sobre ellas a modo de arribazones. Los sistemas costeros en estas orientaciones están preparados ecológicamente para procesar la necromasa de arribazones de seba y mujo.

La destrucción del sebadal local ocasionada durante los dragados es una de las consecuencias negativas y asumidas de la construcción de este puerto.



### 3.2.5 Mitigación de polvo y ruidos

Para mitigar el polvo en suspensión generado por las obras, el PVA plantea el riego de las superficies por las cuales se desplaza la maquinaria y en las zonas en las cuales se acopian los materiales. Asimismo, los camiones deberán circular con lona protectora para evitar la generación de polvo por rozamiento con el aire.

**Tabla 5. Calificación quincenal del material vertido**

Año 2012	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC												
Riego de pistas	R	R	R	M	M	M	M	B	B	B	R	B	M	M	M	B	M	B	M	R	M	B	B	B
Camiones con	R	R	B	R	R	R	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	-	-	-
Refuerzo del riego	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	M	B
Ruido extra	R	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

La verificación de estas medidas de mitigación se realiza con frecuencia quincenal, y su evaluación se expresa sintéticamente como B = bien, R = regular y M = mal. Estas calificaciones se acompañan de eventuales comentarios. Por ejemplo:



**Figura 18. Riego de los viarios con cuba y del material durante la carga**

Semana 7 (2012): Todos los camiones que han llegado a la obra en esta quincena lo han hecho con el toldo puesto. El riego en las diferentes zonas ha sido ocasional en los viarios, pero insuficiente en las zonas de acopio, como consecuencia el ambiente estaba cargado de más polvo del habitual en la obra.

Semana 11 (2012): La práctica totalidad de los camiones que vienen con materiales de fuera de la obra lo hacen con el toldo puesto, toldo que abren para dejar al descubierto el material durante la pesada y que luego no vuelven a cerrar para el transporte en el interior de la obra, lo que genera más polvo del deseable.

Semana 15 (2012): Algunos de los camiones quitan el toldo en las vías del polígono para evitar formar colas en la báscula; recomendamos evitar esta práctica.

Semana 28 (2012): Los materiales acopiados y desplazados en el recinto de las obras han formado grandes nubes de polvo debido a los fuertes vientos, a los camiones que circulan sin toldo y a la falta de riego en las zonas de acopio.



En noviembre, vista la ineffectividad y engorro de volver a colocar el toldo a los camiones después de pasar la inspección de materiales en la báscula, el OAG consideró las alternativas planteadas por la ute al uso del toldo en el recinto de las obra, sustituyéndola por aplicar riegos en la zona de carga, que es donde más polvo se genera. Esta alternativa, en función de los materiales y el viento, resultó ser la más eficaz entre las varias pruebas realizadas (aspersión, etc.).



Figura 19. Nube de polvo generada por las obras un día normal de viento (14/2/2012)



Figura 20. Nube de polvo levantada en la explanada un día de temporal de viento (27/11/2012)

En relación con el ruido, en la obra se procura que no exista maquinaria funcionando innecesariamente, ni que sus motores o silenciosos presenten defectos que provoquen más ruido del necesario. Respecto de esto último, el OAG no ha registrado incidencia alguna

### 3.2.6 Vertidos accidentales en la zona de obras

En el recinto de las obras, los cambios de aceite de la maquinaria deben realizarse en un lugar acondicionado. Si es el caso, un gestor autorizado deberá retirar los aceites usados en recipientes estancos. Los símbolos empleados para evaluar estas actividades son:

B = bien, R = regular, M = mal, 0 - no procede.

Vertidos 2012	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Severos												
Menores												
Ninguno	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aceites	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cambios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retirada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

La ute (unión temporal de empresas) que se ocupa de las obras del dique exterior viene realizando los cambios de aceite de su parque móvil, fuera del recinto de obras.

A lo largo de 2012 no se han detectado vertidos accidentales en la zona de obras.



### 3.2.7 Estado de la valla perimetral, señalización y suelo exterior

El correcto estado de la valla perimetral y de la señalización de las obras no sólo es un requisito de la normativa de seguridad en este tipo de obras, sino que impide o dificulta la entrada no deseada de personas o animales a su recinto. Igualmente, se hace un seguimiento de lo que ocurre en el suelo exterior contiguo a las obras, por si alguna actividad en dicho entorno pudiera tener incidencias ambientales negativas sobre la zona. En la tabla adjunta se indica el número de incidencias relevantes detectadas, que, eventualmente, serán comentadas al pie. La revisión se hace quincenalmente.

2012	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Vallado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Señalización	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suelo externo	0	1	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1

#### Comentarios:

Enero - 2012: El extremo sur de la valla perimetral, en la zona próxima al contradique, ha sido ampliada unos 5 metros siguiendo la línea de costa hacia el sur.

Febrero - 2012 (Quincena 2): El asfalto de la rotonda por la que se accede al dique (mota norte), está empezando a verse afectado por el tránsito de vehículos pesados, manifestando signos de desgaste. A su vez, la entrada al área de servicio de la ute "Obras de abrigo" desde la carretera del polígono está sucia y se aprecia un socavón en la zanja excavada para la conexión de los servicios.

Marzo - 2012 (Quincena 1): La ute "Obras de abrigo" ha realizado diligentemente las reparaciones oportunas en la entrada del área de servicio; sin embargo, el asfalto de la rotonda por la que se accede al dique (mota norte), sigue afectado por el tránsito de vehículos y por este mismo motivo ha acumulado gran cantidad de materiales granulares arrastrados que podrían suponer un peligro para la circulación.

Marzo - 2012 (Quincena 2): El asfalto de la rotonda por la que se accede al dique (mota norte) está degradándose con rapidez por el tráfico de vehículos pesados.

Septiembre - 2012 (Quincena 1): El asfalto de la rotonda por la que se accede al dique ha sido supervisado por técnicos de la contrata de obras de abrigo y afirman que está en condiciones de uso, pese a ello se realizarán controles periódicos.

Octubre - 2012 (Quincena 1): Las entradas de las áreas de servicio de las utes son irregulares y están sucias, al igual que la vía del polígono por la que se accede a ambas.

Incidencia: En la mañana del 23 de enero de 2012 se produjo un pequeño incendio en la parte posterior de la playa del Tanque del Vidrio, al sur de la zona de obras. La vegetación afectada corresponde a matorral halófilo y coincide con la zona donde habitualmente acampan lugareños.



### 3.2.8 Estado del balizamiento de la zona de obras en el mar

Para la seguridad del tráfico marítimo, el límite de las obras marítimas se señala con cuatro balizas de seguridad homologadas. A comienzos de año solo se habían instalado dos balizas; la tercera y cuarta (sur) se colocaron en las semana 20 y 22, respectivamente. El OAG hace un seguimiento semanal del buen estado y funcionamiento de estas balizas.

<b>Semana</b>	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Ausente	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Deteriorado																					
Correcto	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
<b>Semana</b>	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Ausente	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Deteriorado																					
Correcto	4	4	3	3	3	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4
<b>Semana</b>	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52								
Ausente	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	02								
Deteriorado																					
Correcto	4	4		4	3	3	3	4	3	3	3	4	4								

En la semana 7 el grillete de anclaje de la cadena de fondeo de la boya cardinal SW se rompió durante el fuerte temporal. La baliza, localizada entre la playa de La Pelada y la playa de la Batata, fue restituida a su posición original inmediatamente. En las semanas 27 y 44 ocurrió lo mismo, y en la 48 con la boya cardinal Este, que apareció en Puerto Colón. Estas incidencias coinciden con temporales y no queda otra opción que reponerlas cuando quedan liberadas.

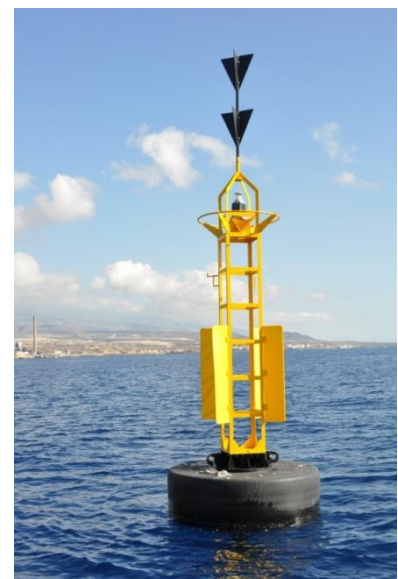


Figura 21. Ubicación aproximada de las balizas que delimitan la zona de obras



### 3.3 Calidad atmosférica

#### 3.3.1 Condiciones meteorológicas locales

Las condiciones meteorológicas son objeto de seguimiento para conocer las circunstancias ambientales, su evolución natural y, sobre todo, las variaciones fenológicas que pudieran afectar no solo a los otros parámetros objeto de seguimiento, sino a la propia operatividad del puerto o al desarrollo de situaciones especiales de emergencia (derrames, etc.). El OAG cuenta con una estación meteorológica instalada en la boya oceanográfica, a 420 m de la costa, frente a la parcela del ITER al pie de Montaña Pelada, y otra ubicada en su estación ecológica de Granadilla, que entró en funcionamiento a finales de 2012 y cuyos datos aún no se han integrado en el módulo de visualización.

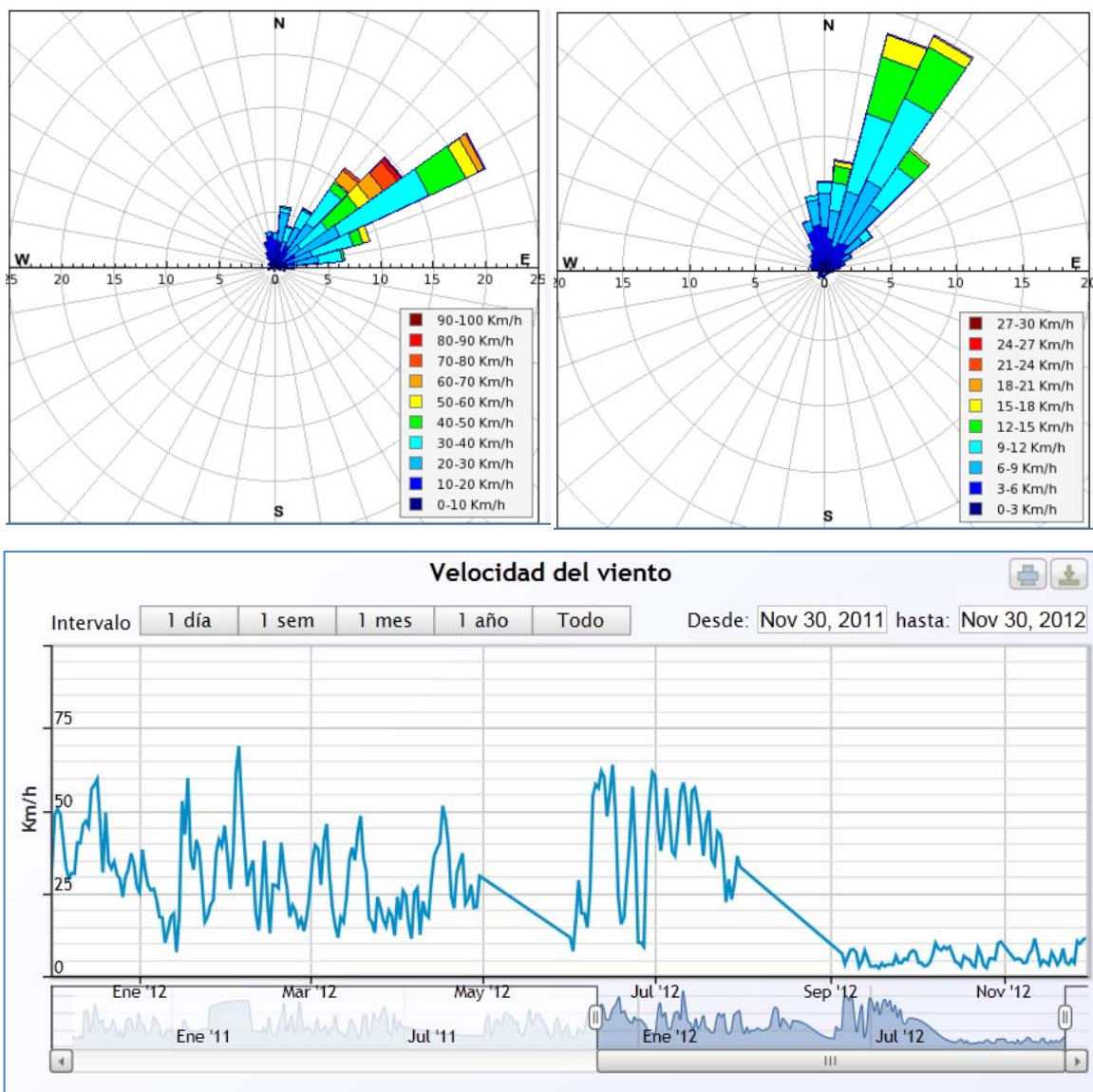


Figura 22. Rosa de los vientos del mes de febrero (izquierda) y diciembre (derecha), y velocidad del viento a lo largo del año 2012 hasta noviembre (línea recta, período de mantenimiento de la boya).



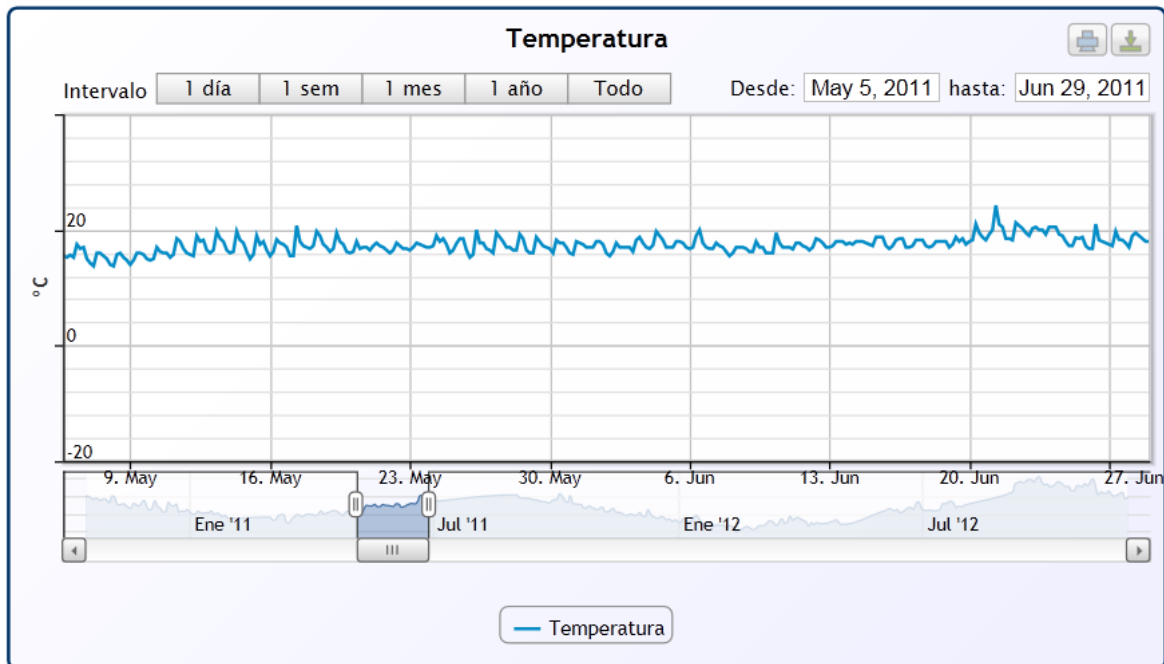


Figura 23. Ejemplos de los registros de temperatura y presión atmosférica en la boya de Granadilla.

La información se ofrece en la página web del OAG mediante un sistema de doble gráfica que permite elegir la estación y el parámetro de interés, modificando a voluntad el periodo de análisis. Este sistema se ha adoptado para facilitar la comparación entre estaciones o parámetros. En el caso de la boya oceanográfica, los datos se pueden consultar directamente en tiempo real; en la estación de tierra, son diferidos y se prevé conectar en directo a lo largo de 2013.



### 3.3.2 Partículas en suspensión (polvo)

El PVA contempla un seguimiento de las partículas en suspensión en la zona de obras, cuya intensidad se consideró excesiva y ya fue modificada con ocasión de las revisiones en los informes previos. Según el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire (Anexo I-C), la inmisión de partículas PM10 no debe superar el límite de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de concentración en 24 horas en más de 35 ocasiones al año, ni una media anual de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sin embargo, los niveles naturales de polvo en la zona son altos, debiendo atribuirse este hecho a los frecuentes vientos fuertes que levantan polvaredas en la zona de Granadilla, así como a irrupciones de polvo africano arrastrado por los vientos del este (harmatán).

El OAG emplea captadores de bajo volumen automáticos y secuenciales LVS16 con cabezal PM10 (de hasta 16 filtros con 47 mm de  $\varnothing$  de haz), ajustados a la normativa europea de captadores de bajo volumen (ICEN-14907). Los captadores están instalados en la parcela de UNELCO (al norte de la zona de obras para la estimación de niveles basales), en la parcela del OAG (en plena zona de obras) y en la parcela del ITER (al sur de la zona de obras), siguiendo la dirección NE-SW normal de los alisios. El captador “Unelco” estuvo sin suministro eléctrico los primeros cinco meses del año y el de la parcela del OAG recibió suministro eléctrico permanente en diciembre, entrando en funcionamiento en enero de 2013.

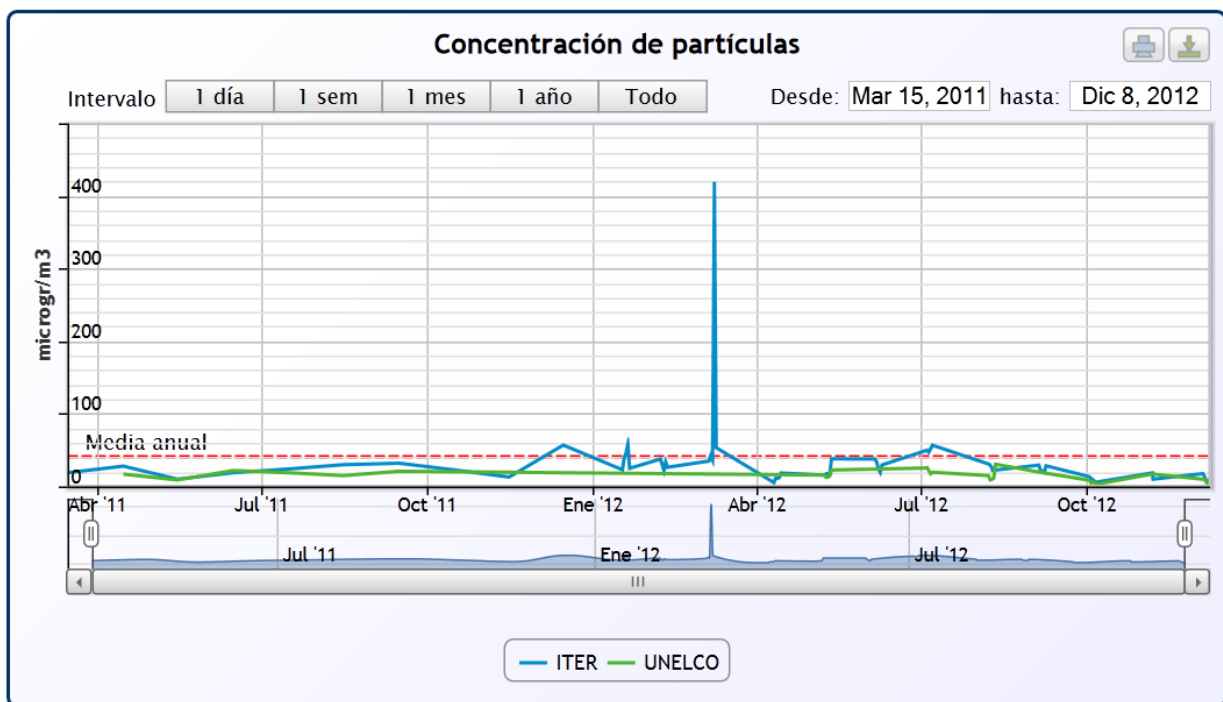


Figura 24. Medidas del polvo PM10 durante el año 2011 y 2012. La línea roja marca el límite de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . El pico de marzo coincide con una tormenta de polvo sahariano.

La periodicidad de las mediciones consiste en cuatro muestreos mensuales de 24 horas de duración, distribuidos dentro de la misma semana (no necesariamente correlativos). El valor diario (media de los cuatro días) se presenta para cada mes en la gráfica adjunta.



- En la estación Unelco, usada como referencia, no se ha superado el límite de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  desde el inicio de las mediciones, ni tampoco la media anual de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , llegando incluso a bajar en 2012.
- En la estación Iter, a barlovento de la obra, no se ha superado la media anual permitida, sin embargo, ésta ha aumentado casi un 33 % en 2012 respecto a 2011. Además, se ha superado el límite diario en siete ocasiones; tres en 2011 y cuatro en 2012, destacando un pico de 409,77  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ocurrido entre el 8 y el 9 de marzo de 2012, que coincide con una importante irrupción de polvo sahariano.
- Los niveles de polvo medidos en la estación Iter varían de forma proporcional a como lo hacen las importaciones de materiales externos a la obra (ver apartado correspondiente), coincidiendo el pico de marzo y las otras medidas por encima de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con los periodos de mayor tráfico de materiales.

Año 2011	Captador "Iter"	Captador "Unelco"
Nº de medidas	62	30
Periodo	Marzo-Diciembre	Abril-Septiembre
Medidas > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3	0
Media anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24,36	17,63
Año 2012	Captador "Iter"	Captador "Unelco"
Nº de medidas	53	27
Periodo	Enero-Diciembre	Mayo, Julio-Diciembre
Medidas > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4	0
Media anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	32,37	13,43

Durante el 2012 no se obtuvieron series continuas de datos en todas las estaciones debido a problemas técnicos. Sin embargo, son suficientes para evidenciar que los movimientos de materiales en la obra influyen sobre el área colindante a barlovento (ver § 3.4.3 de vegetación).



Tal como se expone en el apartado 3.2.5, el grado de cumplimiento de las medidas destinadas a mitigar el polvo por parte de las utes ha sido irregular. Pese a ello, no se han superado los límites establecidos por la ley para partículas PM10 con efecto sobre la salud humana, y tampoco existen poblaciones próximas en la estela de la obra generada por el viento dominante (NE-SW).

Las partículas medidas suponen solamente una fracción del polvo en cuanto a tamaño. Los efectos del polvo en su conjunto han de ser observados en la vegetación local (ver apartado correspondiente).

Figura 25. Imagen de Meteosat del 8 de marzo de 2012.



### 3.3.3 Niveles sonoros

El PVA estipula la medición de los niveles sonoros un día cada mes (durante tres minutos), además de tres campañas al año de 15 días de duración (se presentan en gráficas separadas). A tal fin, el OAG emplea un sonómetro Cesva SC160 (tipo2) homologado. Los parámetros a medir y los valores de referencia obtenidos del informe de la fase previa del programa de vigilancia ambiental (2007 y 2008) son:

Abreviatura	Concepto	Nivel diurno (2007)	nocturno (2007)	Nivel diurno (2008)	nocturno (2008)
<b>NS med</b>	Nivel medio de sonido integrado	57,3 dB	53,75 dB	65,00 dB	64,30 dB
<b>NS máx</b>	Máximo nivel de presión sonora	61,65 dB	56,65 dB	71,51 dB	75,00 dB
<b>NS mín</b>	Mínimo nivel de presión sonora	54,65 dB	50,85 dB	57,15 dB	57,70 dB
<b>NS pico</b>	Máximo nivel de pico de presión sonora	88,4 dB	84,35 dB	89,50 dB	90,70 dB

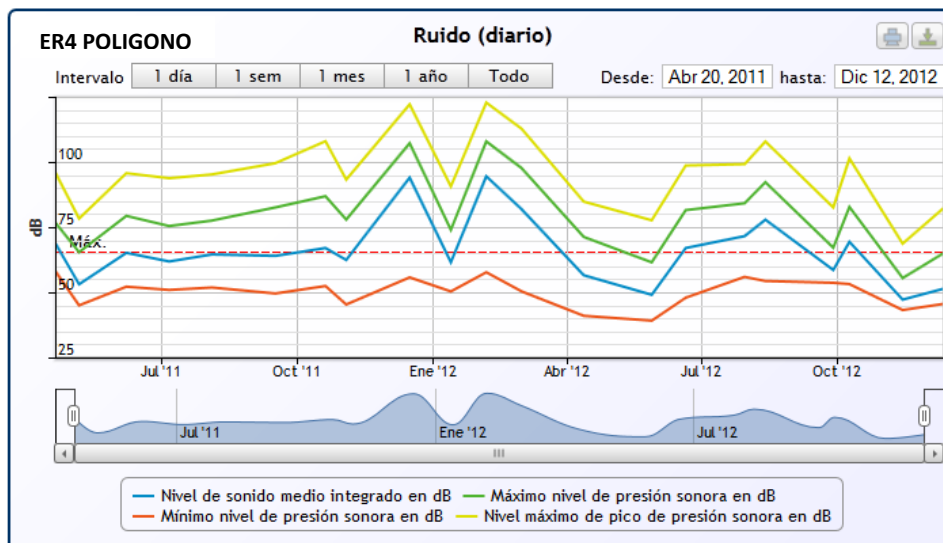
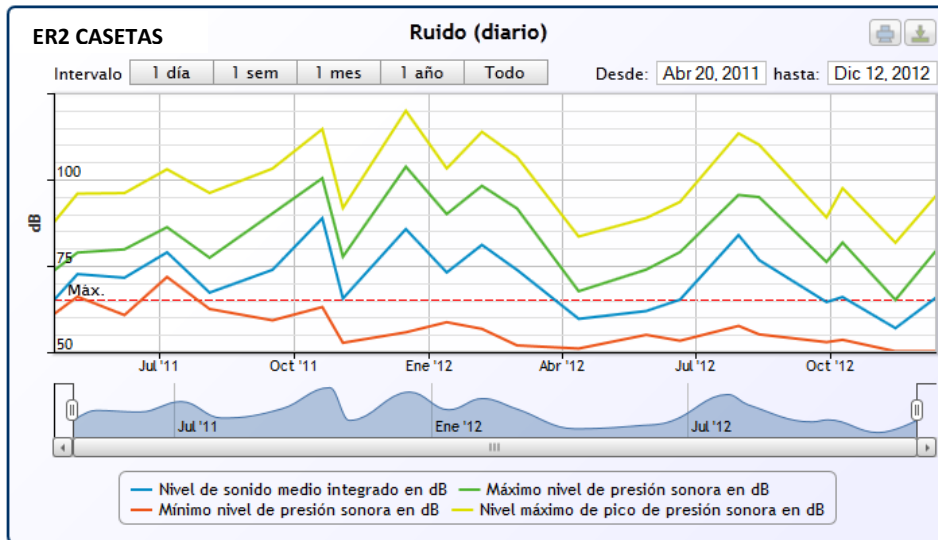
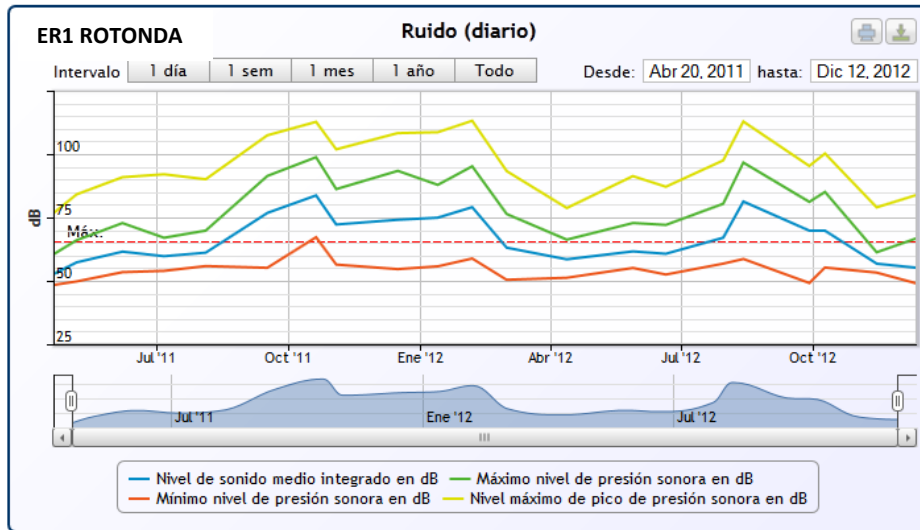
La medición del nivel sonoro nocturno se ha descartado de momento, por ser horario en el que no se trabaja en las obras, y a falta de estipulaciones específicas para polígonos industriales, se ha tomado la «Ordenanza municipal sobre protección del medio ambiente urbano contra la emisión de ruidos y vibraciones» del Ayuntamiento de Granadilla (BOP 26, 20 de febrero de 2006) como referente. Dicha norma establece niveles máximos de presión sonora (NS máx) aceptables entre las 8:00 y 22:00 horas:

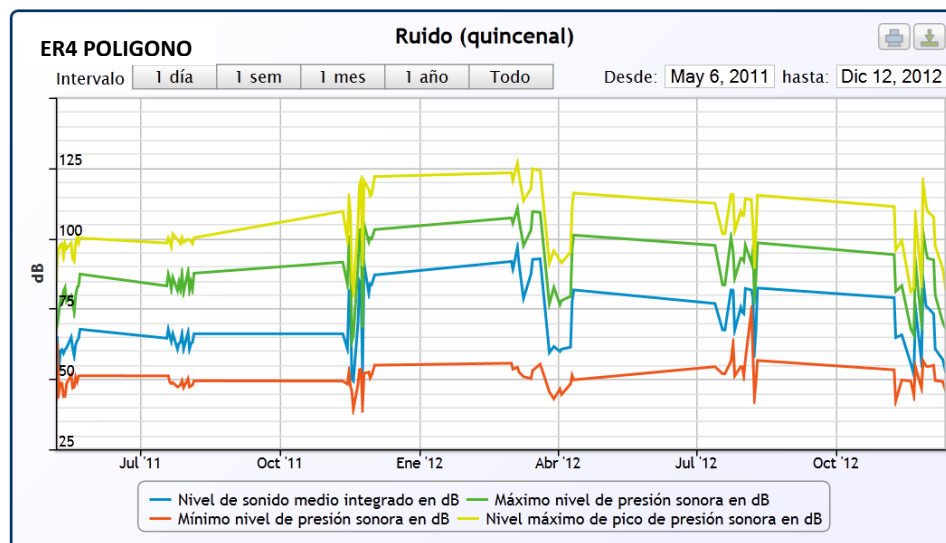
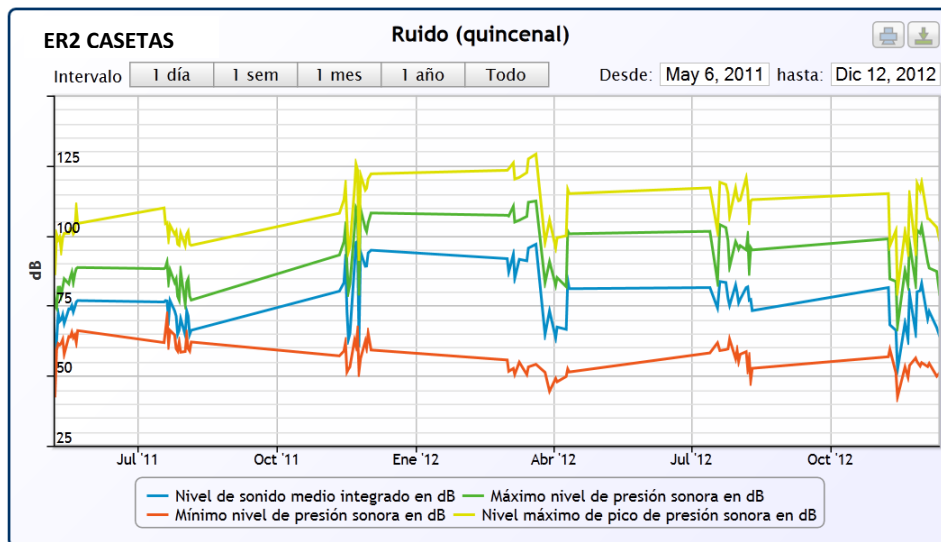
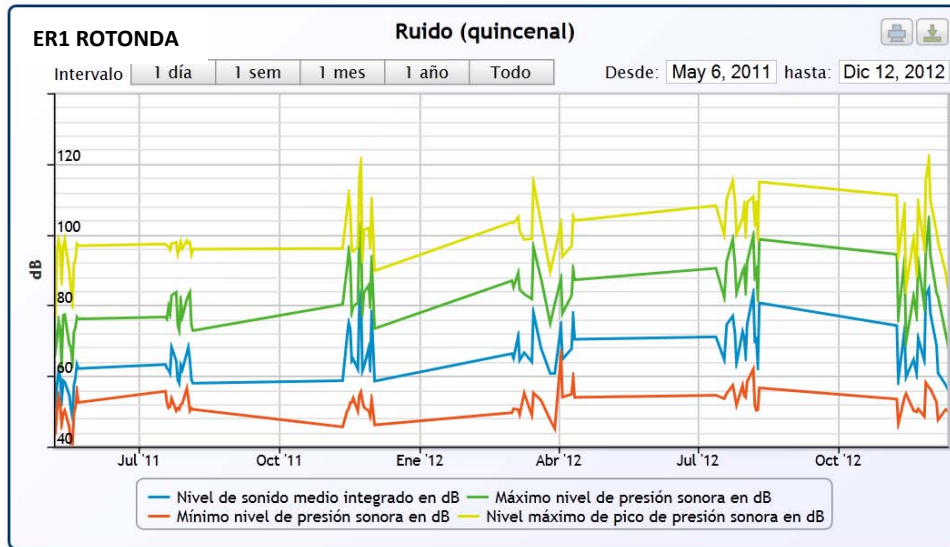
- Será de 65 db en instalaciones industriales (línea roja horizontal en la gráfica).
- Para obras y construcciones no podrá ser superior a 80 db a 1,5 m de los equipos empleados (martillos neumáticos, excavadoras y compresores).
- Cuando el ruido de fondo ambiental este comprendido entre 5 y 10 db más de los máximos indicados, el foco no podrá incrementar el ruido de fondo en más de 2 db.

### Resultados

Las obras del puerto de Granadilla tienen un efecto significativo sobre los niveles de ruido en el polígono industrial de Granadilla, suponiendo un aumento efectivo de los mismos, independientemente del periodo de medida (diario o quincenal).

- Las mediciones mensuales del máximo nivel de presión sonora en un minuto han superado en el 65,7 % de las ocasiones los niveles basales de 71,51 db medidos en 2008, y las mediciones quincenales lo han hecho en el 91,5%.
- Dichos niveles de diarios (1') y quincenales (5') superan en el 81,5 % y 98% de las ocasiones, respectivamente, los límites establecidos por la ordenanza municipal para instalaciones industriales en el medio urbano, y en el 50 % y 81,3 % si tenemos en cuenta que se trata de una obra, aunque las mediciones se realicen a más de 1,5 m de la maquinaria.







- Las mediciones diarias de un minuto han arrojado resultados similares en las tres estaciones a lo largo de todo el año, fluctuando los valores de la misma forma en los diferentes periodos y coincidiendo con los de mayor actividad o movimiento de materiales en la obra.
- El promedio de las mediciones de máximo nivel de presión sonora en las campañas quincenales ha sido un 25-30 % superior al de las campañas mensuales.

**Tabla 6. Número de veces que se supera el máximo nivel de presión sonora en las distintas estaciones**

2012 NS máx	Total de medidas	Superan 65 db	Proporción	Superan 73,51 db	Proporción	Superan 80 db	Proporción
<b>ER1 - 1 minuto</b>	36	29	80,6%	25	69,4%	15	41,7%
<b>ER1 - quincenal</b>	270	268	99,3%	247	91,5%	208	77,0%
<b>ER2 - 1 minuto</b>	36	31	86,1%	27	75,0%	21	58,3%
<b>ER2 - quincenal</b>	270	265	98,1%	262	97,0%	249	92,2%
<b>ER4 - 1 minuto</b>	36	28	77,8%	19	52,8%	18	50,0%
<b>ER4 - quincenal</b>	270	261	96,7%	232	85,9%	201	74,4%
<b>Promedio 1 minuto</b>	108	88	81,5%	71	65,7%	54	50,0%
<b>Promedio quincenal</b>	810	794	98,0%	741	91,5%	658	81,2%
<b>Promedio total</b>	918	882	88,1%	812	78,6%	712	65,6%

La ordenanza municipal referida tiene por finalidad velar por la calidad sonora del medio urbano y protegerla de los ruidos de cualquier actividad, establecimiento u obra en el término municipal de Granadilla de Abona. Las obras del nuevo puerto no se ubican en el medio urbano, sino en un polígono industrial muy alejado de cualquier centro poblado. No queda claro, pues, si son de aplicación los límites establecidos para obras (80 db a 1,5 m de la maquinaria) ni cómo medirla en un perímetro tan amplio en el que la maquinaria se desplaza constantemente. De ahí que el OAG considere como una unidad y haga las mediciones en la vía del polígono perimetral a la obra, por la que circula la maquinaria pesada asociada al puerto, la vinculada con las industrias circundantes y a la que también llega el ruido producido por los aviones del cercano aeropuerto Reina Sofía.

Como es de esperar, el ruido se ha incrementado en comparación con la situación previa a las obras, pero sin mayor trascendencia ecológica para las comunidades biológicas de la periferia. El efecto del ruido producido sobre la salud de las personas en el recinto de las obras es objeto de atención por parte del plan de seguridad y salud, y las mediciones registradas y expuestas en la página web del OAG pueden servir de ayuda a tal fin.

Procede, pues, continuar con la vigilancia por si se alcanzaran niveles de ruido perjudiciales. Sin embargo, las campañas mensuales de medición ofrecen suficiente información para cumplir con este propósito (se puede aumentar su frecuencia) y no parece justificado realizar campañas quincenales ya que la información generada va siempre en el mismo sentido y, además, no aportan opciones de modulación viables para las actividades constructivas (no se puede hacer menos ruido picando piedra en un acopio).



## 3.4 Medio terrestre

### 3.4.1 Yacimientos arqueológicos

El plan de seguimiento se centra en la vigilancia de cinco yacimientos externos al área afectada por el puerto de Granadilla, aunque en sus proximidades. Cada trimestre y desde agosto de 2010 se viene evaluando su estado general (sin alterar/ algo alterado/ alterado/ dañado / destruido), con el siguiente resultado:

Yacimiento	TA422	TA764	TA765	TA767	TA768
<b>Tipo</b>	Conchero	Petroglifo	Conchero	Comp. ergológico	Conchero
<b>Ubicación</b>	Bco. del Charcón	Bco. del Charcón	Cueva del Trigo	Bco. del Charcón	Bco. del Charcón
<b>Ago. 2010</b>	Sin alterar	Sin alterar	Sin alterar	Sin alterar	Sin alterar
<b>Nov. 2010</b>	Sin alterar	Sin alterar	Algo alterado	Sin alterar	Algo alterado
<b>Ene. 2011</b>	Sin alterar	Sin alterar	Alterado	Sin alterar	Alterado
<b>Mar. 2011</b>	Sin alterar	Sin alterar	Alterado	Sin alterar	Alterado
<b>Jun. 2011</b>	Sin alterar	Sin alterar	Alterado	Sin alterar	Alterado
<b>Nov. 2011</b>	Sin alterar	Sin alterar	Alterado	Sin alterar	Alterado
<b>Ene. 2012</b>	Sin alterar	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
<b>Abr. 2012</b>	Algo alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
<b>Jul. 2012</b>	Algo alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado
<b>Oct. 2012</b>	Algo alterado	Sin alterar	Alterado	Algo alterado	Alterado

Se han producido alteraciones menores en todos los yacimientos, con la excepción del TA746. De los indicios presentes se deduce que dichas alteraciones derivan de fenómenos climáticos:

- La escorrentía superficial tras los episodios de lluvia, que produce afloramiento y arrastre de los elementos enterrados. Ha afectado especialmente a las estaciones TA767 y TA422.
- La exposición a la maresía, sobre todo con ocasión de los temporales de viento y olas, que son frecuentes en la zona. Afecta a las estaciones TA765 y TA768.
- El arrastre de basuras cuando corren los barrancos. Destaca el punto TA768, que recibe las basuras acumuladas en el barranco del Charcón.

Las actividades de las personas son también causa de alteración de los yacimientos y, aunque las señales de acampada y los indicios del tránsito de personas en TA765 y TA768 han sido menos frecuentes en 2012 que en 2011 –quizás por efecto del viento–, la cantidad de basura acumulada ha sido aproximadamente la misma (botellas de plástico, bolsas conteniendo desperdicios, restos de rejillas, etc.).

El único yacimiento que permanece sin alteraciones es el petroglifo de la estación TA764, al que, de momento, solo le afecta la normal meteorización de la roca.





**Figura 26.** Estación TA422: Conchero del barranco del Charcón. Ubicación relativa de elementos 2011 (izquierda) y 2013 (derecha).



**Figura 27.** Estación TA765: Conchero Cueva del Trigo. Variación relativa y presencia de basura 2011 (izquierda) y 2013 (derecha).



**Figura 28.** Estación TA767: Complejo ergonómico del Charcón. Ubicación relativa de elementos 2011 (izquierda) y 2013 (derecha)



**Figura 29.** Estación TA768: Conchero barranco del Charcón. Ubicación relativa de elementos 2011 (izquierda) y 2013 (derecha).



**Figura 30.** Estación TA764 (Barranco del Charcón), petroglifos inalterados en 2012.

Recuérdese que después de haberse realizado el estudio de los yacimientos arqueológicos en la zona, la dimensión del puerto de Granadilla sufrió un recorte drástico, y las obras del puerto no interactúan con el estado de conservación de los yacimientos por lo que no parece justificado mantener el actual régimen trimestral de inspección. No obstante, se mantendrá dicho régimen en previsión del inicio de las obras de desmonte del Polígono Industrial, y más adelante se evaluará si puede reducirse a dos visitas al año.



### 3.4.2 Avifauna

Uno de los objetivos del PVA es controlar y disminuir el impacto negativo que puedan ocasionar los movimientos de tierra a la avifauna nidificante. Las labores de desbroce de los terrenos fueron realizadas en 2010 antes de la época de nidificación. Finalizados estos trabajos, los terrenos no reúnen ya condiciones para albergar fauna ornítica, tanto por la alteración radical de su hábitat como por el permanente trasiego de maquinaria y personas.

**Tabla 7. Especies de aves presentes en el recinto de las obras en el periodo 2011-2012.**

Especie	2011	Sep	Oct	Nov	Dic	2012	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Caminero		8/a	1/a	7/a	-		-	5/a	1/a	3/a	-
Gaviota patiamarilla		19/va	63/va	19/va	11/va		86/d	1/d	1/a	285/da	74/d
Alpispá		-	-	-	-		-	-	-	-	-
Zarapito trinador		1/a	-	-	-		-	-	-	-	-
Charrán patinegro		-	-	-	1/a		-	-	-	-	-
Paloma común		-	-	-	-		-	3/a	-	-	-
Total ejemplares		28	64	26	12		86	6	2	288	74

Abreviaturas: **00** = nº ejemplares / **v** = en desplazamiento, **a** = buscando alimento, **c** = cortejo, **n** = nidificando, **d** = descansando

Las especies más comunes en el puerto de Granadilla son la gaviota patiamarilla (*Larus cachinans*) y el caminero (*Anthus bertheloti*), especies cuya presencia ha experimentado variaciones a raíz del desarrollo de las obras.

- La abundancia de las gaviotas ha aumentado sensiblemente, probablemente debido a la mayor disponibilidad de alimento tras el cierre de las ataguías del dique, además de la protección frente viento que les brinda la propia infraestructura.
- La abundancia de camineros ha bajado debido a la profunda alteración del terreno, sin embargo, aún se observan algunos en la zona colindante con UNELCO, los cuales se acercan al mediodía a los módulos de obra para alimentarse de los restos de la comida de los obreros.

Durante el 2011 se avistaron un zarapito trinador (*Numenius phaeopus*) y un charrán patinegro (*Thalasseus sandvicensis*) buscando alimento, pero no se han sido visto en 2012, aunque sí tres palomas comunes (*Columba livia*) que parecían estar de paso.

En definitiva, las aves observadas se desplazaban cruzando la zona o buscando alimento, y ninguna mostró señales de estar nidificando en la zona. El medio natural está tan alterado y la actividad humana es tan intensa que solo las especies con hábitos oportunistas o muy comunes en Granadilla, se dejan ver en el recinto de las obras.



**Figura 31.** Gaviotas descansando en la zona de relleno del dique (8-11-2012)



**Figura 32.** Caminero buscando alimento en una de las vías del puerto (3-11-2011)

De momento, el OAG mantendrá la vigilancia por si se produjera algún anidamiento, algo que se considera muy poco probable en las circunstancias actuales.



### 3.4.3 Vegetación terrestre

El PVA plantea el seguimiento de la vegetación en dos parcelas próximas, situadas a 80 m (Parcela C) y 860 m (Parcela B) al SW de las obras, y una más alejada (1,9 km), en Montaña Pelada, que actúa de parcela testigo (A).

Las parcelas tienen 10 m de lado y cada dos años se registra el número de ejemplares de cada especie vegetal presente, a efectos de calcular la diversidad (sin contar herbáceas anuales) y ver su variación en el tiempo. Dado que la parcela (B) de Tanque de Vidrio (70 m<sup>2</sup>) es objeto de seguimiento vinculado a la medida compensatoria relacionada con la piñamar (*Atractylis preauxiana*) y que la vegetación encontrada no es comparable con la de las otras dos parcelas, ya se optó en el pasado por suspender su seguimiento para esta acción.



Figura 33. Parcela A – Montaña Pelada



Figura 34. Parcela C – Playa del Medio

En la tabla adjunta se refleja el resultado de los inventarios realizados frente a los de 2010, y se señalan con un asterisco y fondo azul claro aquéllas especies que son indicadores de estabilidad, y cuya desaparición implicaría un cambio significativo en la composición florística.

Tabla 8. Resultado de los inventarios de flora realizados en el periodo 2011-2012.

Especie	Parcela A - Montaña Pelada		Parcela C - Playa del Medio	
	Julio 2010	Julio 2012	Febrero 2010	Marzo 2012
<i>Aizoon canariensis</i>	2		27	
<i>Anagallis arvensis</i>			58	
<i>Argyranthemum frutescens</i>	4	3		
<i>Aristida adscensionis</i>				11
<i>Aristida</i> sp.		3	11	
<i>Atalanthus</i> sp.	4	2		
<i>Atriplex glauca</i>			5	11
<i>Atriplex semibaccata</i>			12	



<i>Beta patellaris</i>			17	
<i>Cenchrus ciliaris</i>	15	3	21	
<i>Ceropegia fusca*</i>	10	4	3	4
<i>Cynopodon dactylon</i>			2	
<i>Euphorbia balsamifera*</i>	17	20	37	32
<i>Euphorbia canariensis*</i>	3	3		
<i>Euphorbia regis-jubae</i>	25	20		
<i>Frankenia laevis*</i>				
<i>Gymnocarpos salsoloides</i>		46	5	
<i>Helianthemum canariense</i>	1	7		
<i>Heliotropium ramossissimum</i>				
<i>Hyparrhenia hirta</i>	300	444	17	9
<i>Ifloga spicata</i>	3	120		
<i>Launaea arborescens</i>	2	2	1	
<i>Lotus sessilifolius</i>	14	7	2	
<i>Lotus sp.</i>			1	
<i>Medicago laciniata</i>			1	
<i>Mesembrianthemum nodiflorum</i>			80	
<i>Micromeria hyssopifolia</i>	37	11	55	60
<i>Minuartia sp.</i>			350	
<i>Monanthes pallens*</i>	2	2		
<i>Notholaena sp.</i>		2		
<i>Periploca laevigata</i>	13	1		
<i>Plantago afra</i>	5		muchos	
<i>Plocama pendula*</i>	19	10	1	2
<i>Polycarpaea divaricata</i>			2	
<i>Polycarpaea nivea*</i>				
<i>Schizogyne sericea</i>	45	3	3	34
<i>Scilla haemorrhoidalis</i>	100	14	2	
<i>Senecio glaucus coronopifolius</i>			52	
<i>Senecio kleinia</i>			1	
<i>Stipa capensis</i>			2	
<i>Tetrapogon villosus</i>			2	
<b>Total ejemplares</b>	<b>621</b>	<b>727</b>	<b>770</b>	<b>163</b>
<b>Cobertura general</b>	<b>65%</b>	<b>42%</b>	<b>60%</b>	<b>40%</b>
<b>Índice de Margalef</b>	<b>0,44</b>	<b>0,46</b>	<b>0,52</b>	<b>0,36</b>



El índice de diversidad de Margalef  $k$  va de 0 (mínima) a 1 (máxima), según la fórmula  $S=N^k$ , donde  $S$  es el número total de especies presentes en la parcela (sin contar las herbáceas anuales) y  $N$  el número total de ejemplares (de las especies consideradas). La variación temporal de la diversidad se representará en una gráfica cuando se disponga de más valores.

### Parcela A –Montaña Pelada (control)

1. Muestreo inicial (2010) en julio – muestreo control (2012) también en julio.
2. La cobertura general ha caído aproximadamente en un 20 %.
3. Los niveles de diversidad vegetal calculados en base al índice de Margalef se mantienen estables (se da un ligero aumento del 4,5 %).
4. La abundancia total ha aumentado un 17 %.
5. La abundancia de especies indicadoras de estabilidad: ha aumentado en una especie (*Euphorbia balsamifera*), se mantiene estable en dos (*Euphorbia canariensis*; *Monanthes pallens*) y ha disminuido en dos (*Ceropegia fusca*; *Plocama pendula*).
6. Del resto de las especies:
  - 2 han desaparecido (*Aizoon canariensis*; *Plantago afra*).
  - 3 se han asentado (*Aristida* sp.; *Gymnocarpos salsoloides*; *Notholaena* sp.)
  - 6 han disminuido su abundancia.
  - 4 han aumentado su abundancia.
  - 3 se mantienen estables.

### Parcela C – Playa del Medio

1. Muestreo inicial (2010) en Febrero – muestreo control (2012) en marzo.
2. La cobertura general ha caído aproximadamente en un 20 %
3. Los niveles de diversidad vegetal calculados en base al índice de Margalef han disminuido un 31 %.
4. La abundancia total ha bajado un 80 %.
5. La abundancia de especies indicadoras de estabilidad: ha aumentado en 2 especies (*Ceropegia fusca*; *Plocama pendula*) y ha disminuido 1 (*Euphorbia balsamifera*).
6. Del resto de las especies:
  - 21 han desaparecido (*Aizoon canariensis*; *Anagallis arvensis*; *Aristida* sp.; *Atriplex semibaccata*; *Beta patellaris*; *Cenchrus ciliaris*; *Cynopodon dactylon*; *Gymnocarpos salsoloides*; *Launaea arborescens*; *Lotus sessilifolius*; *Lotus* sp.; *Medicago laciniata*; *Mesembrianthemum nodiflorum*; *Minuartia* sp.; *Plantago afra*; *Polycarpaea divaricata*; *Scilla haemorrhoidalis*; *Senecio glaucus coronopifolius*; *Senecio kleinia*; *Stipa capensis*; *Tetrapogon villosus*).
  - 1 ha llegado (*Aristida adscensionis*)
  - 2 han disminuido su abundancia.
  - 5 han aumentado su abundancia.
  - Ninguna se ha mantenido estable.



**Tabla 9. Tabla sintética de variaciones en la vegetación de las parcelas.**

Conceptos	Parcela A	Parcela C
Muestreo	Julio 2010 – Julio 2012	Febrero 2010 – Marzo 2012
Cobertura general	Baja 20 %	Baja 20 %
Diversidad	Estable – aumenta 4,5 %	Baja 31 %
Abundancia total	Aumenta 17 %	Baja 80 %
Abundancia especies indicadoras	Aumenta 1 sp.	Aumenta 2 spp.
Abundancia resto de las especies	Desaparecen 2 spp.	Desaparecen 21 spp.

La parcela en estudio (C) y la parcela control (A) se supervisaron en épocas diferentes del año y eso hace que los resultados sean más difíciles de comparar. De cara al futuro los inventarios se realizarán en la misma época del año, preferiblemente en febrero, manteniendo flexibilidad para escoger una situación fenológica propicia, pues la activación vegetativa depende mucho de las lluvias que son muy variables de año en año.

- La caída de la cobertura vegetal en ambas parcelas apunta hacia un efecto del prolongado periodo de extrema aridez en la zona, con ausencia de lluvias en el otoño de 2011 e invierno de 2012<sup>4</sup>.
- En la parcela próxima a la obra (C) la diversidad disminuyó en un 31% y la abundancia en un 80 %, mientras que en la parcela de control (A) la diversidad aumentó en un 4,5% y la abundancia en un 17%.
- De las 21 especies que estaban presentes en la parcela C en el periodo de referencia, y que ahora han desaparecidos, hay varias que son leñosas (*Gymnocarps*, *Launaea*, *Senecio glaucus* y *S. kleinia*) con lo que su ausencia no cabe atribuirla, en principio, a la ausencia de lluvia, que si puede explicar la ausencia de terófitos.

Esta situación diferencial en el área de estudio es atribuible a la influencia de las obras que, de algún modo (polvo, p. ej.) somete a estrés a las comunidades biológicas colindantes.

### 3.4.4 Deposición de polvo sobre la vegetación

Para hacer un seguimiento del nivel de deposición de polvo sobre la vegetación, el PVA ha seleccionado el bala (*Plocama pendula*) como especie indicadora, escogiendo para su muestreo los ejemplares de una parcela situada a 180 m (Playa de La Caleta) de la zona de obras y otra a 700 m de distancia (Playa del Medio). La frecuencia de muestreo es anual, debiendo realizarse antes de las lluvias otoñales.

La metodología aplicada se explicó en el informe anual de 2011. El valor de la tabla se corresponde con el peso del polvo (mg) depositado sobre un kilo de hojas de bala (extrapolado a partir de 20 gramos de hojas de diez ejemplares de bala, tomados a un metro del suelo).

---

<sup>4</sup> Las precipitaciones registradas en año 2012 son de 84 mm y corresponden al período otoñal





Los datos obtenidos en 2011 por el OAG son difíciles de comparar con la valoración – niveles de deposición bajos– aportada por el ICIAC<sup>5</sup> en 2007, en la que se empleó un método algo diferente y la parcela elegida estaba más distante de las obras. Sin embargo, en 2011 ya había un 17% más de polvo en la parcela de La Caleta elegida por el OAG que en la parcela control, lo cual no era de extrañar.

**Tabla 10. Polvo en depositado sobre la vegetación de las parcelas (ver explicación en el texto).**

Año	2011	2012	2013	2014	2015
Fecha de muestreo	6 Oct.	19 Oct.			
Polvo en Playa de La Caleta	13,78	17,32			
Polvo en Playa del Medio	11,25	8.77			
Color de lavado Playa de La Caleta	4	4			
Color de lavado Playa del Medio	3	2			

Durante el periodo 2011-2012 la deposición de polvo en el balo ha aumentado un 25 % en la parcela próxima al puerto (La Caleta) y ha disminuido en un 22 % en la más alejada (Playa del Medio) . Este aumento significativo en la primera, sumado a la ausencia de otras fuentes diferenciales de polvo y la proximidad de las obras, indican claramente que su relación con éstas.



