

4. Procedimiento constructivo

INDICE

1. Introducción.....	170
2. Comparación de métodos de construcción posibles para diques.....	170
3. Solución constructiva: construcción del dique por vía terrestre.....	171
3.5. Sistema de avance en los cuerpos de dique.....	173
4. Fases de la construcción de los diques exentos.....	174
5. Explicación de cada fase.	175
6. Aportación de arena.....	176
7. Camino de acceso de los camiones a la obra.....	177

1. Introducción

En este anejo se explicaran el método a seguir para la ejecución de las obras de regeneración de la playa de Les Palmeres.

La regeneración de la playa consta de dos etapas :

- Construcción de los diques exentos sumergidos.
- Vertido de arenas para la regeneración de la playa.

Los diques exentos sumergidos se pueden construir por medios terrestres o por medios marítimos

A continuación, se describirá y estudiara la viabilidad de ambas alternativas.

También se ejecutara una obra auxiliar necesaria para el paso de la maquinaria a la playa.

2. Comparación de métodos de construcción posibles para diques

2.1 Construcción vía marítima

Este método consistiría en la construcción de un muelle de carga, así como de un camino para el acceso rodado al mismo. El muelle debería tener una cota mínima de 0,5 metros por encima del nivel medio del mar.

Se tendrían que utilizar gánguiles autopropulsados o remolcados, de 50 a 100 m³ de capacidad de carga. Estas máquinas pueden verter el material del núcleo previamente introducido por vía terrestre.

Una vez finalizada la construcción de una fase del núcleo, se colocaría la escollera mediante una grúa-pulpo montada sobre una pontona.

En definitiva, el proceso constructivo consistiría en el acopio del material de cantera para la formación del núcleo en el muelle, para su posterior carga, traslado y vertido en el lugar adecuado utilizando gánguiles.

A continuación y de la misma manera, se trasladarían y se colocarían las piezas de escollera de los mantos del dique exento en grúas montadas sobre plataformas.

Al finalizar la construcción de estas estructuras, se dismantelaría el muelle y el camino de acceso.

Este método, tiene mucha mayor imprecisión en la colocación de los materiales que forman el dique, por no hablar de su dependencia del clima marítimo.

2.2 Construcción vía terrestre

En general, mas barato que el anterior, este método consistiría en la construcción de varios caminos de acceso hasta la ubicación definitiva de los diques exentos sumergidos que, como se ha visto, se situarán aproximadamente a unos 250 metros de la línea de costa actual.

Este tramo tendría un ancho en coronación mínimo de 8 metros para facilitar la circulación de la maquinaria en dos sentidos, a la cota +1 metro, y taludes 1/1, talud que aproximadamente forman los materiales al ser vertidos directamente en el mar. Se utilizaría para la construcción del nuevo tramo todouno procedente de cantera.

La construcción del dique comenzaría vertiendo el todouno que va a formar el núcleo , hasta conseguir las dimensiones que se han determinado.

Después, se colocaría una capa de piezas de escollera para la formación del manto y a continuación, se situarían en su lugar los elementos que forman las dos capas del manto principal.

La colocación de las escolleras que forman parte del manto principal y manto secundario se harían con una grúa-pulpo, o con una retroexcavadora, si ésta tiene el alcance adecuado para llegar a todos los puntos de la sección transversal. Con

esta misma máquina, se instalarán los elementos que forman las bermas a ambos lados del dique.

Existe la posibilidad de construir uno o dos accesos desde la orilla y con ellos construir los 3 diques, pero hay que señalar q los caminos a construir entre diques poseerían una longitud de unos 300 metros, valor mayor que la distancia a la que se encuentran los diques respecto de la orilla. Por tanto, teniendo en cuenta que los caminos entre diques se situarían a una profundidad media (en la batimétrica - 4,5 m.) mayor que los caminos contruidos desde la orilla, se emplearía mayor cantidad de material. Por tanto, por simplicidad y ahorro en material para los caminos de acceso; se decide la construcción de 3 caminos de acceso desde la orilla.

Tras plantear las dos posibilidades para llevar a cabo las obras de construcción de los diques exentos sumergidos, se decide optar por el método terrestre. La razón principal es que debido a la escasa profundidad donde se va a colocar el dique, no sería posible su realización por métodos marítimos con los métodos tradicionales.

Además la construcción por vía marítima presenta una serie de inconvenientes, como son: mayor dispersión de material, difícil control de la ejecución de las obras e imposibilidad de compactación del núcleo.

