

ANEJO N° 8:

REGENERACION DUNAR

INDICE GENERAL

1. OBJETO.....	3
2. RECONSTRUCCION MORFOLOGICA DE LA DUNA COSTERA.....	4
3. PROTECCION SISTEMA DUNAR	12
4. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO.....	27
5. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	29
6. ESTUDIO DE LA SOLUCION.....	30

1. Objeto.

Muchos de los ecosistemas dunares situados en el Mediterráneo sufren lo que denominamos como estado de regresión, un estado al que voluntariamente o involuntariamente la acción del hombre ha resultado ser un factor esencial en el deterioro de dicha zona.

El cordón dunar de nuestra playa se encuentra fragmentado por la gran intrusión de viandantes y turistas que vienen a disfrutar de la misma sin conocimiento sobre el medio y como preservarlo.

Para realizar una buena regeneración dunar es fundamental entender la problemática que nos ha llevado a la situación actual.

Las directrices que seguimos cuando nos enfrentamos a una regeneración dunar son las siguientes:

- a) Eliminación de las causas de alteración.
- b) Reconstrucción dunar.
- c) Revegetación.
- d) Protección sistema dunar.
- e) Sistemas de comunicación.
- f) Seguimiento durante la actuación.
- g) Seguimiento a medio plazo.
- h) Mantenimiento durante años posteriores.

En base a dichas directrices hemos tratado de organizar este anejo.

2. Reconstrucción morfológica de la duna costera.

La problemática que se desarrolla a lo largo de nuestra playa en cuanto al cordón dunar es la aparición de brechas en el mismo producido principalmente por el paso de los usuarios.

El efecto que tienen las pisadas del hombre en el cordón dunar es su alteración morfológica, es decir se forman brechas por donde el viento es capaz de adquirir mayores velocidades y mayor potencial erosivo, con lo que con el tiempo dichas brechas van aumentando en anchura y profundidad.

Existente diferentes metodologías de abordar una regeneración dunar:

- **Técnicas de ingeniería convencional.**

Dichas técnicas se realizan mediante el aporte de arena con maquinaria, se suele emplear esta técnica para la protección de un elemento de alto valor económico social o cultural, también es una actuación en la cual los resultados son inmediatos es decir a corto plazo con una elevada inversión económica. Es por ello que obviamente en situaciones de emergencia, donde la actuación requiere de medidas con resultados a corto plazo se suele utilizar.

- **Técnicas ecológicas.**

Son sistemas que se diferencian de los anteriores debido a que los resultados se esperan a medio y largo plazo, una vez identificado y resuelto el actor de la degradación dunar se procede a instalar sistemas que permitan su reconstrucción mediante procesos naturales. Actuaciones poco costosas a nivel económico con buenos resultados en general.

Para la tipología de adversidad que vamos a tratar de solventar las técnicas ecológicas serían viables debido a que nuestro cordón dunar tiene unas buenas dimensiones, es decir no haría falta mucho aporte de arenas.

En cambio debido a que nuestro tramo de estudio es bastante extenso de 2400 metros de longitud y frente a posibles dismantelamientos de caminos de acceso innecesarios y bolsas de parking que no tienen lugar, tendremos ambas metodologías en cuenta.

Tipo de reconstrucción	Ventajas	Desventajas
Reconstrucción con maquinaria	Rapidez	Mayor coste Morfologías menos naturales Potencial daño al medio
Reconstrucción con captadores	Menor coste Morfologías naturales Sin daño al medio	Lentitud

Tabla 1: Ventajas e inconvenientes de reconstrucción por maquinaria o por medio de captadores

No existe un único tipo de morfología dunar, en este estudio no nos vamos a centrar en estudiar los diferentes casos pero si podemos identificar los siguientes factores que influyen en la tipología de la misma:

- Naturaleza de las arenas, especialmente su tamaño y clasificación.
- Características del régimen de vientos y de la orientación de la playa respecto a los mismos.
- Aportación de arena al sistema dunar.
- Cubierta de vegetación.
- Topografía de la zona terrestre adyacente a la playa.
- Posición del nivel freático.
- Grado de humedad propio del la zona costera.

Una morfología tipo de la playa de la Garrofera podría ser esta:

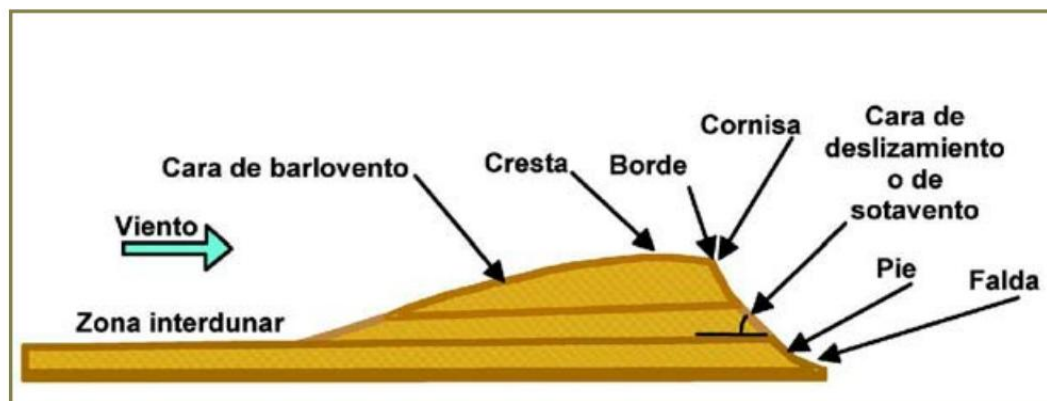


Ilustración 1: Morfología dunar

Reconstrucción con captadores.

Los captadores son elementos pasivos de captación de arenas, se considera pasivo puesto que simplemente estas estructuras lo que provocan es interceptar la arena que es transportada por el viento, reduciendo en dichos puntos si velocidad debido a la fricción que se desarrolla.

Su localización y posicionamiento es un aspecto fundamental para alcanzar los objetivos de regeneración propuestos. En caso de no tener en cuenta ciertos aspectos que posteriormente se comentaran podríamos afectar negativamente al poder de regeneración de la misma.