**Figura 35.** Muestras del lavado de las hojas de balo, con índice 2 (izquierda) y 4 (derecha)

El color del lavado de las hojas (en 550 ml de agua) se expresa con la siguiente escala: 1 = transparente, 2 = agua turbia, 3 = marrón traslúcido, 4 = marrón opaco con visión de sombras al trasluz, y 5 = marrón opaco sin visión de sombras al trasluz.

En ambas parcelas las plantas mostraban estrés hídrico debido a la prolongada ausencia de lluvias, aunque los balos de La Caleta son más bajos y de hojas más cortas.

Cabe señalar que el incremento en deposición de polvo puede ser perfectamente la causa que ha provocado la caída de diversidad en la parcela dedicada al seguimiento de la vegetación (C), que es casi contigua a la de La Caleta.

<sup>5</sup> ICIAC. 2007. Plan de vigilancia del puerto industrial de Granadilla. Seguimiento de la deposición de partículas (parámetros macroscópicos). ICIAC, Tenerife, Canarias, 6 pp

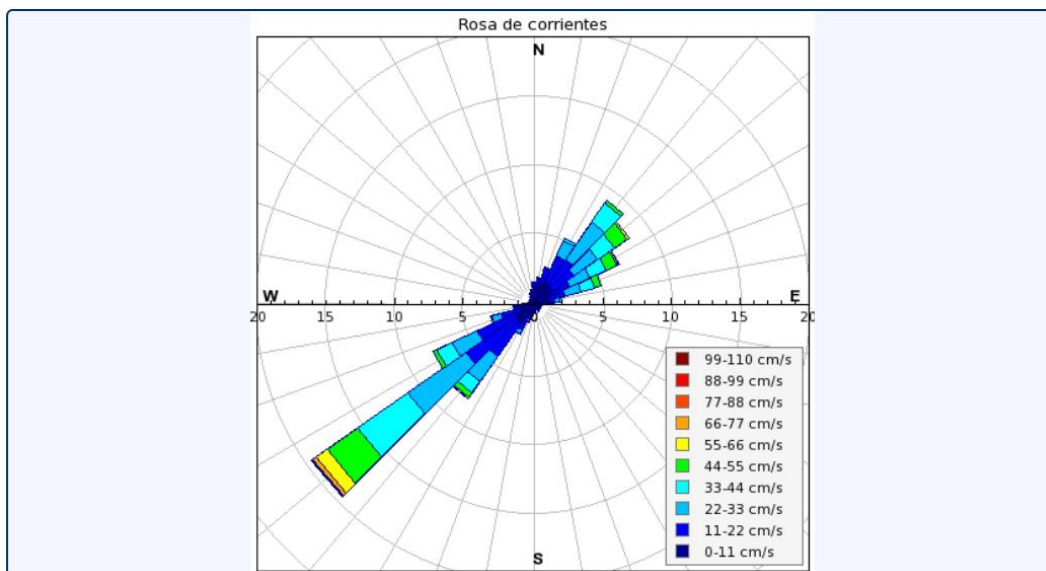


### 3.5 Dinámica litoral

En la página web del OAG (descarga de 27 Mb) se puede consultar el estudio realizado por Instituto de Hidráulica Ambiental "IH Cantabria" sobre la dinámica litoral y sedimentaria en la costa de Granadilla. El nuevo modelo desvelado ya fue expuesto en el informe de 2011 y ha servido, entre otras cosas (ver § 2.3), para adecuar el plan de vigilancia ambiental a la realidad, de modo que los apartados que siguen atienden a la dinámica litoral con relevancia en la presente fase de la obra. Otros aspectos objeto de seguimiento ambiental, como el basculamiento de las playas, recibirán la pertinente atención en fase más avanzada del Proyecto.

#### 3.5.1 Flujo de la corriente

En la página web del OAG se muestran los datos obtenidos en la boya oceanográfica-meteorológica del OAG instalada frente a Montaña Pelada y próxima al límite norte de la zec Sebadales del Sur de Tenerife. El usuario puede escoger los periodos de análisis a voluntad. Los datos obtenidos se guardan en REDMIC (Repositorio de datos marinos integrados de Canarias, del OAG), y han servido, entre otras cosas, para calibrar los modelos predictivos desarrollados por el IH Cantabria: las corrientes máximas (medias anuales) se alcanzan en ambos extremos del tramo de 23 km de costa considerado (de Montaña Roja hasta la Punta de Abona) y son en torno a 40 cm/s, aunque lo habitual en las zonas intermedias son velocidades entre 15-25 cm/s. Las corrientes de marea suben hacia el NE en llenante, y bajan hacia el SW en vaciante, quedando una corriente residual hacia el SW por influencia de la Corriente de Canarias, que es responsable del transporte neto de partículas que se produce en sentido NE > SW.



**Figura 36. Rosa de corrientes entre el 1-1-2012 y el 31-12-2012 medida en la boya de Granadilla.**

En 2012 se obtuvieron datos de 9 meses (faltan los de mayo, julio y agosto) y la velocidad media anual de la corriente fue de 20,54 cm/s, con picos máximos en llenante de 108,7 cm/s hacia el NE y en vaciante de 94,24 cm/s hacia el SW. La corriente residual media resultó ser 2,61 cm/s hacia el SW (equivale a 94 m/h), valor más bajo que los 5,31 cm/s obtenidos en 2010 (3 meses).



Figura 37. Registro de la velocidad de la corriente en la boya de Granadilla.

Tabla 11. Media de la velocidad de la corriente según cuadrante y la residual ponderada.

Dirección	Cuadrante	Frecuencia	Velocidad media	Residual
N	337,5° a 22,5°	7,30%	7,77 cm/s	19,21 cm/s
NE	22,5° a 67,5°	31,87%	23,32 cm/s	
E	67,5° a 112,5°	7,29%	17,45 cm/s	
SE	112,5° a 157,5°	2,30%	4,22 cm/s	21,83 cm/s
S	157,5° a 202,5°	3,31%	6,38 cm/s	
SW	202,5° a 247,5°	40,32%	25,55 cm/s	
W	247,5° a 292,5°	5,42%	10,43 cm/s	
NW	292,5° a 337,5°	2,14%	4,55 cm/s	

La información sobre mareas así como sobre el oleaje es registrada por Puertos del Estado, y la página web del OAG ofrece los oportunos vínculos para que puedan ser consultadas.

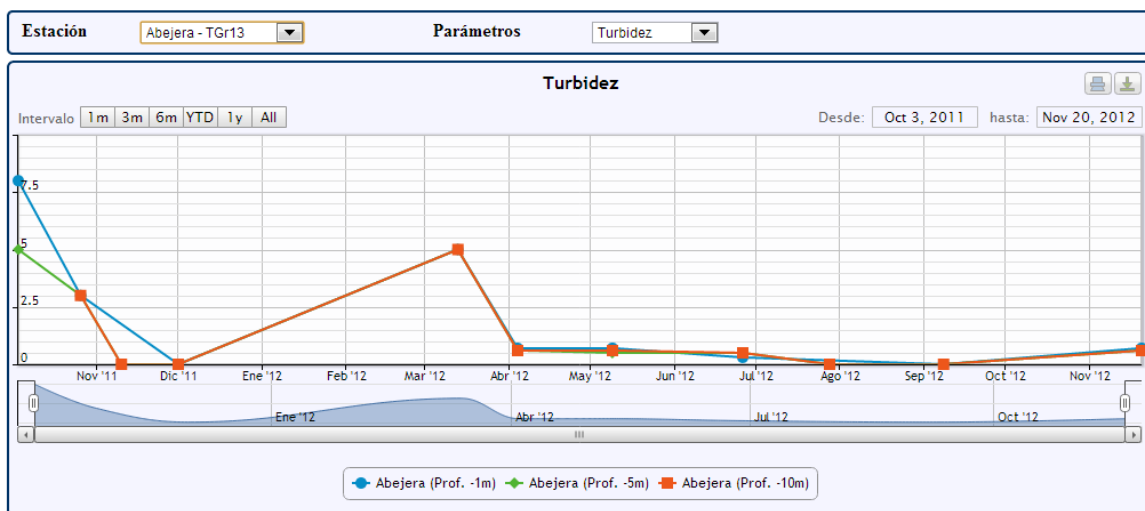


Figura 38. Registro del nivel del mar en el mareógrafo de Granadilla, de Puertos del Estado.



### 3.5.2 Pluma de turbidez

La turbidez generada por los materiales vertidos al mar y eventuales dragados durante la construcción de las obras portuarias (y luego, por lavado ulterior) es uno de los principales factores de alteración del medio marino, debido sobre todo a su prolongada persistencia. El continuo aporte de partículas y nutrientes provocará cambios en las condiciones de transparencia de las aguas (reducción de la luz), su composición química, y en el grosor y características de los sedimentos, lo que repercute a la larga en la composición y dinámica de las comunidades biológicas de las zonas afectadas. Interesa, pues, conocer el comportamiento y alcance de la pluma para predecir potenciales cambios o asociarlos a ella una vez detectados.



**Figura 39. Variación mensual (sonda) de la turbidez en la estación TGr13 - La Abejera.**

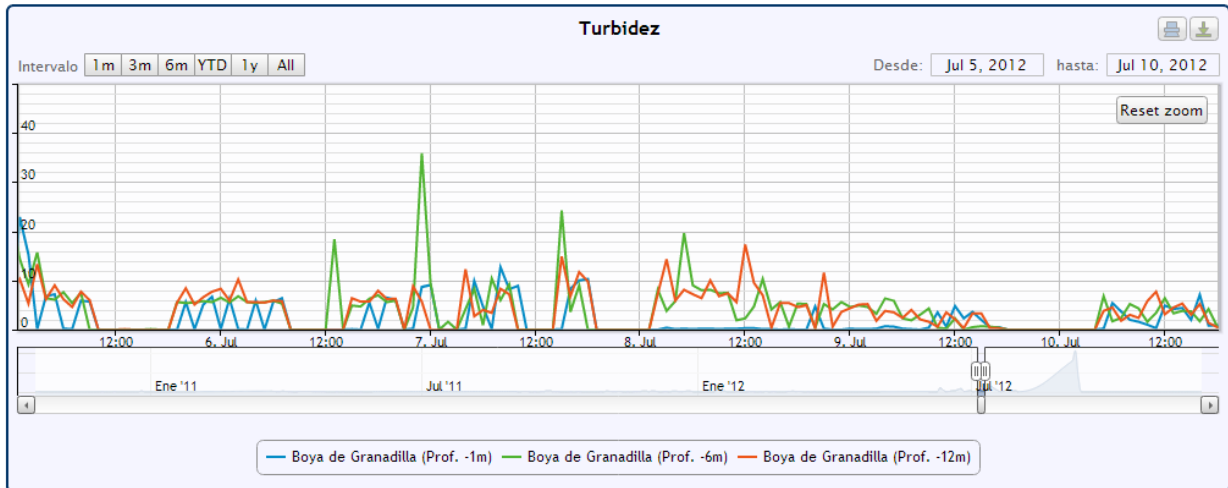
Según se recoge en el PVA de Granadilla, actualizado en 2010 y 2011, el OAG estudia los niveles y dispersión de la turbidez de varias maneras:

- Medición horaria a tres profundidades en la boya de Granadilla
- Muestreo mensual con sonda multiparamétrica en trece estaciones fijas a distintas profundidades (dependiendo de la estación a -1,-5,-10,-15,-20,-25m). Ejemplo Figura 39.
- Mediante trampas de sedimentos (cuatro veces al año) en nueve estaciones.
- Análítica trimestral de aguas en once estaciones fijas; en cuatro de ellas se mide la materia en suspensión a dos profundidades.
- Seguimiento y valoración de la concentración de partículas por teledetección

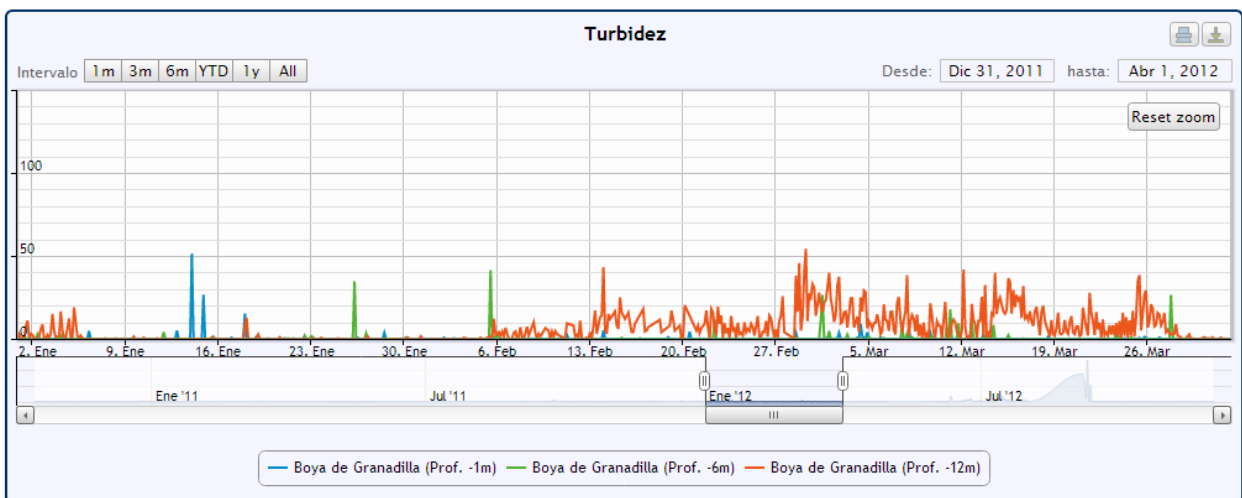
Las mediciones mensuales con sonda multiparamétrica comparadas con analíticas de laboratorio ofrecen valores de turbidez bajos, generalmente inferiores a 5 NTU y algunos picos ocasionales (hasta 38 NTU). El nefelómetro de la boya de Granadilla ha dado problemas en algunos meses y los datos están siendo procesados para rescatar el máximo posible. En la Figura 40 se muestra el registro de una semana con valores generalmente más altos que los de la sonda, y que son aparentemente correctos. Hay dudas sobre la bondad de los datos de laboratorio.



Recuérdese, que el valor de referencia para aguas limpias en Granadilla es de 0,8-1,9 NTU y que, al margen del aspecto estético, la calidad de agua se considera excelente si no aumenta más de 5 NTU, buena si no aumenta más de 10 NTU (estándares norteamericanos). Es por encima de valores de 50-100 NTU cuando cabría esperar efectos sobre la biota, si se prolonga el fenómeno. Agua con 1,5-3,0 NTU se ve poco turbia, y entre 6,0 y 14,0 turbia, marrón.



**Figura 40. Variación horaria de la turbidez según la boya de Granadilla en una semana de julio. La turbidez se mide a tres profundidades: 1 m (azul), 6 m (verde) y 12 m (rojo).**



**Figura 41. Variación diaria de la turbidez según la boya de Granadilla de enero a abril 2012.**

Según los datos de la boya de Granadilla, la turbidez se ha aproximado a los 50 NTU en determinados periodos de intensa actividad de vertidos, como han sido febrero y marzo; o junio y julio. Se evidencia así que cuando se trabaja de forma continuada y con materiales no óptimos, la pluma de turbidez alcanza la boya de Granadilla con una pauta de “zebra” –probablemente generada por la descarga pautada de los camiones– y se extiende más allá de la zona inmediata del puerto, aguas arriba y aguas abajo. Turbidez por encima de 50 NTU implica ya cierto estrés para las biocenosis locales y cabría esperar que se registren cambios en algunas de ellas.



La mejor manera de conocer la dispersión e intensidad de la turbidez es emplear los mapas de TSM (*Total suspended matter*) elaborados a partir de imágenes del satélite Worldview-2, cuyo algoritmo de interpretación fue entregado en marzo de 2012 por el Grupo de Procesado de Imágenes y Teledetección de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, según encargo del OAG. El algoritmo empleado es el TASSAN corregido tras la calibración con muestreos in situ<sup>6</sup>, y gracias al archivo de imágenes de satélite del OAG, se pueden elaborar mapas analíticos de turbidez incluso con carácter retroactivo (p.ej., antes del inicio de los vertidos).

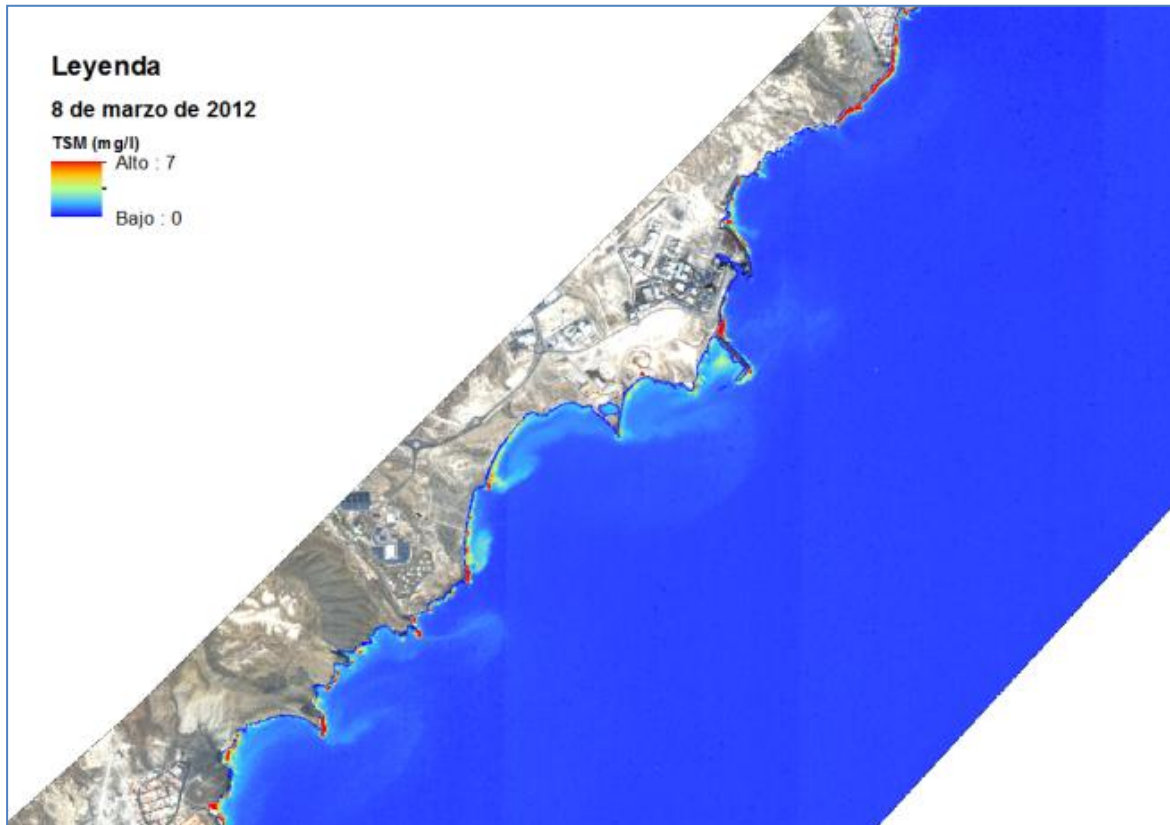


Figura 42. Plumaz de turbidez del día 8 de marzo de 2012. (1 mg/l = 7,5 NTU). Zona del puerto.

### Modelo de dispersión

El análisis de las secuencias de fotos, ordenadas no por fechas, sino por el momento de la marea, ha permitido esbozar un modelo del comportamiento de la pluma de terrígenos en función de la dinámica local de las aguas. Las imágenes del 8 de marzo (Figura 42 y Figura 43) sirven de ejemplo y apoyo a la explicación, que no deja de ser una hipótesis por confirmar.

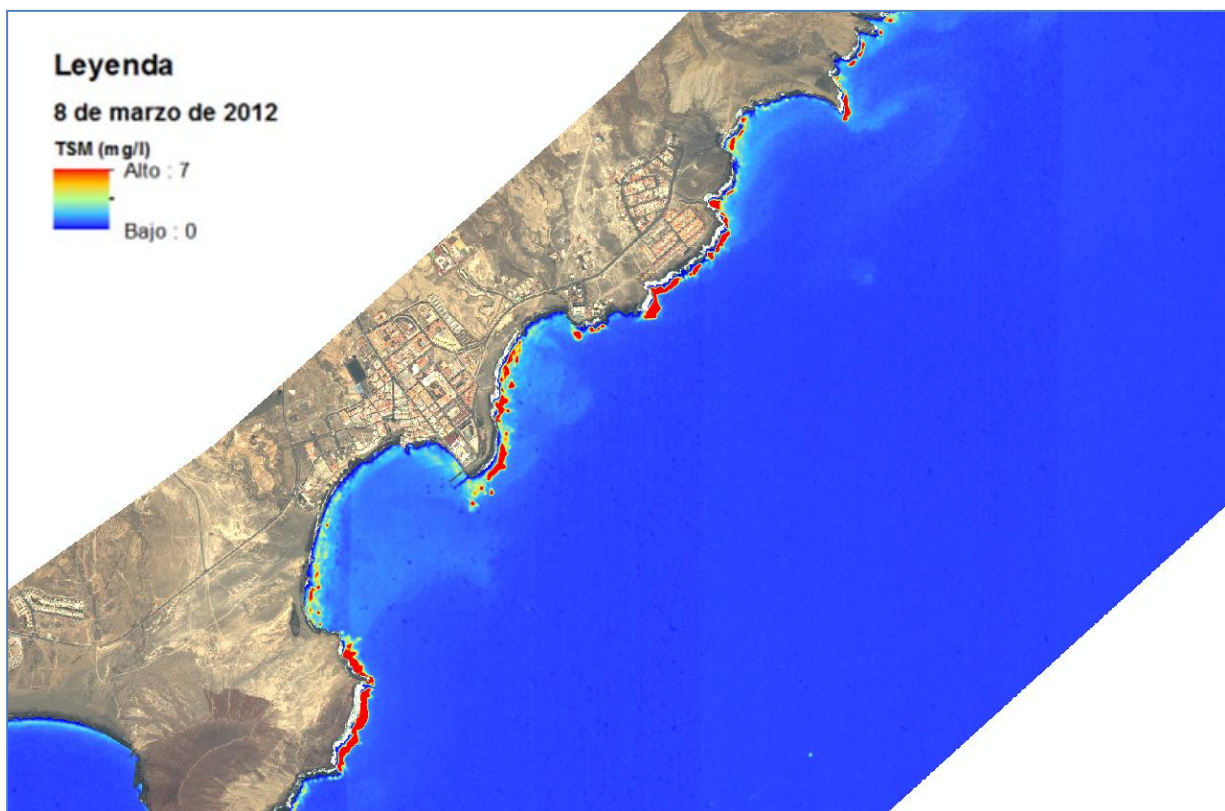
---

<sup>6</sup> Los días 01/12/2012, 21/12/2011, 18/02/2012 y 08/03/2012 se midieron en varios puntos con sonda la clorofila, turbidez y CDOM, y se tomaron muestras de agua para su análisis en laboratorio; estas fechas coincidieron con el pase del satélite, salvo día 21/12, que pasó al día siguiente.

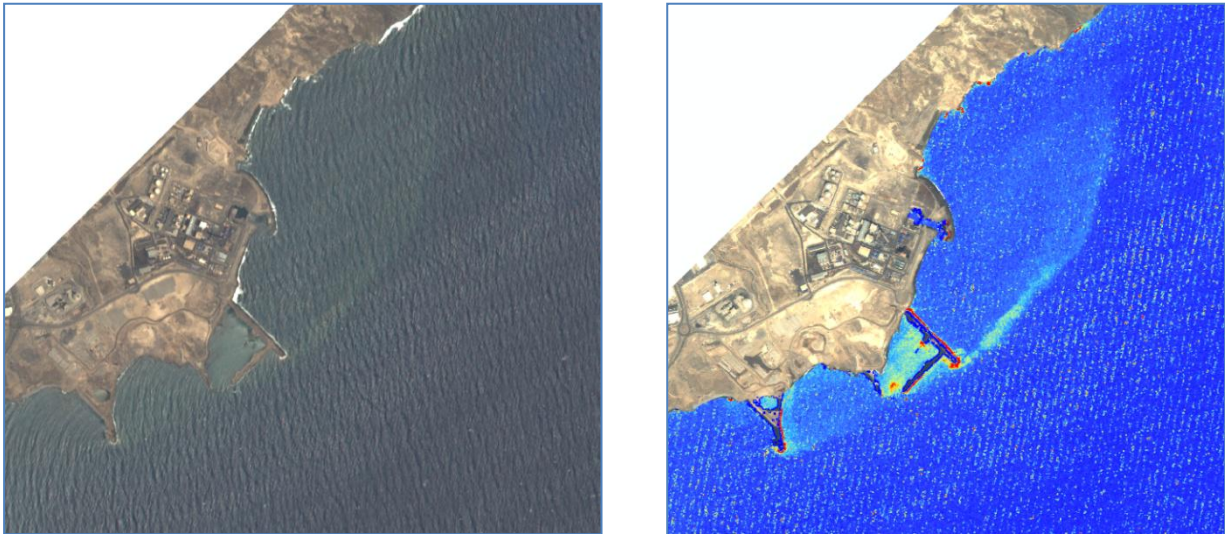


La porción más fina de los vertidos terrígenos se mantienen en el seno del agua por mucho tiempo, mientras que las partículas más gruesas acaban depositándose sobre el lecho marino en función de su peso, tanto más lejos del punto de vertido cuanto menor es su peso.

Las olas indican con un ángulo sobre la costa y generan una corriente de oleaje hacia el SW a lo largo de la misma orilla, cuya intensidad depende la fuerza y ángulo del oleaje. La rotura de las olas resuspende continuamente los materiales y la corriente los desplaza formando una banda tangente a las playas y ensenadas hasta que llegan a la siguiente punta o saliente, donde son proyectados hacia afuera y entran en el ámbito de las corrientes de marea. Estas últimas, a diferencia de las primeras, cambian de sentido cuatro veces cada día, de modo que en pleamar, se pueden observar las plumas rectilíneas dirigidas hacia el NE, y en bajamar dirigidas hacia el SW, a la vez que van abriéndose y dispersándose más o menos en función de la intensidad de la corriente y del empuje hacia el Este ocasionado por el terral. Luego, al cambiar de nuevo la marea, la punta de la pluma gira formando una “S” característica, a medida que se abre hacia fuera y se va diluyendo cada vez más, para dirigirse en sentido contrario. Con el próximo cambio de sentido, la dispersión es tal que ya apenas se reconoce la pluma.

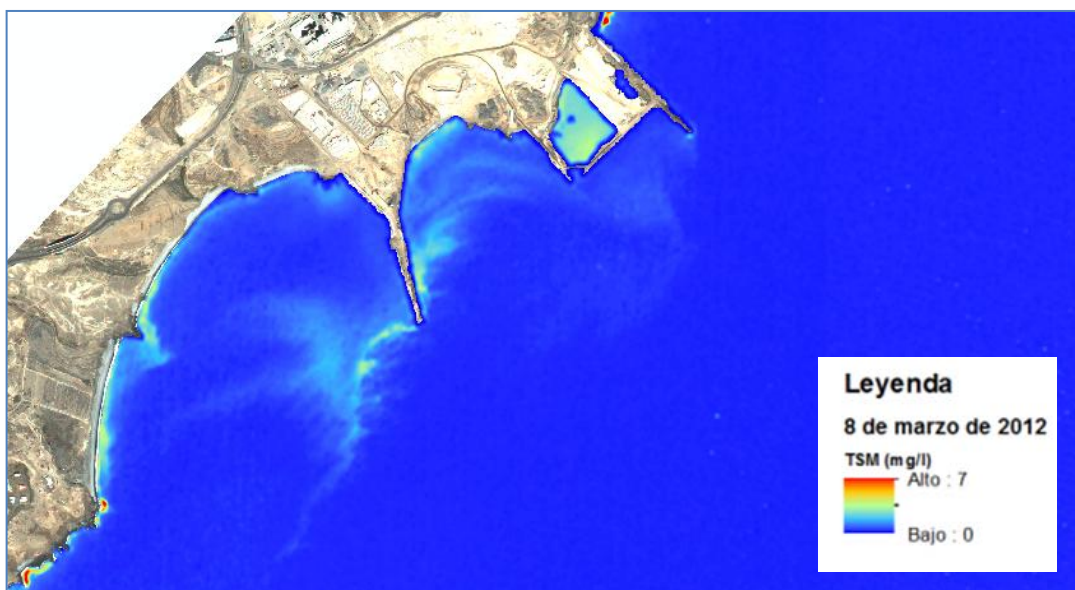


**Figura 43. Plumitas de turbidez del día 8 de marzo de 2012. (1 mg/l = 7,5 NTU). Zona del Médano**  
Además del dique de abrigo y contradique del puerto (si se vierte en ellos), los salientes costeros donde se originan plumas de turbidez aguas debajo de las obras son la Punta del Medio, Punta Tanque del Vidrio, Punta Cueva del Trigo, Punta de Pelada, Punta de la Batata, etcétera, y, aguas arriba, con notoria menor intensidad, la Punta Negra, Risco Alto, etcétera (Figura 42).



**Figura 44. Pluma de turbidez en llenante el día 5 de junio de 2012 (izquierda, imagen sin tratar).**

Si se considera la velocidad media de la corriente registrada en la boya de Granadilla, la longitud inicial de una pluma podría alcanzar teóricamente hasta 4 km, pero dicha velocidad no es la misma a medida que nos aproximamos a la costa. Las plumas medidas en las imágenes de satélite rondan los 800 m -1.500 m de longitud máxima apreciable.



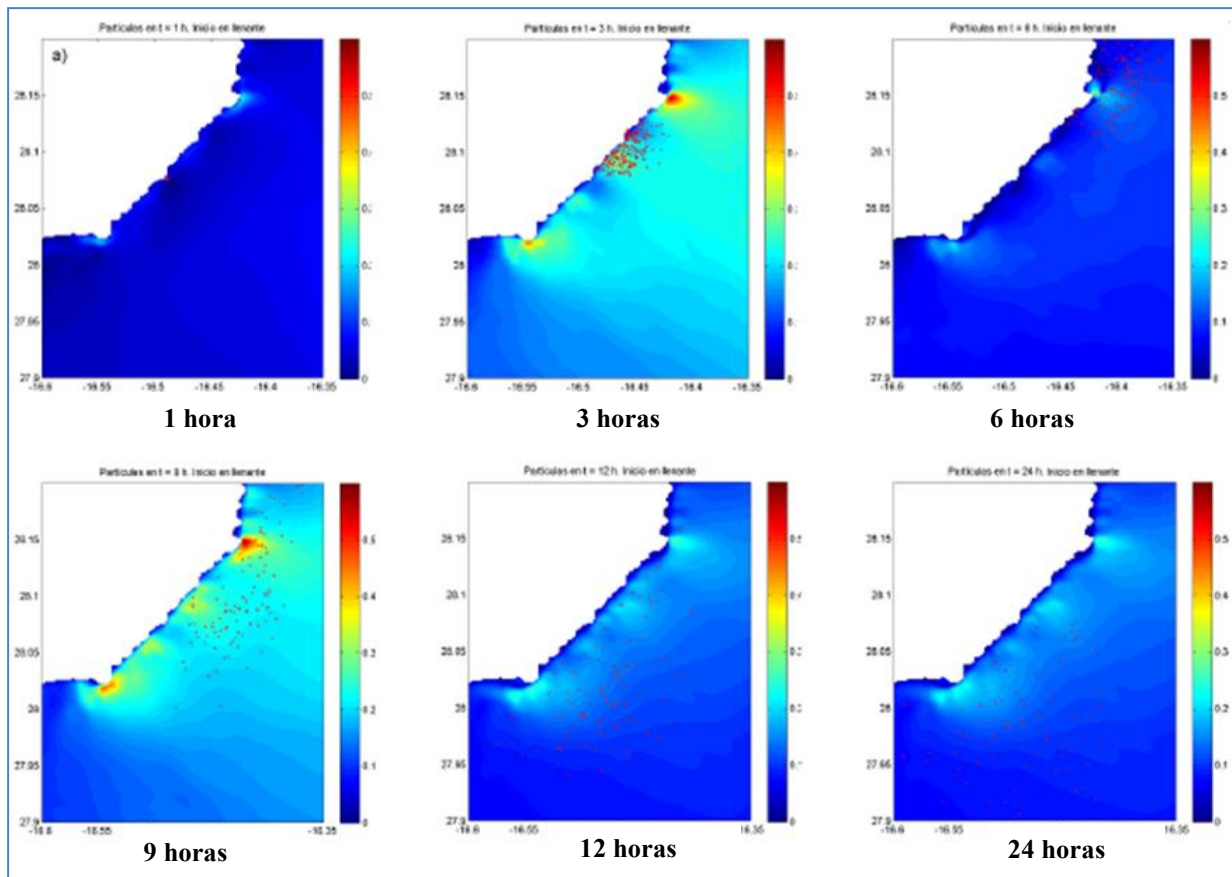
**Figura 45. Pluma de turbidez de vaciante el día 8 de octubre de 2012.**

La velocidad residual (2,6 cm/s de media) es la que, una vez compensado la vaciante de bajar con la llenante de pleamar, genera un desplazamiento neto hacia el SW que puede llegar a 2,2 km en un día. De este modo las partículas finas vertidas en la obra pueden alcanzar el mismo día la boya de Granadilla (situada a 1,8 km al SW) y la zec Sebadales del Sur de Granadilla, aunque el grado de dispersión es, por lo general, muy grande y no compromete críticamente (> 50 NTU = 6,5 mg/l) la calidad del agua.





Este modelo también explica una mayor turbidez en los sensores situados más profundos (a -12 m), ya que las partículas resuspendidas en el fondo por efecto de la ola son más gruesas que las que se mantienen sin precipitar en la parte alta de la columna de agua. El transporte progresivo de los sedimentos a lo largo de las playas sumergidas puede llegar hasta la ensenada del Médano (Figura 43) siguiendo el sentido NE-SW de la corriente residual.



**Figura 46. Simulación de la marea viva equinoccial de septiembre (218/9/2001) y la dispersión de mil partículas vertidas en la zona de obras al comienzo el llenante. (IH Cantabria, 2012).**

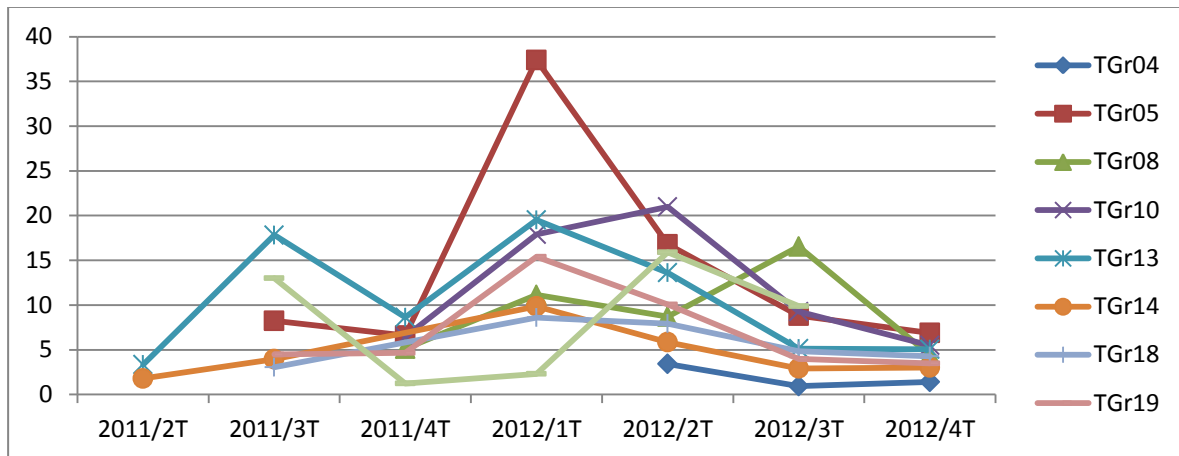
Recuérdese que según las simulaciones del movimiento de mil partículas vertidas en la zona de obras que se comentó en el informe de 2011 (adenda al estudio del IH Cantabria<sup>7</sup>, sobre dinámica sedimentaria), el alcance y la dispersión de las partículas depende mucho del momento de la marea. Siendo así, la pluma de terrígeno se aleja de la zec Sebadales del Sur de Tenerife y sufre la máxima dispersión cuando los camiones o el gánguil vierten su carga durante la pleamar o llenante; es decir, que el impacto de la turbidez será el menor posible.

<sup>7</sup> Medina Santamaría, R., Castanedo Bárcena, S., Espejo Hermosa, A., Cid Carrera, A. & Rojo Gómez, J., 2012. Adenda a la "Asistencia técnica para la redacción de estudio de dinámica litoral para el diseño y proyecto de construcción del by-pass de arena N-S en el Puerto de Granadilla". GR-378 1/2 in: Nuevo puerto industrial de Granadilla. IH Cantabria - Instituto de Hidráulica Ambiental, Universidad de Cantabria (Santander) pp. 29. No publicado, accesible en la web del OAG.



### 3.5.3 Tasas de sedimentación marina

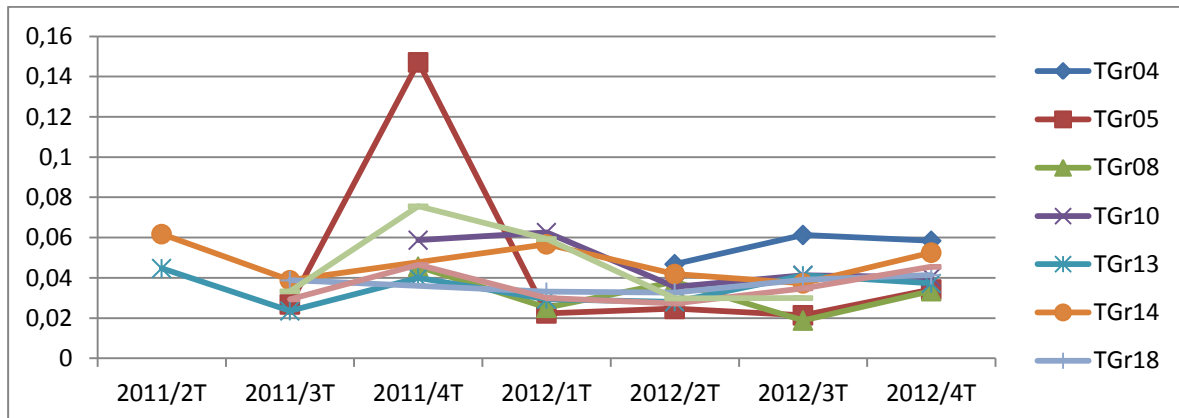
Para medir la tasa de sedimentación, se han dispuesto captadores de sedimentos en nueve estaciones a lo largo de la costa de Granadilla (ver mapa de ubicación en los anexos o en la Figura 54), que se revisan trimestralmente. Como valores de referencia se toman las primeras tasas medidas por el OAG justo antes del comienzo de las obras en el medio marino: 2-4 g/m<sup>2</sup>/día.



**Figura 47. Evolución de la tasa de sedimentación mineral a lo largo de la costa de Granadilla**

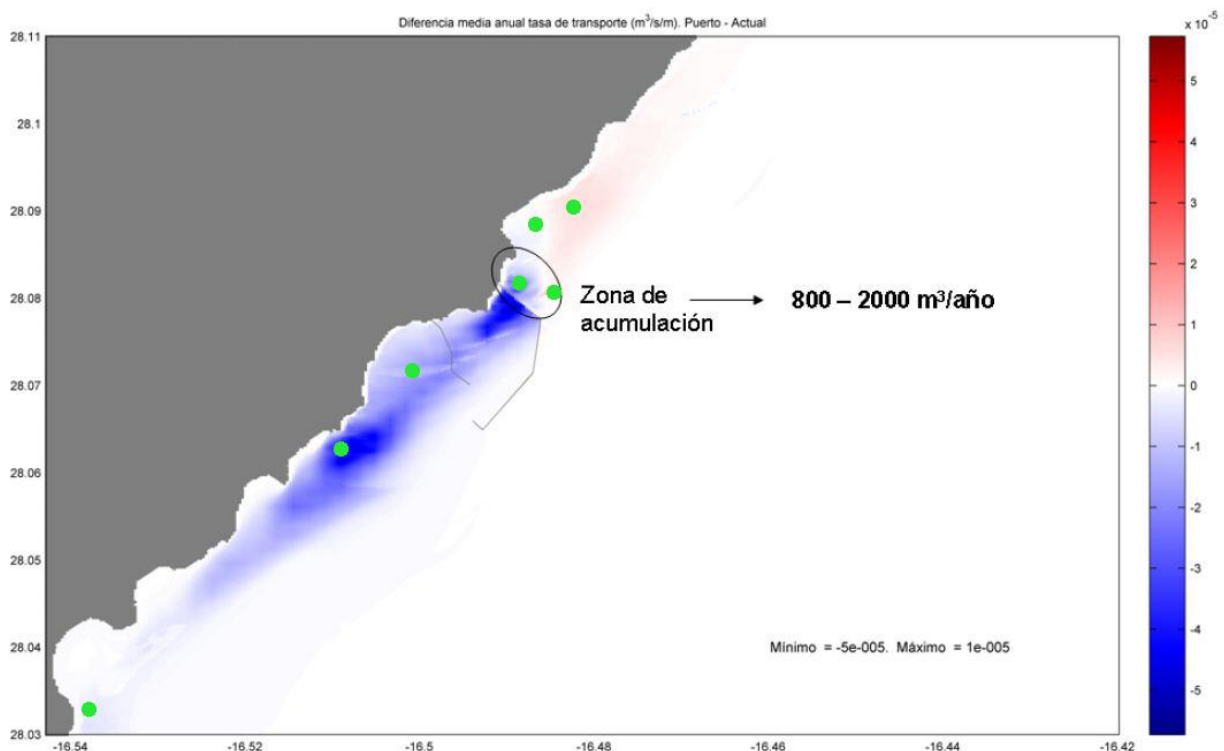
Las tasas de sedimentación consideradas se refieren solo a la fracción minerales (se excluyen los materiales volátiles). Los registros varían entre un mínimo de 0,98 g/m<sup>2</sup>/día medidos en Tajao (TGr04) y 37,4 g/m<sup>2</sup>/día en Tarajales (TGr05), con una media global de 7,7g/m<sup>2</sup>/día en el periodo considerado (21 meses). Analizando la evolución temporal y espacial de dichas tasas (Figura 47), cabe hacer las siguientes observaciones:

- El promedio mensual parte de 2,6 g/m<sup>2</sup>/día a mitad de 2011, alcanza un pico de 15,3 g/m<sup>2</sup>/día en el primer trimestre de 2012, y luego cae progresivamente hasta 3,8 g/m<sup>2</sup>/día en el último trimestre de 2012.
- El primer trimestre de 2012 con un aumento generalizado de las tasas, coincide con el periodo de mayor aportación de materiales en el dique de abrigo y contradique, y consecuentemente, de vertidos al mar. La caída posterior se produce coincidiendo con la reducción y cese de los vertidos en el dique de abrigo
- Los valores más altos han sido registrados en las estaciones próximas a la zona de obra como era de esperar y corresponde a las estaciones Tarajales (TGr05), Lajón (TGr08) y Medio (TGr10).
- El incremento considerable que se aprecia en Tarajales entre enero y abril de 2012 se debe probablemente al trasiego del gánguil que realizaba vertidos en el avance del dique, y que se cargaba en el embarcadero de la empresa UNELCO.
- Las bajas tasas de sedimentación que ofrece TGr08 (Lajón) a escasos 100 m del avance del dique pueden radicar en la intensa corriente (más de 1 nudo) que hay en ese punto, lo que impediría la deposición de las partículas en el captador.
- La estación TGr22 (La Tejita) no muestra el mismo patrón que las demás y fluctúa aparentemente según su propia dinámica (no entra en la célula sedimentaria de Granadilla).



**Figura 48. Evolución de la proporción de materiales volátiles en los sedimentos capturados**

La proporción de materiales volátiles en las muestras del sedimento capturado sigue más o menos el mismo esquema de variación, fluctuando entre el 2 y el 6% del peso total de la muestra. Destaca un pico del 14% en la TGr05, posiblemente debido a la presencia de crustáceos u otros organismos que se introducen en los captadores buscando refugio y superando la rejilla que los protege.



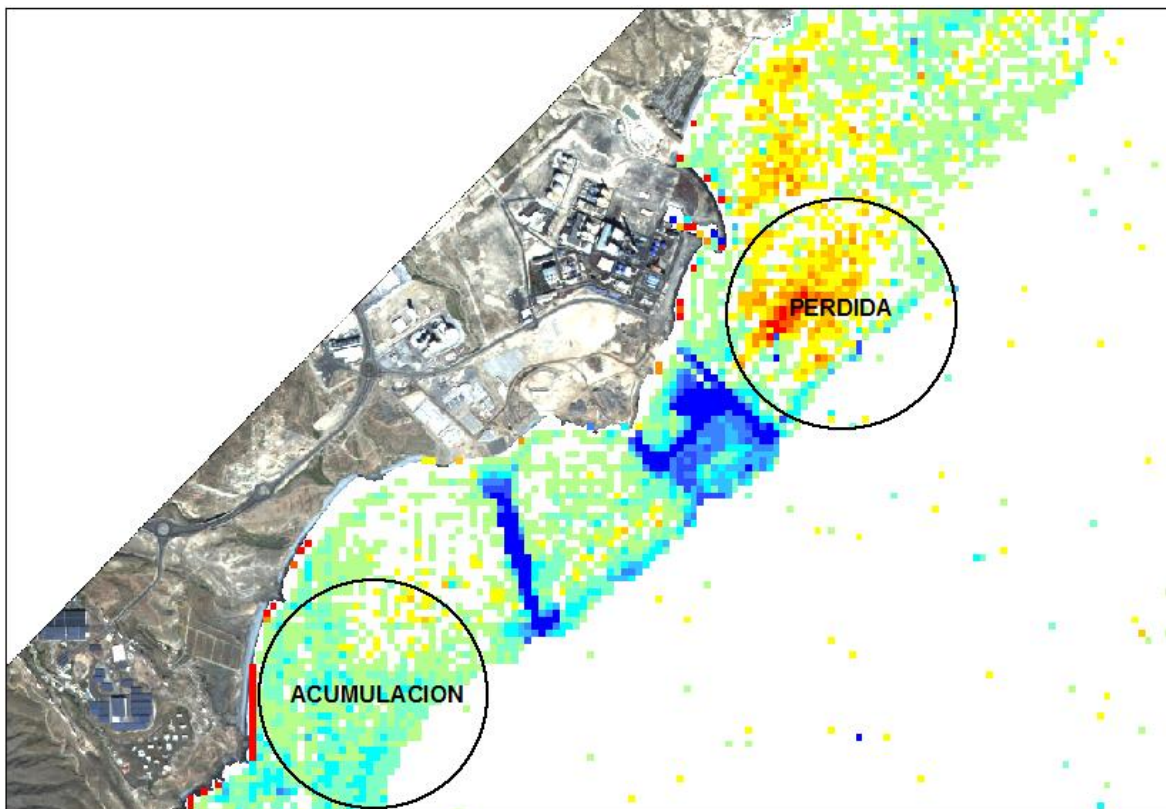
**Figura 49. Ubicación de las estacas graduadas para seguimiento de las acumulaciones (azul) y pérdidas de sedimento (rojo) y mapa de diferencia media anual de la tasa de transporte ( $m^3/s/m$ ).**

A lo largo de 2012 se ha comenzado a instalar el sistema de estacado para verificar las acumulaciones o pérdidas de sedimentos en puntos clave según el modelo sedimentario elaborado por el IH Cantabria (ver informe 2011).



### 3.5.4 Alteraciones batimétricas

Según los estudios de dinámica litoral realizados por el IH Cantabria se prevé que la construcción del puerto altere los flujos en dicha zona, surgiendo zonas de acumulación de sedimento al mermar la velocidad de la corriente, y otras donde se perderán por acelerarse ésta. Además de contar con los captadores de sedimentos y las estaciones con estacas decimetradas para medir las acumulaciones o mermas de arena en el fondo marino, se ha elaborado en colaboración con el GPIT un algoritmo específico para batimetría usando las imágenes de WorldView2. La precisión que ofrece este método es limitada (aprox. 1-2 m), no abarca más allá de los 20-25 m de profundidad, y su empleo requiere que las imágenes fueran tomadas en condiciones óptimas, sin nubosidad ni demasiado *glinting* (destellos por rizaduras en superficie). Sin embargo, y a pesar de su escala gruesa y limitada, la telemetría permite analizar la situación a lo largo de toda la costa, y contando con medidas in situ para calibrar, extrapolar la información a toda el área de estudio.



**Figura 50. Zonas de acumulación (azul) y pérdida (rojo) de sedimento según el análisis batimétrico diferencial de las imágenes de WorldView2 de agosto de 2011 y febrero de 2013.**

De las veinte imágenes disponibles se han seleccionado las de los extremos temporales: 22 de agosto de 2011 (situación previa a las obras) y 2 de febrero de 2013 (última recibida). El análisis diferencial queda reflejado en la Figura 50 y coincide básicamente con las previsiones de los modelos (Figura 49), pendiente ahora de valorar, una vez se obtengan valores cuantitativos in situ. La zona de pérdida al NE del dique de abrigo parece ser, de momento, algo más importante de lo previsto.



### 3.5.5 Basculamiento de las playas

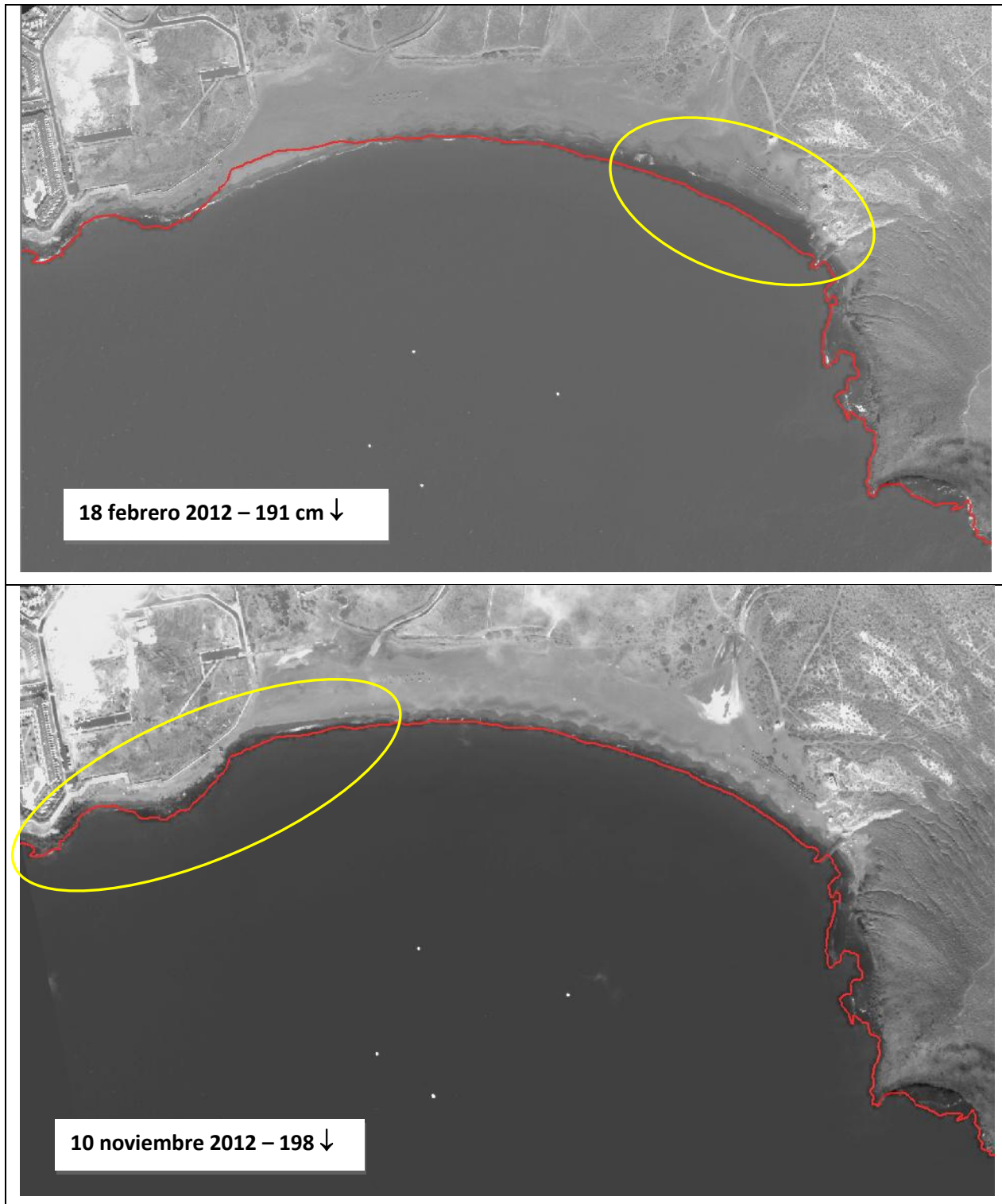
El PVA de Granadilla presta especial atención al seguimiento del cambio de línea de las playas a sotavento del futuro puerto, ya que se prevé su basculamiento. Para ello se analizan desde julio de 2011 (antes de las obras) y con periodicidad mensual el canal pancromático de las imágenes de satélite WorldView2, cuya resolución vertical pendiente de ajuste con datos de campo. En rojo se marcan aquellas zonas en las que aprecian variaciones, si bien hay que tener en cuenta el nivel de la marea en el momento de toma de la imagen.

Tabla 12. Nivel de la marea en el momento de toma de la imagen de satélite.