3. Solución constructiva: construcción del dique por vía terrestre

Una vez decidida la ejecución del dique exento sumergido por vía terrestre, se pasará a detallar su procedimiento constructivo.

3.1. Nociones prácticas para una buena ejecución

Cuando la construcción es exclusivamente por vía terrestre solamente se puede trabajar al avance. Además los camiones y otras máquinas tendrán dificultades para conseguir el cambio de sentido, pues deben recorrer altas distancias marcha atrás.

Tanto es así que se va a disponer de anchuras superiores a las estrictamente necesarias. En efecto, como se ha mencionado anteriormente, se van a diseñar las estructuras provisionales, es decir, aquellas necesarias para la circulación de la maquinaria y que se retirarán tras su utilización, con anchura en coronación de 8 metros.

Hay que tener en cuenta que tanto la maquinaria de transporte como la de movimiento de tierras han de operar por encima del NMM, de forma que los riesgos de rebase sean lo más reducidos posibles. Se ha decidido fijar la cota de coronación de las estructuras provisionales a 1 metro sobre el nivel medio del mar.

Existe también una necesidad absoluta de asegurar buenas condiciones en la ejecución de los trabajos por vía terrestre. Así, habrá que tener conocimiento de las posibles variaciones de precipitación, que se puedan dar en la zona del municipio de Sueca, ante la posible formación de barro y las pérdidas de material que se puedan producir en las rutas de acceso. Por ello, habrá que prever el uso de maquinaria de limpieza y los aportes de material necesarios para conservar buenas superficies de rodadura.

3.2. El peligro de los temporales

En la ejecución de las obras de construcción del dique es esencial que se disponga de información meteorológica lo más fiable posible. La predicción de los temporales, hecha con antelación suficiente, permite tomar medidas de protección de las obras en construcción.

Además, el diseño de las construcciones provisionales también ha de tener en cuenta el peligro de aparición de temporales. Una primera medida consiste en fijar la coronación de estas estructuras a una cota de 1 metro sobre el NMM. Por otro lado, se deberán tomar medidas en lo que respecta a la seguridad de los trabajadores y de la maquinaria. De este modo, habrá que tener siempre disponibles salvavidas en los tajos y se deberá retirar la maquinaria a tierra firme cada vez que se observe una agitación importante del oleaje. De forma resumida, se progresará en el sistema de avance de los cuerpos de dique, construyendo un

núcleo-avance que queda por encima del NMM. En general se va construyendo el dique de tal modo que su cota de coronación quede por encima del N.M.M. y al llegar a los morros, se ira regresando, eliminando la capa de núcleo que sobra y tapando la sección final con filtro y manto principal.

Además, se pueden programar las obras de construcción del dique de manera que se utilice la época del año en la que los temporales son menos frecuentes y, también, menos enérgicos. Por ello, en la zona de Sueca, puesto que los temporales más enérgicos se dan sobre todo en otoño, se podría realizar una planificación de manera que las tareas que se deben desarrollar en el medio marino se realicen, en su caso, en los 6 meses de primavera y verano y, si éstas duraran más de 6 meses por algún contratiempo, paralizar estas tareas al llegar el otoño y reanudarlas en la primavera siguiente, teniendo en cuenta el posible impacto sobre el turismo en alta temporada.

3.3. Maquinaria requerida

La ejecución de las obras por vía terrestre precisa maquinaria cuya adquisición, amortización, transporte a pie de obra y mantenimiento son generalmente menos costosos que los de la maquinaria necesaria para la ejecución de las obras por vía marítima.

Hay que tener en cuenta que las piezas de escollera más pesadas con las que se va a trabajar en este proyecto, son del orden de 6 toneladas. Por lo tanto, no se precisa de maquinaria especial. En los casos en los que la construcción es por vía terrestre, es conveniente utilizar maquinaria de extracción y transporte de gran capacidad. Con ello conseguimos protegernos rápidamente en caso de anuncio de temporal y avanzar muy deprisa cuando las condiciones naturales sean favorables.

En los trabajos de colocación de las piezas de escollera del manto principal, manto secundario y bermas de los dique exentos, sería necesaria la utilización de una grúa terrestre. No obstante, como los pesos máximos de los bloques de escollera que se van a utilizar alcanzan aproximadamente las 6 T, se pueden utilizar retroexcavadoras.

