

www.oag-fundacion.org

OAG_PVA-Gr.2/2011

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

INFORME ANUAL 2010



OAG (2011). *Seguimiento ambiental del puerto de Granadilla en fase de obras. Informe anual 2010.*
S/C de Tenerife: Observatorio Ambiental Granadilla, OAG_PVA-Gr2/2011, 117 páginas.

SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL PUERTO DE GRANADILLA EN FASE DE OBRAS

- Informe anual 2010 -

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN	5
1.1 Antecedentes	5
1.2 Alcance de la vigilancia ambiental	5
1.3 La verificación de la exactitud y corrección de la EIA	6
1.4 Verificación y evaluación de las medidas compensatorias	6
1.5 El Plan de vigilancia ambiental	9
2 OBJETO DEL PRESENTE INFORME	11
3 LA SITUACIÓN DE LAS OBRAS	12
4 SEGUIMIENTO AMBIENTAL	14
4.1 Presencia de aves nidificantes en la zona de obras	14
4.2 Retirada de vegetación autóctona.....	16
4.3 Desbroce general del terreno y acopio de materiales	19
4.3.1 <i>Materiales de acopio</i>	19
4.3.2 <i>Partículas en suspensión y ruido</i>	19
4.4 Ocupación de suelo	21
4.5 Traslocación de ejemplares de pimelia tinerfeña costera.....	22
4.6 Seguimiento de la población de piñamar de Granadilla.....	24
4.7 Restitución de una boya oceanográfica	26
4.8 Dinámica sedimentaria	29
4.9 Trasplante piloto de seba.....	32
4.9.1 <i>Estudios y actuaciones previas</i>	32
4.9.2 <i>El proyecto de traslocación</i>	32
4.9.3 <i>Consideraciones metodológicas</i>	34
4.9.4 <i>Sobre la finalidad de la medida compensatoria</i>	37
4.9.5 <i>Recomendaciones del OAG</i>	39
4.9.6 <i>El proyecto de siembra</i>	41
4.9.7 <i>Documentos relacionados con esta medida</i>	41
4.10 Trasvase de arenas norte-sur	43
5 LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS LOCALES	46
5.1 Radiación global.....	48
5.2 Presión atmosférica	48
5.3 Temperatura del aire.....	49
5.4 Precipitaciones.....	50
5.5 Hidrografía	52
5.6 Viento	53
5.7 Mareas	55
5.8 Corrientes	57
5.9 Oleaje.....	59
5.10 Efectos del cambio climático	63



6 SITUACIÓN DE REFERENCIA	64
6.1 Planteamiento y fuentes	64
6.2 Patrimonio arqueológico	67
6.3 Vegetación terrestre	70
6.3.1 Parcela de Montaña Pelada	71
6.3.2 Parcela del lomo del Tanque del Vidrio	73
6.4 Calidad atmosférica	74
6.4.1 Partículas en suspensión	75
6.4.2 Parámetros macroscópicos	76
6.4.3 Nivel sonoro	77
6.5 Ocupación del suelo	79
6.6 Geomorfología y geodinámica costera	81
6.6.1 Campo de dunas El Médano – La Tejita	81
6.6.2 Batimetría de playas próximas	83
6.6.3 Perfiles transversales de las playas próximas	84
6.6.4 Granulometría	86
6.6.5 Tasa de sedimentación	87
6.7 Medio marino	88
6.7.1 Calidad de agua	89
6.7.2 Calidad del sedimento	91
6.8 Biodiversidad marina	93
6.8.1 Nivel de contaminación de los organismos marinos	93
6.8.2 Comunidades intermareales	94
6.8.3 Comunidades bentónicas infralitorales	96
6.8.4 Comunidad de peces litorales	103
7 RECOMENDACIONES DEL OAG	105
7.1 Nueva parcela testigo de vegetación terrestre	105
7.2 Replanteamiento de las estaciones e intensidad de muestreo	107
7.3 Replanteamientos metodológicos	110
7.3.1 Pluma de turbidez	110
7.3.2 Acumulaciones sedimentarias	111
7.3.3 Analítica de aguas y sedimentos	111
7.3.4 Comunidades marinas	112
7.4 Criterios de evaluación	115
7.5 Remisión de informes	116





SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL PUERTO DE GRANADILLA EN FASE DE OBRAS

- Informe anual 2010 -

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La fundación del sector público 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. Esta función propia, que emana de la voluntad del Fundador (la Comisión Europea), la desarrolla como colaboración con la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, sin que medie por parte de ésta cesión alguna de sus competencias administrativas en esta materia ni de responsabilidades frente a terceros, y todo ello sin perjuicio de la correspondiente tutela del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.

El proyecto de puerto de Granadilla (2005), tramitado como dársena del Puerto de Santa Cruz de Tenerife, cuenta con una Declaración de Impacto Ambiental (26-1-1003) favorable y con un Dictamen de la Comisión Europea (2006) que introduce medidas adicionales y compensatorias. Las obras se iniciaron y fueron suspendidas en el mismo mes de febrero de 2009, para ser reanudadas el 13 de julio de 2010, fecha desde la que se vienen desarrollando sin mayores contratiempos.

1.2 Alcance de la vigilancia ambiental

El artículo 26 del Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación del Impacto Ambiental (BOE 239, de 05-10-88) considera que la vigilancia del cumplimiento de lo establecido en la Declaración de Impacto tendrá como objetivos:

- a) Velar para que, en relación con el medio ambiente, la actividad se realice según el proyecto y según las condiciones en que se hubiere autorizado.
- b) Determinar la eficacia de las medidas de protección ambiental contenidas en la Declaración de Impacto.
- c) Verificar la exactitud y corrección de la evaluación de impacto ambiental realizada.

La vigilancia ambiental abarca además del desarrollo del respectivo Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), aspectos previos, como la verificación de la EIA realizada o la de ejecución de varias medidas compensatorias exigidas por el Dictamen de la Comisión, con carácter previo al inicio de las obras.



1.3 La verificación de la exactitud y corrección de la EIA

La verificación de la exactitud y corrección de la evaluación de impacto ambiental del puerto de Granadilla ha sido realizada por el OAG a lo largo de 2010 y existe un informe independiente dedicado exclusivamente a este tema (OAG_PVA-Gr.1/2010).

Dicho informe se puede descargar de la página web del OAG en formato pdf (www.oag-fundacion.org). En él se resume la polémica historia de este proyecto de infraestructura portuaria, único modo de entender la complejidad que su tramitación ambiental ha llevado aparejada, destacándose en todo momento que el informe atañe solo al componente ambiental del mismo, sin entrar en otros aspectos como la necesidad de tal obra o su bondad operativa.

“En el proyecto de una nueva infraestructura portuaria en Granadilla, que ha suscitado tanta polémica, las instituciones legitimadas de la sociedad han otorgado prioridad al interés económico y social sobre el ambiental, y han aceptado el impacto negativo sobre el medio natural como coste ambiental insoslayable del Proyecto, al considerar que no hay otras alternativas, y a pesar de haberlo reducido sensiblemente y de la profusión de medidas correctoras y precautorias arbitradas.

Con el proyecto se comprometen zonas aledañas en un grado asumible, aunque no exento de incertidumbres, y se sacrifica un tramo importante de costa, cuyos valores naturales, aún siendo ciertos, han sido exagerados por diferentes motivos. Como consecuencia de ello, algunas de las medidas acordadas y luego impuestas en compensación por los posibles impactos sobre la red Natura 2000 y especies prioritarias de interés comunitario, parecen excesivas y sobredimensionadas en relación con el proyecto final, aunque tal vez no en razón a la presión ejercida por los detractores del proyecto, cuya oposición no siempre se ha sustentado en la defensa de los valores ambientales.

Salvo por este extravío, a tenor de la verificación realizada, la evaluación del impacto ambiental del puerto de Granadilla fruto de un procedimiento atípico y complejo en extremo, se considera en términos globales «moderadamente exacto y correcto», aunque no óptimo. Dicha evaluación ampara al proyecto final de puerto reducido (enero 2005) y a sus componentes, con la salvedad del subproyecto de baipás, y de otros proyectos conexos no concretados que pudieran surgir (canteras para aporte de materiales, etc.), que habrán de someterse a evaluación de impacto ecológico independientemente.”

1.4 Verificación y evaluación de las medidas compensatorias

Las medidas de garantía y compensatorias implantadas por el Dictamen de La Comisión ya fueron verificadas en 2009 por el OAG y existe un informe específico sobre su ejecución en forma y plazo (OAG_Inf. 2009.3. *Ejecución de las medidas compensatorias definidas en el Dictamen de La Comisión de 6 de Noviembre de 2006, relacionadas con el puerto industrial de Granadilla*). Por otra parte, el informe de verificación mencionado en el párrafo anterior se ocupa también este particular y resume la situación para cada caso, y huelga repetirlo aquí en detalle.



Restauración ecológica de Montaña Roja

En 2009 el OAG evaluó el resultado obtenido con el proyecto de restauración ecológica del lic Montaña Roja en la isla de Tenerife (OAG_EMR 2009.1), concluyendo que la ejecución del proyecto ha cumplido razonablemente bien con los objetivos planteados por el Dictamen de La Comisión, pues ha significado, en su conjunto, el establecimiento de un estado de conservación ambiental favorable en el interior de lic Montaña Roja, dejando al ecosistema en fase sucesional progresiva, acumulando biomasa y adquiriendo mayor estructura y madurez ecológica, lo que favorecerá el desarrollo de las dunas grises embrionarias regeneradas. El no haber logrado recuperar una superficie de hábitat de dunas grises más significativa se debe a la falta de entendimiento con los propietarios privados (excesivo coste económico) o a la incompatibilidad de varias áreas aptas con los usos asignados en el plan de gestión de la Reserva.

Lic de la piñamar

El OAG evaluó en 2010¹ la medida compensatoria consistente en la declaración de un lic para proteger la población de piñamar (*Atractylis preauxiana*) en la zona de Granadilla, y considera que ha sido ejecutada en tiempo y forma correctos, integrándose además el lic, como zec en la red Natura 2000 (en diciembre de 2009). El desarrollo del plan de recuperación de la especie por parte del Gobierno de Canarias no tiene de momento resultados significativos para la subpoblación de piñamar de la Punta del Vidrio, que se mantiene en estado decrepito.

La reintroducción de la piñamar en la Reserva Natural Especial de Montaña Roja (Zec 85-TF) no se ha realizado a lo largo del año 2010 como estaba previsto, al carecerse de material vegetal suficiente para alcanzar los objetivos planteados (250 ejemplares). La evaluación final de las actuaciones recogidas en el *Plan de Recuperación de la Piñamar (Atractylis preauxiana)* resulta “compatible” con los objetivos propuestos por la medida compensatoria, aunque de momento son insuficientes. Teniendo en cuenta la valoración conjunta realizada por el OAG, y el conocimiento actual de la población de piñamar de las islas, que parece a todas luces no estar en peligro de extinción (213.770 ejemplares entre Gran Canaria y Tenerife), como fue catalogada en 2001, se plantean una serie de recomendaciones, en relación al desarrollo del Plan y la medida compensatoria arbitrada:

- a) Reponer urgentemente el vallado y programar su completo mantenimiento.
- b) Eliminar los conejos en el interior del recinto, si los hubiera.
- c) Ensayar medidas adicionales para el mantenimiento de la población de Punta del Vidrio.
- d) Continuar con la búsqueda de protocolos de cultivo que permitan la obtención de un número de ejemplares suficientes para cubrir los objetivos de las reintroducciones y reforzamientos previstos en el Plan de recuperación.
- e) Descartar la población de Punta del Vidrio como donante de material genético para la reintroducción de la piñamar en Montaña Roja, utilizando otro proveniente de las subpoblaciones de Abades, Fasnía y Porís de Abona.

Tortuga boba

¹ Machado, A. & Pareja, E. J. (2010). *Evaluación de la creación de un lic para Atractylis preauxiana en Grana-*



El seguimiento de la especie de interés comunitario *Caretta caretta* en aguas canarias es otra de las medidas compensatorias impuestas por la Comisión, y el Plan de Seguimiento elaborado por el OAG en 2008 se viene desarrollando desde entonces. Los resultados del seguimiento correspondiente al ejercicio de 2010 se han presentado como informe independiente: Varo, N. (2010). «Programa de seguimiento de la tortuga boba (*Caretta caretta*) para evaluar el estado de conservación de las poblaciones en las islas Canarias. Informe global 2010».

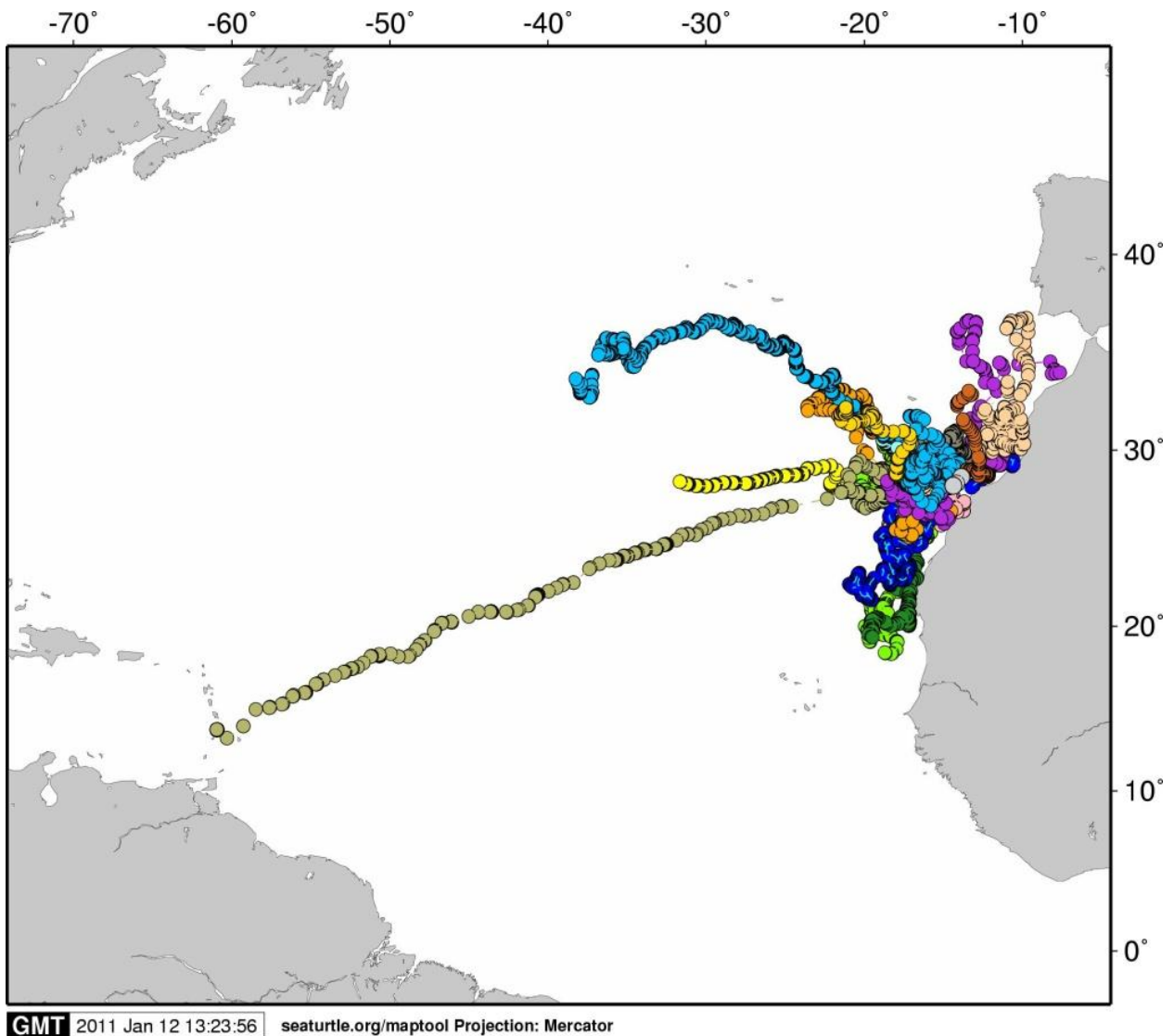


Figura 1. Trayectorias de las 19 tortugas marcadas con transmisores (12/01/2011)

Todos estos informes se pueden descargar en formato pdf desde la página web de la Fundación (www.oag-fundacion.org) en la sección Servicios > Documentación y Bibliografía > Documentos del OAG.



1.5 El Plan de vigilancia ambiental

El PVA de Granadilla deriva de una de las medidas establecidas por la DIA, que dice literalmente: “integrará el correspondiente programa que figura en el punto 7 del Estudio de Impacto Ambiental, y verificará el cumplimiento de las medidas correctoras descritas en el punto 6 del mismo.”

La Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, elabora un primer *Plan de vigilancia ambiental de las obras de abrigo del puerto de Granadilla* en mayo de 2005. Este PVA contempla una vigilancia en fase previa, fase de obras y fase operativa. La fase previa es acometida por la propia Autoridad Portuaria y se inicia en 2005.

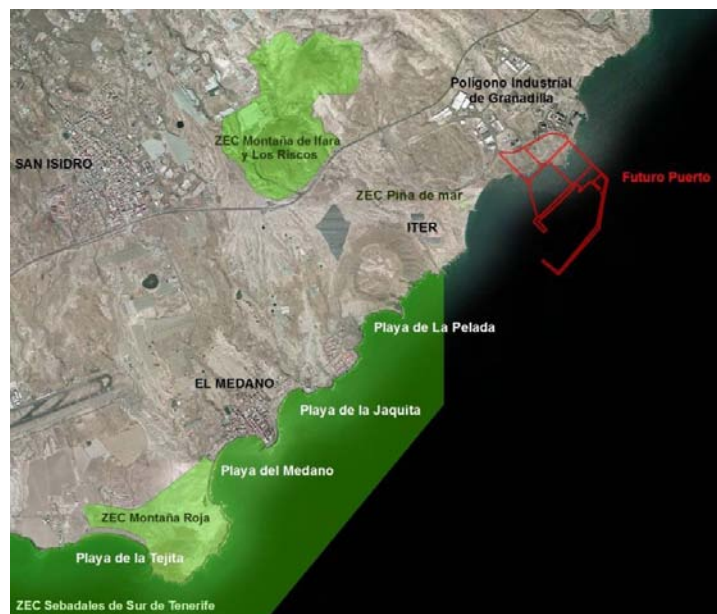


Figura 2. El ámbito de la vigilancia ambiental abarca la zona portuaria y se extiende a la zec Sebadales del Sur de Tenerife (en verde) situado al SW.

En noviembre de 2007, se revisa el PVA para incorporar los nuevos componentes derivados del Dictamen de La Comisión (noviembre 2006), y se aprovecha para reajustar algo el contenido del PVA en función del recorte habido en el Proyecto y de los resultados ya obtenidos durante la vigilancia en fase previa. Lleva por título: *Programa de vigilancia ambiental de las obras incluidas dentro del proyecto del puerto de Granadilla. Version 0.0.*, y es el plan actualmente vigente y en ejecución. Cada fase comprende: (1) Etapa de verificación, (2) Etapa de seguimiento y control, (3) Etapa de redefinición, y (4) Etapa de emisión y remisión de informes.

De la fase previa existe un informe de la Autoridad Portuaria (Mora & Hernández, 2007), y éste, como todos los ulteriores informes estipulados han de ser remitidos a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino), acreditando la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife su contenido y conclusiones.

Con el inicio de las obras en febrero del 2009, el Plan de Vigilancia entra en su segunda fase, y su ejecución recae en el Observatorio Ambiental Granadilla, aunque las actuaciones quedan suspendidas ese mismo mes, junto con las propias obras del proyecto. El OAG se centra en la verificación y evaluación de las medidas compensatorias establecidas, en evaluar la EIA realizada y retoma el PVA en junio de 2010, momento en que se levanta la suspensión del proyecto.



Figura 3. Concepto original (3 fases) del puerto de Granadilla (1998) sobre el que se basó la EIA



Figura 4. Proyecto final del puerto de Granadilla (2005) objeto de seguimiento ambiental.
En trazo amarillo discontinuo la dimensión de la fase 1 antes de ser recortada.



2 OBJETO DEL PRESENTE INFORME

El presente informe tiene tres propósitos:

1. Dar cuenta de las actuaciones y resultados de la vigilancia ambiental en fase de obras. Al haberse iniciado en julio, el seguimiento se limita al último semestre de 2010, si bien algunas actuaciones arrancaron y fueron interrumpidas en febrero de 2009.
2. Concretar la situación de referencia ambiental (“estado cero”) en Granadilla a efecto de su seguimiento en la fase de obras. Esta concreción se ha venido postergando y ajustando en espera del comienzo definitivo de las obras.
3. Revisar los métodos empleados y esquemas de muestreo a fin de recomendar los oportunos ajustes para hacer operativo y eficaz el seguimiento. Algunas de estas recomendaciones van insertas en los respectivos apartados, y las más importantes en un capítulo específico al final de este documento.

Una parte de la información que ahora se expone ha sido presentada en informes puntales remitidos a la Autoridad Portuaria, toda vez que recogen recomendaciones que debían ser atendidas sobre la marcha.

- OAG Inf_2010.1 Informe sobre si los movimientos de tierras vinculados a las obras del nuevo puerto de Granadilla se pueden o no realizar de agosto a diciembre, periodo de reproducción de aves en la zona (27 de mayo de 2010).
- OAG Inf_2010.2 Recomendaciones sobre el trasplante de seba afectada directamente por las obras del nuevo puerto de Granadilla (10 de julio de 2010).
- OAG Inf_2010.3 Informe previo al inicio de la tarea de desbroce del terreno en el área terrestre de las obras del puerto de Granadilla (21 de julio de 2010).
- OAG Inf_2010.5 Informe sobre cuestiones relacionadas con el puerto de Granadilla y la aplicación de las medidas del Dictamen de la Comisión Europea. (23 de noviembre de 2010).
- OAG Inf_2010.7 Supervisión de la traslocación de ejemplares de la pimelia tinerfeña costera (*Pimelia canariensis* Brullé, 1839) desde la zona de obras del puerto de Granadilla a la Reserva Natural Especial de Montaña Roja (23 de diciembre de 2010).





3 LA SITUACIÓN DE LAS OBRAS

Las obras del puerto de Granadilla fueron suspendidas por la propia Autoridad Portuaria en febrero de 2009 a los pocos días de haberse iniciado, por existir en el ámbito marino de actuación del puerto seadales constituidos por *Cymodocea nodosa*, especie protegida catalogada como amenazada por la legislación canaria. El 9 de junio de 2010 se publica en el Boletín Oficial de Canarias la Ley 4/2010, de 4 de junio, del Catálogo Canario de Especies Protegidas en el que *Cymodocea nodosa* se cataloga como especie de “*interés para los ecosistemas canarios*”, cuyo régimen de protección se circunscribe a los espacios de la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos o de la Red Natura 2000 y no afecta a la zona de ubicación del puerto. Despejado el impedimento jurídico existente, la reanudación de las obras se decretó en julio de 2010.



Figura 5. Señalización y vallado perimetral de la zona de obras

Las actuaciones realizadas y limitadas al último semestre de 2010, se resumen del modo siguiente:

- Colocación de carteles de obra y vallado perimetral de la zona de obras, así como interior, separando las áreas de actuación de las ute.
- Retirada del resto de vegetación autóctona según proyecto, labor iniciada e interrumpida en 2009.
- Instalación de oficinas y servicios de las ute adjudicatarias.
- Desbroce general del terreno.
- Delimitación del área de presencia de pimelia tinerfeña costera, excluida del desbroce.
- Acopio de materiales.

Las actuaciones a), d) e) y f) han sido objeto de seguimiento ambiental y se comentan en el capítulo siguiente.



Figura 6. Movimiento de tierras (Diciembre 2010)



Figura 7. Zona de concentración de oficinas, báscula y servicios logísticos



4 SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Tal como se expone en el capítulo anterior, las obras no han hecho más que comenzar en este ejercicio de 2010, a partir del día 13 del mes de julio. El arranque ha sido progresivo, empezando por el vallado de la zona de obras e instalación de las infraestructuras imprescindibles (oficinas, servicios higiénicos, carteles). Las actuaciones de vigilancia por parte del OAG son las previas y asociadas al desbroce y preparación del terreno que se comentan en las secciones que siguen. Por otra parte, el OAG se ha centrado en preparar el futuro laboratorio-oficina local y en la adquisición del equipo necesario (barco, captadores de polvo, etc.) que, salvo por la boya oceanográfica y trampas de sedimentos ya instaladas, se encuentran en tramitación.

4.1 Presencia de aves nidificantes en la zona de obras

Con carácter previo, el 25 de mayo el OAG evacuó un informe específico (Inf_OAG 2010.1) relativo a la una medida correctora propuesta relativa a los movimientos de tierra en época de reproducción de aves (agosto-diciembre), considerando que tiene más carácter de recomendación que de obligación, y concluye:

“Aunque el área de las futuras obras se encuentra en la actualidad en un estado de transformación bastante intenso (baja naturalidad), no se puede descartar que algunas aves (p.ej. el caminero o el mosquitero) la elijan para hacer sus nidos. Por ello, a juicio de este Observatorio, en caso de que los movimientos de tierra pudieran realizarse fuera del periodo de Agosto a Diciembre sin ocasionar perjuicio al desarrollo de las obras, deberían postergarse dichos trabajos. Y en caso de que no fuera así, recomendamos que se reconozcan las zonas aún aptas para la nidificación y que, desde comienzos de Agosto, se patrullen de modo regular generando suficiente trasiego como para ahuyentar a las aves antes de que elijan o se asienten en lugares donde no prosperaría el desarrollo de su pollada.”

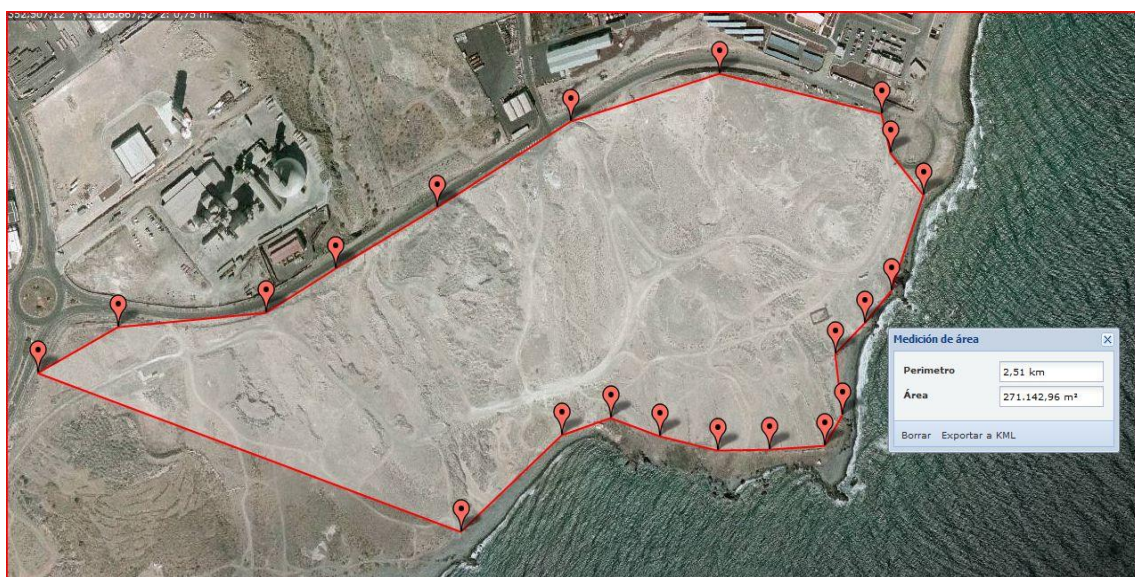


Figura 8. Zona inspeccionada en busca de aves nidificantes



No obstante, dada la inquietud suscitada por parte de la ute adjudicataria de las obras de abrigo del puerto y de la propia Autoridad Portuaria ante el inicio de los movimientos de tierras en julio, el OAG realizó el 3-8-2010 un reconocimiento del lugar en busca de posible nidificación de aves. Se batió una extensión de terreno de unos 270.000 m², desde la zona de arranque del dique exterior hacia el sur y teniendo como límite norte la carretera y rotonda del polígono industrial (ver Figura 8).

En términos generales, el área presenta escasa pendiente (2-3 %) y vegetación (algunos manchones de tabaiba y matocosta milengrana) con una gran superficie sensiblemente alterada por anteriores movimientos de tierra y pistas, usada también como escombrera del propio polígono industrial y algunas veces como vertedero. La zona es transitada con relativa frecuencia por vehículos, pescadores y bañistas. Durante el recorrido sólo se observaron las siguientes especies de aves:

- Caminero (*Anthus berthelotii berthelotii*): Multitud de ejemplares.
- Alpispa (*Motacilla cinerea canariensis*): Un sólo ejemplar.
- Gaviota patiamarilla (*Larus cachinnans atlantis*): Varios ejemplares.

De estas tres especies, solo *Anthus berthelotii* requiere consideración al estar catalogada y figurar así contemplada en el Estudio de Impacto Ambiental. Llama la atención el gran número de ejemplares observados, concentrados particularmente en las zonas donde se ha removido la tierra (en los márgenes) o donde se ha retirado la vegetación. Ello induce a pensar que se trata

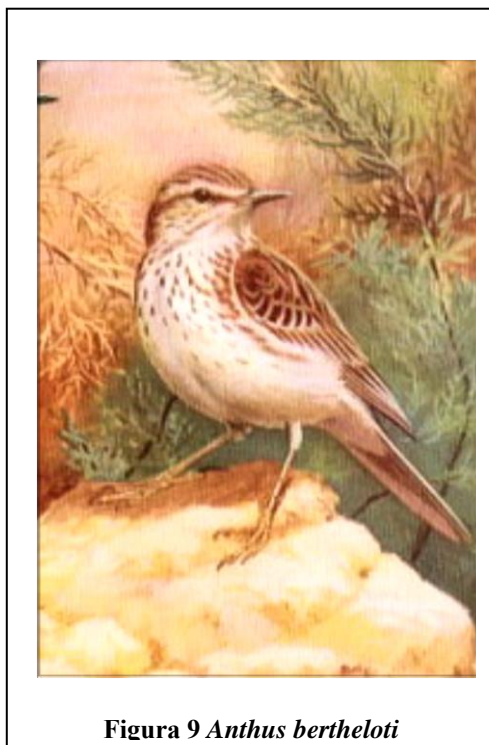


Figura 9 *Anthus bertheloti*

de un aprovechamiento ocasional del alimento adicional (insectos, gusanos, etc.) expuesto con estos trasiegos de tierra, y que tal aporte ha atraído y propiciado la concentración de estas aves insectívoras. El modo de desplazarse en el espacio apoya esta opinión, al no observarse los vuelos de ida y vuelta, típicos en época de nidificación. No se localizaron nidos junto a rocas y en las escasas zonas con pequeños matorrales o hierba, y tampoco en las extensas llanadas alteradas y desprovistas de vegetación.

Esta especie es de las más abundantes y ubicuas en Tenerife. Según diversos autores (p.ej.), cría en invierno (cortejo y construcción de nidos en noviembre y diciembre²). Julio y agosto no constituyen la época de cortejo, puesta o cría, lo que corrobora lo observado por el OAG. Las labores de desbroce y acondicionamiento del terreno se pueden realizar en estos meses sin perjudicar a una anidada importante, y así se le comunicó a la Autoridad Portuaria.

² Lorenzo J.A. & González, J. (1993). *Las aves del Médano (Tenerife, I. Canarias)*. Santa Cruz de Tenerife: Asociación Tinerfeña de Amigos de la Naturaleza.



4.2 Retirada de vegetación autóctona

El EIA de 1999 proponía trasplantar un total de 200 ejemplares de especies vegetales de interés inventariados en su día. En agosto de 2007, con motivo de la redacción del informe de la fase previa del PVA, se realizó un recuento de las plantas objetivo presentes en la zona, en el que las especies a trasplantar son las mismas, con un total de 253 unidades.



Figura 10 Umbráculo instalado en la zona de obras del puerto para permitir la aclimatación de las plantas antes de su traslado al vivero de Fasnía, del Cabildo Insular de Tenerife.

Con carácter previo a la ejecución de esta medida, se propuso y justificó el descartar algunas de estas especies a la vez que se proponía la inclusión de otras. La eliminación de *Argyranthemum frutescens* y *Plantago asphodeloides* propuesta y justificada por el ICIAC en sus escritos de 2005 y 2009, fue considerada procedente por el OAG en su informe de mayo de 2010. La margarita común es una especie banal de amplísima distribución, con tendencias nitrófilas y no parece razonable invertir esfuerzos adicionales en su estado de conservación, que es del todo satisfactorio. Respecto del llantén fino (*Plantago asphodeloides*) el OAG confirmó que la medida de trasplantar especies herbáceas, que son anuales, tiene poco sentido, si lo que se pretende es trasladar luego las plantas extraídas a otra ubicación (muere en el año). Sobre la inclusión del matocosta milengrana (*Gymnocarpus decander*) también propuesta por el ICIAC, así como 25 ejemplares de corazoncillo canario (*Lotus sessilifolius*), 25 ejemplares de siempreviva de Guelge (*Limonium spectabile*) y 100 ejemplares de tabaiba dulce (*Euphorbia balsamifera*) a propuesta del Cabildo Insular de Tenerife, nada que objetar. La población de tabaiba dulce de la zona es muy numerosa y el OAG sugirió que se descartasen los ejemplares grandes y centrase la atención sobre los pequeños o medianos, a fin de facilitar las labores de trasplante y posibilidades de éxito en el enraizamiento.

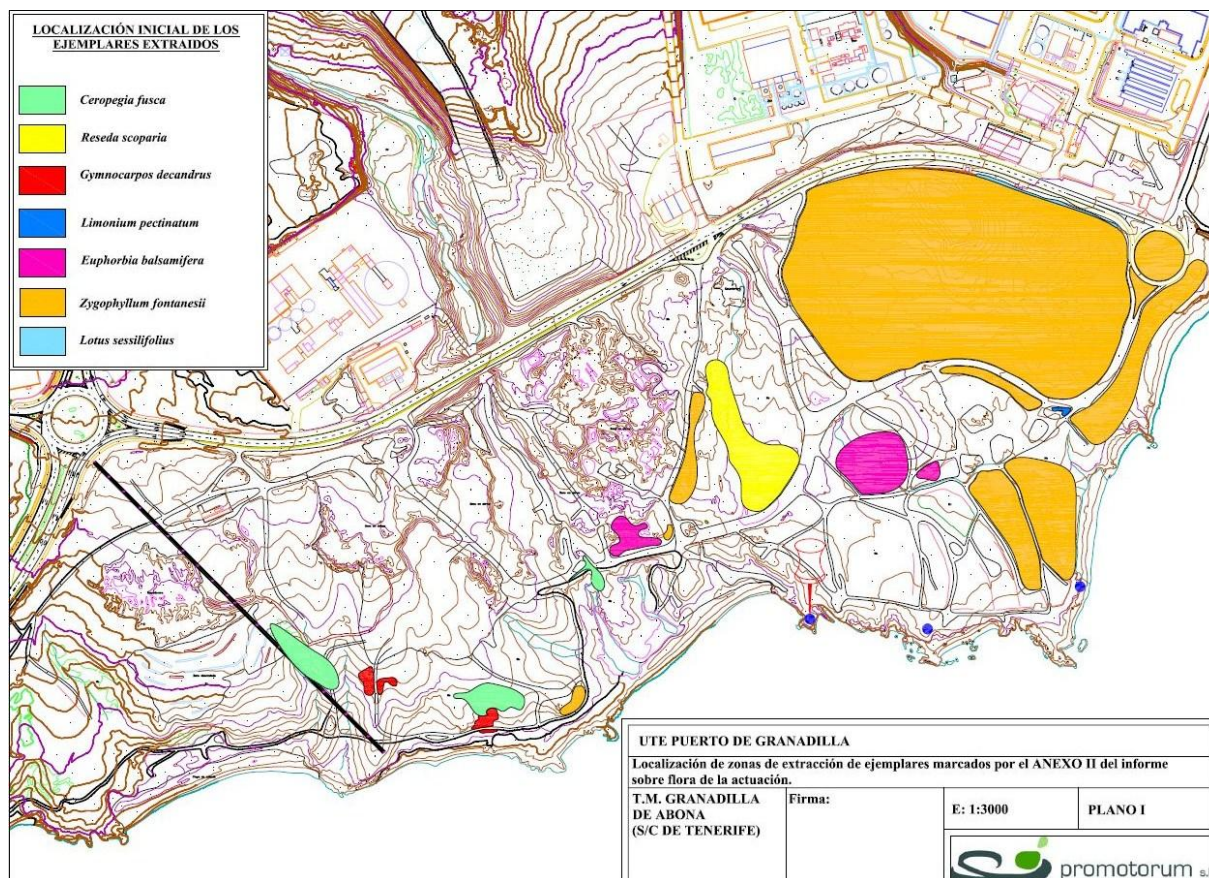


Figura 11. Localización inicial de ejemplares a extraer (mapa elaborado por Promotorum)

En febrero de 2009, se realiza una nueva cuantificación de ejemplares a trasplantar, elevándose el total a 1.965 unidades. Una vez iniciadas las obras y previa autorización de la Dirección General de Medio Ambiente y Conservación de la Naturaleza del Gobierno de Canarias, la empresa Promotorum S.L. (subcontratada por la ute), procedió a la extracción de ejemplares y traslado a un umbráculo de 20x9 m situado en la zona de obras. Esta instalación, utilizada como vivero temporal, tiene por objeto mejorar las condiciones ambientales para reducir el estrés del trasplante (Figura 10).

Los trabajos de recogida de planta se realizaron los días 23 y 24 de febrero y luego cesaron con motivo de la suspensión cautelar de las obras, dictada por la Autoridad Portuaria. Los ejemplares plantados en bolsas fueron llevados (5-6 de marzo) al vivero del Cabildo Insular de Santa Cruz de Tenerife, ubicado en el Municipio de Fasnia.

La recogida de plantas del terreno se reanudó en julio de 2010. Finalmente, se retiraron todos los ejemplares previstos y unos pocos más (ver Tabla 1 y Figura 11), con la excepción de aquellas especies que quedaron fuera del área de obras después al haberse reducido el proyecto del puerto (p. ej. Tarajales, cardones, etc.).



Tabla 1 Especies vegetales objeto de trasplante

Nombre científico	Nombre común	Ejemplares previstos	Ejemplares trasplantados
<i>Argyranthemum frutescens</i>	Magarza común	244	Descartada
<i>Ceropegia fusca</i>	Cardoncillo gris	24	59
<i>Euphorbia balsamifera</i>	Tabaiba dulce	>45→100	100
<i>Euphorbia canariensis</i>	Cardón	27	Quedan fuera
<i>Gymnocarpos decander*</i>	Matocosta milengrana	25	124
<i>Limonium pectinatum</i>	Siempreviva de mar	-	28
<i>Limonium spectabile*</i>	Siempreviva de Guelgue	25	Quedan fuera
<i>Lotus sessilifolius*</i>	Corazoncillo canario	25	32
<i>Neochamaelea pulverulenta</i>	Orijama	3	Quedan fuera
<i>Plantago asphodeloides</i>	Llantén fino	222	Descartado
<i>Reseda scoparia</i>	Gualdón	44	110
<i>Tamarix canariensis</i>	Tarajal canario	7	Quedan fuera
<i>Zygophyllum fontanesii</i>	Uva de mar	89	1595

*añadida a la lista originaria

Los porcentajes de éxito de trasplantes respecto al total de planta extraída, se encuentran el torno al 50%, que es normal. A final de año, los ejemplares que enraizaron bien se encontraban en buen estado, mantenidos en el umbráculo para aclimatación de cara a su posterior traslado al vivero de del Cabildo Insular en Fasnía. Esta planta está destinada a usarse en los ajardinamientos públicos del ámbito portuario y del polígono industrial de Granadilla, entre otros.



Figura 12. Vista del la entrada del vivero de Fasnía, del Cabildo Insular

La actuación se ha realizado hasta la fecha en plena conformidad y con sustanciales mejoras, respecto del planteamiento original. El OAG hará un seguimiento del futuro destino de la planta y su éxito en jardinería, ya que esta es la finalidad de la medida.



4.3 Desbroce general del terreno y acopio de materiales

El 28 de julio, se iniciaron las labores de desbroce general y acondicionamiento del terreno, empezando por las partes donde la vegetación autóctona prevista ya se había retirado. Quedaron excluidas de momento la zona del deslinde público marítimo terrestre así como dos parcelas –por indicación del OAG– donde se localizaron ejemplares del coleóptero *Pimelia canariensis*, que es especie protegida por la normativa canaria (en la sección que sigue se informa sobre esta incidencia). Los movimientos de tierra y acondicionamiento del terreno para las futuras actuaciones (colocación de oficinas, parques de bloques, planta de hormigonado, etc.) se prolongaron a lo largo del semestre, así como el acopio de materiales pétreos.

4.3.1 Materiales de acopio

Compete a la vigilancia ambiental comprobar que los materiales pétreos de acopio para las obras proceden de cantera u obra autorizada. En el primer semestre de 2010 se ha ingresado un total aproximado de 197.000 toneladas, que proceden de acopios previamente realizados o de sobrantes de obras autorizadas. En la Tabla 2 se resume la procedencia, tipo de material y autorización, y su desglose es el siguiente: Relleno general (64.018 m³), pedraplén /todo uno (7.607 m³) y escollera (42.040 m³ de Alcalá, 5811 m³ del Polígono Industrial de Granadilla).

Tabla 2. Origen del material de acopio para las obras de Granadilla

Origen	Tipo de material	Autorización
Playa de San Juan (acopio provisional a la espera de su traslado a Granadilla)	Piedra para escollera proveniente de excavaciones varias	“Suministro de escollera para la obra de Granadilla” (aprobado Nov. 2002)
Obras de la depuradora del Ayuntamiento de Granadilla	Todo-uno y relleno general	Obra autorizada a Ferrovial (material cedido)
Antigua planta machacadora del Polígono de Granadilla	Piedra para escollera (resto de material sobrante acopiado)	Planta autorizada al Polígono Industrial de Granadilla (material cedido)

4.3.2 Partículas en suspensión y ruido

El correcto funcionamiento del trasiego de vehículos de carga forma parte de las medidas mitigadoras de su impacto. En relación a ello, solo hubo que advertir la obligación de cubrir los camiones con lonas para reducir el polvo levantado, medida que fue implementada sobre la marcha.

El seguimiento de los niveles de partículas en suspensión y ruido generado en la zona de obras es igualmente parte de la vigilancia ambiental y se comenta en la correspondiente sección del próximo capítulo. De momento, se han encargado dos captadores de partículas fijos y uno móvil, así como un sonómetro de precisión. Los captadores fijos serán emplazados a barlovento y sotavento del puerto, en terrenos de Endesa y del ITER respectivamente, habiéndose llegado a los acuerdos oportunos y elegido los lugares idóneos y seguros. Está previsto iniciar las mediciones a comienzos de 2011 una vez instalados y calibrados los equipos.