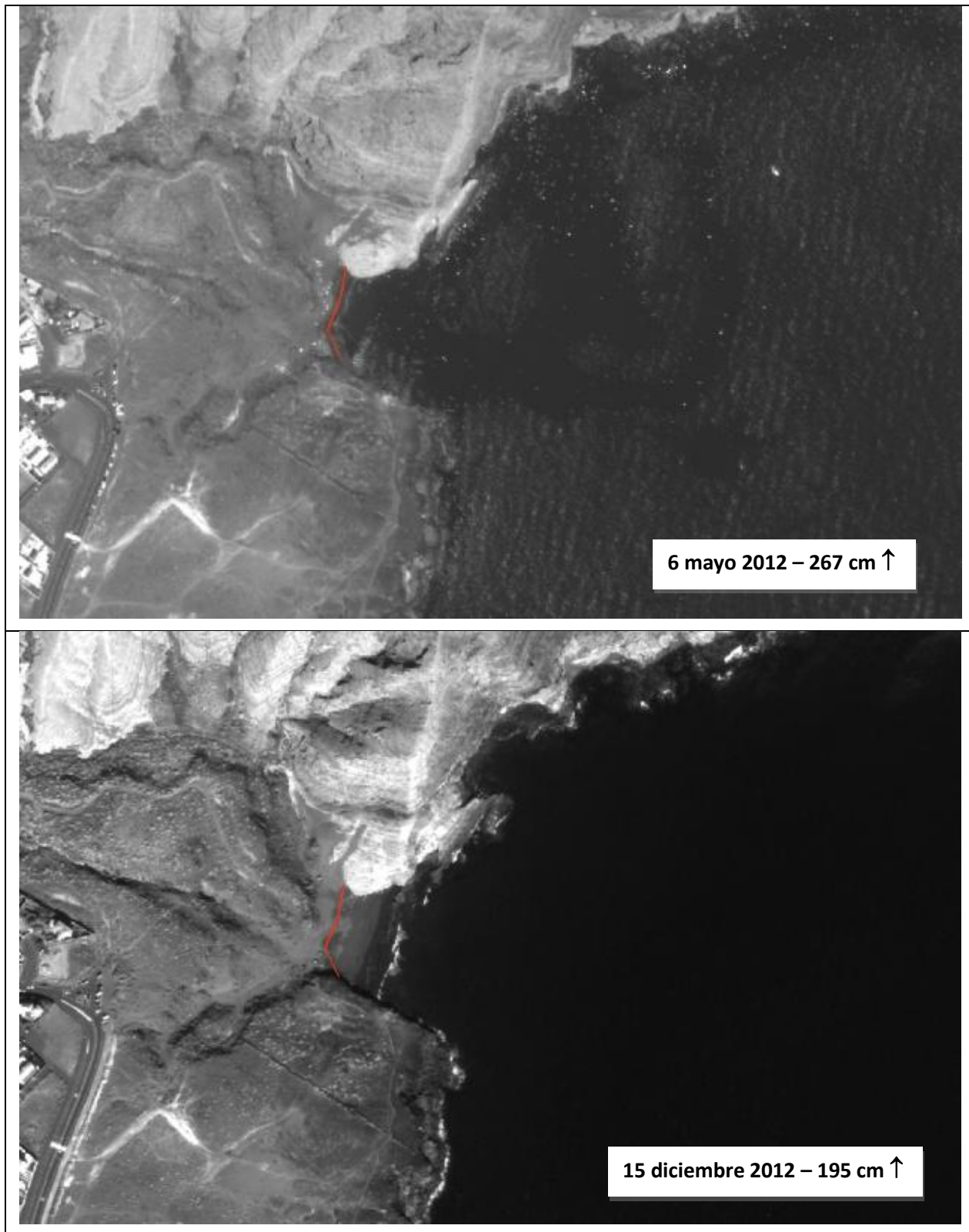
	Fecha	Hora	Mareas web (m)	Mareógrafo Granadilla*	Mareas	Corriente boya V (cm/s) D (°)
1	31/07/2011	12:25 am	1,96	256 ↑	Alta - subiendo	n.d.
2	22/08/2011	12:19 am	1,05	139 ↓	Baja - bajando	n.d.
3	18/09/2011	12:28 am	1,02	147 ↑	Subiendo	V:30 - D:36 ↙
4	29/10/2011	12:23 am	1,51	186 ↑	Subiendo	V:37 - D:20 ↙
5	01/12/2011	12:11 am	0,98	137 ↑	Baja - subiendo	V:24 - D:233 ↗
6	20/12/2011	12:13 am	2,02	166 ↑	Bajando	V:36 - D:232 ↗
7	09/01/2012	12:14 am	0,96	215 ↑	Subiendo	V:20 - D:35 ↙
8	18/02/2012	12:05 am	1,02	191 ↓	Bajando	V:3 - D:334 ↘
9	08/03/2012	12:06 am	1,07	226 ↑	Subiendo	V:8,5 - D:28,4 ↙
10	01/04/2012	12:22 am	1,16	158 ↓	Bajando	V:3,8 - D:143,4 ↘
11	06/05/2012	12:33 am	1,32	267 ↑	Alta - subiendo	n.d.
12	05/06/2012	12:28 am	1,49	259 ↑	Alta - subiendo	V:37,4 D:40,33 ↙
13	13/07/2012	12:28 am	1,71	179 ↓	Bajando	n.d.
14	01/08/2012	12:27 am	1,88	n.d.	n.d.	n.d.
15	14/07/2012	12:05 am	2,05	249 ↓	Alta - bajando	V:33,7 - D:57,81 ↙
16	08/10/2012	12:20 am	2,16	150 ↓	Baja bajando	V:44,7-D:230,39 ↗
17	10/11/2012	12:03 am	2,26	198 ↓	Bajando	V: 7,4 - D:13,08 ↙
19	15/12/2012	12:13 am	2,32	195 ↑	Subiendo	V:40,5 - D:43,25 ↙

\*Mareógrafo de Puertos del Estado (método de presión, en cm). ↑ marea subiendo ↓ marea bajando.

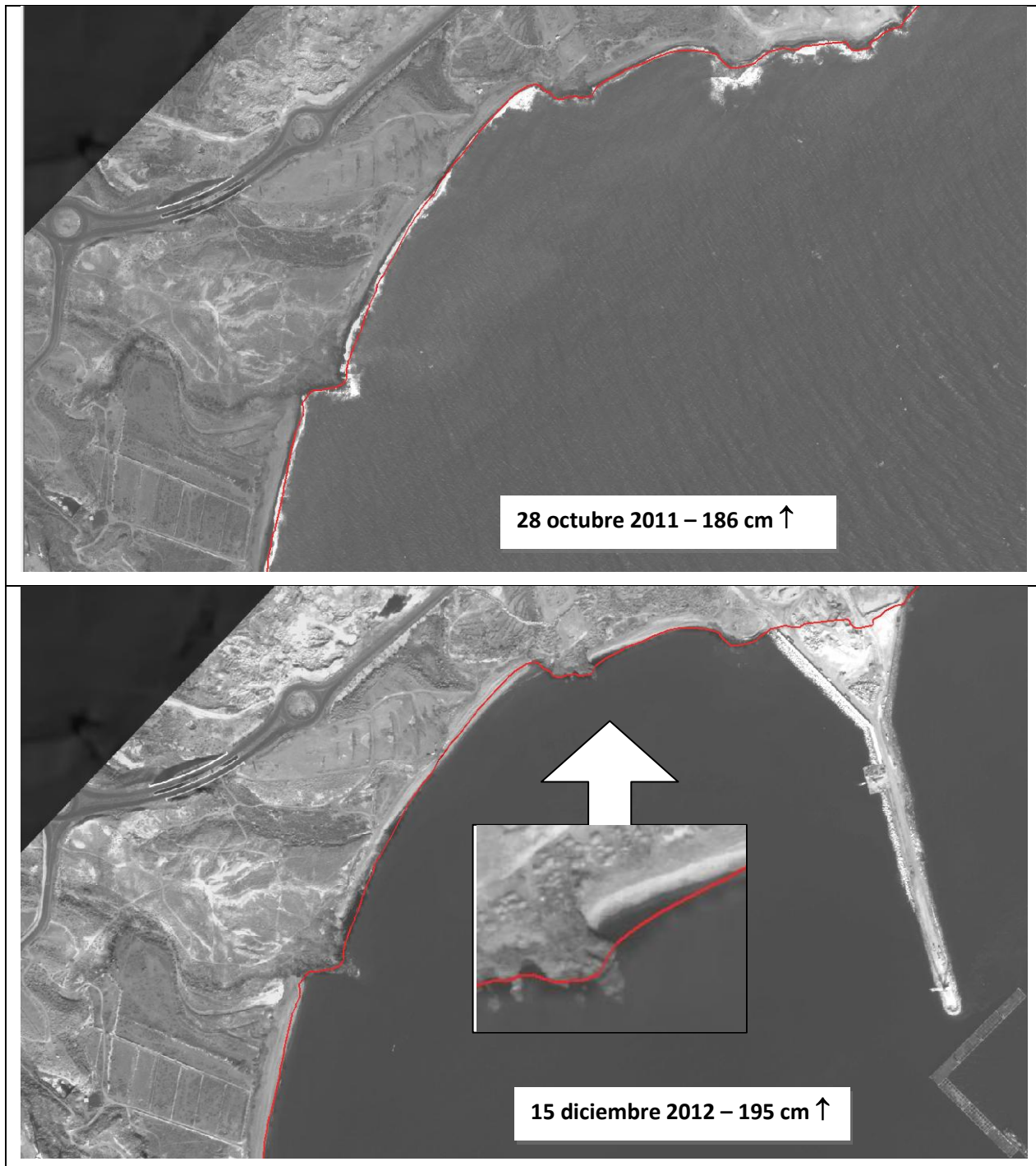
En la página que sigue se incluyen algunas imágenes ilustrativas, a título de ejemplo, ya que son demasiadas para incorporarlas a este informe escrito. Se aprecian algunos cambios de interés atribuibles a la dinámica natural del sistema (variaciones estacionales o con ocasión de episodios atípicos), que no está bien estudiada. Aún es prematuro para registrar los basculamientos debidos al nuevo puerto, pero ya se ven indicios en las playas más próximas a las obras. El basculamiento detectado en la Tejita (Figura 51) podría ser natural /estacional.



**Figura 51. Variación de la línea de playa (rojo) en La Tejita producida entre febrero y noviembre de 2012. La playa en el extremo occidental es de formación reciente.**



**Figura 52. Efecto de la marea sobre la línea de playa (rojo) en la playa de La Pelada.**



**Figura 53. Imágenes de las playas junto a las obras de abrigo antes del inicio de las obras y ya construido parte del contradique. Playa del Medio y de Las Caletas (con detalle).**

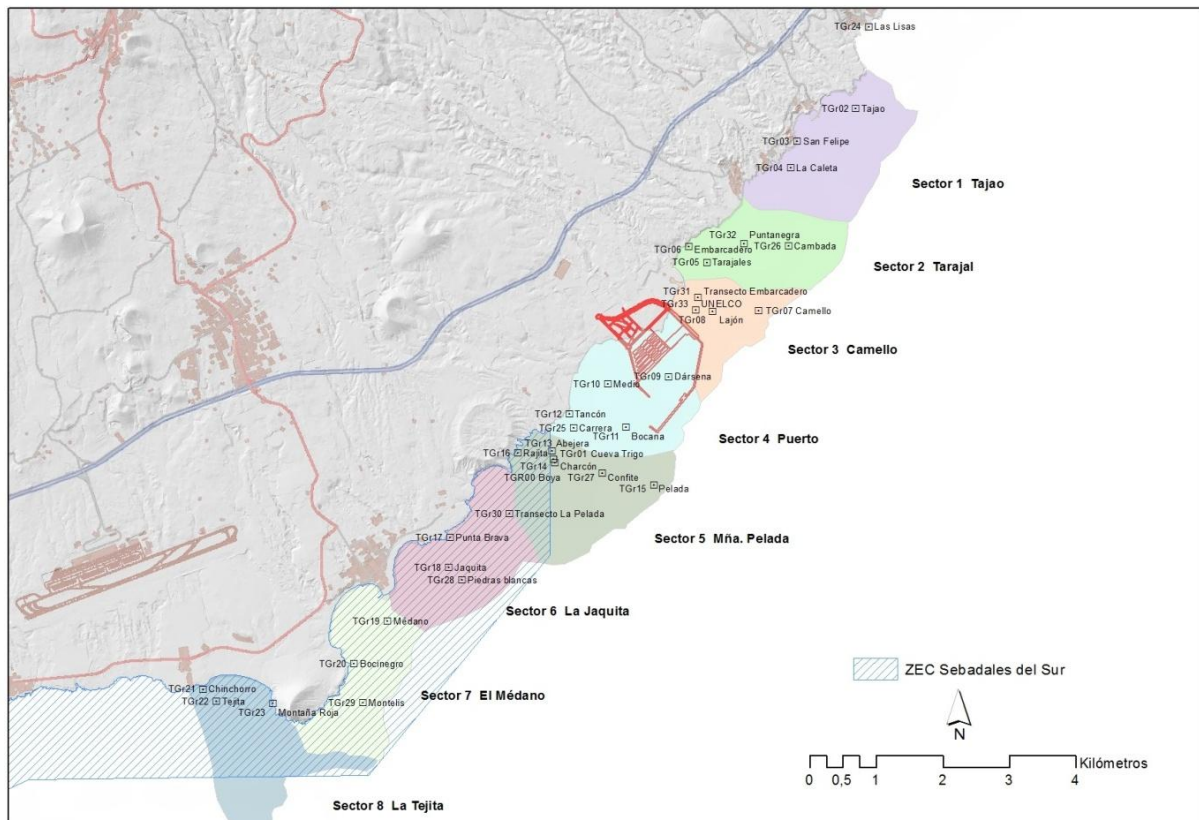
El retranqueo del extremo occidental de la playa de Las Caletas mide entre 10-12 m y refleja el inicio del basculamiento de las playas próximas al nuevo puerto previsto como consecuencia de la modificación de la dinámica local debido a las infraestructuras de abrigo.





### 3.6 Calidad de aguas

Un objetivo usual en todo plan de vigilancia de obras en el medio marino es el seguimiento de la calidad de las aguas para conocer en qué medida se ve afectada, y constatar su ulterior evolución. El término de calidad refiere en el caso de Granadilla tanto a las condiciones ecológicas (con la naturaleza en mente) como a las ambientales (con el bienestar humano como objetivo). En el primer sentido, revisten especial importancia las aguas que discurren por efecto de la corriente hacia la zec Sebadales del Sur de Tenerife, situado a 1,8 km hacia el sur.



**Figura 54. Sectores y estaciones de muestreo de aguas y boya oceanográfica del OAG.**

El OAG ha sectorizado la costa de Granadilla en una extensión de 13 km, estableciendo estaciones de muestreo en cada sector, además de contar de forma permanente con los datos diarios que emite la boya oceanográfica equipada con instrumentos de medida, situada justo junto al límite NE de la zec objeto de especial atención. Los datos oceanográficos se miden cada mes con sonda multiparamétrica, la analítica química se realiza con carácter trimestral, y la de contaminación microbiológica una vez al año.

#### 3.6.1 Parámetros oceanográficos

La página web del OAG dispone de visores pareados que permiten seleccionar la estación y el parámetro, y así comparar su evolución en el tiempo (también definible). En un CD anexo a este informe, se incluyen las tablas con los valores obtenidos en 2012, así como copia de las analíticas recibidas de los laboratorios. Mostramos aquí algunos ejemplos a la vez que comentamos lo más destacado.



En las tablas que siguen se resumen las campañas realizadas y los valores oceanográficos medidos, comparados con la situación previa a las obras. Estos resúmenes abarcan 2012 y finales de 2011 para comprender todo el periodo desde que se iniciaron las obras en el medio marino.

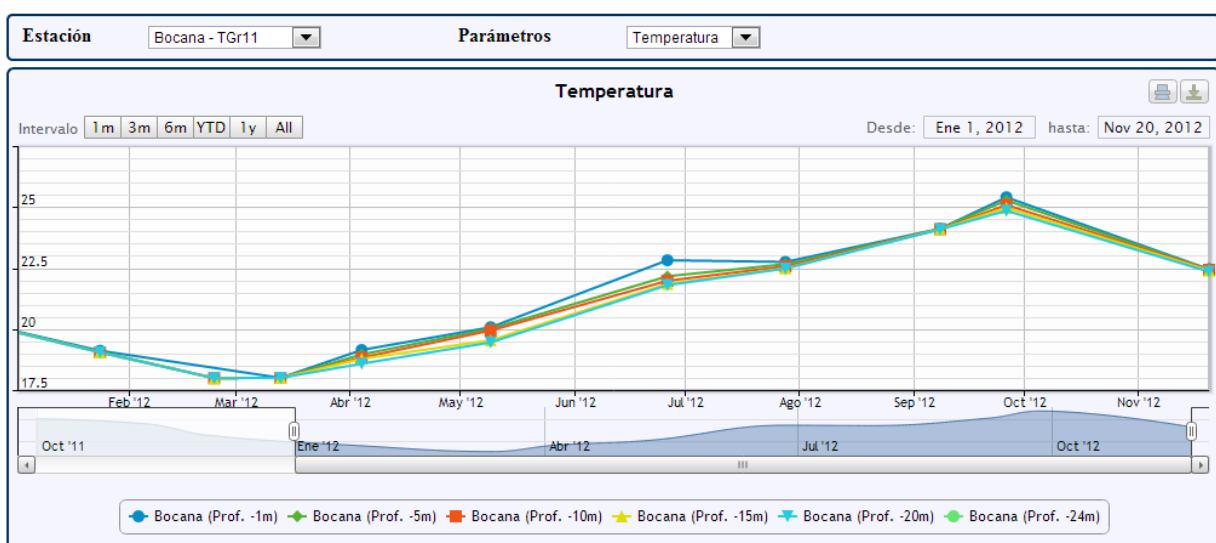
**Tabla 13. Campañas de muestreo realizadas durante 2012 (y parte de 2011).**

Campañas	Número campañas	Número estaciones	Número muestras	Número Parámetros	Datos aprox.
Muestreo de aguas	6	15	292	18	1620
Muestreo de sedimentos	5	11	55	12	660
Sonda multiparamétrica	17	13 x 3 prof.	221	5	3315
Captadores de sedimentos	6	9	42	3	252

**Tabla 14. Valores oceanográficos medios obtenidos durante 2012 (y parte de 2011).**

Parámetros	Instrumento	Unidades	Mínimo	Máximo	Media	Previo obra
Temperatura	Sonda	°C	17,73	25,49		18,61 - 24,65
Salinidad	Boya	ppt	-	-	36,23	36,53 - 37,34
pH	Sonda	ud. pH	7,86	8,09	7,97	8,09 - 8,34
Oxígeno disuelto	Sonda	%	98	107	102,71	-
Turbidez	Laboratorio	NTU	0,1	22,2	1,51	0 - 16,50

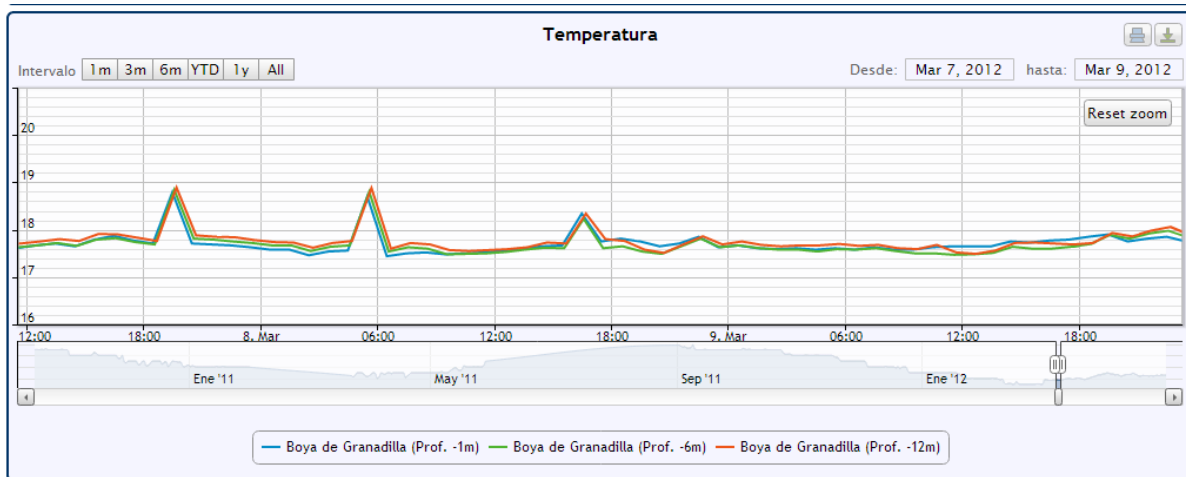
Las últimas temperaturas registradas durante la vigilancia en fase previa reflejaron una elevación anómala de la temperatura otoñal-invernal de las aguas en el año 2010, que se repitió 2011 y también ahora en 2012. Este aumento térmico posiblemente esté asociado al cambio climático global. De superar y mantenerse las temperaturas por encima de los 25°C aumentaría la probabilidad de que las tormentas tropicales irrumpiesen en la zona de Canarias.



**Figura 55. Evolución de la temperatura del agua (con sonda) en Granadilla (TGr11).**

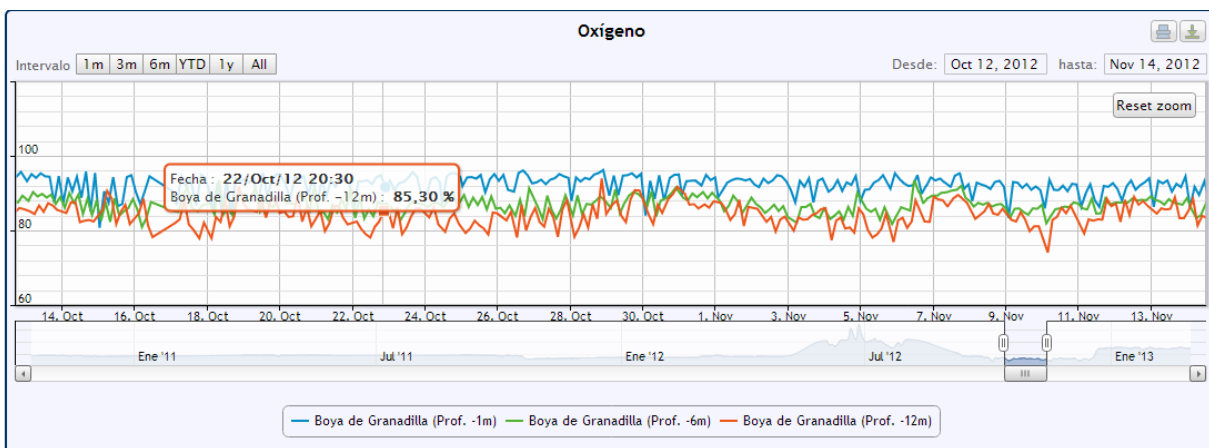


La medición en continuo de los termistores de la boya de Granadilla permite conocer las variaciones diarias y detectar eventuales cambios, como los picos que se muestran en la Figura 56. Estos picos los atribuimos a la llegada a la boya de agua procedente de la refrigeración de la vecina central de UNELCO, que descarga el agua con un diferencial inferior a 2°C (el máximo autorizado es 3°C). La presencia de bandas blanquecinas de coloides observada en las aguas de Granadilla –que aumentan la turbidez–, podría ser consecuencia de estos pulsos térmicos y de la exudación de coloides (*tEPS*) por parte del plancton, como reacción a dicho estrés.



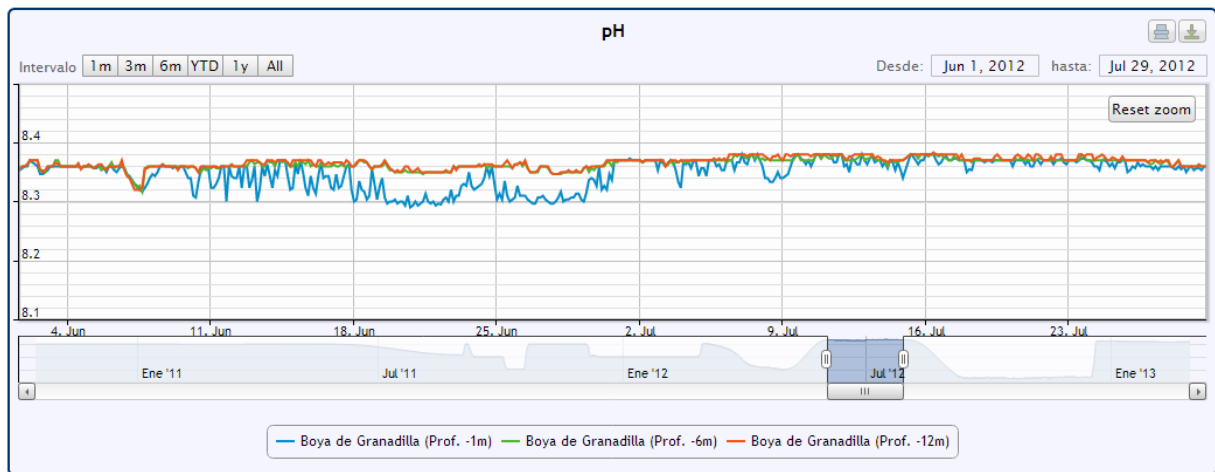
**Figura 56. Medida en tiempo real de la temperatura en la boya de Granadilla, 7-9 de Marzo 2013.**

Varios sensores de la sonda multiparamétrica de la boya han dado problemas de calibración a lo largo del año, por lo que hay periodos extensos con datos anómalos, aunque se procurará recuperarlos de ser posible (ajuste estadístico). Esto afecta a los parámetros del pH, salinidad y la concentración oxígeno. Con todo, los periodos de registros correctos no muestran variaciones distintas a las normales en aguas marinas



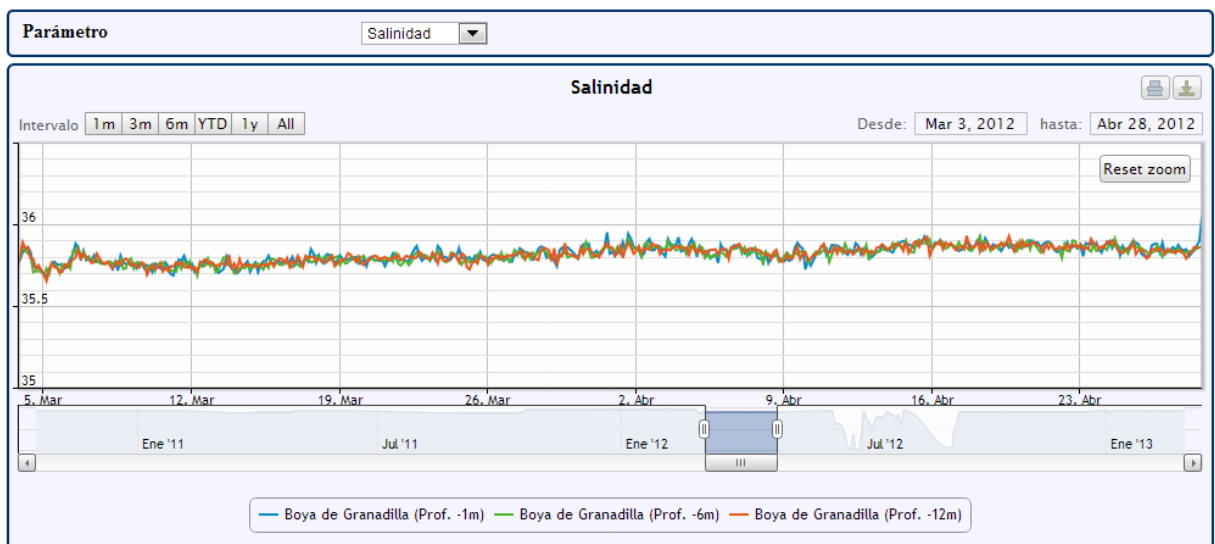
**Figura 57. Ejemplo del registro de la concentración de oxígeno (boya) del 12 de octubre al 14 noviembre de 2012 a tres profundidades: 1 m (azul), 6 m (verde) y 12 metros (rojo).**

Los valores de oxígeno (Figura 57) se aproximan a la saturación en la superficie –sobre todo cuando las temperaturas del agua son más bajas–, y decrecen con la profundidad (80%). El potencial redox se mantiene alto (> 200 mv) como corresponde a aguas bien oxigenadas.



**Figura 58.** Ejemplo del registro del pH (boya) en los meses de junio y julio de 2012, a tres profundidades: 1 m (azul), 6 m (verde) y 12 metros (rojo).

El valor del pH del agua oceánica es ligeramente alcalino y está entre 7,5 y 8,4 y varía en función de la temperatura; si ésta aumenta, el pH disminuye y tiende a aproximarse a la acidez; también puede variar en función de la salinidad, de la profundidad y de la actividad de los organismos vivos. Los registros de la boya de Granadilla se mantienen normales, y las mediciones mensuales con sonda manual siguen la misma tónica de fluctuación, pero con valores algo inferiores (media pH 7,97) que pueden explicarse por diferencias en el calibrado (aprox. -0,25).



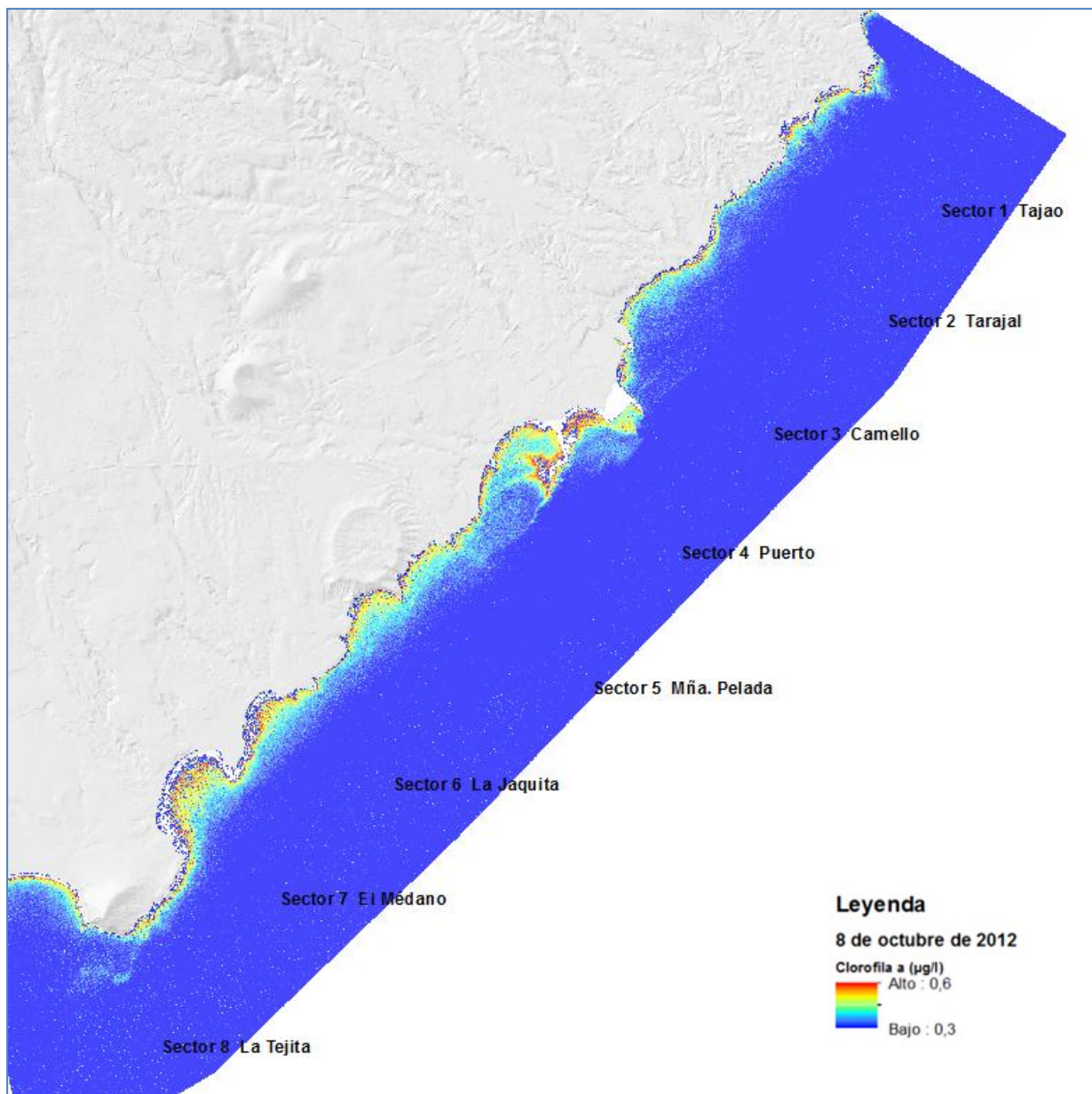
**Figura 59.** Ejemplo del registro de la salinidad (boya) en los meses de marzo y abril de 2012, a tres profundidades: 1 m (azul), 6 m (verde) y 12 metros (rojo).

La salinidad de los océanos varía entre 33 y 37 ppt (media mundial = 35 ppt). El valor medio de los datos útiles registrados en la boya de Granadilla es de 36,23 ppt, cifra perfectamente normal para aguas superficiales, descendiendo ligeramente en verano y elevándose en invierno.



### 3.6.2 Concentración de clorofila

La concentración de clorofila en las aguas es un indicador de la producción biológica de las algas, bacterias y otros organismos fotosintéticos, de la que, en definitiva, depende toda la vida marina. En Canarias, la concentración de clorofila en aguas abiertas es baja, del orden de 0,1-0,2  $\text{mg}/\text{m}^3$ , que es lo normal en estas latitudes del Atlántico, y solo en la proximidad de la costa, debido a los aportes terrígenos, o en zonas de afloramiento de aguas frías profundas ricas en nutrientes, se eleva esta concentración. También se producen explosiones temporales de plancton cuando el mar se fertiliza con el polvo acarreado por las incursiones de aire sahariano.

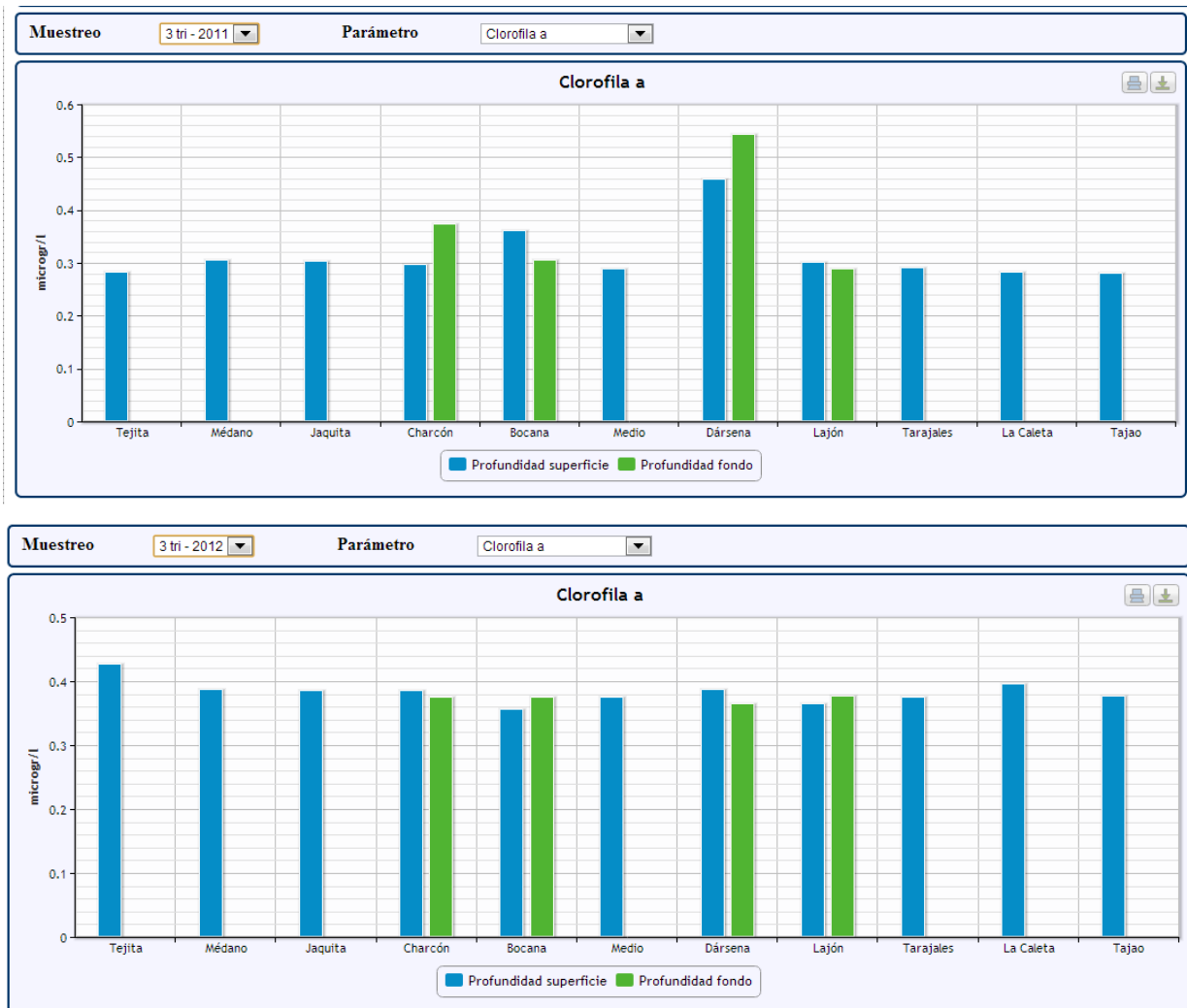


**Figura 60. Mapa de concentración de clorofila a lo largo de la costa SE de Tenerife (8/10/2012). Los sectores aguas abajo del puerto muestran un incremento en la producción biológica.**



El vertido de materiales al mar con ocasión de las obras del puerto de Granadilla conlleva un aumento de los nutrientes que se verá reflejado en un incremento de la concentración de clorofila, y ello es objeto de seguimiento por parte del OAG.

Los mapas de concentración de clorofila en la costa de Granadilla (Figura 60) se elaboran del mismo modo que los de turbidez, aplicando algoritmos específicos calibrados para la interpretación de las imágenes de satélite. La presencia de plancton también afecta a la turbidez.

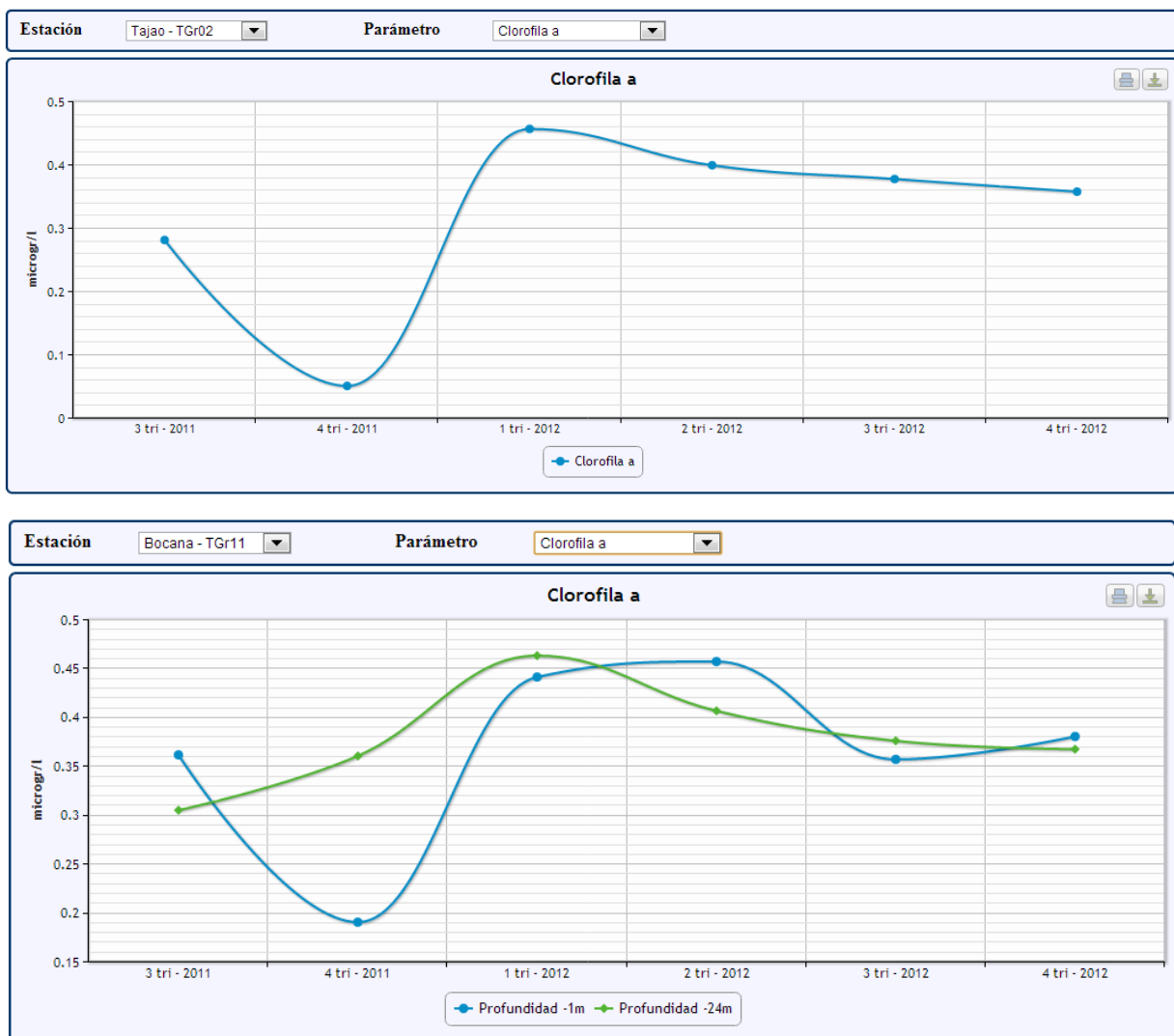


**Figura 61. Concentración de clorofila en las distintas estaciones según análisis de agua en el tercer trimestre de 2011 (arriba) y de 2012 (abajo). Equivalencia 1 µg/l = 1 mg/m³.**

El contenido de clorofila no se mide con la sonda multiparamétrica manual o de la boya porque los sensores son muy inestables y suelen dar valores irreales. Este parámetro se sigue desde el satélite WorldView2 y con analítica de laboratorio de las muestras tomadas en estaciones fijas. Estos análisis laboratorio ofrecen valores medios de clorofila-a de 0,35 mg/m³ (mín. 0,05 y máx. 0,54 mg/m³), lo cual es razonable en las circunstancias de 2012.

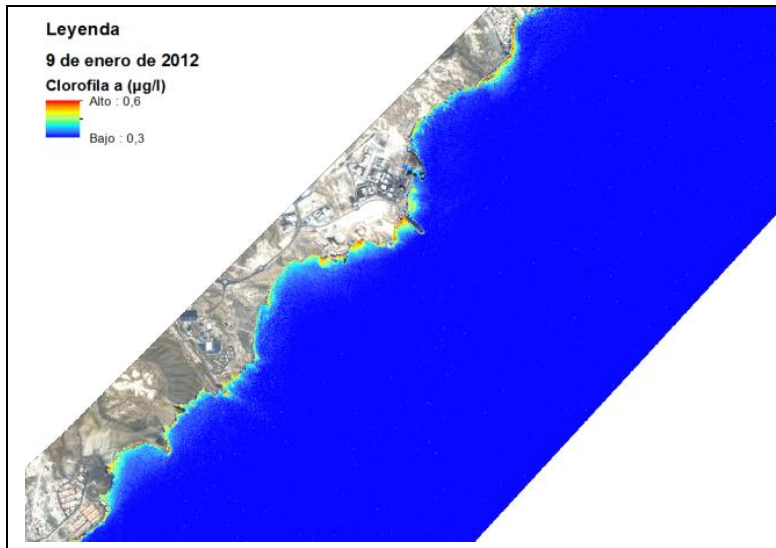


Los valores medios en todas las estaciones en el tercer trimestre de 2011 quedaban por debajo de  $0,3 \text{ mg/m}^3$ , salvo por las estaciones más próximas a las obras, que reflejan una elevación del contenido en clorofila acorde con el inicio de aporte de nutrientes. El mismo trimestre en 2012 muestra unos valores más uniformes pero superiores y próximas a  $0,4 \text{ mg/m}^3$ , en todas las estaciones, como si el fenómeno se hubiera extendido a toda la costa. Los puntos de máxima concentración, según las imágenes de satélite, alcanzan valores de  $0,7 \text{ mg/m}^3$  lo cual se produce solo de modo temporal en las aguas con mayor contenido de terrígenos, es decir, que coinciden con las plumas de turbidez y con la zona de rotura del oleaje.

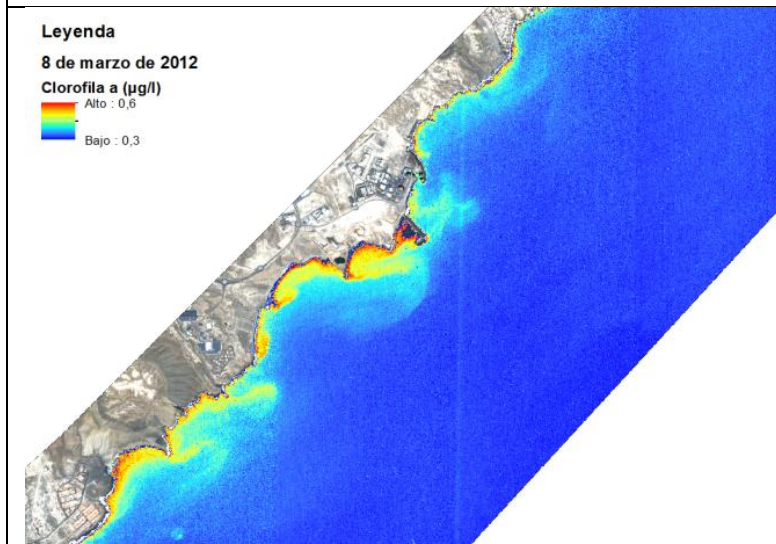


**Figura 62. Evolución de la concentración de clorofila a en las estaciones de Tajao y Bocana.**

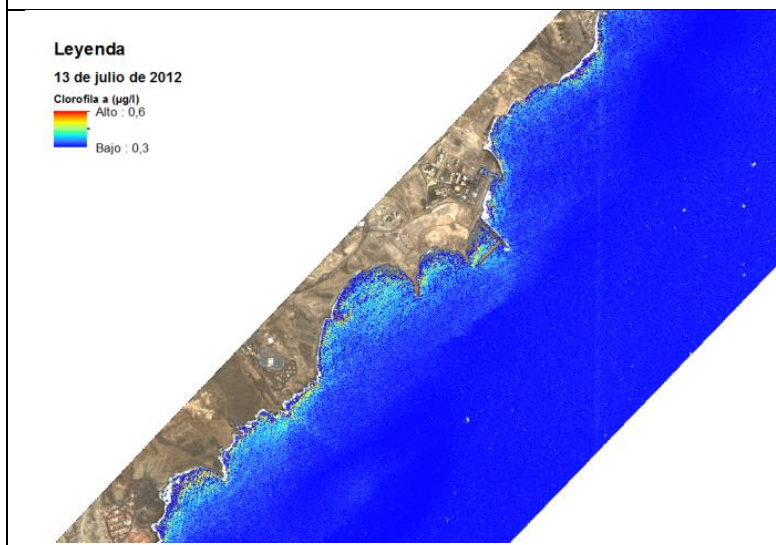
El patrón temporal puede compararse entre la estación de Tajao, la más alejada al NE del puerto, y el de la propia dársena, que recibe el impacto directo de los vertidos terrígenos. Destaca la caída de producción biológica coincidente con los fríos invernales que aparentemente desaparece al año siguiente al haber un aporte más regular –al menos teórico– de mas nutrientes con ocasión de los vertidos de las obras.



**Figura 63.** Concentraciones bajas de clorofila acordes con el periodo invernal. Las concentraciones altas se limitan a una franja estrecha tangente a la propia costa.



**Figura 64.** Concentraciones máximas de clorofila coincidentes con el *bloom* primaveral al que se suman los aportes terrígenos de las obras, que fueron importantes en marzo.



**Figura 65.** Concentraciones medias de clorofila en situación de verano. El fitoplancton prospera con las temperaturas más altas del agua y la presencia de nutrientes.





La CDOM (*colored dissolved organic matter*) o “sustancia amarilla” de las aguas proviene fundamentalmente de los taninos liberados al descomponerse el detritus vegetal. Si las concentraciones son altas, además de cambiar el color del agua, puede absorber la radiación solar en detrimento del fitoplancton o las sebas. En la zona no hay fuentes importantes de taninos y los valores detectados de CDOM son bajos y se comportan como los de la clorofila.

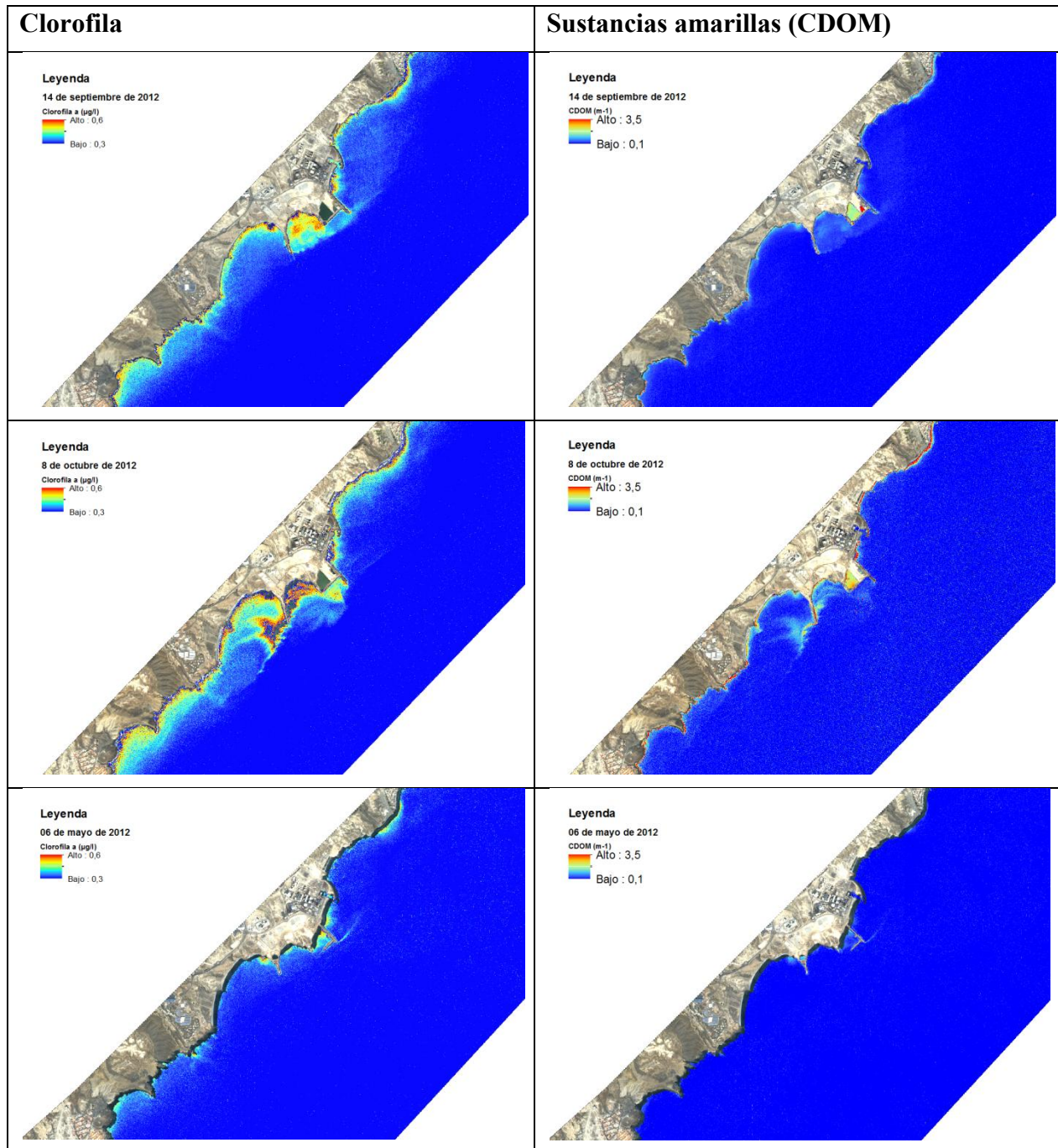
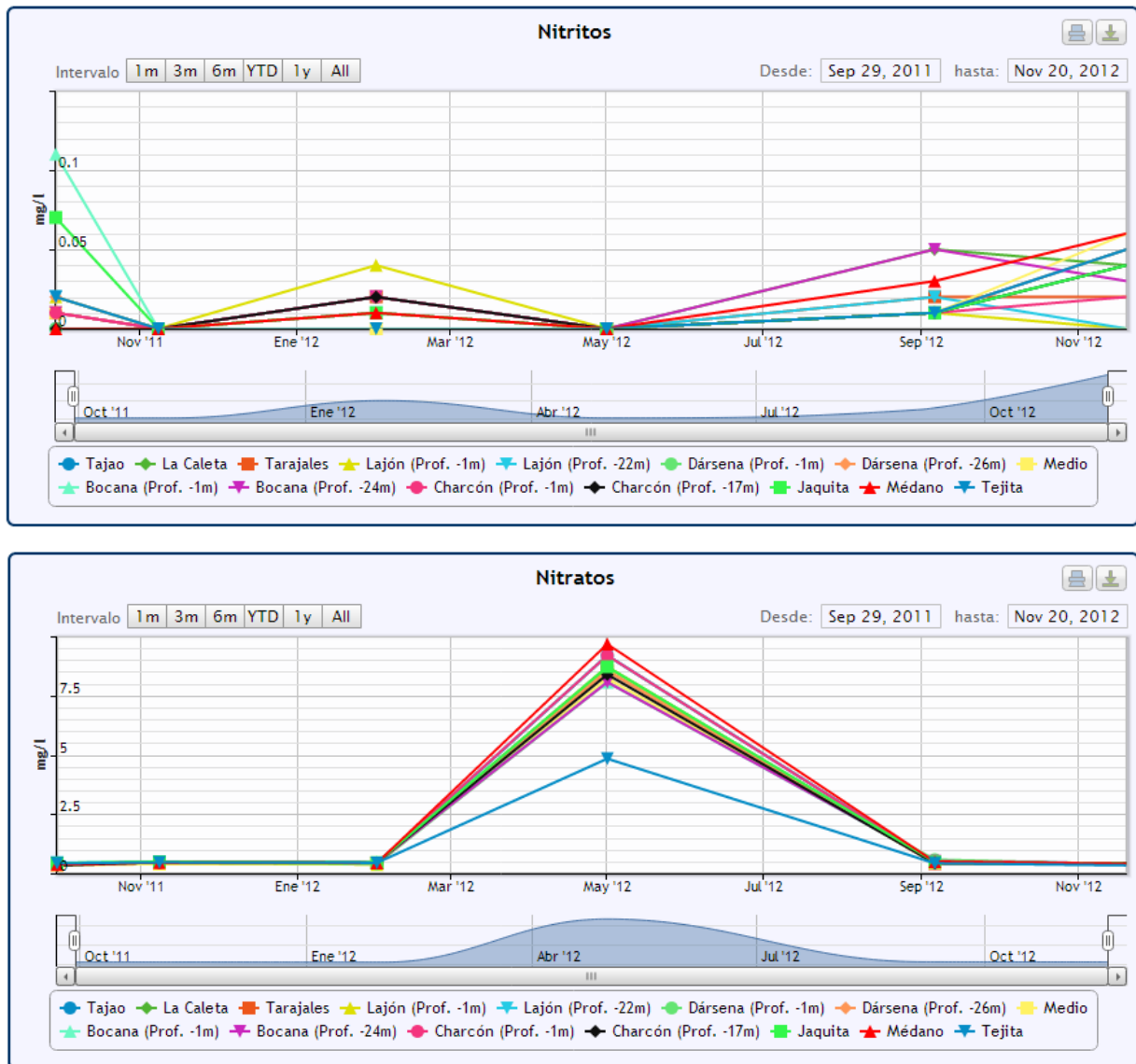


Figura 66. Imágenes de WorldView II interpretadas para clorofila (izquierda) y CDOM (derecha).



### 3.6.3 Parámetros químicos y contaminantes orgánicos

El seguimiento de los parámetros químicos habituales y de los contaminantes orgánicos se hace mediante análisis trimestrales de muestras de agua en las diferentes estaciones. El análisis de metales pesados en agua quedó descartado en la reformulación del PVA, haciendo su seguimiento en los sedimentos, que es donde se acumulan en caso de haberlos. De detectarse contaminación, se reanudará la analítica en agua.