3.4. Tipo de obras

Como se ha visto, se pueden diferenciar tres tipos de obras:

- Camino de acceso:

elemento provisional, debe ser retirados una vez que finalice su uso. es la vía para llegar al dique exento desde la línea de costa. Por este acceso tiene que poder circular toda la maquinaria empleada en la obra.

- Núcleo-avance:

elemento provisional, debe ser retirados una vez que finalice su uso. es una capa más del dique exento sumergido, formada provisionalmente para la ejecución de las obras. Permite disponer de una cota de coronación un metro más elevada que la definitiva llegando por encima del nivel medio del mar, para que la maquinaria pueda circular a lo largo del dique.

- Dique exento:

es la única construcción permanente. se utilizarán los materiales y las dimensiones que se han calculado en el anejo correspondiente. A continuación se describirá la forma de acometer la ejecución de cada una de estas construcciones. Como ya se ha dicho, el camino de acceso es una estructura provisional que llegará hasta la ubicación definitiva del dique exento sumergido.

Los caminos de acceso tendrán un ancho en coronación mínimo de 5 metros, a cota +1 metro, y taludes 1/1 que son aproximadamente los taludes que forman los materiales al ser vertidos directamente en el mar. Para la construcción de los nuevos tramos se utilizará todo uno procedente de cantera.

Al llegar a la ubicación del dique, se comenzará la construcción del mismo con los materiales y la geometría que se ha señalado. En primer lugar se empezará vertiendo el todo uno que va a formar el núcleo. Seguidamente, se colocará en los taludes una capa de piezas de escollera para la formación del manto secundario y, a continuación, se situarán en su lugar los elementos que forman las dos capas del manto principal. De esta forma, se llega a una cota de coronación al NMM.

Seguidamente, se pasa a construir lo que va a ser una nueva capa de la sección aunque sólo provisional, pues se retirará en las últimas fases del proceso de construcción. Esta capa, denominada núcleo-avance, se conseguirá vertiendo todouno de cantera sobre la coronación del núcleo del dique. Este núcleo-avance tendrá un talud 1/1 y proporcionará, en coronación, una cota de +1 metro y una anchura del núcleo de 5 metros. Una vez finalizada su etapa de utilidad, el núcleo-avance será retirado con excavadora y llevado a vertedero.

La colocación de las escolleras que forman parte del manto principal y manto secundario se hará con retroexcavadora o grúa. Con esta misma máquina, se instalarán los elementos de escollera que forman las bermas a ambos lados de los diques.

A continuación se muestra una ilustración de la sección que se prevé que tengan los caminos de acceso en nuestras obras de Les Palmeres.

3.5. Sistema de avance en los cuerpos de dique

Como se ha visto en el punto anterior, se ha elegido un sistema de construcción que consiste en ir creando secciones transversales parciales del dique exento. Es decir, que según se va avanzando, se va formando el núcleo del dique y se van protegiendo los taludes con escolleras del manto secundario y del manto principal.

Luego, para poder continuar el avance, se vierte una última capa que se ha llamado capa núcleo- avance, sobre el propio núcleo del dique. Esta última capa permite pasar de la cota 0 a una cota de +1 metro. Una vez finalizada la etapa de utilidad del núcleo-avance, se retira con una retroexcavadora hasta dejar la estructura definitiva al NMM.

3.6. Acceso a los diques exentos sumergidos

Se construirán un total de 3 diques exentos, todos ellos de 150 metros de longitud, y separados 300 metros entre sí. La distancia media entre la línea de costa actual y la alineación de los diques es de unos 250 metros. Se encuentra también alrededor de la línea batimétrica de -4,5 metros. No consideramos esta distancia, sino la línea de orilla actual, porque la construcción de los diques se realizará antes de la aportación artificial de arena. Evidentemente, se deberán construir también 3 caminos de acceso para llegar a los tres diques.

El criterio para diseñar los accesos a los diques será el de la simplicidad y la economía. Por tanto todos los accesos para todos los diques se construirán desde tierra. Esto es debido a la escasa profundidad a la que éstos se construirán.

Todos los caminos de acceso tendrán una coronación a una cota de 1 metro sobre el NMM, una anchura de 8 metros, y taludes 2/1.

3.7. Material necesario

Para comenzar este apartado conviene detallar el volumen necesario para la realización del dique y su respectivo camino de acceso. Para ello, nos apoyaremos en el anejo 'Cálculos justificativos'.

