



www.oag-fundacion.org

**Propuestas alternativas para
restablecer el flujo de arenas
en el litoral de Granadilla tras
la construcción del nuevo puerto**

PROPUESTAS ALTERNATIVAS PARA RESTABLECER EL FLUJO DE ARENAS EN EL LITORAL DE GRANADILLA TRAS LA CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO PUERTO

1 Antecedentes

Durante la tramitación del proyecto del puerto de Granadilla, iniciada en el año 1999, se plantearon numerosas quejas ante la Comisión Europea relacionadas, entre otros aspectos, con las repercusiones de dicha infraestructura sobre de las áreas protegidas de la red Natura 2000 y las playas situadas a sotavento. Según el estudio de impacto ambiental realizado, el impacto negativo más importante del nuevo puerto corresponderá a la alteración de los patrones naturales de retirada y depósito de arenas, cuyo flujo natural se dirige hacia el SW según la corriente dominante, repercutiendo sobre la zec ES7020116 Sebadales del Sur de Tenerife y la zec ES7020049 Montaña Roja, a 1,8 km y 7,1 km de distancia respectivamente. Esta última es una zec terrestre contigua que cuenta con un modesto sistema dunar alimentado por las arenas que provienen de la primera.



Fig. 1. Ubicación del nuevo puerto en la costa de Granadilla (Tenerife) y de las áreas protegidas de la red Natura 2000 consideradas en la presente propuesta.



1.1 El Dictamen de La Comisión

En 2004, a raíz de las conversaciones habidas con La Comisión, las Autoridades Españolas propusieron realizar un trasvase permanente de arena de norte a sur para mitigar así la interrupción provocada por el nuevo puerto. Esta propuesta plantea recoger la arena depositada en la parte septentrional de las obras de abrigo mediante un sistema de bombeo y canalización, y trasladarla más allá del extremo meridional del mismo, de modo que pueda seguir su trayectoria normal. Las instalaciones eólicas construidas en la zona del proyecto producirían la electricidad necesaria para alimentar el sistema.

El Dictamen de la Comisión Europea (C (2006) 5190 aptdo. V) considera que el trasvase de arena norte-sur es de dimensiones adecuadas y constituye una parte esencial del proyecto portuario. En este sentido, dicha actuación pasa a ser una más de las medidas correctoras del Proyecto.

1.2 El anteproyecto de baipás

En 2009, el OAG –ya constituido– tuvo noticias de que la Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife había elaborado un anteproyecto de baipás (ver figura 2) y que el procedimiento de licitación de concurso y obra se mantenía abierto desde el 29-5-2008 (suspendido temporalmente después), por lo que el Director del OAG 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).

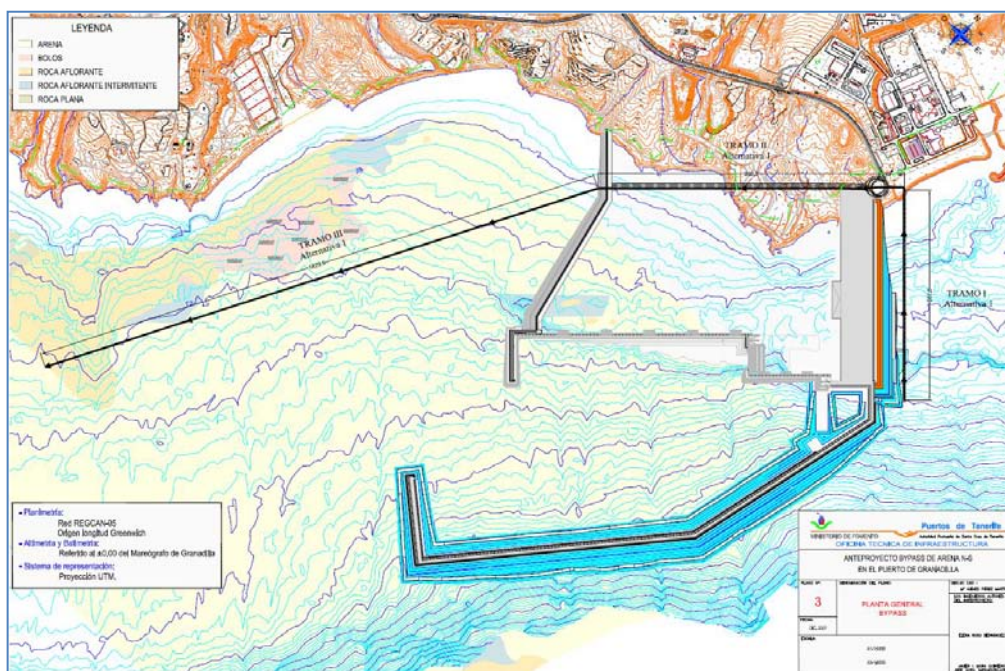


Figura 2. Disposición del baipás (línea en negro) según anteproyecto de la Autoridad Portuaria (2007)

El anteproyecto del baipás se planteó con seis alternativas respecto de la obra de toma e impulsión, conducción terrestre y la conducción marina, basándose en los estudios de dinámica litoral (Delfts Hydraulics 1999), clima marítimo (Hidtma 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 de S/C de Tenerife. El presupuesto estimado para el baipás es elevado y va de 3.842.206 € la solución más barata, a 5.827.735 € la más cara. Su objetivo, según reza el documento: “reincorporar a la dinámica litoral la posible aunque improbable arena que pudiera acumularse al norte del dique en talud norte”. El caudal de bombeo proyectado es de 50.000 m³ de arena al año.



1.3 Recomendaciones del OAG

El propósito del trasvase permanente de arenas norte-sur radica en 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). El OAG apreció indicios (p.ej. no acumulación de arena al pie del muelle de Unelco) de que el transporte costero inducido por el oleaje pudiera no ser muy relevante y sí el de plataforma debido a la corriente, lo que afectaría a las zonas de acumulación y succión teórica de las arenas. Tampoco se conocían bien las fuentes naturales de aporte de los sedimentos. Además, a lo largo de la costa existen importantes sumideros de arena y los valores de las corrientes asumidos en los estudios previos se basaban en un periodo muy corto de observación (cinco días), por lo que bien pudieran ser inferiores o superiores, con las consiguientes implicaciones en su capacidad de transporte.

Por todo ello, y de cara a aumentar la probabilidad de acertar con una buena solución, el OAG expresó en varios informes¹ la conveniencia de aprovechar la sensible mejora de los programas de modelización de dinámica litoral de última generación así como la nueva información oceanográfica e hidrológica obtenida *in situ* durante la inusitada larga tramitación del proyecto, que abarca toda una década; es decir, más datos y más potencial de cálculo². El OAG propone a la Autoridad Portuaria que se repita el estudio de dinámica litoral y sedimentaria para precisar más las predicciones, propuesta que es comunicada a la Comisión Europea con ocasión del Proyecto piloto 12446/10/ENVI, procedimiento abierto para recabar información, entre otros aspectos, de la situación del proyecto de baipás.

A la luz de los resultados obtenidos con los nuevos modelos del clima y corrientes marítimas, y si se lograra definir y cuantificar la dinámica de arenas con mayor precisión y fiabilidad, sería bastante probable que hubiese que replantear el diseño del baipás o buscar medidas complementarias o alternativas para garantizar el fin pretendido: restablecer el flujo de arenas en la medida de lo posible.

1.4 El estudio encargado por la Autoridad Portuaria

La Autoridad Portuaria asume la propuesta hecha por el OAG sin descartar el proyecto de baipás ya comprometido, que se mantiene suspendido a la espera de conocer los nuevos resultados o validación de los planteamientos iniciales. Con fecha de 28/4/2011 se abre la licitación de la *Asistencia técnica para la redacción de estudio de dinámica litoral para el diseño y proyecto de construcción del by-pass de arena N-S en el puerto de Granadilla*, y el 25/5/2011 se la adjudica el Instituto de Hidráulica Ambiental Universidad de Cantabria (IH Cantabria, en los sucesivos), bajo la dirección del Dr. Raúl Medina. El trabajo concluye en enero de 2012 y da respuesta a las cuestiones planteadas inicialmente, y a otras suscitadas con posterioridad (*Addenda*):

- Volumen de arena que en la situación previa y tras la construcción del Puerto entra en la zec Sebadales del Sur de Tenerife.
- Variación del volumen transportado atendiendo a las distintas condiciones de clima marítimo y estacionales de la zona.
- Zonas de acumulación de sedimentos tras la construcción del puerto y velocidad con la que se depositan las arenas.

¹Los informes se pueden consultar en la página web del OAG (www.oag-fundacion.org) o si tiene la versión pdf de este documento, pinchando directamente los hipervínculos: [Informe sobre cuestiones relacionadas con el puerto de Granadilla y la aplicación de las medidas del Dictamen de la Comisión Europea](#) (Nov. 2010); [Verificación de la exactitud y corrección de la evaluación de impacto ambiental del puerto de Granadilla](#) (Dic. 2010) e [Información complementaria sobre la situación del baipás del puerto de Granadilla](#) (Abr. 2011).