**Figura 67. Concentraciones de nitritos y nitratos en las estaciones a lo largo de la costa de Granadilla y durante finales de 2011 y del año 2012.**

Según las analíticas de referencia (2005) las aguas en Granadilla son oligotróficas, con escasa presencia de nutrientes, y los niveles de contaminación química y microbiológica son muy bajos o nulos, reflejando una composición normal en Canarias para aguas en estado de conservación favorable.



El análisis de los resultados obtenidos en las cuatro campañas de 2012 resulta difícil de interpretar, al menos para algunos parámetros. Así, por ejemplo, en 2012 no hay presencia de fosfatos (o están por debajo del límite de detección de 0,01 mg/l) en todas las estaciones, mientras que en la campaña del 4º trimestre de 2011 (Figura 68) variaba entre 0,13 y 0,2 mg/l a lo largo de la costa. Los valores de referencia de 2005 eran de 0,027 a 0,143 mg/l.

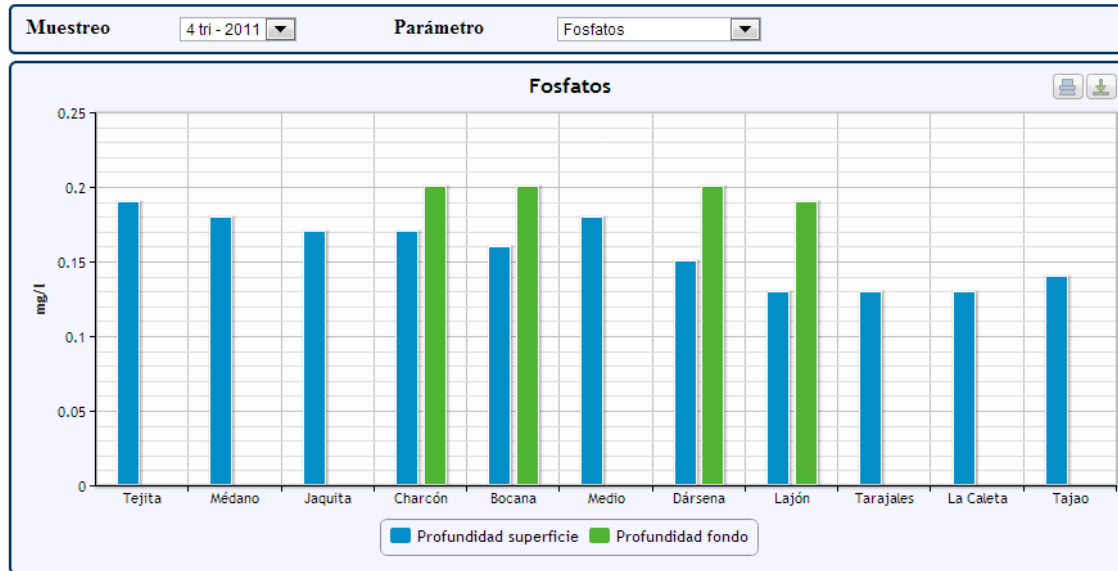


Figura 69. Concentraciones de fosfatos en las distintas estaciones el 8 de noviembre de 2011.

El muestreo se realizó el 8 de noviembre, dos días antes de un episodio de calima sahariana (11-23 nov.), que podría explicar el fenómeno; pero no es el caso. La discrepancia puede deberse también a un error persistente de laboratorio, como a una situación real, cuya única interpretación sería considerar que dichos nutrientes han sido capturados por el aumento de la biomasa fitoplanctónica.

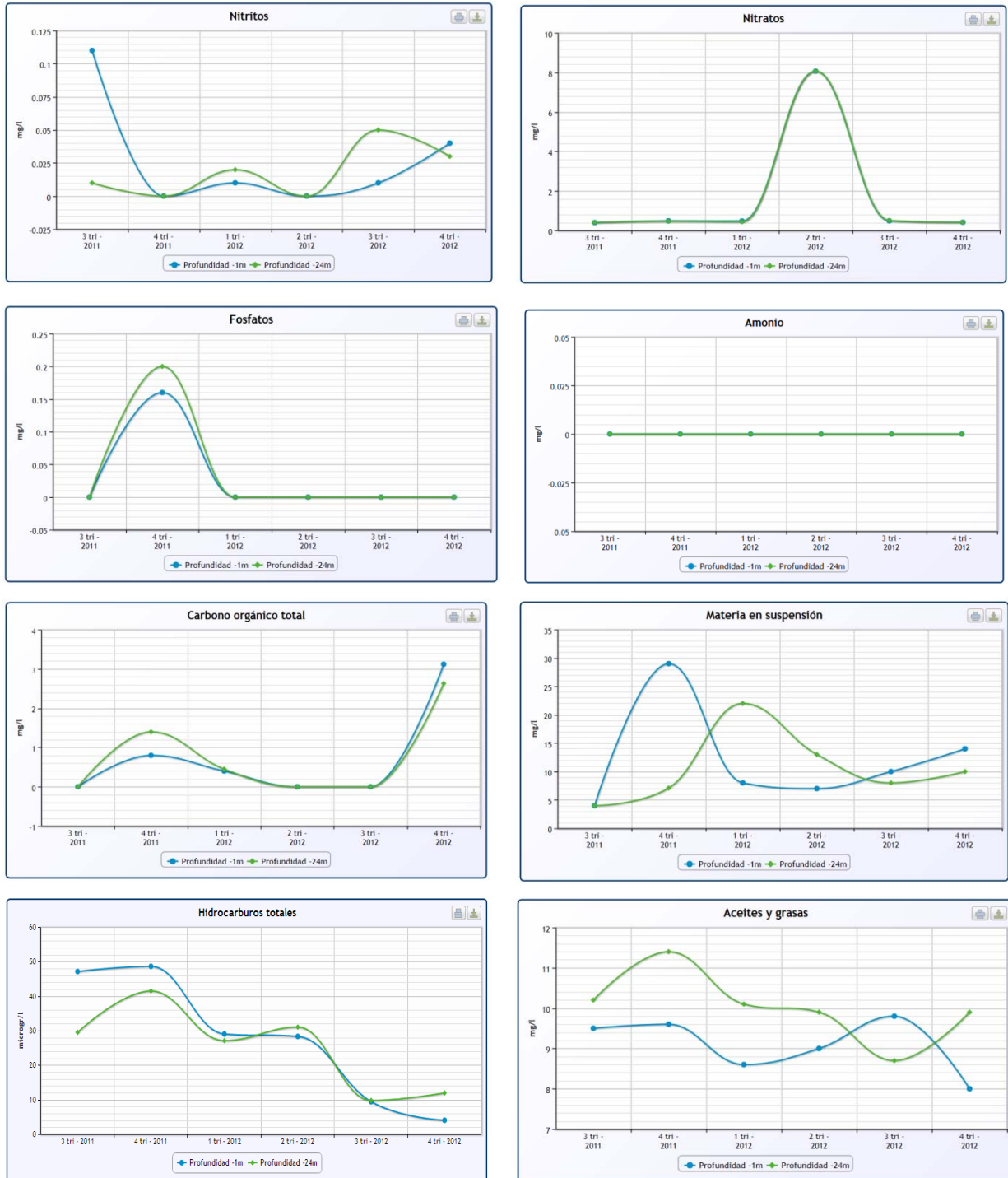
Tabla 15. Episodios de calima africana en Canarias durante 2012 (tomados de www.calima.ws)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
3-6	1										
9-16	5-6	8-13	18-19	11-17	23-30	17-22	1-5	8-11	7-11	23-27	11-13
18-21	17	15-29				31	10-14	24-26	23		17-25
30-31	25-29						19-25				27-30

Los nitritos y nitratos, sin embargo no siguen la misma pauta. Los primeros mantienen concentraciones bajas (inferiores a 0,05 mg/l), aumentan en enero de 2012, caen a cero en mayo y luego aumentan progresivamente hasta 0,05 mg/l en noviembre. Los nitratos mantienen concentraciones equiparables, inferiores a 0,05 mg/l pero el 1 de mayo se produce un pico simultáneo y brusco (¿vertido?) hasta 5-5,5 mg/l a lo largo de toda la costa, para luego volver a la “normalidad” de 0,2-0,4 mg/l (Figura 67). Hubo deposición de polvo sahariano a finales de enero y mediados de abril, pero de ser ésta la causa de los picos observados, deberían ser sincrónicos para los tres parámetros. La importancia de los aportes eólicos a las aguas marinas merece estudiarse con detenimiento y dilucidar su papel en la disponibilidad real de nutrientes.



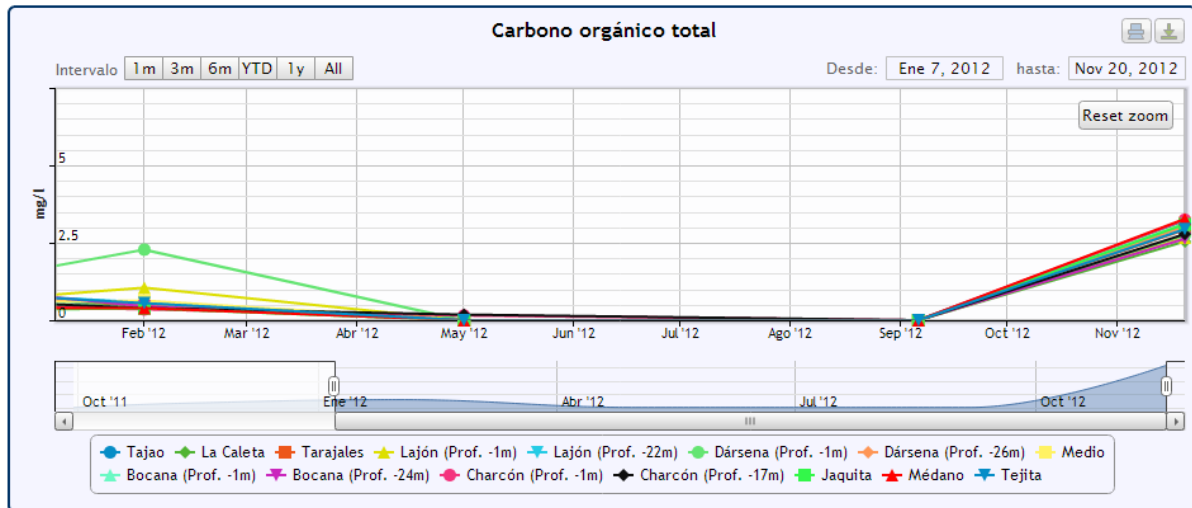
En la Figura 70 se muestra la evolución temporal de todos los parámetros para la estación situada en lo que será la futura bocana del puerto, y que sirve de ejemplo de las demás, ya que los patrones observados son más o menos coincidentes al margen de su ubicación.



**Figura 70. Evolución anual de parámetros químicos y contaminantes en la estación TGr11 “Bocana”, junto a la zona de construcción del puerto.**

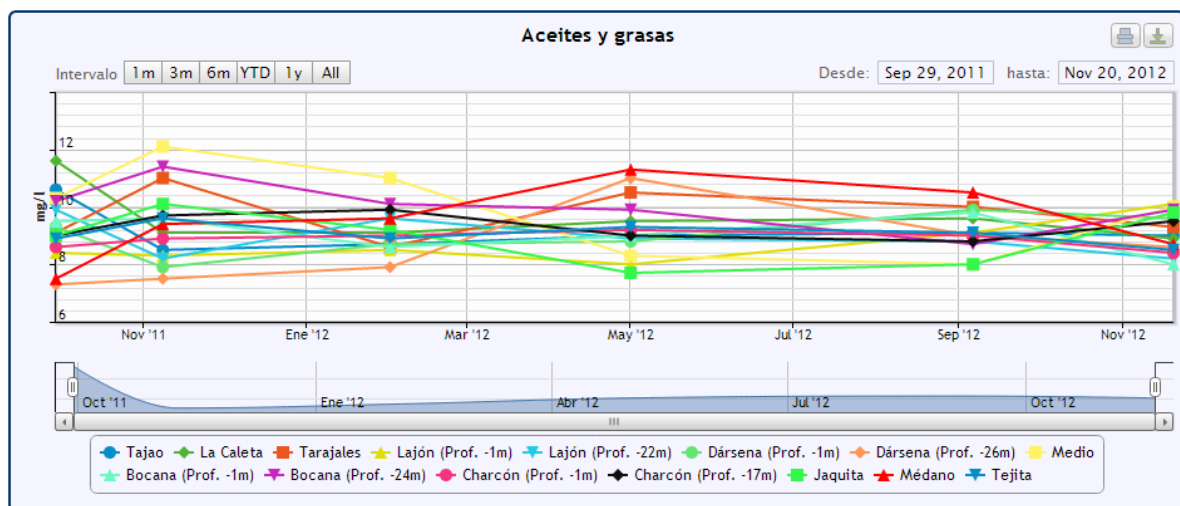


El amonio destaca por su ausencia ( $< 0,001$  mg/l) en todos los muestreos, lo cual es un buen indicador de que no se han generado zonas de anoxia ni contaminación amoniacal.



**Figura 71. Concentraciones de carbono orgánico total en la costa de Granadilla durante 2012.**

El carbono orgánico total se mantiene por lo general muy bajo y ronda entre 0,3 y 0,5 mg/l en los primeros tres trimestres, con un pico de 1,8 mg/l en el Charcón, en febrero, y en el cuarto trimestre se eleva en todas las estaciones a concentraciones entre 2 y 3,2 mg/l, cuyo significado queda pendiente de interpretar.

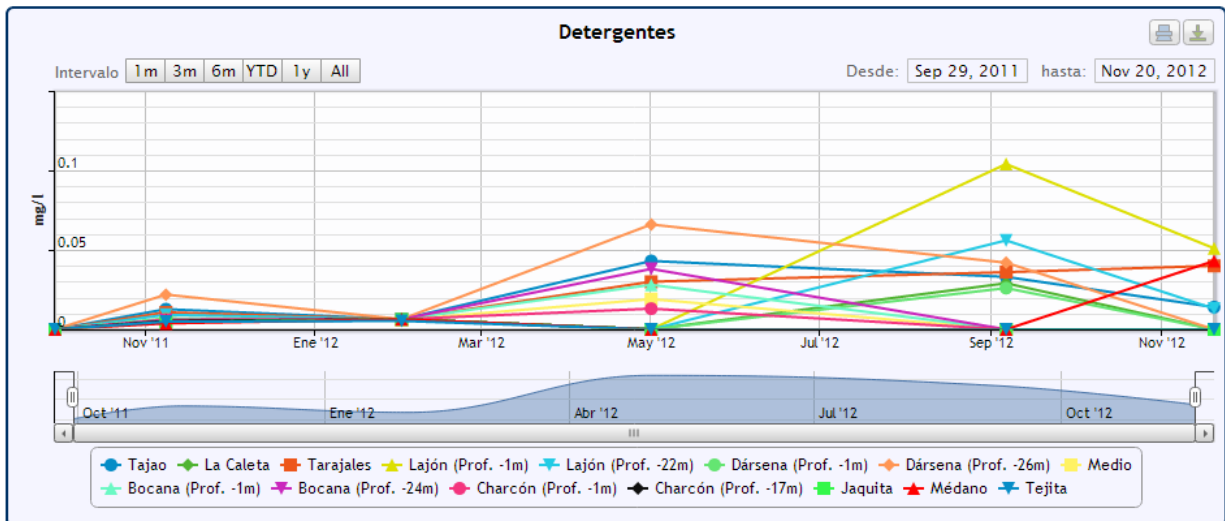


**Figura 72. Concentraciones de aceites y grasas en las estaciones a lo largo de la costa de Granadilla a finales de 2011 y durante el año 2012.**

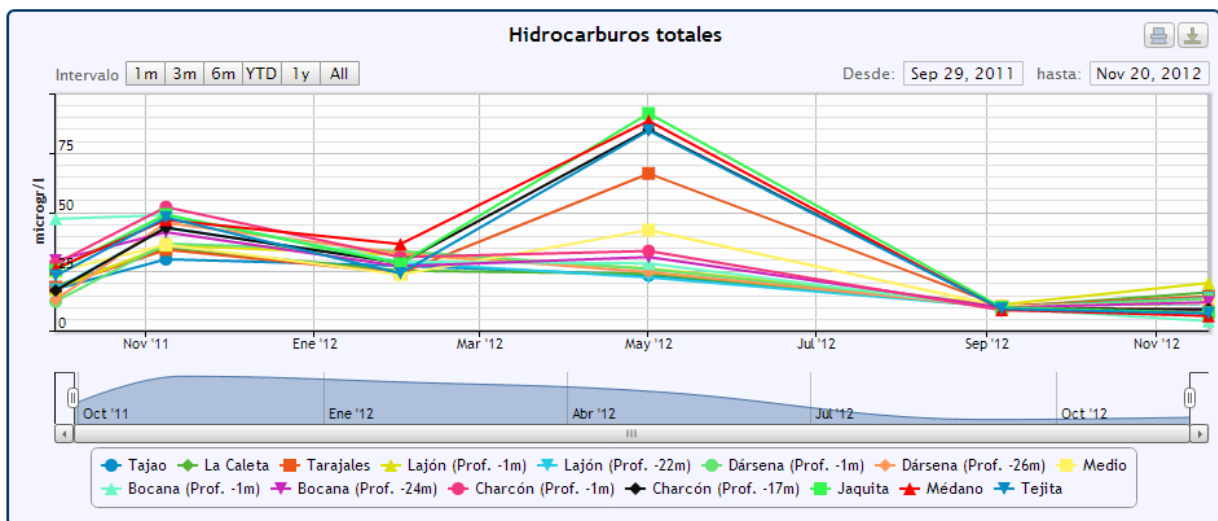
La presencia de aceites y grasas en las aguas de la zona se mantiene entre 7,30 y 11,40 mg/l en todas las estaciones y algo por encima de los valores de referencia de 2005 (1,10 – 3,79 mg/l), pero desconocemos si esto refleja una situación local, la generalizada en aguas de Canarias a sotavento de las islas, o un aumento del tráfico de embarcaciones. En las estación “Dársena” aumentan a lo largo del año, mientras que en la vecina “Bocana” decrecen, por lo que no parecen estar vinculados a los vertidos de materiales de las obras del puerto.



En general, las concentraciones de detergentes registradas (0,04-0,06 mg/l con un pico en 0,1 mg/l) son ligeramente superiores a las del año 2011, aunque apenas sobrepasan el valor de referencia de <0,05 mg/l y no resultan preocupantes para nada. En el segundo trimestre del año se aprecian picos en las estaciones próximas al puerto (Tarajales, Bocana), que se repiten en septiembre. El incremento, pues, podría estar relacionado con las obras del puerto, cuyos vertidos al mar se intensificaron en la primavera; o con las aguas residuales del polígono.



**Figura 73. Concentraciones de detergentes en las estaciones a lo largo de la costa de Granadilla a finales de 2011 y durante el año 2012.**



**Figura 74. Concentraciones de hidrocarburos totales en las estaciones a lo largo de la costa de Granadilla a finales de 2011 y durante el año 2012.**

El valor de referencia de 2005 para la concentración de hidrocarburos totales es de 10 – 870  $\mu\text{g/l}$ ; el máximo no se ha alcanzado en ninguna estación durante 2102, cuyos registros se mantienen inferiores a < 100  $\mu\text{g/l}$ , incluso durante el repunte primaveral. Se aprecia un incremento coincidente con el inicio de las obras y una caída progresiva hasta prácticamente 10  $\mu\text{g/l}$ .



### 3.6.4 Contaminación microbiológica

De cara a la salud humana y para prevenir enfermedades gastrointestinales, suele hacerse un seguimiento de la concentración de enterobacilos en las aguas de baño. Si bien las aguas portuarias no son de baño, existen zonas en el ámbito de las obras que sí lo son y por ello el PVA de Granadilla incluye la monitorización anual de colibacilos totales y fecales.



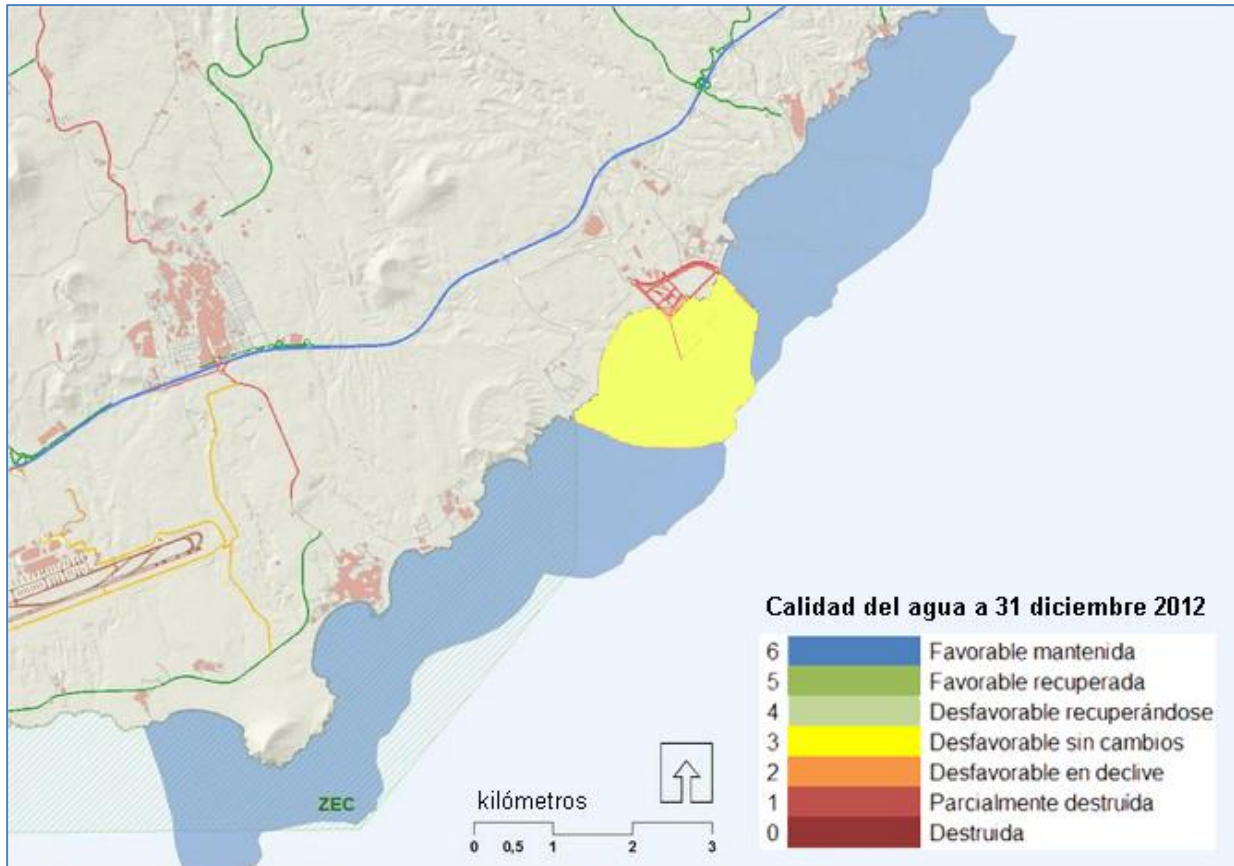
**Figura 75. Comparativa de las concentraciones de *Escherichia coli* medidas en el tercer trimestre en 2011 (arriba) y en 2012 (abajo), a lo largo de la costa de Granadilla**

En aguas marinas libres y no contaminadas lo normal es la ausencia de enterobacilos o concentraciones inferiores a 35 UFC/100. En este sentido, no deberían superarse concentraciones de 185 UFC/100 ml de enterococos o 500 UFC/100 ml de *Escherichia coli* (Directiva 2006/7/CE). De momento, no se han detectado enterococos ni se han superado estos límites para *Escherichia coli*. El valor más alto (4 UFC/100 ml) se registró en la TGr19 (Médano), estación cercana al núcleo urbano de El Médano.



### 3.6.5 Evaluación general de las aguas

Al final de cada semestre el OAG procede a hacer una valoración general del estado de conservación de las aguas según los sectores establecidos, generando mapas sintéticos que se pueden consultar en la página web en un visor de carrusel (secuencia histórica).



**Figura 76. Mapa de calidad de aguas, a diciembre de 2012.**

Las categorías empleadas<sup>8</sup> se emplean en gestión de aguas y obedecen a criterios combinados de estado, origen, dinámica ecológica y extensión. En el caso de la costa de Granadilla, la evaluación hecha a finales del primer semestre coincide con la de diciembre de 2011, con el sector del puerto como “desfavorable en declive”. En el segundo semestre de 2012, dicha evaluación cambia a “desfavorable sin cambios”. Cabe aclarar que la categoría 6 de “favorable mantenida” que se asigna a todos los demás sectores, no implica que no hayan existido cambios en los valores (que los ha habido), sino que dichos cambios no comprometen la condición de favorable. Así por ejemplo, en los sectores al SW del puerto se ha elevado la producción biológica ( $\approx 30\%$  aumento de clorofila) y la calidad de las aguas sigue siendo buena = favorable. El epíteto de mantenida hace referencia a que venía siendo así; que no se ha llegado a ella por recuperación de una situación desfavorable.

<sup>8</sup> Davies, J., Baxter, J., Bradley, M., Connor, D., Khan, J., Murray, E., Sanderson, W., Turnbull, C. & Vincent, M. (2001). *Marine monitoring handbook March 2001*. Peterborough: Joint Nature Conservation Committee.





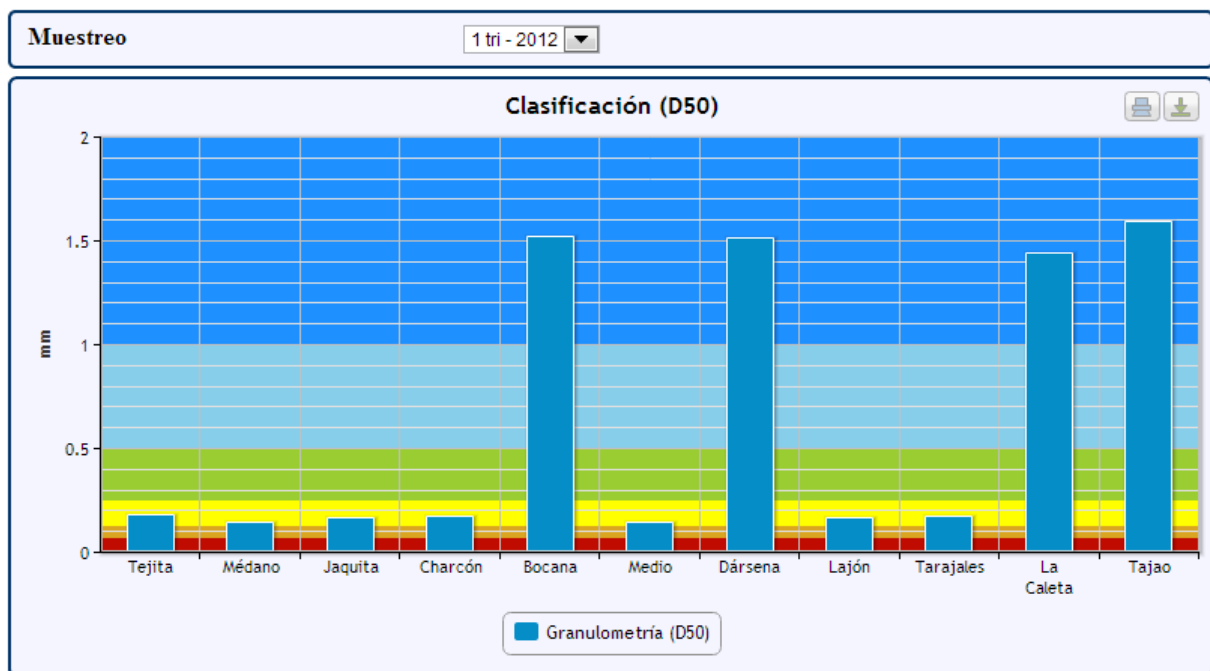
### 3.7 Calidad de sedimentos

Además de monitorizar la tasa de sedimentación en los distintos sectores de la costa de Granadilla (ver dinámica litoral, apartado 3.5.3), el plan de vigilancia plantea un seguimiento de la composición granulométrica y química de los sedimentos, así como de la eventual presencia de contaminantes; todo ello con miras a conocer su evolución natural y en qué medida se ven afectados por las obras del puerto.

El OAG muestrea trimestralmente –cuatrimestralmente a partir de 2013– en las mismas once estaciones que se emplean para la monitorización de la calidad de aguas, de modo que se pueda obtener una visión más integrada de lo que sucede en el medio. La analítica microbiológica de sedimentos prevista con carácter anual, ya se descartó de la presente fase de vigilancia.

#### 3.7.1 Granulometría

En la primera gráfica se clasifican las estaciones de muestreo por la granulometría dominante, utilizando para ello el valor  $D_{50}$  que es el diámetro de las partículas que correspondería al 50% en una gráfica de frecuencias acumuladas.



**Figura 77. Clasificación D50 de los sedimentos en el tramo de costa de Granadilla, analizados en el 1<sup>er</sup> trimestre de 2012.**

Las gráficas adjuntas muestran la composición de las 11 estaciones ordenadas de SW a NE, en cada uno de los trimestres de 2012. Su análisis secuencial muestra cambios considerables de uno a otro trimestre, reflejando lo que probablemente sea una característica de los fondos arenosos de la zona: que son muy dinámicos. Las lluvias y arrastre de octubre pueden ser la causa del perfil tan alterado del cuarto trimestre, y la disminución del calibre del grano en las muestras próximas al puerto, puede deberse a la deposición de finos, que es alta en estos casos.

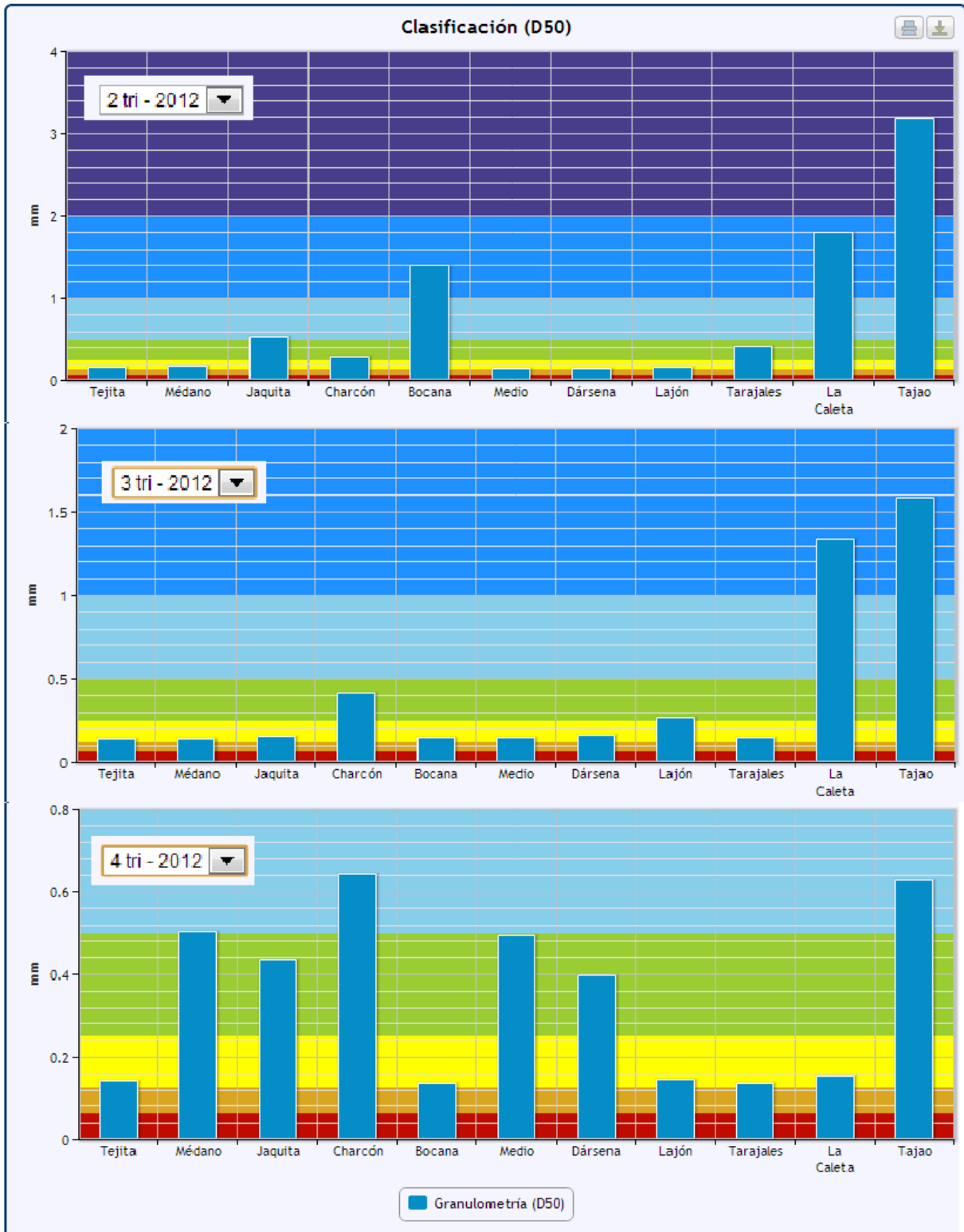
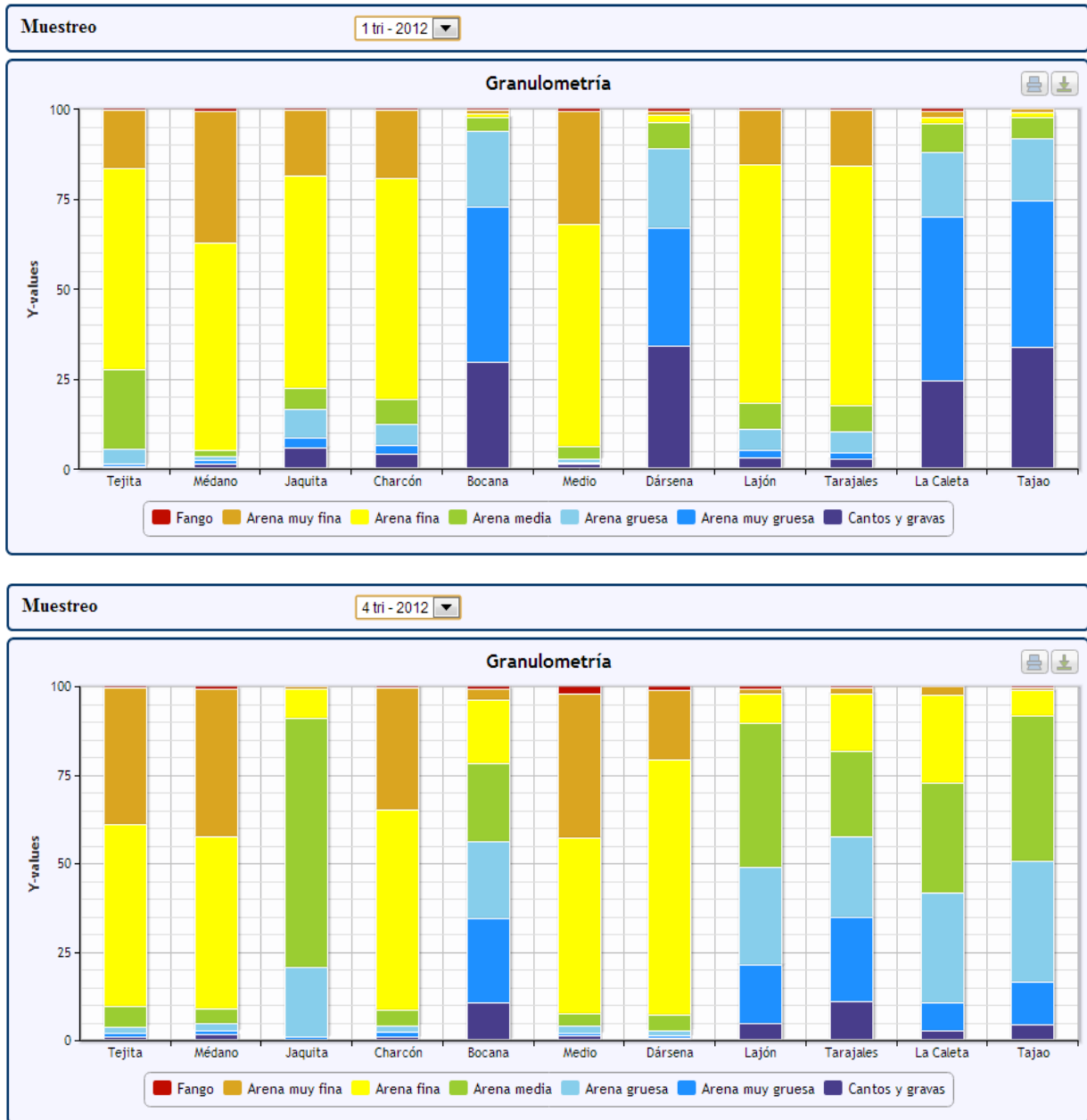


Figura 78. Clasificación D50 de los sedimentos del tramo de la costa de Granadilla analizados el 2º, 3º y 4º trimestres de 2012. Estaciones ordenadas de SW a NE.



En la próxima gráfica se muestra la composición granulométrica de 100 gr de cada muestra, con las estaciones igualmente dispuestas de SW a NE.



**Figura 79. Composición granulométrica de los sedimentos en el tramo de costa de Granadilla.**

Los perfiles obtenidos siguen reflejando la tendencia general observada en la situación de referencia de este tramo de costa, consistente en un predominio de la fracción mineral y grano grueso en las estaciones más al NE, y un aumento progresivo de la fracción organógena y fina en dirección al SW, con su máxima expresión en La Tejita. Las obras del puerto alteran este gradiente, introduciendo fracción mineral abundante (ver Bocana 4º trimestre), ocultando la organógena y aportando fangos. Estos últimos no se dan en la zona en condiciones naturales. El perfil más modificado corresponde a La Jaquita, aunque parece deberse al muestreo.



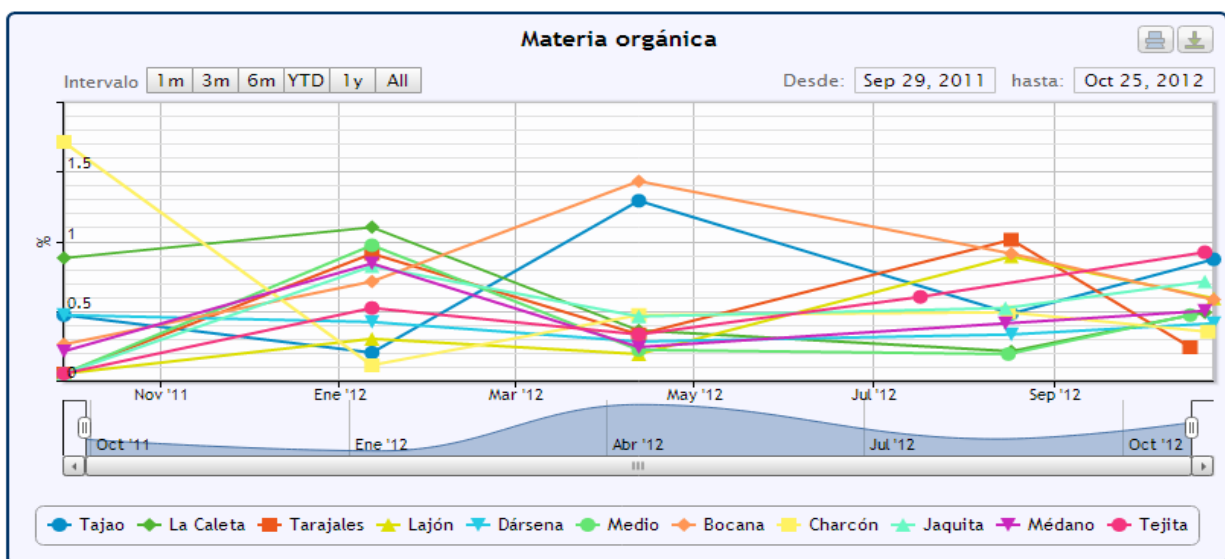
### 3.7.2 Parámetros químicos

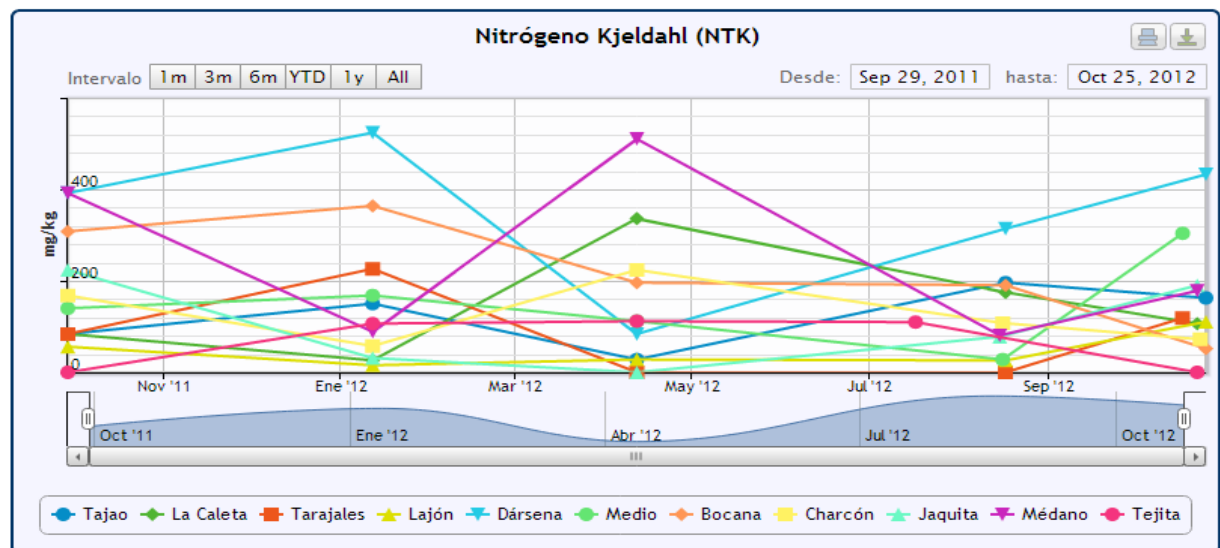
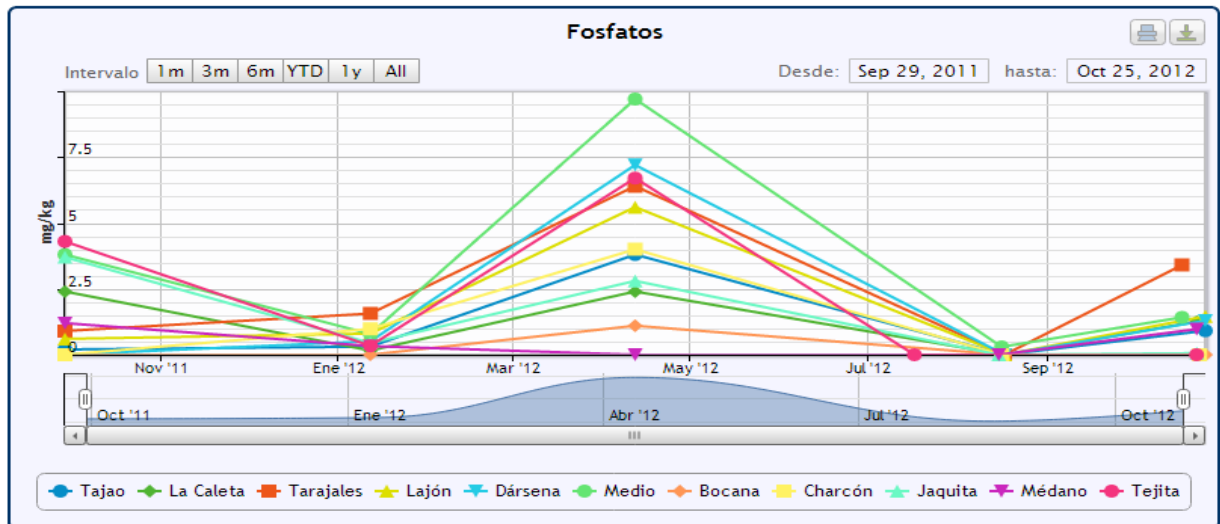
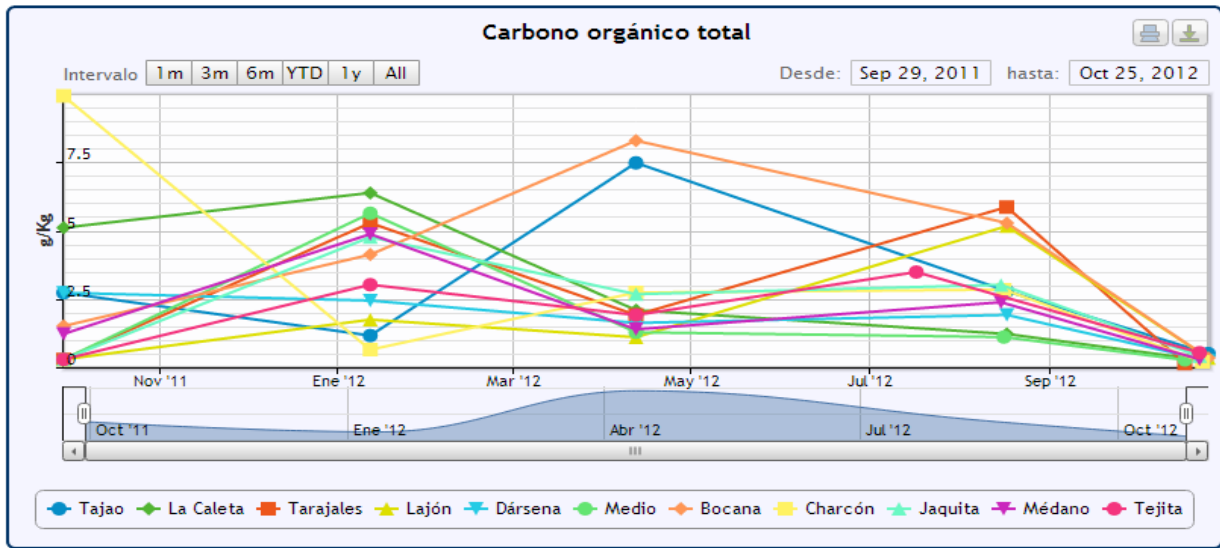
La analítica química ordinaria de los sedimentos contempla además de nutrientes y materia orgánica, la presencia de hidrocarburos, grasas y aceites, como principales contaminantes. En la revisión del PVA se descartó el seguimiento de compuestos organofosforados de uso común en pesticidas, por tratarse el agrícola de un uso no vinculado a las obras objeto de vigilancia o a la actividad portuaria.

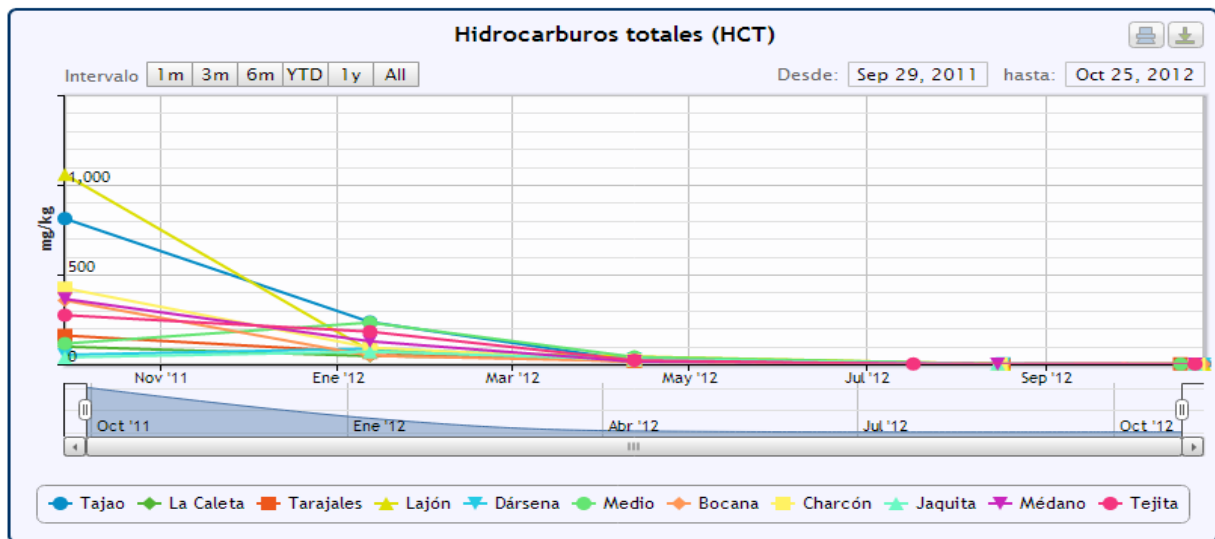
**Tabla 16. Resumen del análisis de sedimentos de la costa de Granadilla, 2012**

Sedimentos	unidades	Mínimo	Media	Máximo	Referencia
<b>Componentes y nutrientes</b>					
Partículas D <sub>50</sub>	mm	0,13	0,54	3,17	0,16 - 0,57
Materia orgánica	%	0,11	0,56	1,3	0,16 - 0,57
Carbono orgánico total	g/kg	0,14	2,52	8,29	-
Fosfatos	mg/kg	0	1,52	9,7	0,38 - 0,86
Nitrógeno total (Kjendal)	mg/kg	0	145,94	523,8	<1,5
<b>Contaminantes</b>					
PAH'S	µg/kg	0	0	0	-
TBT	µg/kg	0	0	0	<0,01
DBT	µg/kg	0	0	0	<0,01
MBT	µg/kg	0	0	0	<0,01
HCT (hidrocarburos)	mg/kg	0,1	35,37	235,1	<1

En 2011 se detectó un alto valor de materia orgánica en el Charcón, atribuido al emisario que existe en su proximidad, y resaltaba la presencia poco significativa de hidrocarburos y nitrógeno, inexistencia de contaminantes orgánicos y la práctica ausencia de metales pesados.







**Figura 80. Variación temporal (último trimestre de 2011 y año 2012) de nutrientes minerales, compuestos orgánicos e hidrocarburos en sedimentos a lo largo de la costa de Granadilla.**

La situación en 2012 ha cambiado en varios aspectos respecto de los valores de referencia. El incremento más destacado y considerable es el de nitrógeno total, lo cual es coherente con la presencia de vertidos de piedra removida y golpeada. Los niveles de materia orgánica se mantienen bajos (< 0,1%) con un incremento puntual (también de fosfatos) en el segundo trimestre, coincidiendo con la mayor actividad de vertidos (debían contener tierra vegetal). No se ha registrado contaminación alguna de TBT, DBT, MBT ni PAH'S, y destaca el hecho de que los hidrocarburos que tenían una presencia baja pero notoria en varias estaciones en 2011, han disminuido a lo largo de 2012 hasta prácticamente desaparecer. Se atribuye a su digestión en el sedimento –su persistencia parece ser inferior al año– y al cese de la fuente que los aportaba.

### 3.7.3 Metales pesados

Los metales pesados disueltos precipitan en un medio básico (pH 8,3-8,4) por lo que su seguimiento se ha descartado en agua y centrado en los sedimentos, que es donde se acumulan. Se ha aumentado la frecuencia de muestreo a cuatro veces al año, y en las gráficas adjuntas (Figura 81 - 83) se han incorporado los valores del cuarto trimestre de 2011 como referencia.

En la Tabla 17 se compilan los valores medios, máximas y mínimas de las concentraciones obtenidas, señalándose en verde las que han disminuido y en rojo, las que han aumentado en relación con los registros de referencia:

- El plomo, cinc, níquel, cobre y cromo se han reducido a lo largo del año notablemente.
- La media anual del plomo, no obstante, es superior a la media de 2011.
- El mercurio y arsénico muestran valores menores que los de referencia, pero siguen presentes y parecen originarse en la misma fuente (¿emisario de La Jaquita?).
- La fuente de cadmio, después de cesar, parece haberse reactivado.



**Tabla 17. Resumen del análisis de metales pesados en sedimentos de la costa de Granadilla, 2012**

Metales pesados	unidades	Mínimo	Media	Máximo	Referencia
Zinc	mg/kg	0	8,84	20,7	21,90 - 33,4
Cadmio	mg/kg	0	0,02	0,08	0,01 - 0,42
Plomo	mg/kg	0	7,25	38,4	3,66 - 5,00
Cobre	mg/kg	1,78	3,78	10,97	2,70 - 9,14
Níquel	mg/kg	0	4,74	22,17	8,92 - 57,6
Cromo	mg/kg	0,1	1,42	3,17	2,55 - 26,6
Mercurio	mg/kg	0	0,04	0,18	0,02 - 0,41
Arsénico	mg/kg	1,11	4,18	11,8	[12,5 – 17,5]*

\*No se tiene valor de referencia de arsénico en sedimentos; se anota en obtenido en agua.

La disminución brusca de varios metales pesados induce a pensar que estos contaminantes tenían una fuente común y que, por el motivo que sea, ha cesado de aportarlos.



**Figura 81. Concentración de plomo y cinc en sedimentos de la costa de Granadilla.**

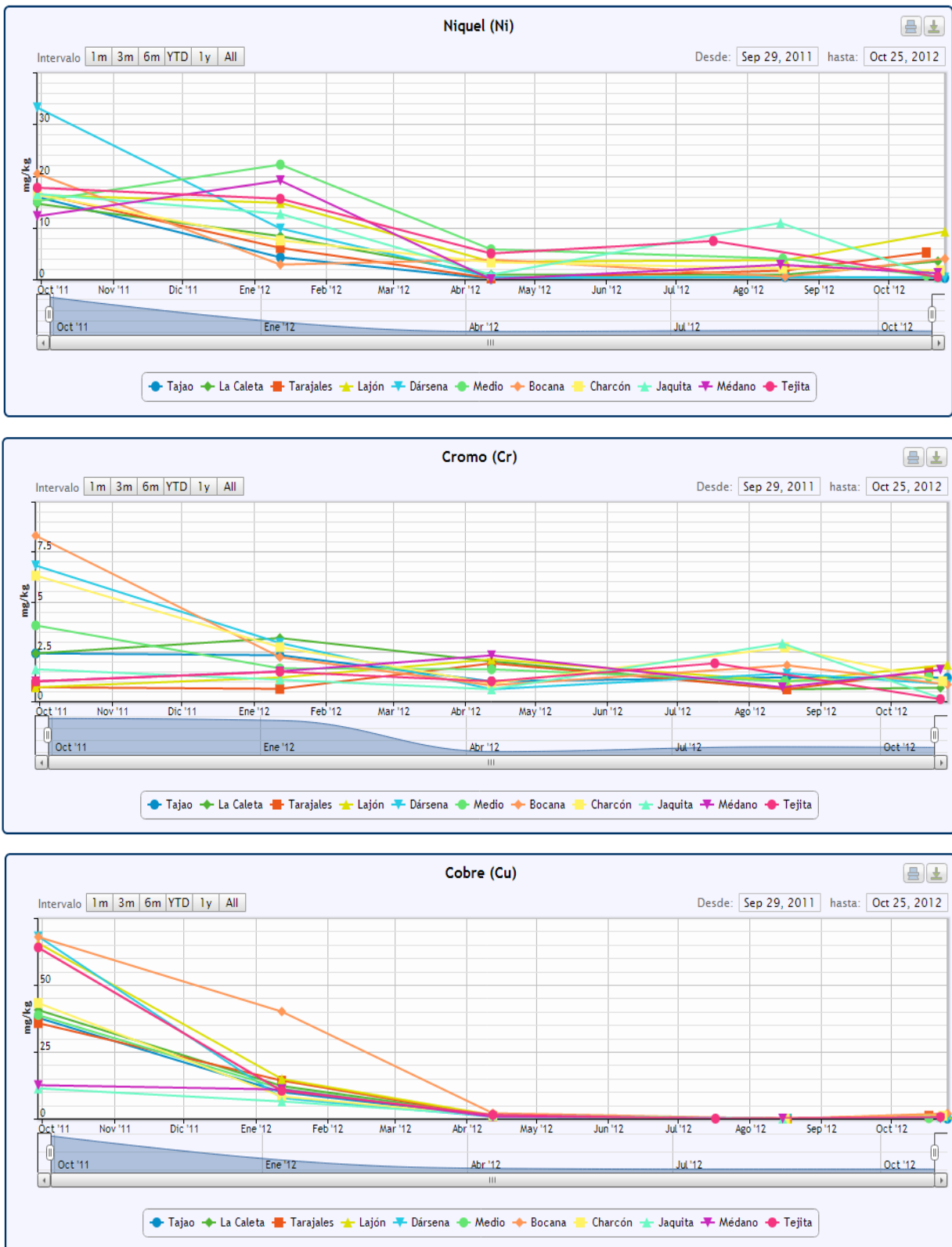


Figura 82. Concentración de níquel, cromo y cobre en sedimentos de la costa de Granadilla.