El material para la base y las bermas esta compuesto por el mismo material del filtro (manto secundario) por lo tanto estará incluido en el calculo del volumen de este ultimo.

Se deduce por tanto, a partir del anejo especificado anteriormente, la necesidad de las siguientes cantidades totales de material para cada dique:

Volúmenes en m^3	Manto principal 5500 kg	Manto secundario 550 kg	núcleo 2-27 kg
camino de acceso		1981	12000
núcleo de avance (fase de construcción)	5850	1404	8662,5
dique construido	9037,5	1656	3066

Puesto que una gran parte del material utilizado para realizar un camino de acceso a los diques puede ser reutilizado, comenzaremos la obra creando 2 caminos, los necesarios para la construcción de los diques D1 y D3 situados en los extremos.

A partir de entonces y con la reutilización de estos caminos, crearemos los demás, necesarios para la construcción del resto de diques.

Por tanto, reutilizando aproximadamente el 80% de material de un camino para realizar el siguiente, llegamos a la conclusión que podemos ahorrarnos el material del último camino de acceso.

En caso de que prime la economía antes que el tiempo de ejecución, se podrán realizar los 3 diques exentos consecutivamente, es decir, después de construir el dique 1, desmantelamos su camino de acceso y empezamos con el dique 2; de manera que solo necesitaríamos material para la construcción provisional de un solo camino de acceso.

Tener en cuenta que ahorramos inversión de capital en material, pero la mano de obra se encarece al aumentar el periodo de ejecución, y la probabilidad de que nos afecte un temporal aumenta. Como veremos en el anejo de gestión de residuos, tendremos que encargarnos de la retirada del material sobrante a cantera al finalizar las obras.

De forma resumida , y teniendo en cuenta las fases de construcción y por lo tanto el ahorro del material, el material necesario para llevar a cabo la construcción de los 3 diques es:

Manto principal 5500 kg	Manto secundario (filtro) 550 kg	Núcleo 2-27 kg
27112,5 m^3	7741,4 m^3	41325 m^3

4. Fases de la construcción de los diques exentos.

En este apartado se va a explicar la secuencia del proceso de construcción de los diques exentos sumergidos.

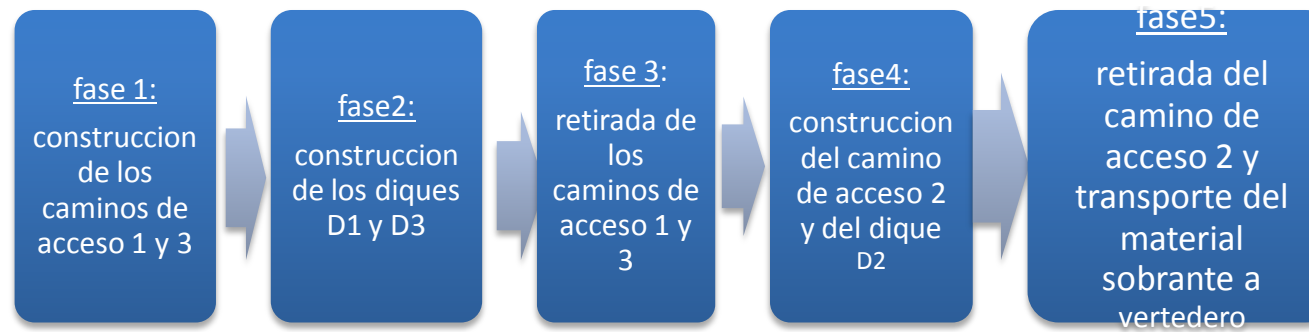
Se ha dividido este trabajo en un total de 5 fases generales tal y como lo indica el esquema.

En cada una de estas etapas, se ha calculado o estimado la cantidad de material necesario. También se ha calculado la cantidad de material que debe ser retirado a vertedero, momento en el que se produce la circunstancia, tipo de material escollera o todouno, etc.

Este apartado “fases de la construcción de los diques exentos” es muy importante porque suministra mucha información acerca del procedimiento seguido para ejecutar las obras. Pero, además, es de mucha utilidad en otros documentos de este proyecto, sobre todo en las mediciones del presupuesto y en el anejo de programa de trabajos.

No por ello se trata de una metodología a llevar a cabo obligatoria, pues la empresa constructora podrá llevar a cabo las modificaciones que crea convenientes en dicho proceso constructivo. Se añade en este anejo como sugerencia o método de construcción a modo de ayuda para la empresa constructora.