En función del balance sedimentario (Progradante, Estable, Regresivo) se realizara y determinara la metodología para la reconstrucción del cordón dunar.

Balance sedimentario	Construcción del cordón dunar
Progradante	Siguiendo la tendencia natural se debe reconstruir avanzando hacia el mar.
Estable	Se debe reconstruir en el mismo sitio donde se sitúa el cordón dunar preexistente.
Regresivo	Se debe reconstruir avanzando hacia el interior detrás del primer frente dunar.

Tabla 2: Balance sedimentario

Si se decide situar los captadores de forma paralela al pie de la duna se recoge la arena seca procedente de la playa, con lo que provoca un aumento en lo que respecta al volumen de la duna embrionaria.

Si los captadores se situasen en la cresta de la duna su resultado sería un aumento en altura del cordón dunar.

También hay métodos en los que se proporcionan ciertos captadores de forma transversal a los paralelos en la línea de costa, pero hay que tener mucho cuidado y realizar estudios ya que si no se es exacto en cuanto al emplazamiento y dirección del captador esto podría repercutir en efectos negativos para el cordón dunar.

Existen diferentes materiales que son aptos para la regeneración dunar. Desde materiales biodegradables como las tablas de maderas o las empalizadas de ramas muertas de plantas hasta también se pueden utilizar otro tipo de materiales como son las redes de plástico.

La utilización de ramas muertas de planta dota al espacio de mayor contenido en materia orgánica lo que es beneficioso para la posible vegetación que posteriormente se instalara.

La eficiencia de dichos sistemas depende de :

- Porosidad del sistema de captación.
- Altura del sistema de captación.
- Inclinación del sistema de captación.
- Velocidad del viento.
- Características de la arena.
- Distancia entre filas de captadores
- Numero de filas.
- Características topográficas de la zona

Como se puede observar las características y disposición de los elementos pasivos juegan un papel esencial para la obtención de un buen resultado.

Tendremos que diferenciar entre los captadores estructurales y los captadores de apoyo.

Los captadores estructurales tienen como principal objetivo la formación de cordón dunar. Se constituye por un número de filas determinadas paralelas entre ellas a una determinada distancia y clavadas verticalmente en el suelo. La distancia será menor en la zona central con el objetivo de que las captaciones acaben dibujando un cordón dunar de aspecto natural.

Los captadores de apoyo en cambio se utilizan en zonas donde aún el cordón dunar está presente y se instalan entre la vegetación natural. La finalidad de dichos captadores es principalmente la protección de plantaciones frente a la acción erosiva del viento. Una vez las plantas han adquirido cierta madurez ya son capaces de retener arena y estabilizar el cordón dunar. Suelen disponerse en filas discontinuas y al tresbolillo. La forma de instalación coincide con las de los captadores estructurales.

En el caso en que fuera necesario emplear ambos sistemas de captadores en un primer lugar se emplearía el estructural y posteriormente los captadores de apoyo, con el fin de que los captadores de apoyo funcionen bien ya que necesitan de un determinado nivel de arenas.

Por ultimo habrá que comentar la flexibilidad del captador que utilicemos, ya que esto le confiere ciertas características:

Un material flexible hace que únicamente la sedimentación tenga lugar a sotavento de las filas de captadores y con una anchura de ocho veces su altura, con lo que la flexibilidad del material afecta al dimensionamiento del campo de captadores. Es decir que con elementos flexibles la distancia entre filas será de ocho metros. Proporciona una acumulación más homogénea y tendida que la que se consigue con el empleo de tablestacas.

Se venden con una altura entre 100 a 180 cm, y para su puesta en obra en entierra un tercio de su longitud y un valor de densidad más comúnmente utilizada es 3 kilogramos por metro lineal.

Un material rígido. en este caso siempre se hace referencia a las tablestacas. Dicho material hace que la sedimentación de arena se desarrollé tanto en sotavento como a barlovento, provocando una acumulación más irregular. En cambio son muy útiles para generar depósitos provisionales en la playa seca y también para evitar la llegada del mar en mareas vivas.

A continuación se proporciona unos folletos que resumen lo anteriormente descrito en cuanto a las características de los diferentes captadores de arena:

Proyecto básico de acondicionamiento de la fachada litoral de la playa de la Garrofera. Propuesta de alternativa “Ordenación del frente litoral”
(T.M. Valencia)

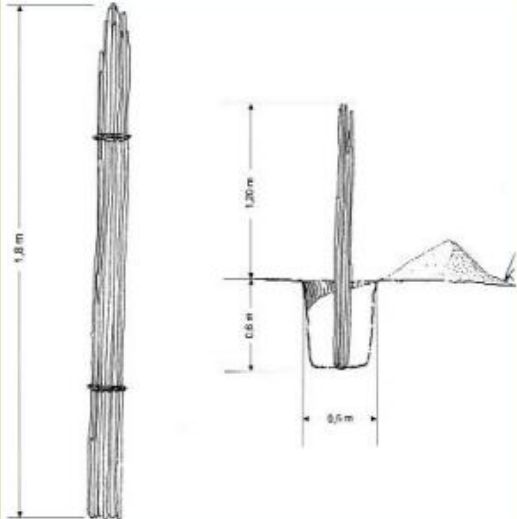
Tabla 6.5. Captadores de mimbre	
Descripción	
Ramas de mimbre seco, hincadas verticalmente en el suelo, de una longitud media de 1,80 m, de los cuales 0,60 m van enterrados, quedando, por tanto, a una altura con respecto al suelo, de 1,20 m. Se disponen en filas paralelas entre ellas y separadas entre sí unos 8 metros. Se excava una zanja de 0,6 m de profundidad y una anchura de 0,4 a 0,6 m, en función de la cohesión de la arena, para evitar que los derrumbes laterales de la zanja tapen la excavación. Esta zanja se podrá efectuar mediante maquinaria (zanjadora, retroexcavadora, etc.), o por medios manuales. Los captadores se colocan en fila dentro de la zanja con una densidad de mimbre de 3 Kg/m. Se tapa la zanja manteniendo las varas de mimbre en posición vertical. Por último, se apisona la zona rellenada para dar más estabilidad a la empalizada.	
Ventajas	Inconvenientes
• Al ser porosos son más efectivos que los sólidos, ya que estos últimos producen depósitos menos estables. • Estabilizan la superficie ayudando a la colonización natural. • Su instalación es más sencilla. • Su precio es menor que las tablestacas. • Son biodegradables, aumentando el contenido en materia orgánica del suelo.	• Tienen un impacto paisajístico considerable. • Son menos resistentes a fuertes inclemencias climáticas (lluvia y viento). • Son más endebles y menos resistentes en el tiempo que los de madera.
Foto	Esquema
	