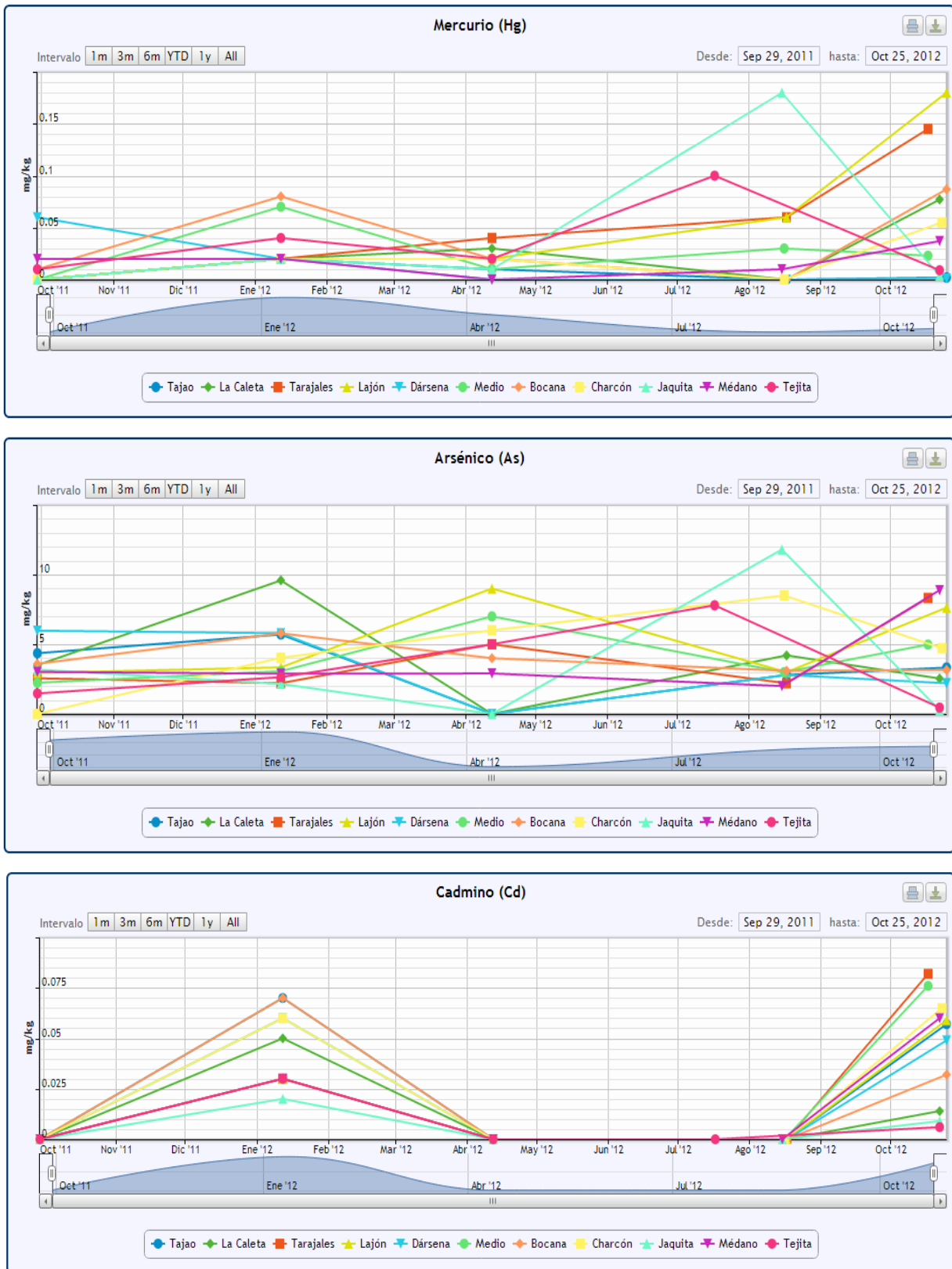


Figura 83. Concentración de mercurio, arsénico y cadmio en sedimentos, costa de Granadilla.

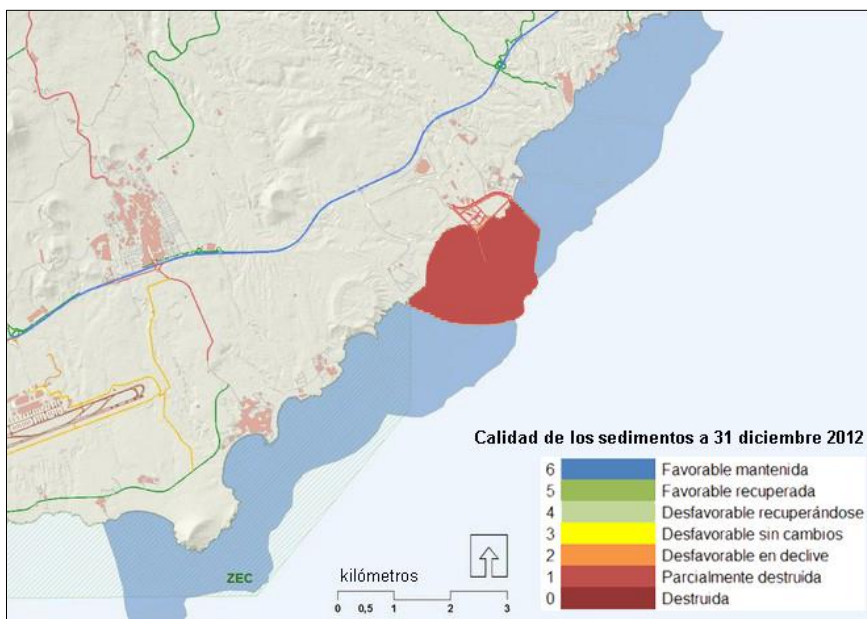


### 3.7.4 Evaluación general de los sedimentos

En general, los valores de los parámetros químicos caen dentro de lo normal para sedimentos en la zona. Los aumentos en concentración habidos afectan a los nutrientes minerales (nitrógeno, fósforo) que asociamos a los vertidos de material para la construcción del puerto, lo mismo que el ligero incremento en materia orgánica (Bocana) cuando contienen suelo vegetal. En ninguno de los casos se alcanzan valores que generan efectos preocupantes más allá de favorecer a las especies nitrófilas, si la hay. La presencia de carbono orgánico en las zonas próximas a poblaciones (p.ej. Tajao) tiene su origen presumiblemente en aguas residuales urbanas<sup>9</sup>.

Llama la atención la mejora sensible y generalizada que se ha experimentado respecto a contaminantes, tanto hidrocarburos como metales pesados<sup>10</sup>. Da la impresión de que las eventuales fuentes industriales (pinturas, etc.) han cesado de emitir, quizás al saber de la existencia de un programa de vigilancia independiente.

Pensamos que las variaciones en la granulometría derivadas tanto de la alteración de la hidrodinámica local, como por los aportes sedimentarios generados por las obras (sedimentación fina) acabarán por tener repercusiones ecológicas. De momento es difícil correlacionar los cambios en las comunidades biológicas con ambos fenómenos y dilucidar si se trata de efectos de la dinámica y fenología natural, o de la nueva situación provocada por las obras. Luego habrá que evaluar su trascendencia.



Obviamente, una parte del sector donde se construye el puerto ha perdido sus sedimentos por ocupación o por dragado y queda reflejado como tal en el mapa de calidad de sedimentos. El resto de los sectores mantienen sus condiciones favorables, contando con de las alteraciones ( $\pm$ ) habidas.

**Figura 84. Mapa de calidad de sedimentos a 31 de diciembre de 2012.**

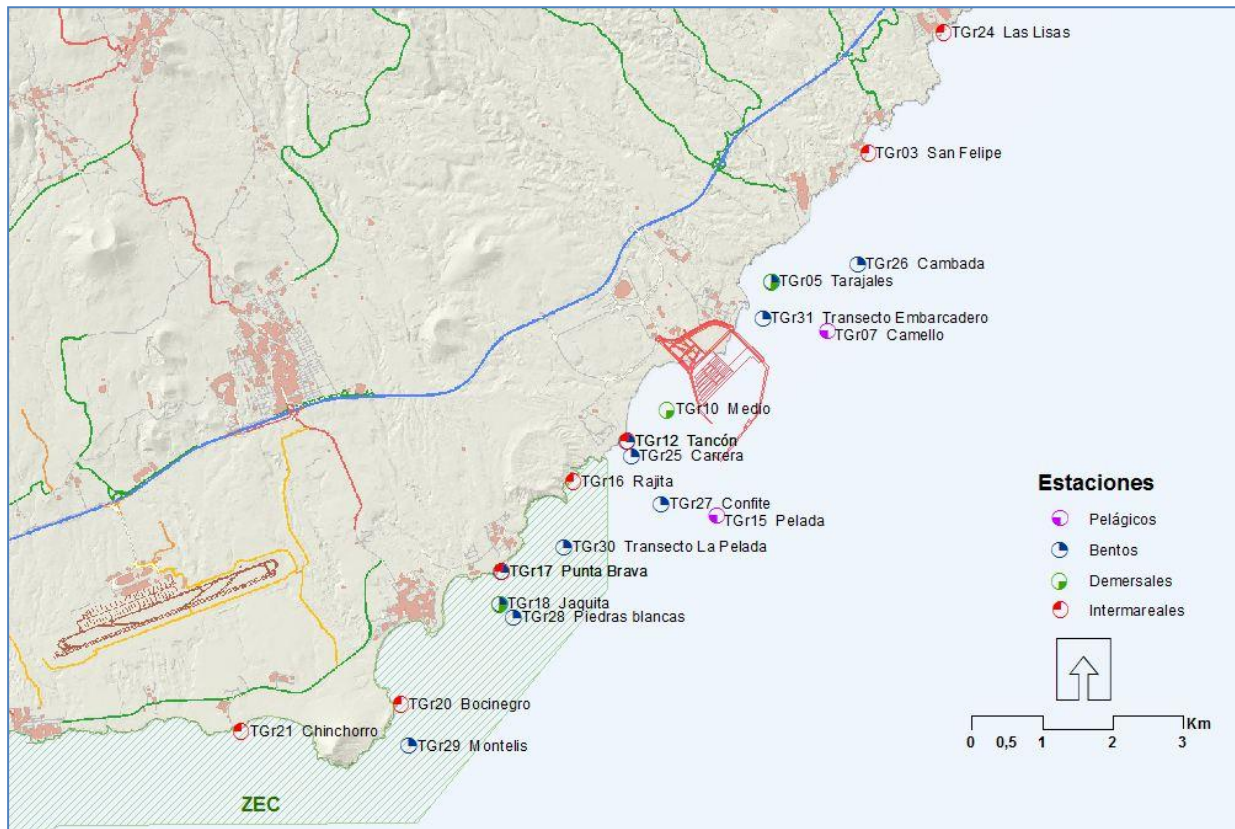
<sup>9</sup> No se ha constatado la presencia de un presunto vertido regular en el extremo occidental de la playa del Medio mencionado en el informe de 2011, más allá de la infiltración de las aguas del barranquillo que por allí discurre.

<sup>10</sup> En la evaluación química de la calidad de los sedimentos se sigue el principio de mantenimiento del estado actual, según el cual la concentración de los contaminantes no debe aumentar de forma significativa (NAS) en el tiempo. Consideramos significativo el incremento del valor medio anual de la concentración de la sustancia cuando es superior al 50% del valor obtenido en la campaña de establecimiento de valores de referencia.



### 3.8 Biodiversidad marina

El seguimiento de la biodiversidad marina en la zona de influencia del puerto de Granadilla se centra en las comunidades intermareales (de charcos), las bentónicas (de fondo) y las pelágicas (mar libre), además de prestar especial atención al estado de salud del sebadal y a la contaminación en los seres marinos. El seguimiento es de carácter semestral en todos los casos.



**Figura 85. Estaciones de muestreo intermareales, demersales, bentónicas y pelágicas.**

Dada la amplitud y extensión de esta sección, la información relativa a la biodiversidad marina se presenta en la página web del OAG en dos apartados:

- I. El primero, dedicado al seguimiento de las especies indicadores del estado de la comunidades biológicas supra e intermareales, demersales /bentónicas y pelágicas.
- II. El segundo, donde se refleja la bionomía de los fondos y sus variaciones, con un apartado especial centrado en el estado de desarrollo de los sebadales (estado de “salud”).

Además de los transectos bionómicos que se vienen realizando, en 2012 se han producido las primeras cartografías de las comunidades bentónicas aprovechando las imágenes de satélite WorldView2, aunque están en proceso de revisión. La frecuencia de esta cartografía no es mensual, como se pretendía originariamente, ya que ello depende de la calidad de las imágenes de satélite y, al hacerse de modo regular, no hay garantías de que la superficie del agua esté en condiciones óptimas para este tipo de análisis.

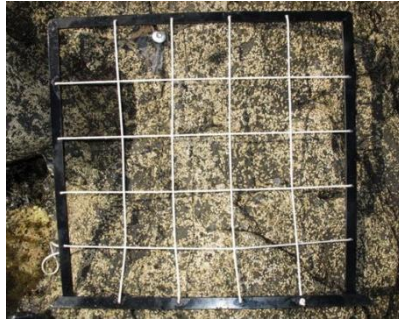


### 3.8.1 Comunidades supramareales

El seguimiento de las comunidades intermareales se realiza en siete estaciones escogidas en la lo largo del litoral de Granadilla (ver mapa, estaciones rojas), considerando la cobertura de tálamos (*Chthamalus stellatus*) en una localización fija y el porcentaje de ejemplares vivos /muertos. Las unidades de muestreo son cuadrículas de 50 x 50 cm subdivididas en 25 partes, y siempre las mismas para valorar su evolución (están marcadas). Se ha descartado el sector 3 "Camello" por no reunir condiciones para este tipo de muestreo.



Estación de muestreo

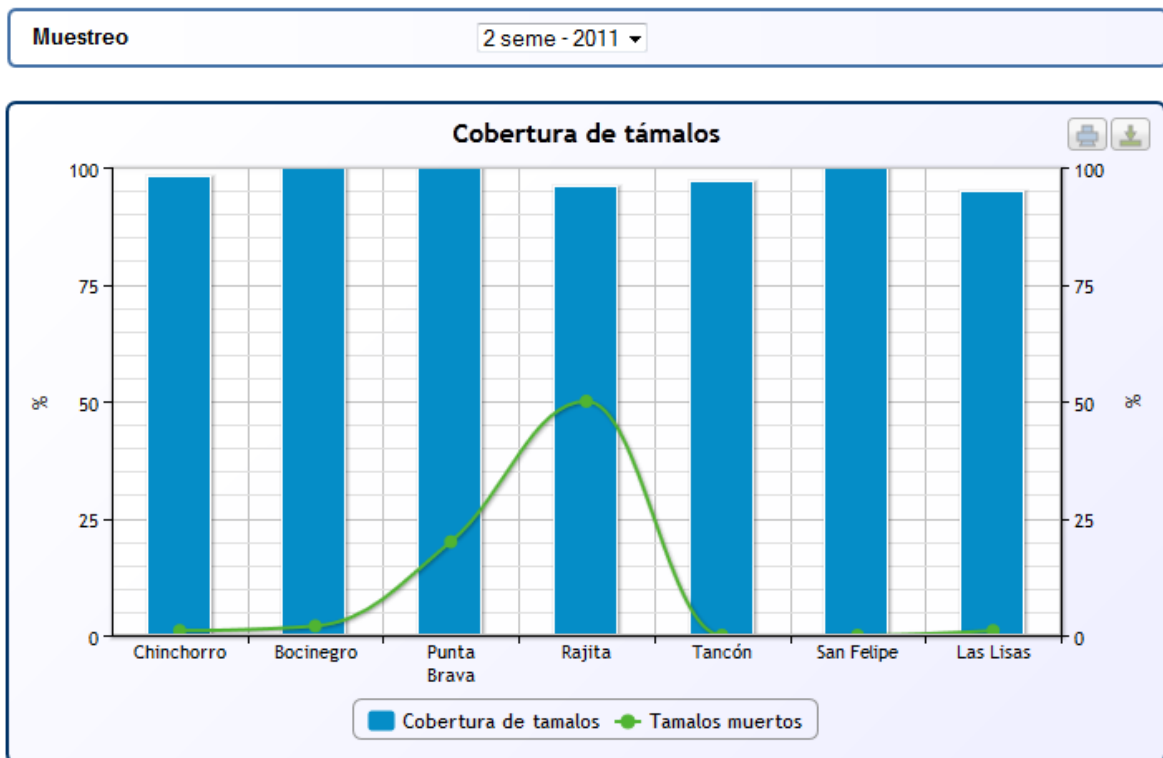


Muestreo de tálamos



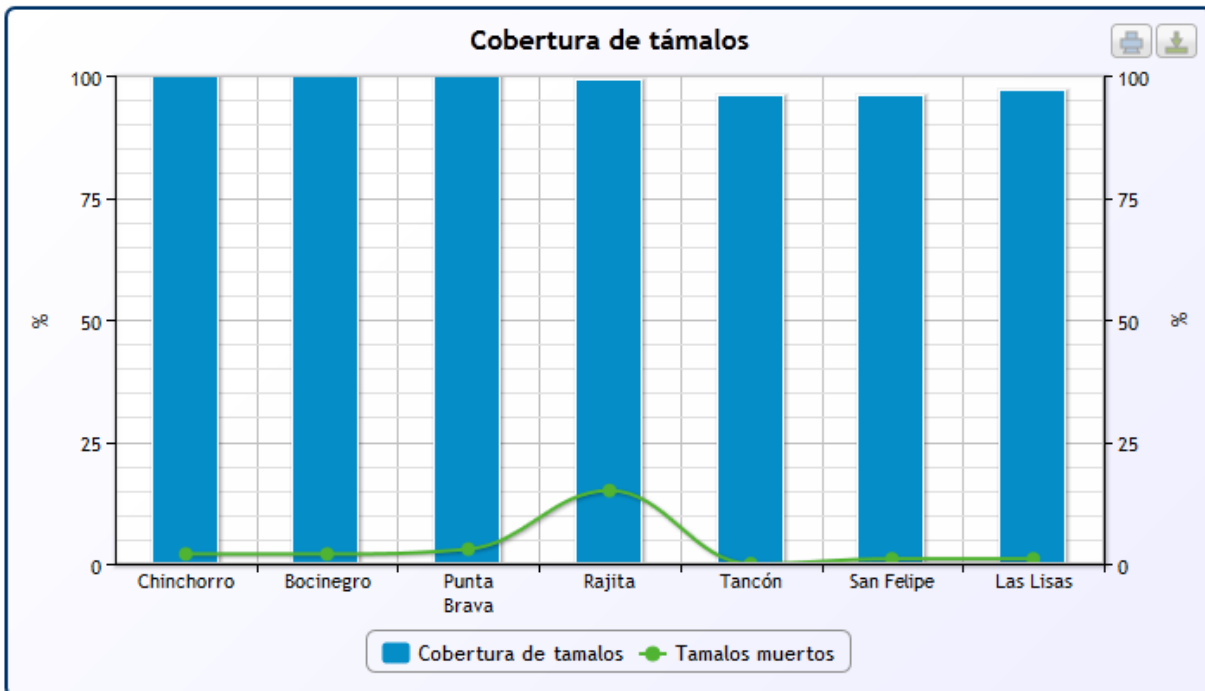
Tálamos vivos y uno muerto

En las gráficas se muestra la cobertura de tálamos de cada estación en porcentaje (barra azul) y el porcentaje aproximado de ejemplares muertos (línea verde). No se han observado variaciones significativas en la cobertura de tálamos en las estaciones medidas. Comparando la situación a finales de 2011 y 2012, la mortandad ha decaído en la Rajita y ha aumentado ligeramente en Bocinegro, lo cual no parece tener ninguna relación con las obras del puerto.





Muestreo 1 seme - 2012



Muestreo 2 seme - 2012

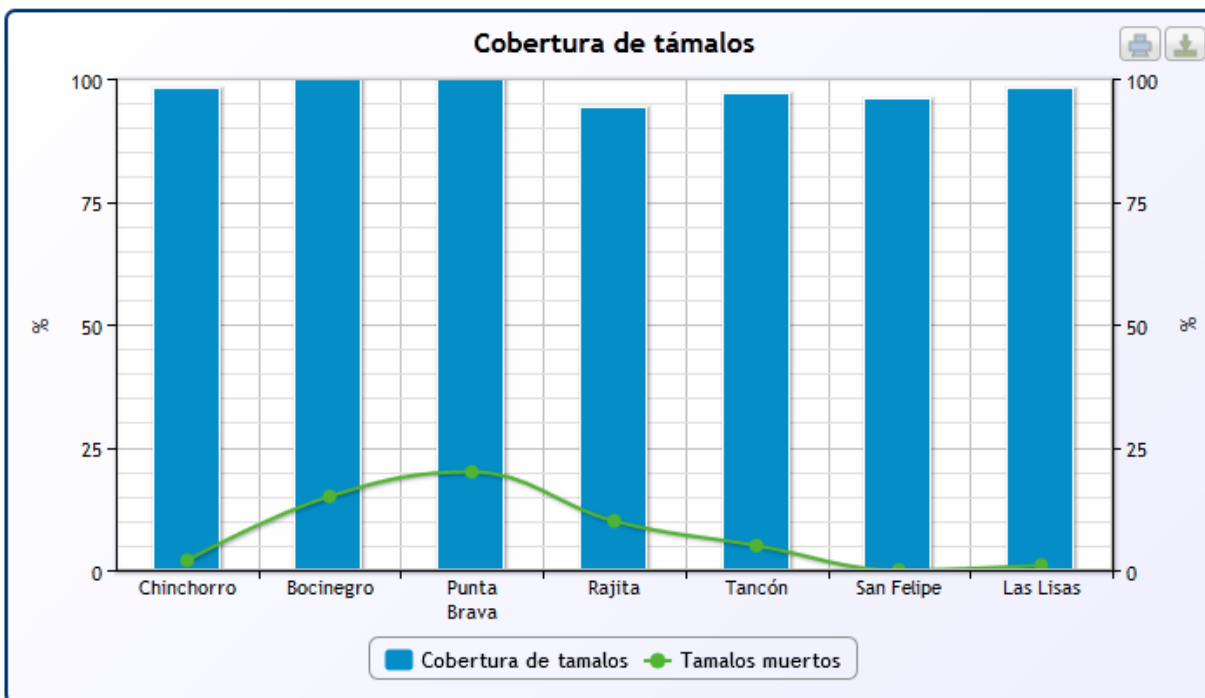


Figura 86. Cobertura y mortandad de támaraos en la costa de Granadilla.



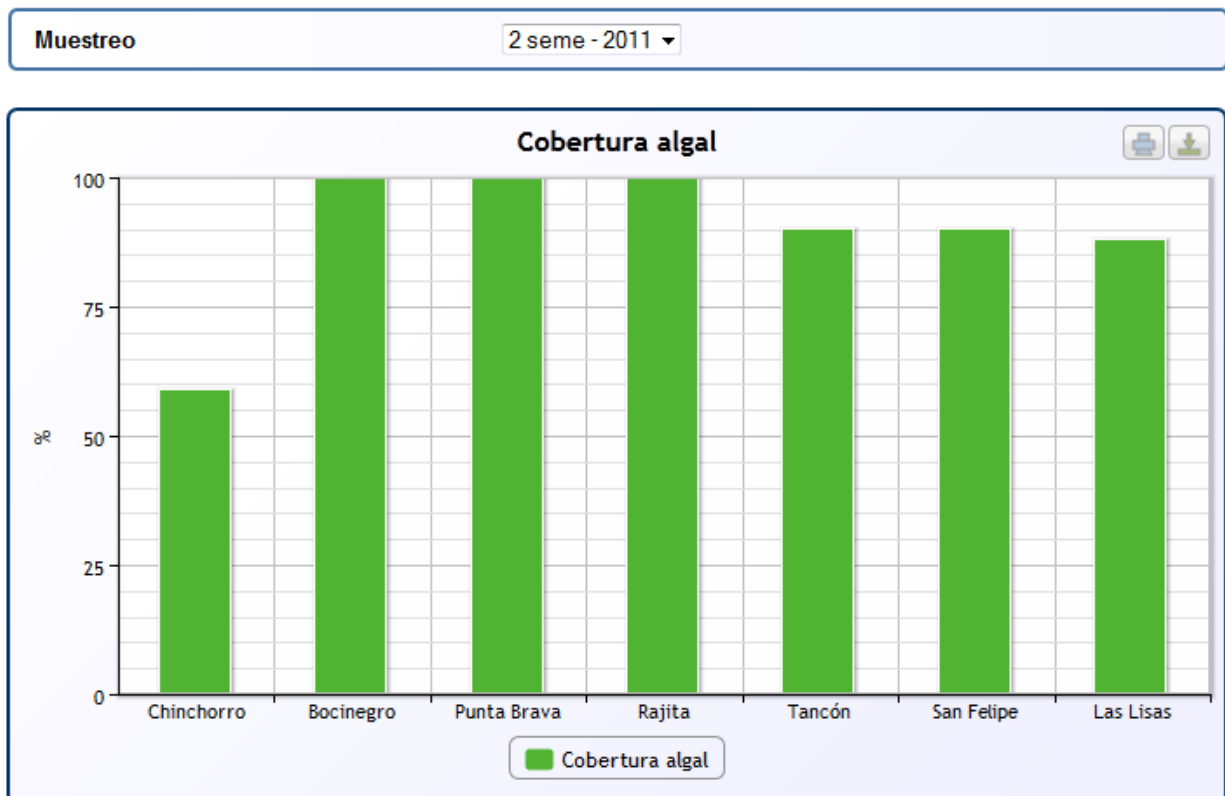
### 3.8.2 Comunidades intermareales

El seguimiento de las comunidades intermareales se realiza en las mismas siete estaciones, donde se han escogido charcos en los que se mide la cobertura algal total empleando igualmente una cuadrícula de 50 x 50 cm. La posición de la cuadrícula es fija para poder comparar y detectar si hay variaciones en el tiempo.

El estado inicial de referencia, fijado en noviembre de 2011 al poco de iniciarse las obras, corresponde a una situación natural presuntamente estable. En la Figura 87 se incluyen las gráficas del último semestre de 2011, y de los dos semestres de 2012, cuyos inventarios se realizaron el 28/11/2011, 10-12/04/2012 y 15/10-22/11/2012, respectivamente. Aunque aquí no se refleja, también se anota la especie dominante por si se produjera una sustitución de la misma debido a influencias antrópicas.

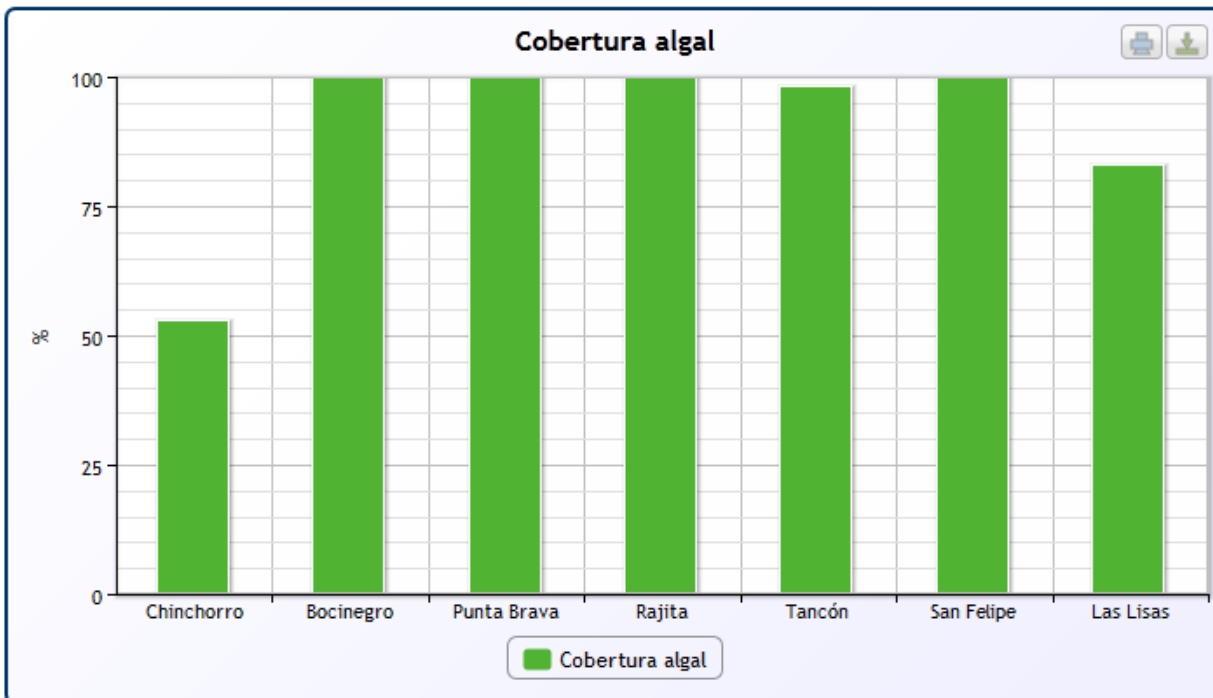
No se han observado variaciones significativas en la cobertura de algas con la excepción de la registrada en el Tancón. Esta estación está ubicada en un charco de marea muy expuesto al oleaje y posiblemente fue arrasada por uno de los últimos temporales ocurridos en la zona; por ello, los datos de cobertura, aunque ciertos, no parecen tener relación alguna con el puerto, más aún cuando todas las demás estaciones han mantenido estables sus niveles algales.

La estación Chinchorro está fuertemente influenciada por los temporales, que la cubren de arena o dejan al descubierto la roca madre según el periodo; de ahí su menor aunque estable cobertura algal, poco mayor del 50%.





Muestreo 1 seme - 2012



Muestreo 2 seme - 2012

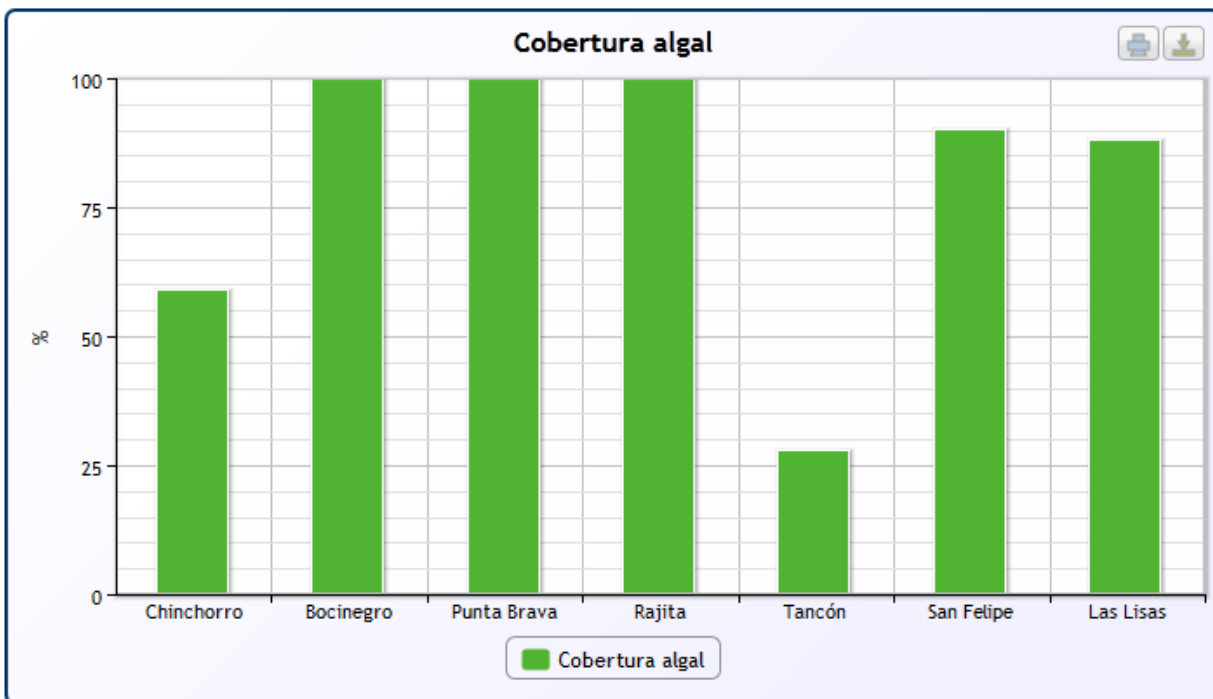


Figura 87. Cobertura algal en charcos de la costa de Granadilla.



### 3.8.3 Comunidades de peces litorales

Debido a su tamaño y facilidad de detección, se han escogido los peces como grupo idóneo para monitorizar a largo plazo eventuales cambios significativos en la biodiversidad local. En el caso de las especies bentónicas y demersales (columnas en azul) el muestreo se realiza en tres estaciones de punto fijo, contando desde el fondo todas las especies presentes en una columna de agua de unos 5,6 m de radio durante dos minutos (con replicas). El conteo de las especies pelágicas (estaciones Tgr07 y Tgr15, columnas de color rosado) se hace a 20 m sobre un fondo de 50 m durante dos minutos (2 replicas), se repite una vez, y luego se baja hasta el fondo y se sube hasta la superficie. El área a considerar en estas observaciones es de 5,6 metros de radio. La diversidad de especies en la tabla adjunta se expresa con el índice de Margalef<sup>11</sup>.

**Tabla 18. Campaña de referencia de peces litorales en la costa de Granadilla (2º semestre 2011)**

Especie	Nombre científico	TGr05 Tarajales	TGr10 Medio	TGr18 Jaquita	TGr7 Camello	TGr15 Pelada
Anguila jardinera	<i>Heteroconger longissimus</i>					
Araña costera	<i>Trachinus draco</i>					
Barriguda mora	<i>Ophioblennius atlanticus</i>					
Besuguito	<i>Pagellus acarne</i>	0	0	16		
Boga	<i>Boops boops</i>	0	>750	0		
Cabrilla reina	<i>Serranus cabrilla</i>					
Chopa	<i>Spondyliosoma cantharus</i>					
Chucho amarillo	<i>Dasyatis pastinaca</i>					
Doncella	<i>Coris julis</i>					
Fula blanca	<i>Chromis limbatus</i>					
Fula negra	<i>Abudefduf luridus</i>					
Gallinita	<i>Canthigaster capistratus</i>					
Gallo	<i>Balistes carolinensis</i>					
Gallo azul	<i>Aluterus scriptus</i>	0	0	0	0	4
Mojarra	<i>Diplodus annularis</i>					
Pejepeine	<i>Xyrichtys novacula</i>					
Pejeverde	<i>Thalassoma pavo</i>					
Rascacio canario	<i>Scorpaena canariensis</i>					
Pejerratón	<i>Myliobatis aquila</i>					
Salema	<i>Sarpa salpa</i>					
Salmonete	<i>Mullus surmuletus</i>					
Sargo	<i>Diplodus sargus</i>					
Seifía	<i>Diplodus vulgaris</i>					
Tamboril de hondura	<i>Sphoeroides marmoratus</i>	1	0	7		
Tamboril espinoso	<i>Chilomycterus atringa</i>					
Tapaculo	<i>Bothus podas</i>					
Pejetrompeta	<i>Auionostomus strigosus</i>					
Vieja	<i>Sparisoma cretense</i>	0	0	2		
Total ejemplares		1	>750	25	0	4
Índice de Margalef		0	0	0,34	0	0

<sup>11</sup> Índice de Margalef:  $S = N^k$ , donde  $k = \ln S / \ln N$ , siendo S el número de especie y N el número de individuos.





Tabla 19. Campaña de peces litorales en la costa de Granadilla (1º semestre 2012).

Especie	Nombre científico	TGr05 Tarajales	TGr10 Medio	TGr18 Jaquita	TGr7 Camello	TGr15 Pelada
Anguila jardinera	<i>Heteroconger longissimus</i>					
Araña costera	<i>Trachinus draco</i>					
Barriguda mora	<i>Ophioblennius atlanticus</i>					
Besuguito	<i>Pagellus acarne</i>	0	0	0		
Boga	<i>Boops boops</i>	0	0	0		
Breca	<i>Pagrus pagrus (juvenil)</i>	0	3	15		
Cabrilla reina	<i>Serranus cabrilla</i>					
Chopa	<i>Spondyliosoma cantharus</i>					
Chucho amarillo	<i>Dasyatis pastinaca</i>					
Doncella	<i>Coris julis</i>					
Fula blanca	<i>Chromis limbatus</i>					
Fula negra	<i>Abudefduf luridus</i>					
Gallinita	<i>Canthigaster capistratus</i>					
Gallo	<i>Balistes carolinensis</i>					
Gallo azul	<i>Aluterus scriptus</i>				0	0
Mojarra	<i>Diplodus annularis</i>	0	0	0		
Pejepeine	<i>Xyrichtys novacula</i>	0	0	0		
Pejeverde	<i>Thalassoma pavo</i>					
Rascacio canario	<i>Scorpaena canariensis</i>					
Pejerratón	<i>Myliobatis aquila</i>					
Salema	<i>Sarpa salpa</i>					
Salmonete	<i>Mullus surmuletus</i>					
Sargo	<i>Diplodus sargus</i>					
Seiñá	<i>Diplodus vulgaris</i>	0	0	0		
Tamboril de hondura	<i>Sphoeroides marmoratus</i>	1	1	1		
Tamboril espinoso	<i>Chilomycterus atringa</i>					
Tapaculo	<i>Bothus podas</i>					
Pejetrompeta	<i>Aulonostomus strigosus</i>					
Vieja	<i>Sparisoma cretense</i>	0	0	0		
Total ejemplares		1	4	16	0	0
Índice de Margalef		0	0,5	0,25	0	0

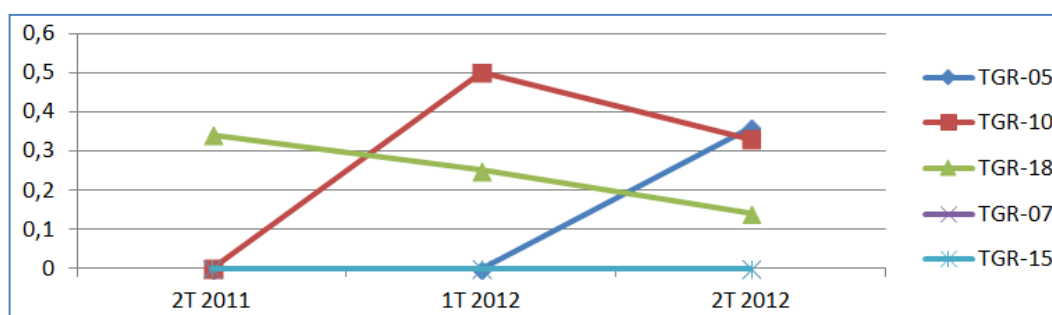


Figura 88. Evolución de la diversidad de peces litorales en la costa de Granadilla: índice de Margalef.  
Tabla 20. Campaña de peces litorales en la costa de Granadilla (2º semestre 2012).



Especie	Nombre científico	TGr05 Tarajales	TGr10 Medio	TGr18 Jaquita	TGr7 Camello	TGr15 Pelada
Anguila jardinera	<i>Heteroconger longissimus</i>					
Araña costera	<i>Trachinus draco</i>					
Barriguda mora	<i>Ophioblennius atlanticus</i>					
Besuguito	<i>Pagellus acarne</i>	0	0	0		
Boga	<i>Boops boops</i>	0	13	155		
Breca	<i>Pagrus pagrus (juvenil)</i>	0	10	0		
Cabrilla reina	<i>Serranus cabrilla</i>					
Chopa	<i>Spondylisoma cantharus</i>					
Chucho amarillo	<i>Dasyatis pastinaca</i>					
Doncella	<i>Coris julis</i>					
Fula blanca	<i>Chromis limbatus</i>					
Fula negra	<i>Abudefduf luridus</i>					
Gallinita	<i>Canthigaster capistratus</i>					
Gallo	<i>Balistes carolinensis</i>					
Gallo azul	<i>Aluterus scriptus</i>				0	0
Mojarra	<i>Diplodus annularis</i>	0	4	0		
Pejepeine	<i>Xyrichtys novacula</i>	1	0	0		
Pejeverde	<i>Thalassoma pavo</i>					
Rascacio canario	<i>Scorpaena canariensis</i>					
Pejerratón	<i>Myliobatis aquila</i>					
Salema	<i>Sarpa salpa</i>					
Salmonete	<i>Mullus surmuletus</i>					
Sargo	<i>Diplodus sargus</i>					
Seifía	<i>Diplodus vulgaris</i>	0	0	0		
Tamboril de hondura	<i>Sphoeroides marmoratus</i>	6	0	4		
Tamboril espinoso	<i>Chilomycterus atringa</i>					
Tapaculo	<i>Bothus podas</i>					
Pejetrompeta	<i>Aulonostomus strigosus</i>					
Vieja	<i>Sparisoma cretense</i>	0	0	0		
Total ejemplares		7	27	159	0	0
Índice de Margalef		0,36	0,33	0,14	0	0

La diversidad en las estaciones escogidas es, por lo general, bastante baja ( $k < 0,5$ ) y en los muestreos solo se han registrado un tercio de las especies inventariadas de la zona.

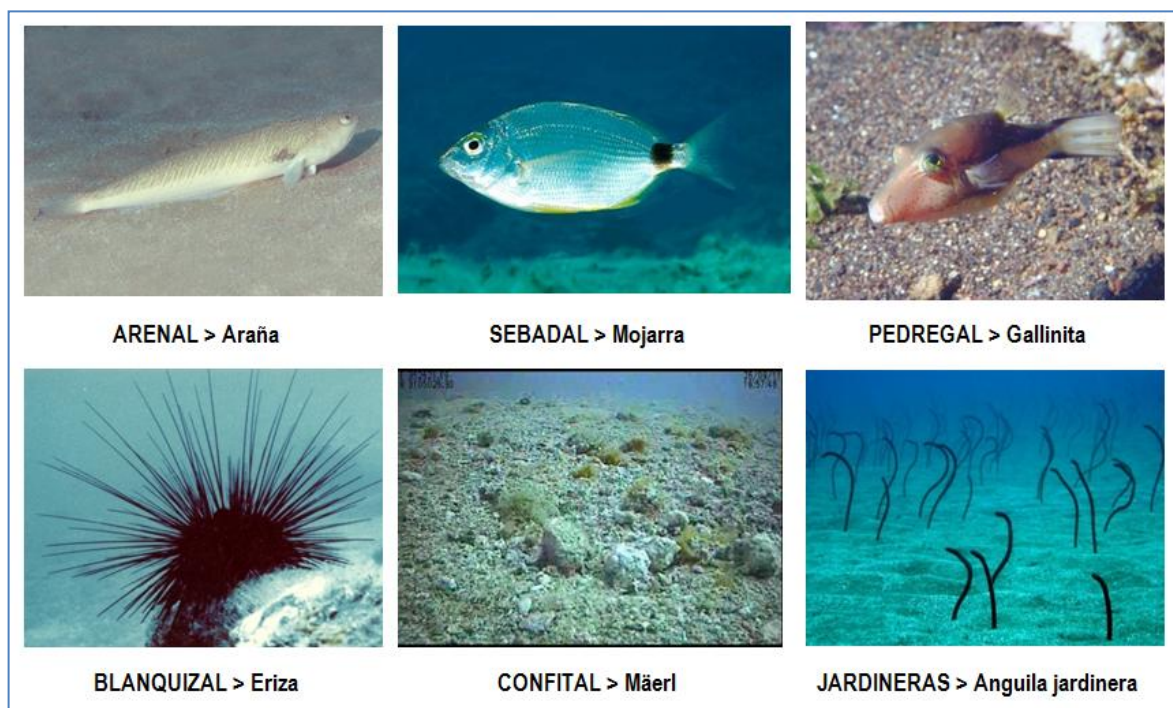
En las estaciones pelágicas, de momento, solo se ha detectado la presencia del gallo azul en 2011, y en las estaciones someras próximas al puerto (TGr05 y TGr10) el índice de diversidad ha aumentado, lo que puede ser consecuencia del “efecto de atracción” que ejercen las actividades constructivas sobre las especies marinas con capacidad de desplazamiento (acuden a buscar alimento). En las estaciones más alejadas ha caído (*e.g.* TGr18). Se requieren más datos para poder discernir si las variaciones son debidas a las obras del puerto, a ciclos estacionales o simplemente al azar; no obstante, la experiencia de campo y la etología de las especies apuntan a que los cambios se deben a las obras del puerto y no revisten mayor trascendencia.



### 3.8.4 Comunidades bentónicas

Además de realizar transectos de video que cubren los diferentes tipos de comunidades bentónicas presentes en la zona (ver §3.8.6), se ha elegido una especie representativa por cada comunidad cuya presencia continuada es indicadora de un buen estado de conservación.

Tratándose de peces o de erizos (en el caso del blanquizal), el muestreo consiste en recorrer un tramo de 25 m de largo y contar los ejemplares de la especie elegida observados en una banda de 4 metros de ancho. Las anguilas jardineras, dada la profundidad a la que viven, se cuentan a partir de los transectos de video registrados. Este método para hacer el seguimiento sustituye al planteado en el PVA por no haber dado resultados útiles en la primera campaña. Las especies indicadoras elegidas se muestran en la Figura 89 adjunta.



**Figura 89. Especies indicadoras de las comunidades bentónicas**

Según la bibliografía consultada<sup>12</sup>, las algas coralíneas (*Lithothamnion* spp.) que conforman el mäerl son particularmente sensibles a la deposición de sedimentos sobre ellas, sobre todo si se trata de fangos de composición ácida. El efecto es letal, y dada la extensión del mäerl en la zona y su relevancia como fuente de bioclastos (arena organógena), parece justificado abordar un seguimiento específico y más intensivo. En 2012 se inició su control calculando la proporción de ejemplares vivos y muertos en cuatro estaciones (4 cuadrículas de 50 x 50 cm). Para ello se toman fotografías en la vertical, si bien y la experiencia habida a dichas profundidades (> 35m) es aconsejable mejorar el sistema de iluminación y las propiedades de la cámara.

<sup>12</sup> **Wilson, S., Blake, C., Berges, J. A. & Maggs, C. A., 2004.** Environmental tolerances of free-living coralline algae (maerl): implications for European marine conservation. *Biological conservation* 120: 279-289.



El OAG ha contratado servicios expertos (D. Sergio González Martín-Fernández) para el diseño tecnológico y construcción de una nueva cámara submarina adecuada al trabajo requerido y adaptable a un patín de arrastre. La nueva cámara entrará en funcionamiento en 2013.

**Tabla 21. Muestreo de especies indicadoras de los principales hábitats en la costa de Granadilla.**

1ª Campaña Abril 2012	Hábitat	TGr	TGr	TGr	TGr	TGr	TGr	TGr	TGr	TGr	Transectos		
		05	12	17	18	25	26	27	28	29	Pelada	Ebarcad.	
Araña costera <i>Trachinus draco</i>	Arenal											1	
Mojarra <i>Diplodus annularis</i>	Sebadal	0			0								
Eriza <i>Diadema africanum</i>	Blanquizal					258							
Gallinita <i>Canthigaster capistratus</i>	Pedregal / rocoso		20	157									
Mäerl (% vivo) <i>Lithotamnion spp.</i>	Mäerl						100	100	97	95			
Anguila jardinera <i>Heteroconger longissim.</i>	Campos de anguila												39
2ª Campaña Diciembre 2012	Hábitat	TGr	TGr	TGr	TGr	TGr	TGr	TGr	TGr	TGr	Transectos		
		05	12	17	18	25	26	27	28	29	Pelada	Ebarcad.	
Araña costera <i>Trachinus draco</i>	Arenal										0		
Mojarra <i>Diplodus annularis</i>	Sebadal	0			5								
Eriza <i>Diadema africanum</i>	Blanquizal					45							
Gallinita <i>Canthigaster capistratus</i>	Pedregal / rocoso		3	1									
Mäerl (% vivo) <i>Lithotamnion spp.</i>	Mäerl						1 %	20%	1 %	4 %			
Anguila jardinera <i>Heteroconger longissim.</i>	Campos de anguila											33	

Comparando los resultados de las dos campañas realizadas en 2012, y usando la primera como referencia, cabe destacar:

- Un descenso generalizado de la abundancia de todas las especies indicadoras con la excepción de la mojarra en la estación TGr 18.
- El descenso es más acusado en las estaciones más próximas a la costa; pedregal-rocoso y blanquizal.
- ¡Una mortandad muy alta (80-99%) de mäerl!

Solamente se dispone de datos comparables para un ciclo anual y por ello, no es posible aseverar si el descenso observado se debe a diferencias estacionales, al efecto de los vertidos del puerto o a otras causas. Es especialmente preocupante la práctica desaparición del mäerl vivo en las localidades de muestreo, y en este caso la vinculación con los finos vertidos durante las obras parece la causa más plausible (pendiente de comprobación).



### 3.8.5 Infauna

El OAG ha seleccionado los gusanos poliquetos que habitan en los sedimentos como grupo indicador de las condiciones generales que configuran las biocenosis de la infauna. Para ello se pasan 2 kg de sedimento –recogidos en cada una de las once estaciones prefijadas –por un tamiz de 0,5 mm de luz de malla, y los ejemplares que quedan retenidos se determinan hasta el nivel de especie, siempre que sea posible. Posteriormente, las especies se agrupan en función de su papel trófico en la biocenosis (depredador, filtrador, etc.).

Los cambios en los sedimentos (proporción de fango, materia orgánica, arena, etc.) habrán de verse reflejados en la composición relativa de grupos tróficos, partiendo de los regímenes conocidos para las 45 especies que inventariadas en la zona (ver tabla adjunta).

**Tabla 22. Especies de poliquetos encontradas (tamiz 0,5 mm) en Granadilla y su régimen trófico.**

Especie	Régimen	Especie	Régimen
<i>Aonides oxycephala</i>	Predador	<i>Orbinia latreillii</i>	Detritívoro
<i>Aponuphis bilineata</i>	Predador	<i>Pelogenia arenosa</i>	Predador
<i>Aricidea assimilis</i>	Detritívoro	<i>Periqueta canariensis</i>	Detritívoro
<i>Armandia cirrhosa</i>	Detritívoro	<i>Phyllodoce mucosa</i>	Predador
<i>Capitomastus minimus</i>	Detritívoro	<i>Phyllodoce</i> sp.	Predador
<i>Chone filicauda</i>	Filtrador	<i>Pisione guanche</i>	Predador
<i>Cirriformia tentaculata</i>	Filtrador	<i>Poecilochaetous serpens</i>	Detritívoro
<i>Cirrophorus perdidoensis</i>	Detritívoro	<i>Polyophtalmus pictus</i>	Detritívoro
<i>Dasychone brachychona</i>	Filtrador	<i>Prionospio steenstrupii</i>	Detritívoro
<i>Demonax brachychona</i>	Filtrador	<i>Psamathe fusca</i>	Predador
<i>Desdemona</i> sp.	Filtrador	<i>Psammolyce arenosa</i>	Predador
<i>Exogone breviantennata</i>	Detritívoro	<i>Questa caudicirra</i>	Detritívoro
<i>Eunice vittata</i>	Predador	<i>Sabellidae</i> sp.1	Filtrador
<i>Grania</i> sp.	Detritívoro	<i>Schoeredella laubieri</i>	Detritívoro
<i>Glycera dayi</i>	Predador	<i>Scoloplos (Leodamas)</i> sp.	Detritívoro
<i>Harmothoe</i> sp.	Predador	<i>Scoloplos armiger</i>	Detritívoro
<i>Lanice conchilega</i>	Filtrador	<i>Sigalion squamatum</i>	Predador
<i>Lumbinerides acuta</i>	Predador	<i>Spio filicornis</i>	Predador
<i>Lumbrineris cingulata</i>	Predador	<i>Spio</i> sp.	Predador
<i>Lumbrineris latreillii</i>	Predador	<i>Streptosyllis bidentata</i>	Detritívoro
<i>Maldanidae</i> sp.1	Detritívoro	<i>Streptosyllis</i> sp	Detritívoro
<i>Nematonereis unicornis</i>	Predador	<i>Syllis</i> sp.	Predador
<i>Nereis</i> sp.	Predador		

En la página que sigue se muestra la composición de las biocenosis en cada estación según las dos campañas semestrales de 2012, añadiéndose la del último semestre de 2011 que se ha de tomar como referencia de la situación previa al inicio de las obras (30/9 y 3/10/2011).