Esquema explicativo:



5. Explicación de cada fase.

Fase 1: Construcción de los caminos de acceso hasta los diques exentos D1 y D3

Para estos caminos de acceso desde la playa hasta los diques exentos, se requerirán:

Material para Nucleo: $12000 \times 2 = 24000 \text{ m}^3$

Material para la capa de filtro: $1981 \times 2 = 3962 \text{ m}^3$

Fase 2: Construcción de los diques D1 y D3 incluida la capa provisional de núcleo - avance y su posterior retirada.

Material para Núcleo: $8662,5 \times 2 = 17325 \text{ m}^3$

Material para la capa de filtro: $1656 \times 2 = 3312 \text{ m}^3$

Material para el manto principal: $9037,5 \times 2 = 18075 \text{ m}^3$

Todo ello en su estado final pero, para su construcción será necesario el núcleo-avance. El material utilizado en la construcción provisional del núcleo-avance, se retirará a acopio tras la construcción del dique, dejando al dique con las medidas fijadas en los planos.

Fase 3: Retirada de los caminos de acceso a los diques D1 y D3

A semejanza de lo ocurrido en la fase anterior, en la extracción del todouno del camino de acceso se prevé la recuperación del 80% de lo que se vertió inicialmente, esto ocurrirá siempre que se quiera extraer material vertido anteriormente para formación de estructuras provisionales. El material recuperado en esta fase será por tanto:

- material para núcleo: $0,8 \times 24000 = 19200 \text{ m}^3$

- material para filtro: $0,8 \times (1981 \times 2) = 3169,6 \text{ m}^3$

Material para núcleo recuperado de la retirada del núcleo-avance:

$(8662,5 - 3066) \times 0,8 = 4477,2 \text{ m}^3$

El material recuperado será llevado directamente a la formación del último camino de acceso y del dique exento D2 camino.

Fase 4: construcción del camino de acceso final y del dique D2:

Material necesario para el dique exento:

Material para Nucleo: $8662,5 \text{ m}^3$

Material para la capa de filtro: 1656 m^3

Material para el manto principal: $9037,5 \text{ m}^3$

Material necesario para el camino de acceso:

Material para Nucleo: 12000 m^3

Material para la capa de filtro: 1981 m^3

Material recuperado:

Material para núcleo: $0,8 \times 24000 = 19200 \text{ m}^3$

Material para núcleo recuperado de la retirada del núcleo-avance de los dos diques:

$(8662,5 - 3066) \times 0,8 \times 2 = 8954,4 \text{ m}^3$

Material para filtro: $0,8 \times (1981 \times 2) = 3169,6 \text{ m}^3$

Material necesario final:

Material para Núcleo: 0 m^3

Material para la capa de filtro: $467,4 \text{ m}^3$

Material para el manto principal: $9037,5 \text{ m}^3$

De forma resumida los volúmenes de la fase 4 serán:

Fase 4 Volúmenes en m^3	Material necesario dique	Material necesario camino de acceso	Material recuperado	Material necesario de cantera
núcleo	8662,5	12000	19200 +8954,4 = 28154,4	0
filtro	1656	1981	3169,6	467,4
manto principal	9037,5			9037,5

Concluyendo y teniendo en cuenta las fases de construcción y por lo tanto el ahorro del material, el material necesario para llevar a cabo la construcción de los 3 diques es:

Manto principal 5500 kg	Manto secundario (filtro) 500 kg	Núcleo 2-27 kg
27112,5 m^3	7741,4 m^3	41325 m^3

Fase 5: Retirada del material sobrante a vertedero

A semejanza de lo ocurrido en la fase 3, procederemos a la extracción del material del camino de acceso y del material sobrante del núcleo-avance.

Material total que será necesario transportar a vertedero :

Núcleo:

Material recuperado : $28154,4 - (12000+8662,5) = 7491,9 \text{ m}^3$

Material después de la retirada del núcleo-avance: $8662,5 - 3066 = 5596,5 \text{ m}^3$

Material después del la retirada del camino de acceso del D2 : 12000 m^3 :

Total núcleo: 25088 m^3

Filtro: 1981 m^3

6. Aportación de arena

Entre los distintos tipos de alimentación artificial, se suele distinguir:

- Vertido directo
 - Apilado en áreas para su distribución por la dinámica litoral
- Vertido off-shore
- Aportaciones periódicas

En la ejecución de las obras de regeneración de este proyecto se van a emplear los dos primeros métodos de aporte de arena.