Ilustración 2: Captador de mimbre

Proyecto básico de acondicionamiento de la fachada litoral de la playa de la Garrofera. Propuesta de alternativa “Ordenación del frente litoral”
(T.M. Valencia)

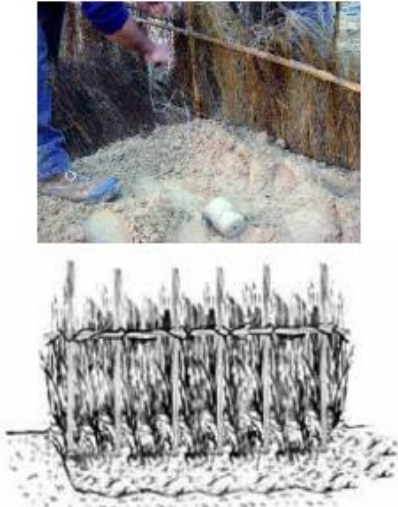
Tabla 6.6. Captadores de espartina	
Descripción	
Utilizados sobre todo en la costa Mediterránea, están contruidos con borro (<i>Spartina versicolor</i>) y armados con cañas, que se hincan verticalmente en el suelo, formando una densa empalizada. Suelen disponerse en una trama ortogonal, en la que se mantiene una separación longitudinal entre las empalizadas de 4 veces la altura de la misma. Permiten una permeabilidad al viento de un 40-50 % y tienen una altura variable entre 50 y 80 cm. Con el tiempo, las empalizadas se cubren de arena (2^o-3^o año), se pudren (4^o-5^o año) y desaparecen, alcanzando la duna un aspecto totalmente natural a partir del 6^o-7^o año. En la zona de sotavento, las empalizadas tardan más en degradarse y desaparecer por la menor movilidad de la arena en este sector.	
Ventajas	Inconvenientes
• Al ser porosos, son más efectivos que los sólidos ya que estos últimos producen depósitos menos estables. • Su instalación es sencilla. • Su precio es menor que el de los captadores de madera. • Son biodegradables, aumentando el contenido en materia orgánica del suelo para la vegetación que posteriormente se instale.	• Tienen un impacto paisajístico considerable. • Son menos resistentes a fuertes inclemencias climáticas (lluvia y viento). • El depósito de arena es muy irregular creándose un cordón dunar compuesto de montículos que tarda más en adquirir un perfil uniforme. • Son más endebles y menos resistentes en el tiempo que los de madera.
Foto	Esquema
	

Ilustración 3: Captador de espartina

Proyecto básico de acondicionamiento de la fachada litoral de la playa de la Garrofera. Propuesta de alternativa “Ordenación del frente litoral”
(T.M. Valencia)

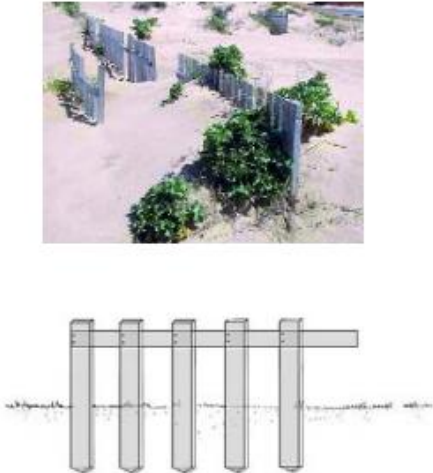
Tabla 6.7. Tablaestacas de madera	
Descripción	
Están constituidos por listones de madera planos verticales unidos mediante listones de madera horizontales más estrechos. En su parte inferior, se insertan en el substrato de forma que la estructura quede bien anclada. Los tablones verticales van separados unos 25 cm. entre sí y su altura es de 1,2 metros, con uno o dos tablones horizontales. Se excava una zanja de 0,6 m de profundidad y una anchura de 0,4 a 0,6 m, en función de la cohesión de la arena, para evitar que los derrumbes laterales de la zanja tapen la excavación. Se tapa la zanja manteniendo las maderas en posición vertical y se apisona la zona rellenada para dar más estabilidad a la empalizada.	
Ventajas	Inconvenientes
• Son más útiles para la formación de depósitos provisionales en la playa seca. • Son biodegradables, pero necesitan mucho más tiempo para degradarse que el mimbre. • La deposición de arena ocurre tanto a barlovento como a sotavento.	• La vegetación coloniza mucho mejor las arenas estabilizadas con captadores que con tablestacas. • La acumulación es mucho más irregular que en los captadores flexibles de mimbre. • Pueden romperse y astillarse y ser peligrosos para los usuarios de las playas. • Tienen un impacto paisajístico mayor que el mimbre.
Foto	Esquema
	

Ilustración 4: Tablestaca de madera

3. Protección sistema dunar.

3.1.1 Revegetación.

La revegetación es un aspecto fundamental cuando se trata de regenerar un cordón dunar, puesto que su implantación es la responsable de fijar el cordón e incluso del aumento de volumen dunar.

Realizando dicha labor se consigue dotar al cordón dunar de una cubierta vegetal que contribuye en lo anteriormente comentado.

Es cierto que dicha cobertura en muchos casos desaparece, con lo que afecta directamente a la estabilidad y movilizaciones de volúmenes de arena que desajustan el cordón dunar.

Una vez se ha procedido a estabilizar el cordón dunar, la revegetación natural es un proceso muy lento, donde sin una protección vegetal la duna se encuentra demasiado expuesta a la acción eólica y es fácilmente erosionable. Es por ello que se suele optar por una revegetación de forma artificial plantando especies dunares óptimas para el lugar y para las características del entorno donde nos situamos.

Tipología.