Figura 13. Terreno desbrozado



Figura 14. Acopio de materiales para la escollera



4.4 Ocupación de suelo

Según el PVA, durante el periodo de duración de las obras, se harán periódicamente visitas para comprobar el estado de conservación del suelo exterior, prestando especial atención en la posible afección a la superficie denominada “Sector Parque Tecnológico Industrial (S.P.1)” y a la superficie ocupada por el espacio natural protegido, procediendo a la comunicación inmediata de cualquier deterioro.,

Hasta la fecha de 31/12/2010, el OAG no ha apreciado deterioro alguno en la zona exterior colindante con las obras, al margen de la excavación en zanja que viene realizando el Consejo Insular de Aguas a lo largo de la acera del viario del Polígono Industrial, que linda con la zona de obras, y cuyo destino es albergar la canalización de la nueva depuradora de Granadilla. También se observan trabajos de excavación en una parcela del Polígono situada a 1,5 km, muy alejada con el Proyecto redimensionado, aunque dentro del sector S.P.1.



Figura 15. Distribución de la zona de servicios (en rojo, laboratorio del OAG)

Por otra parte, establece el PVA que las áreas de servicio en las distintas instalaciones de trabajo, que podrá tener carácter itinerante en función del estado de desarrollo de las obras y se ajustarán al Plan de Seguridad y Salud del Proyecto, debiendo contar como mínimo con las siguientes necesidades:

- Vestuarios con taquillas.
- Comedor con mesas y sillas.
- Aseos
- Contenedores tapados (para evitar que el viento disperse papeles, bolsas, etc.) donde depositar los residuos.

Las ute disponen de encargados que se ocupan de garantizar el cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud a medida que se van ubicando las distintas instalaciones. A finales de 2010 todavía no están completas las infraestructuras de apoyo de las ute, y faltan aún las de la Autoridad Portuaria y las del propio OAG. Se está, pues, en pleno proceso de instalación, y de momento no se han observado deficiencias en lo que ya está operativo.



4.5 Traslocación de ejemplares de pimelia tinerfeña costera

En julio de 2010, durante una inspección ordinaria de la zona de obras del puerto, el OAG obtuvo indicios y confirmó la presencia de la pimelia tinerfeña costera, especie de escarabajo catalogada como “en peligro de extinción” por la normativa canaria. Dicha circunstancia fue comunicada a la Autoridad Portuaria, proponiendo el vallado de las dos zonas donde fueron localizados algunos ejemplares y que se solicitase el correspondiente permiso a la Viceconsejería de Medio Ambiente, para proceder buscar y trasladar todos aquéllos que pudieran existir, a zona segura fuera de las obras del puerto y con hábitat apto para dicha especie.

Para valorar la autorización, la Viceconsejería de Medio Ambiente solicitó un estudio de viabilidad y proyecto de traslado avalado por profesional competente, proyecto que fue elaborado por el propio OAG en el marco de colaboración con la Autoridad Portuaria y propuestas de mejoras ambientales³. Las labores de traslocación fueron realizadas los días 20-22 de diciembre por personal contratado por la Autoridad Portuaria, y el OAG se ocupó de su supervisión.



Figura 16. Pimelia tinerfeña costera (*Pimelia canariensis*)

El OAG considera que la traslocación se ha realizado acorde al proyecto y determinaciones de la Viceconsejería de Medio Ambiente. Estima que probablemente todos de los ejemplares de pimelia tinerfeña costera que había en la zona afectada, han sido trasladados a lugar seguro a plena satisfacción. En total fueron 17 ejemplares y existen sendos informes sobre esta actuación, uno de P. Bello elaborado para la Autoridad Portuaria, y el evacuado por el OAG.

Por otra parte, se recomienda a la Viceconsejería de Medio Ambiente, inicie el expediente de revisión del estatus de la especie *Pimelia canariensis* usando la información actualizada disponible (últimos inventarios, etc.) ya que *Pimelia canariensis* no cumplir con los requisitos técnico-jurídicos para ser catalogada como «en peligro» ni «vulnerable», pudiendo a lo sumo ser considerada como «de interés para los ecosistemas canarios», de interesar mantenerla bajo un régimen de protección especial.

³ Machado (2010). Viabilidad y propuesta de traslocación de ejemplares de pimelia tinerfeña costera (*Pimelia canariensis* Brullé, 1939) desde la zona de obras del puerto de Granadilla hasta la Reserva Natural Especial de Montaña Roja. - Observatorio Ambiental Granadilla. S/C de Tenerife, fechado el 18-10-2010.



Figura 17. Búsqueda de pimelias bajo piedras



Figura 18. Izquierda: Ejemplares de pimelia colectados bajo piedras en la zona de obras (en las trampas no cayó ninguno). Derecha: Momento de la suelta de una pimelia en la Reserva Natural de Montaña Roja, en Granadilla, zona elegida por albergar hábitat óptimo y estar protegida.



4.6 Seguimiento de la población de piñamar de Granadilla

El personal técnico de la Dirección General del Medio Natural viene realizando un seguimiento detallado de la pequeña población de piñamar (*Atractylis preauxiana*) que existe al SE de la zona de obras como parte del Plan de Recuperación de esta especie (programa SEGA). Los objetivos de este programa y los del OAG coinciden en el ámbito de Granadilla, por lo que la Fundación, que recibe regularmente los informes de seguimiento⁴, se abstiene de repetir los inventarios, sin perjuicio de inspeccionar la zona para verificar la situación de la zec. En 2010 se evacuó un primer informe (ver nota al pie nº 1).

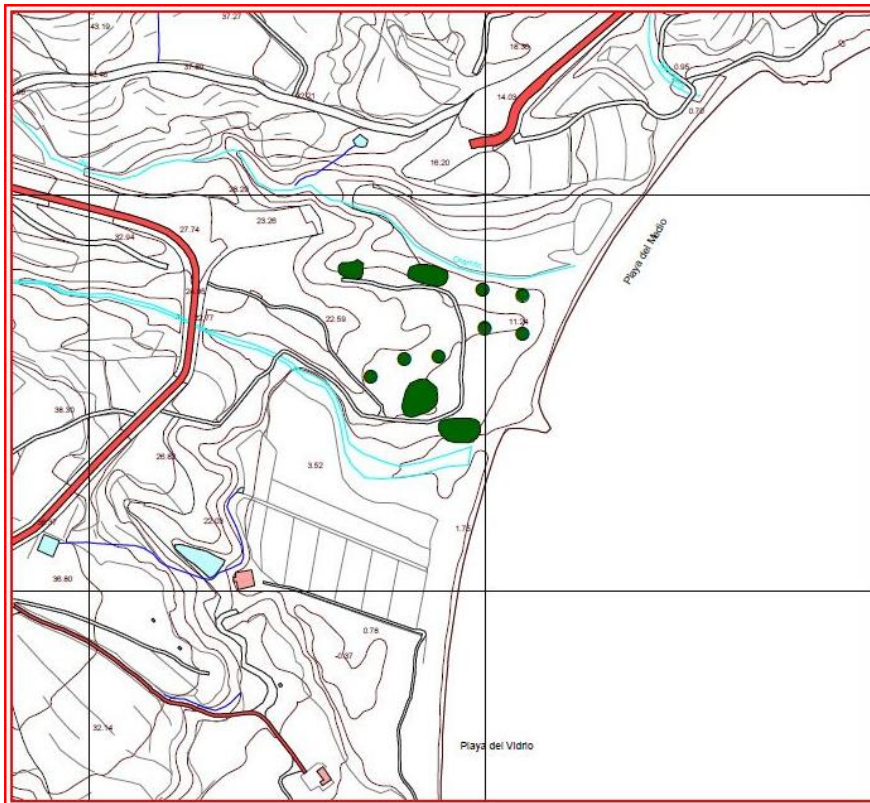


Figura 19 Localización de *Atractylis preauxiana* en Granadilla (UTM 28R 351500 3106000)

El OAG ha advertido que las tres parcelas que conforman el lic fueron rodeadas por una valla perimetral única de 650 m de perímetro, abarcando un área total de 2,65 hectáreas (medición en Google). El área vallada no engloba al conjunto de las tres subparcelas que forman la zec, por lo que hay algunos ejemplares que quedan fuera del vallado.

Los datos recogidos en las tablas Tabla 3 y Tabla 4 inducen a pensar que la zona de Granadilla no es un ambiente óptimo para esta especie, y que las fluctuaciones de la población pueden ser muy abruptas según las condiciones ambientales de cada año, al margen del factor depredación.

⁴ Gesplan (2009). Informe de seguimiento de especies amenazadas. *Atractylis preauxiana*. Santa Cruz de Tenerife: Gesplan, Fechado en Diciembre 2009.



Figura 20. Izquierda: Zec Piñamar de Granadilla (tres zonas rojas) y en negro la valla perimetral. Derecha: Ejemplar de *Atractylis preauxiana*

Tabla 3. Población de piñamar de la Playa del Vidrio (datos Gesplan, 2009)

Subpoblación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Método de muestreo	Conteo directo	Conteo directo	Conteo directo	Conteo directo	Conteo directo	Conteo directo	Conteo directo	Conteo directo	Conteo directo
Nº de individuos	2	80	1.051	21	46	36	125	47	2
Estadio	2 adultos	61 adultos 19 juveniles 7 muertos	1015 adultos 36 juveniles 18 muertos	21 adultos	42 adultos 4 juveniles 5 muertos	36 adultos 7 juveniles 7 muertos	125 adultos 18 juveniles 18 muertos	47 adultos 13 muertos	2 adultos
Estado fenológico	En flor	En flor	En flor	Vegetativo	Vegetativo	En flor	En flor	En flor	En flor

Tabla 4. Censos de piñamar en distintas localidades de Tenerife (datos Gesplan, 2009)

	1999	2001	2004	2005	2006	dic-07	jul-08	dic-08	nov-09
Punta de Agache	0	Desap.	Desap.	Desap	Desap	Desap	Desap	Desap	2
Tosca de Fasnía	27	32	44	45	59	21	111	91	80
La Hondura	1.165	862	456	1.160	1.047	777	1.212	1.079	1051
Las Eras	175	11	53	15	24	19	35	25	21
El Rincón	199	72	10	8	23	7	9	-	6
Tabaibal del Porís	54	69	41	141	210	134	153	141	40
Punta de Abona	64	66	77	104	120	173	194	157	125
Abades	88	58	30	64	54	79	87	63	36
Playa del Vidrio	-	-	44	32	47	25	20	79	47



4.7 Restitución de una boya oceanográfica

El 13 de octubre de 2010 fue fondeada en aguas de Granadilla una boya océano-meteorológica con estación de muestreo, adquirida por el OAG. La anterior boya colocada por la Autoridad Portuaria fue –aparentemente- sabotada y se perdió. El Plan de Vigilancia establece que debe existir una boya para controlar la calidad de aguas en un punto concreto, previo al inicio de las obras (entiéndase en el mar). De este modo se pueden registrar las condiciones previas y hacer un seguimiento en corto de los parámetros físico-químicos del agua así como del clima marítimo. Su emplazamiento (UTM 352122/ 3105003) frente a la playa de la Cueva del Trigo, próxima al límite norte de la zec Seadales del Sur de Tenerife, es idóneo a fin de determinar los cambios en la calidad de las aguas provocados por las obras, que pudieran afectar a dicha área protegida.

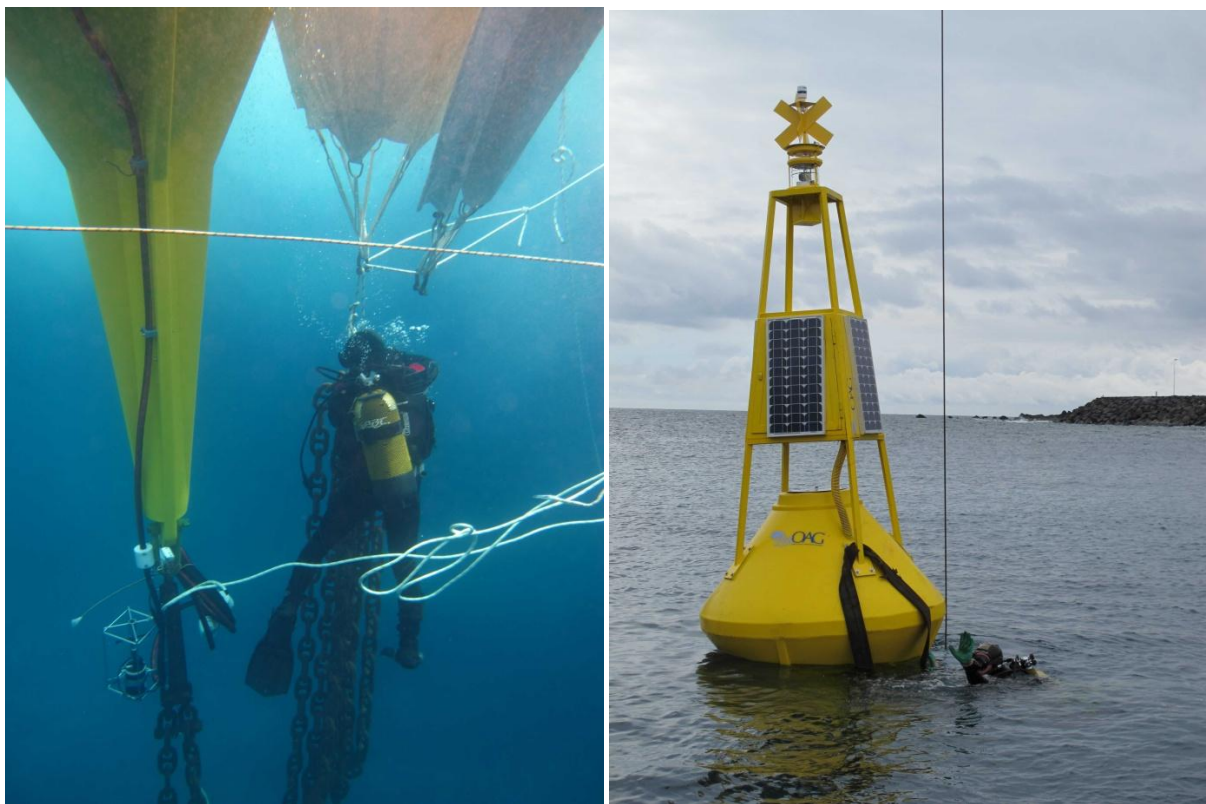


Figura 21. Fondeo de la boya océano-meteorológica del OAG en aguas de Granadilla

La boya es la modelo Galicia 1800 de color amarillo, consta de un castillete amarillo de aluminio y como marca de tope un aspa también amarillo, cuenta con una linterna Hércules F3MN de 3 millas náuticas de alcance y reflector de radar, así como con una cámara de fotos. El fondeo se realizó con 60 metros de cadena de 40 mm unidos a 2 muertos de 2 m³ de hormigón. La boya está equipada para registrar en tiempo real parámetros: temperatura, corriente, conductividad, salinidad, oxígeno disuelto, pH, turbidez, velocidad del viento, y presión atmosférica, entre otros, que son transmitidos por vía telemática a tierra. Todos estos datos y su evolución quedan registrados automáticamente y se pueden visualizar en directo en la página web del OAG (ver ejemplos fig. 14).

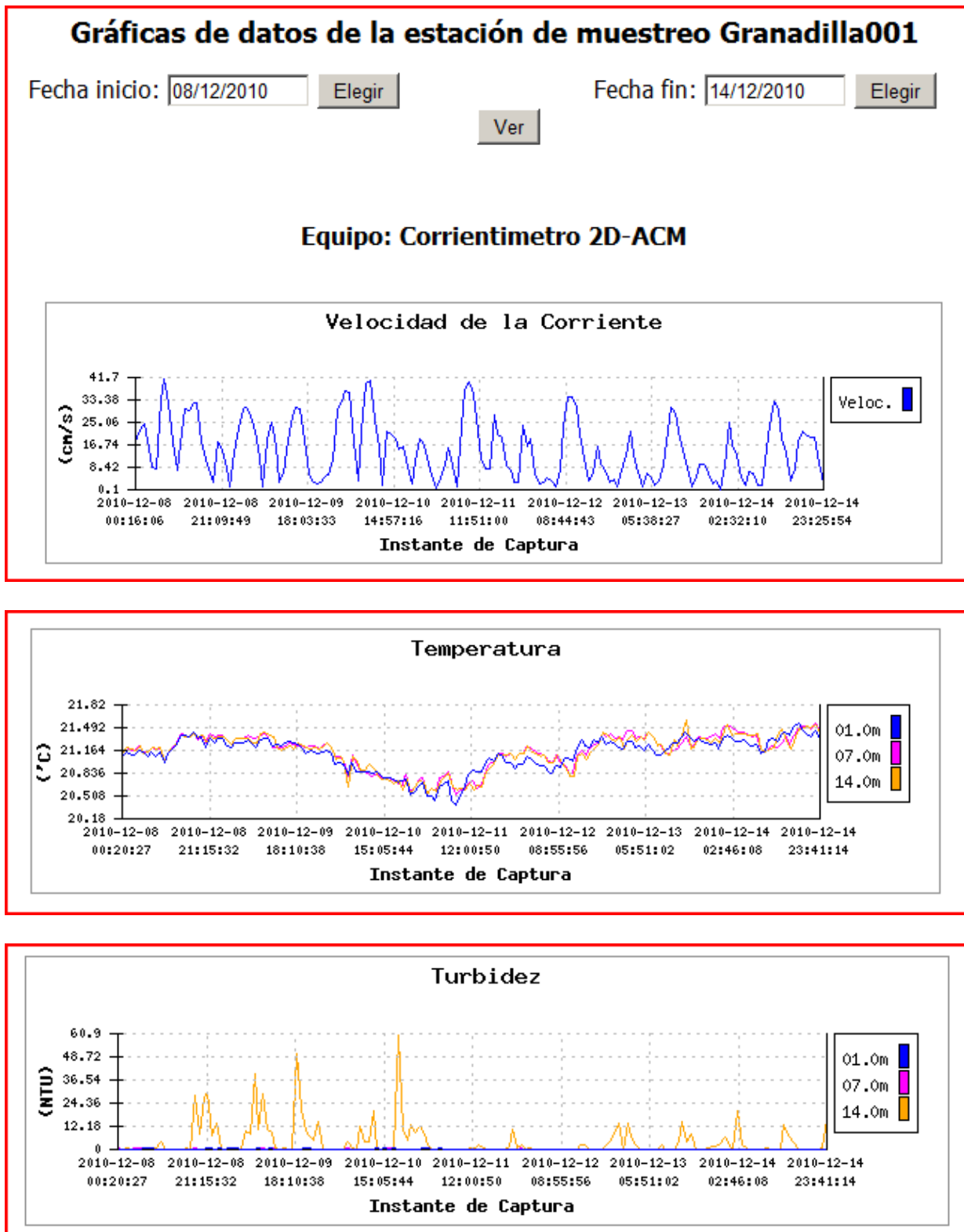


Figura 22 Registro de las condiciones físicas de la boya de Granadilla

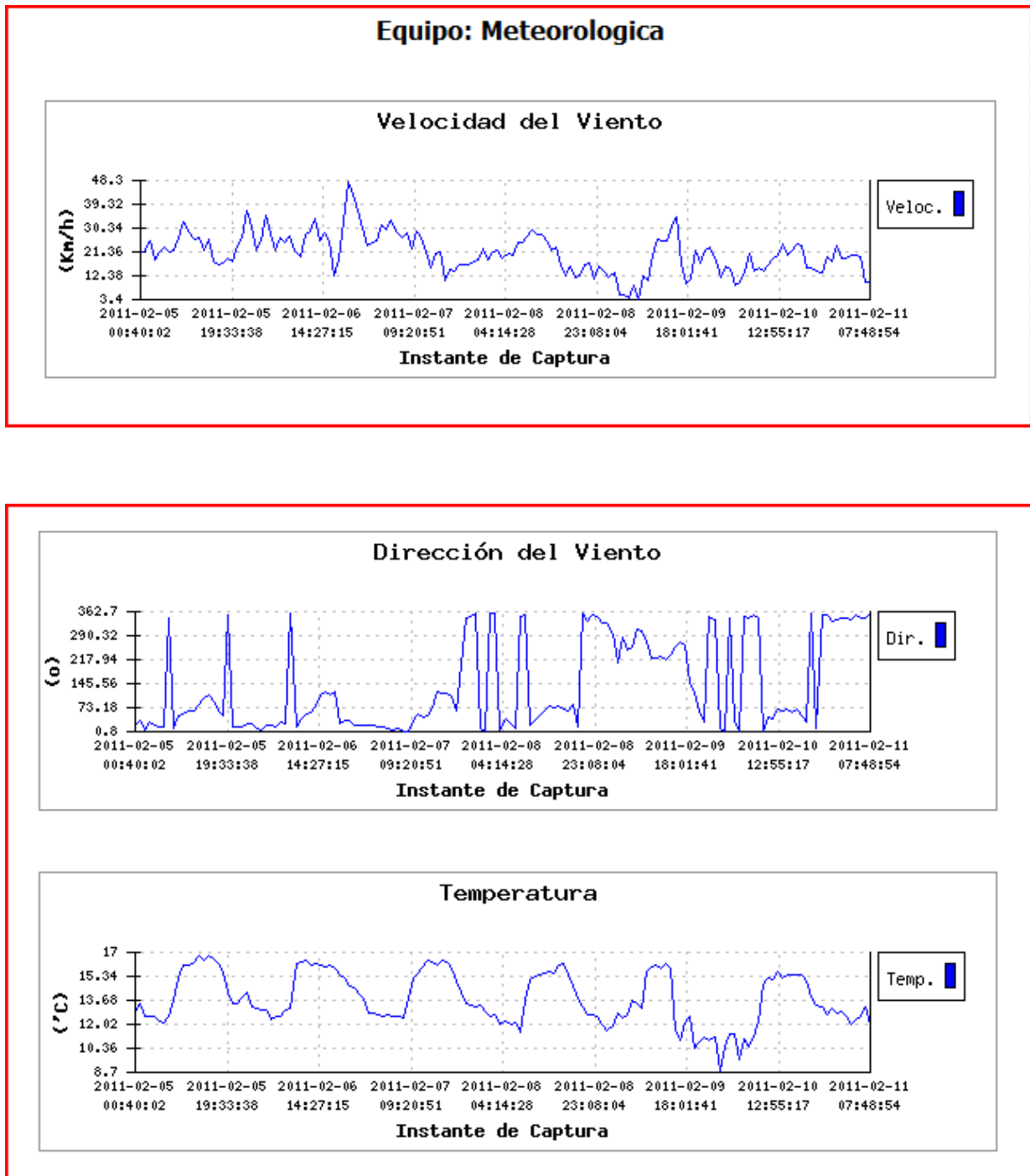


Figura 23. Registros de la estación meteorológica instalada en la boya de Granadilla

Estas gráficas pueden ser consultadas en la página web del OAG, actualizándose los datos cada diez minutos.



4.8 Dinámica sedimentaria

Uno de los puntos más críticos del PVA es vigilar el impacto de las obras sobre la dinámica de las aguas y arenas, y su repercusión en la geomorfología de la costa, particularmente, sobre la conformación actual de las playas, sobre el campo de dunas que se extiende desde la playa de El Médano hasta la de la Tejita, y sobre los sebadales que se desarrollan en dichos fondos. Estos aspectos se han de seguir de cerca una vez iniciadas las obras en el mar, lo que a finales de 2010 todavía no ha sucedido.



Figura 24 Situación de las trampas de sedimentos en el ámbito del puerto de Granadilla

Trampas de sedimento. El OAG ha replanteado las estaciones de sedimentos a un esquema más acorde con la nueva dimensión del proyecto, cambiando la ubicación de algunas y añadiendo una más que es necesaria en la ensenada que se formará frente a la playa de El Medio. De momento se han instalado trampas en tres de las estaciones seleccionadas, y falta colocar tres más. Se va a emplear un modelo de diseño propio, ensayado ya con éxito en ambientes similares, en San Andrés (Figura 25).

Las coordenadas de las estaciones del OAG donde se colocan trampas de sedimentos son las siguientes:



Código	UTMX	UTMY	UTMZ	Código	UTMX	UTMY	UTMZ
TGR02	354170	3107971	-12	TGR06	351904	3104831	-16
TGR03	352530	3106036	-12	TGR07	350046	3103332	-13
TGR04	351698	3105061	-11	TGR08	349088	3102375	-11
TGR05	351807	3104943	-13				

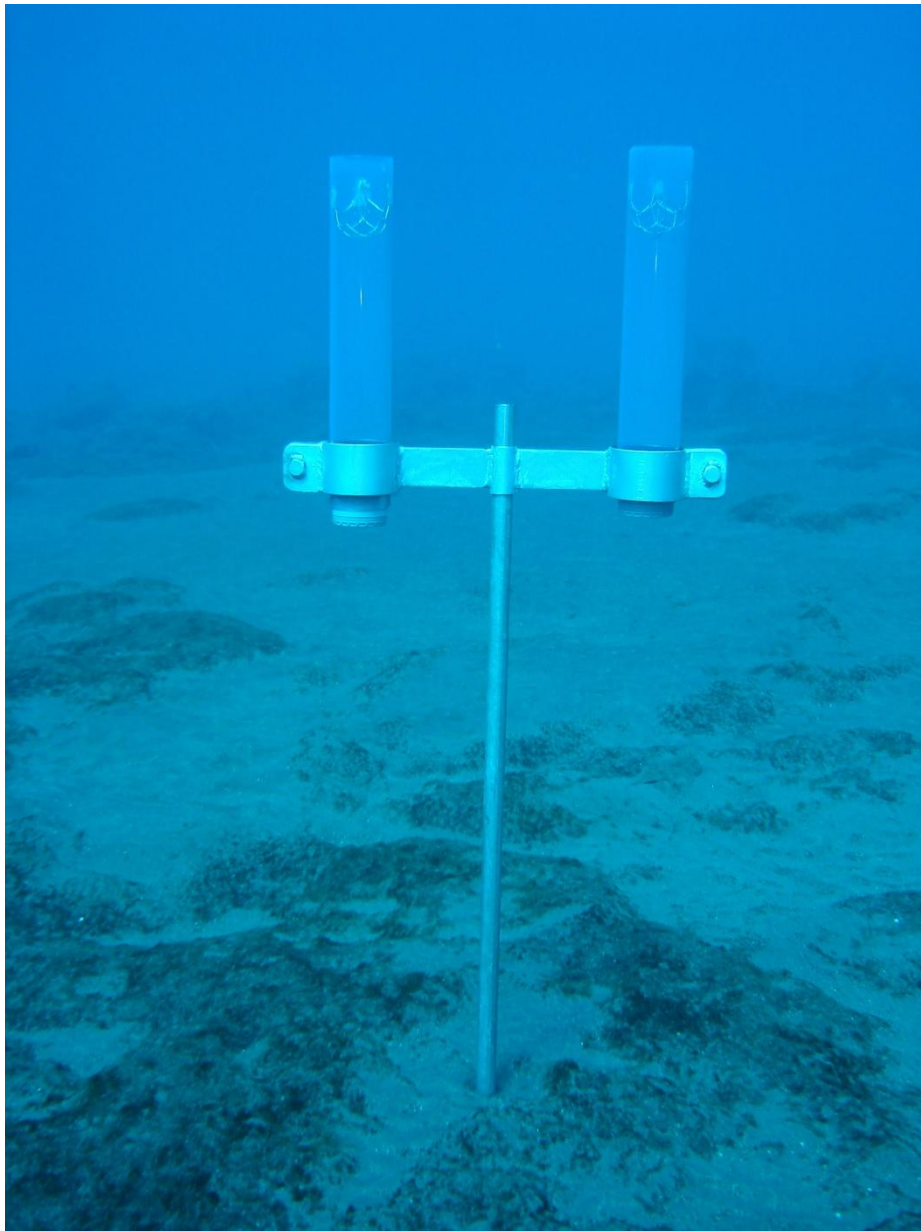


Figura 25. La trampa de sedimentos diseñada por el OAG es de doble tubo (medida redundante) en previsión de fallo de uno, es fácil de instalar y los tubos de ser sustituidos. En su interior lleva un dispositivo para prevenir la entrada de pulpos y otros seres que estropearían la muestra.



Seguimiento de la pluma de terrígenos. La pluma de terrígenos que se generará cuando se inicien las obras, merece un seguimiento en corto, que no está debidamente perfilado en el PVA de 2007. El OAG considera necesario el estudio de su comportamiento en función de los cambios de marea y del clima marítimo (tipificar situaciones), así como su evolución y alcance a medida que avanzan las obras. Para ello se plantea hacer un seguimiento fotográfico desde avioneta u otro sistema que resulte rentable con la frecuencia requerida durante la parte más dura de las obras (semanal o quincenal), y que abarque desde las obras hasta El Médano.

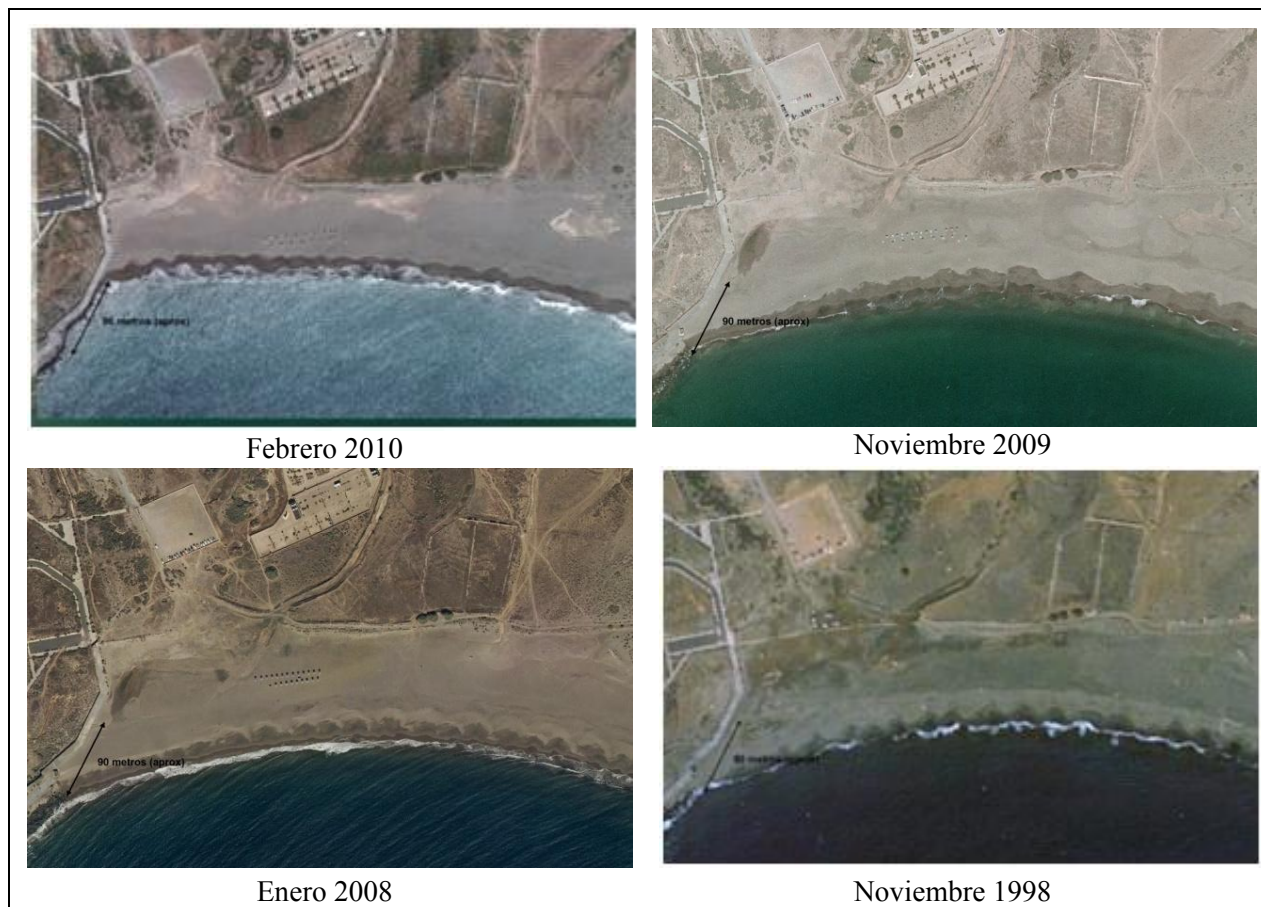


Figura 26. Variación en la línea de playa en el extremo occidental de La Tejita

Basculamiento de las playas. El análisis de ortofotos de alta precisión (25 cm) permite detectar basculamientos y otras variaciones en las playas de manera sencilla y rápida, al margen del levantamiento de los correspondientes perfiles, según el esquema planteado por el PVA. Ensayando esta técnica, por ejemplo, se ha observado que la línea de playa de La Tejita se ha mantenido invariable desde 1964 hasta 2009, pero desde octubre de este último año hasta febrero de 2010, se ha producido una pérdida importante de arena en su extremo occidental, no atribuible a efecto de la marea. La regresión es importante, pero se desconoce la causa, su naturaleza y relevancia.



4.9 Trasplante piloto de seba

Aunque el proyecto de Granadilla se realiza fuera de los límites de la zec Sebadales del Sur de Tenerife y a pesar de que no se prevén efectos negativos sobre la misma, dada la importancia que se atribuye a los sebadales, la Declaración de Impacto Ambiental postula como eventual medida compensatoria la replantación de una superficie de sebadal equivalente al doble de la superficie que pudiera resultar afectada (de acuerdo con las conclusiones del programa de vigilancia ambiental). A tal fin, la DIA establece que la Autoridad Portuaria elabore un proyecto piloto de rehabilitación de sebadales para conocer mejor los métodos a emplear. Se concretan dos zonas como alternativas iniciales de replantación: Teno-Rasca, en Tenerife, y la Costa de Sardina del Norte, en Gran Canaria.

4.9.1 Estudios y actuaciones previas

En 2004, la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife encargó al Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM) la elaboración de un *Proyecto piloto de evaluación de las metodologías para replantación de sebadales en el Sureste de Tenerife*. La zona de trasplante elegida es la Bahía de Abades, próxima a Granadilla, y localidad con registros históricos de sebadal.

En Abril de 2007, la Autoridad Portuaria presenta formalmente el *Proyecto piloto rehabilitación de sebadales* (redactado con la asistencia técnica del ICCM), como condicionante 2º de la DIA de Granadilla. Incluye como anexo los resultados de la primera, realizada en 2004–2006 (Grupo de Investigación del Bentos, 2007; Ruiz de la Rosa *et al.* 2006). Con el proyecto se pretende, en cinco años, obtener una herramienta útil para diseñar estrategias de rehabilitación de sebadales de la isla de Tenerife, a partir de las praderas que puedan verse afectadas por la construcción del puerto industrial de Granadilla. Sus objetivos concretos son:

- (1) la evaluación de metodología de replantación
- (2) la obtención de plántulas y definición de áreas receptoras viables, estudio en marcha,
- (3) la replantación de área piloto receptora viable.

El informe anual de 2007 (experiencias de la etapa 2006-2009), presentado por el ICCM es poco concluyente respecto del método de trasplante, salvo por la época más propicia que parece situarse en febrero-marzo. Incluye este informe el análisis de la viabilidad genética de los sebadales de Tenerife, según el cual, y dada la alta variabilidad genética detectada en la población de seba de Granadilla, ésta se define como óptima donante.

4.9.2 El proyecto de traslocación

La ute (=unión temporal de empresas) adjudicataria de las obras de abrigo⁵, presentó a título de mejora medioambiental, una medida consistente en el “trasplante del sebadal afectado directamente por la planta portuaria proyectada” al lic de Sebadal de San Andrés (Berenguer Ingenieros, 2007). Esta medida no tiene que ver con la replantación planteada por la DIA de cara a una eventual afección a las praderas de seba del lic Sebadales del Sur de Tenerife, toda vez que las obras ocurren fuera del lic. Sin embargo, sí podría enmarcarse en el ámbito del *Proyecto piloto de rehabilitación de sebadales*, entendiéndose como un ensayo práctico a mayor escala

⁵ Las empresas participantes son FCC Construcción S.A., Sociedad Anónima Trabajos y Obras (SATO) y Promotora Punta Larga, S.A (PPL).



que los experimentales realizados, y del cual, obviamente, podría derivarse una valiosa experiencia. Ya que el seabadal de la zona de obra va a ser destruido, parece razonable ensayar con él la viabilidad de este tipo de medida. Así lo plantea la Autoridad Portuaria en su solicitud de autorización a la Viceconsejería de Medio Ambiente.

En enero de 2008, el ICCM presenta el *Análisis genético sobre la viabilidad del seabadal de Granadilla como pradera donante y posibles seabadales receptores en Canarias* (Manent Sintet, 2008), fruto de la asistencia técnica para el estudio de plantación de seabadales. Además de reafirmar la pradera de Granadilla como potencial donante, se desaconseja trasplantar seba de Tenerife a otras islas, y dentro de Tenerife, excluir las bahías del Porís y Teno, todo ello por razones de diferenciación genética. Con este planteamiento quedarían descartadas las dos zonas de traslocación elegidas en la medida correctora: el lic⁶ Costa de Sardina del Norte (Gran Canaria), y, al menos en parte, el lic Teno-Rasca (Tenerife). El estudio considera a los seabadales de Los Cristianos, El Médano y Las Teresitas (San Andrés), y en segundo término, el de San Juan, como opciones viables de trasplante.

En febrero de 2008, la Autoridad Portuaria elabora el proyecto: *Traslocación de seabadales (Cymodocea nodosa) contemplado en el proyecto constructivo de las obras de abrigo del puerto de Granadilla* (Mora & Roso, 2008), que desarrolla la mejora medioambiental ofertada por la ute. La medida plantea una traslocación del seabadal de Granadilla a San Andrés, que es apoyada con dos informes del ICCM: uno sobre la viabilidad ambiental de la traslocación (Ruiz de la Rosa, 2007) y otros sobre su viabilidad genética (Manent Sintet, 2008); en ambos se concluye que dicha traslocación es una opción viable y se recomienda el método de cepellones y actuar entre febrero y abril.

Finalmente, la zona de trasplante elegida en conversaciones con la Consejería de Medioambiente y Política Territorial es el lic SES 7020120 Sebadal de San Andrés, concretamente la parte norte, donde la pradera se encuentra en recuperación (Figura 27).

En marzo de 2008 la Autoridad Portuaria solicita a la Viceconsejería de Medio Ambiente la correspondiente autorización para poder proceder a la traslocación de sebas de Granadilla a San Andrés, que se realizaría en consonancia con el *Proyecto Piloto de Rehabilitación de Sebadales* (condicionante 2º de la DIA).

En mayo de 2008, la Viceconsejería autoriza la realización de la traslocación propuesta, condicionada a la recogida de la totalidad de las sebas del área afectada por las obras, a la vez que advierte la prohibición expresa de sepultar espécimen alguno de *Cymodocea nodosa* con motivo de la ejecución de las obras de abrigo, por tratarse de una planta incluida en el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias, en la categoría de “sensible a la alteración del hábitat”.

En agosto de 2008, y como solución a este impedimento técnico-jurídico, la Autoridad Portuaria solicita al Gobierno de Canarias se excluya del Catálogo de Especies Amenazadas a la población de seba afectada por las obras del puerto de Granadilla, medida que es posible adoptar

⁶ Los lic canarios (lugares de interés comunitario) ya han sido integrados definitivamente en la Red Natura 2000, con lo que su designación actual es de zec (zona de especial conservación).



de acuerdo con la normativa canaria vigente y con las circunstancias objetivas que se dan: obra de interés público y no afección a la viabilidad de la especie.

El 2 de febrero de 2009, se descataloga la población de seba en el ámbito de las obras del puerto de Granadilla por Orden Departamental de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial.

El 25 de febrero 2009, la Autoridad Portuaria suspende las obras de Granadilla recién iniciadas a raíz del Auto de la Sala de lo Contencioso-Administrativo del Tribunal Superior de Justicia de Canarias, que estima la petición cautelar urgente presentada por la Federación Ecologista Ben-Magec – Ecologistas en Acción, de suspender la vigencia de la Orden Departamental antes mencionada.

El Tribunal Superior de Justicia de Canarias nunca llegó a resolver sobre caso (que mantiene abierto), que pierde sustento con la promulgación de la Ley 4/2010, de 4 de Junio de 2010 del Catálogo Canario de Especies Protegidas, en la que la seba se lista entre las especies de “interés para los ecosistemas de canarias”, cuyo régimen protector se aplica solo a las áreas de la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos o de la Red Natura 2000 (incluye las zec).

4.9.3 Consideraciones metodológicas

En enero de 2010, el ICCM presenta las conclusiones de la asistencia técnica para el estudio de plantación de sebales. Se exponen los parámetros biológicos y ecológicos de la seba que fueron investigados y que son fundamentales de cara a cualquier actuación sobre esta especie (dormancia de las semillas, temperaturas óptimas, tasas de crecimiento, depredación, etc.). De entre los diversos métodos de trasplante evaluados (cepellones, rizomas apicales y plántulas cultivadas), el método de cepellones parece ofrecer mayores posibilidades de supervivencia, aunque se destaca la importancia de la localización, trasplantar a menor profundidad (5-12 m, con buena dinámica), entre febrero y marzo, y en lugares donde hubo sebadal, como factores muy relevantes. La distancia mínima idónea para recolectar semillas y reducir el riesgo de consanguinidad se establece en 14 m, y para cepellones, en 45 m, a fin de superar el rango clonal. También se ha concretado un protocolo para obtener plántulas a partir de semillas, y las áreas destino potenciales (emplazadas en los municipios de Santa Cruz, Candelaria y San Miguel) suman 115 hectáreas, a falta de eliminar zonas internas con factores adversos.

En el proyecto aprobado por la Autoridad Portuaria se adopta un método mecánico de extracción de las sebas de forma masiva, por medio de una draga y una bomba de succión que irán siendo colocadas, mediante personal cualificado, en estructuras biodegradables, método que se emplea en la única experiencia de traslocación de sebales a gran escala en Canarias, concretamente en la obra de *Acondicionamiento del puerto en Gran Tarajal (Fuerteventura)*. Las sebas se colocan sobre una red y se transportan por tierra -en vez de por mar- en camiones especiales equipados con tanques dotados de un sistema de recirculación y refrigeración del agua. La red con los haces de seba se sumerge en el agua y se traslada al lugar de plantación, donde se extenderá y fijará al fondo, cavándose pequeños huecos para plantar la seba, cuando así se estime conveniente.



En el XIV Simposio Ibérico de Biología Marina se presentaron los resultados del proyecto piloto, a pequeña escala, de trasplante de cepellones de seba realizado en febrero de 2005 por ICCM con motivo de las obras de ampliación del puerto de Gran Tarajal, en Fuerteventura⁷. Menos de la mitad (40%) de las plantas lograron sobrevivir al trasplante pasados unos meses, y los autores del reporte desestiman esta técnica como herramienta útil para evitar la pérdida de estos hábitat. También se nos ha comentado que el efecto de los temporales en la zona elegida suele ser devastador, por lo que es difícil que allí prospere una pradera.