² Batimetrías precisas, datos locales de sedimentación y corrientes, series mayores de viento, oleaje y marea, estudios bionómicos detallados, abundantes granulometrías, etc. Ver detalles en el último informe arriba reseñado.



2 El nuevo modelo de dinámica litoral

El trabajo elaborado por el IH Cantabria puede ser consultado en la página web del OAG³, en su versión completa y como resumen. Nos centraremos aquí en exponer los resultados obtenidos, pero no sin antes resaltar que la metodología aplicada es –a juicio del OAG– adecuada a los datos disponibles, y que las hipótesis que se asumen (basadas en situaciones más o menos equivalentes) son necesarias y razonables, y no parecen forzadas en ningún caso.

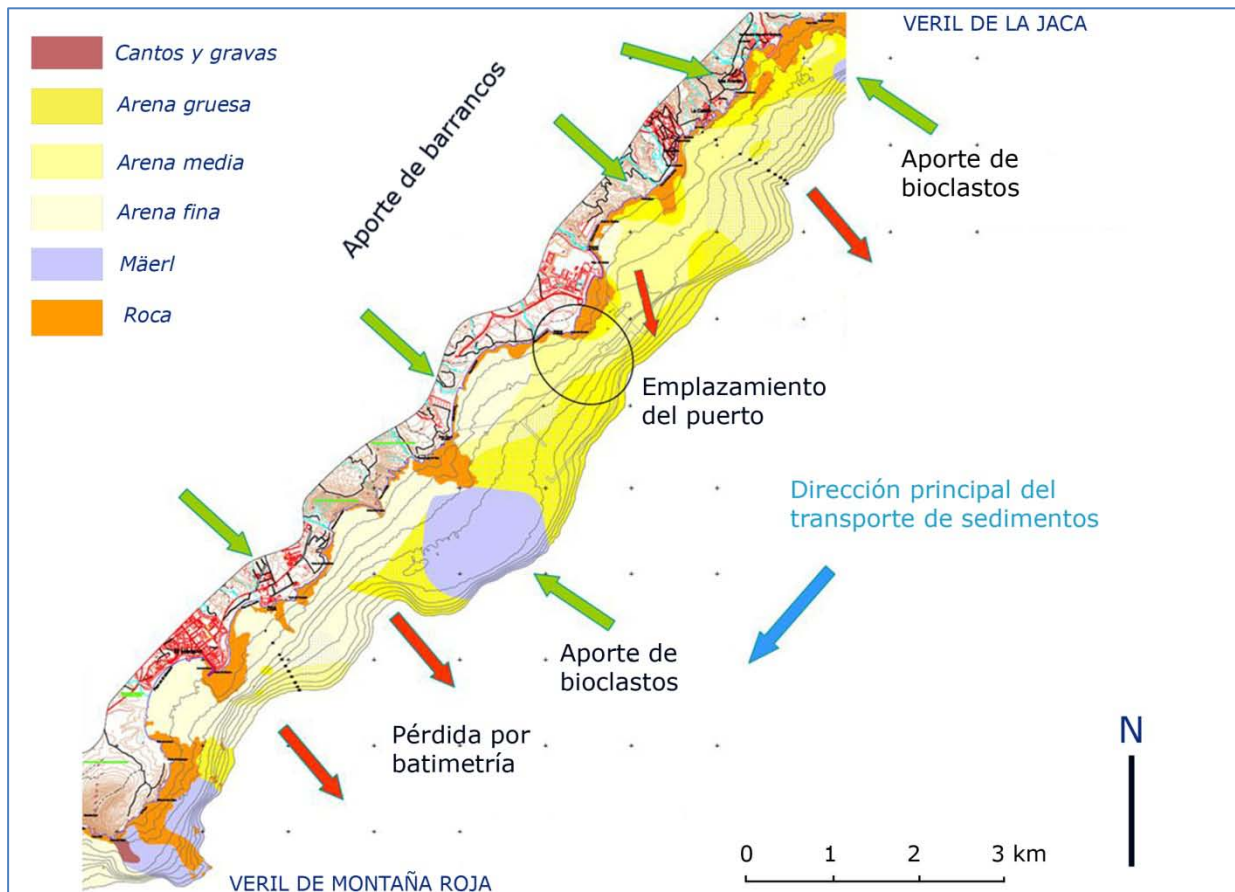


Figura 3. Modelo conceptual sedimentario (IH Cantabria 2012, reelaborado por el OAG)

2.1 La metodología empleada

El trabajo ha consistido básicamente en estudiar y modelar el clima marítimo, el régimen de corrientes y el transporte potencial de arenas en la zona de estudio, para luego calcular el transporte real partiendo de la arena realmente disponible en función de los aportes (análisis de sus fuentes) y sus pérdidas. El equipo del Dr. Raúl Medina ha empleado varios modelos anidando sus mallas, partiendo de los de ámbito mundial (malla de 10 x 10 km), pasando por los atlánticos y regionales, para acabar finalmente en Granadilla, donde se trabajó, según el parámetro, con resoluciones de 25 m (oleaje próximo a la costa) o 200 m en malla horizontal y 10 capas verticales (corrientes). El periodo de modelización considerado abarca cincuenta o más años (1958 – 2008) con resolución horaria, y es suficientemente amplio.

³ Si lee la versión pdf de este informe, pinche los enlaces [Estudio completo](#) y [Resumen](#); en caso contrario entre en www.oag-fundacion.org y en el menú principal seleccione las pestañas “Documentos y bibliografía”, luego “Estudios y proyectos” y finalmente “Documentos relacionados con Granadilla”.



La validación obtenida al cotejar con registros reales tomados *in situ* resulta altamente satisfactoria con ajustes del 98-99% en las situaciones normales y más frecuentes, y algunas discrepancias en los casos extremos: hasta del 3% cuando se producen las mareas vivas, y un 6,25% en la velocidad máxima de la corriente, situación esta última, que se da con una frecuencia de solo el 5%. Los valores que arrojan estos modelos validados son los sirven luego para calcular el transporte potencial de sedimentos.

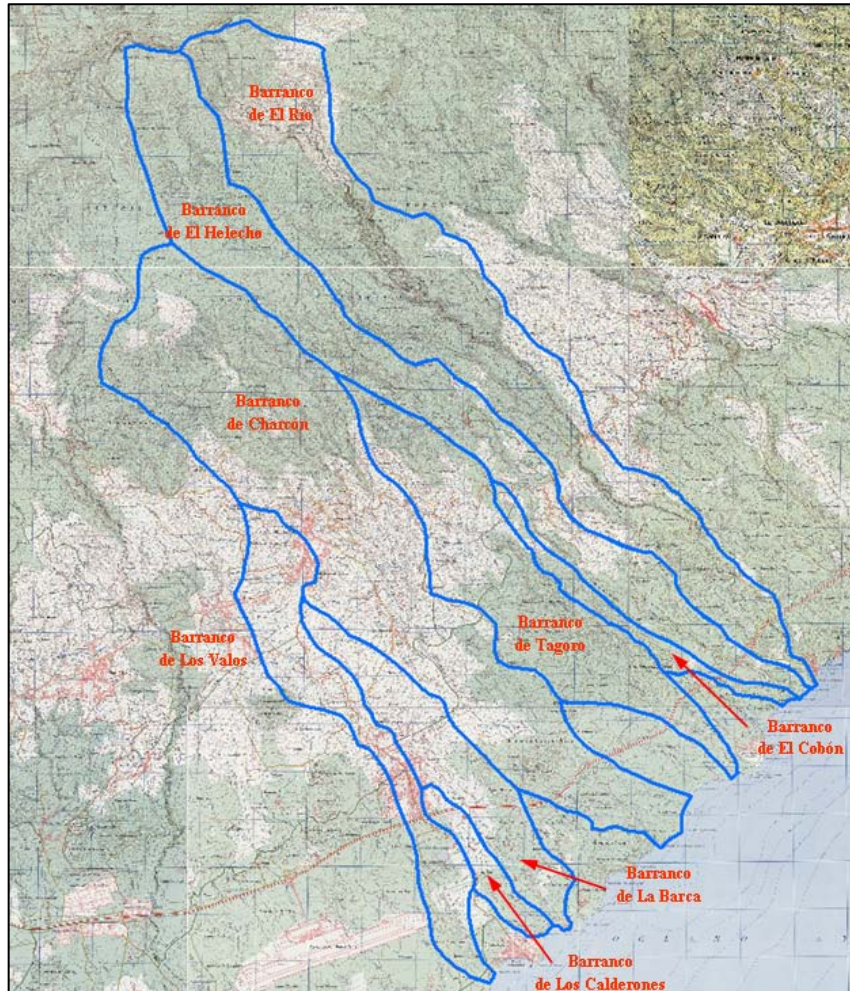


Figura 4. Cuencas de los barrancos que aportan sedimentos en la zona

Para el cálculo del transporte real se ha tenido que valorar el aporte de materiales al sistema, que en esta costa son de tipo orgánico (bioclastos) y de tipo mineral (material volcánico), originados estos últimos por las descargas de los barrancos (información hidrológica por cuencas facilitada por el Consejo Insular de Aguas y aplicación de la tasa de erosión USLE). En función de la composición mineralógica conocida, se asume que la fracción de arena comprende solo un 10-30% del volumen total.