Según un estudio realizado por García Mora en el año 2000 en un tramo costero de 300 km separando en 55 parcelas con 55 especies basculante se llegó a la conclusión de la gran heterogeneidad de las especies, donde se obtuvieron entre 3 y 25 especies por parcelas.

Dicho esto lo mejor sería dotar al ecosistema de una gran riqueza de especies las cuales pudiesen componer el mismo, pero dotarla de tantas variedades no es viable técnicamente ni económicamente en un proyecto de regeneración dunar.

Con lo que resulta fundamental seleccionar un número limitado de especies a introducir. Existen muchas tipologías que cumplirán con los parámetros deseados pero habrá que escoger la más adecuada teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Acumulación depósito de arena.
- Estabilización de los depósitos de arena.
- Que sea capaz de mantener la geomorfología del sistema en equilibrio.

Criterios para el diseño de plantaciones.

Las plantaciones se dispondrán siempre de forma paralela a la línea de costa, para su disposición habrá que tener en cuenta como se distribuyen de forma natural, su forma de expandirse y crecer.

Es fundamental realizar las plantaciones en zonas donde se sepa que se produce transporte o se deposite es decir se produzca un aporte de arenas.

Otro factor que se puede también aplicar es la observación comprobando la disposición de la misma especie en zonas cercanas.

Es fundamental evitar patrones regulares a la hora de plantar las especies, también habrá que controlar la densidad de las mismas en función de las características climáticas que se desarrollen.

En nuestro caso en la zona donde se desarrolla la densidad de población está en torno al 45% - 50%.

Estacionalidad propicia para plantación.

Situando nuestra obra en la vertiente mediterránea, queda demostrado según diferentes estudios que las recomendaciones nombran desde la segunda quincena de noviembre hasta febrero como los meses más propicios para las plantaciones.

Habrà por supuesto que tener presente la meteorología predominante en la zona durante esos meses para establecer una ventana de actuación.

En cuanto a sus condiciones habrá que evitar plantarla durante las horas altas del día por su gran luminosidad con lo que las condiciones idóneas serian de un cielo cubierto de nubes con humedad ambiental sin presencia de vientos.

La humedad ambiental nos permitirá además realizar más fácilmente los hoyos necesarios.

Seguimiento de las plantaciones.

Puesto que la repoblación de vegetación no es un método que proporciona una respuesta o solución inmediata habrá que realizar un seguimiento en el tiempo para comprobar que la evolución es favorable tal y como se contempla en el proyecto.

Con toda esta información se adjunta un listado de las posibles especies a instalar en el ecosistema dunar tanto en la misma cresta como a sotavento y barlovento. Se han seleccionado las especies las cuales están sombreadas en color amarillo y se instalarán según viene especificado.

Proyecto básico de acondicionamiento de la fachada litoral de la playa de la Garrofera. Propuesta de alternativa "Ordenación del frente litoral"
(T.M. Valencia)

Revegetación dunar	nº plantas/25 m2	Plantas con cepellón	Esquaje	Bulbo	Raíces	Semillas
SOTAVENTO						
Crucianellamaritima L.	7	5				2
CyperuscapitatusVandelli	4				4	
Echinaphoraspinosa L.	4	4				
Eryngiummaritimum L.	4	4				
Malcolialitorrea L.	7					7
SporaboluspungSchreber	25		25			10
Ononisnatrix L.	10					
Panocratummaritimum L.	7			7		
CRESTA						
Ammophila arenaria L.	22	22				
Calystegiasoldanella L.	11					11
CyperuscapitatusVandelli	4				4	
Lotus creticus L.	11					11
Medicago marina L.	4					4
BARLOVENTO						
Calystegiasoldanella L.	11					11
Elymusfarctus L.	30	30				
Euphorbiaparatiás	4	4				
Lotus creticus L.	11					11
Medicago marina L.	4					4
Oranthismaritimus L.	5		5			
Polygonummaritimum L.	2					2

Ilustración 5: Resumen especies a revegetar.

3.1.2 Eliminación especies invasoras.

La eliminación de las especies invasoras es un aspecto fundamental para que todo el conjunto del sistema dunar sea estable y autosuficiente. Es decir no serviría de mucho a lo largo del tiempo las actividades antes mencionadas si no se realiza la eliminación de especies invasoras.

Para dicha labor el arranque de la vegetación invasora puede llevarse a cabo mediante medios físicos o bien mediante el uso de herbicidas.

Comentar que para la eliminación de vegetación dunar lo más frecuente es la utilización de fertilizantes ya que son muy eficaces y tienen un menor coste e incluso respecto del medio físico es menos agresivo con el cordón dunar provocando menos erosión.

Otro aspecto a destacar es que deben realizarse campañas de eliminación a lo largo del tiempo las necesarias que aseguren la extinción de dichas plantas y semillas en la zona. Así pues después de la primera eliminación, será necesario realizar nuevas campañas de carácter anual o bianual durante al menos 5 años.

El herbicida más comúnmente utilizado es aquel que tiene como sustancia activa el "Glifosato", dicha sustancia permite trabajar con la menor toxicidad posible tanto para el hombre como para la fauna terrestre y acuática no es corrosivo ni inflamable y tiene una buena eficacia.

Su forma de empleo será mediante micro aspersión con una cantidad de 160 ml en una superficie de 100 m^2 siendo la estación más propicia la de Primavera.

Para evitar la aparición de especies invasoras es fundamental asegurar la plantación de especies autóctonas.

3.1.3 Elementos de protección.

A pesar de todo lo realizado anteriormente es imprescindible dotar al cordón dunar y al sistema dunar de protección. Principalmente de protección frente a la acción invasora de nosotros los usuarios, durante los veranos estas zonas al ser un foco turístico se ven muy transitadas y es muy frecuente encontrarse playas degradadas por el pisoteo y paso de las personas a través del sistema dunar sin respetar los caminos facilitados y generando nuevas vías que destruyen la vegetación presente y provocando mayor riesgo erosivo para el sistema dunar.

Es por ello que para complementar las anteriores obras realizadas habrá que disponer de unos buenos sistemas protección como son el conjunto de cerramientos pasarelas y carteles informativos y de concienciación al usuario, para entre todos poder preservar ese espacio.