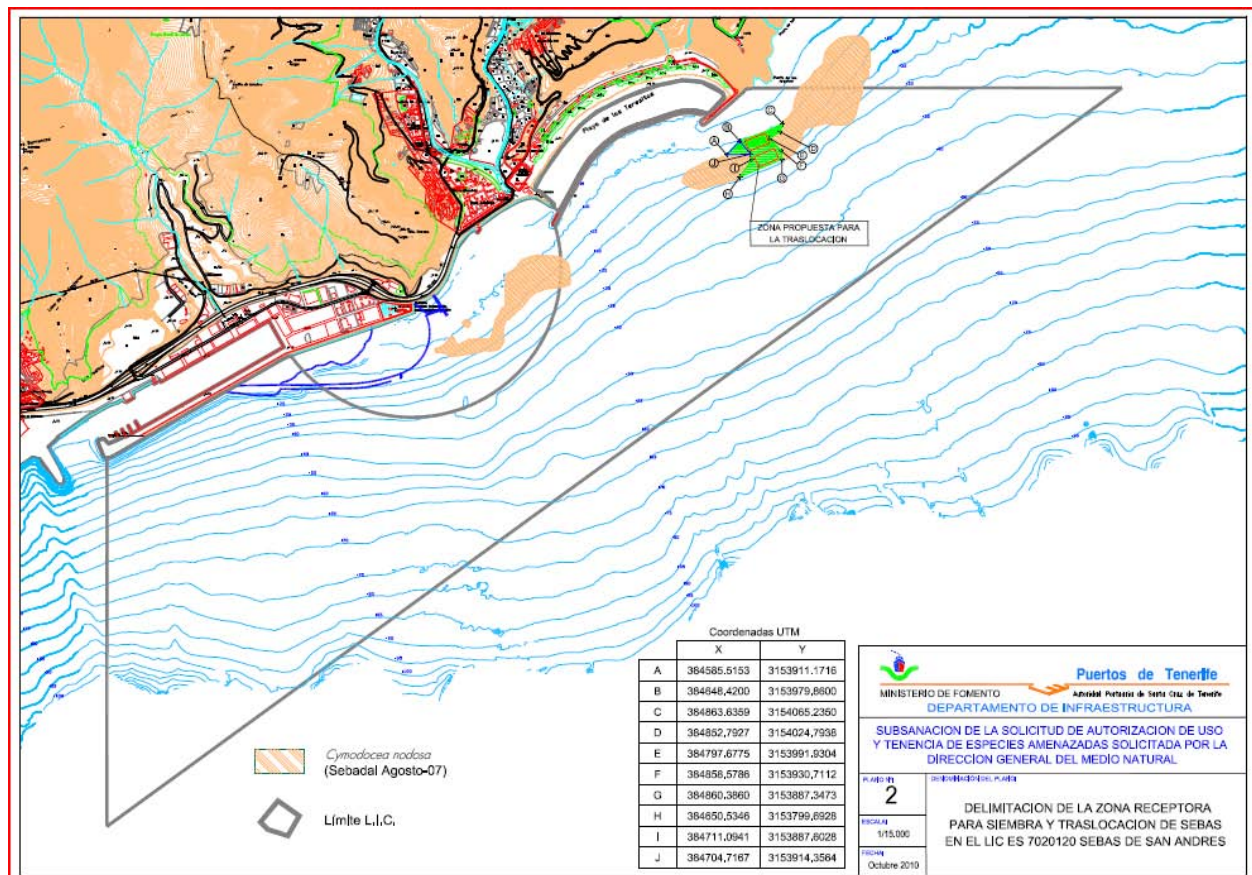


Figura 27. Zec Sebadal de San Andrés y zona propuesta para la traslocación se sebas (en verde)

El nº 8 de la serie *Manuales de Desarrollo Sostenible* que edita la Fundación Banco Santander está dedicado a la restauración de praderas marinas⁸, y ha sido elaborado por la organización «Oceana», experta en temas marinos. En esta obra, además de una sucinta introducción sobre las praderas marinas, se describen las técnicas de restauración más empleadas, y se evalúan. Completan el estudio ejemplos de restauración de praderas marinas, conclusiones y propuestas.

⁷ Ruiz de la Rosa, M., García, N., Zarranz, M., Manet, P., Domínguez, R., Grimón, M., Louzara, G., & González, N. (2006). Preliminary results of experimental evaluation about different methods of transplanting *Cymodocea nodosa* in the Canary Islands. *Biología Marina Mediterranea*, 13(4), 267-271.

⁸ García, S., Aguilar, R. & de la Torriente, A. (2009). *Manuales de Desarrollo Sostenible. 8. Restauración de Praderas Marinas*. Madrid: Fundación Banco Santander, 48 pp.



Las técnicas de restauración más comúnmente empleadas y que someten a evaluación son el trasplante de plantas adultas y la siembra de semillas. Éste último método no ha sido contemplado en los ensayos realizados en Canarias, y sobre él, dice el informe:

“En los últimos años, esta metodología está focalizando la atención de los investigadores, por la reducción de costes económicos y logísticos que conlleva, así como se está corroborando la relevancia de la reproducción por semillas frente a la reproducción clonal, en la extensión y recuperación natural de las praderas marinas.

Todo el proceso de recogida, mantenimiento, transporte y plantación o siembra, resulta mucho más sencillo y económico. Las semillas deberán ser recogidas directamente de la pradera, una vez hayan madurado. Eventualmente puede producirse la llegada de cantidades considerables de semillas a la playa, donde podrían ser recolectadas, aunque esta recogida sería casual, pues no puede predecirse.

Una vez reunidas las semillas, éstas pueden ser directamente sembradas en la zona a restaurar, o bien ser mantenidas y tratadas en laboratorio para favorecer o incluso inducir su germinación (mediante variaciones de temperatura y salinidad) antes de ser llevadas al mar. En los últimos años, además, se están desarrollando métodos mecánicos de siembra que agilizan todo el proceso y reducen los costes. Por todo ello, este método se muestra claramente más ventajoso que el trasplante de plantas adultas.”

Uno de los inconvenientes que plantean a la utilización de semillas, si se recogen directamente en la pradera, es el daño que se puede hacer a ésta si se produce desarraigo de los rizomas durante la recogida. Este inconveniente no existe si la recogida de semillas se hace en la playa, o deviene irrelevante si la pradera fuente está condenada a desaparecer por alguna obra.

De la lectura del manual elaborado por Oceana y de la literatura especializada sobre praderas submarinas en general⁹ (Bortone 1999, Coles & Fortes 2001, Gambi et al. 2006, Lee & Thom 2001, Walker et al. 2007, etc.) se infiere que no existe una metodología universal que garantice buenos resultados, aunque la recogida y siembra de semillas esté adquiriendo mayor atención y obteniendo algunos éxitos importantes, incluso a gran escala, pero sobre todo con *Zoostera* sp. (e.g. en Florida y Virginia, con *Zoostera* sp.). Respecto de *Cymodocea*, parece que son más los fracasos que los éxitos, y éstos, de momento, a escala reducida. El método es importante, pero, a juicio de los expertos, otros factores juegan un papel quizá más decisivo, particularmente, el lugar de destino, sus condiciones ambientales, y de si existe, existió, o nunca hubo pradera en dicho lugar.

⁹ **Bortone, S. A.** eds. (1999). *Seagrasses. Monitoring, ecology, physiology, and management*. Boca Ratón: CRC Press, 318 pp. **Coles, R. G., & Fortes, M. D.** (2001). Protecting seagrass: approaches and methods. Pp. 445-464 in F. T. Short & R. G. Coles (eds.), *Global seagrass research methods*. Amsterdam: Elsevier. **Gambi, M. & al.** (2006). Proceedings of the Mediterranean Seagrass Workshop 2006. May 29-June 4, 2006; Marsascala, Malta. *Biologia Marina Mediterranea*, 13(4), 1-309. **Lee, L. W., & Thom, R. M.** (2001). Improvising seagrass habitat quality. Pp. 407-424 in: F. T. Short & R. G. Coles (eds.), *Global seagrass research methods*.- Amsterdam: Elsevier. **Walker, D. I., Kendrick, G. A., & McComb, A. J.** (2007). Decline and recovery of seagrass ecosystems - The dynamics of change. Pp. 551-565 in: A. W. D. Larkum, R. J. Orth & C. M. Duarte (eds.). *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*.- Dordrecht: Springer.



Sería idóneo que el ICCM acabe por desvelar un método que ofrezca resultados biológicos satisfactorios que a gran escala resulten viables económicamente. En cualquier caso, parece oportuno evaluar también el método de siembra, y así fue propuesto por el OAG a la Autoridad Portuaria en un informe¹⁰ fechado el 10 de julio de 2010, cuyos considerandos se recogen aquí.

4.9.4 Sobre la finalidad de la medida compensatoria

La medida compensatoria contemplada en la DIA, compromete a la replantación de una superficie equivalente al doble de la superficie de sebadal que pudiera verse afectado en el lic. De momento no sabemos: (a) si realmente se producirá una afección ni su extensión, (b) si dicha afección es temporal o permanente (c) en su caso, si la autorrecuperación es rápida, (d) si existe una manera operativa de replantar un sebadal en otro sitio con razonables garantías de éxito, y (e) si existen sitios con la extensión y condiciones requeridas para realizar el trasplante con viabilidad genética, ambiental y económica. Son muchas las incertidumbres y preguntas sin contestar, lo que invita a reflexionar sobre el objeto de la medida que nos ocupa: ¿Qué se pretende con la medida propuesta?

- La compensación del daño causado

Las medidas compensatorias son habituales en gestión (p.ej. Red Natura 2000) cuando se da por sacrificado y perdido un valor ambiental. Esta aproximación implica que la DIA considera un supuesto de posible destrucción irrecuperable, planteando compensar tal daño replantando el doble de superficie de sebadal. En obras de viarios que afectan a un pinar, por ejemplo, es frecuente acudir a requisitos de este tipo, aunque para plantar el doble de pinos de los destruidos, existe sobrada experiencia de cómo hacerlo, a diferencia de con la seba. El empleo del término “replantación” en la formulación del condicionado ambiental es una indicación metodológica. Se trataría, pues, de sacar la planta de un sitio y ponerla en otro (con el pinar sería inviable, por ejemplo), dejando fuera la posibilidad de plantar una pradera con semillas o plántulas de vivero. Entendemos que esta sería una limitación desafortunada y no debería condicionar el fin perseguido. El sistema jurídico español es finalista, no formalista, y a tal principio debemos acudir a la hora de interpretar el literal del condicionante de la DIA

Por otra parte, al referirse al doble de superficie de la afectada, la DIA asume que tal replantación ha de hacerse en otro lugar, y propone, en principio, un lic próximo al de Granadilla, y otro en la isla de Gran Canaria. Hay quienes piensan que si las condiciones ecológicas marinas son aptas para el desarrollo de un sebadal, no hay razones, salvo las antrópicas o destrucciones temporales por tormentas, para que no se haya desarrollado de manera natural, y que intentar sacar adelante un sebadal en lugares donde nunca lo hubo, es un fracaso anunciado. En los lic propuestos por la DIA hay amplias zonas pobladas por sebadal. En su momento haría falta localizar arenales suficientemente extensos que hubieran tenido sebadal o se encontrase dañado por alguna causa antrópica ya superada, donde las opciones de éxito de una replantación, plantación o siembra fueran mayores. El lic de Gran Canaria ya se ha descartado por razones genéticas no consideradas en su momento por la DIA, dando prevalencia así a la finalidad.

¹⁰ Machado, A. (2010). *Recomendaciones sobre el trasplante de seba afectada directamente por las obras del nuevo puerto de Granadilla*, S/C de Tenerife (OAG Inf_2010.2), 13 pp.



- La reparación del daño causado

En previsión de tener que abordar la medida compensatoria anticipada, la DIA exige que se haga un proyecto piloto, lógicamente, en busca del método más adecuado y para adquirir un mínimo de experiencia. Sin embargo, en el título del proyecto piloto emplea el término de “rehabilitación” y no de replantación. Esto puede tomarse como un simple lapsus semántico, o tener más calado si lo interpretamos en el contexto de la finalidad pretendida. En materia de restauración ecológica, el concepto de rehabilitación se suele emplear en el ámbito paisajístico, para referir a medidas de reparación de un paisaje dañado¹¹. En nuestro caso, tratándose de un sebadal, consistiría en reponer el paisaje submarino de la pradera del lic de Granadilla, caso de verse alterada.

La medida tendría sentido en el supuesto (1) de que la afección del sebadal se deba a factores asociados a la fase de construcción del puerto (turbidez de las aguas, etc.) y que tal factor desaparezca al entrar en la fase operativa; no tendría sentido en el supuesto (2) de que la alteración sea consecuencia o perdure debido a la alteración de la dinámica y condiciones fisicoquímicas de las aguas tras la construcción del puerto. Esto no se sabe *a priori*, ni siquiera si habrá alteración sensible alguna, y es algo que deberá determinar el Plan de Vigilancia Ambiental.

A la luz del fin perseguido, no parece descabellado para nada el considerar la opción de recuperar un sebadal dañado, de ser viable, como alternativa a intentar crear un sebadal el doble de extenso, sujeto a muchas incertidumbres de éxito. Posiblemente, hubiera sido preferible usar el término “restaurar” que es más amplio y se ajusta mejor a la finalidad de recuperar un valor ambiental dañado. La restauración ecológica abarca el conjunto y funcionalidad de la comunidad biológica o ecosistema objeto, mientras que la rehabilitación (paisajística) se centra más en la forma (aspecto externo, por decirlo de otro modo) de la comunidad en cuestión. En Granadilla no se trata de hacer “jardinería ecológica”, ni de negar el valor a los paisajes submarinos, sino de, llegado el caso, evitar la pérdida de un sebadal concreto e importante por su valor ecológico y la biodiversidad que alberga (fines que derivan de la propia normativa de evaluación ambiental).

Se debería considerar también la posibilidad de que, una vez cesen los factores adversos, el sebadal se recupere por sí mismo siguiendo las pautas de sucesión ecológica natural. Esto se designa en técnica de conservación como recuperación ecológica, y puede ser asistida o no, dependiendo de la velocidad deseada por los humanos. En el sebadal de San Andrés se está obteniendo evidencia de una recuperación ecológica (sin asistencia) pasados unos años después de haber finalizado las obras, aunque en otras zonas, presuntamente afectadas por obras anteriores, se recuperan a ritmo mucho más lento (OAG, 2009).

La DIA no menciona la restauración o la recuperación explícitamente, aunque parece dejar abierta la puerta al condicionar la medida de replantación propuesta a las conclusiones del programa de vigilancia ambiental. La inclusión de una medida compensatoria de este tipo indica

¹¹ Clewell, A. F. & Aronson, J. eds. (2007). *Ecological restoration. Principles, values, and structure of an emerging profession*. Washington: Island Press 216 pp.



que, aunque en el Estudio de Impacto Ambiental no se anticipa un impacto negativo sensible sobre el lic, tampoco se desestima del todo que no vaya a ocurrir. Nos encontramos, pues, ante tres supuestos posibles con probabilidad presuntamente decreciente, a constatar por el programa de vigilancia ambiental:

1. El sebadal del lic no se ve afectado sensiblemente por las obras.
2. El sebadal se ve afectado de manera reversible, una vez concluyan las obras.
3. El sebadal se ve afectado de manera irreversible ante las nuevas condiciones creadas por la obra realizada.

Siendo finalistas y a juicio del OAG, estos tres supuestos llevan aparejadas distintas medidas. En el supuesto (1) no habría que hacer nada, en el supuesto (2) cabe esperar a la recuperación natural de la pradera o abordar una restauración asistida con replantación o siembra *in situ* empleando material proveniente del mismo sebadal. Sólo en el supuesto (3), habría que abordar la creación de un nuevo sebadal, doble en extensión, mediante plantación o siembra con material de Granadilla.

4.9.5 Recomendaciones del OAG

Las reflexiones que anteceden obedecen a poner en contexto el proyecto de trasplante de seba a San Andrés, que nace de la propuesta de la empresa adjudicataria de parte de las obras de abrigo del puerto de Granadilla, y que la Autoridad Portuaria ha vinculado al Proyecto piloto de rehabilitación de seabadales requerido por la DIA, actualmente en ejecución.

El OAG considera que es una buena oportunidad para ensayar los métodos estudiados, toda vez que la viabilidad ambiental y genética del lugar de destino se ha estimado como favorable, y que ello va encaminado al mismo fin que justifica todas estas actuaciones. Sin perjuicio de que se puedan revisar las medidas planteadas a la luz de las consideraciones hechas, el OAG recomienda en su informe que:

1. Se considere el término de rehabilitación en un sentido no restrictivo, abarcando el espectro de actuaciones propias de los proyectos de restauración ecológica con horizontes de 3-4 años, descartando el “ajardinamiento inmediato” como objetivo.
2. Se elijan como zonas de actuación aquéllas parcelas de arenal que tuvieron sebadal en el pasado y que aún no se han poblado de seba o se encuentran en estado de incipiente colonización, donde tanto una recreación como un reforzamiento poblacional tienen sentido. Existe una amplia franja en estas circunstancias, que discurre paralela a la barra de protección de la playa de Las Teresitas.
3. Se descarte el método de arranque de planchas de césped mediante maquinaria pesada y su transporte por mar, no solo por su presumible elevado coste económico, sino por trasladar materiales del fondo y numerosas especies de fauna y flora además de la seba, cuyo impacto ecológico no ha sido considerado.
4. Incorporar la siembra entre los métodos a ensayar, toda vez que parece tener mejor posibilidades de éxito, implicar un coste sensiblemente menor y, sobre todo, por rescatar una mayor diversidad de seba. Trasplantando cepellones o rizomas apicales, la probabilidad de estar trasladando el mismo material genético es muy alta, salvo que cada muestra se tome superando la distancia clonal máxima de esta especie (44 metros).

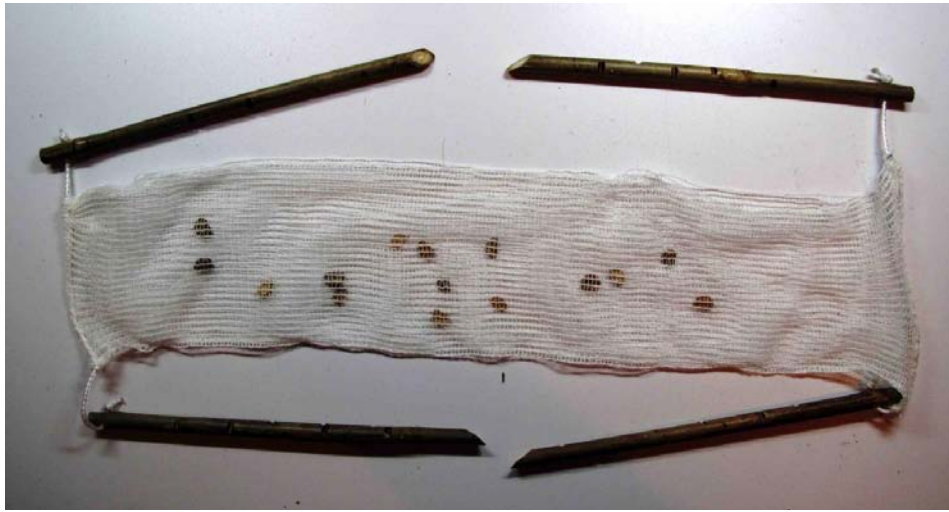


Figura 28. Sándwich de gasa con frutos de seba en su interior



Figura 29. Sistema Cruz-Simó para la siembra de seba instalado en el fondo

Según el ICCM, las semillas pueden mantenerse en agua marina sin perder vitalidad, a una temperatura de 18° C, pero lo aconsejable es reducir lo más posible el tiempo entre la recogida y la siembra. Para ésta, y a propuesta de T. Cruz Simó, biólogo marino que colabora con el OAG, podrían ensayarse el uso de tiras dobles de gasa de 0,5-1 m, en las que se colocarían los frutos formando un sándwich con ellos (ver fotos anexas). Estas tiras se transportan fácilmente al lugar de destino donde luego se anclan al fondo por sus dos extremos y bastante separadas entre sí (el crecimiento de las sebas al principio es fugitivo y rápido). Mientras las sebas arraigan, las semillas están protegidas -aunque sea parcialmente- de la depredación y del arrastre de la corriente. La profundidad idónea para estos ensayos es de 10-12 m.



4.9.6 El proyecto de siembra

Haciéndose eco de recomendación del OAG, la Autoridad Portuaria ha preparado un proyecto para ensayar la siembra de semillas en San Andrés a partir de material condenado a perecer en Granadilla. Este proyecto se ha tramitado conjuntamente con el de traslocación de sebas (actualizado) ante la Viceconsejería, y a finales de diciembre de 2010 seguía pendiente de la prescriptiva autorización por afectar tanto el trasplante como la siembra (no la recogida de material) a una zec de la red Natura 2000.

- **Mora Quintero, J. & Roso Hernández, Elena.** (VII-2010). *Proyecto de siembra de semillas/frutos procedentes del sebadal directamente sepultado por las obras de abrigo del puerto de Granadilla al lic ES7020120 Sebadal de San Andrés*. Memoria. (14 pp.) Prog. Programa de rehabilitación de sebadales. Prom. Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife (S/C de Tenerife).
- **Mora Quintero, J. & Roso Hernández, Elena.** (VII-2010). *Traslocación de sebadales (Cymodocea nodosa) contemplado en el proyecto constructivo del de obras de abrigo del Puerto de Granadilla en consonancia con la Etapa 3 - Replantación de área piloto receptora viable del "Proyecto piloto de rehabilitación de sebadales"*. Memoria. (13 pp.) Prog. Programa de rehabilitación de sebadales. Prom. Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife (S/C de Tenerife).

De proseguir los estudios básicos de biología de la seba, un aspecto que convendría investigar con más en detalle, es la duración de las semillas. Este parámetro tiene especial relevancia, por cuanto, de ser limitado, implicaría que un impacto sobre un sebadal que superase dicho límite, dejaría estéril el área tanto por la desaparición de las plantas adultas, como por la caducidad de su banco de semillas. En tales circunstancias habría que favorecer las medidas encaminadas a recuperar el banco de semillas por aporte directo desde otro sitio. El seguimiento de una parcela testigo en ambiente resguardo y protegida para que no entren semillas nuevas, permitiría averiguar el reclutamiento anual a partir del banco preexistente.

4.9.7 Documentos relacionados con esta medida

- **González Henríquez, Nieves.** (I-2004). *Proyecto piloto de evaluación de metodologías para la replantación de sebadales en el sureste de Tenerife (islas Canarias)*. ICCM - Instituto Canario de Ciencias Marinas (15+1 plano pp.)
- **Ruiz de la Rosa, M., García, N., Zarranz, M., Manet, P., Domínguez, R., Grimón, M., Louzara, G., & González, N.** (2006). Preliminary results of experimental evaluation about different methods of transplanting *Cymodocea nodosa* in the Canary Islands. *Biología Marina Mediterranea*, 13(4), 267-271.
- **González Henríquez, Nieves.** (2007). *Proyecto piloto de evaluación de metodologías para la reubicación de la fanerógama marina Cymodocea nodosa en el sureste de Tenerife*. ICCM - Instituto Canario de Ciencias Marinas (16 pp.).
- **Grupo de Investigación del Bentos.** (2007). *Informe sobre el Proyecto piloto de evaluación de metodologías para la reubicación de la fanerógama marina Cymodocea nodosa en el sureste de Tenerife*. ICCM - Instituto Canario de Ciencias Marinas, 90 pp.



- **Ruiz de la Rosa, M., Manent Sintés, P., Zarranz Elso, M. & González Henríquez, N.** (2007). *Asistencia técnica para el estudio de plantación de seadales. Etapa 2 del proyecto piloto de rehabilitación de seadales. Informe abril 2007.* ICCM - Instituto Canario de Ciencias Marinas, 27 pp.
- **Ruiz de la Rosa, Manuel & González Henríquez, Nieves.** (VIII-2007). *Proyecto piloto de evaluación de las metodologías para la reubicación de la fanerógama marina *Cymodocea nodosa* en el sureste de Tenerife.* ICCM - Instituto Canario de Ciencias Marinas, 33 pp
- **Ruiz de la Rosa, M., & Manent Sintés, P.** (2007). *Asistencia técnica para el estudio de plantación de seadales. Etapa 2 del proyecto piloto de rehabilitación de seadales. Informe anual 2007.* ICCM - Instituto Canario de Ciencias Marinas, 53 pp.
- **Ruiz de la Rosa, M.** [2007]. *Informe sobre la viabilidad ambiental de la traslocación del sebadal de Granadilla al sebadal de San Andrés en Tenerife. Informe preliminar.* ICCM - Instituto Canario de Ciencias Marinas, 5 pp.
- **Manent Sintés, P.** [2007]. *Informe sobre la viabilidad genética de la traslocación del sebadal de Granadilla al sebadal de San Andrés en Tenerife.* ICCM - Instituto Canario de Ciencias Marinas, 16 pp.
- **Hernández Acosta, Marcos & Mora Quintero, Javier I. González.** (IV-2007). *Proyecto piloto rehabilitación de seadales.* Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, 90 pp anexos y planos.
- **Manent Sintés, P.** (2008). *Asistencia técnica para el estudio de plantación de seadales: Análisis genético sobre la viabilidad del sebadal de Granadilla como pradera donante y posibles seadales receptores en Canarias.* ICCM - Instituto Canario de Ciencias Marinas, 25 pp.
- **Zarranz Elso, M., Ruiz de la Rosa, M. & Manent Sintés, P.** (2008). *Asistencia técnica para el estudio de plantación de seadales. Informe enero - marzo 2008.* ICCM - Instituto Canario de Ciencias Marinas, 15 pp.
- **Zarranz Elso, M., Ruiz de la Rosa, M., & Manent Sintés, P.** (2008). *Asistencia técnica para el estudio de plantación de seadales. Informe abril - junio 2008.* (ID. GR-263). ICCM - Instituto Canario de Ciencias Marinas, 22 pp.
- **Mora Quintero, J. & Roso Hernández, E.** (II-2008). *Traslocación de seadales (*Cymodocea nodosa*) contemplado en el proyecto constructivo del de obras de abrigo del puerto de Granadilla.* Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, 14 pp, anexos y planos.
- **Elso, M., Ruiz de la Rosa, M., & Manent Sintés, P.** (2008). *Asistencia técnica para el estudio de plantación de seadales. Informe julio - septiembre 2008.* ICCM - Instituto Canario de Ciencias Marinas, 13 pp. Promotor: Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife.
- **Zarranz, M. E., González Henríquez, N., García Jiménez, P., & Robaina, R. R.** (2010). *Restoration of *Cymodocea nodosa* seagrass meadows through seed propagation: germination *in vitro*, seedling culture and field transplants.* *Botanica Marina*, 53: 173-181.



4.10 Traslase de arenas norte-sur

Dada las quejas planteadas al proyecto del puerto de Granadilla ante la Comisión Europea, y la inquietud generada sobre el futuro de las áreas protegidas de la red Natura 2000 y playas situadas a sotavento, las Autoridades Españolas propusieron en 2005 un trasvase permanente de la arena desde el norte del puerto hacia el sur, para mitigar así la interrupción de los movimientos de arena en las aguas costeras. En el Dictamen de la Comisión Europea se considera que el trasvase de arena norte-sur de dimensiones adecuadas constituye una parte esencial del proyecto portuario, y, en este sentido, dicha actuación pasa a ser una medida correctora más.

El OAG, tuvo noticias de que la Autoridad Portuaria había elaborado un anteproyecto de baiapás y que se había abierto el procedimiento de licitación de concurso y obra, por lo que solicitó ser admitido a la mesa de contratación para conocer los pormenores del proyecto y las diferentes propuestas técnicas y mejoras presentadas por los licitantes (cinco en total).

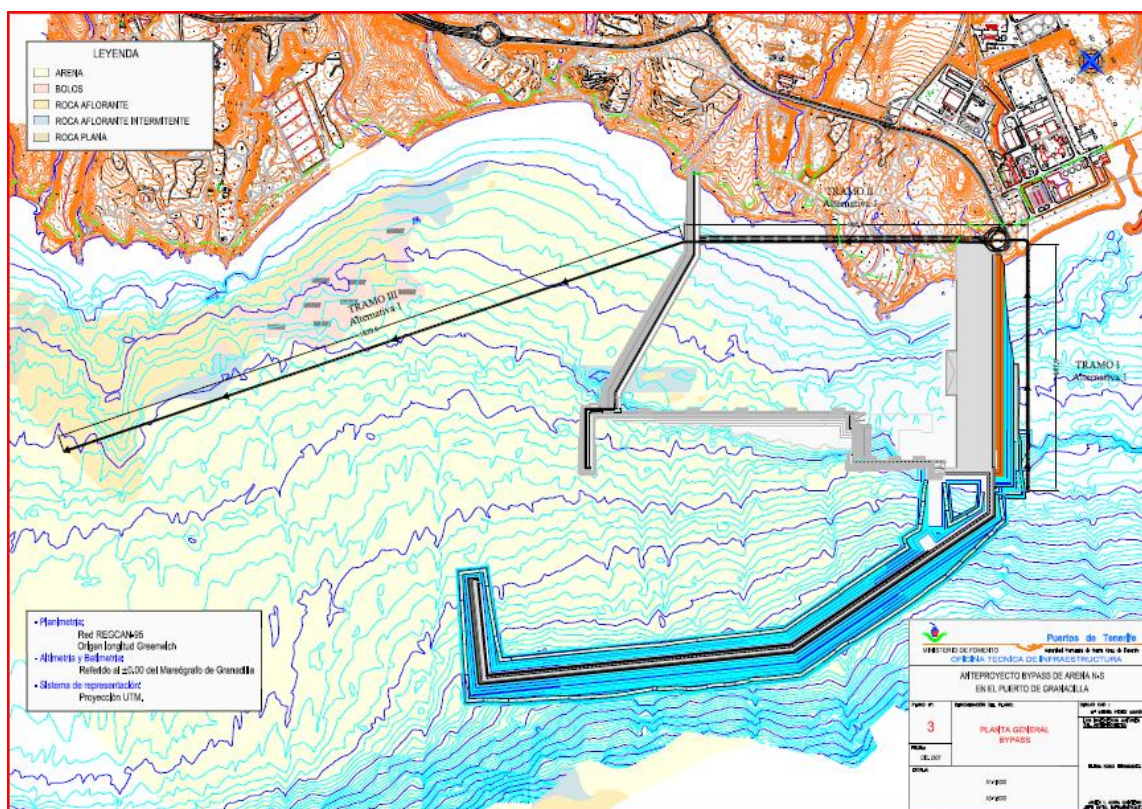


Figura 30. Disposición del baiapás (línea en negro) según anteproyecto de la Autoridad Portuaria (2007)

El anteproyecto del baiapás se perfila con varias alternativas respecto de la obra de toma e impulsión, conducción terrestre y la conducción marina, a fin de sacar a concurso la licitación del proyecto y obra. Se basa en los estudios de dinámica litoral Delfts Hydraulics (1999), clima marítimo (Hidma 2004), el proyecto de instrumentación geotécnica (Iberinsa 2006), y en una propuesta previa elaborada por la consultora Viatrio-Ingenieros, por encargo de la Autoridad Portuaria.



Existen indicios (p.ej. al pié del muelle de Unelco) de que el transporte costero inducido por el oleaje pudiera no ser muy relevante y sí el de plataforma inducido por la corriente, lo que afectaría a las zonas de acumulación y succión teórica de las arenas; que hay importantes sumideros de arena a lo largo de la costa; que no se conocen bien las fuentes de aporte natural, y que los valores de las corrientes asumidos basados en un periodo corto de observación (cinco días) bien pudieran ser inferiores o superiores, con las consiguientes implicaciones en su capacidad de transporte.

Con motivo del interés manifestado por La Comisión en conocer la situación del proyecto de baipás, y con ocasión de la redacción del informe de verificación de la EIA, el OAG ya planteó la conveniencia de aprovechar la nueva información obtenida en la última década¹² y los modelos de dinámica litoral mejorados que existen, a fin de aumentar la probabilidad de acertar con una buena solución. Así lo comunicó a la Autoridad Portuaria, quien parece haber asumido tal conveniencia para, en su caso, ajustar la solución propuesta o introducir mejoras complementarias que aseguren el insumo de arena necesario para mantener los sebadales y demás comunidades bénticas sabulícolas.

En el presente se está en condiciones de acotar mejor las predicciones con los modelos de última generación, aprovechando datos reales y locales ahora disponibles (ver Tabla 5) y responder con mayor fiabilidad algunas preguntas clave:

1. ¿Cuál es el potencial de transporte sedimentario a lo largo de la costa de Granadilla y cual su variación en función de los diferentes climas marítimos caracterizados?
2. ¿Cuál es el flujo de arena que entra en la zec Sebadales del Sur de Granadilla y en qué medida se verá reducido una vez construido el puerto?
3. ¿Cuáles son las fuentes de arena y su relevancia en el transporte general?
4. ¿Dónde y a qué ritmo se produciría nuevos depósitos de arena una vez construido el puerto?
5. ¿Cuál será el basculamiento de las playas a la luz de los nuevos datos y dimensiones recortadas del puerto, y su relevancia en función de la variación natural estacional o por fenómenos puntuales?

El propósito del trasvase permanente de arenas norte-sur no es otro que conseguir que su flujo hacia las playas al sur del puerto, la zec y sus sebadales se mantenga en el futuro lo más parecido al natural (dinámica ecológica). A la luz de las nuevas predicciones y si se logra cuantificar el flujo y definir su comportamiento con mayor precisión, es posible que haya que replantear el diseño del baipás. De momento parece oportuno dejar algunos aspectos de esta solución abiertos (p.ej. zona de succión) a la espera de obtener los nuevos resultados, o mejor aún, de ver dónde se acumula realmente la arena una vez construido el dique de abrigo.

Tampoco se debe descartar la posibilidad de que esta solución resulte insuficiente y haya que arbitrar otras medidas complementarias. De no acumularse arena al pie del dique norte, o no hacerlo en la cantidad necesaria, habría que buscar otras fuentes.

¹² Batimetrías precisas, algunos datos de sedimentación y corrientes, series mayores de viento, oleaje y marea, estudios bionómicos detallados, abundantes granulometrías, etc.



Tabla 5. Información disponible para el modelado de la dinámica costera y flujo de partículas

Parámetro	Tiempo	Fuente	Comentario
Viento			Velocidad y dirección
Ubicación del puerto	2000-2003	Puertos	Datos pendientes
Ca. idem (1 km S)	2000 - 2010	ITER	Cada minuto. Radiación disponible
Aerop. Reina Sofia	Desde 1980	AEMET	También temperatura, presión, etc.
Precipitaciones			En litros por metro cuadrado
Aerop. Reina Sofia	2000-2010	AEMET	Registro diario
Mareas			
Ubicación del puerto	Desde 2004	Puertos	Nivel del mar, ajustada cero en 2007
Santa Cruz Tenerife	Desde 26/5/2009	Puertos	Nivel del mar y agitación (radar)
Santa Cruz Tenerife	2004 al 8/2010	Puertos	Nivel del mar
Oleaje			
Granadilla	2007- 2010	Puertos	Un año de solape con Santa Cruz
Santa Cruz	1981- 2009	Puertos	Desde 5/2009 boya Tri-Axis
Punta Los Abrigos	Desde junio 2007	Puertos	(previos a 2007, no fiables)
Corrientes			Velocidad y dirección
Granadilla (TGr1)	Últimos 3.5 meses	OAG	Cada hora
Mña Pelada y puerto	23/4-8/5 2004	CIS	Cada 10 minutos
Puerto - El Médano	2 days, Nov. 1998	HIDTMA	Puntos cada 2 m, hasta -20,5 m
Sedimentación			
TGr2, TGr3, TGr4	Since Dec. 2010	OAG	Pendientes de recogida
Costa de Granadilla 5 estaciones	9/2007-5/2009 332+ 54+78+75 d	PROMAR	Calidad de datos no óptima Profundidad -18, -10, -13, -24, -13 m
Granulometría			Composición %
Costa de Granadilla	Agosto 2008	CIMA	5 muestras
Costa Granadilla	4-5/2004	CIS	150 muestras (x 3 replicas) = 450
Área del puerto	February 1999	Port	20 perforations, mean thickness 13m
Pelada-Tejita	November 1998	HIDTMA	72 muestras
Sólo playas	March 1999	ICINCO	85 muestras
Costa de Granadilla	November 1998	De la Nuez	43 muestras
Área del puerto	November 1998	Iberinsa	50 vibrocores + 100 perforations 6m
Batimetría			
Archipiélago	2008	Inst.H.M.	Cada 50 m
El Río - Mña Roja	2008	PROMAR	Hasta -95 m, curvas de nivel 1 m
Sólo 4 playas (x3)	2004, 05, 06 y 07	AEMON07	Hasta -50m; curvas 1 m + perfiles
Todo Tenerife	2005-2006	ITAC	0-2 km desde la costa, curvas 1 m
Área del puerto	12/2001 y 4/2002	Ecometría	Datos pendientes
Tarajales-La Tejita	February 1999	Puertos	Hasta -95, curvas de nivel 1 m
Estudios bionómicos			Cartografía basada en:
Puerto – toda la zec	8-9/2008	CIMA	62 transectos de video, E 1:55-65000
Puerto – toda la zec	11/2004	CIS	87 transectos de video, E 1:65000
Todo Tenerife	(2000-2006)	Cab. Tfe	Escala 1:5000



5 LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS LOCALES

El clima marítimo de la zona de Granadilla no está sujeto a determinación de valores de referencia a efectos del seguimiento de posibles impactos de la obra sobre el mismo. No obstante, el PVA contempla su oportuno 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.).



Figura 31. Estaciones registradores del clima atmosférico y marítimo próximas a la ubicación del puerto de Granadilla (en rojo, futuro puerto).

Por ello, y sabiendo que los efectos del presente cambio climático pueden hacerse sentir a nivel local, hemos procurado caracterizar el clima marítimo de la costa de Granadilla lo mejor posible a partir de la información disponible.



Las fuentes disponibles para conocer directamente los valores de los parámetros climáticos reinantes en la zona o proximidades son (ver Figura 31):

1. Boya de oleaje “Granadilla” (Cod. 1440) de Puertos del Estado, fondeada a latitud 28°5'23,989"N y longitud 16°28'12,002"W, a -22 m de profundidad y a 1.200 m frente a la desembocadura del barranco de El Río. Series de oleaje de 2007-2010.
2. Boya de oleaje “Tenerife Sur” (Cod. 2446) de Puertos del Estado, fondeada a latitud 27°59'127,571"N y longitud 16°34'37,265"W, a -700 m de profundidad y a 4.300 m frente a la costa de Los Abrigos. Series de oleaje de 1998 a 2010.
3. Boya océano-meteorológica del OAG, fondeada a latitud 28°3'40,230"N y longitud 16°30' 32,076" W , a -14 m de profundidad y a 420 m frente al ITER. Series de temperatura, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento desde 16-10-2010 hasta 31-1-2011.
4. Estación meteorológica de la Autoridad Portuaria en Granadilla (Cod. 4481; 28°5'7"N 16°29'22"W, cota 15 m). Datos de velocidad y dirección del viento. Datos pendientes de recibir.
5. Estación meteorológica de ENDESA, ubicada en la central térmica de Granadilla. Se están realizando gestiones para obtener dichos datos.
6. Estación del ITER, Instituto Tecnológico de Energías Renovables (28°4' 17"N 16°30'48"W, a cota 43 m). Datos de insolación, dirección y velocidad del viento desde 2000 (falta 2003 y 2004 incompleto). Los demás datos (temperatura, etc.) no son fiables, según se nos informa.
7. Estación del aeropuerto Reina Sofía, de la AEMET- Agencia Estatal de Meteorología (coordenadas 28°02'34" N 16°34'14"W), a cota 64 m y a 8,5 km al SW del puerto. Datos meteorológicos completos desde 1980.
8. Mareógrafo de Granadilla (código 3461, latitud 28°N05'00"N y longitud 16°30'54"W) de Puertos del Estado. Ubicado en muelle de servicios de DISA a unos 800 al NE del futuro dique de abrigo del puerto de Granadilla. Series 2003-2006 con cero a -1,989 m bajo AP1 (clavo geodésico), y a partir del 11/7/ 2007 con cero a -3,850 m.

El tramo de costa que nos interesa se encuentra en la fachada meridional de la isla, en un ambiente de costa baja con orientación NE-SW, y clima marcadamente árido (Figura 32).

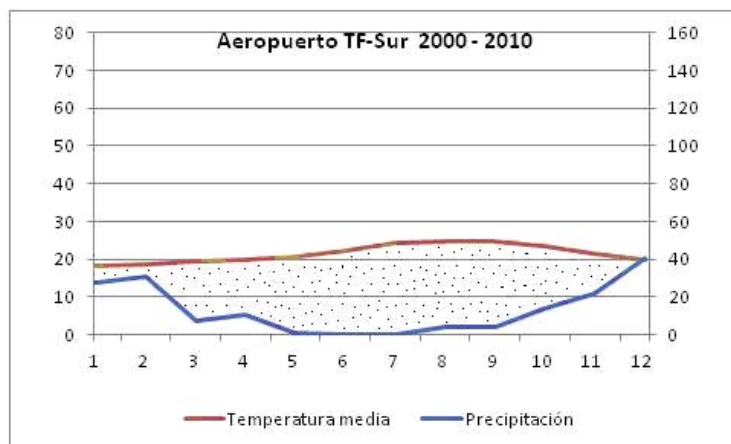


Figura 32. Diagrama ombrotérmico del clima de la costa sur (aeropuerto Reina Sofía) en la última década (Temperaturas en °C y precipitación en litros por metro cuadrado)



5.1 Radiación global

La radiación mensual en la zona es relativamente alta, con un promedio (ver Tabla 6) de 217 w/m², con mínimo de 134 w/m² en diciembre (pico de 131, en 2010) y máximo de 306 w/m² en julio (pico de 315, en 2008).

Tabla 6. Radiación global diaria media (w/m²) en la zona de Granadilla (estación del ITER)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ENE		167,1	135,5			140,3	120,9	143,5	149,8	152,8	150
FEB		201,4	198,7		166,9	161,9	140,5	187,4	177,6	175,1	170
MAR		221,3	222,0		238,6	231,0	238,6	228,6	228,8	207,5	237
ABR		261,0	235,6		219,7	249,7	234,7	258,3	267,9	269,2	260
MAY		269,4	277,3		249,1	286,6	287,3	291,1	266,7	292,6	276
JUN		333,1	283,9		314,8	281,4	268,4	263,6	307,6	290,9	273
JUL		313,9	312,7		313,8	295,7	307,4	283,9	314,8	305,9	304
AGO		242,1			287,3	257,0	287,7	282,2	271,0	287,7	281
SEP		179,9			216,6	239,5	221,4	228,8	223,2	222,1	231
OCT	210,2	170,1			180,8	183,8	199,3	197,8	208,7	212,6	201
NOV	124	129,6			142,7	150,1	138,0	158,9	147,7	174,6	145
DIC	143,8	107,4			135,6	126,9	152,2	149,3	128,7	135,3	131
media	159	216	238		224	217	216	223	224	227	222

El promedio de las horas de sol diarias en el Aeropuerto Reina Sofía en el período de 1980 a 2010 es de 6,7 h, y el total anual de 2.701 h.

5.2 Presión atmosférica

La presión atmosférica máxima diaria en la zona (aeropuerto Reina Sofía) fluctúa en el ámbito de los 1005 a 1015 mb (media de 1009,3 mb), con picos usualmente en verano, que superan los 1020 mb (máx. 1.027,7 mb) o caídas por debajo de los 1000 mb (mínima 944 mb) que coinciden con el mal tiempo, e incluso temporales. En Granadilla se han medido valores extremos de 1038,19 mb (11/1/2011) y 997,61mb (30/11/2010), en los tres meses y medio operativos.



Figura 33. Presión atmosférica (azul) y precipitación (rojo) medida en el aeropuerto Reina Sofía

La situación y desplazamientos del anticiclón de las Azores (véase ejemplo en la Figura 34) determinan en buena medida las condiciones climáticas generales en las Canarias, y las particulares en Granadilla.