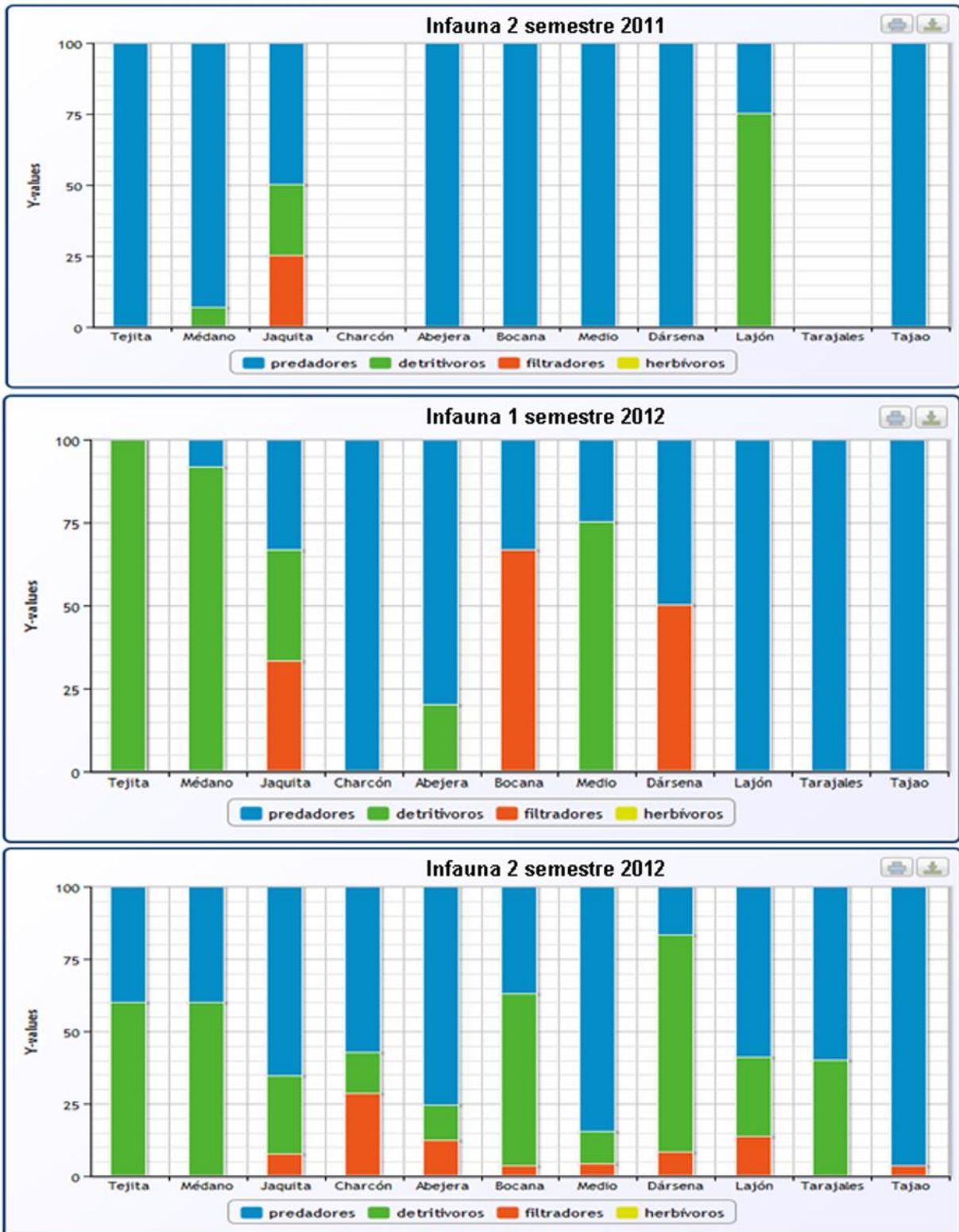


Figura 90. Perfiles tróficos de la infauna (poliquetos) en estaciones a lo largo de la costa de Granadilla (las muestras de “Charcón” y “Tarajales” no contenían poliquetos en 2011).



**Tabla 23. Muestreo de poliquetos en sedimentos (tamiz 0,5 mm) de la costa de Granadilla.**

2º sem. 2011	TGr22	TGr19	TGr18	TGr14	TGr13	TGr11	TGr10	TGr09	TGr08	TGr05	TGr04	TGr02	Media
Predadores (%)	100	93	50	0	100	100	100	100	25	0	-	100	85
Detritívoros (%)	0	7	25	0	0	0	0	0	75	0	-	0	12
Filtradores (%)	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	-	0	3
Total ejemplares	7	15	4	0	1	5	5	1	4	0	-	1	3,9
Índice Margalef	0,36	0,51	0,79	0	0	0,4	0,68	0	1	0	-	0	0,34
1º sem. 2012	TGr22	TGr19	TGr18	TGr14	TGr13	TGr11	TGr10	TGr09	TGr08	TGr05	TGr04	TGr02	Media
Predadores (%)	0	8	33,33	100	80	33,33	25	50	100	100	55,55	100	57,1
Detritívoros (%)	100	92	33,33	0	20	0	75	50	0	0	22,22	0	32,7
Filtradores (%)	0	0	33,33	0	0	66,66	0	0	0	0	22,22	0	10,2
Total ejemplares	5	12	3	3	5	15	4	4	6	5	9	4	6,25
Índice Margalef	0,68	0,28	1	0,63	0,68	0,51	0,79	0,79	0,77	0,86	0,89	0	0,65
2º sem. 2012	TGr22	TGr19	TGr18	TGr14	TGr13	TGr11	TGr10	TGr09	TGr08	TGr05	TGr04	TGr02	Media
Predadores (%)	96,3	30,77	60	59,1	16,67	84,78	37,04	75,62	57,14	65,38	40	40	55,2
Detritívoros (%)	0	53,85	40	27,27	75	10,87	59,26	12,19	14,28	26,92	60	60	36,7
Filtradores (%)	3,7	15,38	0	13,63	8,33	4,35	3,7	12,19	28,58	7,7	0	0	8,1
Total ejemplares	10	5	26	7	41	27	46	12	22	5	13	27	20
Índice Margalef	0,7	1	0,79	0,71	0,69	0,67	0,6	0,65	0,71	1	0,81	0,49	0,73

1. Antes de las obras predominaban los predadores (al promediar todas las estaciones) y en las siguientes campañas éstos se ha reducido un 30 %, aumentando los detritívoros un 20-25 % y los filtradores un 5-7 %.
2. En las estaciones próximas al puerto ha aumentado significativamente la variedad de grupos tróficos detectados, que inicialmente eran sólo predadores.
3. Los promedios de la diversidad (índice de Margalef) y de la abundancia han aumentado progresivamente a lo largo del periodo estudiado.

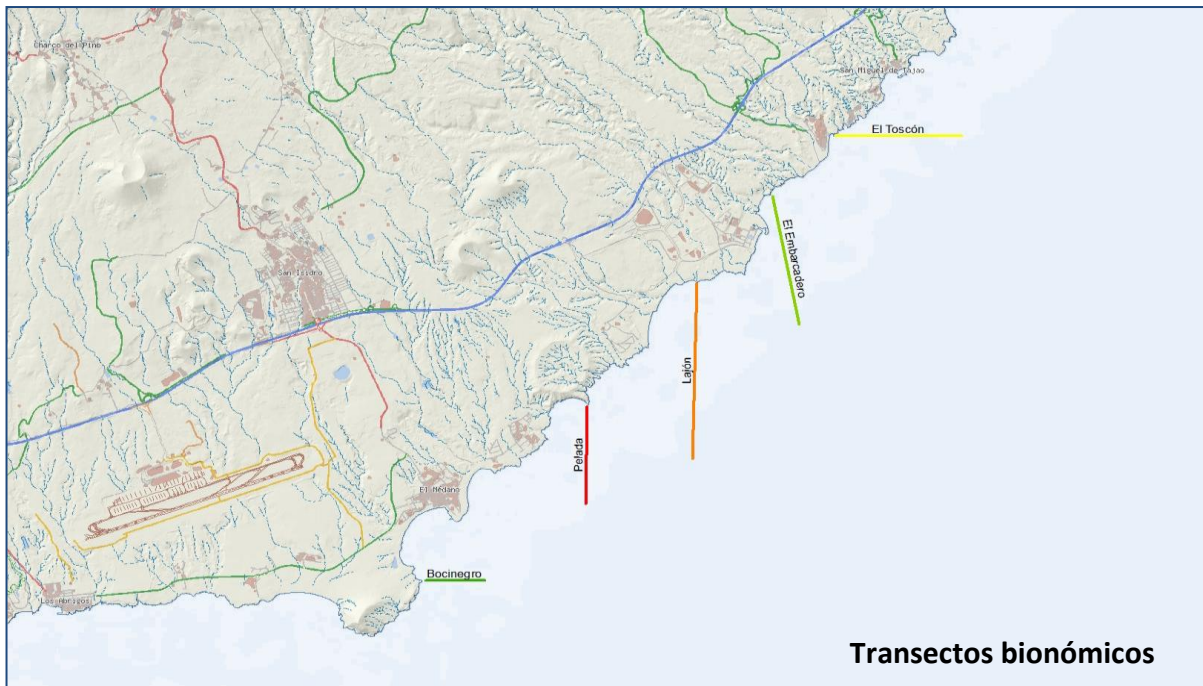
La metodología ha evolucionado durante el seguimiento y es posible que haya afectado a los resultados, introduciendo un error que no podemos cuantificar con precisión. La variación más importante ha sido el cambio en el fijador, que originalmente era etanol 96%, y en la última campaña pasó a ser formalina al 4 % en agua de mar. En cualquier caso, las muestras siempre se han cribado en vivo, el extracto se ha mantenido en frío y transportado inmediatamente para su determinación. En sucesivas campañas podremos evaluar la importancia de los cambios introducidos.

El aumento en la variedad de grupos tróficos en las estaciones próximas al puerto indica que las obras tienen un efecto directo sobre la infauna de la zona, tal como era de esperar. Dicho efecto es positivo para la infauna desde el punto de vista de la biodiversidad pero no refleja más que una respuesta ecológica de la taxocenosis que se acomoda a la nueva composición del medio.



### 3.8.6 Perfiles bionómicos

Los cinco transectos fijos dispuestos estratégicamente cubren ampliamente las comunidades objeto de seguimiento y las eventuales variaciones que en ellas se produzcan. Ello ofrece datos objetivos para decidir si procede hacer más transectos, a la vez que permite calibrar la interpretación de las imágenes de satélite.



**Figura 91. Transectos bionómicos, cuya denominación deriva del topónimo del punto de la costa desde donde arrancan.**

Los transectos fueron realizados en marzo (fenología invernal) y octubre (fenología estival) de 2012, y hubo que repetir Bocinegro y la parte inicial del Lajón el 12/12/2012 porque los primeros realizados salieron desplazados debido a las condiciones meteorológicas. Se emplea una cámara de vídeo arrastrada desde el Avatar (embarcación del OAG) y las imágenes se interpretan<sup>13</sup> posteriormente, clasificándose las comunidades vivas y los fondos por separado, para luego agregarlos según el esquema de hábitat adoptado. Se navega siguiendo el perfil preestablecido, desde tierra a mar adentro, hasta alcanzar profundidades de -50 m. El propósito es poder expresar en percentiles la evolución de cada hábitat (crecimiento, reducción, sustitución, etc.). Además, los vídeos conservan una valiosa información sobre las especies presentes.

Los "hábitat" o comunidades bentónicas tipificadas a efectos de la vigilancia ambiental, son los que se muestran al pie de la Figura 92. Las transiciones entre unos y otros pueden ser suaves y ofrecer todo tipo de combinaciones. Las especies se acomodan allí donde las circunstancias se lo permiten, al margen de las etiquetas que queramos poner al resultado final.

<sup>13</sup> Estos trabajos y los correspondientes al estado fisiológico de los seadales los realiza D. Tomás Cruz Simó, biólogo marino que colabora con el OAG.





Se incluyen los dos diagramas resumen elaborados para cada transecto (invernal – estival), con su longitud planificada (la real suele variar un poco) y los comentarios más destacados al pie. La simbología empleada en los diagramas se explica en la Figura 93.

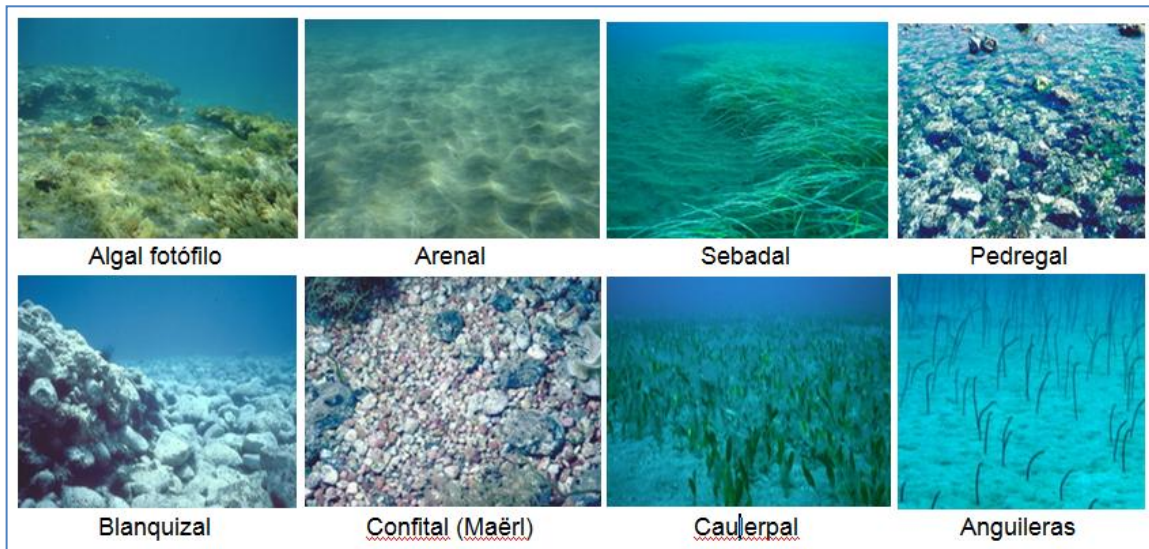


Figura 92. Imágenes de ejemplo de los distintos hábitat tipificados.

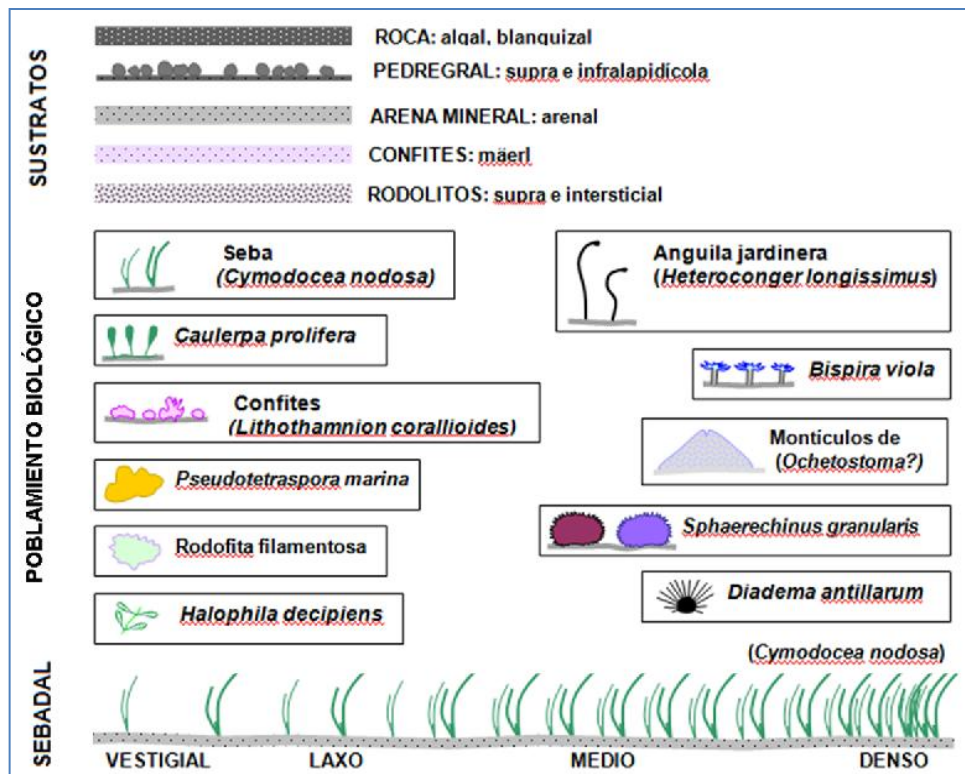


Figura 93. Simbología empleada en los diagramas bionómicos que siguen.



TRANSECTO BOCINEGRO (860 m, rumbo 90°)

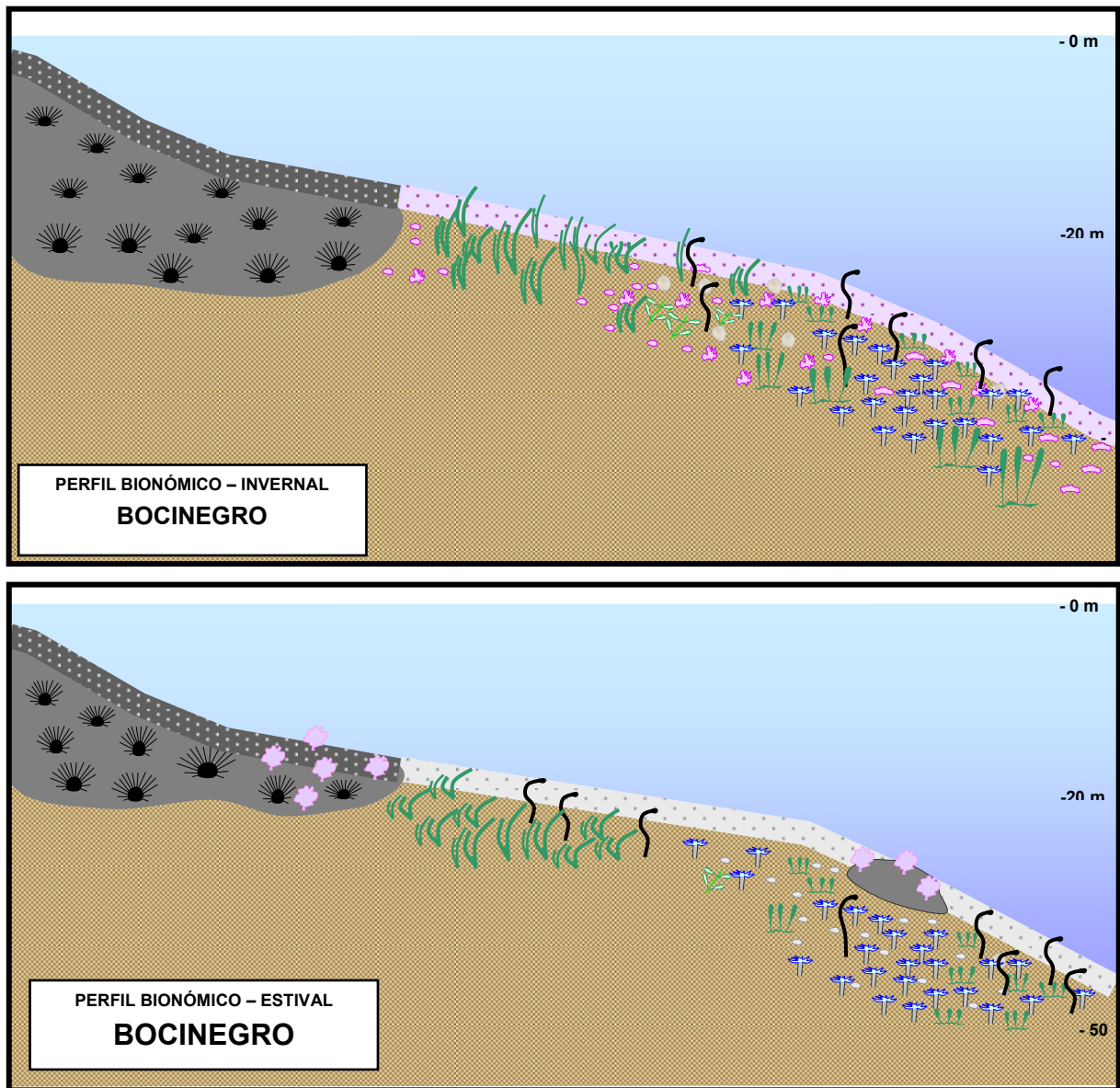


Figura 94. Esquema bionómico del transecto Bocinegro.

El transecto se inicia en una plataforma rocosa dominada por un blanquizal; le sigue una pradera de algas rojas filamentosas, y luego un sebadal medio con anguilas jardineras sobre los 18 m de profundidad. A los -25 m hay un arenal con sabélidos (*Bispira*) y algas filamentosas, que va aumentando su contenido calcáreo con la profundidad. Finalmente aparece *Caulerpa prolifera*.

En relación a los cambios detectados, destaca la disminución de confites, que en 2011 y primer semestre aparecían en mucha mayor proporción, aunque se observaban algunos depósitos entre 18 y 23 m de profundidad. El sebadal, por su parte, presenta menor densidad y altura de hojas. El resto de los componentes aparecen de manera similar, especialmente la población de sabélidos que conserva su densidad.



TRANSECTO PELADA (1.590 m, rumbo 180°)

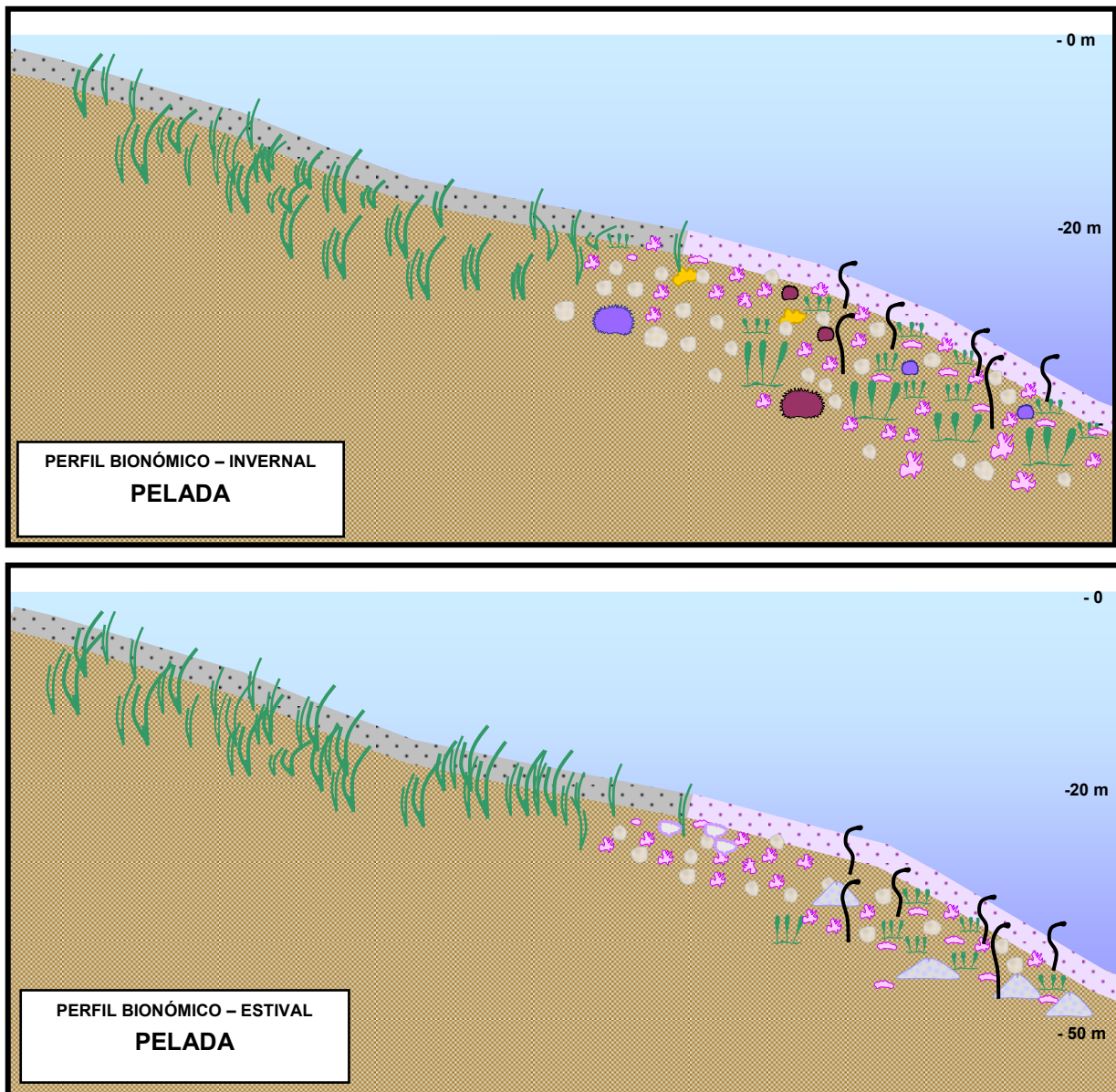


Figura 95. Esquema bionómico del transecto Pelada.

La zona más próxima a la costa está cubierta por un sebadal medio uniforme con áreas laxas y algunos claros que pasan a ser amplios con la profundidad, a la vez que el sebadal se va degradando. Después comienza un máerl de granulometría fina con rodolitos suelto, y a más profundidad aparecen anguilas jardineras, montículos (*Ochetostoma?*), y *Caulerpa*, cuya densidad aumenta por debajo de 46 m.

Este transecto no ha experimentado grandes cambios; solamente algunas áreas de sebadal se han degradado y en cambio otras (parches) han evolucionado a sebadal denso y alto. Destaca la desaparición del erizo *Spharaechinus granulatus* y el alga *Pseudotretaspora marina* en el transecto estival de 2012.



TRANSECTO LAJÓN (2.850 m, rumbo 180°)

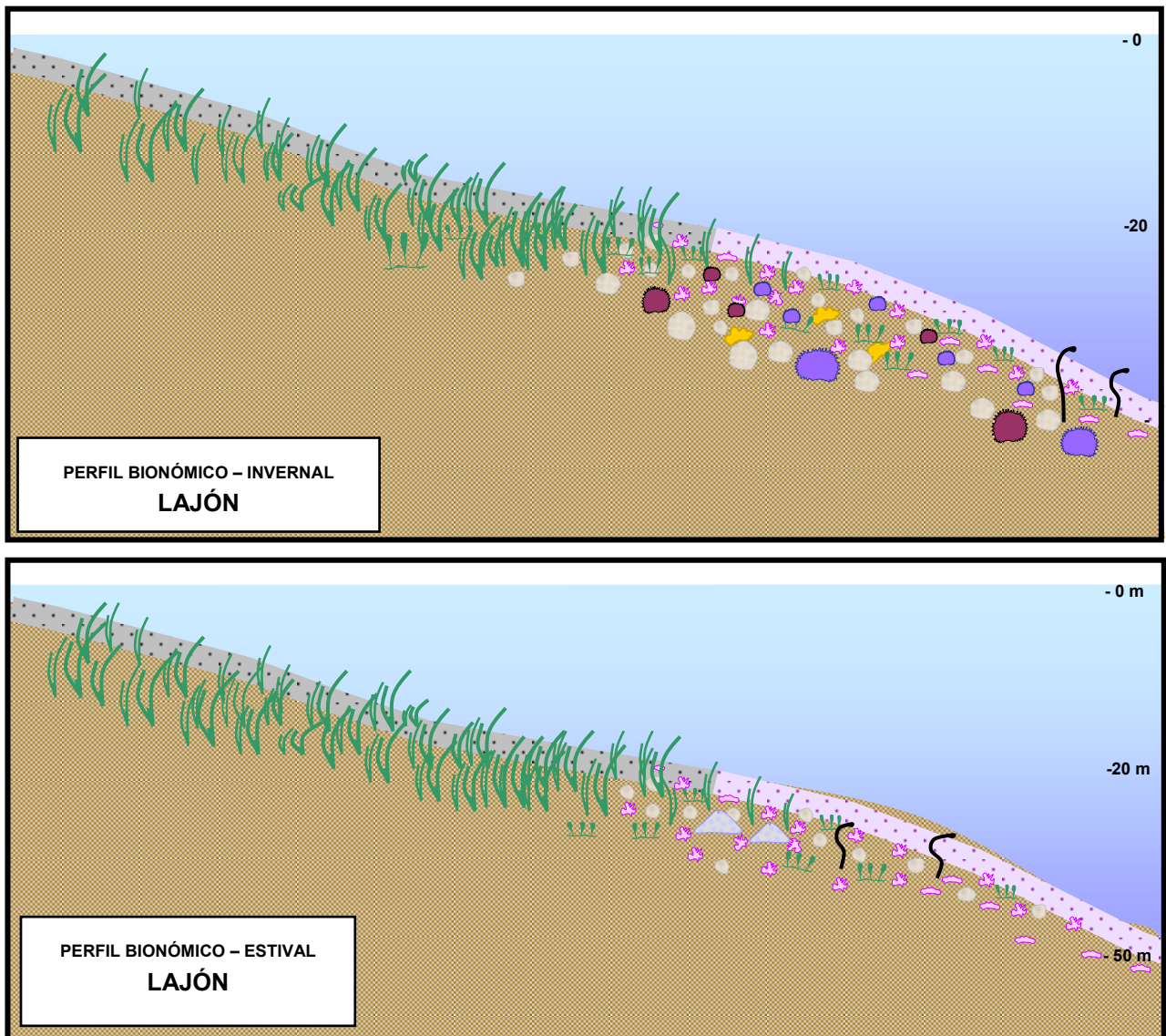


Figura 96. Esquema bionómico del transecto Pelada.

La parte inicial es muy somera (-6 m) y está poblada por un sebadal medio más o menos uniforme sobre sustrato con decantaciones pumíticas notables hasta -23 m, donde se intercala con mäerl y con *Caulerpa prolifera*. A -25 m se observan restos de sebadal vestigial y algunos montículos de *Ochetostoma*, y hasta los -50 m, el mäerl apenas presenta especies acompañantes, solamente brotes aislados de *Caulerpa prolifera* y baja densidad de anguilas jardineras.

Los sebadales se mantienen más o menos igual, si bien al comienzo del transecto hay pequeños claros e invaginaciones con sebadal erosionado en escalón, hay áreas degradadas a -17 m y entre -15 y -20 m aumentan los claros de tamaño medio. Los confites aparecen a una cota ligeramente inferior, de unos 3 m (aparecían a -20 m y ahora a -23 m). Destaca la ausencia del erizo *Spharaechinus granularis* y el alga *Pseudotretaspora marina* en el transecto estival.



TRANSECTO EMBARCADERO (2.125 m, rumbo 169°)

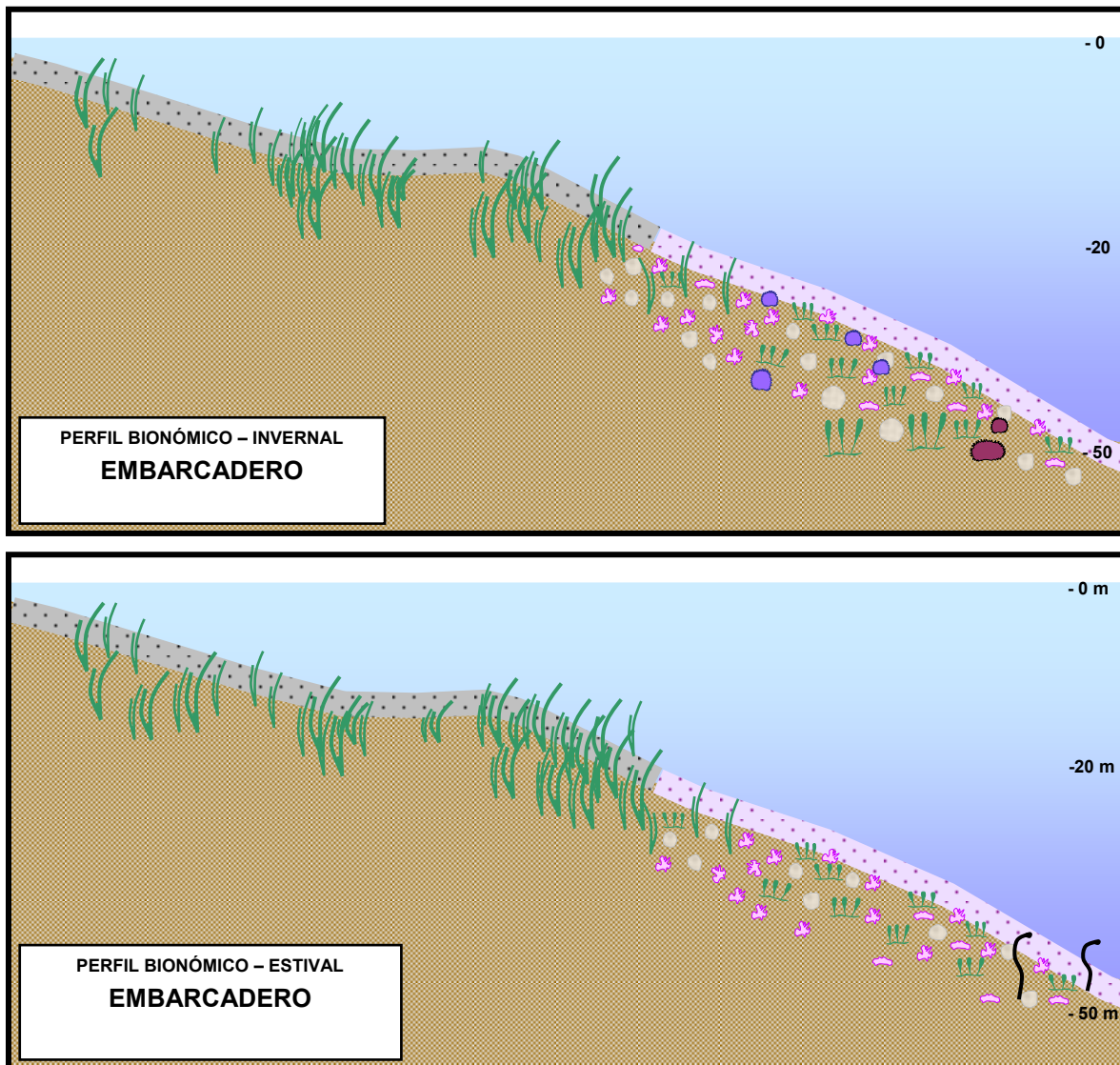


Figura 97. Esquema bionómico del transecto Embarcadero.

En la zona de aguas someras se desarrolla un sebadal laxo, seguido luego de un arenal con amplias ondulaciones (reflejan la incidencia de las olas), después un sebadal medio, otro arenal, algo de sebadal vestigial y nuevamente sebadal medio hasta los -24 m, comenzando a aparecer claros y áreas de densidad más laxa, con presencia esporádica de *Caulerpa*. A mayor profundidad dominan los arenales con sebadal vestigial y *Caulerpa*, y a partir de -50 m, máerl mixto con *Caulerpa*, luego máerl con *Caulerpa*, y anguilas jardineras sobre los -50 m.

El único cambio a destacar en ésta zona es la desaparición del erizo *Spharaechinus granularis* en el transecto estival, mientras que era común en el estival de 2011 e invernal de 2012. Esta ausencia, que se repite en todos los transectos no parece, pues, estar relacionada con cambios fenológicos periódicos en la biocenosis, sino con algún factor desconocido de momento (¿enfermedad, ciclos poblacionales, afección del máerl?).



TRANSECTO TOSCÓN (1.835 m, rumbo 90°)

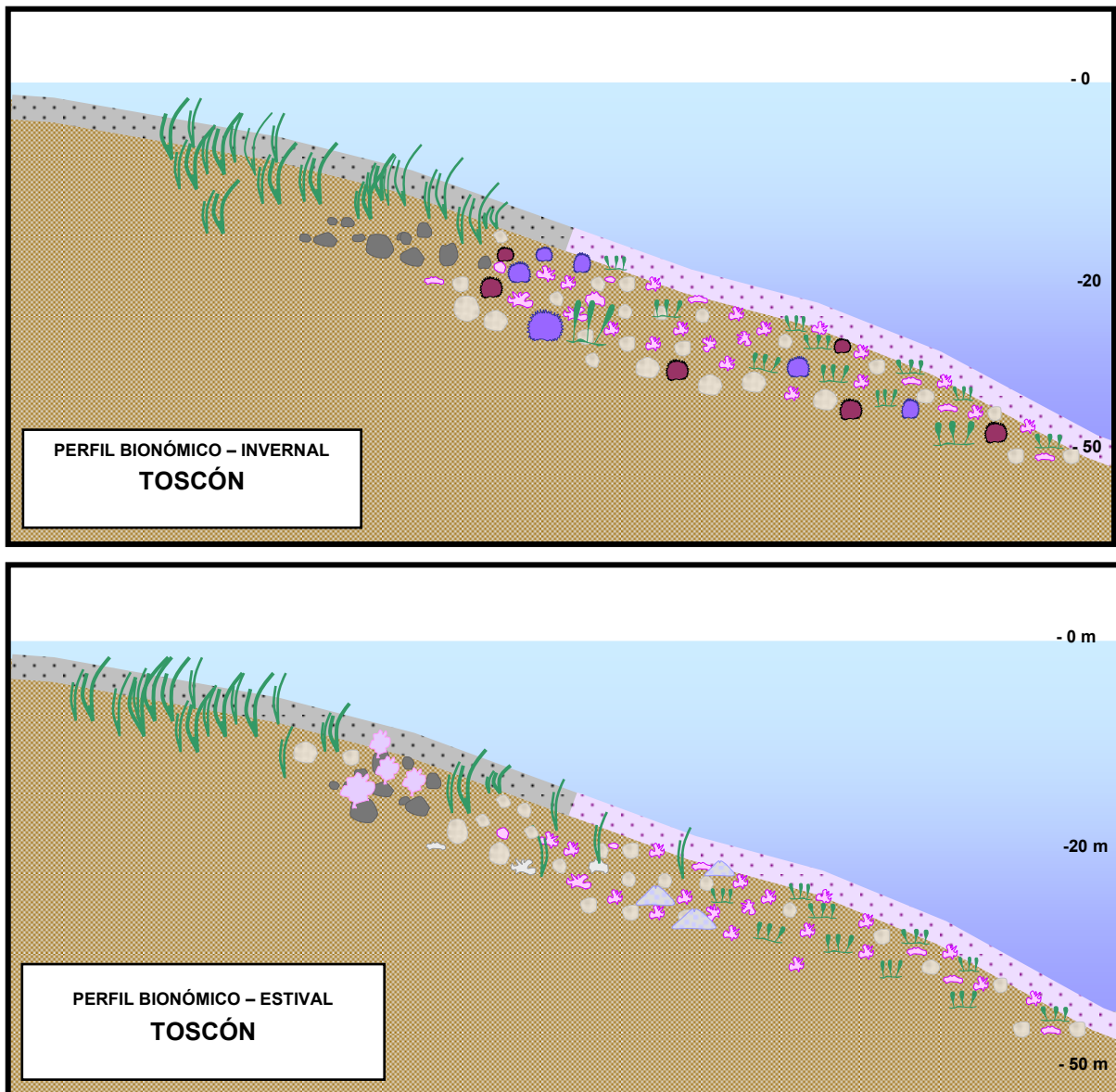


Figura 98. Esquema bionómico del transecto Toscón.

La zona más próxima a la costa está cubierta por un sebadal medio que se va transformando en laxo con algunos rodolitos blancos y, posteriormente, en un arenal con piedras colonizadas por *Lophocladia*?. A los 13 m de profundidad aparece material calcáreo en el fondo arenoso, posiblemente mäerl, con sebadal vestigial o laxo. Por debajo de esta profundidad se extienden fondos de mäerl mixto con *Caulerpa*, y a partir de los -30 m sólo mäerl.

Este transecto no ha sufrido prácticamente variaciones más allá de la ausencia estival del erizo *Spharaechinus granularis* en los fondos de mäerl y la colonización de la zona pedregosa por *Lophocladia*?, un fenómeno este último, que parece tener carácter estacional. La seba se ha extendido vestigialmente.



En los transectos de costa estudiados los fondos son, por lo general, blandos o granulares, no rocosos ni con pedregales significativos. La naturaleza del sustrato comienza por ser de mineral volcánico puro (granulometría media) para ir adquiriendo con la profundidad (> -15 m) naturaleza calcárea por los bioclastos. A partir de los -20 m suele aumentar la granulometría notablemente debido a la presencia de elementos biológicos vivos de color rosa (confites) o muertos blanquecinos (rodolitos de varios cm de diámetro).

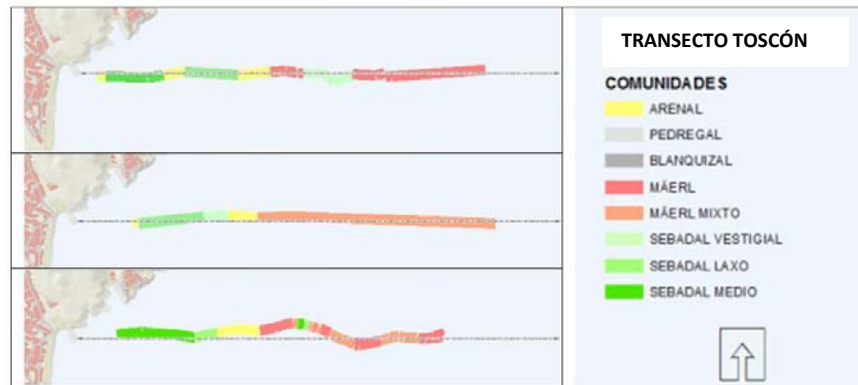


Figura 99. Ejemplo del transecto Toscón en septiembre 2011, marzo 2012 y septiembre 2012.

En la Figura 99 se muestra un ejemplo de transecto realizado en tres momentos diferentes. Hay que destacar que, aunque se procura, nunca son exactamente iguales, ya que ello depende de las condiciones del mar (desplazamientos, mareas, etc.). Hay que asumir un error de +/- 25 metros. En la Figura 100 se muestran todos los transectos de modo esquemático y corregidos en la medida de lo posible. Aunque no se pueda llegar al detalle, su comparación grosera es lo importante, sin olvidar que algunos cambios observados obedecen en la realidad a desplazamientos.

De lo aquí expuesto y para el período considerado (marzo = fase invernal y septiembre = fase estival) cabe concluir que:

- Excepto en los transectos extremos (Toscón y Bocinegro), se observa un aumento de la densidad y altura de las praderas de sebadal, sobre todo las situadas en los 20 primeros metros de profundidad. Esta observación es coherente con los datos arrojados por el estudio del estado fisiológico de la seba.
- En los transectos de Pelada, Lajón y Embarcadero se detectan algunas áreas discretas de sebadal degradado o erosionado, es decir, restos ennegrecidos de tallos y rizomas donde previamente habría pradera o escalonamientos erosivos con rizomas desenterrados
- Reducción del mäerl en prácticamente todos los transectos (pasa a mäerl mixto).
- El alga *Pseudotetraspora marina*, que era frecuente en todos los transectos en 2011, reduce su presencia a Lajón y Pelada en marzo de 2012, y luego desaparece por completo.
- El erizo *Spharaechinus granularis* también ha desaparecido en todos los transectos.

De todos estos cambios, solamente los tres primeros pudieran tener alguna relación con las obras del puerto; en el primer caso por el aumento en la concentración de nutrientes, en el segundo por la alteración de la hidrodinámica de la zona, y en el tercero por la sensibilidad del mäerl a la sedimentación, aunque esto está por probar.

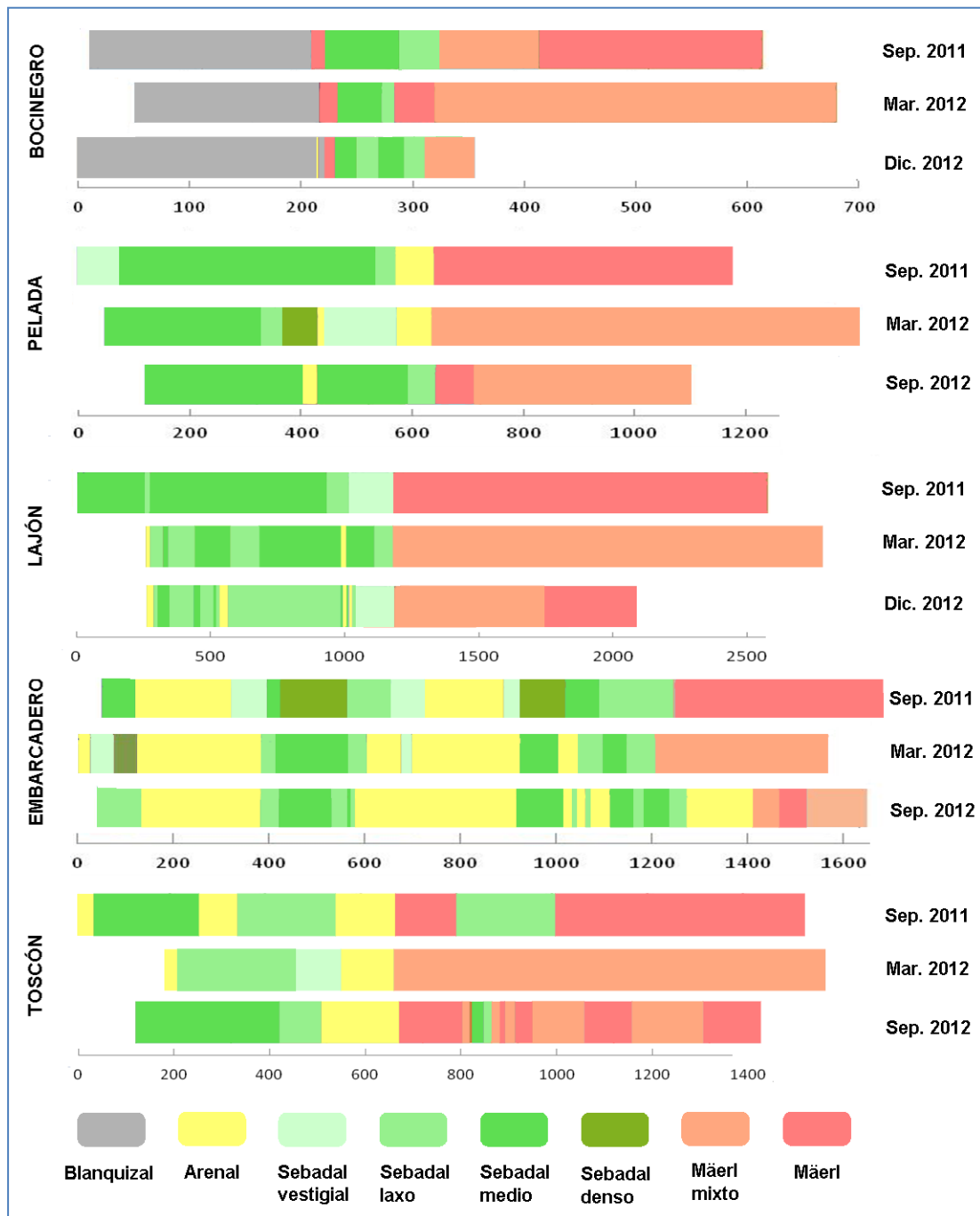


Figura 100. Perfiles bionómicos de los transectos realizados en la costa de Granadilla (2011-2012).

La desaparición de *Spharaechinus granularis* pudiera deberse a un fenómeno poblacional complejo (incluso a una epidemia vírica) o estar vinculada a la afectación del mäerl por parte –presuntamente- de las obras del puerto. Con el alga *Pseudotretaspora marina* ha ocurrido algo similar, desapareciendo en todos los transectos, independientemente de su proximidad a las obras. En ambos casos es necesario realizar más estudios para aclarar el presunto origen y temporalidad de estas regresiones, y si se trata de un fenómeno natural o no.





### 3.8.7 Cartografía bionómica

La cartografía bionómica se ha elaborado empleando algoritmos específicos desarrollados para las imágenes del satélite WorldView2 por el GPIT de la Universidad de Las Palmas, aunque la metodología no está aún del todo perfilada y tiene sus limitaciones. El satélite WorldView2 dispone de sensores especiales (azul mar y amarillo), pero incluso así las condiciones de la superficie de las aguas han de ser excepcionalmente buenas para obtener resultados aceptables.

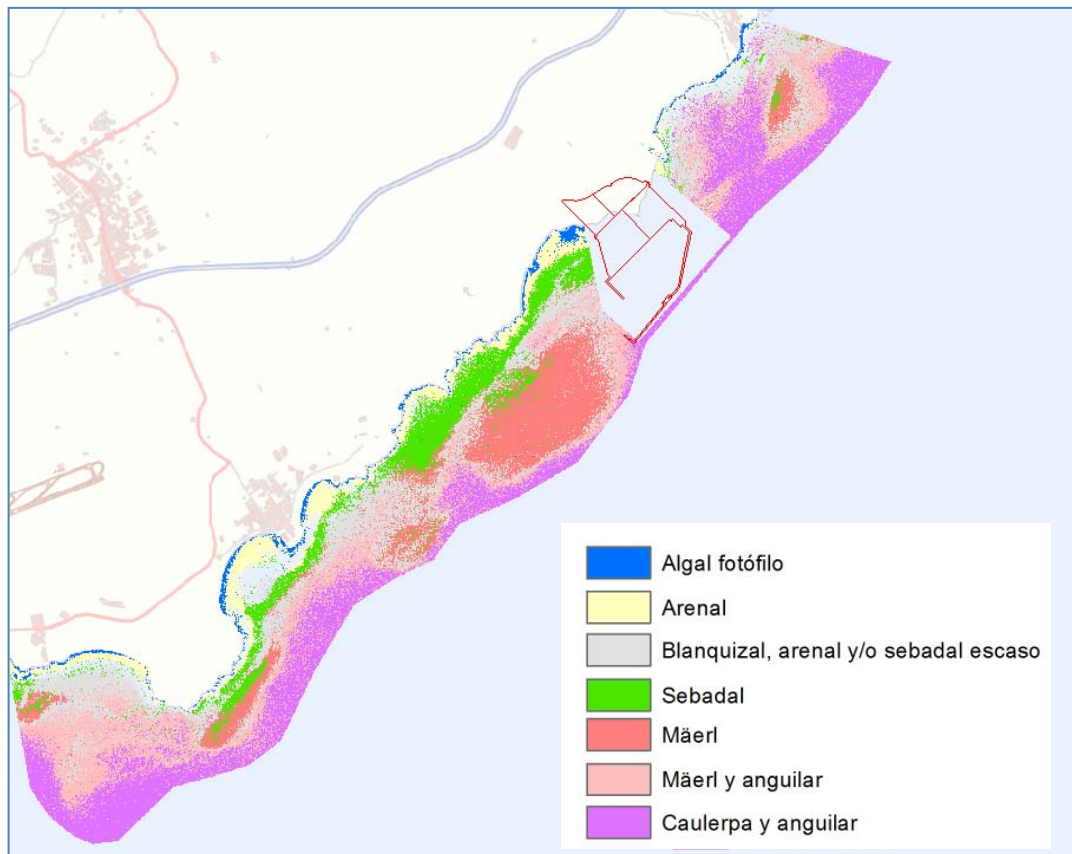


Figura 101. Ensayo de mapa bionómico correspondiente al 1 diciembre 2011.

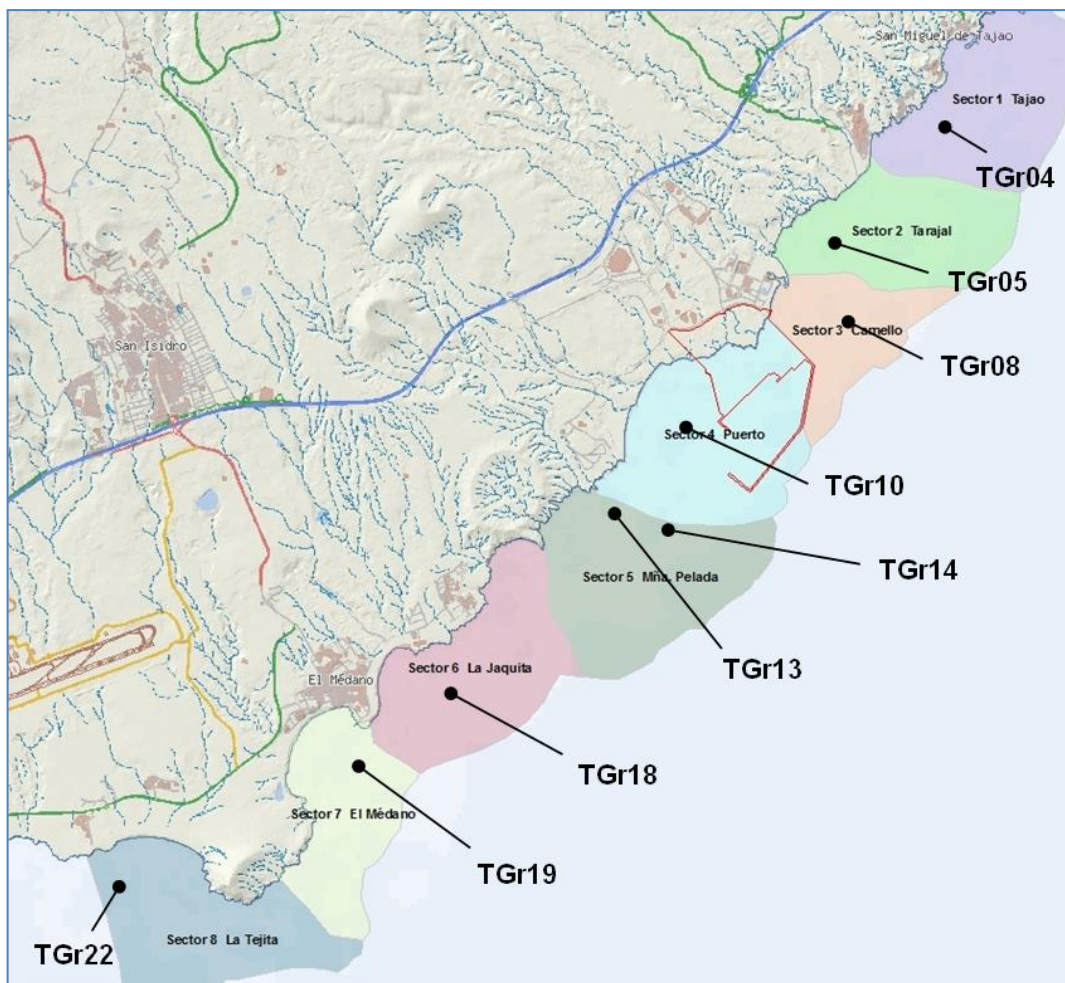
Los mapas bionómicos disponibles son los primeros ensayos elaborados –no definitivos– que se irán ajustando a medida que se perfecciona el método: lo primero es obtener imágenes en condiciones “óptimas” para este tipo de análisis (p.ej., superficie del agua sin destellos, ángulo > 85°, marea baja, etc.), disponer de perfiles bionómicos *in situ* para el ajuste posterior, y elaborar una clasificación supervisada e integrada. Se está trabajando con las imágenes de 2012, pero desafortunadamente no tienen mucha calidad.

Para que aumente la probabilidad de obtener una imagen útil, es preciso abandonar el modo regular en que se vienen adquiriendo y solicitar el servicio del satélite con dos-tres días de antelación a la fecha supuestamente idónea. Esta opción es posible pero a un coste mayor, lo que implicaría adquirir solo dos imágenes definidas por nosotros al año. No obstante, dado el estado avanzado de las obras no hay necesidad de mantener una frecuencia mensual o bimensual, y es preferible contar con una o dos fotos buenas, antes que seis de bondad incierta.



### 3.8.8 Estado del sebadal

El sebadal es una comunidad biológica que se desarrolla sobre arenas en aguas someras, estructurada y dominada por la seba (*Cymodocea nodosa*), una planta fanerógama submarina que forma rizomas clónicos y suele brindar soporte a varias especies sésiles (briozoos, algas calcáreas, etc.) además de servir de alimento y dar cobijo a otros muchos seres marinos.



**Figura 102. Estaciones de seguimiento del estado fisiológico de las sebas.**

Para hacer un seguimiento del estado de desarrollo o "salud" de los sebadales y conocer sus variaciones naturales y aquéllas atribuibles a las obras del puerto de Granadilla, se ha establecido una estación de muestreo en cada sector ambiental, a excepción del sector 5 "Mña. Pelada" donde se han ubicado dos estaciones (TGr13 y TGr14), junto al límite oriental de la zec Sebadales del Sur de Tenerife. Tres estaciones (TGr18, TGr19, TGr22) caen dentro de esta área protegida.

El biólogo marino T. Cruz ha desarrollado para el OAG una metodología específica para el seguimiento del estado de salud de los sebadales, aplicada ya en una primera campaña previa al inicio de las obras (septiembre). Dicha metodología se explica con detalle en el Anexo 5.2. En



principio, se deben realizar dos campañas de muestreo para que coincida con la fase invernal y estival de la comunidad. Las campañas de 2012 tuvieron lugar en los meses de abril y agosto-octubre, respectivamente. De cara al futuro es preferible realizar la estival entre junio y agosto, y la invernal entre diciembre y febrero del siguiente año.