Los bioclastos son producidos por las comunidades de *mäerl* (algas calcáreas) y se asume para *Lithotamnion corallioides* una tasa de fijación media anual de carbonato cálcico de 2000 g/m² (con una desviación +/- 500 g). No existen valores medidos en Canarias, pero esta tasa es bastante plausible según se desprende de la amplia bibliografía consultada por el OAG. En el estudio de IH Cantabria se deduce que la zona de *mäerl* situada próxima al veril de La Jaca –está mal cartografiada–, debe ser mayor y se le atribuye una superficie de 2 km², equiparable a la zona próxima a Montaña Pelada. Sería conveniente realizar un levantamiento bionómico en dicha zona para conocer su extensión real.



2.2 Cuantificación de la dinámica sedimentaria local

La batimetría en el tramo de costa considerado (unos 23 km) repercute de manera decisiva en la dinámica sedimentaria, pues es bastante discontinua, alternando zonas de planchones con cañones y veriles próximos a la costa. Estos últimos actúan de sumideros para las arenas. El efecto de las olas no se hace sentir por debajo de los 30 m, de modo que superada esta profundidad, las arenas se precipitan al fondo y no participan en el transporte litoral. Tal es así que, en lo que a dinámica sedimentaria respecta, nos hallamos ante una célula prácticamente cerrada que arranca en el veril de La Jaca (Punta de Los Gomeros) al NW y termina en el veril occidental de Montaña Roja, al SW. En sus desplazamientos horizontales, los granos de arena difícilmente pueden superar estas “barreras”⁴ (ver figura 3).

Las corrientes máximas (medias anuales) se alcanzan en ambos extremos del tramo de costa considerado (Montaña Roja y Punta de Abona) y son en torno a 40 cm/s, aunque lo habitual en las zonas intermedias son velocidades entre 15-25 cm/s. Las corrientes de marea suben hacia el NE en llenante, y bajan hacia el SW en vaciante, quedando una corriente residual hacia el SW (10-20 cm/s) por influencia de la Corriente de Canarias, que es responsable del transporte neto que se produce en sentido NE > SW.

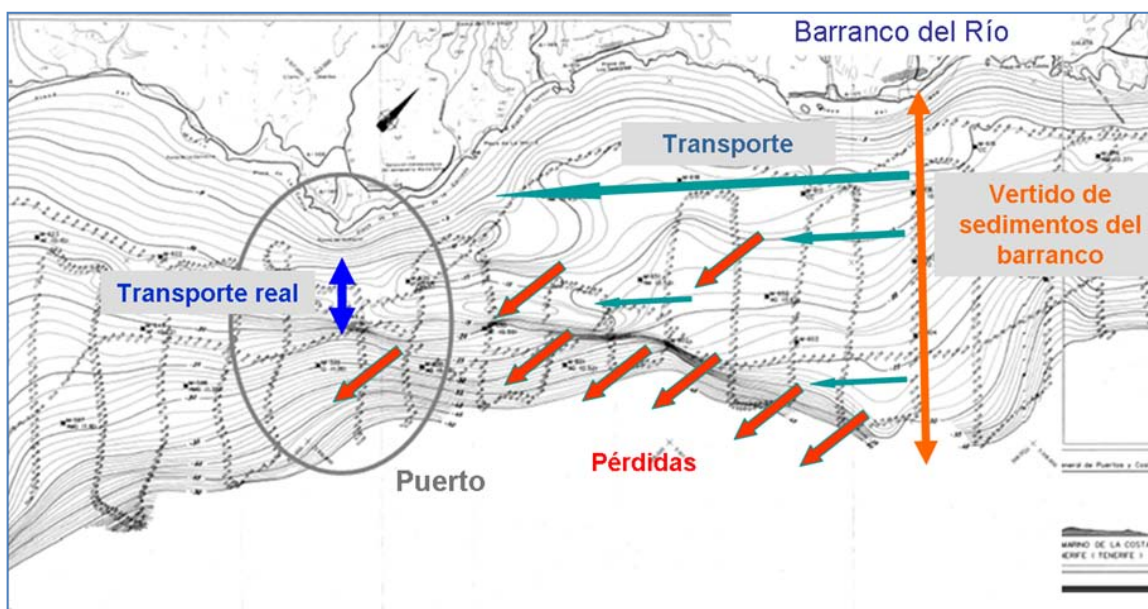


Figura 5. Pérdida de sedimentos aportados por los barrancos (flecha en rojo) y cuello de botella que se forma en la Punta del Camello (doble flecha azul), precisamente donde se construye el nuevo puerto.

Entre 0 y -10 m de profundidad se produce transporte prácticamente todos los días del año; entre los -10 y -30 m sólo unos 100 días, y por debajo de esta cota, es nulo. En el ámbito que nos ocupa, la franja de aguas someras no es muy ancha debido a presencia de fondos con grandes pendientes muy cercanos a tierra firme. Además, los cañones-sumideros se internan hacia la costa, estrechando aún más esta franja. Por ellos se precipita buena parte de la arena generada, que se irá depositando a mayores profundidades sin participar más en la dinámica litoral. La zona donde se está construyendo el puerto, por ejemplo, coincide con uno de estos “cuellos de botella” y, debido a su configuración (figura 5), solo pasará material hasta -10 m, es decir, por una franja de 300 m de ancho; el resto cae a las profundidades.

⁴ En el caso de Montaña Roja, una fracción de arena parte desde la playa de El Médano y alcanza la playa de La Tejita por tierra, y es la que alimenta las comunidades psammófilas que allí de desarrollan. Este transporte eólico de arenas se encuentra prácticamente detenido en la actualidad, aunque pensamos que volverá a reactivarse tras los grandes aguaceros.



El potencial de transporte sedimentario en la zona es alto –mayor en verano que en invierno– y muy superior a la cantidad de arena realmente disponible. Ésta ha sido calculada a partir de los aportes anuales de los barrancos y de la producción del maërl (bioclastos) para el sector aguas arriba del puerto (hasta el veril de La Jaca), y para el sector aguas abajo, hasta el inicio de la zec (figura 6).

- Aguas arriba (sector NE): Barrancos = 1.000-3.000 m³/a Maërl = 1.000-2.000 m³/a
- Aguas abajo (sector SW): Barrancos = 2.500-7.800 m³/a Maërl = 1.000-2.000 m³/a



Figura 6. Esquema general del flujo de sedimentos aguas arriba y aguas abajo de la ubicación del futuro puerto de Granadilla.

Ahora bien, una buena parte –estimada en el 60%– de los sedimentos originados aguas arriba de la ubicación del puerto se pierden en los sumideros del barranco del Río, escalón de El Tambor y al atravesar el cuello de botella de la Punta del Camello, quedando sólo 800-2.000 m³/año que seguirán su curso aguas abajo en dirección a la zec. Los aportes generados en el sector SW (3.500-9.800 m³/año) se considera que alcanzan la zec sin mayores pérdidas.

En consecuencia, tendremos un caudal de **4.300 - 11.800 m³** de sedimentos que entran en la zec desde el NE cada año, sin olvidar que se están barajando cifras promediadas y que el régimen hidrológico en el sur de la isla de Tenerife es muy irregular. Pueden pasar hasta dos décadas sin que corran los barrancos, para luego venir la avalancha y descargar todo el material acumulado, que en los primeros momentos será transportado a tasas mucho más altas que la media, hasta agotarse. En nuestra opinión, estamos ante un sistema que opera en parte de manera intermitente (aporte mineral) y, siendo la pluviometría una variable estocástica, resulta difícil de predecir. La última vez que se reactivó fue en 2005.



2.3 Consecuencias de la construcción del puerto

El oleaje aumentará del 5-25% a lo largo de 6 km al NE del puerto por efecto de la reflexión de las olas contra su estructura, mientras que al SW se reduce en un 8-40% por el efecto de abrigo, efecto que alcanzará hasta Montaña Pelada (figura 7). El oleaje medio en la dársena será inferior a 10 cm.