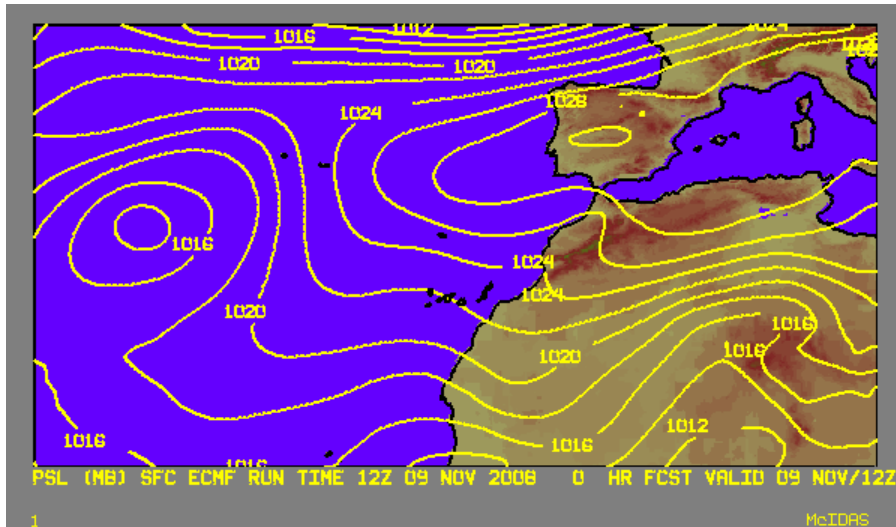


Figura 34. Anomalia de “tiempo palmero” del NW. Presión a nivel del mar 9/11/2008 a las 12 TMG (Resumen Meteorológico de Canarias, AEMET, Nov. 2008, Vol.1, No. 11).

5.3 Temperatura del aire

Las temperatura media del aire en el aeropuerto Reina Sofía es de 21,4°C, la media de las máximas 24,8°C y la de las mínimas 17,9°C (serie de julio 1980 a diciembre 2010). La amplitud térmica diaria máxima registrada en este período fue de 19,8°, el 29 de julio de 2007, y las máxima y mínima absolutas registradas han sido 44,3°C (1988) y 7°C (2001), respectivamente.

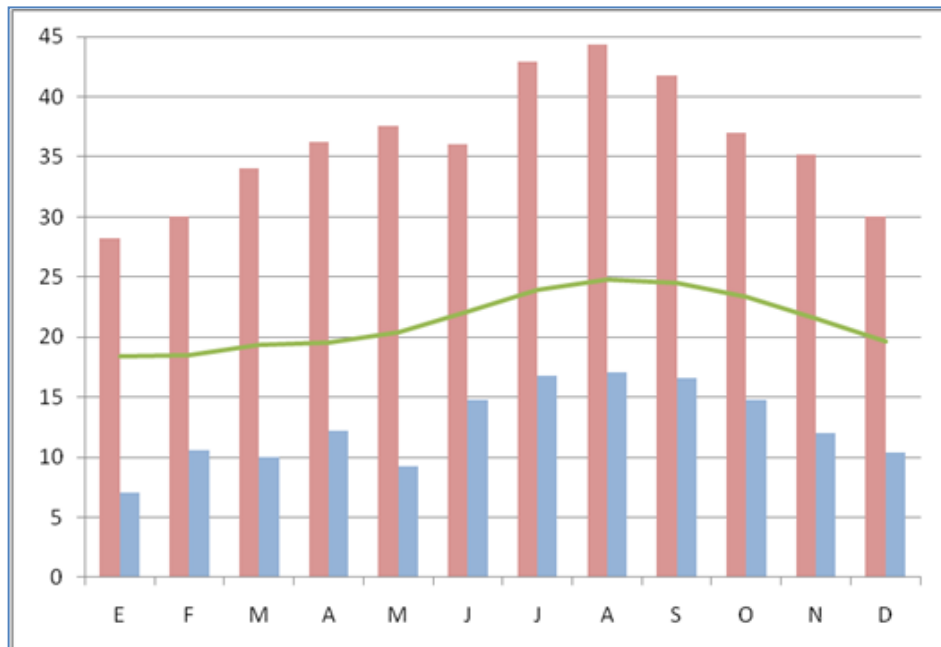


Figura 35. Variación anual de la temperatura en el período. Temperatura media (verde), máxima mensual absoluta (rojo) y mínima absoluta (azul) en el período 1980-2010, en la estación del Aeropuerto Reina Sofía.



5.4 Precipitaciones

Las lluvias en la zona sur de la isla son escasas e irregulares, concentradas en los meses de otoño – invierno, pero con grandes variaciones anuales (ver Figura 36 y Figura 37).

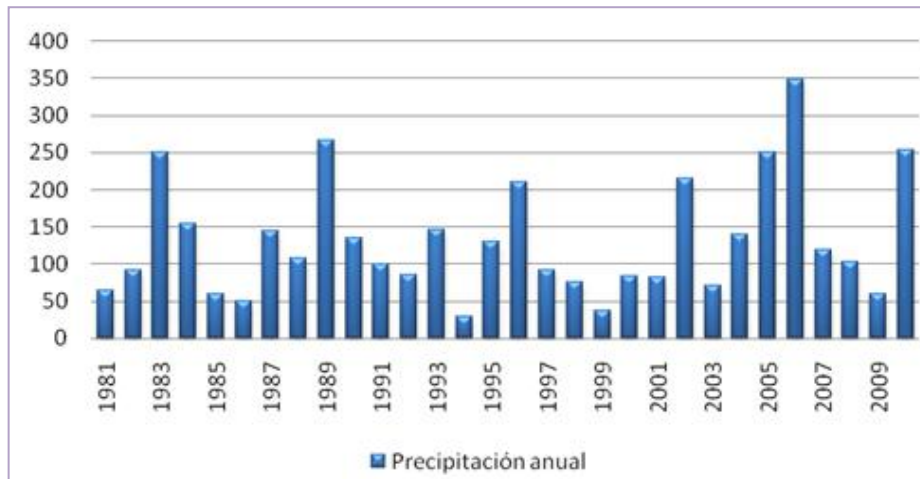


Figura 36. Precipitación anual registrada en el aeropuerto Reina Sofía (1980-2010)

Según los registros de pluviometría en el Aeropuerto Reina Sofía, en los últimos 30 años (1980-2010) se han producido 19 episodios de lluvias torrenciales (> 30 mm), pero casi la mitad en la última década, casi a razón de una al año. Destacan los aguaceros febrero de 2005 y noviembre de 2006 que alcanzaron los 56,8 y 81,2 mm, y el máximo diario registrado de 136 mm, el 19 de noviembre de 1983. Estos aguaceros tienen particular importancia porque pueden hacer que corran los barrancos y haya aporte de nutrientes al mar.

Tabla 7. Precipitaciones máxima diarias (aeropuerto Reina Sofía)

Precipitaciones máximas diarias							
Fecha			l/m ²	Fecha			l/m ²
19	Nov	1983	<u>136,0</u>	16	Dic	2002	42,1
18	Mar	1984	45,4	19	Feb	2004	30,3
4	Nov	1987	38,3	23	Feb	2005	<u>56,8</u>
27	Feb	1988	30,7	9	Ene	2006	40,0
9	Dic	1989	45,0	28	Oct	2006	46,1
25	Oct	1989	47,0	1	Nov	2006	<u>81,2</u>
24	Nov	1989	<u>96,5</u>	27	Ene	2007	46,2
17	Mar	1993	53,2	31	Ene	2010	30,7
12	Dic	1995	31,9	29	Nov	2010	47,5
2	Feb	1996	61,0				

El rocío, como en todos los ecosistemas áridos de Canarias, juega un importante en la ecología local de las comunidades terrestres, pero no existen mediciones de precipitaciones ocultas para esta zona (1,25 mm mensual en Lanzarote).

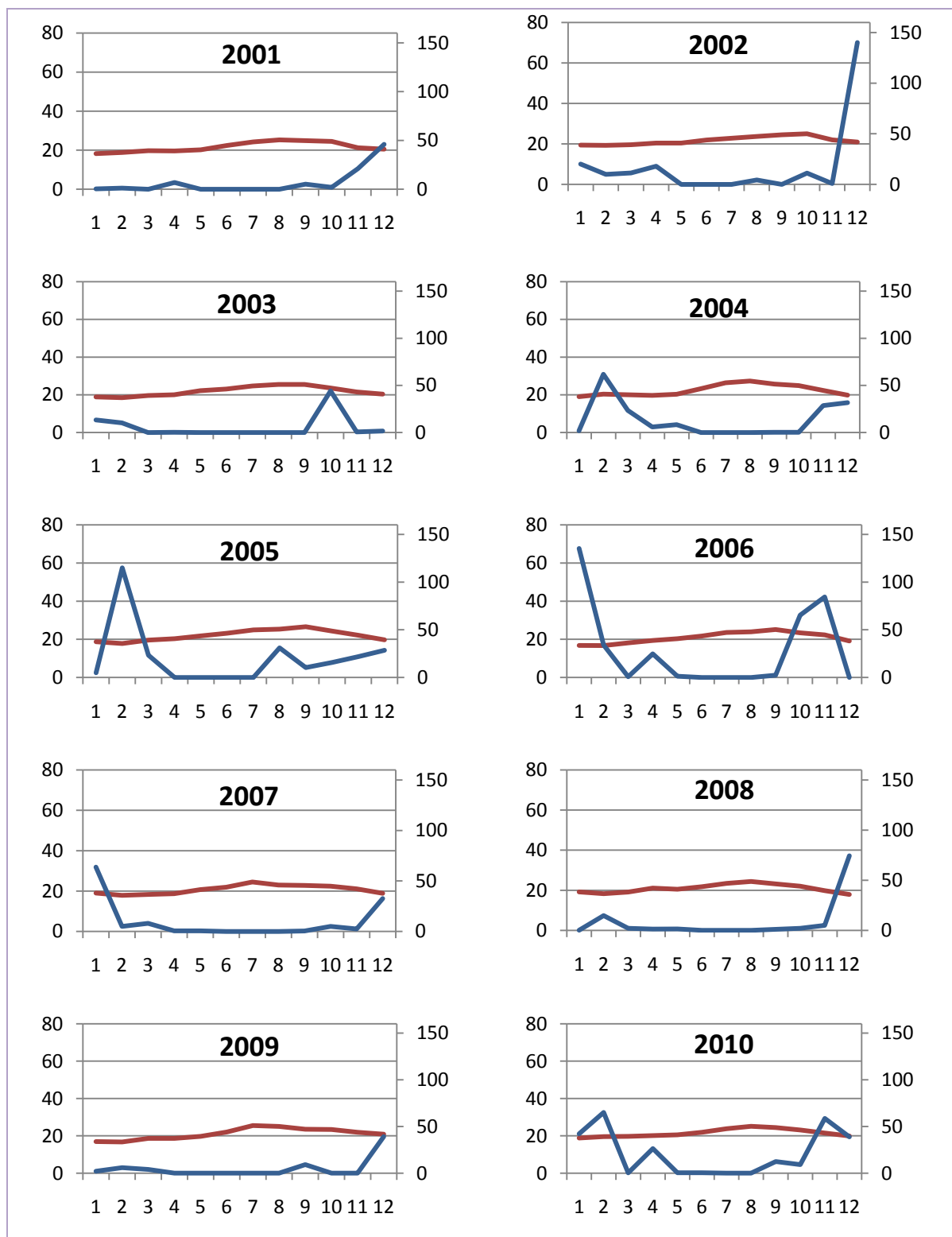


Figura 37. La irregularidad de las lluvias puede apreciarse en los diagramas obtotérmicos anuales (aeropuerto Reina Sofia). Temperatura (°C) en rojo, pluviometría (mm) en azul.



5.5 Hidrografía

El tramo de 18 km de costa que nos ocupa, entre el Porís de Abona al NE y la playa de La Tejita al SW, recibe los aportes de varias cuencas que remontan la ladera de la isla –más aplacerada en esta vertiente– hasta las altas cumbres, por encima de los 2.500 m de altitud.

En Tenerife, las precipitaciones son mucho menores en la fachada de barlovento que en la de sotavento, y el Consejo Insular de Aguas¹³ ha estimado las máximas diarias previsibles y calculado los caudales punta de avenida (base de datos de 64 años). Los valores relevantes expresados para varios periodos de retorno o recurrencia (5, 10, 100 y 500 años), es decir, plazo temporal en el que se supone que se producirá una avenida, se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 8. Precipitación diaria y caudal punta calculada para distintos periodos de retorno (Fuente: Consejo Insular de Aguas). Pd = precipitación diaria (mm), Qp =caudal punta (m³/s).

Red Hidrográfica	Superficie de cuenca	Retorno 5 años		Retorno 10 a		Retorno 100 a		Retorno 500 a	
		Pd	Qp	Pd	Qp	Pd	Qp	Pd	Qp
Bco. Los Caballos	18,70 km ²	101	23,0	131	28,2	241	106,7	335	171,2
Bco. de Atalaya	2,43 km ²	73	4,75	91	7,20	153	17,2	201	25,8
Bco. del Pedregal	3,97 km ²	73	5,87	91	9,16	154	22,8	203	34,6
Bco. de Esquina	9,36 km ²	78	11,3	97	18,3	165	48,1	218	74,7
Bco. de Vijigua	26,80 km ²	114	37,4	149	62,5	282	176,3	398	284,3
Bco. de Guama	3,68 km ²	80	6,42	100	9,72	167	22,6	219	33,6
Bco. del Río	29,30 km ²	110	36,6	143	60,6	263	166,5	364	264,4
Bco. del Helecho	20,20 km ²	108	16,3	139	29,9	253	93,4	345	154,0
Bco. de Tagoro	16,20 km ²	83	21,8	104	32,9	173	76,6	227	113,4
Bco. del Charcón	40,10 km ²	100	38,7	128	64,6	230	177,5	313	279,7
Bco. de la Barca	7,25 km ²	66	11,0	83	16,6	143	38,5	192	57,5
Bco. Piedra Viva	7,34 km ²	68	7,8	87	12,6	159	33,0	221	52,0
Bco. los Bastianes	8,96 km ²	59	11,0	77	17,7	144	48,0	203	76,8

No existen estudios de la capacidad de arrastre y aporte de materiales que puede generar, pero si se asume como probable (derivado de algunos datos empíricos) que el material arrastrado podría rondar un 20 % de sus caudales, el potencial de aportes es ciertamente alto. Estos barrancos, pues, han de jugar un papel ecológico relevante como fuente de nutrientes en el litoral, y a plazo más largo, como fuente de aporte de materiales sólidos a las playas y bancos subterráneos de arenas.

El barranco del Helecho (o Gánige) y el de El Río, desembocan respectivamente a 1,5 km y 1,8 km al NW del futuro puerto de Granadilla, y el de Tagoro directamente en el emplazamiento del puerto (se prevé su desviación al norte del mismo). El barranco del Charcón–Abejera, cuyos cauces se han unificado artificialmente, desagua al pie de Montaña Pelada, a 1,5 km al SW del Puerto; el de La Barca en la playa de La Jaquita, y los barrancos de la Piedra Viva y los Bastianes, en la playa de La Tejita.

¹³ Aplicación de la guía metodológica para el cálculo de caudales de avenida en la isla de Tenerife. INCLAM, Versión 2009.



5.6 Viento

La conformación del paisaje costero denota la constancia e intensidad de los vientos del primer cuadrante, y dada su orientación e intensidad, deber existir un aporte ecológicamente importante de polvo hacia las aguas litorales.

La zona de Granadilla puede calificarse de ventosa, con vientos dominantes del NE y ENE (alios, con frecuencia superior al 50%) y un porcentaje de calmas por debajo del 3%, siendo el mes de julio el más intenso y noviembre el menos. Los períodos de calma son máximos en septiembre y mínimos en enero.

Tabla 9. Velocidades media mensual (m/s) del viento en la estación del ITER, medido a 30 m sobre el suelo.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ENE	4,2	4,6	3,7	---	---	4,7	4,3	5,2	4,1	3,9	3,3
FEB	9,0	4,6	5,2	---	5,1	5,5	3,8	4,6	4,1	3,7	4,2
MAR	5,6	5,2	3,4	---	6,1	3,9	5,1	6,3	6,4	4,2	4,0
ABR	5,7	6,2	4,9	---	3,6	5,8	4,9	4,4	6,0	5,8	4,9
MAY	5,9	3,9	5,3	---	5,0	6,1	5,2	5,5	4,1	4,5	4,8
JUN	6,2	6,1	5,0	---	4,5	5,5	3,9	5,2	4,7	3,7	4,9
JUL	8,6	7,4	5,0	---	7,5	6,8	6,6	8,5	6,0	6,1	5,6
AGO	8,2	5,5	---	---	3,7	5,4	5,3	7,2	6,8	6,3	5,5
SEP	7,4	3,5	---	---	4,4	6,4	4,7	5,3	3,8	4,1	5,1
OCT	5,9	3,9	---	---	4,7	4,0	4,6	4,6	4,8	3,4	3,6
NOV	6,1	4,3	---	---	3,7	5,5	4,6	4,9	4,4	4,7	4,2
DIC	4,3	3,6	---	---	6,3	4,7	5,4	5,6	4,6	4,7	4,4
media	6,4	4,9	4,6	---	5,0	5,3	4,9	5,6	5,0	4,6	4,5

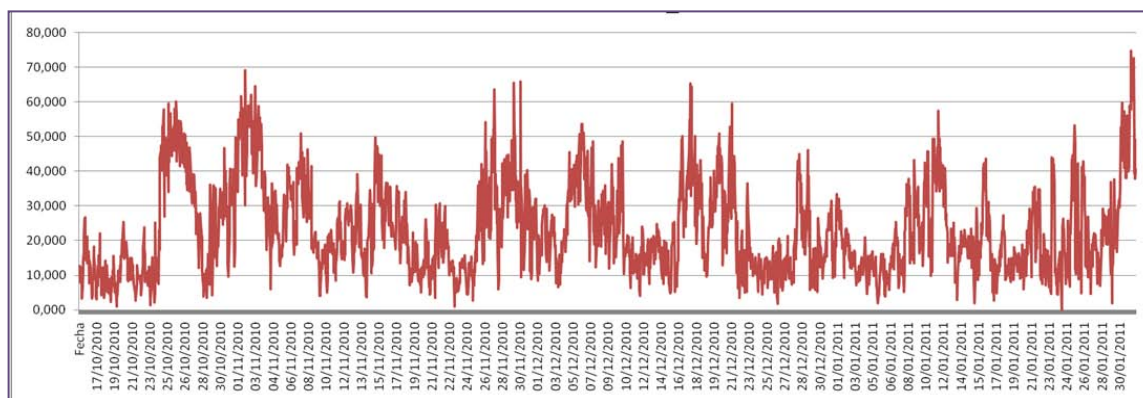


Figura 38. Variación de la velocidad del viento (m/s) medida en el anemómetro de la boya del OAG en Granadilla medida cada hora entre el día 17/10/2010 y el 20/1/2011.

Según las series registradas por el ITER (2000-2010), la velocidad media anual varía entre 6,4 m/s y 4,5 m/s con promedio de 5,1m/s (18,3 km/h). La media mensual más alta corresponde al mes de febrero de 2000, con 9,0 m/s (32,4 km/h), y el máximo diario (media) absoluto registrado en toda la serie fue de 14,6 m/s (52,56 km/h). La ráfaga máxima registrada alcanzó 149 km/h, en julio de 2002, mayor que la registrada con ocasión del huracán Delta (62 km/h) que en el aeropuerto Reina Sofía alcanzó ráfagas de 134 km/h.



Tabla 10. Velocidad máxima del viento registrada cada año en una década (datos del ITER)

AÑO	Mes en que se produce	Velocidad máxima	
2000	Octubre (datos oct.- dic.)	31,7 m/s	114,12 km/h
2001	Junio	26,4 m/s	95,04 km/h
2002	Julio (datos ene.- jul.)	41,3 m/s	148,68 km/h
2003*	Enero	22,2 m/s	79,92 km/h
2004	Mayo (faltan datos de enero)	34,7 m/s	124,92 km/h
2005	Noviembre (huracán Delta)	17,2 m/s	61,92 km/h
2006	Diciembre	19,3 m/s	69,48 km/h
2007	Diciembre	21,6 m/s	77,76 km/h
2008	Enero	15,9 m/s	57,24 km/h
2009	Abril	17,6 m/s	63,36 km/h
2010	Febrero	20,3 m/s	73,08 km/h

*Dato de 2003 del anemómetro de la estación Reina Sofía

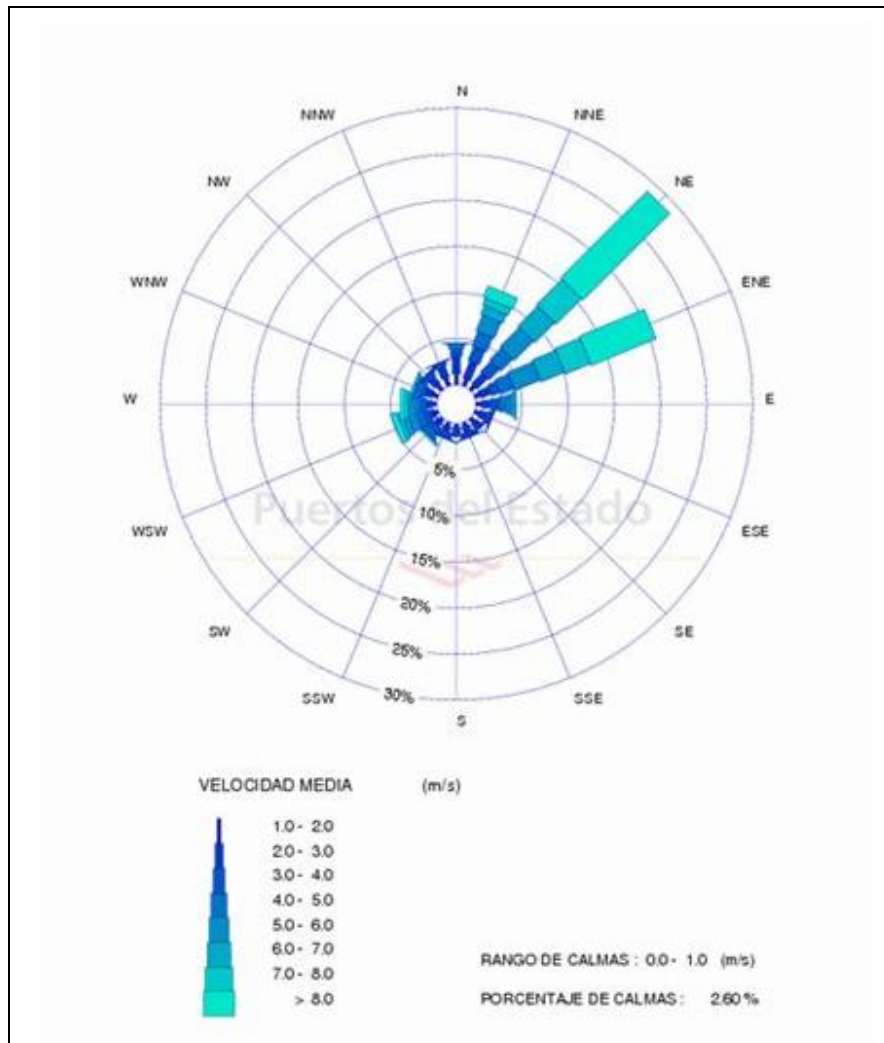


Figura 39. Rosa anual de vientos medios (procedencia) según datos del año 2009 registrados por la boya Tenerife Sur (2446) de Puertos del Estado, emplazada en Granadilla (98,65% de datos válidos)



Polvo sahariano: En Canarias pueden producirse invasiones de aire cálido seco proveniente del este (25% de los días del año), con la posibilidad de acarrear gran cantidad de polvo en suspensión desde el Sahara, cuya deposición anual puede alcanzar los 20 g/m² (Torres, 2000). La frecuencia de estos episodios es mayor en invierno (40%) y menor en primavera (17%). Este aporte de nutrientes y minerales (5% es hierro) incide favorablemente en la productividad marina, particularmente, en alta mar.

5.7 Mareas

Las mareas en Canarias son semidiurnas (pleamares y bajamares repetidas dos veces cada 12 horas 50 minutos a lo largo del día lunar). Puede haber variaciones según la isla y orientación, pero en general el nivel medio de su amplitud se mantiene en torno a los 1,2-1,3 m durante los doce meses del año, sin que experimenten marcadas oscilaciones.

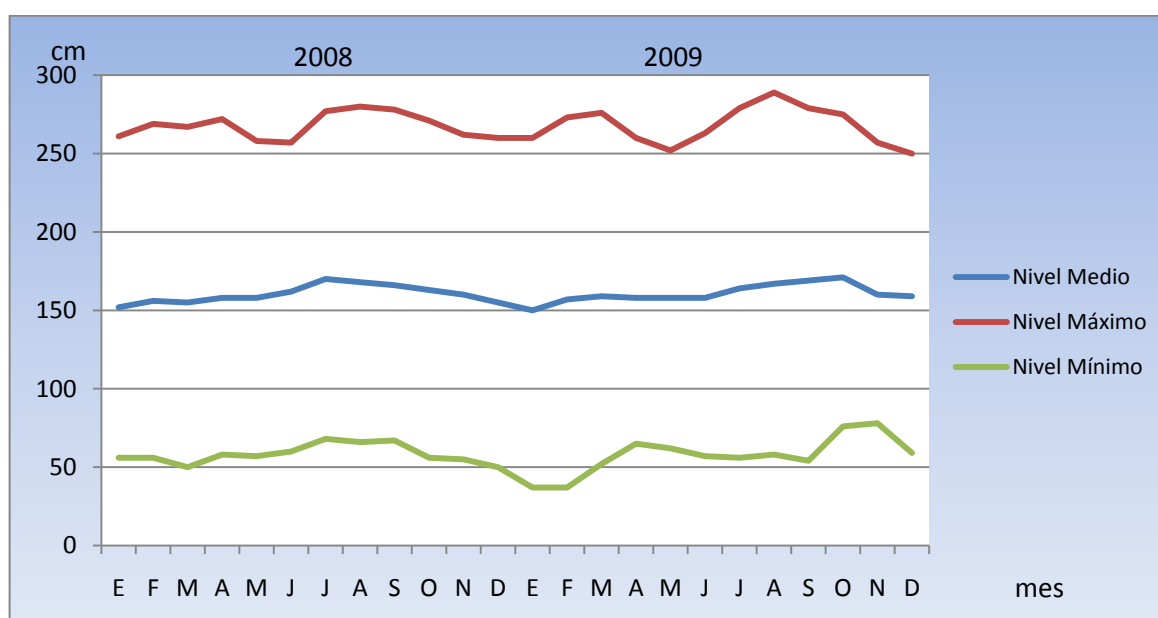


Figura 40. Niveles de la marea en 2008 y 2009 según el mareógrafo de Granadilla. (datos medios de agosto 2008 y septiembre 2009 interpolados).

Según el mareógrafo emplazado en Granadilla, por ejemplo, la amplitud máxima de la marea registrada en 2009 (ver Tabla 11) fue de 2,52 m, con una media de 1,6 m, pleamar máxima de 2,89 m en agosto, y 0,37 m de bajamar máxima repetida en enero y febrero (mediciones a partir del cero local). Estos datos son parecidos a los de 2008 pero de carácter orientativo, ya que los ciclos mareales se desarrollan en 19 años y para caracterizarlos estadísticamente es preciso disponer al menos de una serie de 9 años.

Las pleamares y bajamares máximas en las islas occidentales suelen ocurrir entre marzo y abril. En Granadilla se aprecia la tendencia, pero la pleamar máxima absoluta se produce en agosto, alcanzando niveles próximos a los 3 m, conocidos, por ejemplo, del puerto de Santa Cruz¹⁴.

¹⁴ Yanes Luque, A. (1990). *Morfología litoral de las islas Canarias occidentales*. La Laguna: Universidad de La Laguna, Secretariado de Publicaciones.



Tabla 11. Datos de marea en cm registrados en Granadilla en el bienio 2008-2009

Mes	Nivel medio	Nivel máximo	Nivel mínimo	Nivel medio	Nivel máximo	Nivel mínimo
	2008			2009		
Enero	152	261	56	150	260	37
Febrero	156	269	56	157	273	37
Marzo	155	267	50	159	276	52
Abril	158	272	58	158	260	65
Mayo	158	258	57	158	252	62
Junio	162	257	60	158	263	57
Julio	170	277	68	164	279	56
Agosto	168	280	66	167	289	58
Septiembre	166	278	67	-	279	54
Octubre	163	271	56	171	275	76
Noviembre	160	262	55	160	257	78
Diciembre	155	260	50	159	250	59

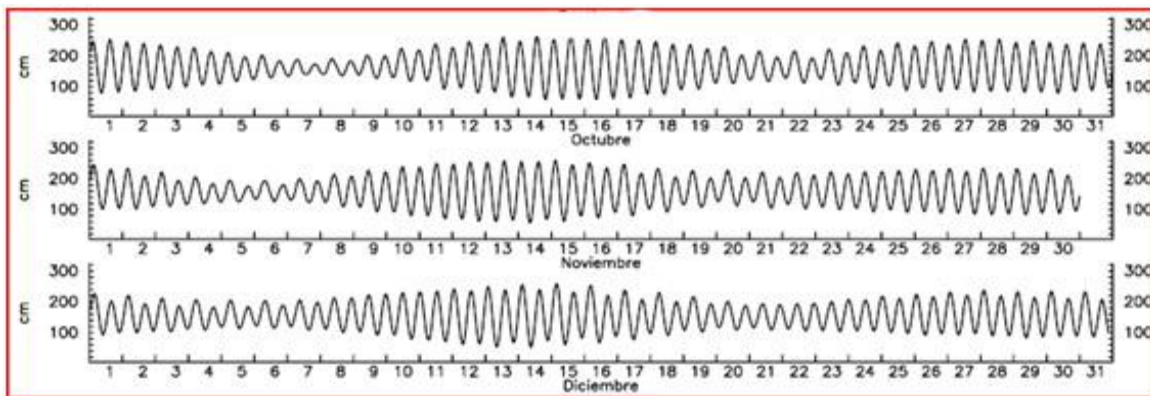


Figura 41. Ejemplo de registro de datos horarios durante el último trimestre de 2008 (Redmar).

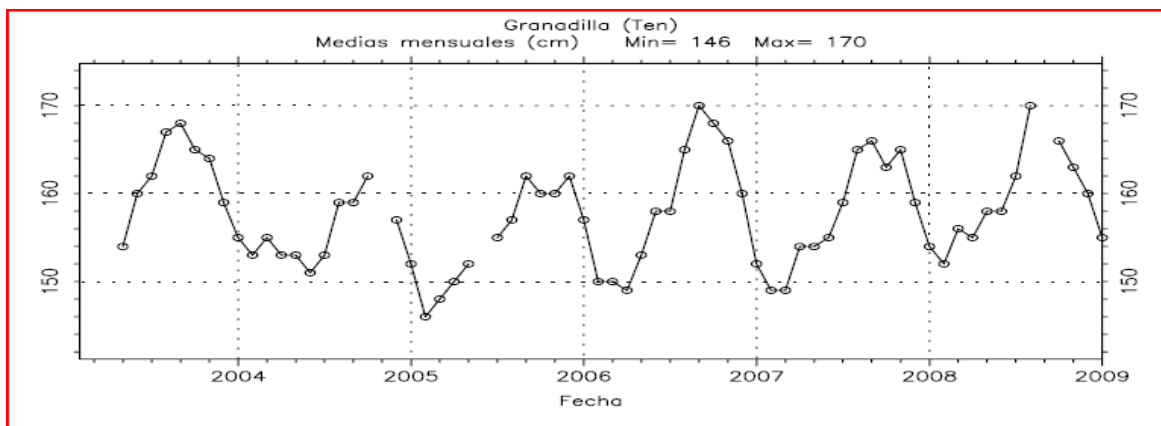


Figura 42. Histórico de medias mensuales 2004-2008, según el informe anual 2008 de REDMAR.



5.8 Corrientes

En el litoral de Granadilla fluyen tres tipos de corrientes marinas debido a la situación oceánica del archipiélago, al obstáculo que representan las siete islas emergiendo de profundidades abisales, y a las mareas, que acentúan o disminuyen los efectos de las anteriores:

- La Corriente de Canarias, de ámbito oceánico y comportamiento anticiclónico en el Atlántico Norte, suele ser débil, inferior a 25 cm/s, en aguas abiertas, pero puede alcanzar un nudo (50 cm/seg) debido al estrangulamiento entre las islas, o llegar a 2 nudos con flujo sostenido de vientos.
- La corriente inducida (cyclónica) que transcurre desde Punta La Rasca hasta Montaña Roja, originada por la conformación y orientación de la costa en este sector de la isla.
- Las corrientes de marea, que “corren hacia arriba” con la pleamar, y “hacia abajo” con la bajamar, siendo esta última de gran intensidad en los fondos someros de los salientes como la Punta del Camello, Punta de de Pelada y el frente de Montaña Roja, con velocidades que pueden superar los 60 cm/s (2,16 km/h).

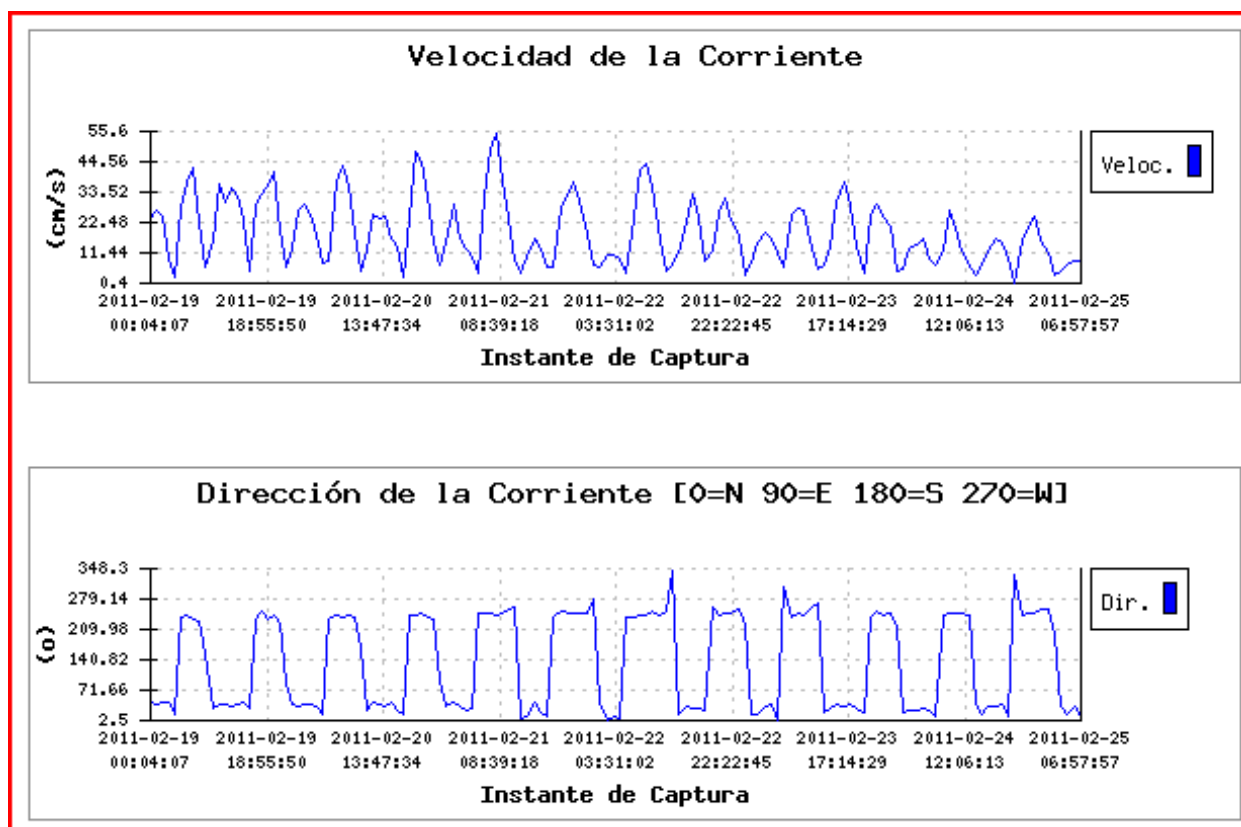


Figura 43. Ejemplo de los registros de la corriente en la boya de Granadilla (Febrero, 2011)

Las tres corrientes arriba mencionadas se combinan pero la de marea se hace sentir particularmente en los primeros 20 metros de profundidad, y hace que la dirección cambie dos veces al día en consonancia con las mareas (el momento que dura la inversión es breve). En Granadilla, con ocasión de los estudios iniciales del puerto, se registraron, por ejemplo, valores máximos



de corriente de 18 cm/s en dirección NE y 23 cm/s SW, pero de más de 39 cm/s a -25 m, donde ya no se producen inversiones de flujo (Hidtna¹⁵).

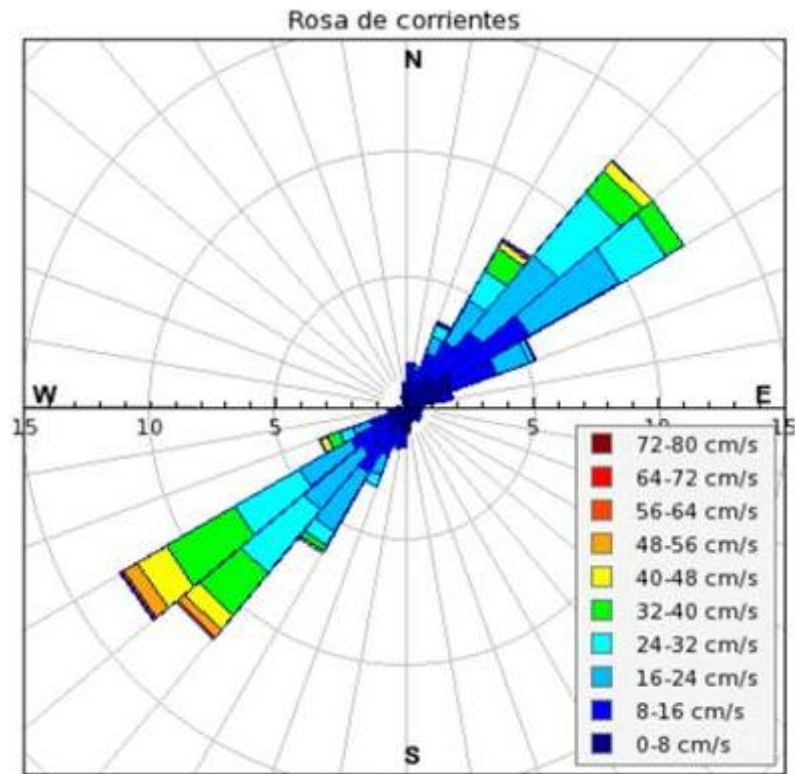


Figura 44. Rosa de velocidades de la corriente basada en valores medios (2.555 registros) durante 3,5 meses en Granadilla (boya del OAG situada sobre fondo de -14 m, a 430 m de la costa frente al ITER).

Los valores obtenidos por la boya del OAG cada hora a un metro de profundidad, entre el 16-10-2010 y el 30-1-2011, dan una velocidad media ponderada global de 18,03 cm/s, y una residual ponderada dirigida hacia el tercer cuadrante, de 4,48 cm/s. La velocidad máxima registrada en el primer cuadrante ha sido de 70,15 cm/s, y en el tercer cuadrante, de 70,12 cm/s.

Tabla 12. Velocidad de la corriente medida a -1m en la boya del OAG (3,5 meses)

Dirección	Cuadrante	Frecuencia	Velocidad media	Velocidad residual	Frecuencia
N	337,5° a 22,5°	5,69%	7,02 cm/s		
NE	22,5° a 67,5°	40,02%	18,70 cm/s		
E	67,5° a 112,5°	5,07%	5,93 cm/s		
SE	112,5° a 157,5°	2,63%	4,87 cm/s	1,44 cm/s	3,45%
S	157,5° a 202,5°	5,38%	8,35 cm/s	1,33 cm/s	11,07%
SW	202,5° a 247,5°	37,7%	23,82 cm/s	5,12 cm/s	77,72%
W	247,5° a 292,5°	2,67%	9,91 cm/s	3,98 cm/s	7,74%
NW	292,5° a 337,5°	0,82%	3,43 cm/s		

¹⁵ Mediciones los días 19-14 de noviembre de 1998 con un correntímetro manual (Braystoke STS) y seguimiento de trayectorias de biplanos.



5.9 Oleaje

La costa donde se ubica el puerto de Granadilla es un tramo bastante lineal de 18 km de largo entre la punta del Porís de Abona al NE y Montaña Roja al SW (ángulo 44°), en el sector meridional de la isla. En esta zona inciden tanto olas de viento como de fondo (“mar de leva”), dependiendo del cuadrante desde donde sopla el viento.



Figura 45. Disposición NE de la línea de costa. Rombo rojo = boya de oleaje “Granadilla”.

- Del primer cuadrante: Los alisios inciden del NE-NNE con un ángulo de 0 a 20° sobre la alineación general de la costa. El tamaño de ola rara vez rebasa los 2,5 m de altura y es menor de la que se observa a barlovento de la isla, donde el macizo de Anaga no hace de pantalla. Por ello no existe una correspondencia entre la fuerza del viento registrada en Granadilla y la altura de ola esperada (4-6 m) con la fuerza del viento habitual, según las tablas de correspondencia para mar abierto y sin limitación del *fetch* (ver Figura 47). Este oleaje es el más frecuente (61%), sobre todo en verano, cuando el centro del anticiclón de las Azores se sitúa más próximo al archipiélago que le da nombre y los alisios son más estables. Incide en la costa de Granadilla básicamente desde el E con un ángulo de 46° grados (46%) o del ENE con ángulo de 24° (15%).
- Del segundo cuadrante, situación rara (8%) y con oleaje débil debido al efecto de pantalla que ejerce la isla de Gran Canaria.
- Del tercer cuadrante, con “tiempo sur” o de “levante” (24 %). Las olas llegan desde orígenes lejanos y pueden venir acompañadas de viento en el caso de temporales oceánicos, aunque son más frecuentes en estados de calma relativa. En aguas abiertas las olas de fondo apenas se notan (onda muy larga), pero cuando se acercan a la orilla disminuyen la velocidad al contactar con los fondos someros y aumenta notablemente en altura, pudiendo superar los 3 metros con la posibilidad de alterar el perfil y constitución granular de las playas. Con ocasión de las borrascas atlánticas pueden superar los 5 m.



- Del cuarto cuadrante. El viento incide en la costa desde tierra, frecuentemente racheado y genera olas pequeñas. El agua es desplazada hacia fuera y provoca un afloramiento local de capas más profundas; suele durar pocas horas, sobre todo por las mañanas.