3.1.3.1 Cerramientos.

Para la elección del tipo de cerramiento a utilizar existe una gran variedad con diferentes tipologías.

Cada uno de ellos será más conveniente en un ambiente o para una finalidad determinada. Puesto que área que estudiamos es extensa de 2 km vamos a presentar posibles tipos de cerramientos que pueden ser de nuestro interés y donde en el anejo de planos podemos ver en que circunstancia hemos utilizado cada uno de ellos.

Desde luego queda claro que un sistema de cerramiento eficaz será aquel el cual impida el paso en al menos un 90 % a los usuarios respecto de la anterior situación sin cerramiento.

Los principales cerramientos que hemos encontrado de nuestro interés son los siguientes:

Proyecto básico de acondicionamiento de la fachada litoral de la playa de la Garrofera. Propuesta de alternativa “Ordenación del frente litoral”
(T.M. Valencia)

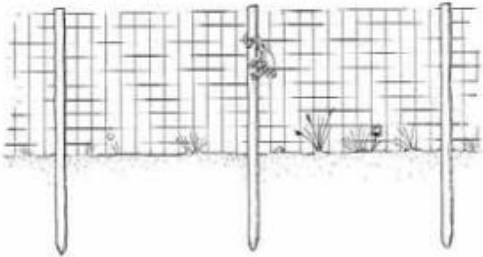
Tabla 6.8. Cerramiento de madera y malla metálica				
Descripción				
De tipo rústico, formado por postes de madera tratada separados 2 m entre ellos y unidos mediante una malla metálica.				
Ubicación	Disposición	Materiales	Tipo de malla	Tipo de poste
Incrustado en el terreno.	En el perímetro de la zona de actuación.	Postes de madera de 2,50 m. de alto 10 cm. de diámetro. Enterrados hasta una profundidad de 1 m. Altura sobre el nivel del terreno de 1,5 m.	Simple torsión galvanizada. Simple torsión plastificada verde. Triple torsión galvanizada.	Cremallera galvanizado. Cremallera galvanizado plastificado. Cilíndrico de madera.
Instalación	Tiempo de vida	Malla metálica de alambre galvanizado, reforzado triple de 1,5 m de altura, fijada a los postes verticales con grapas metálicas separadas unos 30 cm.	Ganadera anudada galvanizada. Electrosoldada plastificada verde. Alambre de espino.	Madera plástica.
Necesita maquinaria.		Permanencia en el medio durante mucho tiempo sin biodegradarse.		
Ventajas			Inconvenientes	
- Precio (20 € / ml). - No necesita cimentación. - Carácter rural con menor impacto paisajístico. - No son fácilmente franqueables. - Muy efectivos.			- Deterioro y posibilidad de rotura de la malla metálica. - Rotura de la madera, astillas, etc. - Susceptibilidad de ser escalado por la malla y deteriorado por actos vandálicos. - En caso de enterramiento, la malla metálica es muy difícil de extraer de la arena.	
Foto			Esquema	
				

Ilustración 6: Cerramiento de madera y malla metálica

Proyecto básico de acondicionamiento de la fachada litoral de la playa de la Garrofera. Propuesta de alternativa “Ordenación del frente litoral”
(T.M. Valencia)

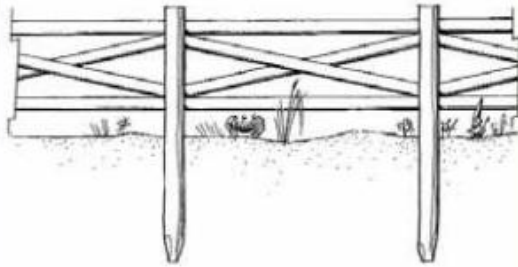
Tabla 6.9. Cerramiento de madera o madera plástica				
Descripción				
De tipo rústico, formado por rollizos de madera tratada separados 2 m entre ellos y unidos mediante diagonales formadas de rollizos de madera.				
Ubicación	Disposición	Materiales	Tipo de poste	Características
Incrustado en el terreno.	En el perímetro de la zona de actuación.	Postes de madera de 10 cm. de diámetro, enterrados 1 m, quedando el extremo superior del poste a una altura de 1 m.	Postes cilíndricos de madera.	Madera: más biodegradable, menor precio y menos resistente que la de plástico. Plástico: Mayor resistencia a la intemperie que la madera, mayor flexibilidad y aguante ante rotura, no le afecta el ambiente salino, no se astilla, no se agrieta, no le afectan los hongos ni las bacterias, poca o nula deformación ante cambios de temperatura, fácil limpieza, no es biodegradable.
Instalación	Tiempo de vida	Con postes cada 2 m. con 1 m. de altura libre y diagonales de poste a poste, y pasamanos, también de madera.	Postes de madera plástica (Material 100% reciclado que proviene de desechos plásticos).	
Necesita maquinaria.	Permanencia en el medio durante mucho tiempo sin biodegradarse.			
Ventajas			Inconvenientes	
• No necesita cimentación. • Su carácter rural y su menor altura tiene menos impacto paisajístico. • En caso de enterramiento, es más sencillo de extraer.			• Su menor altura permite franquearlo sin problemas y acceder a las zonas de actuación. • Precio mayor que el vallado con malla metálica (40 € / ml). • Rotura de la madera, astillas, etc. • Susceptibilidad de ser deteriorado por actos vandálicos.	
Foto			Esquema	
				

Ilustración 7: Cerramiento de madera o madera plástica

Proyecto básico de acondicionamiento de la fachada litoral de la playa de la Garrofera. Propuesta de alternativa “Ordenación del frente litoral”
(T.M. Valencia)