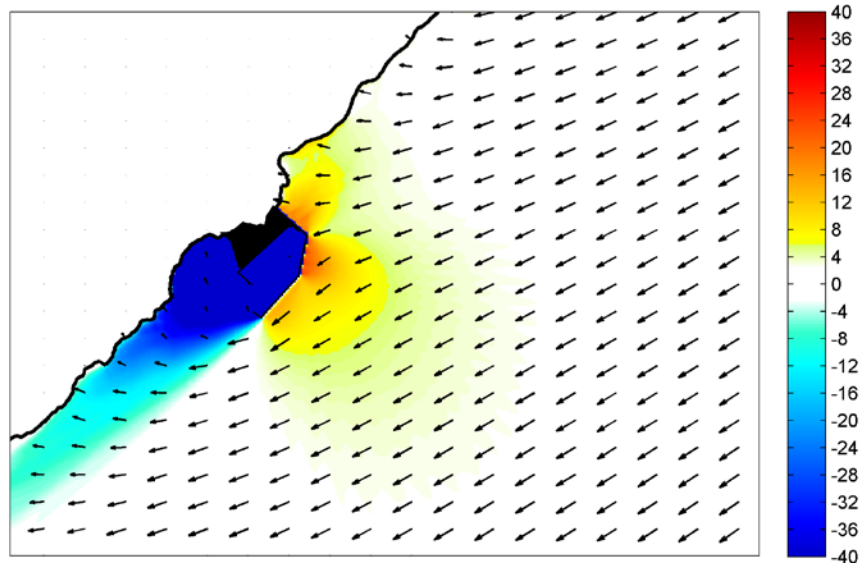


Figura 7. Diferencias en % en la ola significativa media (H_s) entre la situación con y sin puerto (en rojo, aumenta; en azul disminuye).

Algo parecido ocurrirá con las corrientes, que aumentarán (máximo aumento 1 cm/s) por fuera de las obras de abrigo, y decrecerán –hasta un máximo de 20 cm/s– hacia el SW hasta Montaña Roja, y con menos alcance hacia el noreste, hasta el barranco de El Río (figura 8).

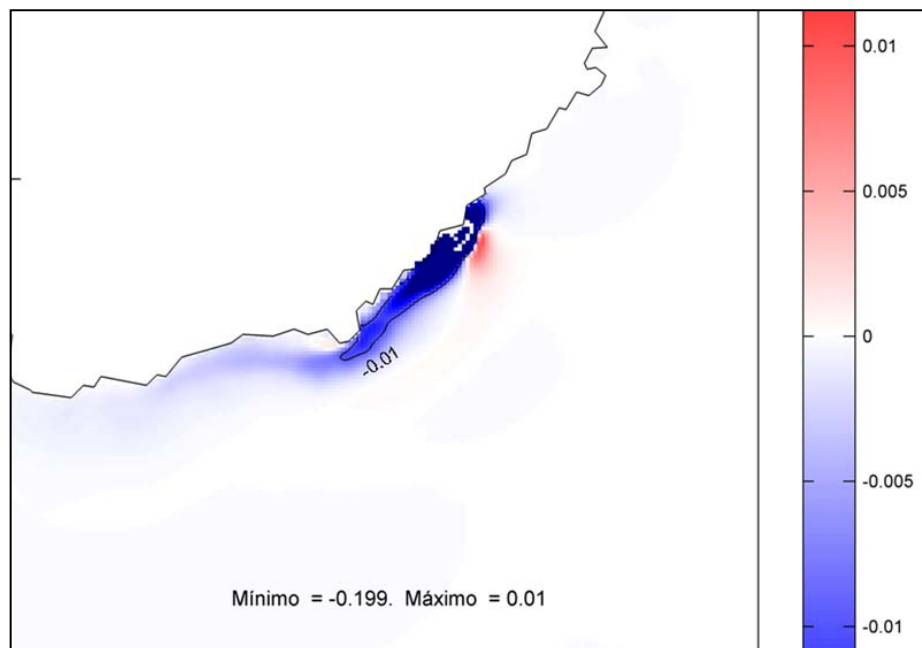


Figura 8. Diferencia “con puerto - sin puerto” entre la media anual de la corriente máxima diaria. La línea de contorno negra marca el límite 0,01 cm/s de fiabilidad del modelo utilizado.



En relación con el transporte sedimentario, la consecuencia más inmediata e importante de la construcción del puerto, es que el sistema actual Tajao – La Tejita quedará dividido en dos células independientes. Los sedimentos que se generan aguas arriba del puerto no rebasarán la barrera impuesta por el puerto y se acumularán en su cara norte a razón de 800-2000 m³/año (ver figura 9). Más al norte de esta zona de acumulación, la tasa de transporte aumentará hasta máximos de 10^{-5} m³/s/m (= 300 m³/año/m), generando una zona de potencial erosión (en rojo)⁵.

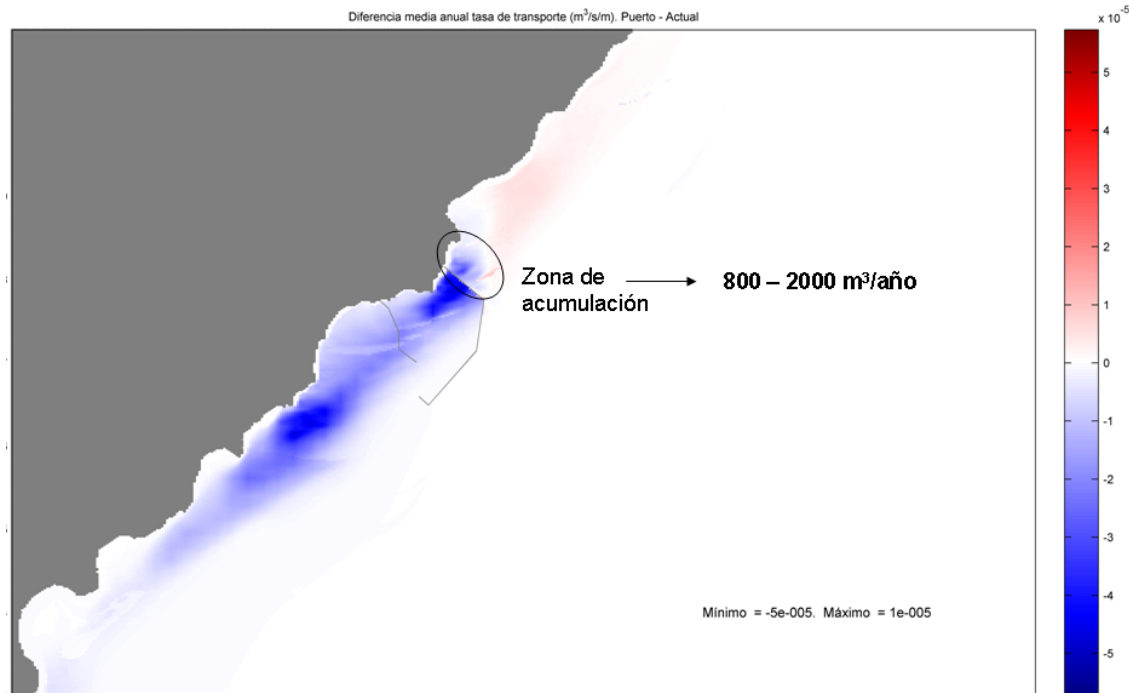


Figura 9. Variación en la media anual de la tasa de transporte media diaria (m³/s/m) tras la construcción del puerto de Granadilla.

La consecuencia de la disminución del oleaje y la corriente aguas abajo del puerto, es que se reducirá el transporte potencial de sedimentos desde máximos de $4-5 \times 10^{-5}$ m³/s/m (= 1.500 m³/año/m) a máximos de $1-2 \times 10^{-5}$ m³/s/m (valores para arenas finas 0,2 mm). Esta disminución es significativa y genera una amplia área de sedimentación potencial. Sin embargo, la capacidad de transporte potencial sigue siendo aún muy superior a la real, por lo que no habrá merma en el transporte real. El factor previsiblemente es la disponibilidad de arena, no la capacidad de transporte. Aguas abajo del puerto, donde único se acumulará arena debido a la dirección N-NW que adopta la corriente (ver figura 7), es a la sombra del contradique sur, en la playa del Medio.

2.4 Afección a la zec Sebadales del Sur de Tenerife

De lo expuesto y a los efectos de transporte sedimentario, se confirma que la construcción del puerto de Granadilla impedirá que el caudal de arenas generado aguas arriba del puerto hasta el veril de Tajao llegue a la zec Sebadales del Sur de Tenerife, como ocurre en la actualidad. La merma del caudal se ha cifrado en **800-2.000 m³/año** y representa un 18% del flujo total de sedimentos que entra a la zec por su límite noreste, más la arena que se acumule al abrigo del dique sur hasta que alcance su nuevo equilibrio. Superado el tiempo en que se produce esta última detracción (no cuantificada) el insumo de arenas a la zec pasaría de 4.300 – 11.800 m³ a 3.500 – 9.800 m³ s a menos que se restituya el flujo a su valor original. Esa es la idea que subyace en el trasvase de arenas norte-sur planteado.