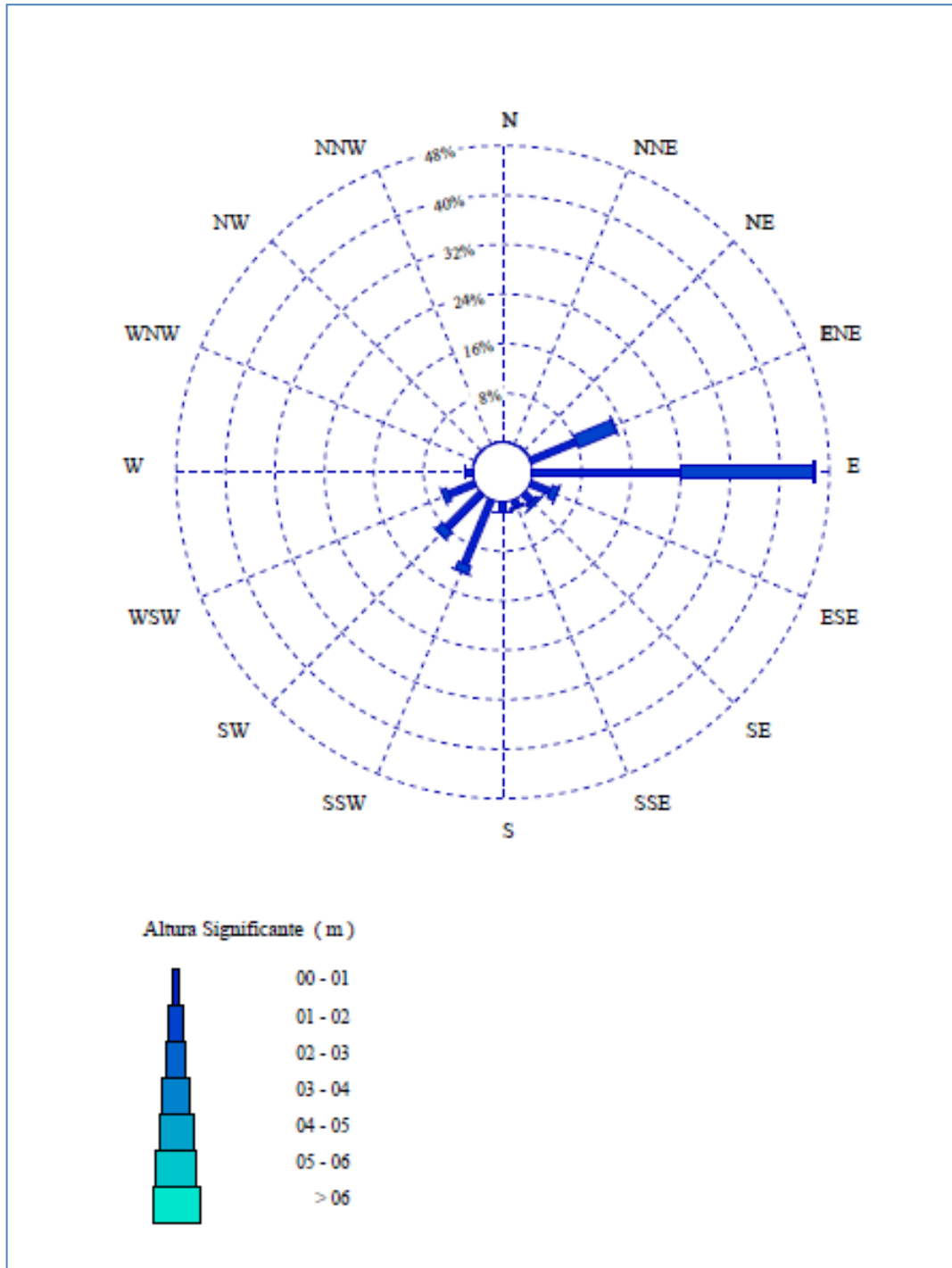


Figura 46. Rosa de oleaje (altura y dirección). Boya “Tenerife Sur”, período mayo 2003-agosto 2009 (43161 datos), eficacia 77.99%. Puertos del Estado (Informe de 11 de marzo 2010)

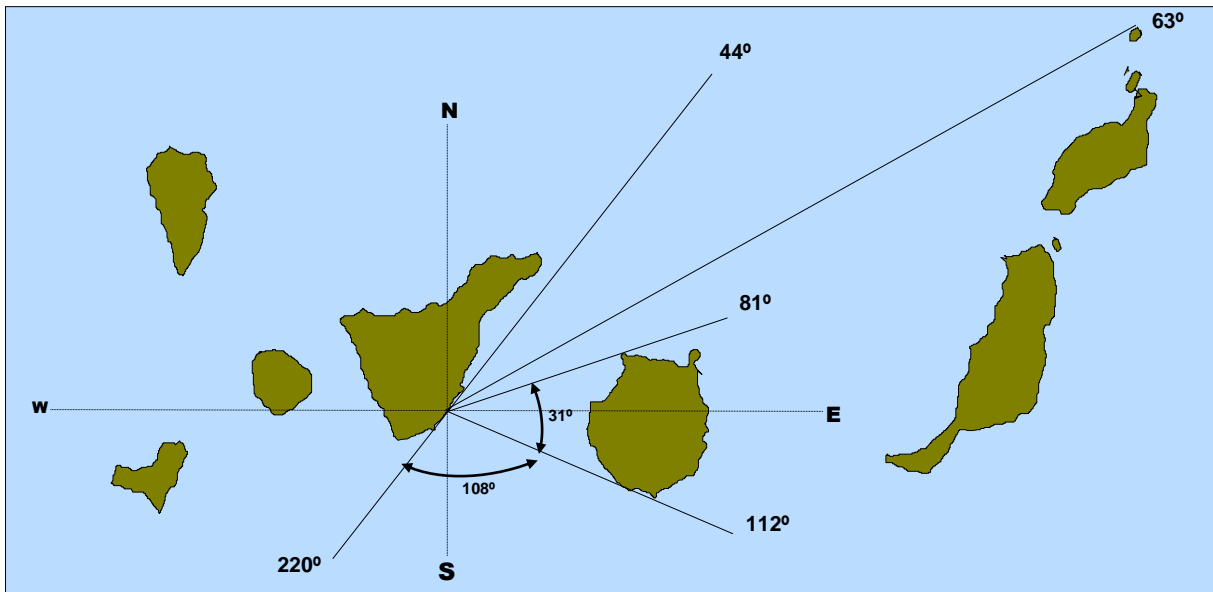


Figura 47. Exposición de Granadilla al oleaje (T. Cruz, 2010)

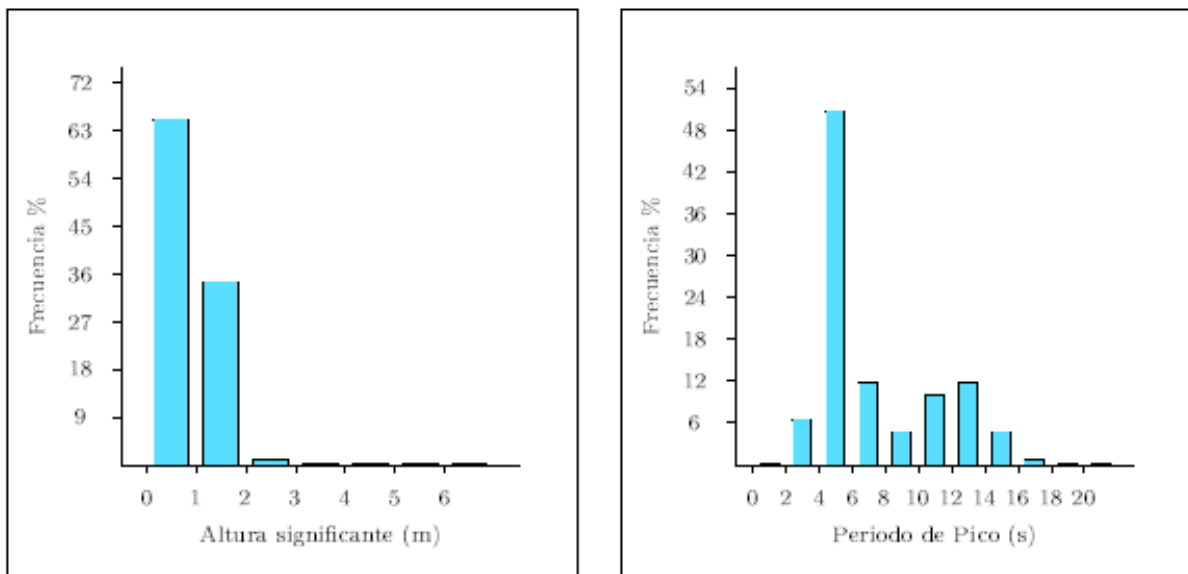


Figura 48. Distribución conjunta de altura y periodo de pico del oleaje. Estadística anual del período mayo 2003-agosto 2009 (43161 datos), eficacia 77.99%. Puertos del Estado (Informe de 11 de marzo 2010)

La altura significativa media de la ola es de 0,90 m, y la máxima de 3,04 m (registrada en invierno). Nótese que estos valores son algo inferiores a los esperados según las tablas de correlación de viento y oleaje al uso en situación de *fetch* no restringido. Las estaciones consideradas, lo mismo que el futuro puerto, se encuentran parcialmente protegidas por la propia isla de Tenerife o la vecina de Gran Canaria, que reducen el *fetch* considerablemente. En la Figura 47 se señalan los sectores que quedan expuestos y los que no.



Tabla 13. Fuerza del viento en diversas estaciones próximas a la ubicación del puerto (altura del anemómetro sobre el nivel del suelo o el mar indicada en metros)

Escala de Beaufort	AEMET, Reina Sofia 10 m (tierra)	AP, Granadilla 17 m (tierra)	ITER, Granadilla 30 m (tierra)	Boya del OAG 3 m (mar)
Fuerza 0	0,09%	pendiente	-	0,08%
Fuerza 1	0,59%		0,20%	3,41%
Fuerza 2	14,67%		24,75%	18,23%
Fuerza 3	25,85%		27,36%	29,52%
Fuerza 4	35,28%		25,79%	19,01%
Fuerza 5	19,73%		15,06%	15,09%
Fuerza 6	3,47%		5,71%	10,59%
Fuerza 7	0,31%		1,08%	3,53%
Fuerza 8	0,01%		0,05%	0,54%
Fuerza 9	-		-	-
Fuerza 10	-	-	-	-
Fuerza 11	-	-	-	-
Fuerza 12	-	-	-	-
Período	Julio 1987 a diciembre 2010	1998-2000	Enero 1997 a diciembre 2010	Octubre 2010 a enero 211
Posición	28°02'51"N 16°33'38"W	28°5'7"N 16°29'22"W	28°4' 17"N 16°30'48"W	28°3'40"N 16°30'32"W
Anemómetro	10 m (tierra)	17 m (tierra)	30 m (mar)	3 m (mar)

Tabla de correspondencias

Grados Douglas	Designación del mar	Altura de las olas	Escala Beaufort	Designación	Velocidad del viento	
					m/s	km/h
0	Calma	0 m	0	Calma	0 - 0.2	< 1
1	Rizada	0 - 0,10 m	1	Ventolina	0.3 - 1.5	1 - 5
			2	Brisa muy débil	1.6 - 3.3	6 - 11
2	Marejadilla	0,10 - 0,50 m	3	Brisa débil	3.4 - 5.4	12 - 19
3	Marejada	0,50 - 1,25 m	4	Brisa moderada	5.5 - 7.9	20 - 28
4	Fuerte marejada	1,25 - 2,50 m	5	Brisa fresca	8.0 - 10.7	29 - 38
5	Gruesa	2,50 - 4,00 m	6	Brisa fuerte	10.8 - 13.8	39 - 49
6	Muy gruesa	4 - 6 m	7	Viento fuerte	13.9 - 17.1	50 - 61
7	Arbolada	6 - 9 m	8	Temporal	17.2 - 20.7	62 - 74
			9	Temporal fuerte	20.8 - 24.4	75 - 88
8	Montañosa	9 - 14 m	10	Temporal duro	24.5 - 28.4	89 - 102
			11	Borrasca	28.5 - 32.6	103 - 117
9	Enorme	> 14 m	12	Huracán	> 32.7	> 118



5.10 Efectos del cambio climático

Los efectos del cambio climático se vienen haciendo notar en Canarias durante la última década, con un ligero calentamiento de las aguas y la consecuente alteración de las comunidades biológicas, que son tremendamente sensibles a este factor. La aparición de especies tropicales en aguas de El Hierro, o la disminución o desaparición de las especies de aguas más frías, en el Archipiélago Chinijo son consecuencia de la elevación de temperaturas o picos térmicos que están aconteciendo y que se manifiestan con más intensidad en los dos extremos climático-oceanográficos del archipiélago¹⁶. A nivel local, se aprecian cambios en el comportamiento de algunas especies (p.ej. época de reproducción), o un marcado declive en la dinámica poblacional, como viene ocurriendo con el mujo amarillo. Estas circunstancias hay que tenerlas presentes a la hora de evaluar datos viejos, ya que no se pueden extrapolar sin más, como si las condiciones naturales se hubieran mantenido estables.

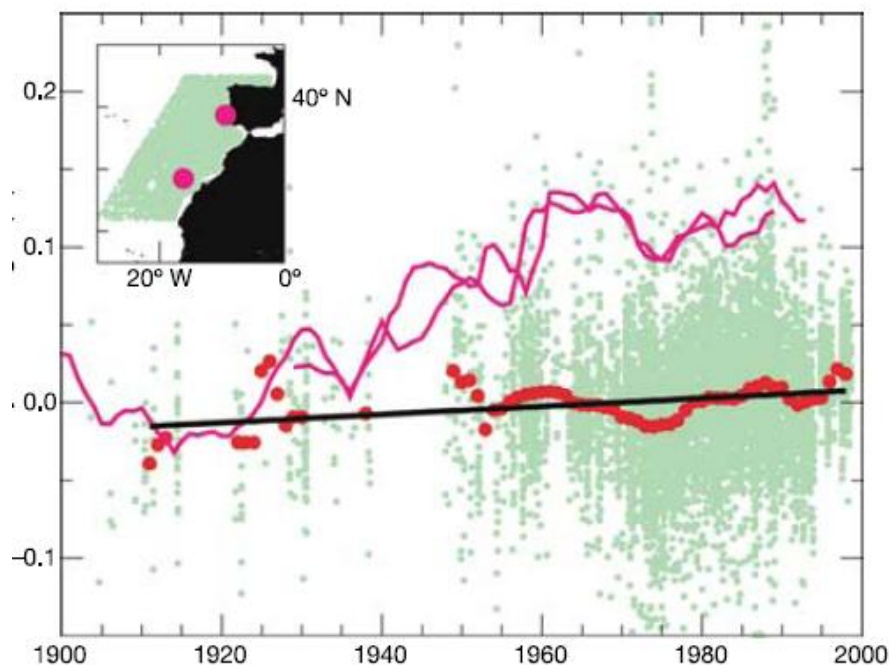


Figura 49. Variación en la altura dinámica en metros del nivel del mar en el Atlántico oriental, según datos hidrográficos. Tomado de Miller y Douglas (2004)¹⁷.

Según se desprende de la bibliografía consultada, en las aguas de Canarias se ha producido un incremento de 1-1,5°C en las temperaturas; el nivel del mar viene subiendo a razón de 1,9 mm por año, y el pH en 0,02 unidades. Parece que también la radiación ultravioleta se ha visto afectada por el cambio global, pero de momento no hay datos concluyentes para la zona de Canarias.

¹⁶ Brito Hernández, A. (2008). Influencia del calentamiento global sobre la biodiversidad marina de las islas Canarias. In J. Afonso Carrillo (eds.), *Naturaleza amenazada por los cambios en el clima*. (pp. 141-161). Series: Actas III Semana Científica Telesforo Bravo. Puerto de la Cruz: Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias.

¹⁷ Miller, L. & Douglas, B. (2004). Mass and volume contributions to twentieth-century global sea level rise. *Nature*, 428(march), 406-409.



6 SITUACIÓN DE REFERENCIA

6.1 Planteamiento y fuentes

El seguimiento de las condiciones ambientales del entorno de una obra concreta debe arrancar antes de la realización de cualquier intervención en el medio, es decir, en fase previa a las obras, para así obtener valores de referencia o “estado cero” de los diferentes parámetros ambientales afectados.

A raíz de la Declaración de Impacto Ambiental, en febrero de 2003, se acometieron varios estudios encaminados a definir el estado cero y completar la información contenida en el Estudio de Impacto Ambiental inicial hecho por Garome (diciembre 1999), cuyos registros datan en su mayoría de 1997. Esta información es recogida en un texto refundido elaborado por Hydra Consultores (Febrero 2002) y sirve de base a la Autoridad Portuaria para elaborar el *Plan de Vigilancia Ambiental de Granadilla*, en 2003. Luego, y tal como se comentó en la Introducción, el PVA de 2003, es revisado en mayo de 2005 y se le incorpora la vigilancia asociada a las medidas compensatorias impuestas por la Comisión Europea en su Dictamen de noviembre de 2006. En 2007, la Autoridad Portuaria redacta el *Informe de la fase previa del programa de vigilancia ambiental de las obras incluidas dentro del proyecto del puerto de Granadilla* (2007), con las expectativas de un pronto inicio de las obras.

La fase de obras del puerto de Granadilla comienza en febrero de 2009 y es entonces cuando concluye formalmente la fase de vigilancia previa que venía realizando la Autoridad Portuaria; sin embargo, la vigilancia de la fase de obras no pudo arrancar al quedar todo suspendido – incluida la aportación de los fondos asociados a esta fase– hasta el levantamiento de la suspensión cautelar de julio de 2010.

El tiempo transcurrido entre el estudio de impacto ambiental (1999), la aprobación del proyecto (2003), la elaboración del Plan de Vigilancia (2005) y el inicio de las obras (2010) es considerable y abarca casi una década. A lo largo de este dilatado periodo se ha estudiado varias veces la situación de referencia de algunos parámetros ambientales por si hubieran cambiado, pero de otros no, sin que existiera certeza alguna de que podrían asumirse como estado cero a la vista de la atípica y turbulenta tramitación de este proyecto de infraestructura portuaria (ver Informe de verificación de la EIA).

En general, las condiciones ambientales en el entorno marino de Granadilla no han sufrido alteraciones antrópicas significativas como para desechar por este motivo los datos previos existentes. No obstante, y a instancias del OAG, la Autoridad Portuaria encargó en agosto de 2008 un nuevo levantamiento bionómico de los fondos de Granadilla y del entonces lic Sebadales del Sur de Tenerife, por considerar que el último, realizado en 2004¹⁸, podría haber quedado obsoleto. Los resultados obtenidos reflejan que no ha habido variaciones significativas, por lo que, y dado su alto coste económico, no se ha vuelto a repetir en 2009 y 2010.

La situación en la parte terrestre de la obra es distinta. En los primeros años hubo algo de acopio de materiales y se han alteraron varias zonas sensiblemente, circunstancias que se han teni-

¹⁸ CIS (2004). *Asistencia técnica para la redacción del estudio bionómico lugar de interés comunitario sebadales del sur de Tenerife. Memoria*. CIS S.L. (159 + anexos pp.)



do en cuenta y que motivaron la realización de inventarios más recientes. Otros parámetros, como los definidores de la calidad del aire o transporte eólico, no tienen, en principio, por qué haberse visto alterados en los últimos años, al margen de los que son sus oscilaciones naturales.

En el presente informe, los datos con sus valores de referencia se estructuran según los siguientes apartados: Parámetro / Localización/ Valor /Fecha /Método /Fuente /Observaciones. Las fuentes a las que se puede hacer referencia son las siguientes:

1. **Álamo Torres, Fernando.** (2005). *Proyecto de actuación arqueológica del ámbito del proyecto: Nuevo proyecto en el litoral del polígono industrial de Granadilla.* Solitec - Sociedad Canaria de Ecogestión S.L. (47 pp.)
2. **Alonso Almaraz, S. & Puig Tudela, O.** (2008). *Informe TE/MMN/07/0030 Campaña inicial o base de control de la calidad atmosférica de principios año 2008: Emisiones de ruido puerto de Granadilla.* Santa Cruz de Tenerife. S.C. de Tenerife: ATISAE. (13 pp.)
3. **CIMA.** (2008). *Estudio bionómico del Lugar de Interés Comunitario (LIC) Sebadales del Sur de Tenerife.* La Laguna: Centro de Investigaciones Medioambientales del Atlántico S.L. (110 pp. + 3 DVD).
4. **de la Nuez Pestana, J.** (2008). *Informe conjunto de las campañas de los años 2005, 2006, 2007 y 2008 sobre el seguimiento del campo de dunas asociado a las playas del Médano y La Tejita.* (70 pp.)
5. **CIS** (2007). *Situación de referencia del estado de las comunidades marinas en la zona de afección de las obras en el puerto de Granadilla.* Santiago de Compostela: CIS. (Incluido dentro del informe de la fase previa del programa de vigilancia ambiental de las obras incluidas dentro del proyecto del puerto de Granadilla. Tomo II. Anejos del 1 al 4. (71 pp.)
6. **CIS** (2005). *Muestreo y caracterización de aguas, sedimentos y organismos en la zona de afección de las obras de Granadilla.* (ID. 05034). Santiago de Compostela: CIS - Centro de Investigaciones Submarinas. (64 pp.)
7. **CIS** (2007). *Estudio complementario al muestreo y caracterización de aguas, sedimentos y organismos en la zona de afección de las obras en el puerto de Granadilla (Tenerife).* (ID. 07106). Santiago de Compostela: CIS - Centro de Investigaciones Submarinas. (79 pp.)
8. **CIS** (2004). *Asistencia técnica para la redacción del estudio bionómico lugar de interés comunitario sebadales del sur de Tenerife. Memoria, cartografía y anexos.* CIS S.L. (159 pp.)
9. **GAROME** (1999). *Estudio de impacto ambiental. Proyecto de construcción del Puerto de Granadilla. Tomo 2.* Santa Cruz de Tenerife: Garomé Canarias S.L. (364 pp.)
10. **CIS** (2007). *Muestreo y caracterización de aguas, sedimentos en la zona de afección de las obras de Granadilla.* (ID. 07655). Santiago de Compostela: CIS - Centro de Investigaciones Submarinas. (6 pp.)
11. **Hernández Cabrera, A.** (2007). *Programa de vigilancia ambiental de las obras incluidas dentro del proyecto del puerto de Granadilla. Version 0.0.* Santa Cruz de Tenerife: Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife. (110 pp.)
12. **HIDTMA.** (1999). *Redacción del estudio de dinámica litoral en el puerto de Granadilla. Trabajos de campo.* Madrid/ Valencia: HIDTMA - Hidráulica y Medio Ambiente. (29, 1 plano, 5 tablas, 65 análisis granulométricos, 60 análisis mineralógicos pp.) Asistencia técnica para la redacción del estudio de dinámica litoral del puerto de Granadilla.



13. **HIDTMA.** (2005). *Estudio de correlación de las granulometrías de Granadilla y el Médano.* Madrid/ Valencia: HIDTMA - Hidráulica y Medio Ambiente. (26, 13 planos, 40 anejo 1, 110 anejo 2 pp.)
14. **HIDTMA.** (2008). *Asistencia técnica para la realización de campaña de seguimiento del lic ES7020120 "Sebadal de San Andrés". Campaña 2008.* (ID. 2008/033). Madrid / Valencia: HIDTMA. (70 pp.)
15. **ICIAC.** (2007). *Control y seguimiento de biodiversidad 2007. Plan de vigilancia del puerto industrial de Granadilla, Santa Cruz de Tenerife.* Santa Cruz de Tenerife: ICIAC - Instituto de Ciencias Ambientales de Canarias. (14 pp.). Plan de vigilancia ambiental del puerto de Granadilla. Tomo II. Anejos del 1 al 4.
16. **ICIAC.** (2007). *Seguimiento de la deposición de partículas (parámetros macroscópicos). Plan de vigilancia del puerto industrial de Granadilla (2007).* Santa Cruz de Tenerife: ICIAC - Instituto de Ciencias Ambientales de Canarias. (6 pp.)
17. **Mora Quintero, Javier I. & Hernández Cabrera, Almudena.** (2005). *Plan de vigilancia ambiental de las obras de abrigo del puerto de Granadilla.* (122 pp.)
18. **Mora Quintero, J. I. & Hernández Cabrera, A.** (2007). *Informe de la fase previa del programa de vigilancia ambiental de las obras incluidas dentro del proyecto del puerto de Granadilla. Tomo I. Memoria.* Santa Cruz de Tenerife: Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife. (130 pp.)
19. **Mora Quintero, J. I. & Hernández Cabrera, A.** (2007). *Informe de la fase previa del programa de vigilancia ambiental de las obras incluidas dentro del proyecto del puerto de Granadilla. Tomo II.* Santa Cruz de Tenerife: Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife.. Programa de vigilancia ambiental de las obras incluidas dentro del proyecto del puerto de Granadilla.
20. **Mora Quintero, J. I.** (2008). *Informe de la fase previa del programa de vigilancia ambiental de las obras incluidas dentro del proyecto del puerto de Granadilla. Campaña de referencia de calidad atmosférica.* S.C. de Tenerife: Autoridad portuaria de Santa Cruz de Tenerife. (31 pp.)
21. **Promar 2007.** ([2007]). *Mediciones sonoras del programa de vigilancia ambiental del proyecto de las obras del puerto de Granadilla: Fase previa.* Santa Cruz de La Laguna: PROMAR 2007 Investigaciones marinas. (46 pp.). Plan de vigilancia ambiental de Granadilla. Prom. Autoridad portuaria de Santa Cruz de Tenerife.
22. **Promar 2007** (2008). *Estudio batimétrico y geofísico de la zona del puerto de Granadilla, desde la zona del Río hasta Montaña Roja.* PROMAR 2007 Investigaciones Marinas, S/C de Tenerife.
23. **Puig Tudela, O. A. A. S.** (2007). *Informe de estudio de inmisión de partículas en suspensión. Campaña inicial o base de control de la calidad atmosférica: Emisiones de polvo del puerto de Granadilla.* Miranda de Ebro (Burgos): ATISAE - Asistencia Técnica Industrial. (12 pp.)
24. **Puig Tudela, O. A. A. S.** (2007). *Campaña inicial o de base de control de la calidad atmosférica: Emisiones de ruido. Puerto de Granadilla.* Miranda del Ebro (Burgos): ATISAE - Asistencia Técnica Industrial. (18 pp.)
25. **Alonso, C.** (2008). *Estudio batimétrico y geofísico de la zona del puerto de Granadilla, desde la zona del Río hasta Montaña Roja.* SC de Tenerife: Promar 2007 Investigaciones marinas.
26. **Santana Ríos, L.** (2007). *Comparativa de la 1ª, 2ª, 3ª, 4ª y 5ª campaña de perfiles topográficos de las playas de Ensenada de La Pelada, La Jaquita y El Médano.* Aemon07 Oceanográfico S.L.



6.2 Patrimonio arqueológico

Según el *Proyecto de actuación arqueológica en el ámbito del proyecto: Nuevo puerto en el litoral del Polígono Industrial de Granadilla. Fase I* (Solitec, 2005), los únicos yacimientos identificados que se ven afectados directamente por el proyecto del puerto de Granadilla (tras su reducción) son los reconocidos con código TA28 (UTM 28R 353021 3106919, 5 m) y TA29 (UTM 28R 352964 3106886, 5 m). Se trata de un paradero pastoril y un complejo ergológico (fondo de cabaña), respectivamente, localizados en la Punta del Camello. Estos yacimientos fueron excavados sistemáticamente con metodología arqueológica en septiembre de 2005, por lo que actualmente carecen de valor y quedan excluidos del programa de seguimiento. Esta zona será ocupada por la infraestructura portuaria.



Figura 50. Barranco del Charcón, al sur de la zona de obras, localidad donde se encuentra la mayoría de los yacimientos arqueológicos.

El PVA de Granadilla (2007) plantea hacer un seguimiento de los yacimientos ubicados en la periferia de la zona de obras, pero insertos en el ámbito de la Declaración de Impacto Ambiental, por si pudieran ser afectados indirectamente, y sin perjuicio de que tras la reducción del proyecto, hayan quedado mucho más alejados. Se trata en concreto de cinco yacimientos:



Yacimiento	TA442 estación de grabados rupestres
Localización	Barranco del Charcón, 5 m UTM 28R 351832 3106206
Valor	Se mantiene el original
Fecha	26 agosto 2010
Metodología	Observación directa y control de imagen fotográfica
Fuente	OAG
Observaciones	No ha sido afectado por las obras ni por vandalismo



Yacimiento	TA764 complejo ergológico
Localización	Barranco del Charcón, 5 m UTM 28R 351837 3106210
Valor	Se mantiene el original
Fecha	26 agosto 2010
Metodología	Observación directa y control de imagen fotográfica
Fuente	OAG
Observaciones	No ha sido afectado por las obras ni por vandalismo





Yacimiento	TA765 conchero	
Localización	Punta Cueva del Trigo, 5 m UTM 28R 351727 3105540	
Valor	Se mantiene el original	
Fecha	26 agosto 2010	
Metodología	Observación directa y control de imagen fotográfica	
Fuente	OAG	
Observaciones	No ha sido afectado por las obras ni por vandalismo	

Yacimiento	TA767 complejo ergológico	
Localización	Barranco del Charcón, 5 m UTM 28R 351933 3106278	
Valor	Se mantiene el original	
Fecha	26 agosto 2010	
Metodología	Observación directa y control de imagen fotográfica	
Fuente	OAG	
Observaciones	No ha sido afectado por las obras ni por vandalismo	

Yacimiento	TA768 conchero	
Localización	Barranco del Charcón, 5 m UTM 28R 351926 3106189	
Valor	Se mantiene el original	
Fecha	26 agosto 2010	
Metodología	Observación directa y control de imagen fotográfica	
Fuente	OAG	
Observaciones	No ha sido afectado por las obras ni por vandalismo	

Recomendación: La frecuencia de control planteada en el *Proyecto de actuación arqueológica* es quincenal durante la fase de obras (con informe mensual), periodicidad que nos parece excesiva, máxime habiéndose distanciado la zona de obras tras la última reducción del Proyecto. El yacimiento más próximo (TA767) queda ahora a 850 m, y el más alejado (TA765) a 1.500 m. Se propone reducir la frecuencia a un control trimestral, con informe anual.



6.3 Vegetación terrestre

Los inventarios de vegetación de las dos parcelas de control definidas por el PVA de Granadilla –en Montaña Pelada y en Punta del Vidrio– fueron realizados por el ICIAC en 2005 y repetidos en 2007. Al considerarse desfasados en el tiempo, el OAG ha acometido nuevos inventarios en julio de 2010; se cuestiona la utilidad de la segunda parcela y se propone sea sustituida por otra más próxima a la zona de obras, concretamente, frente a la Playa del Medio.

Para el inventario vegetal ha seguido la misma metodología empleada en las ocasiones anteriores: se contabiliza los ejemplares según especies y posteriormente se calcula el índice de Simpson y ambos constituyen el valor de referencia tomado por el OAG para futuras comparaciones en relación a la diversidad florística. Sin embargo, estos valores de referencia no pueden cotejarse con los previos por no haber garantías de que se han inventariado exactamente las mismas parcelas ya que no fueron señalizadas debidamente.

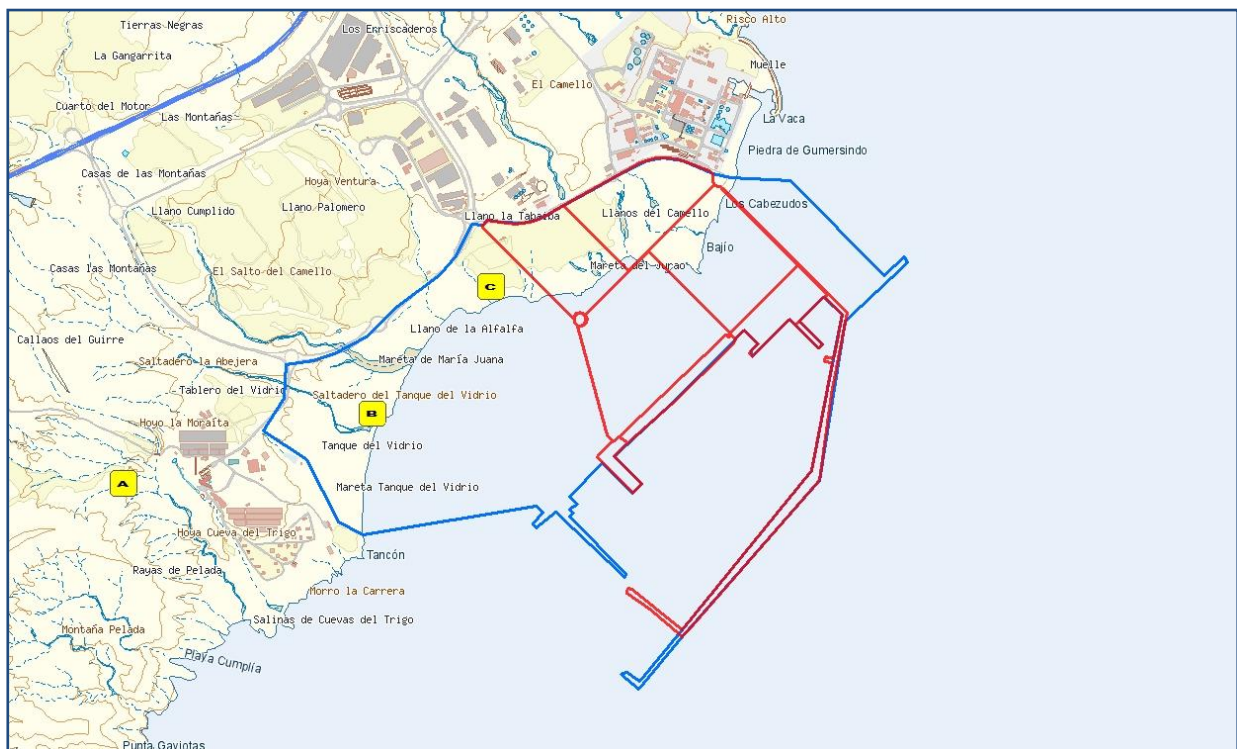


Figura 51. Ubicación de las parcelas: (1) Montaña Pelada, (2) Punta del Vidrio y (3) Playa del Medio. En rojo, dimensión actual del proyecto de puerto; en azul, antes de ser redimensionado

Hay que advertir, que la parcela (1) se encuentra en una zona protegida y bastante alejada al SW de la zona de obras (antes a 630 m, y ahora a 1.900 m), quedando situado entre medio el complejo del ITER (Instituto Tecnológico de Energías Renovables), donde últimamente se han realizado muchas obras de construcción. La parcela (2) quedaba antes dentro y ahora a 840 m de la zona de obras (incluida dentro de una zona de especial conservación (zec) de Natura 2000).



6.3.1 Parcela de Montaña Pelada

En la parcela de control de Montaña Pelada hubo que reponer dos de las marcas que la delimitan, y la posición recogida en los anteriores informes refiere al punto central y no a los cuatro vértices de la parcela, como cabría esperar. De cara al futuro, se ha concretado la parcela de 10 x 10 m con piedras pintadas en sus vértices.

Tabla 14. Valor de referencia de vegetación en la parcela de Montaña Pelada

Parámetro	Vegetación parcela de control A	
Localización	Montaña Pelada, barranco de La Abejera Orientación N-NE Pendiente 30% Altitud 50 m.s.m. UTM: 28R 350885 3105900	
Valor de referencia	ESPECIES	Ejemplares
	<i>Aizoon canariensis</i>	2
	<i>Argyranthemum frutescens</i>	4
	<i>Atalanthus sp.</i>	4
	<i>Cenchrus ciliaris</i> **	15
	<i>Ceropegia fusca</i> *	10
	<i>Euphorbia balsamifera</i> *	17
	<i>Euphorbia canariensis</i>	3
	<i>Euphorbia regis-jubae</i>	25
	<i>Helianthemum canariense</i>	1
	<i>Hyparrhenia hirta</i> **	300
	<i>Ifloga spicata</i> **	3
	<i>Launaea arborescens</i>	2
	<i>Lotus sessilifolius</i>	14
	<i>Micromeria hyssopifolia</i>	37
	<i>Monanthes pallens</i> *	2
	<i>Periploca laevigata</i>	13
	<i>Plantago afra</i> **	5
	<i>Plocama pendula</i> *	19
	<i>Scilla haemorrhoidalis</i> **	±100
	<i>Spec. indet.</i> **	3
	<i>Schizogyne sericea</i>	45
	TOTAL	624
Fecha	9 julio 2010	
Metodología	Conteo directo en parcela fija de 100 m ²	
Fuente	Inventario del OAG	
Observaciones	Cobertura vegetal = 65% Índice de Simpson = 7,56 (solo perennes)	



Figura 52. Aspecto de la parcela de control A, de Montaña Pelada



Figura 53. Vallado de la parcela C, del Lomo del Tanque del Vidrio(zec)

En la Tabla 14 y Tabla 15 se marcan con un asterisco (*) las especies indicadoras de estabilidad y cuya desaparición implicaría un cambio significativo en la composición florística. Con dos asteriscos (**) se marcan las especies herbáceas anuales, cuya presencia está muy influenciada por las condiciones fenológicas de cada año y momento en que se realiza el inventario. Sus fluctuaciones tendrán menor relevancia. Consecuentemente, los índices de diversidad de Simpson se han calculado solo para especies persistentes, es decir, eliminando las anuales.



6.3.2 Parcela del lomo del Tanque del Vidrio

Tras la reducción de la dimensión del puerto, la parcela blanco de Montaña Pelada señalada en el EsIA perdió eficacia como punto de referencia. Por ello, al redactarse el PVA de 2005 se ubicó una segunda parcela más próxima a la zona de obras, pero sin eliminar la anterior. Esta segunda parcela está en el lomo del Tanque del Vidrio, y coincide aproximadamente con una subparcela de la zec Piñamar de Granadilla, espacio protegido de la red Natura 2000, establecido posteriormente. La parcela original (ICIAC, 2005) abarcaba una superficie de 100 m² y tras el vallado de la zec hará unos dos años, quedó reducida a 70 m². Como zec, es objeto de seguimiento anual por parte de la Dirección General del Medio Natural del Gobierno de Canarias, en desarrollo del Plan de recuperación de la piñamar (*Atractylis preauxiana*), con particular atención a esta especie, lógicamente.

Tabla 15 Valor de referencia de la parcela del lomo del Tanque del Vidrio

Parámetro	Vegetación parcela de control C	
Localización	Lomo del Tanque del Vidrio Orientación Este Pendiente 3% Altitud 20 m.s.m. UTM: 28R 351978 3106226	
Valor de referencia	ESPECIES	Ejemplares
	<i>Aizoon canariensis</i>	3
	<i>Atractylis preauxiana</i> *	13
	<i>Atryplex glauca</i>	3
	<i>Beta patellaris</i>	3
	<i>Cenchrus ciliaris</i>	1
	<i>Euphorbia balsamifera</i>	12
	<i>Frankenia laevis</i> *	27
	<i>Heliotropium ramossissimum</i>	18
	<i>Ifloga spicata</i> **	10
	<i>Limonium pectinatum</i>	14
	<i>Lotus sessilifolius</i>	±130
	<i>Messembrianthemum nodiflorum</i> **	21
	<i>Plantago afra</i> **	7
	<i>Polycarpaea nivea</i> *(mal estado)	124 (6)
	<i>Schyzogyne sericea</i>	15
	<i>Spec.indet</i> **	7
	TOTAL	414
Fecha	11 junio 2010	
Metodología	Conteo directo en parcela de 70 m ²	
Fuente	Inventario del OAG	
Observaciones	Cobertura vegetal = 60% Índice de Simpson = 3,88 (solo perennes)	



6.4 Calidad atmosférica

El Plan de Vigilancia contempla once estaciones para el seguimiento de la calidad atmosférica, según se recoge en la Figura 54. Durante la fase previa se muestreó solo en tres de ellas. También a juicio del OAG, parece excesiva e innecesaria la densidad del muestreo originalmente planteada, además de casi prohibitiva económicamente. El fin perseguido se puede conseguir con tres estaciones situadas estratégicamente. En el mismo plano adjunto se señalan las estaciones que el OAG propone de cara al futuro seguimiento de la calidad atmosférica. Una primera al NE de las obras, otra en plena zona de obras (de carácter móvil) y la tercera al SW, a sotavento de las obras. La primera actuaría de zona testigo en condiciones climáticas normales.

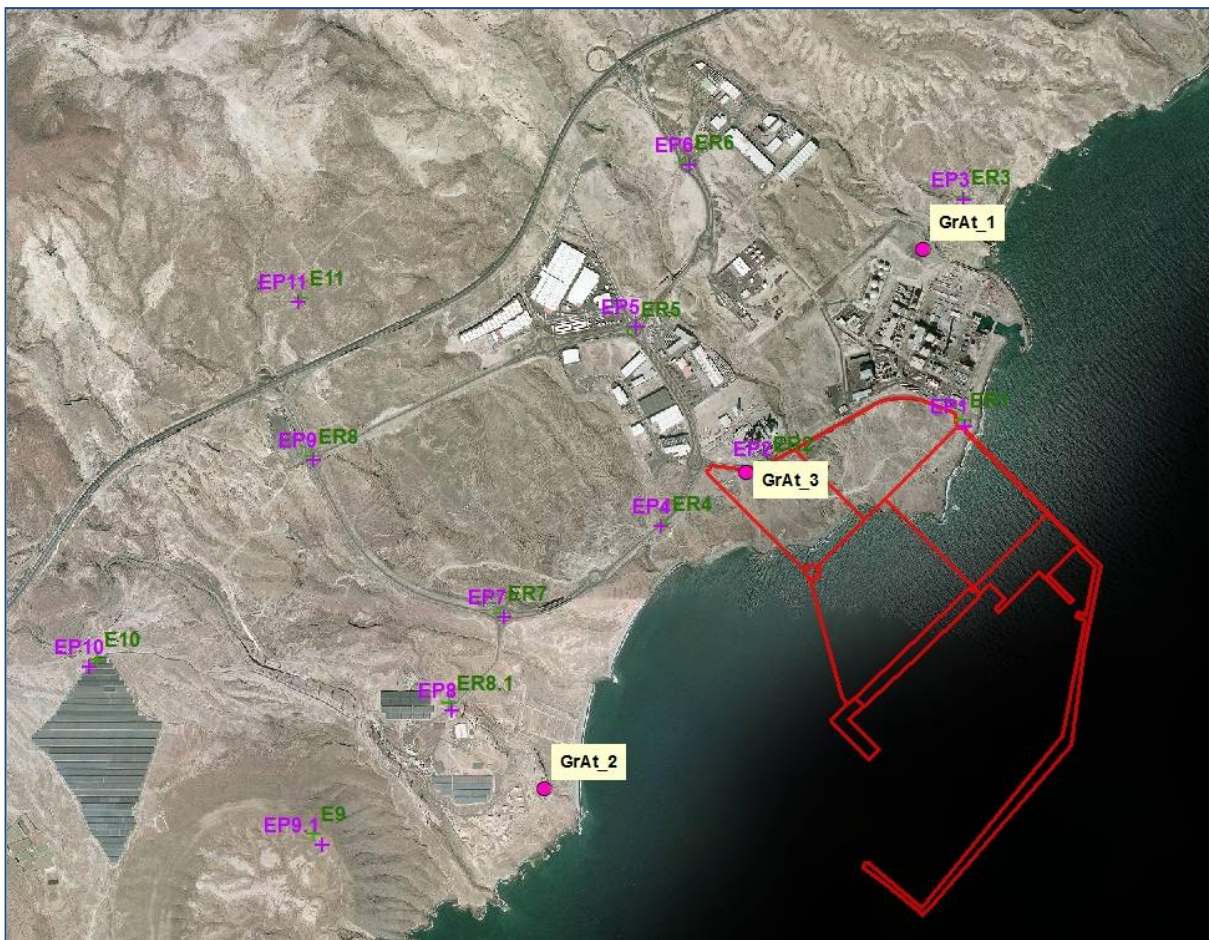


Figura 54. Localización de los puntos de muestreo de ruido (ER verde) y partículas en suspensión (EP rosa) según el planteamiento inicial del PVA de Granadilla, y estaciones propuestas por el OAG en negro sobre fondo amarillo (GrAt). En rojo, la planta del futuro puerto según proyecto de 2005.