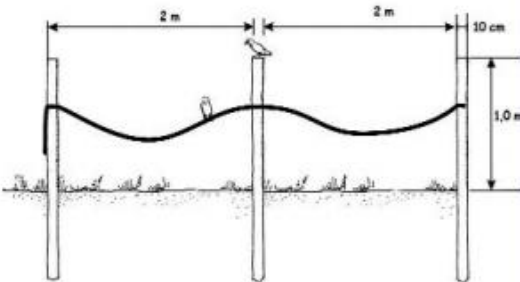
Tabla 6.10. Cerramiento de madera y cuerda				
Descripción				
De tipo rústico, formados por postes de madera tratada separados 2 m entre ellos y unidos mediante una cuerda.				
Ubicación	Disposición	Materiales	Tipo de poste	Tipo de cuerda
Incrustado en el terreno.	En el perímetro de la zona de actuación.	Postes de madera de 10 cm. de diámetro, separados cada 2 metros, enterrados hasta una profundidad de 1 m, quedando el extremo superior del poste a una altura de 1 m.	Postes cilíndricos de madera. Postes de madera plástica (Material 100% reciclado que proviene de desechos plásticos).	Sisal de 18 mm de diámetro. Polipropileno. Cuerda cableada. Cuerda trenzada.
Instalación	Tiempo de vida	Cuerda: La cuerda de poste a poste puede ir o bien atada a cada poste o bien se perfora el poste y la cuerda atraviesa el poste.		
No necesita maquinaria.	Permanencia en el medio durante mucho tiempo sin biodegradarse.			
Ventajas			Inconvenientes	
- No necesita cimentación. - Su carácter rural y su menor altura tiene menos impacto paisajístico. - En caso de enterramiento, es más sencillo de extraer. - Precio menor que el vallado con malla metálica o sólo de madera (10 €/ ml)			- Su menor altura permite franquearlo sin problemas y acceder a las zonas de actuación. - Rotura de la madera, astillas, etc. - Susceptibilidad de ser deteriorado por actos vandálicos.	
Foto			Esquema	
				

Ilustración 8: Cerramiento de madera y cuerdas

3.1.3.2 Pasarelas

Las pasarelas son las encargadas de garantizar un camino de acceso desde los parkings a la playa atravesando así el cordón dunar.

Es importante que dichas pasarelas estén bien señalizadas y diseñadas de forma que facilite el acceso a la playa y a su vez sea capaz de preservar el espacio dunar de la mejor forma posible.

Es muy común encontrarse con una cantidad de caminos de acceso a la playa provocados por la acción humana al pisotear la vegetación y destruirla por la acción reiterativa del pisoteo, un camino que se ve dibujado en el sistema dunar también por la ayuda del viento que encuentra ahí un pasillo por donde el aire fluye con mayor potencial erosivo ya que su velocidad es mayor.

Así pues las pasarelas deben estar dispuestas de forma que aseguren el paso de todas las personas transeúntes en dicho espacio y asegurarse de que nadie atraviesa el espacio dunar formando nuevos caminos.

El dimensionamiento de las mismas viene marcado por diversos factores.

Habrà que tener en cuenta la densidad de usuarios que acoge, el tipo de playa que sea si es de tipo urbana o rustica de si es un espacio natural o no, es decir del carácter de protección que habrá que darle al sistema dunar, y demás factores...

Una orden de magnitud de su anchura es de 1,5 a 2,5 metros que sería lo necesario para que 2 carros de coches de bebe pudiesen circular por la misma simultáneamente.

En cuanto al trazado será fundamental hacer un buen estudio para asegurar intervenir lo menos posible en el ecosistema dunar, protegiéndolo de las pisadas. En su diseño habrá que tener en cuenta tanto el aspecto de protección del ecosistema como la utilidad para los transeúntes.

Al conectar al usuario desde el interior hasta la playa obviamente la pasarela afecta toda la anchura del sistema dunar.

Es por ello que es muy interesante optar por una solución de pasarela elevada alrededor de 1 metro sobre el nivel del suelo para reducir al máximo el efecto negativo frente a la dinámica eólica.

Finalmente anotar uno de los principales errores que se han desarrollado durante estos últimos años es realizar el trazado de la pasarela por lo que se llama un camino de deflación, es una acción natural al pensar en utilizar un camino ya existente y tratar de no provocar más daños sobre la vegetación. Es recomendable atravesar el cordón dunar por una altura normal para en caso de necesidad poder realizar tareas de reparación en el caso de situar el trazado por una deflación dicha labor sería mucho más compleja y cara.

Proyecto básico de acondicionamiento de la fachada litoral de la playa de la Garrofera. Propuesta de alternativa “Ordenación del frente litoral”
(T.M. Valencia)

Así pues con todo ello a continuación mostramos las diferentes pasarelas que son de nuestro interés con sus principales características las cuales consideramos que son de interés para nuestra obra de regeneración de la playa de la Garrofera:

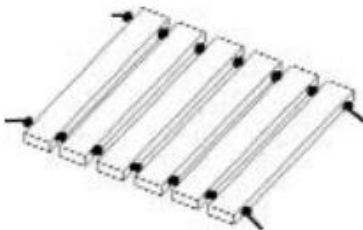
Tabla 6.11. Pasarelas llanas de madera sin barandilla	
Descripción	
Situadas sobre el cordón dunar con un trazado ligeramente sinuoso, están compuestas de tablones de madera tratada, apoyados sobre rastreles del mismo material. Pueden situarse directamente sobre la arena o discurrir sobreelevadas con respecto al suelo mediante pilotes que se entierran en la arena. En ocasiones, en el último tramo, ya en la playa, se utilizan unas pasarelas especiales enrollables apoyadas directamente sobre la arena (que pueden retirarse al acabar la temporada de baños) y que están realizadas con madera o plástico reciclado, y unidas por cordón.	
Ventajas	Inconvenientes
• Su montaje es más sencillo que el resto de las pasarelas. • Su precio es menor que el resto de las pasarelas. • En caso de enterramiento, es más sencillo de extraer. • Su carácter rural y su menor altura tiene menos impacto paisajístico. • Permite su utilización a discapacitados físicos.	• Solo pueden utilizarse en zonas con una topografía muy suave y sin grandes desniveles, ya que la falta de barandilla puede dar origen a accidentes. • Aunque algunas pueden ir algo sobreelevadas, en general, debajo de ellas carecen de espacio suficiente para permitir el establecimiento de la vegetación e interfieren en el transporte de arenas por el viento. • Escasa reducción del acceso de los viandantes hacia el cordón dunar.
Foto	Esquema
	