En cada estación se estudian diversos parámetros que son evaluados en tres categorías de desarrollo: alto, medio y bajo, empleando las siguientes equivalencias y unidades:

**Tabla 24. Tipificación de los parámetros descriptivos del sebadal**

PARÁMETROS	ALTA	MEDIA	BAJA
Densidad de haces	> 1.000 haces/m <sup>2</sup>	500-1.000 haces/m <sup>2</sup>	< 500 haces/m <sup>2</sup>
Densidad de hojas	> 3.000 hojas/m <sup>2</sup>	1.500-3.000 hojas/m <sup>2</sup>	< 1.500 hojas/m <sup>2</sup>
Altura de hojas	>30 cm	20-30 cm	< 20 cm
Altura de los peciolo	>7 cm	3-7 cm	<3 cm
Área foliar	> 0,75 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,75-0,25 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	< 0,25 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Cobertura	3 (>75%)	2 (25-75%)	1 (<25%)
Biomasa	>30 gr peso seco/m <sup>2</sup>	15-30 gr peso seco/m <sup>2</sup>	< 15 gr peso seco/m <sup>2</sup>
INDICADORES	ALTA	MEDIA	BAJA
Epifitismo	3 (<50% verde)	2 (75-50% verde)	1 (>75% verde)
Vitalidad foliar	3 (>75% verde)	2 (75-50% verde)	1 (<50% verde)
Desarrollo radicular	3 (>50% de cobertura)	2 (50-25% de cobertura)	1 (<25% cobertura)
Balance sedimentario	3 Positivo (sedimentac.) Peciolo cubierto	2 Neutro Peciolo descubierto	1 Negativo (erosión) Raíces descubiertas

Los valores medios de los parámetros medidos en cada semestre reflejan el estado de "salud" de los sebadales y se muestran en las tablas que siguen. Se han incluido los datos del segundo semestre de 2011 que fijamos como referencia del estado previo a las obras.

**Tabla 25. Parámetros descriptivos de las estaciones de sebadal en fase estival (noviembre 2011)**

Estación	Densidad de haces	Densidad de hojas	Altura de hojas	Área foliar	Biomasa	Cobertura	Epifitismo	Vitalidad foliar	Sistema radicular	Sedimentación
TGr. 4	539	1312	21,1	0,397	17,54	3	2	1	2	3
TGr. 5	536	1264	21,6	0,433	17,748	2	1	2	2	2
TGr. 8	509	1125	27,6	0,502	24,121	1	2	2	3	1
TGr. 10	1213	2586	24,9	0,697	30,901	1	2	2	1	2
TGr. 13	1338	2842	41,6	1,399	75,728	1	1	2	2	2
TGr. 14	1280	2800	32,8	0,9	52,858	1	2	1	3	1
TGr. 18	669	1482	19,9	0,404	18,688	1	2	2	1	2
TGr. 19	680	1525	22,3	0,456	18,858	2	1	2	1	2
TGr. 22	592	1233	29,6	0,694	33,674	2	2	1	2	2



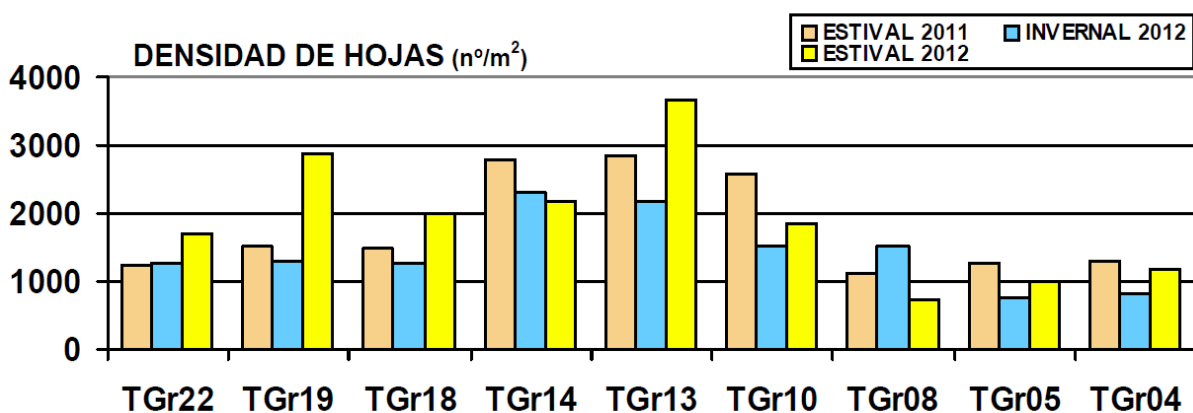
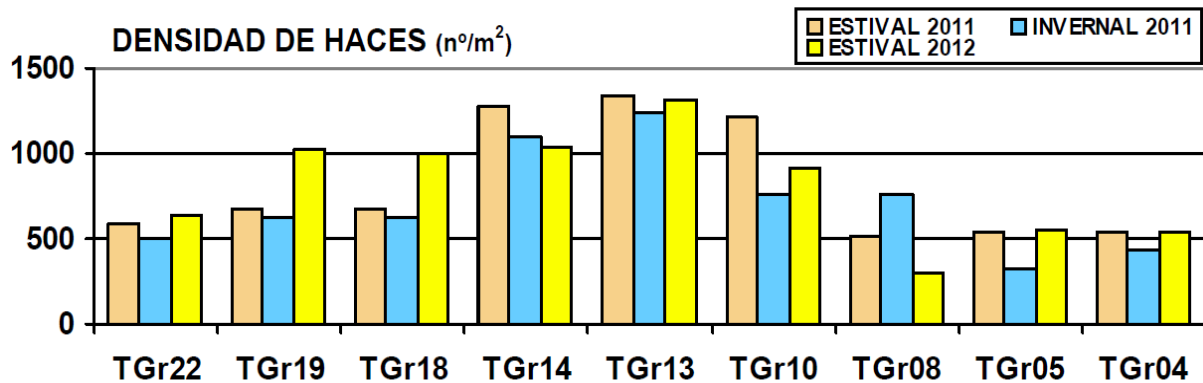
**Tabla 26. Parámetros descriptivos de las estaciones de sebadal en la costa de Granadilla, en 2012**

Abril 2012	Densidad de haces	Densidad de hojas	Altura de hojas	Área foliar	Biomasa	Cobertura	Epifitismo	Vitalidad foliar	Sistema radicular	Sedimentación
<b>TGr. 4</b>	437	832	15,8	0,102	7,377	1	3	3	2	3
<b>TGr. 5</b>	320	752	22,3	0,212	13,879	2	3	2	1	3
<b>TGr. 8</b>	768	1520	23,4	0,4	30,727	2	3	3	2	2
<b>TGr. 10</b>	768	1530	16	0,218	14,541	2	3	3	3	3
<b>TGr. 13</b>	1242	2170	30,4	0,716	42,963	3	3	3	3	2
<b>TGr. 14</b>	1104	2314	27,8	0,697	33,953	3	3	3	2	3
<b>TGr. 18</b>	624	1264	15,1	0,183	9,968	1	3	3	3	2
<b>TGr. 19</b>	624	1317	19,4	0,263	19,698	2	3	2	3	2
<b>TGr. 22</b>	505	1285	26,7	0,392	29,646	2	2	3	2	2
Ago-Oct 2012	Densidad de haces	Densidad de hojas	Altura de hojas	Área foliar	Biomasa	Cobertura	Epifitismo	Vitalidad foliar	Sistema radicular	Sedimentación
<b>TGr. 4</b>	533	1180	19,5	0,336	15,8	1	2	3	3	3
<b>TGr. 5</b>	544	1013	23,6	0,358	13,8	1	2	3	1	3
<b>TGr. 8</b>	294	733	23,4	0,274	11,8	1	2	3	1	3
<b>TGr. 10</b>	917	1840	16	0,534	24,5	2	1	3	3	3
<b>TGr. 13</b>	1317	3653	47,8	2,677	126,5	3	1	3	3	2
<b>TGr. 14</b>	1034	2186	28,2	0,987	49,2	3	3	3	3	3
<b>TGr. 18</b>	1002	1994	21,2	0,507	23,9	2	1	3	3	2
<b>TGr. 19</b>	1024	2884	34,9	1,695	84,7	3	1	3	3	2
<b>TGr. 22</b>	640	1685	42,3	1,224	63,3	3	1	3	3	3

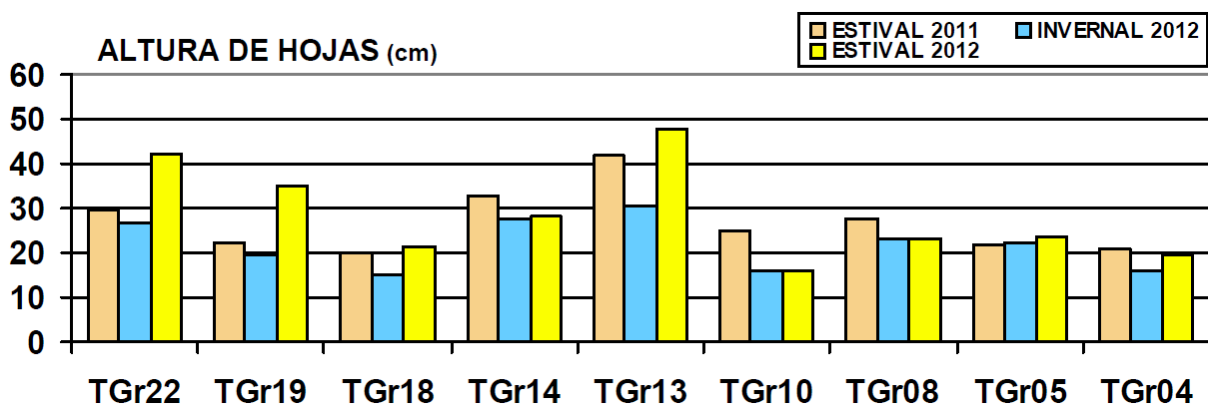


**Tabla 27. Ejemplo de sebadal con valores altos para todos los parámetros fisiológicos (TGr13)**

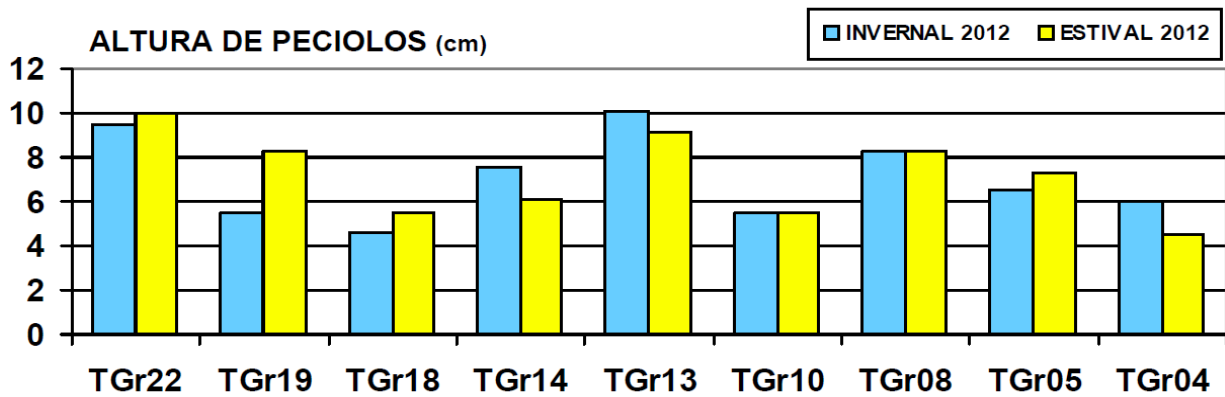
En las páginas que siguen se exponen los resultados de modo gráfico para apreciar mejor la evolución de cada uno de los parámetros considerados (se incluye 2011, como referencia).



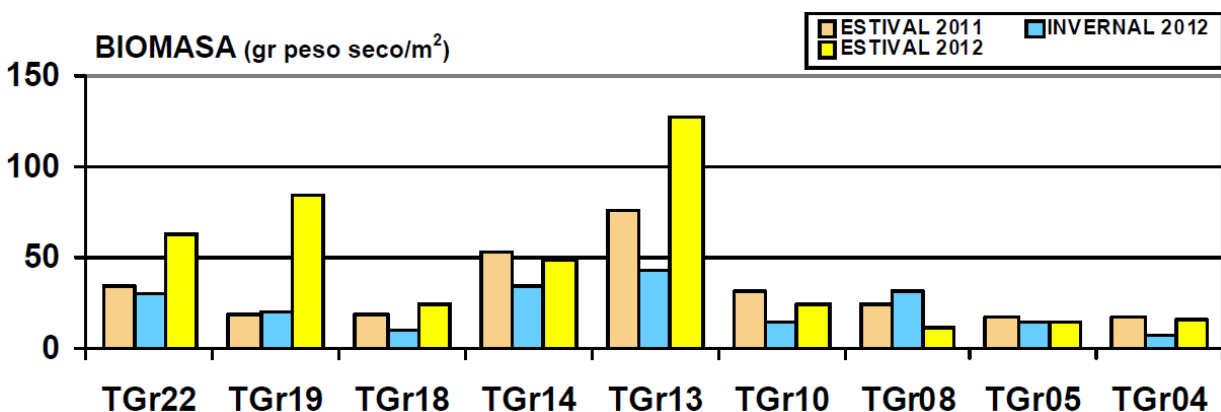
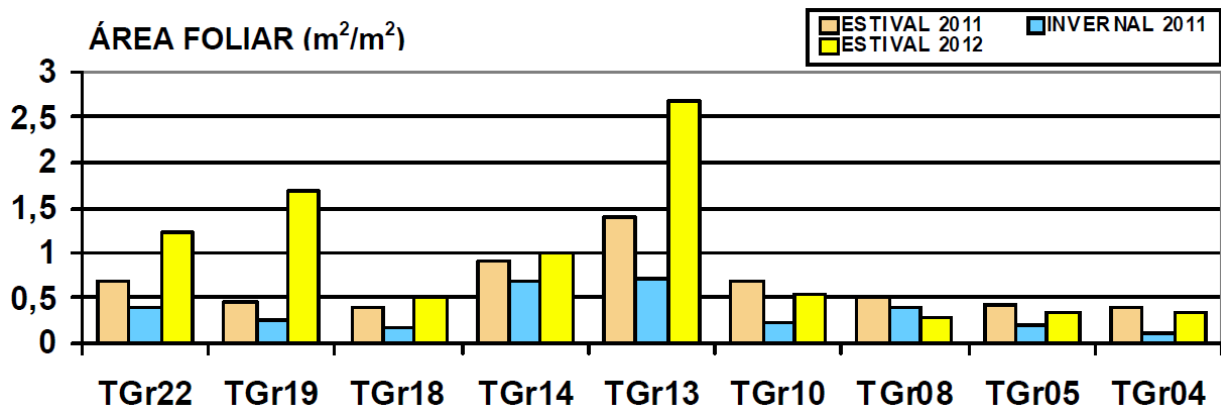
Según las densidades de haces y hojas, se aprecia un aumento respecto a 2011 dentro de la zec (TGr22, TGr19 y TGr18) y un descenso medio a moderado en las estaciones que marcan su límite (TGr14 y TGr13). Éstas últimas presentaban las mayores densidades en 2011, sobre todo la TGr14, habiéndose observado en 2012 erosiones y sebadal degradado en sus cercanías. Las tres estaciones próximas a la obra (TGr10, TGr08 y TGr05) han perdido densidad notoriamente, mientras que en las dos más alejadas se mantiene o su reducción ha sido menor.



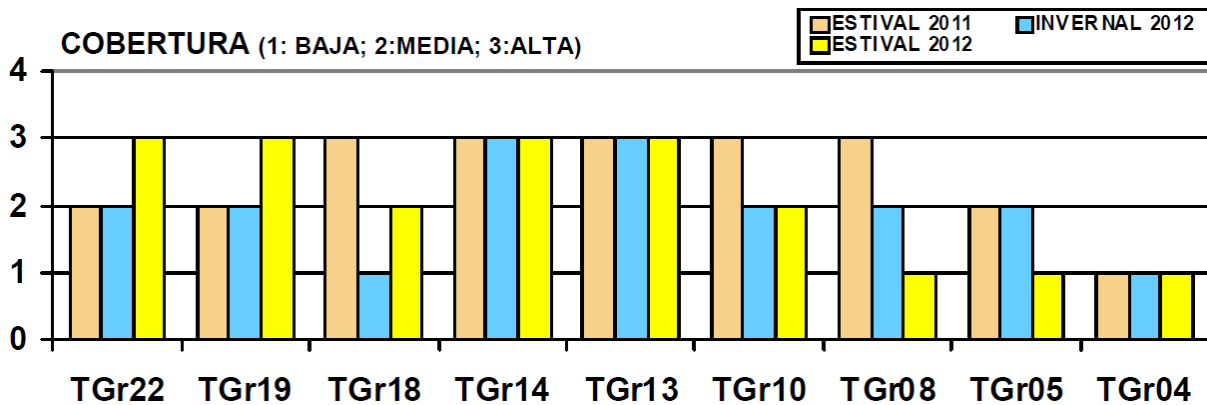
Las estaciones que están dentro de la zec (TGr22, 19 y 18) presentan también un aumento de longitud foliar respecto al verano de 2011, así como la TGr13, que está en el límite. El resto (TGr10, TGr08, TGr05 y TGr04) presentan disminución o un muy ligero aumento de longitud.



Respecto a la altura de peciolo se observa un comportamiento similar al de las hojas, excepto en las dos estaciones centrales (TGr14 y TGr13) y la más oriental (TGr04), en las que disminuye ligeramente respecto al periodo invernal.

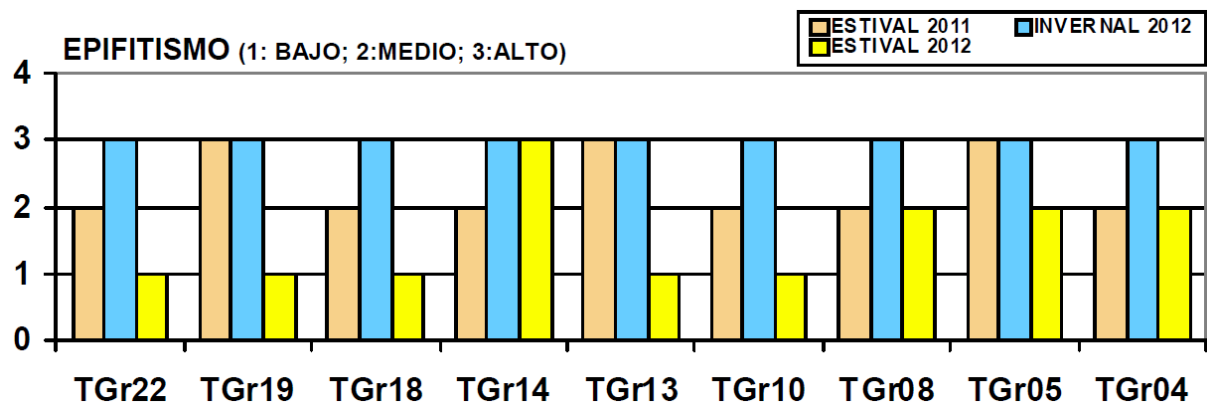


El área foliar y la biomasa son los parámetros que mejor reflejan el tipo y el estado de la pradera. Como se puede observar en las gráficas, son muy similares y cabe diferenciar las estaciones orientales (TGr04, TGr05, TGr08, TGr10) y la TGr14, en las que hay un descenso o un estancamiento de ambos parámetros, de las occidentales (TGr18, TGr19, TGr22) con la TGr13, en las que hay un aumento notable.

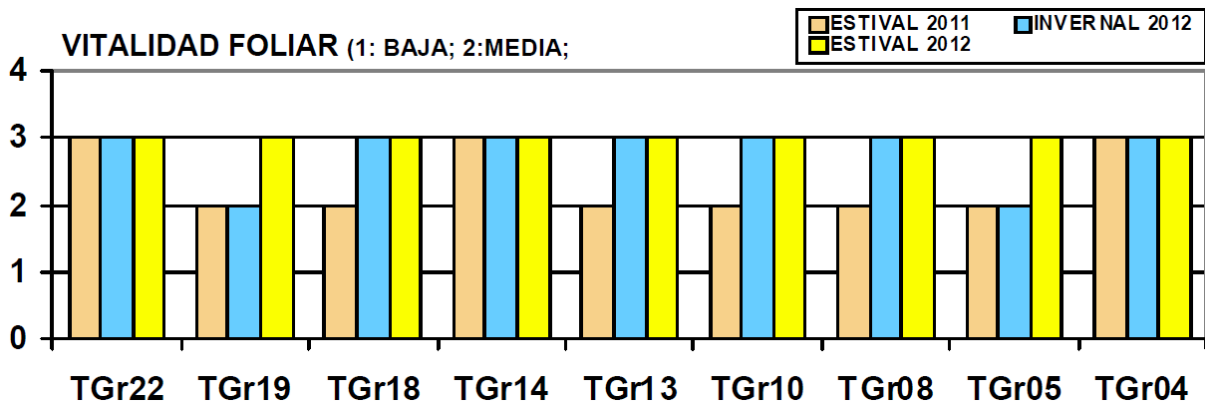


La cobertura es seguramente un parámetro poco indicado para aplicar a una especie de porte vertical - lineal y forma acintada, ya que apenas ocupa superficie basal. La estima se expresa en porcentaje y se hace de modo visual *in situ* o por análisis de imagen. Es muy subjetiva y depende tanto de la experiencia del observador analista como del estado de agitación de las aguas, que originan movimientos de vaivén de las hojas, pudiendo ocupar desde el 100% de la superficie con la presión de la onda o corriente, a menos del 50% cuando están en posición vertical.

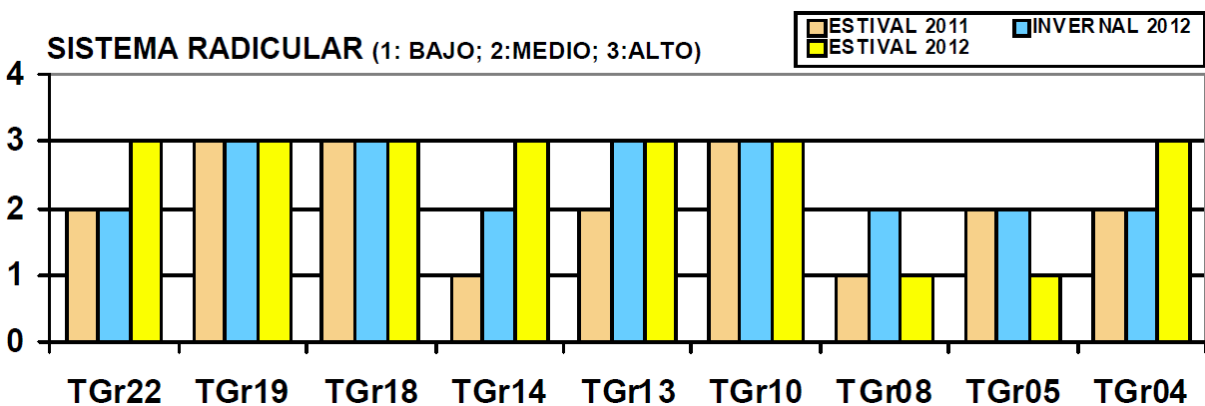
Nuevamente, se pueden diferenciar las estaciones orientales (TGr04, TGr05, TGr08, TGr10), en las que hay un descenso, las centrales (TGr14, TGr13) con un estancamiento, y las occidentales (TGr18, TGr19, TGr22), en las que hay un aumento notable respecto a 2011, con la excepción de la TGr18.



Al ser la seba una planta, sus hojas carecen de las protecciones propias de las algas y son colonizadas por seres epífitos a medida que crecen, sobre todo en la época invernal-primaveral. Los epífitos detraen luz a la planta, de modo que se produce una pugna entre su colonización y desarrollo, y la hoja que crece rápido para caer y renovarse. Pero es precisamente, esta capacidad de ofrecer sustrato sólido a seres y larvas sésiles, lo que confiere un papel ecológico clave a la seba. Las formas que más impactan a la seba son las algas costrosas, principalmente las coralináceas, y en menor medida las de porte erecto y/o arborescente, como microalgas de todos los grupos y los hidroides. Ahora bien, en 2012 el descenso del epifitismo ha sido generalizado en las estaciones y solo se ha mantenido igual respecto al verano de 2011 en la estación TGr14, frente a Montaña Pelada.



Las hojas de seba crecen ininterrumpidamente durante un mes lunar y después se desprenden, por lo general totalmente necrosadas. Sin embargo, a medida que alcanzan su máxima longitud y por diversos motivos, su capacidad productiva puede ir perdiéndose a partir del ápice. Siendo así, cabe utilizar la relación entre la porción de hoja verde productiva y la muerta para reflejar la vitalidad foliar. Desde el muestreo de referencia de 2011 se ha registrado un incremento generalizado de la vitalidad foliar o, al menos, se ha mantenido por encima del 75% de la superficie de la hoja. El aumento de la vitalidad pudiera ser una respuesta adaptativa de las plantas a una bajada en la radiación solar que reciben, que las obliga a tener una superficie fotosintética mayor para mantener el mismo nivel de metabolismo.

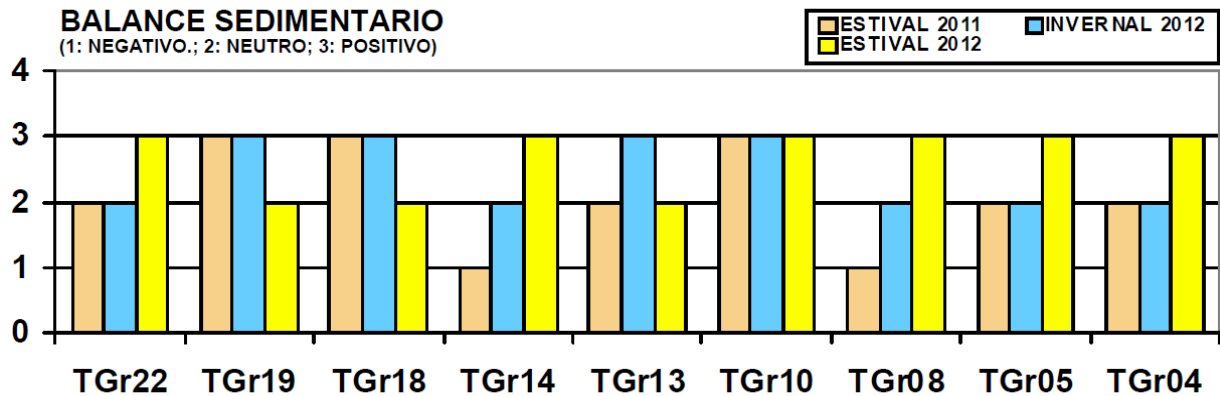


La estabilidad local del sustrato condiciona el sistema radicular de la seba. En zonas estables, sin erosión ni sedimentación apreciables, la pradera presenta un desarrollo notable de rizomas horizontales con numerosas raíces a escasos centímetros de la superficie (lo que significa un alto valor del parámetro), mientras que en zonas erosionadas los rizomas quedan descubiertos y se pierden al quedar expuestos a la agitación (el valor baja), como suele ocurrir en los bordes de los claros. En zonas sedimentarias de reciente formación por aportes pluviales o vertidos, los rizomas permanecen enterrados y la planta se ve obligada a alargar su peciolo, de ésta forma el sistema radicular superficial tampoco sería apreciable en primera instancia, ya que la planta no tiene tiempo para desarrollarlo (el parámetro también bajaría de valor). Por tanto, las disminuciones del “sistema radicular” suponen un indicador indirecto de la ocurrencia de episodios abruptos de sedimentación o erosión.

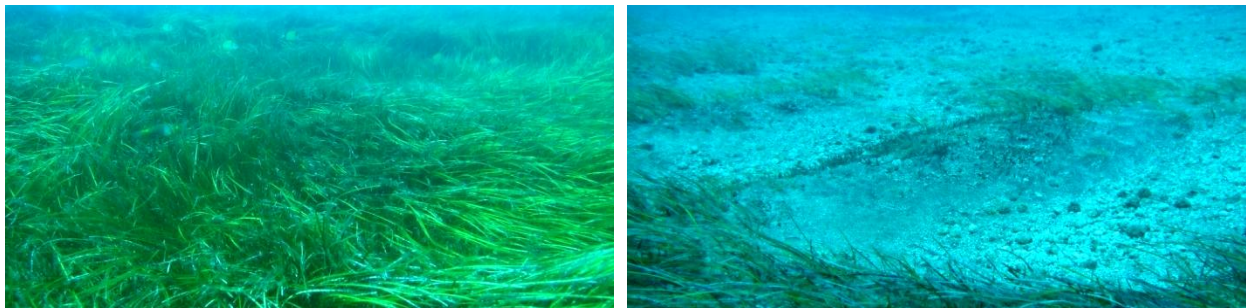




En el caso que nos ocupa se observa que por lo general el parámetro es alto y los sistemas estables, excepto en las estaciones TGr08 y TGr05, al norte del dique, donde se reciben directamente las “nubes de sedimento”, aunque en la zona el sustrato está constituido por arena más bien gruesa y presenta amplias ondulaciones, señal inequívoca de elevada actividad hidrodinámica.



En fondos arenosos sometidos a corrientes, agitación, aportes terrígenos pluviales o a vertidos de finos, se producen alteraciones en la superficie del sustrato. Como ya se ha comentado, la seba reacciona ante estos cambios elongando su peciolo para evitar el enterramiento. Cuando el peciolo está enterrado aproximadamente hasta la mitad en el sustrato, hay un balance sedimentario neutro; cuando aflora totalmente o incluso quedan al descubierto los rizomas, es negativo (hay erosión), y cuando está enterrado y solamente afloran las hojas, es porque ha habido un aporte sedimentario reciente con el consiguiente aumento de nivel del sustrato.



**Figura 99.** En la estación TGr13 (arriba) se han obtenido parámetros de desarrollo máximos respecto a las demás estaciones, y en la TGr14, situada a pocos metros de distancia, se detectan erosiones que no existían en la campaña de 2011.

En 2012 se ha producido enterramiento en las estaciones próximas al puerto (TGr10, TGr08, TGr05, TGr04 y TGr14) así como en La Tejita (TGr22). Al no haberse registrado aportes pluviales de importancia previos al muestreo, todo parece apuntar a que son las obras del puerto el origen de los sedimentos, con la excepción de la estación TGr22, que está muy alejada y excluida de la célula de transporte sedimentario de Granadilla. Las estaciones alejadas hacia el SW y cercanas a El Médano (TGr18, TGr19) presentan sebales estables, con balance neutro; lo mismo que la estación TGr13 –muy próxima a la TGr14 (enterrada)– por lo que deben existir circunstancias en la dinámica local que merecen estudiarse de modo singular.



Si se emplea la seba como especie indicadora, en el área estudiada se aprecian dos zonas con unos límites más o menos definidos, cuyas circunstancias parecen distintas en comparación con la referencia de 2011:

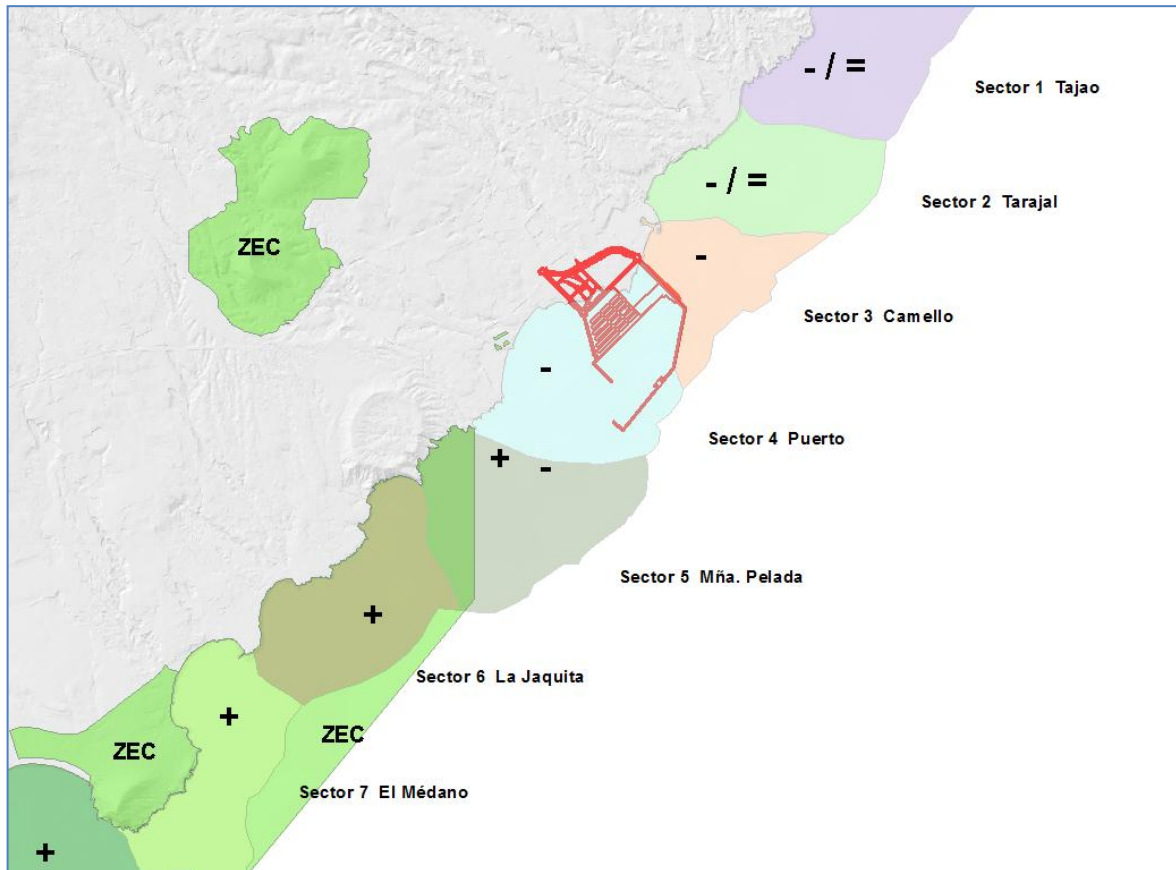


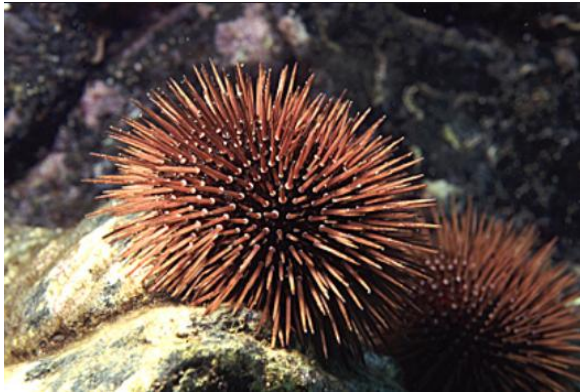
Figura 99. Desarrollo de la seba en los distintos sectores de la costa de Granadilla  
(+ aumento, = / - igual o menor)

- **Mayor desarrollo:** Se observa un aumento generalizado de la densidad de haces y hojas, de la altura de hojas y peciols, del área foliar, la biomasa y la cobertura. Esta zona incluye las estaciones TGr22, TGr19, TGr18 y TGr13, abarcando toda la zec. Parece que los vertidos asociados a las obras del puerto, lejos de ser perniciosos para la seba en este tramo de la costa, la han favorecido debido probablemente al aporte extra de nutrientes y a que el balance sedimentario es negativo (en la mayoría de las estaciones); es decir que hay corrientes que limpian el agua constantemente, permitiendo la llegada de luz y oxígeno.
- **Igual o menor desarrollo:** En la segunda zona y por lo general, la seba disminuye o mantiene la densidad de haces y hojas, la altura de hojas y peciols, el área foliar, la biomasa y la cobertura. Esta zona incluye las estaciones TGr14, TGr10, TGr08, TGr05 y TGr04, desde el inicio de la zec hasta el extremo norte de la zona estudiada, incluyendo las más cercanas a las obras. En este caso, los aportes de materiales parecen haber perjudicado a la seba por enterramiento, sobre todo en las estaciones más próximas a las obras, aunque de momento la situación no reviste gravedad.



### 3.8.9 Contaminación de los organismos marinos

El PVA plantea un seguimiento de la contaminación de los organismos marinos por hidrocarburos y metales pesados. A tal fin, en la fase previa a las obras se eligió el erizo *Paracentrotus lividus* como especie testigo objeto de seguimiento, y los valores obtenidos en la campaña realizada por el CIS (2005) se tomaron como referencia (Informe 2010 del OAG). No se registró presencia de cadmio, y los valores de plomo y demás metales eran muy bajos, prácticamente despreciables en términos de toxicidad.



*Paracentrotus lividus*



*Diadema africanum*

En un primer intento, el OAG tuvo dificultades para encontrar y reunir material de *P. lividus* suficiente para acometer las analíticas prescritas (hidrocarburos y siete metales pesados). Se requieren al menos 25 g de peso húmedo de gónadas. *P. lividus* no estaba presente en todas las estaciones, y las gónadas de 7 ejemplares (pequeños) sumaron en total sólo 5,5 g. Los erizos acumulan metales pesados en sus tejidos y caparazón, en proporciones muy variables y el plan de vigilancia ambiental de la Central Térmica de Granadilla (UNELCO), que se viene realizando en la misma zona, trabaja con otra especie de erizo, *Diadema africanum*, que es más grande, mucho más abundante y fácil de detectar. Además, el OAG comprobó que con solo tres ejemplares de *Diadema* se pueden obtener 40 g de gónadas (18+14+8 g). Consecuentemente, en el último informe se propuso un cambio de especie de cara al seguimiento.

Este cambio plantea la necesidad de fijar nuevos valores de referencia que representen adecuadamente la fase previa de la obra. Las concentraciones encontradas por el SEMALL<sup>14</sup> en 2010 en cinco estaciones frente al emisario de UNELCO resultan excesivamente altas en varios parámetros y es probable que obedezcan a una situación de contaminación puntual y temporal (ver Tabla 28). También las analíticas de cadmio y plomo publicadas por Hernández *et al.* (2009)<sup>15</sup> para La Tejita y Abades, ofrecen valores muy altos y no parecen una referencia adecuada para aguas en condiciones naturales.

---

<sup>14</sup> SEMALL (2011). Control de vertidos del medio receptor - Características químicas de los efluentes líquidos y del medio marino receptor (Granadilla, Tenerife). La Laguna, Tenerife: Servicio de Medio Ambiente de la Universidad de La Laguna. Informe I-QA-481/10 - C. T. de Granadilla., 147 pp.

<sup>15</sup> Hernández *et al.* 2009. Accumulation of toxic metals (Pb and Cd) in the sea urchin *Diadema* aff. *antillarum* (Philippi, 1845), in an oceanic Island (Tenerife, Canary Islands) . *Environmental Toxicology* (DOI 10.1002/tox.20487). [La especie referida ha sido descrita recientemente como *Diadema africanum* Rodríguez *et al.* 2013]



**Tabla 28. Analítica de contaminantes en gónadas de *Diadema africanum* en la costa de Granadilla.**

Parámetro	Valor (media)	Unidades	Zona	Fuente
<b>PAHs</b>	1.900	µg/kg	Frente a UNELCO	SEMALL (2010)
<b>Cinc</b>	158.800	µg/kg	Frente a UNELCO	SEMALL (2010)
<b>Cadmio</b>	816,27- 427,52	µg/kg	La Tejita /Abades	Hdez et al. (2009)
<b>Plomo</b>	3.010	µg/kg	Frente a UNELCO	SEMALL (2010)
<b>Plomo</b>	192.640-62.090	µg/kg	La Tejita /Abades	Hdez et al. (2009)
<b>Cobre</b>	7.060	µg/kg	Frente a UNELCO	SEMALL (2010)
<b>Níquel</b>	9.980	µg/kg	Frente a UNELCO	SEMALL (2010)
<b>Cromo</b>	5.880	µg/kg	Frente a UNELCO	SEMALL (2010)
<b>Mercurio</b>	90	µg/kg	Frente a UNELCO	SEMALL (2010)

Es preferible adoptar los valores promedios de las concentraciones obtenidas por el OAG en la segunda campaña de 2011, realizada entre el 28 de noviembre y el 12 de diciembre (Tabla 28), muy poco tiempo después del inicio de las obras como para que éstas hayan podido tener influencia en la presencia de contaminantes acumulados en las gónadas de erizo. Entendemos que estos valores reflejan mejor una situación normal y menos contaminada de las aguas, por lo que se adoptan como referencia.

**Tabla 29. Contaminantes en gónadas de *Diadema africanum*: segundo semestre de 2011.**

MUESTRA	HT	PAHs	HLL	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	Cr	Hg
Unidades	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
<b>Las Lisas</b>	5,76	0,00	13,78	11,40	0,16	6,24	0,00	3,00	258,00	5,70
<b>San Felipe</b>	2,63	0,00	10,04	45,12	0,07	8,76	0,00	5,16	142,00	6,10
<b>Tancón</b>	3,66	0,00	13,25	17,88	0,13	4,56	0,00	3,84	163,00	10,50
<b>Rajita</b>	1,47	0,00	17,36	21,84	0,00	6,12	0,00	4,08	252,00	1,20
<b>Punta Brava</b>	7,94	0,00	11,78	8,52	0,00	4,20	0,00	1,92	158,00	7,40
<b>Bocinegro</b>	3,92	0,00	7,76	6,24	0,00	5,04	0,00	3,84	168,00	4,60
<b>Montaña Roja</b>	5,49	0,00	9,41	5,04	0,00	7,32	0,00	4,80	121,00	6,10
Promedio	<b>4,41</b>	<b>0</b>	<b>11,91</b>	<b>16,57</b>	<b>0,05</b>	<b>6,03</b>	<b>0</b>	<b>3,8</b>	<b>180,28</b>	<b>5,94</b>

Los valores originales de la Tabla 28 venían expresados –y así se ha confirmado– en mg/kg (salvo el cadmio) y se han transformado a µg/kg para facilitar la comparación con los del OAG, cuya analítica tiene mayor resolución (límite de detección (0,01 µg/kg).



**Tabla 30. Contaminantes en gónadas de *Diadema africanum* en la costa de Granadilla en 2012**

MUESTRA		HT	PAHs	HLL	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	Cr	Hg
Unidades		mg/kg	µgr/kg	µgr/kg	µgr/kg	µgr/kg	µgr/kg	µgr/kg	µgr/kg	µgr/kg	µgr/kg
PRIMER SEMESTRE	Las Lisas	0,80	5,27	0,00	3,11	0,00	4,37	0,00	2,12	80,64	0,84
	San Felipe	0,40	5,22	0,00	4,16	0,00	4,65	0,00	1,59	89,00	0,59
	Tancón	0,68	5,07	0,00	3,22	0,00	2,56	0,00	0,65	76,88	0,78
	Rajita	0,80	4,70	0,00	1,95	0,00	2,19	0,00	0,84	95,14	0,65
	Punta Brava	0,84	3,48	0,00	2,15	0,00	2,48	0,00	0,67	92,01	0,48
	Bocinegro	0,91	3,24	0,00	2,66	0,00	3,00	0,00	1,32	94,60	0,46
	Montaña Roja	0,86	2,70	0,00	2,03	0,00	3,18	0,00	0,77	76,15	0,39
	<b>Promedio</b>	<b>0,75</b>	<b>4,24</b>	<b>0</b>	<b>2,75</b>	<b>0</b>	<b>3,20</b>	<b>0</b>	<b>1,13</b>	<b>86,34</b>	<b>0,59</b>
SEGUNDO SEMESTRE	Las Lisas	---	2,84	0,00	3,45	0,39	2,50	0,25	3,20	58,0	2,60
	San Felipe	---	3,53	0,00	8,28	0,19	2,90	1,60	3,10	38,0	2,00
	Tancón	---	2,61	0,00	12,20	0,22	4,60	3,41	5,20	52,0	7,60
	Rajita	---	3,45	0,00	5,70	0,15	3,00	2,12	2,80	28,0	5,00
	Punta Brava	---	2,98	0,00	5,35	0,15	1,60	1,85	3,30	42,0	3,50
	Bocinegro	---	3,86	0,00	5,42	0,19	6,80	2,08	4,50	58,0	2,70
	Montaña Roja	---	2,46	0,00	1,22	0,08	1,60	1,36	3,70	124,0	2,60
	<b>Promedio</b>	<b>---</b>	<b>3,10</b>	<b>0</b>	<b>5,94</b>	<b>0,19</b>	<b>3,28</b>	<b>1,81</b>	<b>3,68</b>	<b>57,14</b>	<b>3,71</b>

Los hidrocarburos totales se analizan por cromatografía de gases con detector de llama, un método no selectivo que detecta todo compuesto que tenga enlaces carbono – hidrógeno, lo que incluye la matriz orgánica de las gónadas sobre las que se realiza el análisis. Por ello desde el segundo semestre de 2012 se analizan solamente los hidrocarburos lineales y los aromáticos mediante cromatografía de gases con detector de masas, método selectivo que permite identificar potenciales sustancias contaminantes.

Al comparar los valores promediados para las siete estaciones que figuran en las tablas adjuntas, se evidencia que entre 2011 y 2012 ha habido un descenso neto de las concentraciones de zinc, plomo, cromo, mercurio e hidrocarburos lineales, y un ligero aumento en las de cobre y cadmio, mientras que las de níquel se mantienen estables (ver gráficas en páginas siguientes)

Se observa cierta estacionalidad en las concentraciones de metales, que bajan sustancialmente en el primer semestre del año y luego suben, posiblemente debido al ciclo gonadal de *Diadema*, aunque en Gran Canaria<sup>16</sup> se ha obtenido para la misma especie un pico máximo del índice gonadosomático en los meses de abril-mayo, y el mínimo en septiembre-octubre; es decir, que las gónadas estarían llenas al máximo en el momento en el que se tomaron las muestras del primer semestre y vacías en el segundo. Se requiere una serie de datos más larga que permita asegurar si hay estacionalidad y si ésta tiene relación con el ciclo de la especie.

<sup>16</sup> Garrido Sanahua, M.J. (2003). *Contribución al conocimiento de Diadema antillarum Philippi, 1845, en Canarias*. Tesis doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 120.

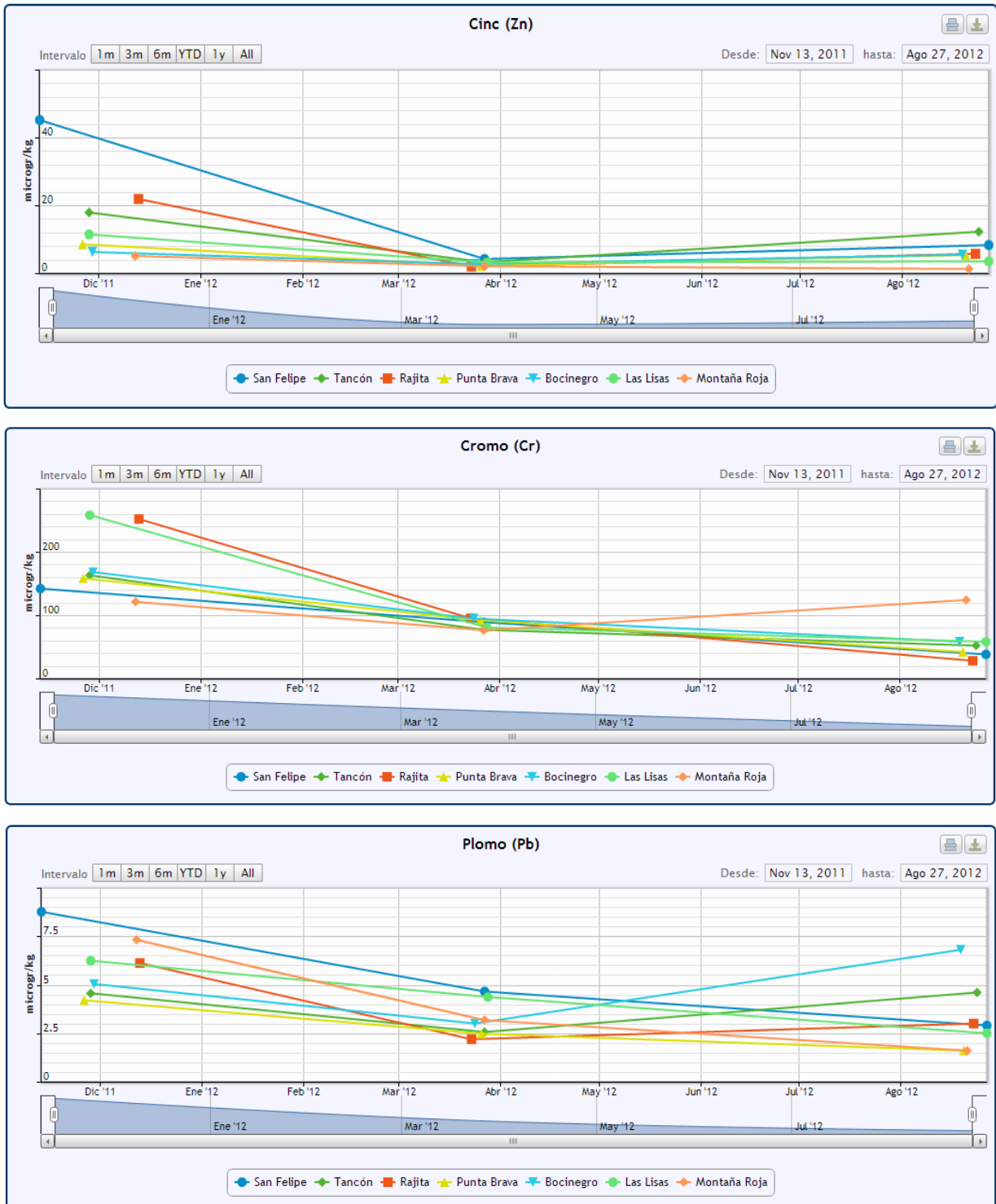
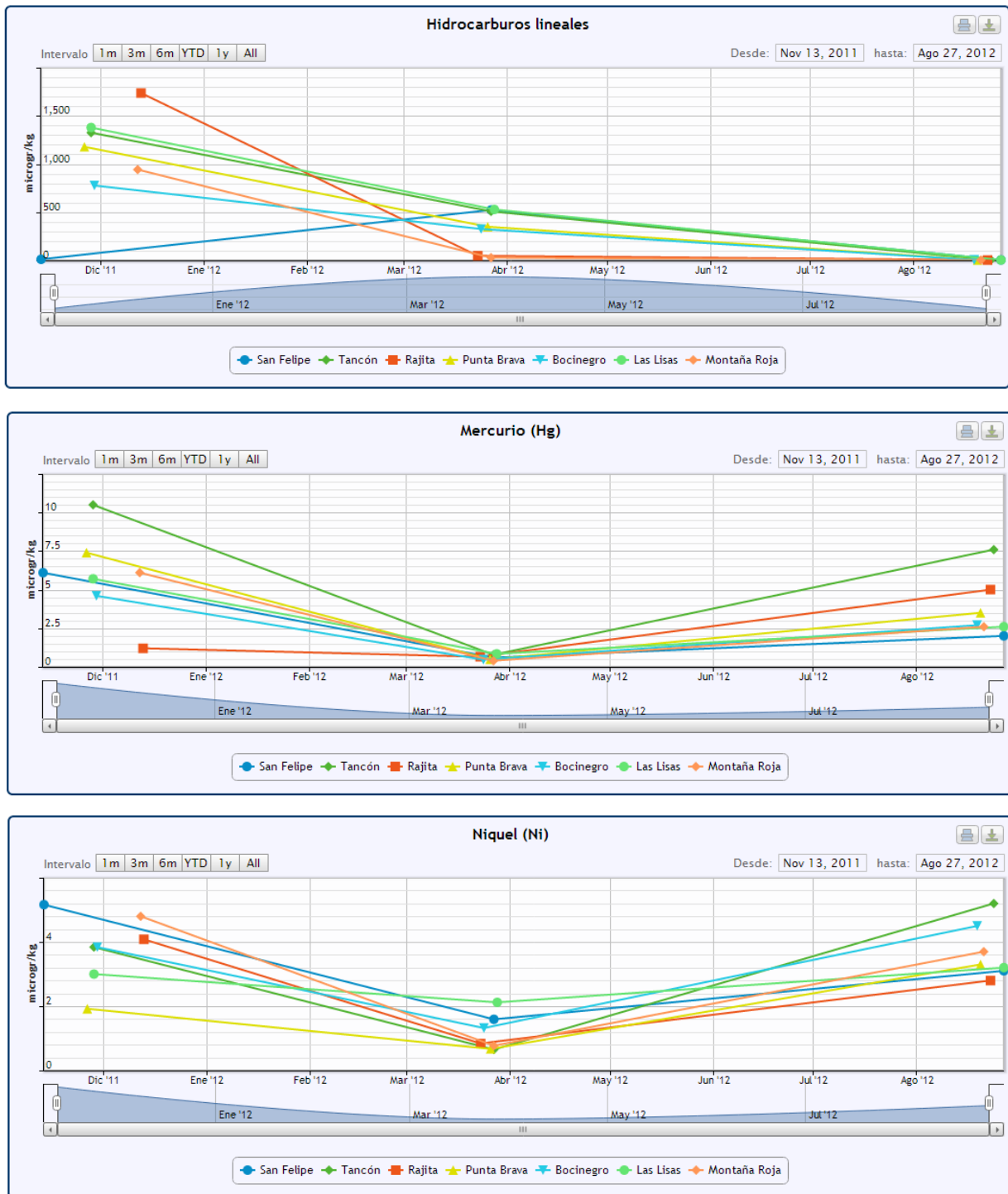


Figura 103. Evolución de contaminantes (metales pesados) en gónadas de *Diadema* en la costa de Granadilla: cinc, cromo y plomo.



**Figura 104. Evolución de contaminantes en gónadas de *Diadema* en la costa de Granadilla: hidrocarburos lineales, mercurio y níquel.**



**Figura 105. Evolución del cadmio y cobre en gónadas de *Diadema* en la costa de Granadilla.**

En el análisis de estas gráficas destaca la estación Tancón, al sur de las obras, en la que se dan las mayores concentraciones de cinc, cobre, mercurio, níquel y cadmio. Salvo por el último, los valores son menores o muy inferiores en varios casos, a los de referencia. Carecen de repercusión ecológica y reflejan probablemente la vecindad del polígono industrial de Granadilla.

De los metales pesados que han aumentado en concentración media:

- El cadmio es un metal tóxico que proviene de las aguas negras de centros poblados, zonas industriales o del lixiviado de fertilizantes. Es fuertemente absorbido por la materia orgánica del suelo y se acumula en los organismos. Por tanto, las actividades constructivas del puerto pueden causar un aumento de los niveles de cadmio en los organismos marinos si se han vertido materiales con tierra en la que haya materia orgánica, como pudiera haber sucedido en Tancón, aunque este dato no es concluyente por la subida aún mayor en Las Lisas, que podría tener origen urbano.
- El cobre se libera a la atmósfera por la incineración de combustibles fósiles, luego pasa al suelo y a los sedimentos marinos. El aumento detectado no es previsible que tenga un efecto sobre el medio dadas sus bajas concentraciones.