⁵ Se produce transporte de arena a partir de corrientes de 1 cm/s de velocidad, siempre que el efecto de las olas la levante de su lecho.



3 La inadecuación del proyecto de baipás

La idea de un trasvase de arena norte-sur acordada con la Comisión Europea para resolver el problema de la interrupción del flujo de sedimentos por la construcción del puerto, tiene su lógica, pero la propuesta concreta de construir un baipás por bombeo nace de un planteamiento que ahora se desvela como equivocado. La costa de Granadilla fue asimilada a costas como la mediterránea española, donde el transporte de arenas a lo largo del litoral se debe principalmente a la corriente longitudinal generada por la rotura del oleaje. Los puertos interrumpen esta corriente y la arena se acumula contra ellos aguas arriba (figura 10). El bombear arena y soltarla aguas abajo tiene sentido en un contexto así. El baipás de Tweed River, en Queensland, es un buen ejemplo (en 2011 trasvasó 518.169 m³ de arena).

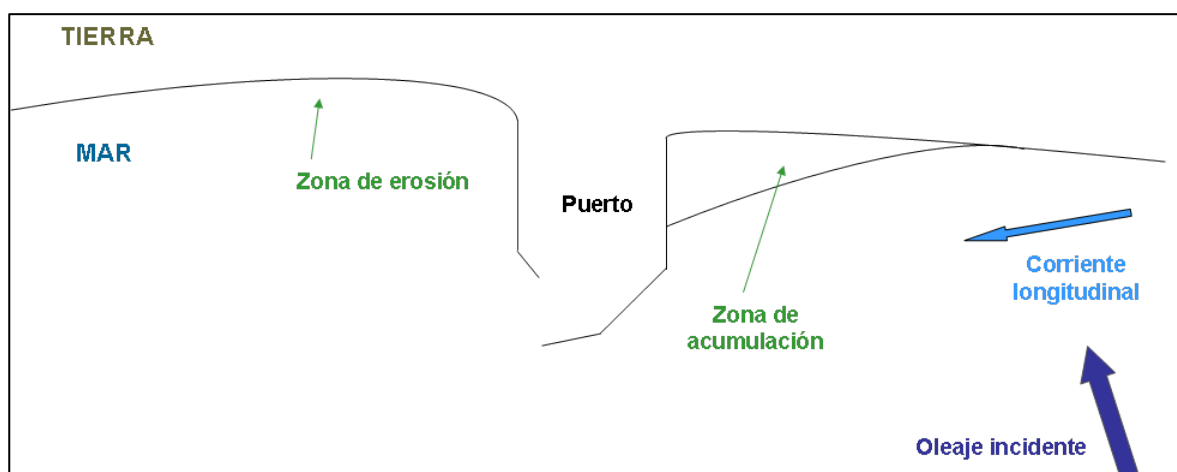


Figura 10. Esquema de una barrera al flujo sedimentario producido por corrientes de rotura de oleaje a lo largo de la costa (IH Cantabria).

Ahora sabemos –con suficiente rigor– que la situación en Granadilla obedece a otro esquema de dinámica costera, no equiparable al de las costas mediterráneas o atlánticas. En la costa de Granadilla domina la corriente de plataforma (playa sumergida) en vez de oleaje, y el tamaño de grano y las batimetrías son radicalmente diferentes. Los nuevos programas de modelización utilizados por IH Cantabria⁶ predicen que tras la construcción del puerto el transporte de fondo se verá incrementado aguas arriba y disminuirá aguas abajo, justo al contrario de lo que se espera que ocurra cuando el transporte es de oleaje. El volumen máximo de sedimentos retenidos es del orden de 2.000 m³ en vez de 50.000 m³ para los que se diseñó el baipás, y los sedimentos no se van a acumular al pie del dique norte del puerto, sino que se repartirán en una zona mucho más amplia (23 ha), haciendo prácticamente inviable su succión desde tierra.

La información actualmente disponible sobre el clima marítimo y dinámica litoral es muy superior a la existente cuando se estudió el puerto de Granadilla hace una década, además de contar con datos locales que han permitido calibrar los nuevos modelos y obtener predicciones mucho más ajustadas. La amplia incertidumbre que existía en el caudal anual de sedimentos era de 0 a 50.000 m³, y ahora ha quedado concretada en 800-2000 m³.

El OAG considera que hay que buscar otras soluciones al problema planteado ya que el proyecto de baipás, según fue concebido, se revela como inútil, y debe ser descartado.

⁶ Además de trabajar con más y mejores datos, y potencia de cálculo, los resultados obtenidos sobre el comportamiento de los sedimentos en la zona concuerdan bastante bien con la evidencia empírica (cartografía bionómica).



4 Planteamiento y consideraciones previas

4.1 Recapitulación sobre objetivos y fines

Antes de abordar las soluciones alternativas al proyecto de baipás, es preciso recapitular sobre el sentido y objetivo del mismo.

La Comisión Europea intervino en el proyecto del nuevo puerto de Granadilla ante la posibilidad de que dos “lugares de importancia comunitaria” (lic) de la red Natura 2000⁷, de la que es custodia, fuesen afectados por las obras. En el Estudio de impacto ambiental hecho en su día, quedó reflejada, entre otros aspectos, la interrupción del flujo de arenas, y aunque no se le atribuyó mayor impacto ecológico, el proyecto original del puerto incorporaba el dragado de las arenas eventualmente acumuladas al pie de su dique norte, para luego ser vertidas al sur del puerto. Este método de trasvase N-S no satisfizo a La Comisión, y por ello acordó con las Autoridades Españolas en que fuese permanente. La solución (¿sugerida por la Comisión?) del baipás, aunque no se menciona en el texto del Dictamen, fue considerada de dimensiones adecuadas y parte esencial del proyecto.

Nos consta ahora, y con razonable fiabilidad, que las dimensiones del trasvase no eran adecuadas, como tampoco parece ser la solución técnica desarrollada. De mediar empecinamiento en la construcción del baipás, además de un importante despilfarro económico, no se resolverá el problema, sea cual fuere su dimensión. Por ello, el OAG entiende que la finalidad y objetivo de lo que se pretende ha de prevalecer ante el forma de la solución adoptada (construir un baipás). Lo sensato es plantear una nueva solución que respete la idea básica de reponer de modo permanente el caudal de arena que interrumpirá el puerto. Lo que se pretende (finalidad) es mantener la integridad ecológica de la zec Sebadales del Sur de Tenerife y de la zec Montaña Roja, que recibe arenas de primera.

4.2 Consentimiento de la Comisión Europea

Además de las pertinentes autorizaciones que se requieran en España, el OAG considera que la solución que se busque ha de ser comunicada a la Comisión Europea para su aprobación, ya que, aunque se respeten los fines y objetivos perseguidos –que es lo esencial–, ello supone una modificación de lo expuesto y pactado en el momento en que La Comisión conformó su opinión y evacuó el Dictamen (favorable).

4.3 Dimensión y discusión del problema

Hemos asumido que el objetivo básico en juego consiste en reponer de modo permanente el caudal de arenas que interrumpirá el puerto, y que la finalidad de esta medida no es otra que mantener la integridad ecológica de las zec –en lo que a dinámica sedimentaria se refiere– situadas aguas debajo de la ubicación del puerto. Huelga recordar que la zec Sebadales del Sur de Tenerife se estableció para proteger el hábitat de interés comunitario nº 1110 “bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda”, además de por la especie 1124 *Caretta caretta* (= tortuga boba); la zec Montaña Roja protege el hábitat “dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises) en el lugar”.

Para dar con una solución coherente con el problema, es preciso calibrar la dimensión de éste a la luz de la nueva información disponible. Cabe, pues, analizar lo que ocurre con las arenas dentro de la zec, al menos en el tramo potencialmente afectado por las obras; es decir, desde su límite NE hasta el veril de Montaña Roja (aproximadamente un tercio de toda la zec).

⁷ Los lic de Montaña Roja y Sebadales del Sur de Tenerife son ahora “zonas de especial conservación” (zec) de Natura 2000, con pleno derecho.



En la figura 11 se muestra un modelo simple del flujo de arenas en la zec marina que nos ocupa. Hay que advertir, que el esquema se centra en las aguas someras y cuando se habla de pérdidas por batimetría (representadas como salidas), se refiere a las arenas que caen a profundidades mayores a los -30 m y dejan de participar en la dinámica litoral, si bien es verdad que técnicamente pueden no haber abandonado la zec que comprende también algunos sectores de veril y aguas profundas (el 46% de su extensión), en cuyos fondos se acumulan depósitos de arena.