Ilustración 9: Pasarelas llanas de madera sin barandilla

Proyecto básico de acondicionamiento de la fachada litoral de la playa de la Garrofera. Propuesta de alternativa “Ordenación del frente litoral”
(T.M. Valencia)

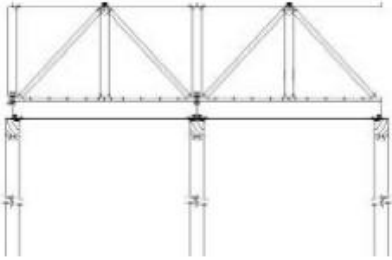
Tabla 6.12. Pasarelas llanas de madera con barandilla	
Descripción	
Al igual que las pasarelas llanas sin barandilla, están situadas sobre el cordón dunar con un trazado ligeramente sinuoso, compuestas de tabloncillos de madera tratada y apoyados sobre rastreles del mismo material. Sobreelevadas con respecto al suelo mediante pilotes de madera que se entierran en la arena, están provistas de barandillas a ambos lados, y se accede a ellas mediante tramos en rampa o en escalera en función de la topografía concreta de la zona. En ocasiones, se instalan miradores o lugares de descanso techados utilizando el mismo material.	
Ventajas	Inconvenientes
• Pueden utilizarse en zonas con una topografía más irregular y con cierto desnivel ya que la barandilla evita accidentes. • Su montaje es más sencillo y su precio menor que el de las pasarelas en escalera. • Su carácter rural tiene menor impacto paisajístico. • Las barandillas reducen la salida de los viandantes hacia el cordón dunar. • Al estar algo sobreelevadas, en general, debajo de ellas existe el espacio suficiente para permitir el establecimiento de la vegetación y no interfiere en el transporte de arenas por el viento.	• Su precio es mayor que el de las pasarelas sin barandilla. • En caso de enterramiento, es más difícil de extraer. • Su mayor altura tiene mayor impacto paisajístico. • Su montaje es más complejo y su precio mayor que el de las pasarelas sin barandilla. • No siempre es accesible a discapacitados físicos.
Foto	Esquema
	

Ilustración 10: Pasarelas llanas de madera con barandilla

Proyecto básico de acondicionamiento de la fachada litoral de la playa de la Garrofera. Propuesta de alternativa “Ordenación del frente litoral”
(T.M. Valencia)

Tabla 6.13. Pasarelas de madera en escalera con barandilla	
Descripción	
Cuando la topografía dunar no permite instalar una pasarela inclinada porque la pendiente es muy elevada, entonces se recurre a instalar tramos en escalera. En todos los casos están provistas de barandillas a ambos lados.	
Ventajas	Inconvenientes
• Pueden utilizarse en zonas con una topografía más irregular y con mayor desnivel. • Su carácter rural tiene menor impacto paisajístico. • Las barandillas reducen la salida de los viandantes hacia el cordón dunar.	• En caso de enterramiento, es más difícil de extraer. • Su mayor altura tiene mayor impacto paisajístico. • Su montaje es más complejo y su precio mayor que el de las otras pasarelas. • Aunque algunas pueden ir algo sobreelevadas, en general, debajo de ellas no existe el espacio suficiente para permitir el establecimiento de la vegetación e interfieren en el transporte de arenas por el viento. • Es infranqueable para los discapacitados físicos.
Foto	Esquema
	

Ilustración 11 Pasarela de madera en escalera con barandilla

Proyecto básico de acondicionamiento de la fachada litoral de la playa de la Garrofera. Propuesta de alternativa “Ordenación del frente litoral”
(T.M. Valencia)

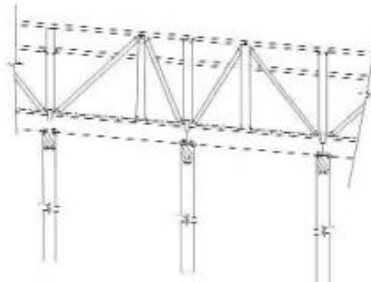
Tabla 6.14. Pasarelas de madera adaptadas a discapacitados físicos	
Descripción	
Condiciones de diseño que recoge el Plan de Accesibilidad a las playas españolas, de mayo de 2001: • Pendiente menor del 8 % y sin tramos inclinados de longitud superior a 10 m sin meseta intermedia. • Ausencia de tramos en escalera que siempre serán sustituidas por rampas. La directriz de la rampa será recta o ligeramente curva, con radio mayor o igual a 50 m. • Ancho libre de las rampas de 1,20 m. En las zonas de acceso a las rampas, así como en las mesetas o descansillos intermedios, se podrá inscribir un círculo libre de obstáculos de 1,50 m de diámetro. • Provistas de un doble pasamanos a ambos lados, preferentemente de sección circular formada por un rollo de madera de 5 cm de diámetro, localizado a una altura de 70 cm.	
Ventajas	Inconvenientes
• Pueden utilizarse en las zonas con una topografía más irregular y con mayor desnivel. • Su carácter rural tiene menor impacto paisajístico. • Las barandillas reducen la salida de los viandantes hacia el cordón dunar. • Al estar algo sobreelevadas, en general, debajo de ellas existe espacio suficiente para permitir el establecimiento de la vegetación y no interfieren en el transporte de arenas por el viento.	• En caso de enterramiento, es más difícil de extraer. • Su mayor altura tiene mayor impacto paisajístico. • Su montaje es más complejo y su precio mayor que el de las otras pasarelas.
Foto	Esquema
	

Ilustración 12: Pasarela de madera adaptadas a discapacitados físicos

3.1.3.3 Sistema de comunicación.

La gran mayoría de los ecosistemas dunares se encuentran dañados por la acción del hombre, es por ello que fundamental instaurar un sistema de comunicación y concienciación al usuario.

Una vez se ha realizado las obras para la regeneración del cordón dunar habrá que dotar al espacio de carteles informativo los cuales contemplen las actividades realizadas y la gran importancia de la preservación de ese espacio, de forma que el usuario se vea implicado y realice un buen uso y contribuya a la preservación del espacio y no al contrario.

Dicha información deberá disponerse en los principales accesos a la playa en los parkings en las zonas estratégicas para que sean bien vistos.



Foto 6.15. Cartel explicativo de los procesos de degradación.