### 3.9 Calidad global de la zec Seadales del sur de Tenerife

El último levantamiento bionómico de la zec Seadales del sur de Tenerife data de 2008, fecha anterior al inicio de las obras, y que se toma como punto de referencia, además de las analíticas de aguas que existen y se recogen en el informe del OAG sobre la vigilancia ambiental en 2010. El estado de conservación de la zec no fue determinado entonces, pero sería el atribuible a condiciones de naturalidad alta, con perturbaciones menores: **favorable mantenido**.

Hay que advertir que la zec ES7020116 se extiende hacia el Sur hasta más allá de Las Galletas, y el Plan de vigilancia ambiental de Granadilla abarca solo el ámbito de influencia potencial de las obras del puerto según su última configuración, habiendo quedado fijado su límite sur en la playa de La Tejita. Esta sección meridional de la zec, objeto de vigilancia ambiental, supone solo un tercio de toda el área protegida. Nos referimos, pues, a dicha sección.

En el informe de 2011, tres meses después de iniciadas las obras, la mayoría de los valores analíticos registrados no reflejaban variaciones significativas respecto de lo previamente conocido o eran atribuibles a la variabilidad normal del medio marino, con algunas que otra excepción respecto a metales pesados, a lo largo de todo el tramo de costa (presencia de cromo). La evaluación global de 2011 fue de **favorable mantenido**.

A finales de 2012 la situación en la zec ha experimentado algunos cambios en los parámetros monitorizados, tanto positivos como negativos, y algunos son atribuibles a las obras, particularmente en su extremo oriental que es la zona más próxima al nuevo puerto. Resumiendo lo dicho en los apartados anteriores, estos efectos se concretan en:

- Presencia irregular de más partículas en suspensión que generan turbidez (< 50 NTU).
- Ligero aumento de la tasa de sedimentación, e incremento del componente mineral.
- Mayor producción biológica inferida del aumento de concentración en clorofila.
- Fluctuaciones de los nutrientes en función de los vertidos y aprovechamiento biológico.
- Reducción de contaminantes en aguas y sedimentos (hidrocarburos, etc.).
- Menor presencia generalizada de metales pesados, salvo del cobre y cadmio (podría haber una fuente de contaminación en el sector de La Jaquita).
- Aumento de poliquetos filtradores y detritívoros en el tramo oriental.
- Mortandad del määrl atribuible en principio a su recubrimiento por partículas finas.
- Desaparición de una especie de erizo de profundidad (*Spharaechinus granulatus*) cuya vida podría estar ligada al määrl vivo.
- Mayor vitalidad y desarrollo generalizado de la seba en todos los sectores.

A falta de otra evidencia, el estado de conservación general del sector de la zec Seadales del sur de Tenerife que nos ocupa sigue calificando como **favorable mantenido**, la misma evaluación atribuida a sus aguas y sedimentos, sin perjuicio de que se haya producido un incremento en producción biológica (fitoplancton, seba), o de haberse registrado una mortandad del määrl en su ámbito. Esta biocenosis cubre 121 ha –un 11, 1% de tramo de la zec considerado o un 4,4% del total– y parece estar sufriendo un impacto severo por el aporte sedimentario. Es preciso estudiar más la extensión del fenómeno y su vinculación o no con los sedimentos, la reversibilidad del proceso, y sus implicaciones. El caso es relevante para la integridad de la zec.



## 4 CONCLUSIONES

### 4.1 Modificaciones del Plan de Vigilancia

El PVA de Granadilla está concebido como un instrumento dinámico que se ajusta y replantea a medida que avanza, aprovechando la experiencia obtenida y atendiendo a nuevos elementos que requieren atención. Ya en los informes de 2010 y 2011, el OAG propuso varias modificaciones metodológicas así como en la distribución espacial, temporal y tipos de parámetros de muestreo. Al no haber manifestado reparo alguno la Dirección General de Evaluación y Calidad Ambiental, dichas modificaciones fueron aprobadas por la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, que es el titular de la competencia de la vigilancia ambiental de Granadilla.

Procede ahora solicitar la aprobación de algunos cambios adicionales concebidos a lo largo de 2012, varios de los cuales ya se han implementado por necesidad del seguimiento, pero que, en todo caso, necesitan de aprobación formal.

#### 4.1.1 Seguimiento por telemetría

A efectos de poder explotar mejor las imágenes de satélite (p. ej. para la bionomía), es conveniente invertir en obtener tomas con la mejor calidad posible. Ya se han concretado las condiciones óptimas de condición del mar y atmósfera, horario y ángulo del satélite, de modo que el OAG puede encargar con antelación la imagen de una fecha concreta. Habrá que predecir las circunstancias y avisar con tres días de antelación. Siempre existirá riesgo de no acertar, pero el disponer aunque sea de una imagen de calidad al año es mejor que contar con seis de uso limitado y compensa el riesgo y su coste. Para mantener el presupuesto, se encargarían dos tomas al año, en vez de las seis estándares que venimos recibiendo de modo regular (inicialmente eran doce, una por mes). Esta reducción en la frecuencia es compatible con el momento de las obras, superada ya la fase inicial de seguimiento más intenso de la pluma de turbidez.

#### 4.1.2 Estaciones de muestreo

A la luz de la experiencia habida y ante nuevas necesidades de seguimiento, se han realizado algunos cambios en las estaciones de muestreo (incorporados en la Tabla 31), y que son:

- La estación TGr06 destinada al seguimiento de la contaminación marina en erizos se ha desplazado de ubicación por no haber erizos en ella y por ser de acceso demasiado peligroso. Se mantiene su nombre y código.
- El captador de sedimentos estipulado por el PVA en la estación TGr02 se ha trasladado a la estación TGr04, ya que hubo que sustituirlo varias veces y no se conseguía mantener en buen funcionamiento (suelo muy duro, pérdidas, etc.).
- En las estaciones TGr05, TGr08, TGr10, TGr13, TGr20, TGr22 y dos nuevas, TGr32 y TGr33, se instalarán estacas decimetradas para monitorizar el balance sedimentario.
- En las estaciones TGr26, TGr27, TGr28 y TGr29 se hará también seguimiento de määrl. Además, vista la importancia de esta comunidad, se buscarán algunas estaciones más para completar su seguimiento.
- Se añade la estación TGr13 (Abejera) al muestreo de infauna.



**Tabla 31. Relación actualizada de las estaciones de muestreo del OAG, su posición y destino.**

Código	Denominación	Latitud	Longitud	Destino
TGR00	Boya Granadilla	28° 3' 40,230" N	16° 30' 32,076" O	Meteorología, sonda y correntímetro
TGr01	Cueva Trigo	28° 3' 40,230" N	16° 30' 32,076" O	Sonda
TGr02	Tajao	28° 6' 33,499" N	16° 27' 48,000" O	Sonda, aguas, micro, sedimentos e infauna
TGr03	San Felipe	28° 6' 17,200" N	16° 28' 20,183" O	Comunidad intermareal y erizo
TGr04	La Caleta	28° 6' 4,154" N	16° 28' 23,653" O	Trampa, sonda, agua, sedimentos, seba y microbiología
TGr05	Tarajales	28° 5' 17,482" N	16° 29' 9,075" O	Trampa, sonda, agua, sedimentos, bentos, infauna, demersal, seba, microbiología y estacado
TGr06	Embarcadero	28° 5' 5,14"N	16° 29' 22,65" O	Erizo
TGr07	Camello	28° 4' 54,236" N	16° 28' 40,278" O	Comunidad pelágica
TGr08	Lajón	28° 4' 53,592" N	16° 29' 5,641" O	Trampa, sonda, agua, microbiología, sedimentos, infauna, seba y estacado
TGr09	Dársena	28° 4' 21,402" N	16° 29' 29,298" O	Sonda, agua, micro, sedimentos e infauna
TGr10	Medio	28° 4' 17,543" N	16° 30' 2,731" O	Trampa, sonda, agua, microbiología, sedimentos, infauna, demersal, seba, estacado
TGr11	Bocana	28° 3' 56,404" N	16° 29' 52,329" O	Sonda, agua, micro, sedimentos e infauna
TGr12	Tancón	28° 4' 2,651" N	16° 30' 23,804" O	Com intermareal, bentos y erizo
TGr13	Abejera	28° 3' 45,529" N	16° 30' 32,604" O	Trampa, sonda, infauna, seba y estacado
TGr14	Charcón	28° 3' 38,779" N	16° 30' 31,596" O	Trampa, sonda, agua, microbiología, sedimentos, infauna y seba
TGr15	Pelada	28° 3' 28,328" N	16° 29' 36,898" O	Comunidad pelágica
TGr16	Rajita	28° 3' 43,178" N	16° 30' 51,924" O	Comunidad intermareal y erizo
TGr17	Punta Brava	28° 3' 1,452" N	16° 31' 28,737" O	Comunidad intermareal, bentos y erizo
TGr18	Jaquita	28° 2' 46,776" N	16° 31' 29,094" O	Trampa, sonda, agua, microbiología, sedimentos, bentos, infauna, demersal y seba
TGr19	Médano	28° 2' 20,285" N	16° 32' 2,451" O	Trampa, sonda, agua, microbiología, sedimentos, infauna y seba
TGr20	Bocinegro	28° 1' 59,115" N	16° 32' 20,702" O	Comunidad intermareal, erizo y estacado
TGr21	Chinchorro	28° 1' 45,826" N	16° 33' 43,673" O	Comunidad intermareal
TGr22	Tejita	28° 1' 39,817" N	16° 33' 36,018" O	Trampa, sonda, agua, microbiología, sedimentos, infauna, seba y estacado
TGr23	Montaña Roja	28° 1' 39,322" N	16° 33' 5,143" O	Erizo
TGr24	Las Lisas	28° 7' 13,672" N	16° 27' 41,475" O	Comunidad intermareal y erizo
TGr25	Carrera	28° 3' 55,692" N	16° 30' 21,391" O	Bentos



TGr26	Cambada	28° 5' 26,020" N	16° 28' 24,344" O	Bentos y máerl
TGr27	Confite	28° 3' 33,664" N	16° 30' 5,378" O	Bentos y máerl
TGr28	Piedras blancas	28° 2' 40,630" N	16° 31' 21,775" O	Bentos y máerl
TGr29	Montelís	28° 1' 40,199" N	16° 32' 15,539" O	Bentos y máerl
TGr30	TranPelada	28° 3' 13,331" N	16° 30' 56,108" O	Bentos
TGr31	TranEmbarcadero	28° 5' 0,406" N	16° 29' 13,713" O	Bentos
TGr32	Punta Negra	28°5'26,765" N	16°29'48,683" O	Estacado
TGr33	Emisario	28°4'54,178" N	16°29'14,816" O	Estacado
<b>TERRESTRES</b>				
TA768	Bco. del Charcón	28° 4' 22,297" N	16° 30' 24,913" O	Plan arqueológico
TA767	Bco. del Charcón	28° 4' 25,191" N	16° 30' 24,697" O	Plan arqueológico
TA422	Bco. del Charcón	28° 4' 23,204" N	16° 30' 28,112" O	Plan arqueológico
TA764	Bco. del Charcón	28° 4' 22,812" N	16° 30' 28,290" O	Plan arqueológico
TA765	Cuevas del Trigo	28° 4' 0,809" N	16° 30' 31,792" O	Plan arqueológico
Parcela A	Montaña Pelada	28° 4' 12,455" N	16° 31' 2,908" O	Estudios de vegetación terrestre
Parcela C	Playa del Medio	28° 4' 41,999" N	16° 30' 6,028" O	Estudios de vegetación terrestre
Parcela C	Playa Las Caletas	28° 4' 40,694" N	16° 30' 6,450" O	Polvo sobre <i>Plocama pendula</i>
Parcela B	Playa del Medio	28° 4' 29,754" N	16° 30' 20,474" O	Polvo sobre <i>Plocama pendula</i>
GrAt_1	Unelco	28° 5' 18,314" N	16° 29' 37,187" O	Captador de polvo
GrAt_2	Iter	28° 4' 9,124" N	16° 30' 29,125" O	Captador de polvo
GrAt_3	Casetas	28° 4' 49,009" N	16° 30' 0,851" O	Captador de polvo
Er4	Polígono	28° 4' 42,416" N	16° 30' 12,445" O	Medidas de ruido
Er2	Casetas	28° 4' 49,946" N	16° 29' 58,336" O	Medidas de ruido
Er1	Rotonda	28° 4' 55,707" N	16° 29' 30,537" O	Medidas de ruido

### 4.1.3 Frecuencia y período de muestreo

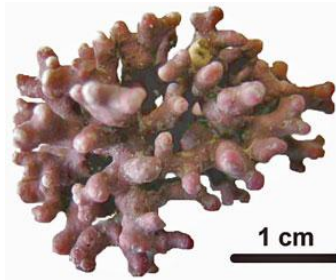
A la vista de los resultados obtenidos, no parece necesario mantener la intensidad de muestreos en algunos parámetros, pudiendo reducirse de modo temporal o definitivo, si no se aprecian cambios que justifiquen volver a las frecuencias originales. Esto afecta a tres parámetros:

- El muestreo del nivel sonoro cada tres meses y durante 15 días se considera prescindible si el muestreo mensual de un minuto se incrementa de mensual a quincenal.
- La frecuencia de muestreo de sedimentos es actualmente de carácter trimestral y se considera que será suficiente realizarlo con periodicidad cuatrimestral.
- La campaña estival de estudio de la seba conviene realizarla entre junio y agosto, y la invernal entre diciembre y febrero del siguiente año.



#### 4.1.4 Estudio y monitorización del mäerl

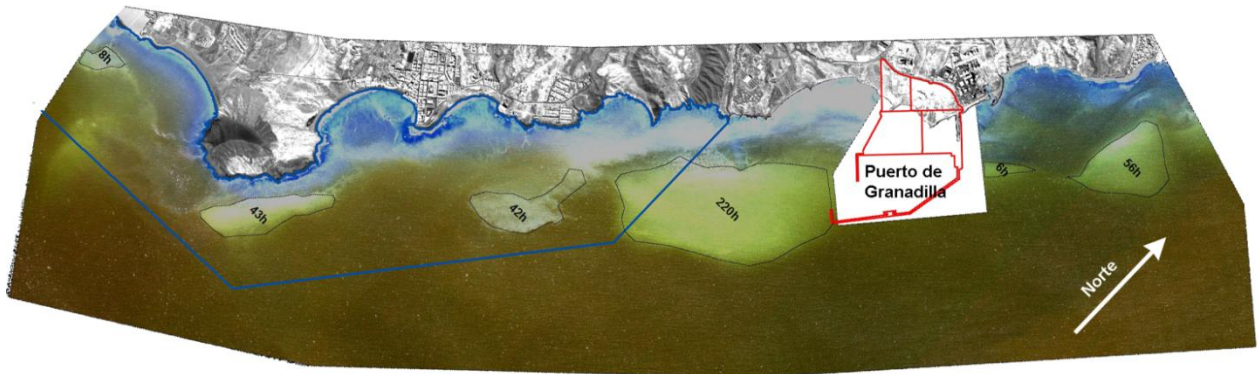
El mäerl es un agregado de algas coralinoides globulares sueltas, dominadas por el anís de fondo *Lithothamnion corallinoides*, que en Canarias se conocen por confites, cuando están muertas, y anises, cuando están vivas y muestran el característico color rosáceo. Los confites son rodolitos que por abrasión generan una cantidad importante de arena. Esta formación se ha estudiado muy poco en Canarias.



El seguimiento del mäerl en las cuatro estaciones introducidas en la modificación del plan de 2011, situadas entre el puerto y Montaña Roja, ha aportado datos preocupantes. Esta comunidad biológica no fue tenida en cuenta en el PVA original y la mortandad registrada durante 2012 puede ser consecuencia de las obras (incremento en la deposición de sedimentos) pero hay que estudiar mejor la situación general, la relación real con los sedimentos, y el alcance del impacto.

Por ello se recomienda que el propio OAG se ocupe de:

- Ampliar el número de estaciones de seguimiento del mäerl. Ya se ha construido una cámara fotográfica apta para trabajar a profundidad y valorar mejor el grado de mortandad existente.
- Comprobar la vitalidad del mäerl en zonas alejadas de la influencia de las obras.
- Estudiar la fisiología del alga para determinar cuánto mineral aportan al sistema (fijación de calcio).
- Estudiar la cantidad de arena organógena que produce el mäerl una vez muerto.
- Ensayos de mortandad y recuperación frente a su recubrimiento por sedimentos.



**Figura 106. Delimitación de las zonas de mäerl en la costa de Granadilla.**

Se cuenta con un estudio específico del mäerl en el extremo noroccidental (punta de Las Bicudas) realizado por CIMA<sup>17</sup> a propuesta del OAG, además del análisis de las imágenes de satélite que han permitido elaborar un mapa bastante preciso de todas las zonas con mäerl.

<sup>17</sup> CIMA 2012. *Estudio de las comunidades de mäerl entre la Punta de las Bicudas y la Laja de Tabaibarril (Arico - Tenerife)*. La Laguna: Centro de Investigaciones Medioambientales del Atlántico SL, 15 pp. No publicado.



## 4.2 Recomendaciones del OAG

Dentro de las funciones del OAG está el proponer medidas que contribuyan a evitar o mitigar el impacto ambiental que generan las obras del puerto de Granadilla. Estas medidas van dirigidas a la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife como responsable de las obras, a las empresas que las ejecutan, así como a otras instituciones y autoridades (p.ej. ayuntamientos) que pueden contribuir igualmente a este fin de interés general.

### 4.2.1 Mitigación del polvo

El uso de toldo en camiones con materiales en el interior de la obra, es una medida mitigadora contemplada en el PVA (2007), que no se ha aplicado y que además no es viable a efectos prácticos, ni especialmente efectiva y por ello deberían sustituirse por otras medidas alternativas en el PVA.

El riego directo es una medida mitigadora ya contemplada en el PVA, que, correctamente aplicada puede cumplir con el objetivo de controlar la emisión de polvo para el que se estableció el uso del toldo en el interior de la obra. Para ello se debe regar:

- a) Siempre en las operaciones de carga de materiales, sobre todo en aquellos de naturaleza granular que tienden a suspender partículas a la atmósfera.
- b) En las vías internas, como se ha hecho hasta ahora.
- c) En los acopios tanto en su coronación como en los taludes.
- d) Aplicar esta medida –al igual que las demás de carácter corrector o mitigador– de forma homogénea y regular en toda la obra; es decir, implicando por igual a las dos empresas presentes.

### 4.2.2 Materiales de acopio

La Autoridad Portuaria cumple con la DIA al aceptar solo materiales provenientes de canteras o movimientos de tierra autorizados, y al cancelar la recepción de una fuente cuando se revela que, a pesar de contar con autorización, los responsables no respetan sus términos. A finales de diciembre de 2012 ninguna de las canteras señaladas como incorrectas en este informe suministra materiales a las obras de Granadilla, lo que no ha impedido que algunas de ellas hayan continuado extrayendo materiales clandestinamente para otros destinos. Tampoco se puede perseguir de modo eficiente la picaresca de algún transportista, cuando declara falsamente un origen correcto para los materiales que acarrea.

El puerto de Granadilla ha tenido en el medio terrestre un impacto negativo imprevisto. Es cierto, que las autoridades competentes están reaccionando y ya son varias las extracciones o canteras encubiertas que se han cerrado y sancionado, lo que previsiblemente va de tener un efecto disuasorio. No obstante, la Autoridad Portuaria, como responsable de dicha infraestructura, deberá procurar mitigar dicho impacto o anularlo, ya que ello parece posible.

A tal fin, el OAG quiere hacer algunas recomendaciones que abarcan también a las empresas adjudicatarias y a los ayuntamientos de la zona, para así aunar esfuerzos antes de que este desatino vaya a más.



- a) Buscar urgentemente una o unas pocas fuentes con suficiente material para lo que queda de obra (aprox. 10.000.000 m<sup>3</sup>). Una de ellas bien pudiera ser la excavación del polígono industrial de Granadilla, tal como se planteó en el proyecto original del puerto.
- b) Reducir al mínimo o cancelar las fuentes menores, considerando solo las que aporten una cantidad relevante (por ejemplo, superior a 300.000 t) y descartando todas aquéllas de nueva autorización y aparente conveniencia.
- c) Reducir en lo posible las cadenas de intermediarios y rechazar los materiales en cuya obtención participen cualquiera de los propietarios o empresas de gestión (excavación, transportes, etc.) que hayan sido sancionados por su vinculación con alguna de las extracciones incorrectas aquí reseñadas.
- d) Los ayuntamientos que vayan a otorgar autorizaciones para movimientos de tierra o abanalamientos cuyos excedentes pudieran ser destinados al puerto de Granadilla, deberían exigir un aval suficiente para reparar el daño causado, llegado el caso, así como otorgar prioridad a la inspección regular de dichas obras.

### 4.2.3 Mitigación de la pluma de turbidez

Las banquetas que han de recibir los cajones del dique de abrigo y de la prolongación del contradique está previsto formarlas con todouno y un remate final de grava. El volumen aproximado de material requerido es de 2.758.700 metros cúbicos. Dicho material se verterá *in situ* mediante gánguil y se prevé que se genere bastante turbidez mientras cae hasta el fondo.



Figura 107. Ensayos de lavado realizados por la ute SATO-FCC-PPL (Foto A. Hernández)

Para mitigar este efecto adverso, se recomienda lavar siempre el material en el propio gánguil y mientras está atracado, de manera que los finos sean lixiviados y la turbidez se genere dentro de la bahía protegida por el contradique, favoreciendo así su sedimentación dentro del recinto y donde su impacto ecológico es menor. Dicho lavado ha de ser con agua de mar y tener cierta entidad.



### 4.3 Recapitulación

El seguimiento ambiental realizado a lo largo de 2012 refleja que las obras se vienen ejecutando, desde la perspectiva ambiental, acorde a los requerimientos establecidos, y que las modificaciones introducidas en el proyecto no tienen mayor relevancia ambiental. Destaca el cambio adoptado para la solución al transvase de arenas, que ahora ofrece más visos de resolver el problema planteado, además de evitar un despilfarro económico importante.

Salvo por el sector de emplazamiento de las obras, cuyos fondos han sido ocupados, dragados y transformados en una buena parte, los demás sectores de la costa mantienen la calidad ambiental de sus aguas y sedimentos, al margen de las fluctuaciones y algunos cambios experimentados de baja relevancia, varios de ellos no vinculados a las obras. Los sebadales de estos sectores han experimentado un mayor desarrollo, originado probablemente por la fertilización que conllevan los vertidos, factor que –de momento– ha resultado ser positivo para la planta. Sin embargo, el incremento de la deposición de finos sobre el máerl parece que está provocando su muerte, aspecto que ha de ser estudiado en detalle antes de confirmar la relación y valorar el alcance del impacto. En todo caso, se proponen medidas para procurar reducir la pluma de turbidez.

Cabe resaltar que las modificaciones previstas en la hidrodinámica local y sus repercusiones ecológicas son de momento incipientes, y que se harán sentir más a medida que el espigón de las obras de abrigo se prolongue más hacia fuera, lo que ocurrirá a lo largo de 2013.

En Santa Cruz de Tenerife, 30 de marzo de 2013

El Director del OAG





EL EQUIPO DE TRABAJO:

**Dr. Antonio Machado Carrillo**  
Ecólogo

**Dr. Manuel Caballer Gutiérrez**  
Biólogo marino

**Javier Díaz Guerra**  
Licenciado en Ciencias Ambientales

**Juan Antonio Bermejo**  
Biólogo - Técnico GIS

**Ignacio Lorenzo García**  
Ingeniero informático

**Alejandro Domínguez González**  
Vigilante ambiental

y

**Tomás Cruz Simó**  
Consultor en Biología Marina





## 5 ANEXOS

### 5.1 Niveles de marea a la hora de toma de las imágenes de satélite

	Fecha	Hora	Mareas web (m)	Mareografo Granadilla*	Mareógrafo El Médano**	Mareas	Corriente boya V (cm/s) D (°)
1	31/07/2011	12:25 am	1,96	256 ^	131,3 v	Alta - subiendo	-
2	22/08/2011	12:19 am	1,05	139 v	261,3 v	Baja - bajando	-
3	18/09/2011	12:28 am	1,02	147 ^	241,0 v	Subiendo	V:30 - D:36 ↙
4	29/10/2011	12:23 am	1,51	186 ^	196,4 v	Subiendo	V:37 - D:20 ↙
5	01/12/2011	12:11 am	0,98		279,8 v	Baja - subiendo	V:24 - D:233 ↗
6	20/12/2011	12:13 am	2,02		242,1 ^	Bajando	V:36 - D:232 ↗
7	09/01/2012	12:14 am	0,96		179,6 v	Subiendo	V:20 - D:35 ↙
8	18/02/2012	12:05 am	1,02	191 v	199,7 ^	Bajando	V:3 - D:334 ↘
9	08/03/2012	12:06 am	1,07	226 ^	160,1 v	Subiendo	V:8,5 - D:28,4 ↙
10	01/04/2012	12:22 am	1,16	158 v	244,2 ^	Bajando	V:3,8 - D:143,4 ↘
11	06/05/2012	12:33 am	1,32	267 ^	135,6 v	Alta - subiendo	-
12	05/06/2012	12:28 am	1,49	259 ^	140,0 v	Alta - subiendo	V:37,4 D:40,33 ↙
13	13/07/2012	12:28 am	1,71	179 v	230,5 ^	Bajando	-
14	01/08/2012	12:27 am	1,88		123,1 ^		-
15	14/07/2012	12:05 am	2,05		136,7 ^	Alta - bajando	V:33,7 - D:57,81 ↙
16	08/10/2012	12:20 am	2,16		262,4 ^	Baja bajando	V:44,7 - D:230,39 ↗
17	10/11/2012	12:03 am	2,26		201,8 ^	Bajando	V: 7,4 - D:13,08 ↙
19	15/12/2012	12:13 am	2,32		205,4 v	Subiendo	V:40,5 - D:43,25 ↙

\* Mareógrafo de Puertos del Estado; método de presión. \*\* Mareógrafo del Instituto Geológico y Minero; método de radar inverso. ^ marea subiendo v marea bajando: dirección de la corriente: ↓ ↑ ↙ ↘ ↗ ↖ → ← .



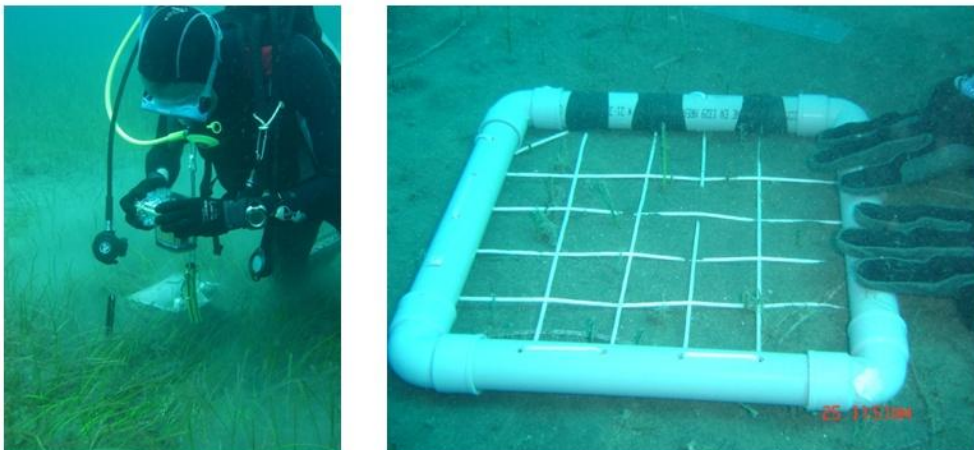
## 5.2 Método de estudio del estado del sebadal

El método de estudio del estado del sebadal fue desarrollado por el biólogo marino T. Cruz Simó para el seguimiento del sebadal de San Andrés (OAG, 2009). Algunos aspectos han sido perfeccionados con la experiencia en Granadilla, y básicamente consta de las siguientes fases:

1. Toma de imágenes y muestreo extractivo en cada una de las estaciones.
2. Tratamiento de las muestras: preparación, biometría y análisis de imágenes.
3. Obtención de los parámetros biológicos e indicadores.

### Muestreo

En la estación correspondiente se toma una fotografía de la pradera en una zona representativa y más o menos homogénea, en la que luego se deposita un marco metálico y pesado de 25x25 cm y color negro, que delimita el área de extracción. Ésta se realiza cortando los rizomas que previamente se han dejado al descubierto retirando con las manos la capa superficial de sedimento. El marco se fotografía antes y después de retirar el sedimento. El proceso se repite para obtener dos réplicas adicionales. Todavía bajo el agua, se fotografian varios haces y las tres muestras en sendas mangas de malla. Una vez en la embarcación, las muestras se conservan en agua marina, y posteriormente en frascos refrigerados hasta su procesado en el laboratorio.



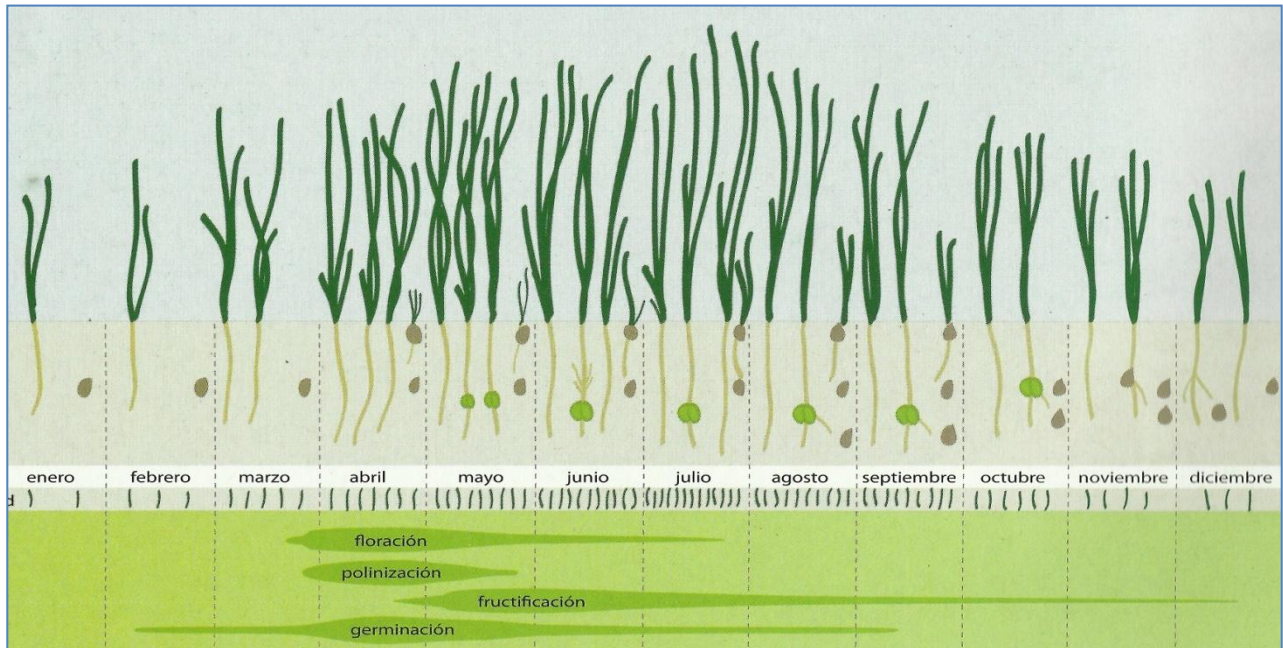
**Figura 108. Fotografía de las muestras de sebadal usando un marco.**

Una vez puesto a punto un método presumiblemente fiable para realizar un seguimiento a largo plazo de sebadales, sería preciso ajustar las campañas de prospección con el funcionamiento estacional del sistema, para lo cual se toma como referencia la fenología vegetativa y reproductora de la seba presentada por Espino y colaboradores (2008)<sup>18</sup>, modificada a su vez de Reyes y otros (1995)<sup>19</sup>.

---

<sup>18</sup> Espino Rodríguez, F., Tuya Cortés, F., Blanch, I. & Haroun, R. J. (2008). *Los sebadales de Canarias. Oasis de vida en los fondos arenosos*. Las Palmas de Gran Canaria: BIOGES, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Pp. 68.

<sup>19</sup> Reyes, J., Sansón, M. & Afonso Carrillo, J., 1995. Distribution and reproductive phenology of seagrass *Cymodocea nodosa* in the Canary Islands. *Aquatic Botany* 50: 171-180.



**Figura 109. Fenología reproductora de *Cymodocea nodosa* en las islas Canarias (Espino et al. 2008)**

Del gráfico adjunto se deduce que la campaña estival conviene realizarla entre junio y agosto, y la invernal entre diciembre y febrero del siguiente año.

### Tratamiento

*Preparación de las muestras.*- Se separan los haces de los rizomas incluyendo el peciolo; se lavan; se extraen los epífitos no incrustantes (algas e hidroideos) y se descalcifican con ácido clorhídrico diluido para eliminar las algas costrosas.

*Biometría.*- Sobre una tablilla escalada se miden todas las hojas en húmedo después de haber separado el peciolo, que se mide aparte. La anchura foliar se calcula con la media de diez medidas realizadas con calibrador. Las muestras se secan en estufa a 60° de 24 a 48 horas y luego se pesan en una balanza de precisión (resolución = 0,1 mg).

### Obtención de parámetros

*Parámetros biológicos:* se obtienen extrapolando el área de cada cuadrícula al metro cuadrado; es decir, multiplicando por 16:

- El número de peciolo para la densidad de haces.
- El número de hojas para la densidad foliar.
- La media de la longitud de las diez hojas más largas, para la altura foliar.
- La longitud total de las hojas multiplicada por su anchura media, para el área foliar.
- La observación directa de las cuadrículas y de las fotografías en posición orto para la estima de la cobertura local.
- El peso seco de cada muestra libre de epífitos para la biomasa.



**Figura 110. Proceso de secado y medida loliar de la seba.**

*Parámetros indicadores:* se obtienen de la interpretación de las imágenes, sobre todo las macrofotografías de las cuadrículas en posición orto, y de los haces en posición lateral. Estos son:

- El epifitismo es la estima del porcentaje ocupado de las hojas por especies incrustantes (algas costrosas, briozoos) y erectas/ arbusculares (algas rodofitas y feofitas, hidroideos) principalmente.
- La vitalidad foliar se refiere como la proporción viva de las hojas en relación al sector apical, que suele adquirir color marrón por necrosis (cuando no está excesivamente colonizada).
- El desarrollo radicular presente en la capa inmediata, a nivel de los rizomas horizontales, de donde emanan los haces, con cantidades variables de raíces. Este parámetro se está utilizando al igual que el siguiente a fin de relacionar el funcionamiento sedimentario local y la reacción del sebadal a las condiciones locales.
- El balance sedimentario, es decir, la pérdida o aporte de sedimentos tomando como base el peciolo o la vaina que los haces, que por lo general suele aflorar a la mitad en condiciones normales, es decir, con balance neutro.

*Base de datos:* se elaboran dos tipos de base de datos:

- De la longitud foliar ordenada de mayor a menor, de la que se obtiene el número de hojas, la longitud total y la media de las diez hojas mayores. Se utiliza para calcular la densidad, el área y la altura foliar respectivamente.
- De clases de talla de hojas según su longitud tomada de cinco en cinco centímetros. Se utiliza para estimar el grado de desarrollo foliar en cada estación de muestreo y en las dos anuales, estival e invernal. Indica pues las variaciones generales y las específicas de cada pradera muestreada.



La evaluación del desarrollo del sebadal se hace según los diferentes parámetros empleando las siguientes equivalencias y unidades:

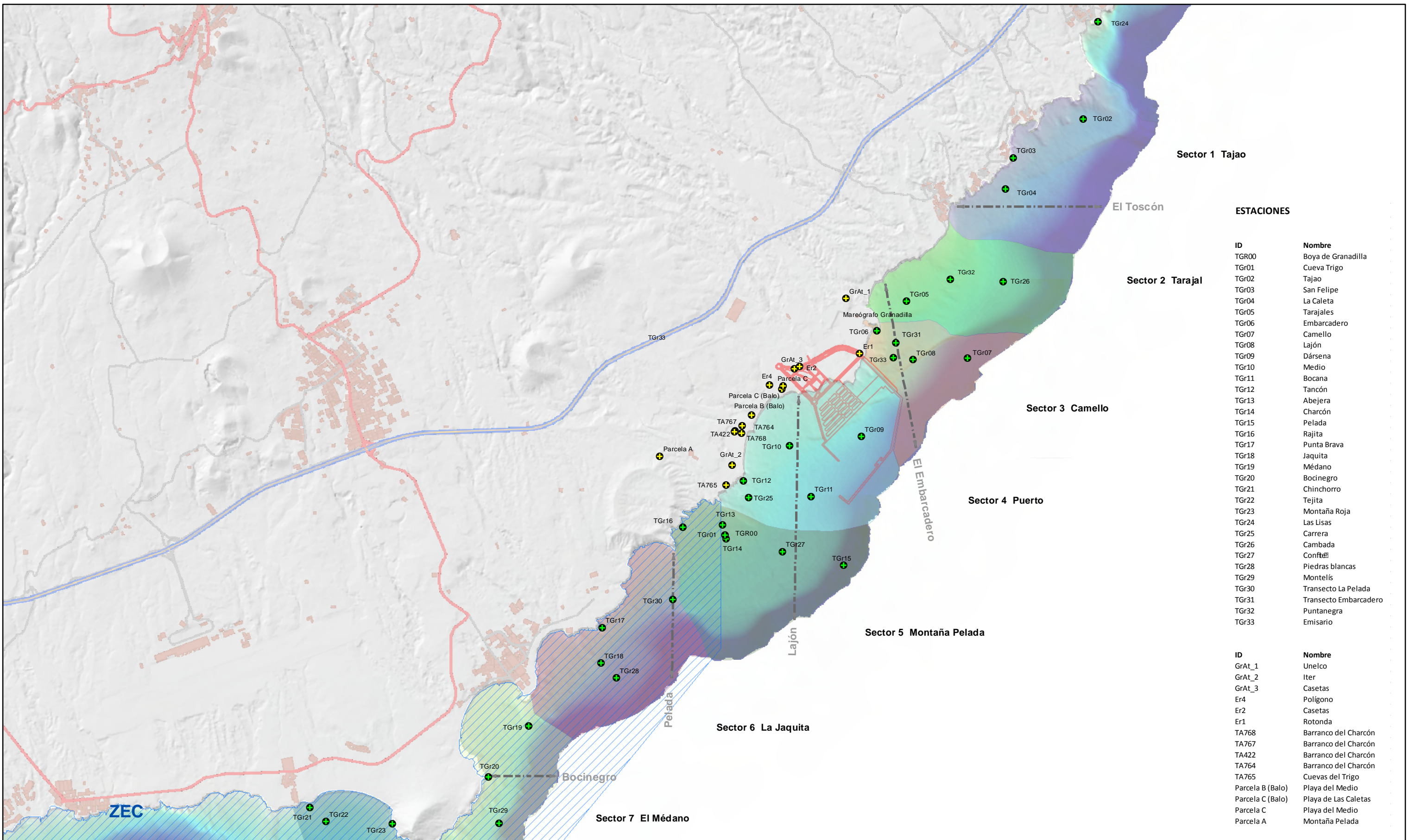
**Tabla 32 Tipificación de los parámetros descriptivos del sebadal**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>ALTA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>BAJA</b>
Densidad de haces	> 1.000 haces/m <sup>2</sup>	500-1.000 haces/m <sup>2</sup>	< 500 haces/m <sup>2</sup>
Densidad de hojas	> 3.000 hojas/m <sup>2</sup>	1.500-3.000 hojas/m <sup>2</sup>	< 1.500 hojas/m <sup>2</sup>
Altura de hojas	>30 cm	20-30 cm	< 20 cm
Altura de los peciolo	>7 cm	3-7 cm	<3 cm
Área foliar	> 0,75 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,75-0,25 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	< 0,25 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Cobertura	3 (>75%)	2 (25-75%)	1 (<25%)
Biomasa	>30 gr peso seco/m <sup>2</sup>	15-30 gr peso seco/m <sup>2</sup>	< 15 gr peso seco/m <sup>2</sup>
<b>INDICADORES</b>	<b>ALTA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>BAJA</b>
Epifitismo	3 (<50% verde)	2 (75-50% verde)	1 (>75% verde)
Vitalidad foliar	3 (>75% verde)	2 (75-50% verde)	1 (<50% verde)
Desarrollo radicular	3 (>50% de cobertura)	2 (50-25% de cobertura)	1 (<25% de cobertura)
Balance sedimentario	3 Positivo (sedimentación) Peciolo cubierto	2 Neutro Peciolo descubierto	1 Negativo (erosión) Raíces descubiertas



SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL PUERTO DE GRANADILLA EN FASE DE OBRAS – V 8

PARÁMETRO	OBJETO DE SEGUIMIENTO	LOCALIZACIÓN	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PROTOCOLO METODOLÓGICO	COD.F.
1. PATRIMONIO	1.1 YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS	Yacimientos TA442, TA764, TA765, TA767 y TA768	OAG	Trimestral	1			1			1			1			1.1 Registro fotogramétrico	A1
2. VEGETACIÓN TERRESTRE	2.1 COMUNIDADES VEGETALES	Parcela testigo A: Montaña. Pelada	OAG	Bienal		1											2.1 Inventario vegetal (abundancias y coberturas) – inicio 2012	B1
		Parcela testigo C: Playa del Medio	OAG	Bienal		1												2.2 Inventario vegetal (abundancias y coberturas) – inicio 2011
	2.2 DEPOSICIÓN DE PARTÍCULAS	Parcela C-balo y Parcela B-balo (a doble distancia)	OAG	Anual									1				2.3 Evaluación sobre hojas de balo antes de lluvia otoñal	B3
3. CALIDAD ATMOSFÉRICA	3.1 POLVO EN SUSPENSIÓN	Estaciones GrAt-1, GrAt-2, GrAt-3	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3.1 Un muestreo de cinco días por tres captadores en la misma semana	C1
	3.2 NIVEL SONORO	Estaciones ER4, ER2, ER1	OAG	Quincenal	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3.2 Sonómetro (3 x 1 min/día) y registro de número de aviones	C2
	3.3 MITIGACIÓN DEL POLVO	Zona de obras	OAG	Quincenal	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3.3 Verificación de parque móvil y obras	C4
	3.4 MITIGACIÓN DEL RUIDO	Zona de obras y vías de acceso	OAG	Semanal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3.4 Verificación de parque móvil y maquinaria	C4
	3.5 MITIGACIÓN LUMÍNICA	Zona de obras y vías de acceso	OAG	Quincenal	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3.5 Verificación durante de instalación de luminarias	C4
4. OCUPACIÓN DEL SUELO Y OBRAS	4.1 MATERIALES EXTERNOS	Zona de obras y lugar de procedencia	OAG	Bimestral		1		1		1		1		1		1	4.1 Comprobación materiales y visita a canteras durante acopio	D1
	4.2 SUELO EXTERIOR	Perímetro de la obra y suelo rústico próximo	OAG	Quincenal	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4.2 Inspección visual de alteraciones	D2
	4.3 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Zonas de obras (especialmente área de servicios)	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.3 Inspección de puntos de generación	D3
	4.4 MITIGACIÓN DE VERTIDOS ACCIDENTALES	Zona de obras	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.4 Verificación medidas preventivas	D3
	4.5 USO DE BOLOS Y CALLAOS	Playa La Caleta y zonas de acopio y reutilización	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.5 Verificación de actuaciones mientras duren	D4
	4.6 INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA	Ámbito terrestre de la obra	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.6 Control de medidas	D4
	4.7 RESTAURACIÓN ZONA DE OBRAS	Áreas ocupadas por las instalaciones de obra	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.7 Control de medidas durante y después de desmantelamiento	D5
	4.8 USO DE FLORA LOCAL	Zonas verdes del ámbito portuario y viario del polígono de Granadilla	OAG	Trimestral	1			1			1					1	4.8 Verificación visual parterres y jardines	D4
	4.9 BALIZAMIENTO MARÍTIMO	Ámbito marino de la obra	OAG	Semanal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.9 Verificación de estado	D6
5. GEODINÁMICA MARINA	5.1 TASAS DE SEDIMENTACIÓN MARINA	Estaciones TGr.04, 05, 08, 10, 13, 14, 18, 19 y 22	OAG	Trimestral	1			1			1			1			5.1 Captadores de sedimentos y granulometría	E1
	5.2 ZONAS DE ACUMULACIÓN DE ARENAS	Estaciones TGr 05, 08, 10, 13, 20, 22, 32 y 33	OAG	Semestral			1						1				5.2 Control de estacas decimetradas	E2
	5.3 ALTERACIONES EN PLAYAS	Playas de La Pelada, La Jaquita, El Médano y La Tejita	OAG	Semestral					1						1		5.3 Análisis comparado de ortofotos secuenciales	---
6. CALIDAD DEL MEDIO MARINO	6.1 CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	Estaciones TGr.00 (boya), TGr.01, 02, 04, 05, 08, 09, 10, 11, 13, 14, 18, 19 y 22	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6.1a Sonda multiparamétrica a plomo	F1
		Transectos paralelos o perpendiculares a la costa según conveniencia	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6.1b Sonda multiparamétrica arrastrada	F2
	6.2 CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA	Estaciones TGr.02, 04, 05, 08, 09, 10, 11, 14, 18, 19 y 22	OAG + Lab.	Trimestral		1			1			1			1		6.2 Muestreo 2 profundidades y analítica laboratorio	F3
	6.3 CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA	Estaciones TGr.02, 04, 05, 08, 09, 10, 11, 14, 18, 19 y 22	OAG + Lab.	Anual								1					6.3 Muestra a 1 m y análisis de enterobacilos	F3
	6.4 CALIDAD DEL SEDIMENTO	Estaciones TGr.02, 04, 05, 08, 09, 10, 11, 14, 18, 19 y 22	OAG + Lab.	Cuatrimestral			1				1				1		6.4 Muestreo mediante draga , granulometría y analítica química	F5
	6.5 PLUMA DE TURBIDEZ	Costa de Granadilla afectada	OAG	Mensual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6.5 Imagen de satélite	F6
	6.6 PREVENCIÓN (Y MITIGACIÓN) DE LA TURBIDEZ	Zonas de relleno en obras en el medio marino	OAG	Mensual o más	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6.6 Verificación secuencia obras y calidad de relleno	F6
6.7 RESIDUOS Y VERTIDOS AL MEDIO MARINO	Ámbito marino de las obras	OAG	Semanal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6.7 Verificación medidas preventivas y reparadoras	F7	
7. BIODIVERSIDAD	7.1 AVIFAUNA	Ámbito terrestre de las obras	OAG	Mensual								1	1	1	1	1	7.1 Control visual de aves criando (evitar movimiento tierras)	G1
	7.2 COMUNIDADES INTERMAREALES	Estaciones TGr.03, 12, 16, 17, 20, 21 y 24	OAG	Semestral				1						1			7.2 Cuantificación presencia de especies indicadoras	G2
	7.3 COMUNIDADES BENTÓNICAS	Estaciones TGr.05, 12, 17, 18, 25, 26, 27, 28, 29, 30 y 31	OAG	Semestral				1						1			7.3a Cuantificación especies indicadoras y conteo peces	G3
		Transectos El Toscón, El Embarcadero, Lajón, Pelada y Bocinegro	OAG	Semestral			1						1				7.3b Grabación con vídeo arrastrado y análisis imagen	G4
	7.4 INFAUNA	Estaciones TGr.02, 04, 05, 08, 09, 10, 11, 13, 14, 18, 19 y 22	OAG + Lab.	Semestral				1						1			7.4 Análisis composición comunidad de poliquetos	G5 y G6
	7.5 COMUNIDADES PELÁGICAS	Estaciones TGr.07 y 15	OAG	Semestral			1						1				7.5 Conteo de peces en tiempos pautado (buceador)	G7
	7.6 CONTAMINACIÓN ANIMALES MARINOS	Estaciones TGr.03, 12, 16, 17, 20, 23 y 24	OAG + Lab.	Semestral				1					1				7.6 Análisis del contenido de hidrocarburos y metales en erizos	G9
	7.7 COMUNIDADES DEMERSALES	Estaciones TGr.05, 10, 18	OAG	Semestral				1						1			7.7 Conteo de peces en tiempos pautado (buceador)	G8
7.8 ESTADO DEL SEBADAL	Estaciones TGr.04, 05, 08, 10, 13, 14, 18, 19 y 22	OAG + TC	Semestral				1							1		7.8 Estudio del estado fisiológico y de desarrollo del sebadal	---	
8. MEDIDAS ESPECIALES	8.1 POBLACIÓN PIÑAMAR	Zec Piñamar de Granadilla	OAG /CabTfe	Anual				1									8.1 Inventario de ejemplares y estado fisiológico	H1
	8.2 TRASVASE DE ARENA	Ámbito marino de la obra	OAG	Condicionada													8.2 Verificación de actuaciones según proyecto	---
	8.3 CALIDAD ZEC "SEBADALES DEL SUR"	Zec/ Lic Sebadales del Sur de Tenerife	OAG	Condicionada													8.3 Bionomía comparativa (levantamiento completo)	---
	8.4 REHABILITACIÓN DE SEBADAL	Zec Sebadales de San Andrés	OAG + ECOS	Condicionada													8.4 Comprobación resultados de las plantaciones y siembras	---



**ESTACIONES**

ID	Nombre
TGR00	Boya de Granadilla
TGr01	Cueva Trigo
TGr02	Tajao
TGr03	San Felipe
TGr04	La Caleta
TGr05	Tarajales
TGr06	Embarcadero
TGr07	Camello
TGr08	Lajón
TGr09	Dársena
TGr10	Medio
TGr11	Bocana
TGr12	Tancón
TGr13	Abejera
TGr14	Charcón
TGr15	Pelada
TGr16	Rajita
TGr17	Punta Brava
TGr18	Jaquita
TGr19	Médano
TGr20	Bocinegro
TGr21	Chinchorro
TGr22	Tejita
TGr23	Montaña Roja
TGr24	Las Lisas
TGr25	Carrera
TGr26	Cambada
TGr27	Confite
TGr28	Piedras blancas
TGr29	Montelís
TGr30	Transecto La Pelada
TGr31	Transecto Embarcadero
TGr32	Puntanegra
TGr33	Emisario

ID	Nombre
GrAt_1	Unelco
GrAt_2	Iter
GrAt_3	Casetas
Er4	Polígono
Er2	Casetas
Er1	Rotonda
TA768	Barranco del Charcón
TA767	Barranco del Charcón
TA422	Barranco del Charcón
TA764	Barranco del Charcón
TA765	Cuevas del Trigo
Parcela B (Balo)	Playa del Medio
Parcela C (Balo)	Playa de Las Caletas
Parcela C	Playa del Medio
Parcela A	Montaña Pelada

SRS: UTM 28N WGS84 (EPSG:32628)

0 500 1.000 2.000  
Metros



FUNDACIÓN OBSERVATORIO  
AMBIENTAL GRANADILLA  
CIF G38951836  
Edificio Puerto-Ciudad, Oficina 1B  
38001 Santa Cruz de Tenerife  
Islas Canarias - España  
Tel.: +34 922 298 700 Fax: +34 922 298 704  
fo@oag-fundacion.org · www.oag-fundacion.org

- Estaciones terrestres
- Estaciones marinas
- Transectos
- ▨ ZEC Sebadales del Sur
- Puerto de Granadilla



Nº Mapa  
1

**PVA GRANADILLA**

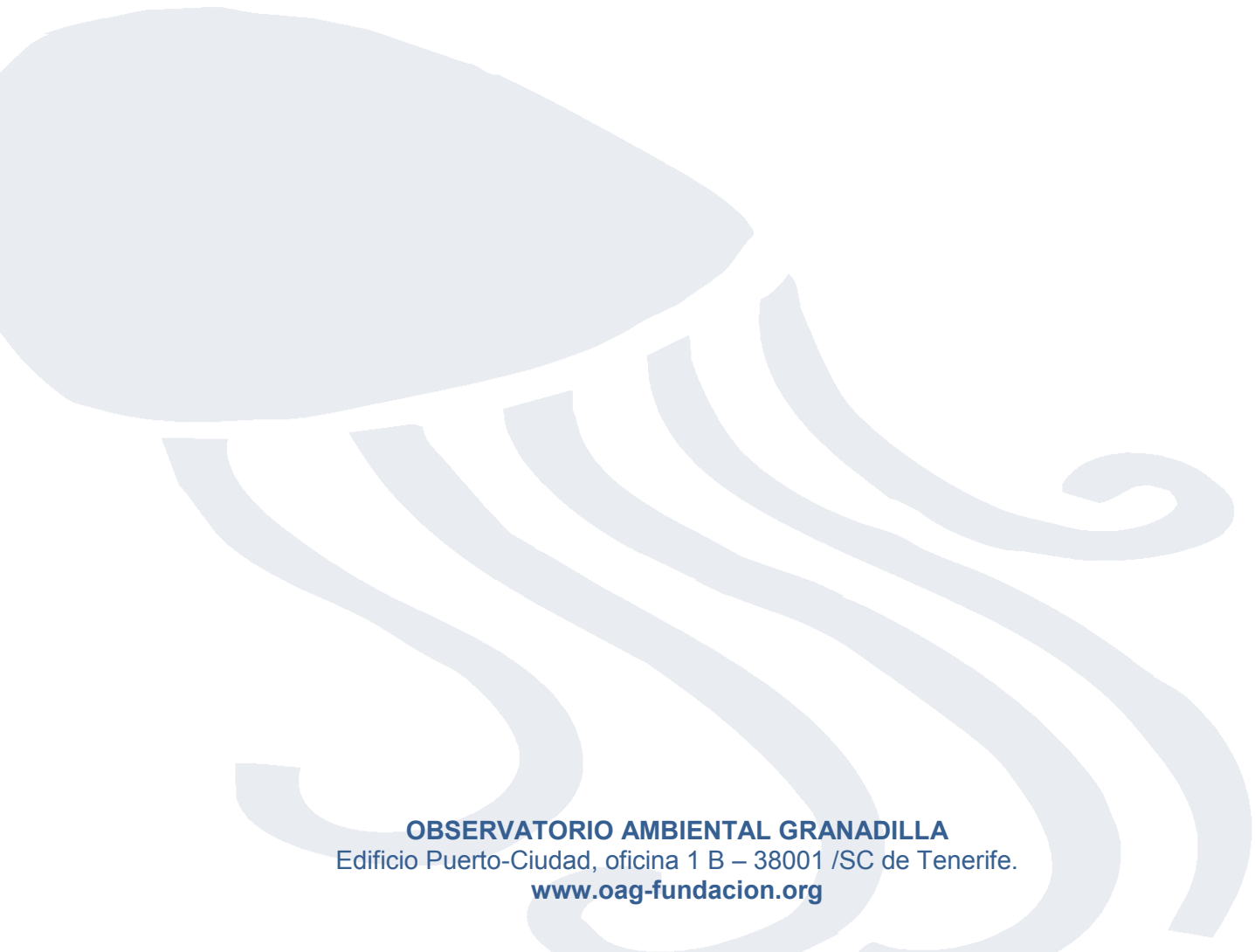
**Estaciones y transectos de muestreo**

Autor: Centro de datos

Fecha: **Marzo 2013**







**OBSERVATORIO AMBIENTAL GRANADILLA**  
Edificio Puerto-Ciudad, oficina 1 B – 38001 /SC de Tenerife.  
[www.oag-fundacion.org](http://www.oag-fundacion.org)