El cambio de ubicación de las estaciones no interfiere en asumir los valores de referencia obtenidos en las otras estaciones, que son próximas. Para ubicar los puntos GrAt-1, y GrAt-3 se han elegido recintos seguros, donde los captadores estén vigilados. El primero cae en terreno vallado de Endesa, y el segundo en terrenos del ITER, habiéndose llegado a acuerdos con dichas entidades para poder instalarlos dentro de sus propiedades.



6.4.1 Partículas en suspensión

La gran diferencia entre los datos registrados durante la fase previa señalan algo que es conocido en la zona, y es la capacidad del viento de levantar polvareda independientemente de que haya obras o no, e incorporar polvo proveniente de gran distancia si el viento es fuerte.

Parámetro	Partículas en suspensión	
Localización	EP4 UTM 352263 3106793 EP7 UTM 351656 3106445	EP4-1 UTM 352507 3106063 EP8 UTM 351454 3106062
Valor de referencia Concentr. partículas Partículas totales	Valores promedio /día 8 - 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (media 20) 4.4333 - 17.333 μg	Valor promedio /día 115 - 450 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (media 283) 69.666 - 252.666 μg
Fecha	septiembre 2007	febrero - marzo 2008
Metodología	Captador de alto volumen (filtro de fibra de vidrio, y determinación gravimétrica) 2 x 3 muestras de 545 m^3N	Captador de alto volumen (filtro de fibra de vidrio, y determinación gravimétrica) 2 x 3 muestras 562 m^3N
Fuente	ATISAE (oct. 2007). <i>Informe de estudio de inmisión de partículas en suspensión. Campaña inicial o base de control de la calidad atmosférica: Emisiones de polvo del puerto de Granadilla.</i>	ATISAE (mar. 2008). <i>Campaña inicial o base de control de la calidad atmosférica de principios año 2008: Inmisión de partículas puerto de Granadilla.</i>
Condiciones ambientales	Presión atmosférica 1006,6 mb Temperatura media 26°C Viento 11,9 km/h S	Presión atmosférica 1019,6 mb Temperatura media 19°C Viento 19,8 km/h [NE]
Observación	----	Supera límite de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$

A efectos del seguimiento de la inmisión de partículas, lo que interesa es no superar el límite de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ establecido por la normativa¹⁹, si bien los valores registrados en 2008 –aunque sorprendentes en las condiciones de viento anotadas– lo superan con creces, en circunstancias teóricamente sin obras.

El OAG empleará captadores de bajo volumen automáticos y secuenciales LVS16 con cabezal PM10 (de hasta 16 filtros con 47 mm de Ø de haz) y ajustados a la normativa europea de captadores de bajo volumen (ICEN-14907), y una estación meteorológica propia e independiente (incorporada) pues se estima necesario medir la fuerza y dirección del viento durante el muestreo. Los valores de referencia obtenidos con captadores de alto volumen se pueden comparar con los que tome en el futuro el OAG con los de bajo volumen, siempre y cuando se correlacionen los equipos. Los captadores de las estaciones GrAt-1 y GrAt-3 son fijos y cuentan con aporte eléctrico. El captador de la estación GrAt-2 es una unidad móvil (baterías) por si hubiera que tomar medidas puntualmente en otros lugares (comprobaciones, quejas, intercomparaciones, etc.). La periodicidad consiste en tres muestreos mensuales de 24 horas de duración, distribuidos dentro de la misma semana (no necesariamente correlativos).

¹⁹ Decreto 833/75 que desarrolla la Ley 38/1972 de Protección de Medio Ambiente Atmosférico, modificado por Real Decreto 1321/92.



6.4.2 Parámetros macroscópicos

Para hacer un seguimiento del nivel de deposición de polvo sobre la vegetación, el PVA ha seleccionado el balo (*Plocama pendula*) como especie indicadora, escogiendo para su muestreo las mismas parcelas de Montaña Pelada y lomo del Tanque del Vidrio, que para el seguimiento de la vegetación.

Parámetro	Deposición de polvo sobre vegetación	
Localización	Montaña Pelada UTM: 28R 350885 3105900 Distancia a obra	Lomo del Tanque del Vidrio UTM: 28R 351978 3106226 Distancia a obra
Valor	Nivel ínfimo [no cuantificado]	Nivel ínfimo [no cuantificado]
Fecha	Septiembre 2007	Septiembre 2007
Metodología	Entre julio a septiembre se cortan 20 gramos de hojas de 10 ejemplares de <i>Plocama pendula</i> tomadas a 1 m del suelo; se lavan y recupera el polvo sobre filtro, y se seca a 90°C.	
Fuente	ICIAC (oct. 2007) Seguimiento de la deposición de partículas. Parámetros macroscópicos, 6 págs.	
Observaciones	Inspección visual de otras especies (cardón, etc.) revela niveles de deposición bajos.	Inspección visual de otras especies (cardón, etc.) revela niveles de deposición bajos.



Figura 55. Ejemplar de *Plocama pendula*

De cara al futuro seguimiento, el OAG propone tomar las muestras en los balos de la parcela B, situada a 180 m de las obras, y en balos situados como mínimo, al doble de distancia, donde los hubiere. Es esencial hacer el muestreo antes de las primeras lluvias otoñales.



6.4.3 Nivel sonoro

Según el PVA, las mediciones de ruido durante la fase de obras se harán cada mes (tres muestreos de un minuto en el mismo día), y además se realizarán tres campañas de 15 días de duración al año en las fechas de 1-15 de abril, del 1-15 de agosto y del 1-15 de diciembre en un horario de 11-13 horas (seis muestreos de 5 minutos). Los parámetros que se han de medir son:

- NS med. = el nivel de sonido medio integrado (L_{AEQ})
- NS máx. = el máximo nivel de presión sonora (L_{AFMAX})
- NS mín. = el mínimo nivel de presión sonora (L_{AFMIN})
- NS pico = el nivel máximo de pico de presión sonora (L_{CPK})
- Velocidad del viento y dirección del viento

Parámetro	Nivel sonoro diario	
Localización	ER4 UTM 352274 3106805 ER7 UTM 351642 3106459	ER4 UTM 352274 3106805 ER7 UTM 351642 3106459
Valor de referencia (medias de ambos puntos)	NS med. = 65,00 dB NS max. = 71,75 dB NS mín. = 57,15 dB NS pico = 89,50 dB	NS med. = 64,30 dB NS max. = 75,00 dB NS mín. = 57,70 dB NS pico = 90,70 dB
Fecha	29 febrero 2008	29 febrero 2008
Metodología	MEDICIÓN DIURNA Sonómetro integrador promediador , a partir de las 14:00h	MEDICIÓN NOCTURNA Sonómetro integrador promediador, a partir de las 22:05h
Fuente	ATISAE (2008) <i>Informe TE/MMN/07/0030 Campaña inicial o base de control de la calidad atmosférica de principios año 2008: Emisiones de ruido puerto de Granadilla</i> . Santa Cruz de Tenerife	
Condiciones ambientales	Velocidad viento = No consta Dirección del viento = No consta (posiblemente NE)	
Observación	NS máx= 65 dBA (8:00-22:00h) según Ordenanza municipal	NS máx = 60 dBA (22:00-8:00h) según la Ordenanza municipal

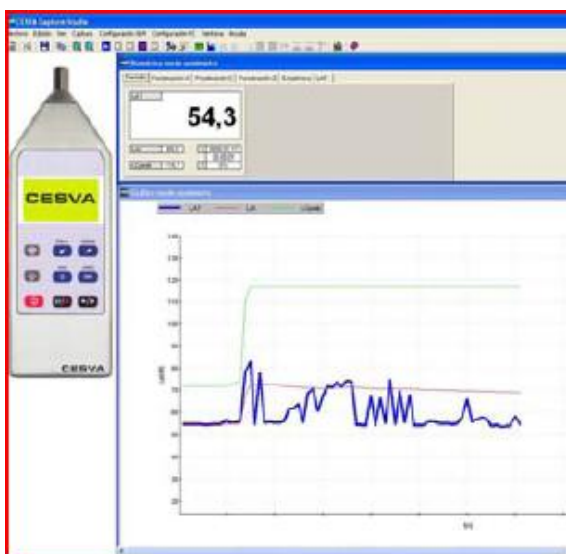
La Autoridad Portuaria encargó campañas de medición del ruido en 2007 y 2008. Se tomará como referencia la de 2008 por ser más reciente y reflejar un nivel sonoro en general más alto que en 2007, acorde con la situación de progresivo desarrollo del polígono industrial adyacente. Los valores registrados para NS de día pican el límite establecido por la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Granadilla²⁰, y el nivel nocturno lo sobrepasa. Esta circunstancia probablemente esté asociada al tránsito de aviones del aeropuerto Reina Sofía (ver NS_{pico}), que se encuentra próximo. Por ello, el OAG propone anotar durante la medición, el número de aviones que sobrevuelan la zona y analizar su aportación al nivel de ruido.

²⁰ Según el RD 1367/2007, los índices de ruido o valores límites de inmisión de ruido de los emisores acústicos en sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial son: $L_{k,d}$ 65 dB (diurno), y $L_{k,n}$ 55 dB (nocturno).



Parámetro	Nivel sonoro quincenal	
Localización	ER4 UTM 352274 3106805	ER7 UTM 351642 3106459
Valor de referencia	NS med. = 56,1 dB NS max. = 95,6 dB NS mín. = 39,7 dB NS pico = 89,50 dB	NS med. = 56,7 dB NS max. = 82,3 dB NS mín. = 34,2 dB NS pico = 90,70 dB
Fecha	1-15 de abril 2008	1-15 de abril 2008
Metodología	Sonómetro integrador promediador de precisión “tipo 1”, marca BK Precision modelo 7345 (homologado según UNE 21-214-75). Ponderación de frecuencia en “A” (oído humano 31,5-8 Hz), medida en rango 30-130 dB cada 0,5 segundos y resolución de 0,1dB.	
Fuente	Promar2007 (2008). Mediciones sonoras del programa de vigilancia ambiental previo al Proyecto de las obras del puerto de Granadilla: fase previa.	
Condiciones ambientales	Velocidad viento 5,5-50 km/h Predominio E y ENE	Velocidad viento 5,6-55,6 km/h Predominio E y ENE
Observación	NS máx = 65 dBA según la Ordenanza municipal	NS máx = 60 dBA según la Ordenanza municipal

El nivel sonoro quincenal medido cumple con las normativas vigentes, al dar valores medios por debajo de los límites establecidos. Las fuentes de ruido anotadas por Promar2007 son: Tráfico rodado, viento, molinos del ITER e industrias de los alrededores. Hay que añadir a este inventario el tráfico aéreo.



Para las mediciones de referencia se han utilizado dos puntos situados aproximadamente a 250 metros y 1000 metros en dirección SE del puerto, estaciones ER4 y ER7 (ver Figura 54). El PVA presenta un conjunto de 12 estaciones, a juicio del OAG, excesivo para el fin que se pretende. Se propone limitar las mediciones a la estación ER4, externa a la zona de obras, ER2 zona de casetas y entrada a las obras, y ER1, zona de arranque de las zonas de abrigo. Todo ello, sin perjuicio de incrementar el número de muestreos si se estima oportuno. Más adelante, y cuando ya esté construida la llanada destinada a contenedores, convendría establecer una cuarta y nueva estación en su ámbito.

Figura 56. Sonómetro Cesva SC160 (tipo 2, homologado) adquirido por el OAG, junto con la aplicación Capture Studio y equipo de calibración.



6.5 Ocupación del suelo

Se han seleccionado una ortofoto de la costa de Granadilla correspondientes al 6 de febrero de 2010, tomada por Grafcan con alta resolución y que refleja con detalle el estado de ocupación del suelo previo al inicio de las obras. Estas fotos las realiza Grafcan con regularidad y permiten hacer un seguimiento muy pormenorizado dada la alta resolución que aplican en las zonas urbanas (12,5 cm), frente al habitual (50 cm).



Figura 57. Ortofoto de la zona de obras del puerto de Granadilla, 2010 (Grafcan).

La única construcción apreciable en la foto adjunta (Figura 57) es el pequeño umbráculo levantado en el sector oriental (rectángulo demarcado en negro) destinado a albergar las plantas objeto de trasplante. De resto, solo existen varias pistas que atraviesan la zona y algunas instalaciones temporales en la costa (casetas, chamizos etc.) ocupadas por campistas y usuarios espontáneos de la costa. Las instalaciones de algunos usuarios, no tan espontáneos (Figura 58) existían en Junio de 2010, pero ya no a fecha de 31 de diciembre de 2010.



Figura 58. Instalación semi-permanente en la zona de obras (foto 15/4/2008)



Figura 59. Campistas en costa de Granadilla, según ortofoto de 2010 (Grafcan)



6.6 Geomorfología y geodinámica costera

6.6.1 Campo de dunas El Médano – La Tejita

Se han realizado campañas de seguimiento del campo de dunas durante los años 2005, 2006, 2007 y 2008, lo que permite obtener valores de transporte de arenas con buena fiabilidad y adecuados referencia de cara al futuro. Por otra parte, la principal conclusión del estudio realizado es que el campo de dunas está prácticamente detenido por las siguientes causas:

- La vegetación que crece sobre él.
- El efecto pantalla de las edificaciones de El Médano y de las coladas piroclásticas que afloran en la playa de El Médano.
- Los obstáculos existentes: carretera, camino vecinas, barranqueras, acumulaciones de escombros y una antigua pista de aterrizaje en desuso.
- La exigua cantidad de arena trasportable por la escasa anchura de la playa seca del Médano.

Parámetro	Campo de dunas El Médano – La Tejita
Localización	Faja de terreno entre El Médano y La Tejita
Situación de referencia	Recogida en plano geológico (ver Figura 61) Ortofoto de Grafcan (resolución 19 cm).
Transporte anual	Entre 1.250 m ³ y 4.000 m ³ de arena, desde la playa de El Médano
Fecha	Levantamiento de 2008 y ortofoto de 2010. Muestreo de transporte entre 2005 y 2008
Metodología	Cartografiado geológico (incluyendo litología) a escala E: 1:2000. Muestreo de sedimento en campañas semestrales de uno a tres meses, y promedio de cuatro a ocho trampas.
Fuente	de la Nuez Pestana, J. (2008). <i>Informe conjunto de las campañas de los años 2005, 2006, 2007 y 2008 sobre el seguimiento del campo de dunas asociado a las playas del Médano y La Tejita.</i>
Observación	La velocidad mínima del viento para el transporte de arena en la playa del Médano es de unos 7,5 m/s (a 10 m de altura). La dirección óptima del viento para el arrastre de arena hacia las dunas oscila entre 30 y 70° N. La tasa de transporte real es mucho menor (unas 10 veces) que la tasa de transporte potencial calculada a partir de velocidades del viento < 15 m/s en la playa del Médano, y 100 veces en La Tejita.

Parte de la arena que sale de la playa del Médano es arrastrada en otras direcciones, sin llegar a La Tejita. La Tejita acabará perdiendo arena de forma natural por el mar.

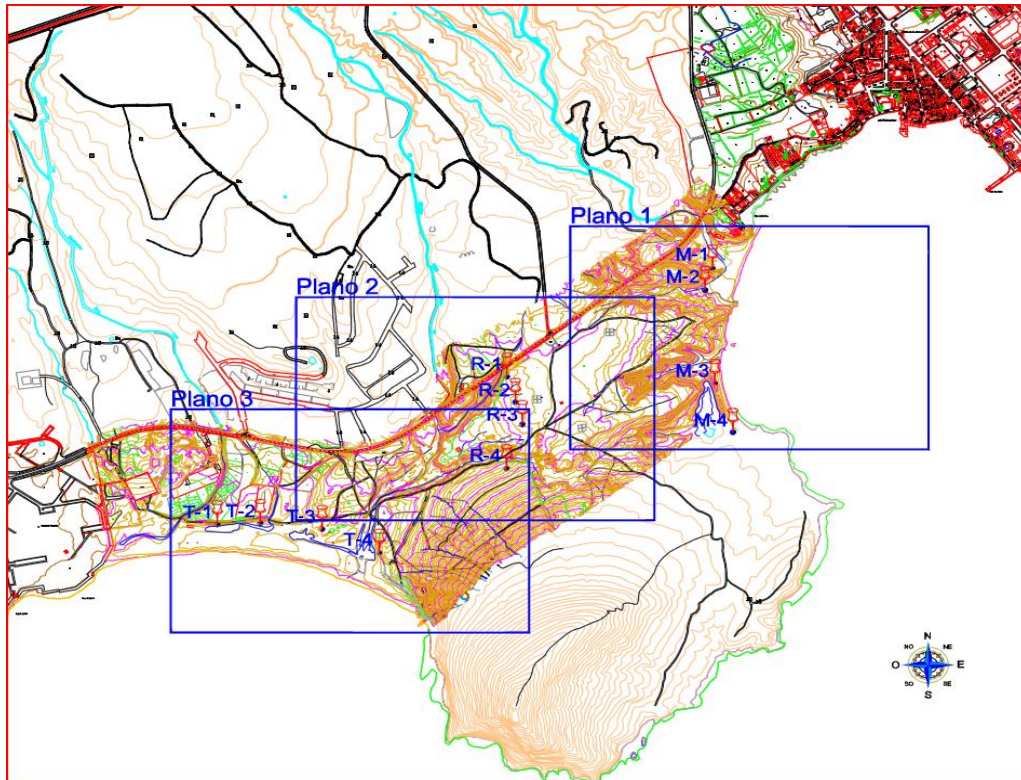


Figura 60. Ámbito de la cartografía del campo de dunas elaborado por J. de la Nuez Pestana

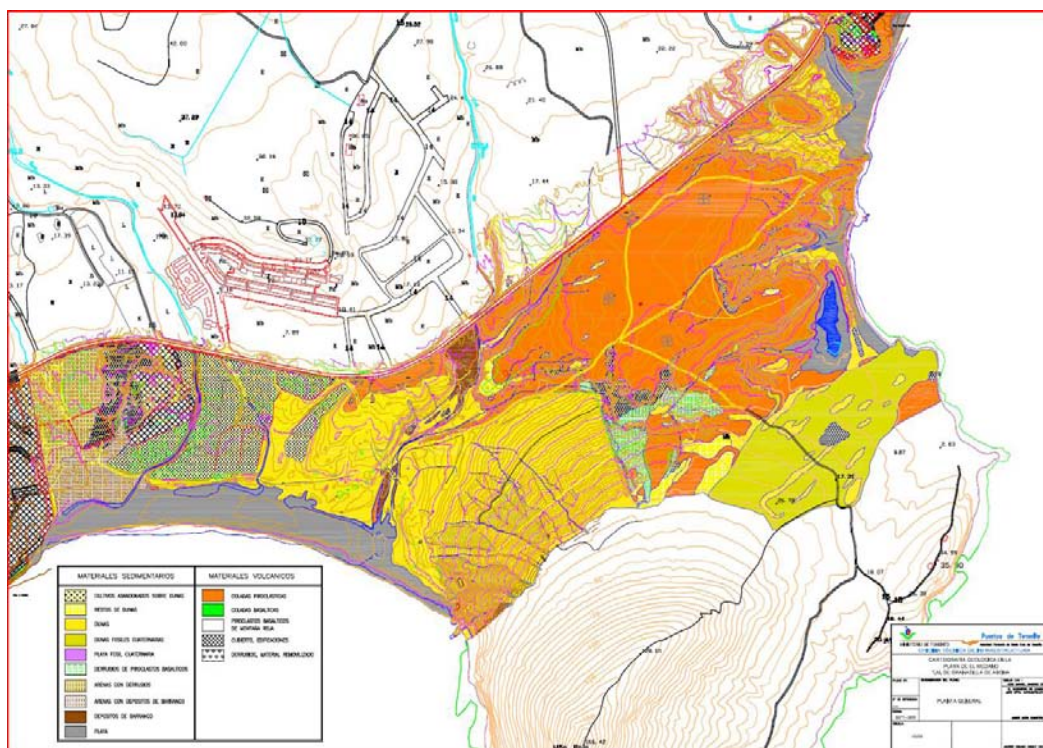


Figura 61. Cartografía geológica (materiales volcánicos y sedimentarios) de la zona del campo de dunas



6.6.2 Batimetría de playas próximas

Las batimetrías de las playas de La Pelada, La Jaquita, El Médano y La Tejita se han repetido anualmente por varias empresas desde agosto de 2004 hasta 2008. Esta última, realizada por la empresa Promar, abarca desde la desembocadura del barranco del Río, hasta la playa de la Tejita, y se toma como punto de referencia a efectos del PVA de Granadilla.

Parámetro	Batimetría
Localización	Desde playa de la Jaquita hasta Montaña Roja
Valor de referencia	Plano nº 9.1.5
Fecha	8-13 noviembre de 2007
Metodología	Sonda multihaz (modelo Reson SVP 15), lanzado hasta -30 m. Datos procesados con Hysweep y Hypack Max de Coastal Oceanographics Inc. Geopulse para la geofísica.
Fuente	Promar 2007 (2008). <i>Estudio batimétrico y geofísico de la zona del puerto de Granadilla, desde la zona del Río hasta Montaña Roja</i> . S/C de Tenerife.
Observación	La estación base del GPS se ubicó en el vértice geodésico Bocinegro (X= 348505.876 m, Y= 3101592.858 m y Z=36.449 m). La diferencia del nivel cero del puerto al nivel cero del mar es de 1,48 m.

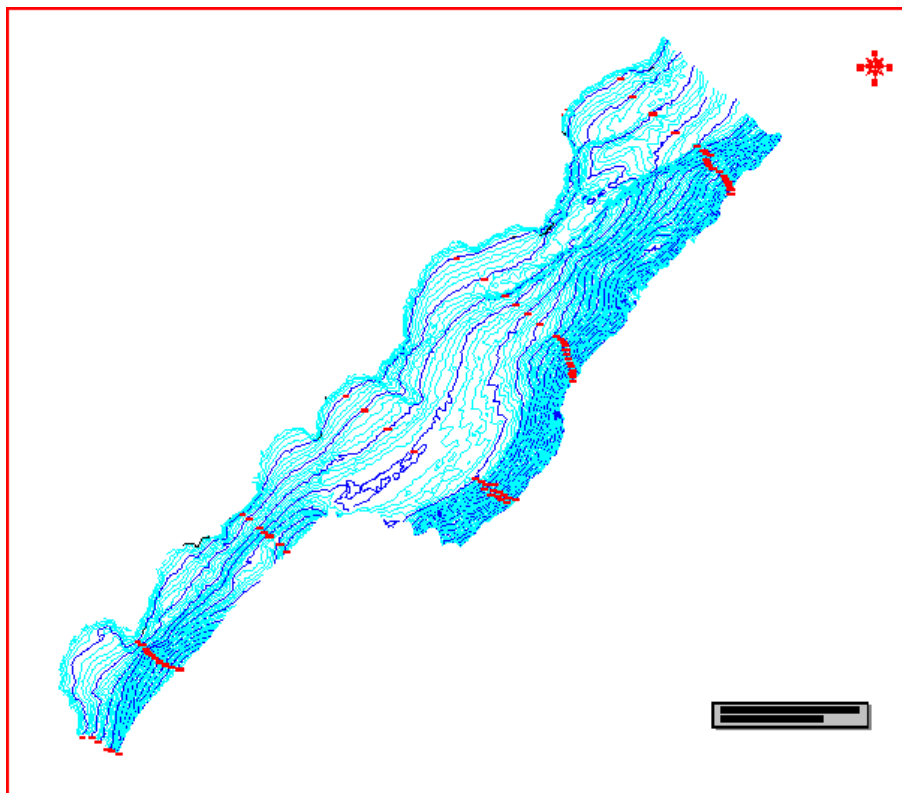


Figura 62. Batimetría de la costa de Granadilla levantada por Promar2007



6.6.3 Perfiles transversales de las playas próximas

Cabe decir lo mismo que en el apartado anterior. Los perfiles transversales más recientes, realizados por la empresa Aemon07, corresponden a 2007, y se toman como valor de referencia.

Parámetro	Perfiles transversales		
Localización	La Pelada	La Jaquita	El Médano
Valor de referencia	Plano 2.1 Perfiles 1-4	Planos 3.1 - 3.7 Perfiles 1-24	Planos 4.1 - 4.10 Perfiles 1-32
Fecha	Junio - septiembre de 2007 y marzo – noviembre de 2008		
Metodología	Los perfiles transversales se realizaron cada 25 metros a lo largo de las playas, por medición directa jalonada cada dos metros		
Fuente	Aemon07 (2007). <i>Comparativa de 1ª, 2ª, 3ª, 4ª y 5ª campaña de perfiles topográficos de las playas de Ensenada de La Pelada, La Jaquita y El Médano.</i>		
Observación	También existen perfiles comparados de las playas del Medio, del Vidrio y de los Tarajales (campañas previas, p.ej. 2004).		

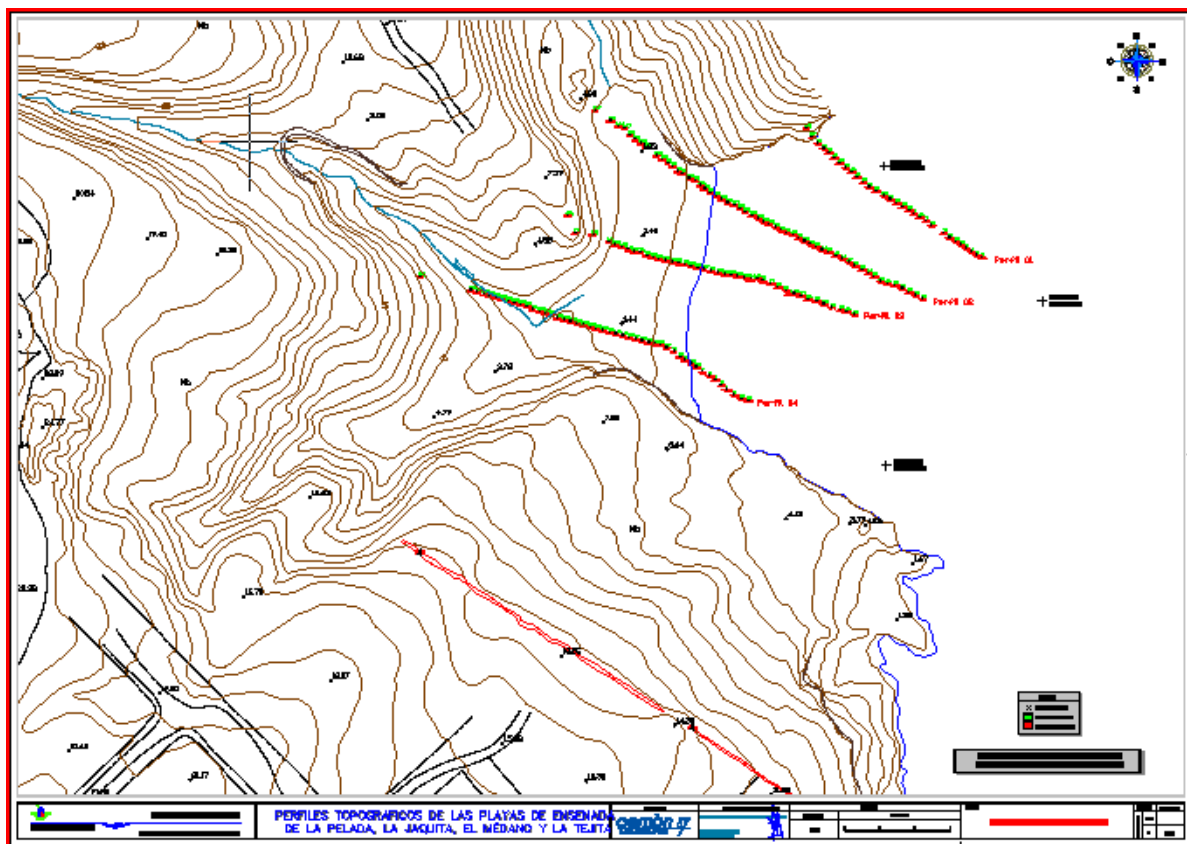


Figura 63. Ejemplo del recorrido para los perfiles levantados en la playa de La Pelada (AEMON, 2004)



Se usarán las ortofotos tomadas por Grafcan en 2009, con resolución de 50 cm, como referencia de cara a detectar modificaciones de las playas y resto de la costa. Algunos sectores cuentan con ortofotos de febrero 2010 (resolución de 12,5 cm), y éstas tendrán preferencia.



Figura 64.
Playa de La Tejita, 2009



Figura 65
Playa de El Médano, 2009



6.6.4 Granulometría

Con ocasión de la redacción del proyecto del puerto de Granadilla, en 1998 se realizaron estudios granulométricos y mineralógicos basados en la toma de 72 muestras a lo largo de las playas que jalonan la costa. Al margen de estos trabajos y con posterioridad, se completaron estudios de correlación granulométrica entre la zona del puerto y el Médano (p.ej. Hidtma 2005). Sin embargo, tomamos como referencia los valores referidos por Hidtma (1999) por compilar también los datos de estudios previos (Puertos de Tenerife, Iberinsa, etc.) y facilitar la comparación entre las diferentes playas.

Parámetro	Granulometría			
Localización	Playa de los Tarajales	Playa del Tanque del Vidrio	Playa de El Médano (N-S)	Playa de La Tejita
Bioclastos (B)	3%	4%	10%	28%
Rocas volcánicas (FR)	66%	65%	36%	28%
Restos minerales (M)	23%	22%	42%	34%
Feldespatos, etc. (Fs)	8%	7%	9%	10%
Caracterización según tamaño de grano	Arenas medias y gruesas	Arenas medias y gruesas	Arenas finas	Arenas medias y finas
Forma (redondez) del grano	FR subredondos FS,M,B angulosos	FR subangulosos F,M, B angulosos	FR subredondos FS,M subangulosos	
Fecha	Noviembre 1998			
Metodología	Análisis granulométrico (torre de tamices de malla decreciente y pesada según fracciones; análisis a la lupa binocular).			
Fuente	Hidtma (1999). <i>Redacción del estudio de dinámica litoral en el puerto de Granadilla. Trabajos de campo.</i>			
Observación	El porcentaje de los componentes de origen inorgánico va aumentando hacia la costa. La mayor concentración de Fs y M se da entre -2 y -4 m.			

En la costa estudiada se distinguen dos tramos diferenciados por su granulometría y composición mineralógica:

- El tramo de las playa de La Tejita, El Médano y La Jaquita cuenta con un porcentaje de bioclastos parecido al de fragmentos de roca volcánica y feldespatos, y una cantidad elevada de minerales caracterizados por la biotita. El origen posible de los bioclastos ha sido atribuido a conchas, aunque probablemente se trate de restos (rodolitos) del confite o algas calcáreas que crecen por debajo de las zonas arenosas, a mayor profundidad
- El tramo formado por la costa de Montaña Pelada hasta la playa de Los Tarajales (y sigue hasta Tajao), con un elevado porcentaje de roca volcánica ($\geq 60\%$), menor de feldespatos y minerales (casi sin biotita) y un porcentaje muy pequeño de bioclastos.



6.6.5 Tasa de sedimentación

En la fase previa (2007 y 2008-2009) se instalaron cinco trampas de sedimentos que fueron revisadas a los 332, 54, 78 y 78 días, si bien los diámetros de los tubos colectores variaron de 60, 70, 75 y 60 cm respectivamente. Los datos de sedimentación obtenidos hay que tomarlos con ciertas cautelas porque no fueron revisadas con la periodicidad adecuada, y los tubos fueron visitados u ocupados por animales que seguramente distorsionaron los registros.

Parámetro	Tasa de sedimentación				
Localización	TRSED1 X 352122 Y 3105003 -18 m	TRSED2 X 351714 Y 3150107 -10 m	TRSED3 X 349181 Y 3102413 -13 m	TRSED4 X 350657 Y 3103823 -24 m	TRSED5 X 354170 Y 3107971 -12 m
Valor de referencia	1,75 gr/m ² x día	20,10 gr/m ² x día	3,49 gr/m ² x día	4,63 gr/m ² x día	35,38 gr/m ² x día
Fecha	2008-2009	2008-2009	2008-2009	2008-2009	2008-2009
Metodología	Colector de tubo plástico de PVC, sujeto sobre base de hormigón,				
Fuente	Promar (2009). <i>Instalación de trampas de sedimentos, previo al inicio de las obras de Granadilla (2007). Revisión y sustitución de trampas de sedimentos, previo al inicio de las obras incluidas en el proyecto del puerto de Granadilla (2008 y 2009)</i>				
Observación	Ver ubicación de estaciones y modelo de trampa sedimentaria propuesto por el OAG en apartado 4.8 Dinámica sedimentaria, en la página 29.				

Figura 66. Las trampas de sedimento empleadas durante la fase previa facilitan la entrada de moluscos a su interior y la base perturba el fondo a la vez que se hunde (Foto Promar).





6.7 Medio marino

El PVA plantea un total de 54 estaciones de muestreo para determinar la calidad de las aguas y sedimentos, sujeto a replanteamiento en función de los resultados obtenidos de la fase previa. La empresa CIS realizó muestreos y analíticas en 2005, completados posteriormente con analítica de metales pesados en 2007.

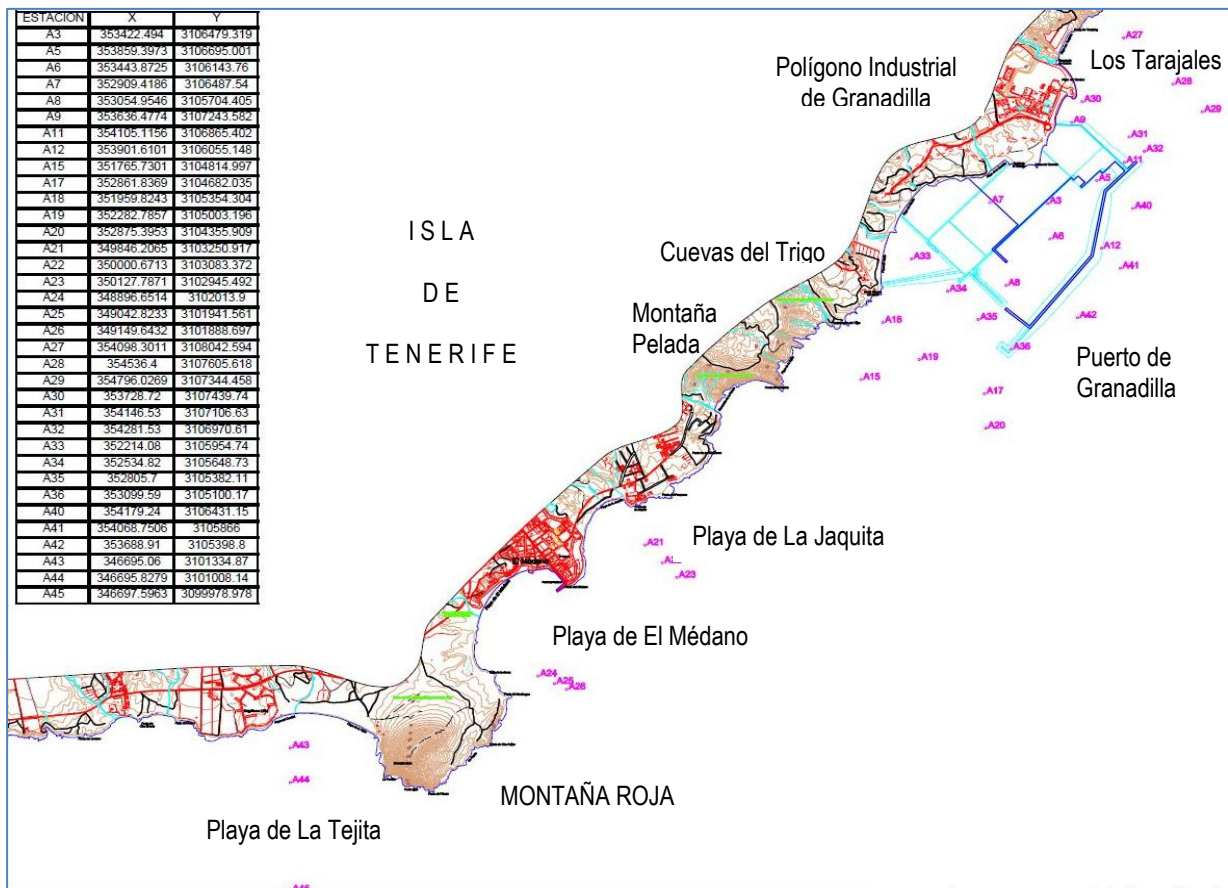


Figura 67. Estaciones de muestreo de calidad de aguas a lo largo de la costa según el PVA (2005)

Para concretar los valores de referencia se han tomado los resultados analíticos promedio de series de tres muestras según transectos perpendiculares a la costa (uno o dos, en caso de sedimentos). Las estaciones con datos seleccionadas son las siguientes:

- Perpendicular a playa de los Tarajales..... Estaciones A27, A28 y A29
- Perpendicular a las Cuevas del Trigo..... Estaciones A18, A19 y A20
- Perpendicular a la playa de La Jaquita Estaciones A21, A22 y A23
- Al sur de la Bahía del Médano Estaciones A24, A25 y A26

Las fuentes de los datos son las mismas para aguas y sedimentos: CIS (2005). *Muestreo y caracterización de aguas, sedimentos y organismos en la zona de afección de las obras en el puerto de Granadilla (Tenerife)* y el estudio complementario realizado por la misma empresa en 2007.



6.7.1 Calidad de agua

Las muestras se tomaron en cada estación en superficie, a media profundidad y en el fondo mediante sonda multiparamétrica y las destinadas a analítica de laboratorio a un metro de profundidad. Los valores se han promediado, salvo para la clorofila. Se añade el rango obtenido en la boya del OAG equipada con sensores analíticos y muestreo a tres niveles.

Parámetros oceanográficos						
Localización		El Médano	La Jaquita	Cueva Trigo	Tarajales	Boya OAG
Temperatura	°C	18,76	18,61	18,83	18,60	19,97-24,65
Turbidez	NTU	16,50	15,00	15,66	14,75	0-60,3
Salinidad	‰	40,04	40,4	40,4	40,03	36,53-37,34
Materia susp.	mgC/l	6,33	51,66	16,00	16,33	-
O ₂ disuelto	ml/l	19,25	19,23	19,21	19,23	6,4-7,15
Clorofila supf.	µg/l	4,3	3,8	4,1	3,9	-
“ media	µg/l	2,4	2,6	2,4	2,6	-
“ fondo	µg/l	2,2	1,5	2,0	2,0	-
pH	ud. PH	8,31	8,34	8,33	8,32	8,09-8,23
Redox -1 m	mV	-	-	-	-	1,38-22,5
Redox -14 m	mV	-	-	-	-	1,32-21,5
Muestras		A24-A26	A21-A23	A18-A20	A27-A29	TGR001
Fecha		Febrero de 2005				3 meses*
Metodología		Sonda multiparamétrica con sensores de membrana				Boya
Fuente		CIS (2005) y *OAG (boya de Granadilla 16/10/2010 a 31/01/2011)				

Parámetros microbiológicos				
Localización	El Médano	La Jaquita	Cueva Trigo	Los Tarajales
Colibacilos totales*	0,66	0	5	0,66
Colibacilos fecales*	0,33	0	0,33	0
Estreptococos fecales*	0	0	0	0
Muestra	A24-A26	A21-A23	A18-A20	A27-A29
Fecha	Febrero de 2005			
Metodología	Análisis bacteriológico * expresados en UFC/100 ml			
Fuente	CIS (2005)			

Las aguas analizadas son oligotróficas, con niveles muy bajos de contaminación química y microbiológica, reflejando una composición normal de aguas en Canarias en estado de conservación favorable. Como datos de referencia de oxígeno disuelto y salinidad se tomarán los obtenidos por la boya del OAG (los valores del CIS son extraños). Las últimas temperaturas registradas reflejan una elevación anómala de la temperatura otoñal-invernal en el año 2010.



Parámetros químicos (metales pesados)					
Localización		El Médano A24-A26	La Jaquita A21-A23	Cueva Trigo A18-A20	Los Tarajales A27-A29
Arsénico	µg/l	13	12,5	12,5	17,5
Vanadio	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Mercurio	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cobalto	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cadmio	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Hierro	µg/l	20	20	15	30
Zinc	µg/l	20,35	36,25	22,75	25,30
Níquel	µg/l	1, 8	3,61	2,57	4,64
Cromo	µg/l	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Cobre	µg/l	11	11	9,75	12,75
Plomo	µg/l	2,105	0,71	1,09	2,92
Manganeso	mg/l	< 1	< 1	< 1	< 1
Fecha		Noviembre 2007			
Metodología		Absorción atómica y voltamperometría de redisolución anódica.			
Fuente		CIS (2007)			
Observación		Aguas no contaminadas			

Parámetros químicos (<i>pars</i>)					
Localización		El Médano A24-A26	La Jaquita A21-A23	Cueva Trigo A18-A20	Los Tarajales A27-A29
Sulfuros	µg/l	< 20	< 20	< 20	< 20
Cianuros	µg/l	2	< 2	< 2	2,6
Nitritos	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10
Nitratos	µg/l	< 100	< 100	< 100	< 100
Amonio	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10
Fosfatos	µg/l	143	27,2	59	90
Detergentes*	µg/l	< 50	< 50	< 50	< 50
Fenoles*	µg/l	133	90	63	90
HC totales	µg/l	10	870	60	254
PAH's*	µg/l	< 0,1	1	< 0,1	< 0,1
Aceites	mg/l	3,79	1,44	1,61	1,10
Fecha		Febrero de 2005			
Metodología		Analítica de laboratorio			
Fuente		CIS (2005)			
Observación		* Solo en puntos A25, A22, A19 y A28 (media de tres profundidades)			



6.7.2 Calidad del sedimento

El total de datos disponibles proceden de 15 estaciones de muestreo de sedimentos, prospectados en 2005 y en 2007 ofreciendo al menos un valor registrado para cada una de las zonas que interesa caracterizar. Cuando el valor procede de 2007 se le da preferencia por ser más reciente.

Parámetros granulométricos					
Localización	Playa de El Médano	Playa de La Jaquita	Cuevas del Trigo	Playa del Medio	Playa de los Tarajales
Moda de las arenas	Finas	Finas	Medias	Medias	Medias
D50 (diam. medio mm)	0,163	0,193	0,363	0,298	0,420
% finos	5,52	4,44	6,08	5,05	0,15
% cascajo*	24,07	7,16	55,86	53,11	2,36
Muestra	A25	A22	A19	A8	A28
Fecha	24-23 de febrero de 2005				
Metodología	Análisis granulométrico (con hexametafosfato), tamizado progresivo, pesada y ajuste a 100 gr.				
Fuente	CIS (2005)				
Comentario	Restos de esqueletos calcáreos				

Parámetros químicos (<i>pars</i>)						
Localización		Playa de El Médano	Playa de La Jaquita	Cuevas del Trigo	Playa del Medio	Playa de los Tarajales
Mat. orgánica	%	0,57	0,19	0,42	0,56	0,16
Fosfatos	mg/kg	0,49	0,86	0,38	0,51	0,86
N Kendhal	mg/kg	< 1	< 1	< 1	1,5	< 1
Nitritos	mg/kg	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Nitratos	mg/kg	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
HC totales	mg/kg	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
TBT	µg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Organofosfor.	µg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Organofluor.	µg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Muestra		A25	A22	A19	A8	A28
Fecha	24-23 de febrero de 2005					
Metodología	Método Gaudette, espectrofotometría infrarroja, cromatografía de gases, etc. según memoria explicativa (CIS 2005)					
Fuente	CIS (2005)					
Comentario	Niveles muy bajos de materia orgánica (siempre < 1%) y ausencia de contaminantes orgánicos.					