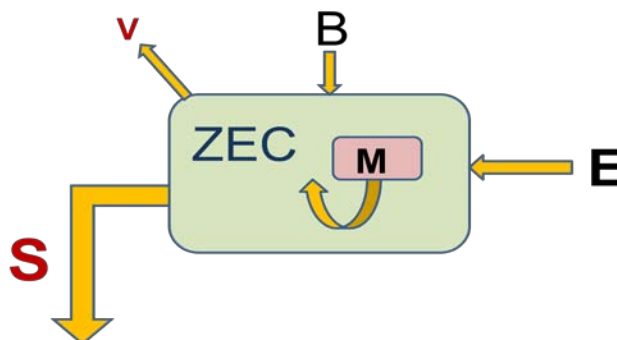


Figura 11. Modelo conceptual del flujo de arenas en la zec Seadales del Sur de Tenerife

ZEC = Banco de arena existente en la zec en aguas someras (< -30 m)

B = Entrada de sedimentos (minerales) procedentes de los barrancos

E = Entrada de arenas (minerales y bioclastos) desde el noreste

M = Incorporación de arena producida localmente por el mäerl (solo bioclastos)

V = Salida de arena transportada eólicamente hacia Montaña Roja y la playa de La Tejita

S = Pérdidas por batimetría

Sin puerto:

$$E + B + M = S + V$$

La repetidas batimetrías realizadas en la zona no reflejan cambios significativos en los fondos arenosos someros de la zec (rectángulo verde), por lo que se podría postular que el sistema se encuentra en equilibrio dinámico estable, con las entradas balanceadas con las salidas (a estos efectos la arena generada por el mäerl presente en la propia zec cuenta como entrada).

De esta ecuación conocemos $E = 4.300 - 11.800 \text{ m}^3/\text{a}$, $B = 652 - 1.956 \text{ m}^3/\text{a}$, y $M = 400-500 \text{ m}^3/\text{a}$, pero desconocemos el valor medio de V en períodos largos⁸. Por lo pronto, la exportación de arenas del sistema natural es del orden de $5.352 - 14.256 \text{ m}^3/\text{a}$.

Con puerto:

$$E' + B + M = S' + V \quad \text{donde} \quad E' = 0,82 E - D$$

Tras la construcción del puerto habrá una merma en E del 18% ($800-2.000 \text{ m}^3$) que quedan retenidos al norte del puerto, más una cantidad no cuantificada de arena que se depositará (D) al abrigo del dique sur, con carácter temporal, hasta que la nueva playa adquiera su equilibrio. Caben dos hipótesis:

- Sobra arena en el sistema y el porcentaje de reducción en las entrada se compensa con una reducción equivalente en la salida ($E - E' = S - S'$) sin afectar al banco de arenas de la zec, que permanecería invariable (bastante probable): $ZEC' = ZEC$.
- Que exista una tasa de exportación fija, en cuyo caso las salida de arena se mantendría constante a base de alimentarse del banco de arena, menguando éste: $ZEC' = ZEC - (E - E')$.

⁸ En 2008 se encontraba prácticamente detenido (de la Nuez Pestana, J. *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*. Depto. de Edafología y Geología, Universidad de La Laguna & Autoridad Portuaria S/C de Tenerife, 70 pp.



No sabemos cuál de las dos hipótesis es la válida, si los dos mecanismos coexisten por zonas, o si se alternan en función del período hidrológico. Ya comentamos que los barrancos de la zona no corren todos los años, y cuando lo hacen acarrear el material acumulado (a veces de décadas). Sin embargo, la capacidad de transporte sedimentario en esta costa es tan alta, que los acarreos de las avalanchas son “procesados” prácticamente en un solo año. En esas circunstancias, tampoco sabemos si el banco de arena ZEC aumenta, o si todo el exceso de material aportado va directamente a los sumideros. El sistema sedimentario funciona obviamente a pulsos.

Cabe esperar, al menos, que el transporte Médano – La Tejita (V) se reactive en esas situaciones, sobre todo con la descarga del barranco de Los Balos, ya que el caudal de arenas que llega a la bahía de El Médano desde el noreste se ve muy tamponado por la presencia de dos cuellos de botella, en Punta Brava primero, y luego en la punta del Médano, asociado a sendos cañones – sumideros (figura 12).

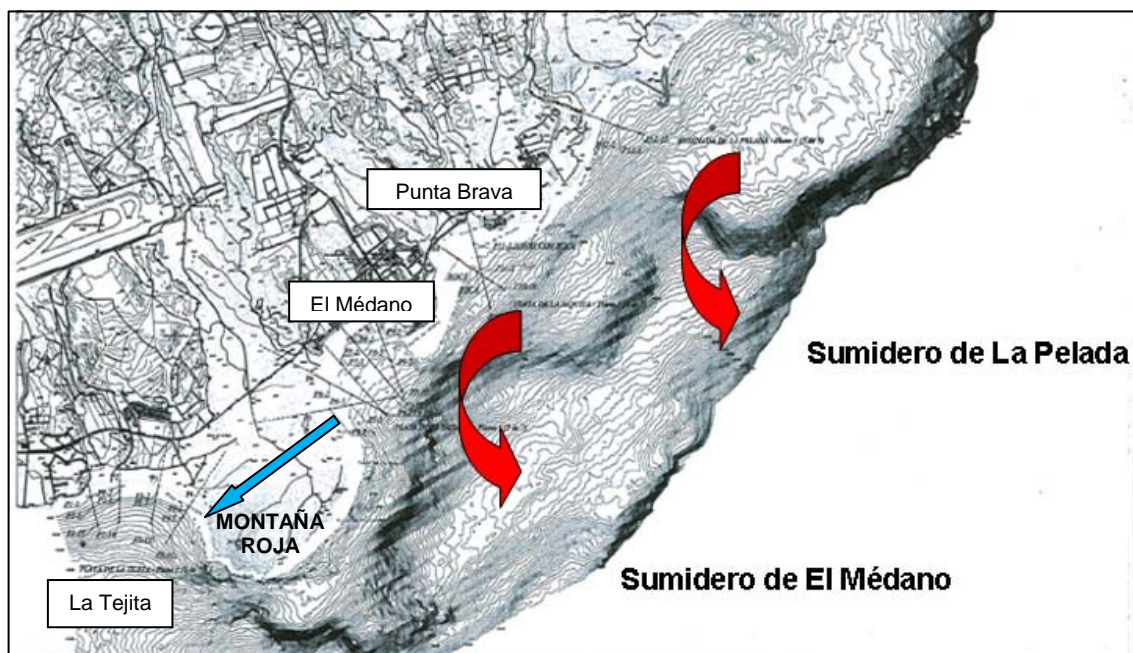


Figura 12. Sumideros (flechas rojas) importantes presentes en el tramo noroccidental de la zec Sebadales del Sur de Tenerife y transporte eólico de arenas (flecha azul).

Por tanto, la situación prevista con puerto, con una reducción anual media de 800-2000 m³ en el caudal de arenas, puede resultar del todo irrelevante o suponer un problema, en todo caso menor. La arena eventualmente erosionada de los fondos se repondría con ocasión de las grandes avenidas (solo la fracción mineral), “reseteando” el sistema, si se nos permite el símil informático.

En resumen, persisten todavía incertidumbres importantes y despejarlas implicaría estudios que requieren mucho tiempo y recursos. No se conoce bien el papel real del mäerl en el ecosistema, empezando por su distribución detallada y capacidad local de producir arena. Desconocemos en qué medida ha integrado el ecosistema el rejuvenecimiento periódico provocado por perturbaciones de las avalanchas de los barrancos, ni el comportamiento sucesional y resiliencia de las comunidades cuya pervivencia depende de la arena.

Ante este panorama, el OAG aboga por aplicar el principio de cautela y mantener el objetivo establecido, ampliando el concepto de trasvase al de reposición de arenas; continuar con el seguimiento tal cual está previsto, y volver a revisar la situación pasado un periodo de cinco o diez años.



5 Criterios orientadores

Al buscar el modo de reponer el flujo de arena detraído de las entradas a la zec, nos debe guiar el principio general de restaurar la naturalidad⁹ en lo posible. Hay varias cuestiones fundamentales donde cabe aplicarlo: De dónde se saca la arena, dónde y cómo se libera, y a qué dosis.