En primer lugar, para crear el ancho mínimo de playa especificado se verterán directamente los volúmenes necesarios en cada zona de la playa. Este primer proceso es muy sencillo y consiste en verter la arena desde los camiones y repartirla con maquinaria de movimiento de tierras hasta conseguir la anchura especificada.

Una vez concluida la primera fase, la arena necesaria para completar el perfil de equilibrio definido para la playa sumergida se podrá aportar mediante el vertido en puntos separados de la costa o mediante el apilado en los primeros metros de la playa sumergida.

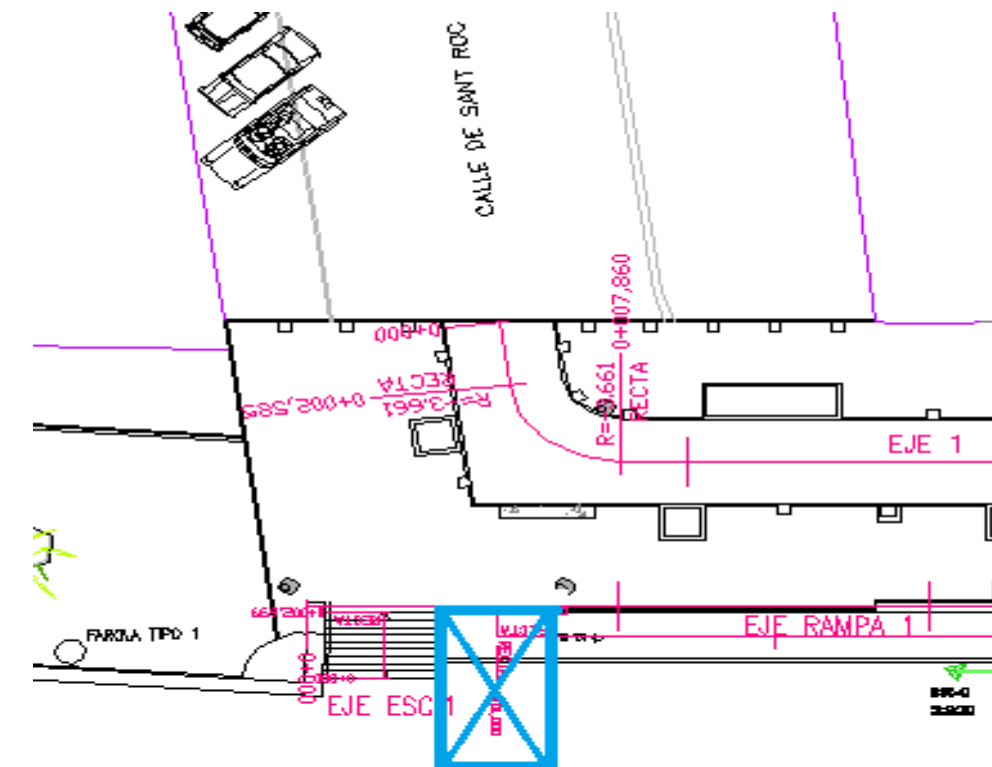
El vertido offshore se puede ejecutar con medios terrestres aprovechando, antes de su retirada, el camino de acceso provisional para la construcción del dique exento.

El método de apilado de grandes volúmenes de arena para su distribución por la dinámica litoral, se puede realizar en áreas determinadas de la playa sumergida, pero muy próximas a la costa, para evitar así el uso de medios marinos en su ejecución.

7. Camino de acceso de los camiones a la obra

El camino de acceso de los camiones a la playa es una obra auxiliar necesaria para el paso de la maquinaria al lugar del vertido a lo largo del litoral.

Se ejecutará un terraplén desde el paseo marítimo hasta la playa seca y concretamente al final de la calle Via Sant Roc, justo desde el extremo norte de la escalera con un ancho de 7 metros como se puede observar en la figura.



para su ejecución, se procederá a la destrucción inevitable de la pequeña parte de muro del paseo marítimo que interfiere con la boca de nuestra rampa

a partir de la cota del paseo marítimo en este punto concreto $z = 2,66$ y con una pendiente del 15% se puede calcular el volumen necesario para la ejecución del terraplén.

Resultando un volumen de todo-uno de :

Volumen para terraplén de acceso a la playa	52,5 m³
Volumen para terraplén de acceso a la playa x1,5	79 m³