Parámetro químicos (metales pesados)						
Localización		Playa de El Médano	Playa de La Jaquita	Cuevas del Trigo	Playa del Medio	Playa de los Tarajales
Mercurio	mg/kg	0,09	0,41	0,04	0,07	0,02
Cadmio	mg/kg	0,42	< 0,01	0,31	< 0,01	< 0,01
Zinc	mg/kg	31,7	33,4	28,4	21,9	31,6
Níquel	mg/kg	24,0	57,6	31,4	8,92	12,5
Cromo	mg/kg	4,9	3,66	26,6	2,55	3,12
Cobre	mg/kg	3,5	5,26	2,7	4,71	9,14
Plomo	mg/kg	5,0	5,2	3,6	3,92	4,11
Muestra		A24	A22	A18	A8	A28
Fecha		Nov. 2007	Feb. 2005	Nov. 2007	Feb. 2005	Feb. 2005
Metodología		En fracción < 63µm; determinación mediante absorción atómica y voltamperometría de redisolución anódica.				
Fuente		CIS (2005) y CIS (2007)				
Comentario		En 2005 los sedimentos tenían bajos contenidos en metales pesados; no estaban contaminados.				

Parámetros microbiológicos					
Localización	Playa de El Médano	Playa de La Jaquita	Cuevas del Trigo	Playa del Medio	Playa de los Tarajales
Colibacilos totales	13	6	5	10	1
Colibacilos fecales	2	1	1	2	1
Estreptococos fecales (en UFC/gr)	0	0	0	0	0
Muestra	A25	A22	A19	A8	A28
Fecha	24-23 de febrero de 2005				
Metodología	Análisis bacteriológico en muestra sin secar				
Comentario	Práctica ausencia de contaminación microbiológica.				

Vista la relativa uniformidad de los datos obtenidos, y a propuesta de la propia empresa CIS (2007), la Autoridad Portuaria (*Informe de la fase previa, 2007*) reduce el número de estaciones y simplifica algo la intensidad de muestreos y parámetros a analizar (p.ej. algunos metales pesados). Como resultado, queda una malla de 31 estaciones, combinadas las de agua y sedimentos. El OAG coincide en que mantener el planteamiento inicial recogido en el PVA resulta excesivo e innecesario dada la uniformidad en los valores obtenidos y la redundante distribución de las estaciones. Es preferible centrar el esfuerzo en estaciones que realmente puedan detectar variaciones relacionadas con las obras o que ayuden a discriminar sus causas, sin descartar, lógicamente, las que han de servir de testigo. Estas modificaciones se tratan en el capítulo 7.



6.8 Biodiversidad marina

El CIS realizó estudios en 2005 y 2007 encaminados específicamente a fijar la situación de referencia del estado de las comunidades marinas en la zona de afección de las obras del puerto de Granadilla. Se dan por válido sus resultados, salvo para la distribución de las comunidades bentónicas infralitorales, para las que se repitió el levantamiento bionómico en 2008.

6.8.1 Nivel de contaminación de los organismos marinos

El PVA plantea un seguimiento de la eventual contaminación de los organismos marinos por hidrocarburos y metales pesados. A tal fin, en la Fase Previa se eligió el erizo *Paracentrotus lividus* como especie testigo objeto de seguimiento, y los valores obtenidos en la campaña realizada por el CIS (2005) sirven de referencia (muestreo en 7 estaciones que se mantienen).

Parámetros								
Localización		Tejita	Médano	Jaquita	Trigo	Tanque	Lajón	Tarajales
HC totales	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mercurio	µg/kg	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cadmio	µg/kg	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Zinc	µg/kg	10,0	9,6	7,5	10,0	8,8	6,9	12,1
Níquel	µg/kg	7,32	2,61	2,98	7,32	4,90	9,54	12,03
Cromo	µg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre	µg/kg	2,27	2,10	3,11	2,27	4,02	2,99	3,08
Plomo	µg/kg	0,16	0,21	0,15	0,16	0,16	0,33	0,27
Muestra		A43	A24	A21	A18	A33	A30	A27
Fecha	24-23 de febrero de 2005							
Metodología	Hidrocarburos mediante cromatografía de gases y metales pesados por espectrometría de absorción atómica. Los metales se expresan en peso húmedo.							
Fuente	CIS (2005). <i>Muestreo y caracterización de aguas, sedimentos y organismos en la zona de afección de las obras en el puerto de Granadilla (Tenerife).</i>							
Comentario	No se diferencia entre los hidrocarburos alifáticos y aromáticos porque no se registró presencia en ninguno de los casos.							

No se registró presencia de cadmio y los valores de plomo y demás metales son muy bajos y prácticamente a despreciar en términos de toxicidad²¹. Los erizos acumulan metales pesados en sus tejidos y caparazón, en proporciones muy variables. En otra especie²², colectada en La Tejita, se han encontrado (noviembre 2006) concentraciones de 816,27µg/kg ±559,24µg/kg de cadmio y 192,64µg/kg ±210,55µg/kg (peso seco) de plomo, lo que indica cierta contaminación de estos metales, aunque la fisiología de *Paracentrorus* no sea del todo equiparable.

²¹ Radanec, G., Fichet, D., & Miramand, P. (2001). Bioaccumulation and toxicity of four dissolved metals in *Paracentrotus lividus* sea-urchin embryo. *Marine Environmental Research*, 51, 151-166.

²² Hernández et al. (2009) Accumulation of toxic metals (Pb and Cd) in the sea urchin *Diadema* aff. *antillarum* Philippi, 1845, in a oceanic island (Tenerife, Canary Islands). *Environmental Toxicology*, 25(3), 227-233.



6.8.2 Comunidades intermareales

La caracterización de la biocenosis que sigue proviene del inventario (cantidad, cobertura, etc.) realizado por el CIS (2007) en diez estaciones (ver Figura 68) desde la banda de algas cespitosas mesolitoral inferior hasta la supramareal. No obstante, desde el punto de vista del seguimiento y a efectos de analizar su evolución, lo que interesa son los datos de cada estación.

No hay nada particular que destacar. Las comunidades inventariadas son las propias que se desarrollan en una zona intermareal en el sur de la Isla que no ha sufrido mayores perturbaciones. Se ha escogido el componente sésil (incl. moluscos y cirrípedos), suponemos que por ser más fiel al biotopo y facilitar el seguimiento. Las variaciones en los parámetros registrados caen en el margen de la variabilidad natural, que es alta en esta franja debido a las diferencias en sustrato, insolación y exposición al oleaje.

Intermareal superior	Cobertura (%)				Frecuencia			
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
<i>Calothrix crustacea</i>	0	80	21,95	29,37	0	0,88	0,29	0,34
<i>Coralináceas costrosas</i>	0	20	3,1	5,9	0	0,32	0,05	0,11
<i>Chthamalus stellatus</i>	0	95	52,8	37,71	0	1	0,63	0,4
<i>Enteromorpha spp.</i>	0	10	1,5	3,66	0	0,44	0,04	0,11
<i>Littorina striata</i>	0	40	4,85	9,85	0	0,56	0,14	0,21
<i>Oxilinus trappei</i>	0	15	1,5	4,61	0	0,12	0,01	0,04
<i>Thais haemastoma</i>	0	5	0,5	1,54	0	0,12	0,01	0,04
Riqueza (S)	7							
Equitatividad (J')	0,2							
Diversidad (H')	0,43							

Intermareal medio	Cobertura (%)				Frecuencia			
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
<i>Codium intertextum</i>	0	80	7,75	23,87	0	0,4	0,04	0,12
<i>Colpomenia sinuosa</i>	0	5	0,5	1,53	0	0,08	0,01	0,02
<i>Coralináceas costrosas</i>	0	80	13,25	24,18	0	0,8	0,17	0,28
<i>Corallina elongata</i>	0	20	2,75	5,49	0	0,6	0,05	0,14
<i>Cystoseira humilis</i>	0	40	7,25	12,92	0	0,4	0,09	0,15
<i>Chthamalus stellatus</i>	0	90	30,5	29,55	0	1	0,39	0,35
<i>Dasycladus vermicularis</i>	0	60	7,25	17,28	0	0,6	0,09	0,19
<i>Dictyota spp.</i>	0	15	1,25	3,93	0	0,2	0,02	0,06
<i>Entophysalis deusta</i>	0	80	11,75	26,02	0	0,88	0,14	0,3
<i>Galaxaura rugosa</i>	0	15	2,25	4,13	0	20	0,03	0,05
<i>Laurencia spp.</i>	0	15	1,25	3,93	0	0,2	0,02	0,05
<i>Littorina striata</i>	0	15	1,25	3,93	0	0,5	0,04	0,13
<i>Lobophora variegata</i>	0	20	3,5	6,09	0	0,32	0,05	0,09
<i>Padina pavonica</i>	0	40	5	10,88	0	0,64	0,09	0,18
<i>Stypocaulon scoparium</i>	0	20	3,75	7,76	0	0,48	0,08	0,17
Riqueza (S)	15							
Equitatividad (J')	0,32							
Diversidad (H')	0,71							



Intermareal inferior	Cobertura (%)				Frecuencia			
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
<i>Codium intertextum</i>	0	50	17,5	21,18	0	0,8	0,22	0,27
<i>Coralináceas costrosas</i>	0	90	21,25	26,94	0	0,8	0,25	0,3
<i>Corallina elongata</i>	0	90	53,5	39,74	0	1	0,6	0,44
<i>Dasycladus vermicularis</i>	0	15	1,5	4,62	0	0,2	0,02	0,06
<i>Dictyota spp.</i>	0	25	2,25	6,97	0	0,4	0,04	0,12
<i>Entophysalis deusta</i>	0	80	12,25	24,25	0	0,8	0,13	0,25
<i>Jania spp.</i>	0	20	1,5	4,89	0	0,6	0,05	0,17
<i>Lobophora variegata</i>	0	50	11,5	15,74	0	0,72	0,17	0,24
<i>Lophocladia trichoclados</i>	0	20	3,25	6,93	0	0,2	0,38	0,08
<i>Padina pavonica</i>	0	5	0,5	1,54	0	48	0,05	0,15
<i>Stypocaulon scoparium</i>	0	70	12,25	17,58	0	0,7	0,2	0,24
<i>Ulva rigida</i>	0	40	4,25	11,15	0	0,7	0,08	0,21
<i>Valonia utricularis</i>	0	25	4,75	8,66	0	0,72	0,17	0,24
Riqueza (S)	13							
Equitatividad (J')	0,42							
Diversidad (H')	0,97							

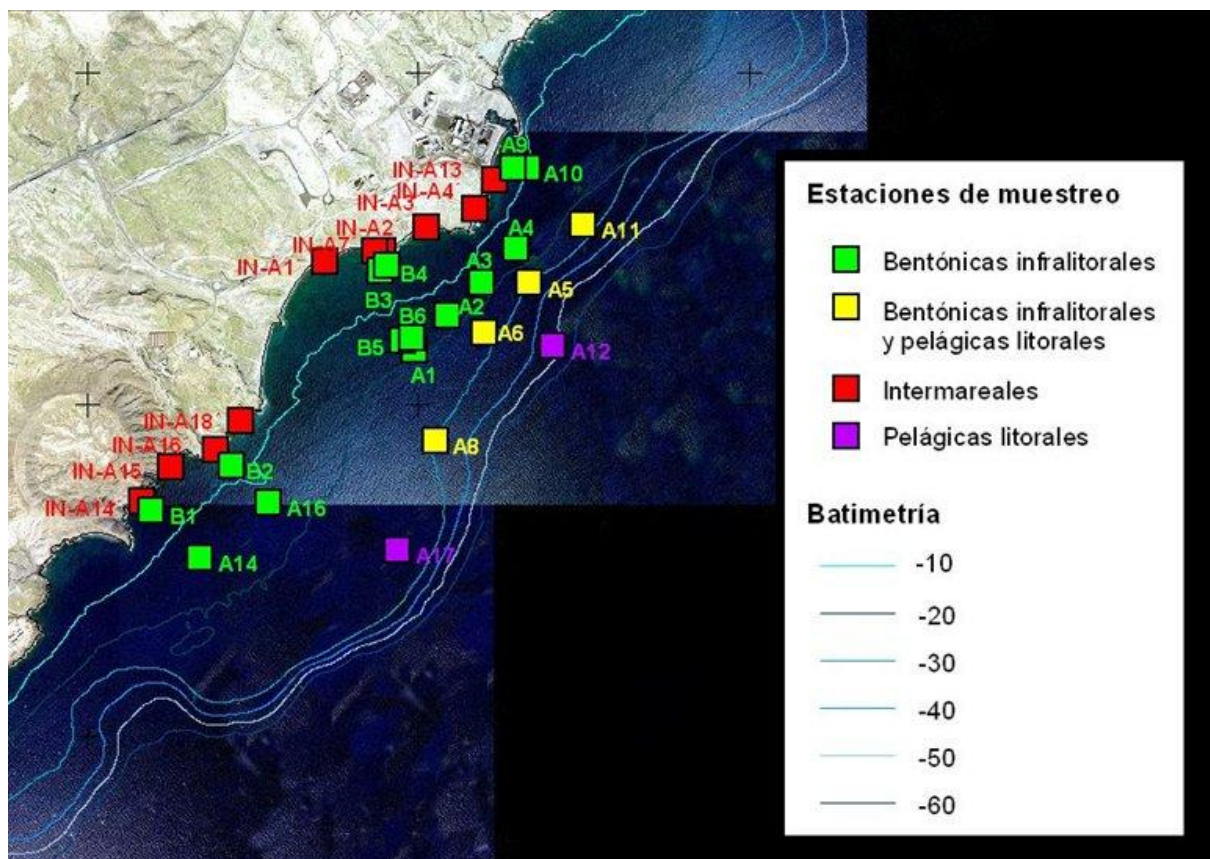


Figura 68. Estaciones fijas de muestreo de la biodiversidad (fuente CIS 2007).

Nótese que varias de las estaciones de muestreo caen en el ámbito de las futuras obras del puerto y que, por tanto, desaparecerán.



Además de las especies empleadas para la caracterización de las comunidades, se citan otras muchas que figuran en los correspondientes inventarios por estación (lapas, cangrejos, esponjas, anémonas, peces, etc.) y que pueden tener interés a efectos de cambios cualitativos. Estos listados no son exhaustivos, y también hay que recordar que alguna especie es objeto de marisqueo(*) y no sería, en nuestro contexto, buena candidata como especie indicadora.

Especie	Grupo	Medio
<i>Actinia equina</i>	Anémona	M
<i>Anemonia sulcata</i>	Anémona	M
<i>Anthopleura rubripunctata</i>	Anémona	M
<i>Aplysina aerophoba</i>	Esponja	M
<i>Batzella inops</i>	Esponja	M
<i>Braquitrachia quoyii</i>	Cianofícea	S
<i>Calcinus sp.</i>	Cangrejo ermitaño	M
<i>Caulocanthus ustulatus</i>	Alga parda	SM
<i>Centroceras clavulatum</i>	Alga roja	M
<i>Ceramium sp.</i>	Alga roja	M
<i>Cladophora liebertruthii</i>	Alga	M
<i>Cladophora prolifera</i>	Alga	M
<i>Clibanarius sp.</i>	Cangrejo ermitaño	M
<i>Dardanus sp.</i>	Cangrejo ermitaño	M
<i>Grapsus grapsus</i>	Cangrejo moro	S
<i>Mauligobius maderensis</i>	Caboso (pez)	M
<i>Megalobalanus azoricus</i>	Claca (Cirrípodo)	M
<i>Osilinus atratus</i>	Burgado	SM
<i>Osilinus trapei</i>	Burgado	SM
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	Jullona (crustáceo)	M
<i>Parablennius parvicornis</i>	Barriguda mora (pez)	M
<i>Paracentrotus lividus</i>	Erizo	M
<i>Patella candei crenata*</i>	Lapa negra	M
<i>Patella piperata</i>	Lapa de sol	S
<i>Patella ulyssiponensis aspera</i>	Lapa blanca	I
<i>Percnon gibbesi</i>	Cangrejo araña	M
<i>Siphonaria pectinata</i>	Gasterópodo	S
<i>Stramonita haemastoma</i>	Gasterópodo	M

(S = supramareal, M =mareal, I = inframareal. *especie sujeta a marisqueo)

6.8.3 Comunidades bentónicas infralitorales

Las comunidades bentónicas infralitorales presentes en el ámbito de Granadilla se desarrollan mayoritariamente sobre fondos arenosos y han sido estudiadas de dos maneras: mediante muestreo directo en 18 estaciones (14 en fondos blandos y 4 en rocosos), y mediante cartografiado bionómico basado en transectos de vídeo con cámara sumergida, apoyado con muestreos puntuales para medir parámetros biológicos (densidad, tamaño, etc.). Se inventariaron los macroinvertebrados, peces y vegetación.



Cartografía bionómica

En abril y mayo de 2004 la empresa CIS realizó un levantamiento bionómico del entonces lic ES7020116 Sebadales del sur de Tenerife, basado en transectos de video y buceos puntuales, y considerado por el *Informe de la fase Previa* como estado preoperacional de la conservación de los sebadales y del resto de las comunidades marinas. A propuesta del OAG, dicho levantamiento fue repetido en agosto y septiembre de 2008 por la empresa CIMA, empleando igual metodología y siguiendo los mismos transectos (62 de video y 9 de buceo). El ámbito de estudio completo abarca toda la zec Sebadales del Sur de Tenerife y hacia el Norte hasta la zona del puerto y un poco más (hasta el pequeño muelle de la DISA).

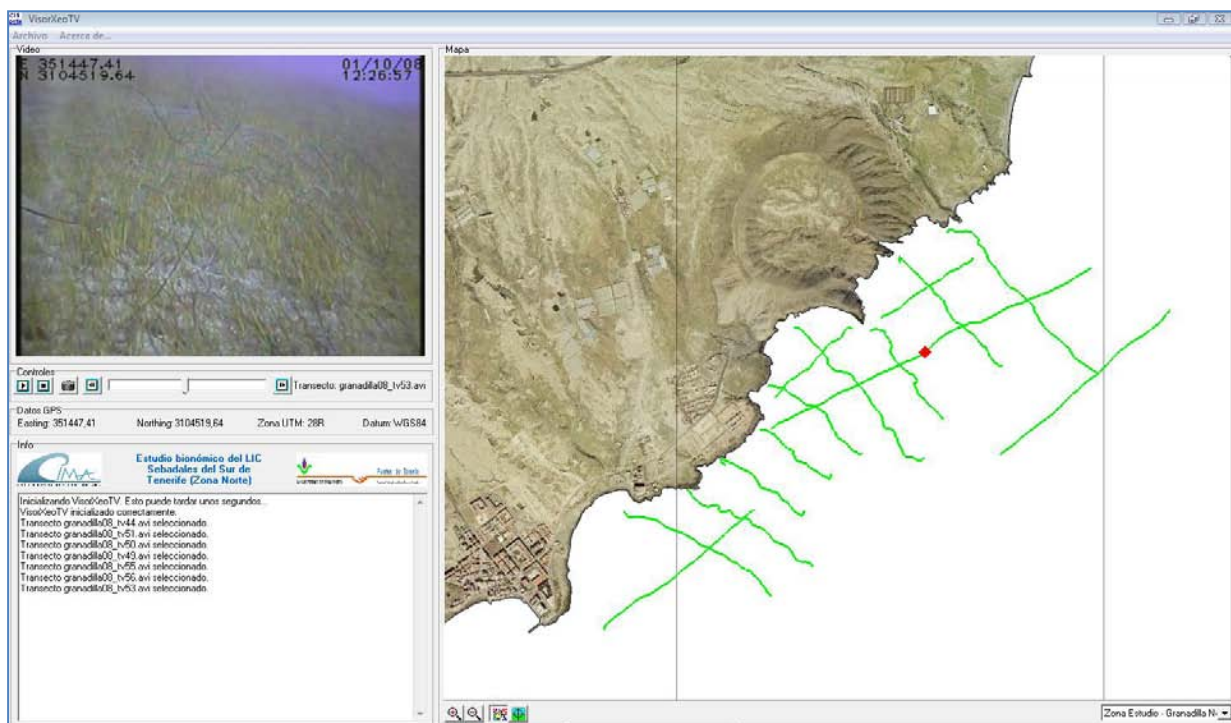


Figura 69. Sistema de análisis de las imágenes submarinas capturadas en video según transectos georeferenciados. El punto rojo señala la posición de la cámara de video cuya imagen se ve en la pantalla izquierda para su análisis (Cima 2007, programa VisorXeoTV).

En el estudio bionómico se reconocen treinta y una “comunidades²³” en función de las especies dominantes y su combinatoria, expresándose la superficie que ocupan en la zec y en el ámbito total del estudio. En la Tabla 16 se resumen los resultados obtenidos atendiendo a las comunidades más relevantes, que son, desde el punto de vista cualitativo: algales, sebadales, caulerpales, maerl, blanquizales y arenales despoblados o con anguilas jardineras, sabélidos o cualquier combinatoria de estas especies entre ellas o con algas o fanerógamas. El número de este tipo de comunidades “mixtas” asciende a veintitrés y agregadas todas ellas abarcan el 7,5% de la superficie estudiada. La única comunidad que se echa en falta son los pedregales que existen en algunas zonas.

²³ Unidades de tipo bionómico, muchas de transición entre las biocenosis realmente diferenciadas



Tabla 16. Área de ocupación de las comunidades presentes (datos de CIMA, 2008)

Comunidad biológica	Zec Sebadales Sur Tenerife		Ámbito completo	
	ha	%	ha	%
Algal fotófilo	132,8	7,19	156,9	6,16
Sebadal muy escaso	70,7	3,83	118,3	4,65
Sebadal escaso	61,6	3,33	82,8	3,25
Sebadal denso	195,3	10,57	284,6	11,18
Pradera de <i>Caulerpa prolifera</i>	0,6	0,03	0,6	0,02
Comunidad de <i>Halophila decipiens</i>	6,8	0,37	6,8	0,27
Comunidad de <i>Lithothamnion</i> (mäerl)	130,9	7,09	346,2	13,59
Comunidad de anguilas jardineras	662,1	35,84	834,6	32,78
Comunidad de sabélidos	2,4	0,13	2,2	0,09
Blanquizal	142,2	7,70	203,3	7,98
Comunidades mixtas /combinadas (Σ 23)	181,9	9,8	190,5	7,48
Arenales puros	259,9	14,07	319,9	12,56
Total	1.847,2	100	2.546,7	100

Comunidades de *Heteroconger longissimus*

La comunidad más extendida en el área que nos ocupa es, precisamente, la de anguilas jardineras (*Heteroconger longissimus*), que pueblan las arenas a cierta profundidad (> 12 m), siempre que exista corriente que les aporte el alimento. Esta especie se distribuye por el 32,8% (comunidad monoespecífica) o el 39,7% si le añadimos las comunidades en que se combina con sabélidos, *Caulerpa*, *Halophila* o algas fotófilas.

Sebadales

Las praderas de *Cymodocea nodosa* son la segunda comunidad en importancia, con un 19% de la superficie, si bien, de ella el 58,6% corresponde a sebadal denso, 17% escaso y 24,4% muy escaso. Su rango de distribución se sitúa entre los 5 y 30 m de profundidad, formando manchas a poca profundidad y pradera más homogénea a partir de los -15 m. Las coberturas máximas (\approx 90%) se obtuvieron entre los -15 y -18 m. No se realizó un inventario faunístico y florístico.

La distribución de los sebadales en 2008 coinciden básicamente con los cartografiados en 2004 por el CIS o los del Cabildo de Tenerife en su estudio bionómico de 2005. Sin embargo, hay diferencias muy significativas en cuanto a la proporción de su cobertura (denso, escaso, muy escaso)²⁴. En 2004, por ejemplo, se registró un 29,5% de sebadal denso, 67,9% escaso y 2,46% muy escaso. La altura de las sebas mostró también variaciones importantes, oscilando entre un mínimo de 12,3 cm y un máximo de 34,7 cm, con una media de 25,4 cm (\pm 4,7 cm) registrada en 2008 e inferior a la media de 30 cm obtenida en todos los puntos de muestreo en 2004.

Estas diferencias fueron consideradas como no significativas y pueden obedecer a la época en que se hicieron los levantamientos (primavera / verano tardío), o a variaciones anuales de carácter natural. Estas circunstancias hay que tenerlas en cuenta de cara al seguimiento de su cobertura.

²⁴ Sebadal denso > 600 haces/m², escaso = 300-600 haces /m² y muy escaso < 300 haces/m².

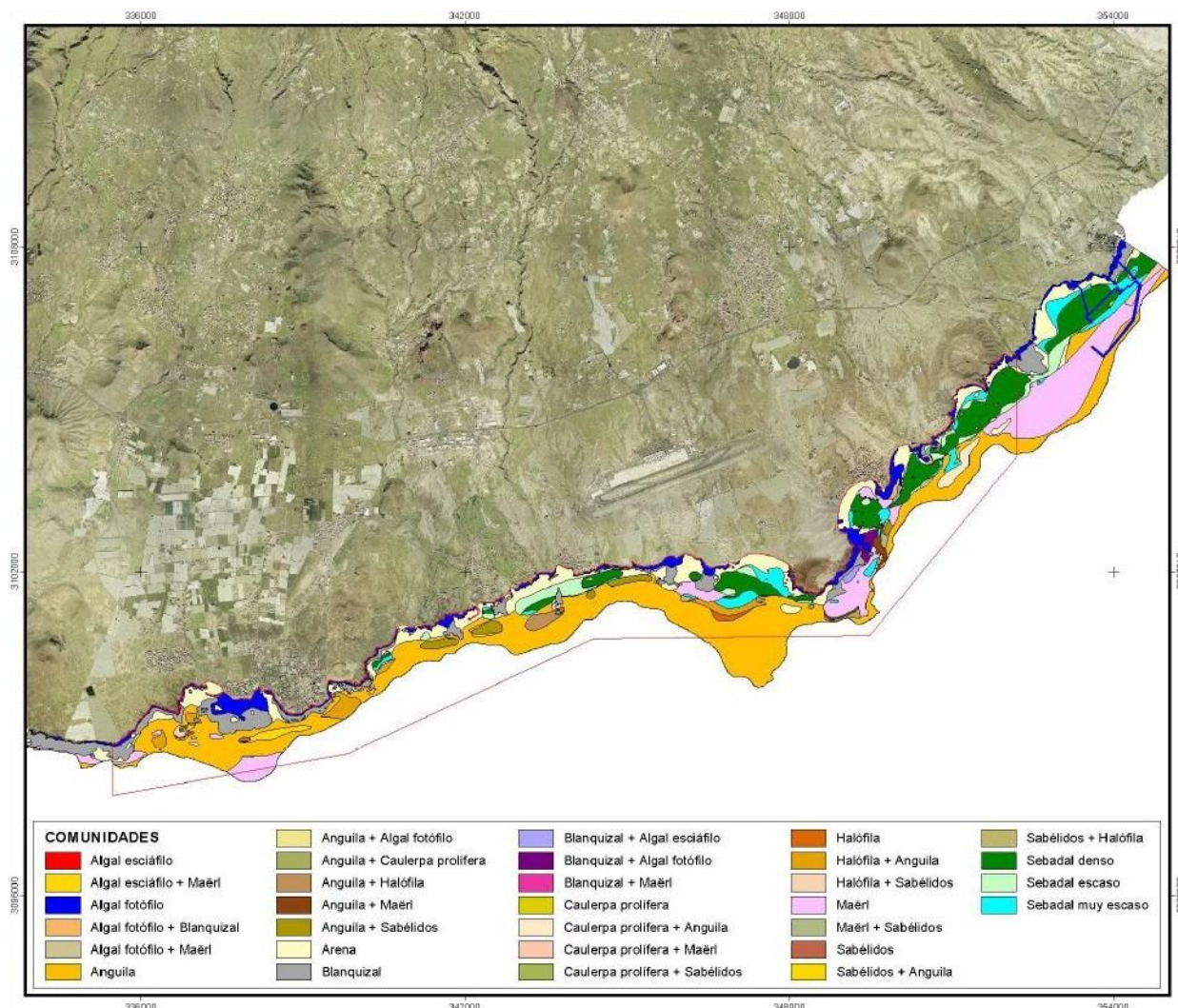


Figura 70. Comunidades bentónicas a lo largo de la costa de Granadilla (línea lila = Zec Sebadales del Sur de Tenerife) según el estudio realizado por CIMA en 2008.

Mäerl

El mäerl o comunidad caracterizada por la presencia de algas calcáreas libres, sobre todo de *Lithothamnion corralioides*, es conocido en Canarias por anises o confites, según estén vivas o muertas las algas, lo que les confiere un color rosáceo o blanquecino, respectivamente. Estas algas o sus restos (rodolitos) crean depósitos que ofrecen asentamiento sólido a algas rojas y pardas, o a esponjas incrustantes o aglomerantes que no encontrarían un sustrato adecuado en las arenas. También dan cobijo a una abundante fauna invertebrada intersticial, además de a equinodermos de tamaño mayor (estrellas, erizos, etc.).

El mäerl ocupa un 13,6% del área de estudio, sobre todo en la zona inmediata del puerto y a profundidades mayores de las adecuadas para el sebadal. Sus restos son posiblemente la principal fuente del componente orgánico de las arenas en esta costa.



Algunas de las especies que lo caracterizan (inventario no exhaustivo) son las siguientes:

Algas	<i>Avrainvillea canariensis</i> <i>Cottoniella filamentosa</i> <i>Dictyopteris plagiograma</i> <i>Gracillaria sp.</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Hypnea spinella</i> <i>Lophocladia trichoclados</i> <i>Padina pavonica</i> <i>Phyllocladion pulcherrimum</i> <i>Sargassum desfontainesii</i> <i>Sargassum filipendula</i> <i>Sargassum vulgare</i> <i>Sporochmus pedunculatus</i>
Esponjas	<i>Acanthacarnus souriei</i> <i>Spongia vigultosa</i> <i>Cacospongia mollior</i> <i>Prosuberites longispina</i>
Erizos	<i>Spharaechinus granulatus</i>

Arenales despoblados

Los arenales no poblados permanentemente por vegetación o animales macroscópicos (sabélicos, anguilas, etc.) representan el 12,6% y se desarrollan próximos a la costa, donde hay deposición (playas, etc.) y les afecta el oleaje. El contenido en materia orgánica también varía en función de estos elementos, y los valores obtenidos por Cima en 2008 se encuentran dentro del rango de valores normales para fondos submareales arenosos en Canarias, entre 0,05 y 1,5%.

La fauna vinculada a estos ambientes se encuentra en su mayoría enterrada o es diminuta e intersticial (ver apartado dedicado a la infauna) mientras que en superficie resulta más escasa aunque caracterizada por especies sabulícolas muy conspicuas (lista complementada):

– Alelía	<i>Pegusa lascaris</i>
– Araña	<i>Trachinus draco</i>
– Arañita	<i>Echiictyis vipera</i>
– Cangrejo real	<i>Calappa granulata</i>
– Estrella de mar	<i>Astropecten aranciis</i> (de hábitos nocturnos)
– Pejepeine	<i>Xyrichthys novacula</i>
– Tapaculo	<i>Bothus podas</i>

Blanquizal

Se conoce en Canarias como blanquizal a los fondos desprovistos o con escasísima vegetación algal debido a un intenso ramoneo por parte del erizo de púas largas *Diadema aff. antillarum*. Se supone que es consecuencia de la sobrepesca de los depredadores de este erizo. En la zona que nos ocupa no está muy extendido (8%) y se concentran más hacia el extremo sur (Las Galletas) y posiblemente norte. La comunidad fue caracterizada por el CIS en 2005 como sigue:



Especies	Cobertura				Frecuencia			
	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
<i>Diadema antillarum</i>	0	10	4,67	3,99	0	28	0,07	0,79
<i>Lobophora variegata</i>	0	5	1,04	2,05	0	10	0,36	3,5
<i>Dictyota spp.</i>	0	10	2	3,16	0	0,32	0,07	0,11
<i>Coralináceas costrosas</i>	0	5	0,33	1,29	0	0,12	0,008	0,03
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	0	5	0,33	1,29	0	0,08	0,005	0,02
<i>Hemimycale columella</i>	0	40	5	11,18	0	0,54	0,08	0,17
<i>Himeniacion sanguinea</i>	0	20	1,67	5,23	0	0,44	0,03	0,11
<i>Reptadonella violacea</i>	0	40	5	10,85	0	0,8	0,13	0,24
<i>Schizoporella longirostris</i>	0	15	2,67	4,58	0	0,6	0,11	0,18
<i>Cliona celata</i>	0	5	0,67	1,76	0	0,32	0,03	0,09
<i>Balanus perforatus</i>	0	5	1,33	2,29	0	0,4	0,07	0,12
<i>Pinna rudis</i>	0	5	0,33	1,29	0	0,04	0,003	0,01
<i>Arbacia lixula</i>	0	5	0,33	1,29	0	0,04	0,003	0,01
<i>Aglaophenia kirchenpaueri</i>	0	60	9,67	17,37	0	0,84	0,16	0,27
<i>Anchinoe ficticius</i>	0	5	0,33	1,29	0	5	0,34	1,29
<i>Batzella inops</i>	0	0,12	0,008	0,03	0	0,04	0,003	0,01
<i>Serpúlidos</i>	0	5	1	2,07	0	0,4	0,056	0,12
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	0	5	0,33	1,29	0	0,04	0,003	0,01
Riqueza (S)	0	20	16,4	10,8				
Nº individuos	0	69,6	29,6	15,84				
Equitatividad (J')	0	1	0,70	0,23				
Diversidad (H')	0	2,19	1,68	0,84				

Comunidades de sabélidos

En zonas abrigadas con presunta alta tasa de sedimentación, existen poblaciones abundantes de sabélidos pertenecientes a los géneros *Bispira* y *Chrone*, que rara vez forman campos exclusivos (<1%), siendo más común (ocupación del 2,6%), que formen comunidades mixtas con participación de anguilas, *Halophila*, *Caulerpa* o mäerl. Todos los registros caen en la zec.

Comunidades de algas

Las comunidades de algas se desarrollan sobre fondos rocosos estables (coladas lávicas incurvas en el mar), eludiendo los arenales en las salidas de los barrancos. En los cantiles y hasta los -15 m forman comunidades de densidad variable y moderada diversidad (algales fotófilos). Ocupan un 6,16% del área. Mucho menor extensión (0,03%) tienen los algales esciáfilos, desarrollados a mayor profundidad y dominados por algas rojas filamentosas: *Lophocladia trichoclados* y *Cottoniella filamentosa*.

Infaua de los fondos sedimentarios

La infaua depende de la granulometría y de la estabilidad de las arenas, la cual aumenta con la profundidad. Existen datos de 2008 obtenidos en cinco estaciones, dos en arenales y tres en seabadales (ver Figura 71). Se contabilizaron 617 ejemplares correspondientes a 50 especies, de las que 22 estuvieron representadas por un único ejemplar. La más abundantes son los anfipodos *Ampleisca brevicornis* (44,1%) y *Bahyporeia elegans* (11%).



Grupo	Especie	M23	M26	M47	M71	M84	Total
Amphipoda	<i>Ampelisca brevicornis</i>	141	78	0	16	37	272
Amphipoda	<i>Ampithoe rubricata</i>	1	1	0	0	0	2
Amphipoda	<i>Bathyporeia elegans</i>	4	19	33	6	6	68
Amphipoda	<i>Corophium</i> sp.	4	0	0	0	0	4
Amphipoda	<i>Harpinia antennaria</i>	0	4	2	2	0	8
Amphipoda	<i>Hyale perieri</i>	0	0	0	0	1	1
Amphipoda	<i>Photis longicaudata</i>	0	1	0	0	0	1
Amphipoda	<i>Pontocrates arenarius</i>	4	2	0	3	5	14
Amphipoda	<i>Urothoe marina</i>	1	5	1	0	0	7
Amphipoda	<i>Urothoe pulchella</i>	0	0	1	0	1	2
Cumacea	<i>Bodotria arenosa</i>	5	2	0	0	2	9
Cumacea	<i>Iphinoe canariensis</i>	19	6	1	2	18	46
Decapoda	<i>Athanas nitescens</i>	0	0	0	0	1	1
Decapoda	<i>Liocarcinus arcuatus</i>	0	0	0	1	0	1
Decapoda	<i>Pisa nodipes</i>	0	0	0	0	1	1
Decapoda	<i>Portunus hastatus</i>	0	0	0	1	0	1
Echinodermata	<i>Brissus unicolor</i>	0	1	0	0	0	1
Echinodermata	<i>Echynocyamus pusillus</i>	1	0	0	0	0	1
Isopoda	<i>Eurydice pulchra</i>	4	0	2	0	0	6
Misidacea	<i>Gastrosaccus sanctus</i>	1	0	2	5	1	9
Mollusca	<i>Atys macandrewi</i>	0	1	0	0	0	1
Mollusca	<i>Bela ornata</i>	0	0	0	0	1	1
Mollusca	<i>Bittium latreillii</i>	0	0	4	2	0	6
Mollusca	<i>Callista chione</i>	1	0	0	0	0	1
Mollusca	<i>Cylichna propecyclindracea</i>	0	0	1	0	0	1
Mollusca	<i>Gouldia minima</i>	2	0	0	0	0	2
Mollusca	<i>Hastula lepida</i>	0	0	0	1	0	1
Mollusca	<i>Nassarius cuvierii</i>	0	1	0	2	0	3
Mollusca	<i>Parvicardium exiguum</i>	0	0	1	0	0	1
Nematoda	Nematoda sp.1	0	2	0	0	0	2
Ostracoda	<i>Cypridina mediterranea</i>	0	0	2	11	1	14
Ostracoda	<i>Cypridina norvergica</i>	0	0	0	0	1	1
Polychaeta	<i>Aonides oxycephala</i>	0	0	0	0	1	1
Polychaeta	<i>Aponuphis bilineata</i>	0	0	2	2	0	4
Polychaeta	<i>Armandia cirrosa</i>	0	2	0	0	0	2
Polychaeta	<i>Demonax brachychona</i>	1	0	0	0	0	1
Polychaeta	<i>Dispio uncinata</i>	0	0	2	7	0	9
Polychaeta	<i>Glycera dayi</i>	0	2	0	0	0	2
Polychaeta	<i>Glycera</i> sp.	1	0	0	0	0	1
Polychaeta	<i>Lumbrineris</i> sp.	0	0	1	0	0	1
Polychaeta	<i>Nephtys caeca</i>	0	0	1	0	0	1
Polychaeta	<i>Polyopthalmus pictus</i>	0	1	0	0	0	1
Polychaeta	<i>Prionospio steenstrupii</i>	0	2	0	0	0	2
Polychaeta	<i>Schoeredella laubieri</i>	1	9	3	10	6	29
Polychaeta	<i>Sigalion squamatum</i>	0	0	1	1	1	3
Polychaeta	<i>Spio filicornis</i>	0	0	0	1	0	1
Polychaeta	<i>Streptosyllis bidentata</i>	3	0	0	0	0	3
Stomatopoda	Stomatopoda sp.	1	1	0	0	0	2
Tanaidacea	<i>Apseudes talpa</i>	3	55	1	4	0	63
Tanaidacea	<i>Leptochelia dubia</i>	1	0	0	1	0	2
	Total	199	195	61	78	84	617



En principio y a efectos de la fase de obras, algunos puntos de muestreo (M-23 y M-26) quedan muy alejados de la futura zona portuaria, pasada Montaña Roja y La Tejita. Tienen interés para el conocimiento de la zec, y pudieran tenerlo también en el seguimiento de la fase operativa, en cuyo caso convendría establecer un nuevo punto de referencia antes de su comienzo.

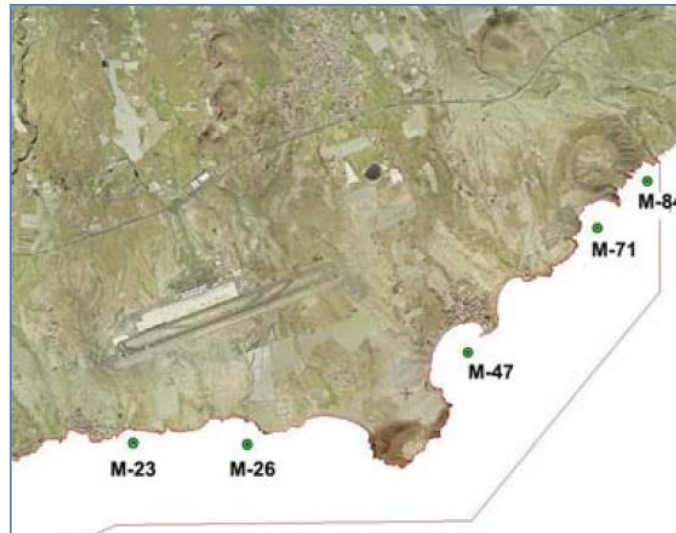


Figura 71. Puntos de muestreo de la infauna (Cima, 2008). M-47, M-71 y M-84 en sebadal y los puntos M-23 y M-26 en arenales, y quedan muy alejados. Línea gris = límite de la zec.

Otras comunidades

Las comunidades caracterizadas por el alga *Caulerpa prolifera* o la fanerógama *Halophila decipiens* no llegan a ocupar el 0,3% de la zona, y se las observa por lo común formando comunidades mixtas con anguilas, sabélidos o seba. Las de *Halophila* registradas se sitúan más al sur de Montaña Roja.

6.8.4 Comunidad de peces litorales

El inventario disponible de los peces litorales y que ha de servir de referencia para la zona, procede de 18 muestreos visuales realizados por Cima en 2007. Se contabilizaron 26 especies, variando la composición en buena medida en función del hábitat bentónico.

Las mayores abundancias corresponden a fulas (24%) y pejeverdes (21,5%), seguidos por las bogas (18,4%), que es de carácter más pelágico y dominó en los muestreos realizados en este ambiente. Se apreciaron ciertas diferencias en composición y abundancia entre los censos realizados sobre sebadal (11 estaciones), blanquizal (3 estaciones) y comunidad mixta de *Halophila* y *Caulerpa* (4 estaciones), pero no pueden considerarse concluyentes. Las fulas y pejeverdes parecen abundar en el blanquizal, que es donde hubo en general mayor riqueza y abundancia, junto con dos estaciones de sebadal frente a Montaña Pelada. En las siete estaciones con baja abundancia de peces (comunidad mixta y sebadal) hubo presencia constante de tamboriles. En sebadal, lo más frecuente fue observar densidades intermedias de peces y un número elevado de pejepeines.