5.1 Obtención de arena

Se han de buscar fuentes de arena con una composición lo más parecida a la detraída del sistema. La opción de recoger la arena efectivamente retenida por el puerto al norte del dique de abrigo sería la óptima, pero esta arena se desparrama por una superficie en torno a 25 hectáreas, dificultando o imposibilitando su acopio. Hay otras opciones:

- a) En una adenda a su estudio sobre la dinámica litoral, el IH Cantabria propone extraer la arena directamente de donde se origina, es decir, del cauce de los barrancos que la aportan, y antes de que llegue al mar; de este modo se evitaría su acumulación, al norte del puerto. Conviene destacar que las granulometrías en esta célula reflejan una fracción mineral bastante mayor (96-97%) que la orgánica (3-4%); esta última aumenta a medida que nos adentramos hacia el SW (10% en El Médano y 28% en La Tejita). Se proponen dos posibles localizaciones en el barranco de El Río, una aguas arriba de la autopista que atraviesa su cauce, y otra en el cauce bajo, en la zona próxima a la playa. El cauce del barranco está parcialmente obstruido, y con esta medida se compensaría en parte dicho impedimento.



Figura 13. Posibles zonas de extracción de arenas en el cauce del barranco de El Río.

⁹ El concepto de naturalidad se emplea aquí como un descriptor de estado (v. Machado, A. 2004. An index of naturalness. *Journal for Nature Conservation*, 12, 95-110.)



- b) Extraer arena de los depósitos del lecho marino. La calidad de este material sería mejor que en el caso previo, pues estaría compuesto por minerales y bioclastos, y libre de eventual material terrígeno. Los sondeos realizados en el ámbito de las obras del puerto revelan depósitos de 10-15 m de espesor o más, y es presumible que estos volúmenes se repitan sobre todo al pie de los escalones y terrazas por debajo de los -30 m a lo largo de la faja costera. Habría que escoger aquellos arenales lo más puro posibles, es decir, con mínimo de poblamiento biológico. También servirían de fuente de arena las acumulaciones que se producirán en la playa del Medio, frente al contradique sur, y a escasa profundidad.

El concepto inicial “trasvase N-S” obligaría extraer los materiales aguas arriba del puerto, descartando los depósitos que existen aguas abajo y a profundidades manejables. Las composiciones mineralógicas a ambos lados no son cualitativamente tan diferentes como para justificar esta restricción. Se trata además de acumulaciones de la arena que circuló por el sistema, y que seguirán recibiendo material (devienen renovables en este sentido). Por ello, el OAG no aprecia necesidad de que el material tenga que provenir de la célula norte y prefiere hablar de “reposición de arenas” abriéndose a ambas posibilidades.

5.2 Zona de liberación de la arena

El material recogido ha de ser liberado entre el puerto y la zec, en una zona donde la tasa de transporte potencial futura sea suficiente para distribuirlo aguas abajo, que es lo que se pretende. Una zona adecuada se muestra en la figura 14 y coincide más o menos frente de la desemboca el barranco del Charcón, junto al límite noreste de la zec.

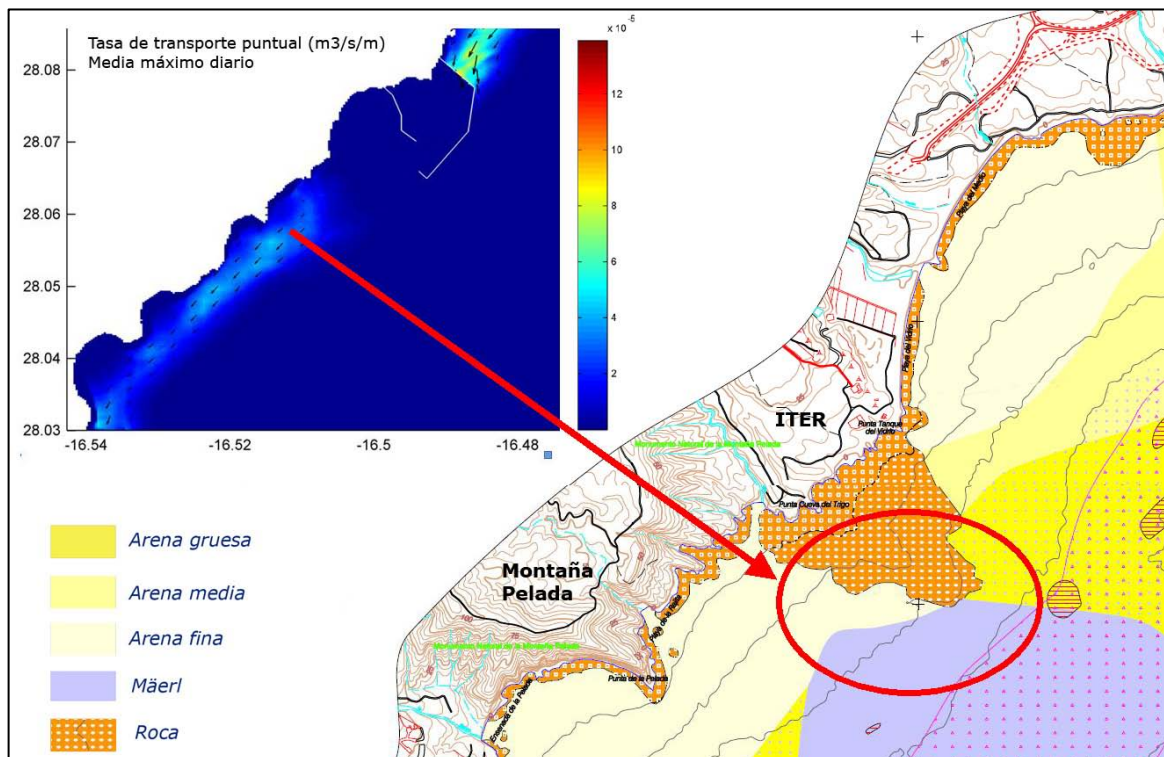


Figura 14. Zona de adecuada para la liberación de arena en la antesala de la zec.

Por otra parte, cuanto más dispersa sea la suelta de arena, tanto mejor. En esa zona se desarrollan sebadales y no se trata de soterrarlos emulando una descarga de barranco, pues una frecuencia antinatural de tales eventualidades resultaría contraproducente. Sería aconsejable probar primero antes de aceptar como bueno un lugar concreto.



5.3 Volumen y frecuencia

Los estudios de dinámica sedimentaria realizados trabajan con medias anuales que pueden ocultar el comportamiento de los fenómenos naturales que miden. Así, la media anual calculada para la producción de arenas organógenas (aprox. 2.000 gr/m²/año) puede aproximarse bastante, con sus lógicas fluctuaciones, a lo producido cada año. Sin embargo, no pasa lo mismo con el aporte de material mineral a partir de los barrancos. La descarga media anual del barranco del Charcón, por ejemplo, es de 1.500 a 4.000 m³, pero esto no sucede año tras año. En los climas mediterráneos áridos los barrancos pasan largos períodos de cinco, diez o muchos más años sin correr con fuerza (aportes nulos o mínimos), para luego hacerlo con furia. Podemos, pues, enfrentarnos a descargas masivas, a veces puntuales, del orden de 20.000 a 60.000 m³ en el barranco del Charcón, para mantener el ejemplo. Y esto es lo natural, como también lo es la baja frecuencia con que ocurren estos episodios. Siendo así, cabría plantearse extraer materiales de los barrancos del Helecho o del Río (al norte del puerto), depositarlos en el barranco del Charcón o de Tagoro (al sur del puerto), y esperar a que la naturaleza haga su trabajo. Sería una solución parcial, pues el volumen de bioclastos no quedaría resuelto con esta estrategia.

Las dosis son importantes en ecología, sobre todo porque de ella depende la resiliencia de los ecosistemas. El que nos ocupa, está adaptado a rejuvenecerse cada tantos años. Provocar un rejuvenecimiento repetido prematuramente impediría a las comunidades alcanzar su madurez y se perdería biodiversidad. Por ello, y dado el escaso volumen de material que se baraja, el OAG aconseja adoptar el caudal máximo calculado de 2000 m³/año, con la tranquilidad de que, si dicho volumen fuera excesivo, el sistema se encargará de exportar el excedente sin mayor perturbación física. Todo depende del modo en que se suministre dicho material, es decir, de la dosis.

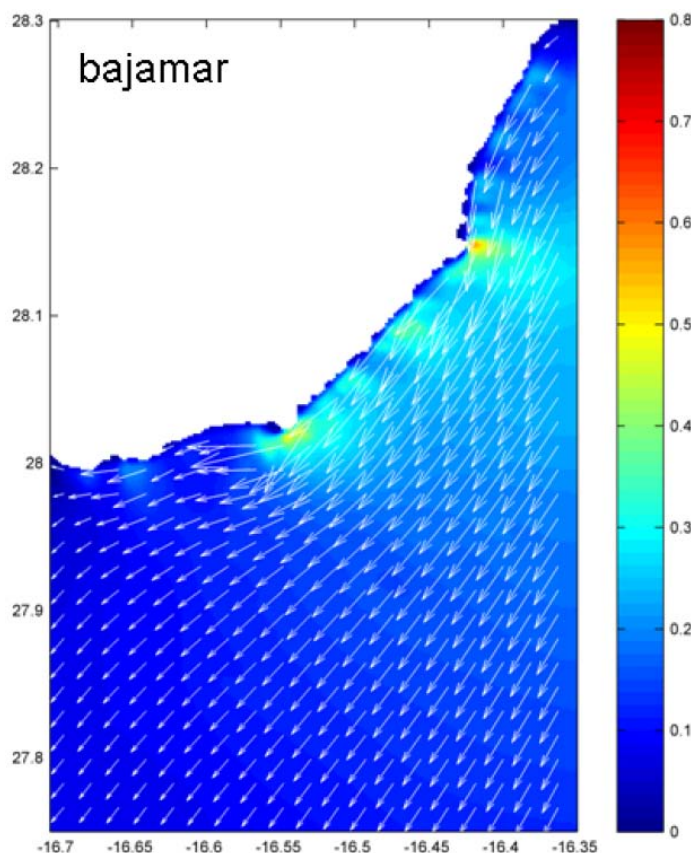


Figura 15. Marea viva del 18/9/2001(velocidad en m/s)

Así tendremos varias opciones:

Ritmo diario	5,5 m ³	½ camión*
“ semanal	38,5 m ³	3 ½ camiones
“ quincenal	83 m ³	7 ½ camiones
“ mensual	116,7 m ³	11 camiones

Por encima de estos valores sería necesario repartir las arenas por una superficie muy extensa para no soterrar la biota bentónica. Cuanto más nos aproximemos al ritmo diario mejor. Además, la dispersión es también un factor clave para lograr los objetivos pretendidos, de modo que si se liberan las arenas en la mayor superficie practicable y durante la bajamar o vaciante, se obtendrán mejores resultados.

La Comisión reclamó la condición de permanente para el trasvase proyectado, pero este término ha de interpretarse en clave ecológica y no necesariamente como algo continuado al estilo de un grifo abierto. Las frecuencias arriba señaladas conllevan suficiente permanencia para este sistema.

* Se han considerado camiones de 11 m³



6 Propuestas alternativas

Descartado el proyecto de baiapás existente, en esta sección se esbozan dos propuestas alternativas, con sus variantes, siguiendo los criterios recién comentados, sin pretender que sean las únicas plausibles y siendo muy conscientes de que los aspectos técnicos operativos y económicos escapan a las capacidades de esta Fundación, por lo que no se desarrollan más. Nuestro propósito no es otro que suscitar el interés de la Autoridad Portuaria para que considere alguna de las alternativas o combinarlas del modo que sea más funcional, a la vez que asumible por parte de La Comisión.

Siguiendo la política de transparencia que mantiene el OAG, este documento también será expuesto en la página web de la Fundación para conocimiento de la ciudadanía interesada.

6.1 Alternativa cero

En el presente caso, y aunque el OAG aboga por abordar la reposición de arenas siguiendo el principio de cautela, no se puede descartar la primera hipótesis expuesta en la sección 4.3 (no hay pérdida neta en el banco de arena en aguas someras) y considerar la alternativa cero (no hacer nada) como una opción pragmática. Construido el puerto, el seguimiento de la acumulación o pérdidas de arenas mediante estacado y batimetría detallada permitiría discernir si la hipótesis asumida era atinada o no, e iniciar entonces la reposición de arenas una vez verificada la necesidad. El escaso volumen de materiales implicados permite reaccionar a tiempo sin riesgo grave para la integridad ecológica de la zec.

6.2 Alternativa I - Trasvase Norte-Sur

La idea básica en esta alternativa consiste en recoger directamente el material en los cauces de los barrancos donde se origina, antes de que llegue al mar. Para mantener los volúmenes estipulados sería preciso proceder a su selección (por criba u otro procedimiento) previa a su traslado. Sugerimos que sea en el barranco de El Río por ser el de mayor cuenca y contar con varias obstrucciones parciales en su cauce.

Variante A El material se traslada al barranco del Charcón para verterlo en lugares de su cauce de modo tal que no produzca obstrucción, pero quedando expuesto para ser arrastrado por las aguas. Se trasladará cada año un volumen de 1.200 m³, aunque el barranco no haya corrido. Esta opción implica hacer un estudio detallado de la cuenca baja accesible del barranco para valorar cuánto material extra (años sin correr) se puede acumular sin comprometer la capacidad de arrastre del barranco. Con ocasión de los aguaceros, la propia naturaleza se encarga de dispersar las arenas frente a la zec, sin mayor intervención humana.

Variante B El material se traslada en camiones para ser vertidos directamente en la playa del Tanque del Vidrio, que es de cayados, y donde el oleaje y corriente se encargarán de dispersarlo. El ritmo en este caso debe ser alto, a razón de un camión cada dos días o reducirlo (p.ej. dos camiones cada cuatro días) solo después de comprobar que las arenas efectivamente se dispersan. Los camiones pueden verter directamente en la playa a marea baja o adentrarse unos metros mediante un pequeño pontón.

Variante C El material se traslada a la zona portuaria para su acopio o carga directa en un gánguil pequeño. El vertido se ha de realizar a lo largo de una superficie amplia (fig. 14) sin entrar en aguas con profundidades superiores a los 30 m, y hacerlo de modo lento mientras se navega, favoreciendo así la dispersión y evitando que caigan masas de arena que puedan sepultar las comunidades bentónicas. Un lugar interesante para estas tareas es el cauce submarino del barranco del Charcón. El ritmo de vertido puede ser semanal o concentrar los trabajos en 2-3 días a la quincena, en función de la capacidad del gánguil.



Esta alternativa tiene la ventaja de minimizar la injerencia humana en el medio marino al no extraer arenas de él, a la vez que mitiga el problema de obstrucción parcial que padece el barranco del Río en la actualidad (viarios, excavaciones, etc.) y ahorra las labores de limpieza de cauces que posiblemente hubiera que acometer en algún momento. Tiene el inconveniente de no reponer material biogénico, cuyo volumen es aparentemente escaso en esta célula (3-4%) según las granulometrías analizadas, pero que se ha estimado por alto en el estudio de IH Cantabria, por seguridad. Una nueva cartografía de los campos de máerl al norte del puerto sería de gran ayuda, lo mismo que obtener valores reales de productividad local.

6.3 Alternativa II – Traslocación de arenas

La arena se extrae de los depósitos existentes en el fondo marino, empezando por los que se encuentran en la zona de obras del puerto, rescatándolos antes de que sean sepultados, y así crear una reserva de arena de cara al futuro. Luego se buscarán arenas lo más desiertas posible tanto en sectores aguas arriba como aguas abajo del puerto (es indistinto), a cotas por debajo de -30 m y siempre fuera de la zec. Una fuente ideal sería la playa de El Medio, convertida en bahía frente al contradique, dado que es una zona de depósito y tendrá cierta capacidad de renovación. La escasa profundidad en esta zona facilitaría mucho la extracción, y su juventud favorecería el contar con un poblamiento biológico escaso. Habrá que colocar estacas decimetradas para conocer el volumen real de acumulación de arena. Eventualmente también se podrían aprovechar aquellos materiales que provengan de operaciones de dragado vinculadas al funcionamiento portuario, tras comprobar que están libres de contaminación.

La draga de succión parece el sistema más apropiado para esta tarea. Dado el reducido volumen de arena en juego, se extraerá material suficiente para rentabilizar su trabajo o aprovechar las disponibilidades de estas embarcaciones. Ello implica seguramente el disponer una parcela en la zona portuaria destinada en exclusiva al acopio de arena. Se sugiere que tenga una capacidad mínima para 10.000 m³ y mantener una reserva de arena suficiente para funcionar dos años.

Variante A Para el vertido se emplea un gánguil pequeño provisto de bomba de proyección, operando con la periodicidad adecuada a su propia capacidad de carga y con frecuencias siempre inferiores al mes. La arena se proyecta mediante chorro en abanico sobre la superficie del mar en la antesala de la zec.

Variante B Consiste en construir una planta de bombeo vinculada directamente a la parcela de acopio, de modo que pueda bombear caudales de arena pequeños hasta la zona de expulsión en la propia playa o con emisario submarino; se instalarán difusores o propulsores de chorro para favorecer la dispersión, según convenga. Las bombas se pueden programar para que actúen con ocasión de la bajamar, y al ritmo que se revele como más adecuado según dicte la experiencia. Requerirá de ensayos previos antes de fijar la posición, estudiar el impacto de la construcción de las canalizaciones y dispersores. Si se consigue diseñar el sistema de modo que pueda ser trasladado sin grandes complicaciones, mejor aún.

Con la primera variante se obtiene más capacidad de distribuir la arena, y con la segunda se consigue una gestión más flexible de la estrategia de reposición de arena, a costa de mayor impacto por obras.

Santa Cruz de Tenerife, a 8 de Febrero de 2012

Dr Antonio Machado Carrillo
Director del OAG



www.oag-fundacion.org