Nombre vulgar	Nombre científico	Nº exx	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
Anguila	<i>Heteroconger longissimus</i>	29	0,40	1,12	0	5
Araña	<i>Trachinus draco</i>	12	0,17	0,50	0	3
Barriguda	<i>Ophioblennius atlanticus</i>	5	0,69	0,30	0	2
Boga	<i>Boops boops</i>	368	5,11	16,26	0	100
Cabrilla	<i>Serranus cabrilla</i>	1	0,01	0,12	0	1
Chopa	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	65	0,90	3,23	0	18
Chucho	<i>Dasyatis pastinaca</i>	3	0,04	0,20	0	1
Doncella	<i>Coris julis</i>	1	0,01	0,12	0	1
Fula blanca	<i>Chromis limbatus</i>	44	0,61	2,71	0	15
Fula negra	<i>Abudefduf luridus</i>	479	6,65	15,12	0	62
Gallinita	<i>Canthigaster capistratus</i>	42	0,58	1,81	0	10
Gallo	<i>Balistes carolinensis</i>	12	0,17	0,63	0	4
Mojarra	<i>Diplodus annularis</i>	209	2,90	6,23	0	26
Pejepeine	<i>Xyrichtys novacula</i>	92	1,28	2,81	0	14
Pejeverde	<i>Thalassoma pavo</i>	429	5,95	16,62	0	80
Rascacio	<i>Scorpaena canariensis</i>	2	0,28	0,23	0	2
Ratón	<i>Myliobatis aquila</i>	2	0,03	0,16	0	1
Salema	<i>Salpa salpa</i>	19	0,26	1,60	0	13
Salmonete	<i>Mullus surmuletus</i>	26	0,36	14,37	0	10
Sargo	<i>Diplodus sargus</i>	12	1,04	3,5	0	3
Seifia	<i>Diplodus vulgaris</i>	7	0,10	0,58	0	4
Tamboril	<i>Sphoeroides marmoratus</i>	42	1,07	1,88	0	10
Tapaculo	<i>Bothus podas</i>	10	0,14	0,39	0	2
Trompeta	<i>Aulostomus strigosus</i>	4	0,055	0,28	0	2
Vieja	<i>Sparisoma cretense</i>	45	0,62	2,19	0	15
	Riqueza (S)	26				
	Nº individuos	1.995				
	Equitatividad (J')	0,62				
	Diversidad (H')	1,03				

Durante el ascenso de las inmersiones en las veinte estaciones, se realizaron conteos independientes de peces pelágicos. Aunque las posibilidades de observar más especies en este medio son obvias (p.ej. medregales, agujas, gueldes, etc.), en este caso sólo fueron tres, y de un total de 566 ejemplares observados la boga fue la más abundante (94,52%).

- Bicuda *Sphyraena viridensis*
- Boga *Boops boops*
- Chopa *Spondyliosoma cantharus*

Tomando este listado como referencia, es conveniente rodar los puntos de visualización de peces pelágicos litorales y ubicar uno aguas arriba y otro aguas abajo del puerto para poder evaluar mejor el posible efecto de atracción del puerto una vez esté construido.



7 RECOMENDACIONES DEL OAG

Además de algunos ajustes menores, ya sugeridos al tratar la definición de la situación de referencia en el capítulo anterior, hay otros cambios que se consideran de mayor calado e indispensables –o al menos muy convenientes– de cara a aprovechar mejor el esfuerzo de seguimiento y orientarlo hacia los objetivos propios del plan que nos ocupa.

7.1 Nueva parcela testigo de vegetación terrestre

Las condiciones ambientales de 2005 en la parcela del Tanque del Vidrio han cambiado con la instalación de la doble valla perimetral, que además de evitar la entrada de herbívoros, altera en parte la dinámica del viento y aportes de arena. La valla, según comprobamos al evaluar dicha zec, ha sufrido roturas no reparadas de inmediato, lo que ha permitido la entrada de conejos. Todo esto introduce factores adversos y azarosos para emplear dicha parcela como punto de control, además de las dificultades ínsitas a la obtención de permisos para acceder a su interior.

El OAG propone descartar esta parcela de control, usar la de Montaña Pelada como parcela testigo, y para el seguimiento de impacto elegir otra más natural y próxima a la zona de obras. La seleccionada está en una loma en el extremo oriental de la Playa del Medio y situada a unos 180 m de distancia de la zona de obras. La vegetación corresponde a un tabaibal dulce, que es la típica reinante en la zona, y no se encuentra excesivamente alterada por basuras.



Figura 72. Aspecto de la parcela de control B frente a la Playa del Medio

El PVA prescribe el próximo inventario de vegetación al finalizar la fase de obras. Para poder comparar los índices de diversidad y que ello tenga algún sentido, es imprescindible hacer los inventarios en las parcelas A y B en julio y en febrero, respectivamente, y mejor aún, en momentos en que la vegetación se encuentre en un mismo estado de desarrollo (las lluvias son cambiantes según los años). Por otra parte, el OAG propone hacer un inventario de control adicional en 2012 (parcela A) y 2013 (parcela B), a mitad del período de obras. La parcela A se mantiene y servirá de parcela testigo (ver Figura 51 en la página 70).



Tabla 17 Valor de referencia de la parcela B en el lomo del la Playa del Medio

Parámetro	Vegetación parcela de control B																																																																		
Localización	Lomo de la Playa del Medio Orientación Este Pendiente 15% Altitud 22 m.s.m. UTM: 28R 352449 3106790																																																																		
Valor de referencia	<table border="0"> <thead> <tr> <th>ESPECIES</th> <th>Ejemplares</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td><i>Aizoon canariensis</i></td><td>27</td></tr> <tr><td><i>Anagallis arvensis</i> **</td><td>58</td></tr> <tr><td><i>Aristida</i> sp **</td><td>11</td></tr> <tr><td><i>Atriplex glauca</i></td><td>5</td></tr> <tr><td><i>Atriplex semibaccata</i> **</td><td>12</td></tr> <tr><td><i>Beta patellaris</i> **</td><td>17</td></tr> <tr><td><i>Cenchrus ciliaris</i>**</td><td>21</td></tr> <tr><td><i>Ceropegia fusca</i>*</td><td>3</td></tr> <tr><td><i>Cynopodon dactylon</i>**</td><td>2</td></tr> <tr><td><i>Euphorbia balsamifera</i>*</td><td>37</td></tr> <tr><td><i>Gymnocarpos salsoloides</i> (¿muertas?)</td><td>1 (4)</td></tr> <tr><td><i>Hyparrhenia hirta</i>**</td><td>17</td></tr> <tr><td><i>Launaea arborescens</i></td><td>1</td></tr> <tr><td><i>Lotus sessilifolius</i></td><td>2</td></tr> <tr><td><i>Lotus</i> sp.</td><td>1</td></tr> <tr><td><i>Medicago laciniata</i>**</td><td>1</td></tr> <tr><td><i>Mesembrianthemum nodiflorum</i> **</td><td>±80</td></tr> <tr><td><i>Micromeria hyssopifolia</i></td><td>55</td></tr> <tr><td><i>Minuartia</i> sp.**</td><td>±350</td></tr> <tr><td><i>Plantago afra</i>**</td><td>muchos</td></tr> <tr><td><i>Plocama pendula</i></td><td>1</td></tr> <tr><td><i>Polycarpaea divaricata</i></td><td>2</td></tr> <tr><td><i>Scilla haemorrhoidalis</i>**</td><td>2</td></tr> <tr><td><i>Schyzogyne sericea</i></td><td>3</td></tr> <tr><td><i>Senecio glaucus coronopifolius</i>**</td><td>52</td></tr> <tr><td><i>Senecio kleinia</i></td><td>1</td></tr> <tr><td><i>Stipa capensis</i>**</td><td>2</td></tr> <tr><td>Gramíneas indeterminadas**</td><td>±40</td></tr> <tr><td><i>Spec. indet.</i></td><td>32</td></tr> <tr><td><i>Tetrapogon villosus</i>**</td><td>2</td></tr> <tr><td>** = especies anuales</td><td></td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td>843</td></tr> </tbody> </table>	ESPECIES	Ejemplares	<i>Aizoon canariensis</i>	27	<i>Anagallis arvensis</i> **	58	<i>Aristida</i> sp **	11	<i>Atriplex glauca</i>	5	<i>Atriplex semibaccata</i> **	12	<i>Beta patellaris</i> **	17	<i>Cenchrus ciliaris</i> **	21	<i>Ceropegia fusca</i> *	3	<i>Cynopodon dactylon</i> **	2	<i>Euphorbia balsamifera</i> *	37	<i>Gymnocarpos salsoloides</i> (¿muertas?)	1 (4)	<i>Hyparrhenia hirta</i> **	17	<i>Launaea arborescens</i>	1	<i>Lotus sessilifolius</i>	2	<i>Lotus</i> sp.	1	<i>Medicago laciniata</i> **	1	<i>Mesembrianthemum nodiflorum</i> **	±80	<i>Micromeria hyssopifolia</i>	55	<i>Minuartia</i> sp.**	±350	<i>Plantago afra</i> **	muchos	<i>Plocama pendula</i>	1	<i>Polycarpaea divaricata</i>	2	<i>Scilla haemorrhoidalis</i> **	2	<i>Schyzogyne sericea</i>	3	<i>Senecio glaucus coronopifolius</i> **	52	<i>Senecio kleinia</i>	1	<i>Stipa capensis</i> **	2	Gramíneas indeterminadas**	±40	<i>Spec. indet.</i>	32	<i>Tetrapogon villosus</i> **	2	** = especies anuales		TOTAL	843
ESPECIES	Ejemplares																																																																		
<i>Aizoon canariensis</i>	27																																																																		
<i>Anagallis arvensis</i> **	58																																																																		
<i>Aristida</i> sp **	11																																																																		
<i>Atriplex glauca</i>	5																																																																		
<i>Atriplex semibaccata</i> **	12																																																																		
<i>Beta patellaris</i> **	17																																																																		
<i>Cenchrus ciliaris</i> **	21																																																																		
<i>Ceropegia fusca</i> *	3																																																																		
<i>Cynopodon dactylon</i> **	2																																																																		
<i>Euphorbia balsamifera</i> *	37																																																																		
<i>Gymnocarpos salsoloides</i> (¿muertas?)	1 (4)																																																																		
<i>Hyparrhenia hirta</i> **	17																																																																		
<i>Launaea arborescens</i>	1																																																																		
<i>Lotus sessilifolius</i>	2																																																																		
<i>Lotus</i> sp.	1																																																																		
<i>Medicago laciniata</i> **	1																																																																		
<i>Mesembrianthemum nodiflorum</i> **	±80																																																																		
<i>Micromeria hyssopifolia</i>	55																																																																		
<i>Minuartia</i> sp.**	±350																																																																		
<i>Plantago afra</i> **	muchos																																																																		
<i>Plocama pendula</i>	1																																																																		
<i>Polycarpaea divaricata</i>	2																																																																		
<i>Scilla haemorrhoidalis</i> **	2																																																																		
<i>Schyzogyne sericea</i>	3																																																																		
<i>Senecio glaucus coronopifolius</i> **	52																																																																		
<i>Senecio kleinia</i>	1																																																																		
<i>Stipa capensis</i> **	2																																																																		
Gramíneas indeterminadas**	±40																																																																		
<i>Spec. indet.</i>	32																																																																		
<i>Tetrapogon villosus</i> **	2																																																																		
** = especies anuales																																																																			
TOTAL	843																																																																		
Fecha	16 febrero 2011																																																																		
Metodología	Conteo directo en parcela de 100 m ²																																																																		
Fuente	Inventario del OAG																																																																		
Observaciones	Cobertura vegetal = 60% Índice de Simpson = 3,71																																																																		



7.2 Replanteamiento de las estaciones e intensidad de muestreo

El PVA debe atender al impacto ambiental del puerto ocurra éste donde ocurra, y tanto si afecta a zonas protegidas como no, sin perjuicio de que dichas circunstancias tenga su peso al momento de valorar los impactos o sus repercusiones jurídicas. El muestreo planteado por el PVA se ha concentrado hasta ahora en la zona del puerto (e inmediata periferia) y hacia el SW, con la zec Sebadales del Sur de Tenerife como claro polo de atención. No se ha tenido en cuenta, por ejemplo, que las corrientes de marea con velocidades medias de 18-20 m/s pueden desplazar las plumas de terrígenos hacia el NE –durante las seis horas que fluye en un sentido– hasta 4 km de distancia; es decir, que el ámbito de afección indirecta del puerto se extiende al noreste hasta Tajao, como recoge el propio PVA. Este tramo de costa ha sido poco atendido en los estudios previos.

Es razonable, pues, replantear el esquema de muestreo y analítica del medio marino, sin descartar posibles ajustes futuros una vez se obtenga y conozca mejor el funcionamiento de la dinámica de aguas y sedimentos en la zona (ver revisión propuesta en el apartado 4.10). Lo mismo cabe decir en relaciones con el muestreo relacionado con la biodiversidad.



Figura 73. Ubicación de los puntos de vertidos según el censo de la Administración Autónoma

TFGR01 = Conducción de desagüe del Polígono Industrial de Granadilla; TFGR02 = Central Térmica de Unelco; TFGR11 = Refrigeración ciclos combinados de la Central Térmica; TFGR03 = Emisario submarino municipal en la ensenada de la Pelada; TFGR12 = Vertido de urbanización, y TFGR04 = Vertido emisario submarino de El Médano.

También hay que considerar la presencia de varios emisarios en la zona (ver Figura 73), toda vez que pueden distorsionar el seguimiento del impacto de las obras portuarias. A los existentes en la actualidad, hay que añadir los emisarios que se instalarán en la zona en un futuro próximo: el de las aguas tratadas del Polígono Industrial de Granadilla, el de la desaladora del Consejo Insular, y el de la segunda fase de ciclo combinado de la central térmica de Unelco.



Con miras a racionalizar el muestreo perfilado por el PVA y ajustado solo en parte en el *Informe de la Fase Previa* (2007), el OAG ha procedido a sectorizar la costa que nos ocupa en unidades y subunidades ambientalmente diferenciadas (geomorfología, batimetría, infraestructuras, aportes de barrancos, analítica obtenida, etc.) y dentro de las que no se han apreciado diferencias significativas en los parámetros medidos, o si las hay, no parecen obedecer a circunstancias estructurales, sino más bien a factores coyunturales (p.ej. variaciones fenológicas). En dicha sectorización se ha tenido especialmente en cuenta la dinámica de las aguas y la previsible dispersión de partículas según un esquema previo elaborado y pendiente de constatación cuando se conozca el resultado de la nueva modelización reclamada (ver apartado 4.10).

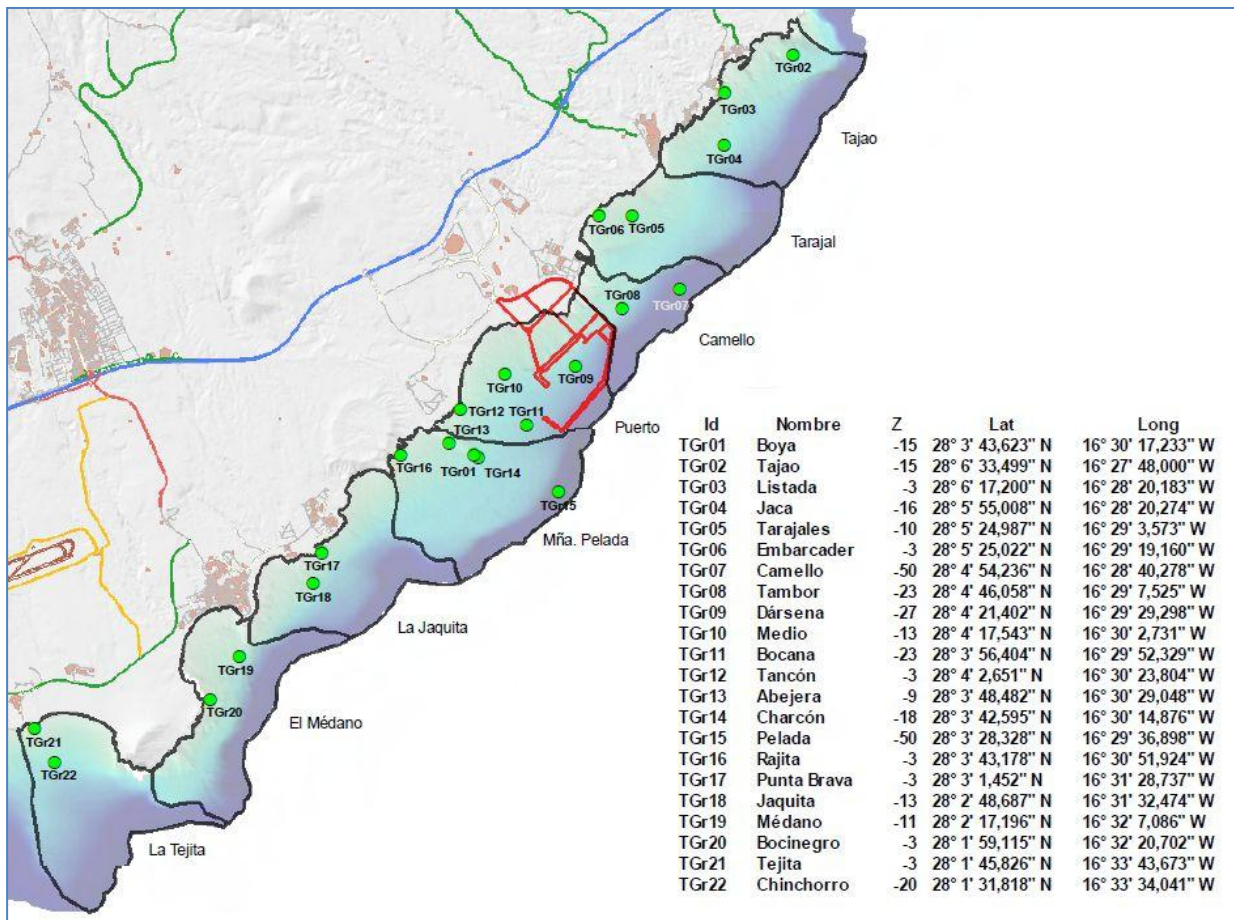


Figura 74. Sectorización de la zona de estudio y ubicación de las estaciones de muestreo según el OAG

Los puntos se han ubicado estratégicamente a la luz de la información aportada por los levantamientos bionómicos, y se ha procurado concentrar los diferentes tipos de análisis e inventarios en una misma estación representativa de cada unidad ambiental o sector establecido. Ello permite explotar las sinergias que ofrecerá una información sincrónica y sintópica, a la vez que se aprovecharán mejor los recursos disponibles y el tiempo de trabajo. No olvidemos que se pretende detectar cambios, y cuando éstos ocurren en un mismo punto y son comparables y coherentes entre los diversos parámetros, el resultado será siempre más sólido y fiable. Muestrear e inventariar con otros fines no se justifica en el marco de un plan de vigilancia ambiental.



En la Tabla 18 se detallan las 22 estaciones de muestreo seleccionadas estratégicamente, con el código OAG y mote asignado, así como el código de las estaciones originales del PVA (y revisiones posteriores) que le son asimilables a efectos de estado de referencia. El cambio de código obedece a adoptar la nomenclatura establecida para REDMIC (Repositorio de datos marinos integrados de Canarias) en el cual se integrará toda la información obtenida para optimizar su uso potencial. El nombre (alias), que es optativo, se emplea a efectos de familiarización, y se inspira en elementos geográficos de la costa adyacente (lo mismo para los sectores). Las coordenadas geográficas y su profundidad se listan en un recuadro de la Figura 74.

Tabla 18. Muestreo (veces al año) revisado del seguimiento del medio marino

Tramo	Sectores	Estaciones		Oceanografía	Analítica			Biodiversidad				Erizos (met.)	Estaciones referencia
		Código OAG	Alias		Aguas	Sedimento	Captador	Infauna	Intermeral	Submareal	Pelágico		
NORTE	Tajao	TGr.02	Tajao	12	4	4		2					-
		TGr.03	Listada						2			2	≈A27
		TGr.04	Jaca	12	4	4	4						-
	Tarajal	TGr.05	Tarajales	12	4	4	4	2		2			≈A28
		TGr.06	Embarcadero						2			2	≈A30
CENTRAL	Camello	TGr.07	Camello								2		≈A29
		TGr.08	Tambor	12	4	4	4	2					≈A11
	Puerto	TGr.09	Dársena	12	4	4		2					=A6
		TGr.10	Medio	12	4	4	4	2					≈A7
		TGr.11	Bocana	12	4	4		2					≈A8
TGr.12	Tancón						2	2		2	≈A33		
	Mña Pelada	TGr.13	Abejera	12			4						≈A16
		TGr.14	Charcón	12	4	4	4	2					≈A19
		TGr.01	Boya	10'									≈A15
		TGr.15	Pelada								2		≈A20
		TGr.16	Rajita						2	2		2	≈A18
SUR	La Jaquita	TGr.17	Punta Brava										≈A21
		TGr.18	Jaquita	12	4	4	4	2		2			≈A22
	El Médano	TGr.19	Médano	12	4	4	4	2					≈A25
		TGr.20	Bocinegro						2	2		2	≈A24
	La Tejita	TGr.21	Tejita	12	4	4	4	2					≈A44
		TGr.22	Chinchorro							2		2	≈A43
Total estaciones		22		13	11	11	9	10	7	6	2	7	

Para cada estación se señala el tipo de muestra o medida a tomar, así como la periodicidad al año (2 = semestral, 4 = trimestral y 12 = mensual). La presencia de la boya oceanográfica instalada por el OAG junto al límite de la zec, y la información continua –cada diez minutos– que suministra en tiempo real por telefonía (turbidez, pH, redox, etc.), cubre el punto más crítico de cara a posibles alertas. El reajuste que se presenta se combina con los cambios metodológicos que se proponen en la sección que sigue. En cualquier caso, ello no excluye el poder añadir o reubicar alguna estación que resulte crítica a la luz de los acontecimientos o nuevos conocimientos adquiridos.



7.3 Replanteamientos metodológicos

El PVA plantea la misma metodología, distribución espacial de los muestreos y parámetros de medida tanto para la situación de referencia como para las siguientes campañas. No obstante, reconoce que los puntos de muestreo serán en un número inferior a los utilizados en la situación de referencia, y que en función de los resultados obtenidos y la coherencia de los datos, se podrá prescindir de aquellos puntos o parámetros de muestreo con mayor repetición de datos, o, en caso de considerarse necesario, incorporar nuevas estaciones de seguimiento (etapa de redefinición).

Los puntos de muestreos ya han sido replanteados con criterio estratégico a fin de que sus datos sean útiles y para evitar información redundante. En este mismo sentido, cabe proponer algunos cambios en la metodología sin que ello merme la eficacia de la vigilancia, sino más bien al contrario.

7.3.1 Pluma de turbidez

La pluma de turbidez generada por la construcción del puerto es uno de los factores que mayor incidencia inmediata puede tener sobre las comunidades planctónicas (fitoplancton) y bentónicas (incluidos los seabadales). Es plausible que el incremento súbito de nutrientes en el agua ocasiona una fertilización tanto de la seba propiciando su desarrollo, como del fitoplancton, con lo que este último podría entrar en competencia por la luz con ella. El seabadal también puede sufrir una depresión por aterramiento directo de consecuencias no siempre fáciles de predecir; en algunos casos se recupera a los pocos años, pero en otros demorará más si la desprotección del fondo facilita su erosión y se pierden los rizomas. Parece sensato intensificar el control planteado como mensual, y hacerlo quincenal o semanal, tal como se propone, acortando así el tiempo de respuesta para eventuales medidas correctoras (cambio de materiales de acopio, lavado, etc.).

Se propone tipificar el comportamiento de la pluma de terrígenos según las condiciones climáticas diferenciadas reinantes en la zona. Para ello se hará un seguimiento completo de un ciclo de mareas mediante imagen desde un observatorio situado en lo alto de Montaña Pelada, y si no fuera suficiente, desde una avioneta. Para el seguimiento semanal o quincenal en los momentos más críticos de las obras se empleará una avioneta²⁵, que seguirá el trayecto completo de la pluma de terrígenos a lo largo de la costa. Se tomarán imágenes digitales en continuo y se ensayará con fotografía infrarroja a fin de visualizar cambios en la producción.

Sería muy conveniente disponer de un programa que permitiera modelar la dinámica litoral de aguas y partículas a medida que se va construyendo el puerto, así como la evolución de eventuales vertidos o sus impactos ecológicos sobre las comunidades biológicas en fase operativa. Estos programas (p.ej. Mike 21 con sus módulos específicos) son caros y su uso no fue previsto en el PVA. Consideramos que la modelización es un instrumento idóneo para un programa de seguimiento, ya que permite ir alimentando los modelos a medida que se producen los datos, ajustar las predicciones y, en caso de eventos atípicos o catástrofes, proyectar sus consecuencias en tiempo razonable para poder reaccionar y actuar.

²⁵ Se descartó la imagen satélite por su elevado coste, lo mismo que los vuelos fotogramétricos al no considerarse imprescindible la georreferenciación exacta de las imágenes.



7.3.2 Acumulaciones sedimentarias

Independientemente de las batimetrías detalladas y perfiles de las playas al sur del puerto previstos por el PVA para la fase operativa, parece oportuno conocer las nuevas previsiones según la modelización de la dinámica litoral actualizada y, a su vez, obtener alguna indicación de las acumulaciones reales de arena y constatar si ocurren o no donde se prevé, y poder así reformular el seguimiento de la fase operativa con mejor criterio.

A la espera de los resultados de la nueva modelización de la dinámica litoral, de momento sería interesante situar estacas decimetradas para seguir la deposición de arenas en algunos puntos. Con la actual configuración del puerto es probable que una vez construidas las obras de abrigo se acumule arena en la playa de El Medio, a unos 2 km al norte (próximo a Cueva Honda), y a 4-4,5 km al sur (entorno de la playa de La Jaquita). Además de en estas tres áreas conviene situar estacas al pie del dique norte y hasta cotas lo más profundas posibles (revisables).

7.3.3 Analítica de aguas y sedimentos

El seguimiento de los parámetros oceanográficos mediante sonda multiparamétrica se plantea como mensual en estaciones concretas, y de modo continuado en la boya oceanográfica del OAG. Ello no impide el realizar en algunos momentos críticos transectos paralelos o perpendiculares a la costa con sonda acoplada a la embarcación²⁶ y obtener así perfiles completos de la situación. La sonda permite también hacer perfilados verticales y obtener criterio sobre si se justifica abordar las analíticas a varias profundidades o basta con tomar una muestra a -1m.

Los parámetros objeto de seguimiento son:

- Temperatura
- Salinidad (conductividad)
- pH
- Turbidez
- Oxígeno disuelto
- Clorofila (no muy fiable, conviene comprobar con analítica)

Los métodos analíticos serán los mismos o equivalentes a los empleados por el CIS durante la fase previa (ver CIS 2005, p.61). Siguiendo sus recomendaciones, de la analítica de aguas se han excluido todos los metales pesados disueltos ya que precipitan en un medio básico (pH 8,3-8,4) y sólo tiene sentido analizarlos en sedimentos. Se descartan igualmente la analítica de compuestos organoclorados y organofluorados pues no han aparecido en los análisis previos y, de existir, su origen estaría asociado más a usos agrícolas en la zona que a las obras portuarias. Cabe decir lo mismo de la analítica microbiológica (estreptococos fecales y coliformes totales y fecales) en fase de obras, pudiendo reducirse a un único análisis anual como guía y cambiar la frecuencia sólo si se detectan variaciones atribuibles a las obras.

Insistimos en que el objeto de seguimiento es un proyecto portuario y no debe guiarse por planteamientos propios de programas genéricos de calidad de aguas y salud ambiental.

²⁶ El OAG contará en breve con una embarcación de 8,45 x 3 m ("Avatar") construida *ex profeso* para las labores de seguimiento ambiental de la Fundación.



Con esta salvedad, los muestreos de aguas y sedimentos para analítica se plantean como trimestrales y simultáneos, quedando su contenido como sigue:

Aguas

- Sólidos en suspensión
- Clorofila a
- Amonio, nitritos, nitratos y fosfatos
- Carbono total
- Aceites, grasas y detergentes
- Hidrocarburos totales
- Microbiológico (anual)

Sedimentos

- Granulometría
- Materia orgánica
- Nutrientes (Ctot, fosfatos, NK)
- PAHs y TBT
- Hidrocarburos totales
- Metales (Pb, Hg, Ni, Cr, Cu, Zn, Cd)

7.3.4 Comunidades marinas

Para el seguimiento del estado de las comunidades bentónicas marinas no se justifica realizar un cartografiado detallado de toda la zec Sebadales del Sur de Tenerife, como se ha hecho en 2005 y 2008. Estos estudios son útiles como referencia y han servido de base para escoger unos transectos lineales que atraviesan los distintos tipos de comunidad, y permiten hacer el seguimiento de la dinámica de las comunidades, sobre todo del sebadal, aplicando la metodología que el OAG ha desarrollado y ensayado en el seguimiento del Sebadal de San Andrés²⁷ (documento accesible en la página web del OAG).

Tabla 19. Cuantificación del estado de desarrollo de las praderas de seba

Parámetros	Alta	Media	Baja
Densidad de haces	> 1.000 haces/m ²	500-1.000 haces/m ²	< 500 haces/m ²
Densidad de hojas	> 3.000 hojas/m ²	1.500-3.000 hojas/m ²	< 1.500 hojas/m ²
Altura de hojas	> 30 cm	20-30 cm	< 20 cm
Área foliar	> 2.295 cm ² /m ²	765-2.295 cm ² /m ²	765 cm ² /m ²
Cobertura	> 75%	25-75%	<25%
Biomasa	> 200 peso seco/m ²	100-200 peso seco/m ²	< 100g peso seco/m ²
Epifitismo	< 50% verde	75-50 % verde	> 75 % verde
Vitalidad foliar	100% verde	75-50 % verde	< 50 % verde
Enterramiento	Vaina enterrada	Vaina al descubierto	Rizoma al descubierto
Fragmentación	Parches o manchones	Invaginaciones	Ondulaciones

El método consiste en la filmación con video arrastrado y equipado con sistemas de registro de imagen, profundidad y localización GPS en tiempo real. La medición se realiza comparando las imágenes con patrones preestablecidos y calibrados previamente para tres categorías: alta, media, baja (ver Tabla 19). El análisis ulterior de imágenes también permite registrar otros indicadores del estado de la pradera, como el epifitismo (agente perturbador de la seba y del medio), la fracción viva/muerta de las hojas, el grado de enterramiento-erosión, el estado de fragmentación de los bordes de la pradera y, en general, la tendencia de su dinámica. Para evaluar el enterramiento (y erosión) se toman como referencia la vaina y los rizomas.

²⁷ OAG (2009). *Estudio previo al replanteo del Plan de Vigilancia ambiental a medio plazo del ensanche de la dársena pesquera de S/C de Tenerife, 2009-2012*. S/C de Tenerife, Observatorio Ambiental Granadilla, 35 pp.

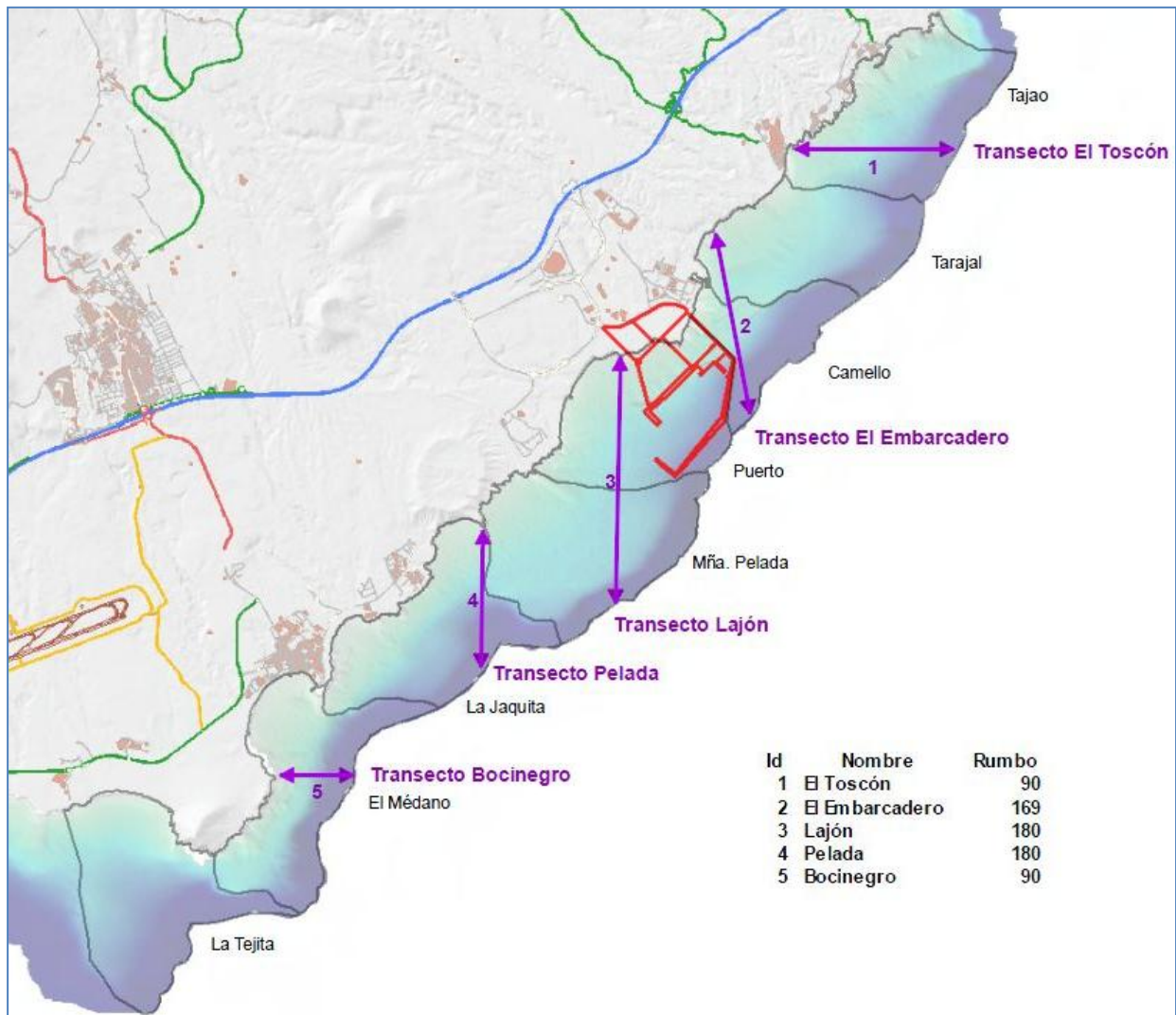


Figura 75. Transectos para el estudio de las comunidades bentónicas

Los cinco transectos ubicados estratégicamente permitirán hacer un seguimiento de los cambios significativos en las comunidades bentónicas, a la vez que ofrecerán un criterio objetivo para decidir si procede hacer más transectos o un cartografiado completo de todo el ámbito o en alguno de sus sectores. Los transectos se repetirán en principio dos veces al año, uno en invierno y otro en verano. Se han elegido accidentes de la costa fáciles de reconocer, y el rumbo a seguir hasta alcanzar los 50 m de profundidad (o más, si interesa).

Como quiera que sea muy posible que en algún momento (p.ej. al final de la fase de obras) haya que proceder a realizar un nuevo levantamiento bionómico –sobre todo de la zec, por su relevancia – se procederá a reanalizar todos los transectos de video tomados por CIMA en 2008, aplicando la nueva metodología. Se fijarán nuevos criterios para reflejar las comunidades bentónicas y se reelaborará una nueva cartografía bionómica aplicando un modelo *kernel* de densidades que, a nuestro juicio, expresa mejor la situación real que el trazado de polígonos basado en resoluciones no homogéneas.

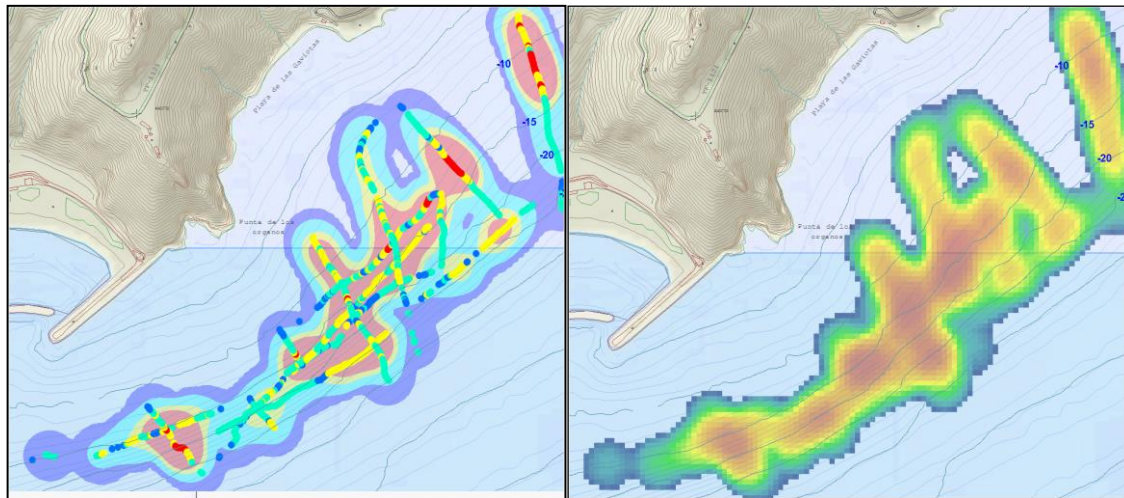


Figura 76. Ejemplo de la aplicación de un modelo *kernel* para representar las densidades de un sebadal

En definitiva, este método de trabajo permite realizar reconocimientos bionómicos en aguas poco profundas con un alto rendimiento y a costes razonables, quedando siempre la imagen archivada para su posterior uso.

Especies indicadoras

Como complemento a la información obtenida en los perfiles bionómicos, se realizarán reconocimientos de las comunidades intermareales (incluye supramareal) y submareales en las estaciones señaladas en la Tabla 18 (7 para intermareal y 6 para submareal). Las comunidades han sido convenientemente caracterizadas en los estudios previos, por lo que no tiene sentido hacer inventarios exhaustivos de todas las especies.

Tabla 20. Especies bioindicadoras objeto de seguimiento

Comunidad	Especie (nombre común)	Nombre científico
Algal fotófilo	Romero	<i>Centrolabrus trutta</i>
Arenal	Araña costera	<i>Trachinus draco</i>
Sebadal	Mojarra	<i>Diplodus annularis</i>
Blanquizal	Eriza	<i>Diadema cf. antillarum</i>
Pedregales	Gallinita	<i>Canthigaster capistratus</i>
Anises	Mäerl en estado vivo	<i>Lithotamnion, etc.</i>
Confites	Gallo verde	<i>Stephanolepis hispidus</i>
Campos de anguilas	Anguila jardinera	<i>Heteroconger longissimus</i>

Consecuentemente, se han elegido aquéllos taxones fáciles de observar que se consideran indicadores de un buen estado de conservación de dichas comunidades. Los recuentos y seguimiento se centrarán en ellos, y se harán uno en verano y otro en invierno. Para las comunidades muy profundas se empleará una cámara de video suspendida. Todo ello, sin perjuicio de anotar oportunamente alguna especie de pez que resulte novedosa para el inventario ictiológico general. A tal fin, se harían también observaciones durante la retirada de los captadores de sedimentos (nueve estaciones).



Zona supra e intermareal

En cada una de las siete estaciones de muestreo se seleccionarán rocallas y charcos de referencia (a marcar) y se hará un seguimiento empleando fotografía escalada de la densidad de tómaros (cirrípedos) con porcentaje de ejemplares muertos (zona supramareal), por un lado, y de la cobertura algal general que muestre el charco, por el otro (zona intermareal).

Infauna

Los triados obtenidos de los muestreos de infauna se conservarán al completo, pero para el seguimiento de las variaciones se propone escoger un grupo siempre presente y que en las variaciones de su composición pueda reflejar cambios significativos en las condiciones ambientales que conforman la biocenosis. En este sentido, los poliquetos, de los que se han registrado de momento 15 especies, resultan un grupo idóneo y se propone su elección. La evaluación biológica se abordará interpretando las causas de la variación composicional trófica (filtradores, depredadores, etc.) por un lado, y haciendo un seguimiento de su biodiversidad (índice de Margalef $S=N^k$), considerándose favorable si se mantiene estable o muestra tendencia a aumentar.

7.4 Criterios de evaluación

El objeto del presente plan de seguimiento se centra en evaluar el impacto de las obras del puerto de Granadilla. Ello implica, por un lado, conocer las variaciones que se producen en los parámetros ambientales y evaluar si son significativas o irrelevantes respecto del estado inicial; y por el otro lado, considerar si dicha variación está o no vinculada a la obra, y en qué medida. Los valores de partida y sus rangos han quedado reflejados en el capítulo dedicado a la situación de referencia.

Los nuevos valores obtenidos se compararán con los de referencia de su serie y se calificarán en función de su variación, relevancia y consecuencia para el estado de conservación:

<i>Variación</i>	<i>Incidencia /relevancia</i>	<i>Efecto sobre el estado de conservación</i>
-3 Disminución (regresión) severa	3 Alarmante	+ Positivo /Favorable
-2 Disminución (regresión)	2 Muy significativa	0 Neutro /Estable
-1 Disminución (regresión) ligera	1 Significativa	- Negativo /Desfavorable
0 Normal / Estable	0 Irrelevante	
+1 Aumento (progresión) ligero		
+2 Aumento (progresión)		
+3 Aumento (progresión) severo		

Finalmente, los cambios observados han de ser analizados según criterios de causa-efecto a fin de determinar la acción que los provoca y su origen. En virtud de éste, se evaluará si el cambio, –favorable o desfavorable– es: Natural, derivado de las obras o ajeno a las obras.

El OAG, en concordancia con los planteamientos de la DIA, del PVA elaborado en su desarrollo y ateniéndose a las funciones que le han sido encomendadas, elevará a la Autoridad Portuaria las propuestas que estime oportunas para mitigar o corregir eventuales impactos no deseados o imprevistos. Dichas propuestas serán públicas.



7.5 Remisión de informes

El PVA de 2007 establece un programa de reporte trimestral (p.ej. aguas) o semestral (p.ej. sedimentos) para la vigilancia ambiental en fase de obras, salvo para las medidas de turbidez del agua marina, que será mensual mientras duren los rellenos o dragados. Además, al finalizar las obras se entregará un informe global que contenga todos los resultados y conclusiones de los diferentes informes parciales, como fecha límite tres meses tras la conclusión de las mismas. Esta intensidad de reporte obedece, seguramente, al supuesto de que los trabajos de vigilancia serían ejecutados por las ute con la ayuda de varias asistencias técnicas externas.

El esquema de vigilancia ambiental habilitado con la participación del OAG como entidad directamente dedicada a tal fin y en contacto permanente con la Autoridad Portuaria y utes, permite introducir un sistema más dinámico y ágil de reporte, de carácter más interno que externo. La intención del OAG es volcar la información en un apartado específico de su página web a medida que se produce, de modo que pueda explotarse sobre la marcha, y ser conocida por el público en general, tal como es la voluntad expresada por la Comisión Europea.

En relación con los informes escritos, el OAG propone que se haga un informe anual de carácter general y documentado, y un resumen crítico al final de la fase de obras, todo ello sin perjuicio de que el OAG evacue informes puntuales siempre que las circunstancias así lo aconsejen, y alertas inmediatas en caso de mediar urgencia. Este planteamiento se propone de cara a una mayor eficiencia en la vigilancia, descargar al OAG de trabajo burocrático rutinario y centrar los esfuerzos en conseguir una mayor inmediatez en la vigilancia y cumplir con la transparencia exigida por La Comisión.

-- o o --

Santa Cruz de Tenerife, 21 de marzo de 2011

El Director del OAG

Fdo. Antonio Machado Carrillo



EL EQUIPO REDACTOR:

Dr Antonio Machado Carrillo
Ecólogo

Eugenio Pareja Ríos
Biólogo marino

Javier Díaz Guerra
Técnico en Ciencias Ambientales

Juan Antonio Bermejo
Experto GIS

Tomás Cruz Simó
Consultor en Biología Marina