Foto 6.16. Cartel explicativo de la flora dunar.



Ilustración 13: Tablón informativo

4. Programa de seguimiento.

Cuando tratamos obras de regeneración dunar es de saber que los resultados no son instantáneos si no que van tomando forma a lo largo del tiempo. Es cierto que no existe una sistemática dada para su seguimiento puesto que depende de muchas variables, como la dinámica, el clima la dinámica eólica, un sumatorio de factores que difieren según el tramo costero donde nos encontremos.

Habrà que realizar un programa de seguimiento específico para la zona donde se realice la regeneración dunar, con lo que se considera que los programas de seguimiento son elásticos.

Por otra parte es cierto que hay un punto común entre los mismo, el cual marca los momentos idóneos donde realizar los seguimientos.

El programa de seguimiento contara con varias fases la primera desde que se comienzan las obras o incluso antes de las mismas como fase inicial.

Posteriormente le seguirá un seguimiento durante el replanteo del estado del sistema dunar y que perduren durante la actuación que se está desarrollando y un último seguimiento una vez finalizada la obra de regeneración durante los posteriores años.

4.1 Seguimiento etapa inicial

Antes de realizar las labores de regeneración dunar se debe establecer cierto procedimiento o conductas las cuales garanticen la buena ejecución y el cumplimiento de las labores o actuaciones que están descritas en el proyecto.

Durante dicho seguimiento un aspecto fundamental es el reconocimiento del terreno, en dicho reconocimiento se comprobara el estado del mismo y los cambios que se han podido producir en el mismo, se realizara un replanteo de las actuaciones proyectadas con el fin de comprobar su idoneidad.

Otra labor importante es la revisión del plan de actuación y la optimización del calendario dado que para las obras de restauración ecológicas los condicionantes climáticos y los de tipo administrativos están muy presentes.

Habrà que tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Los cerramientos deberán realizarse al mismo tiempo que la plantación debido a que hay que protegerla de la afluencia de los transeúntes que se den durante esos días.

Las plantaciones deberán realizarse durante los meses comprendidos de Octubre a Marzo teniendo en cuenta que durante los momentos muy fríos no se realizara dicha actividad, así pues el periodo óptimo para la plantación

queda definido entre octubre y principios de diciembre y de mitad Febrero a mediados de Marzo.

Finalmente **los captadores de arena** serán puestos durante el inicio de la época de otoño ya que debe existir una acumulación de arena antes de que se realicen las plantaciones, antes de la aparición de los temporales equinocciales.

4.2 Seguimiento durante las obras.

Este seguimiento como ya se ha mencionado se desarrolla durante el transcurso de las obras a realizar con el fin de asegurar que las operaciones se están realizando tal y como se había proyectado y garantizando su correcta ejecución para cumplir con el fin propuesto, incluso tiene la labor de asesorar sobre posibles cambios y mejores en las mismas, sobre todo en lo que respecta la revegetación.

La vigilancia ambiental así pues deberá realizarse a pie de obra, donde se realizaran las mediciones sobre las actuaciones que se desarrollen y se asegurara el contacto con la dirección de obra y el contratista durante las mismas.

Dicho seguimiento se desarrolla realizando visitas de carácter periódico donde se analizan las actuaciones ya realizadas y se planifican las futuras. También dicho seguimiento incluye un asesoramiento el cual tiene como fin que la ejecución del proyecto sea realice de la forma más eficaz posible.

En el caso de que surjan problemas no contemplados en el proyecto inicial, este seguimiento también deberá contemplar posibles soluciones acerca de posibles lugares de aprovisionamiento de materiales, ubicación de maquinaria y de elementos auxiliares, etc...

4.3 Seguimiento tras finalizar las obras.

Este seguimiento es uno de los más olvidados y bajo mi punto de vista uno de los fundamentales ya que nos permite seguir conociendo mejor cómo funciona la dinámica litoral en dicha localización y replantear el uso de nuevas técnicas y tener una visión crítica sobre los objetivos planteados y los resultados obtenidos tras las actuaciones.

El seguimiento consiste en monitorizar la evolución del sistema, del perfil dunar y la eficacia y desarrollo de los elementos instalados tanto vegetación como captadores y elementos de protección tipo cerramientos y se anotaran los cambios producidos por causas naturales.

El seguimiento deberá tener una duración posterior a la finalización e los trabajos realizados de al menos 10 años distribuidos de la siguiente forma:

- 3 años intensivos.
- 2 años de carácter periódicos.
- 5 de tipo puntual.

Como se puede intuir dicho seguimiento es de vital importancia para seguir creciendo en materia de regeneración dunar, comprender mejor las dinámicas que influyen sobre nuestro cordón dunar y de nuevas técnicas para una conservación más eficaz y eficiente.

5. Programa de mantenimiento.

Existen diferentes factores por los cuales es esencial proporcionar a nuestro proyecto de regeneración de la playa de la Garrofera un programa de mantenimiento, en este caso al estar en el anejo relacionado con la regeneración dunar vamos a explicar en qué consiste dicho programa de mantenimiento.

Las obras que se realizan con técnicas ecológicas a diferencia de las de ingeniería civil convencional, necesitan de un tiempo como habíamos comentado para obtener esos resultados con lo que están expuestos durante ese proceso a los factores ambientales tales como vientos, temporales.

Además tenemos que comentar que la situación geográfica que ocupa nuestra playa es un gran afluente de turistas que vienen en el periodo estival a disfrutar de nuestra costa.

Es por todo ello que es necesario prever durante un plazo de al menos 3 años labores de mantenimiento las cuales garanticen las condiciones proyectadas

Dichas labores consisten en controlar y promover una adecuada evolución y desarrollo de las plantaciones realizadas, que su evolución es óptima con respecto al tiempo y asegurándose de que se mantienen las condiciones de conservación y dinámicas adecuadas.

Dichas labores de mantenimiento contarán con el seguimiento de los captadores durante su fase funcional, como también de los diferentes elementos que le proporcionan protección al cordón dunar como pasarelas cerramientos etc... Reparando los elementos deteriorados para siempre cumplir con los fines proyectados.

6. Estudio de la solución.

El plano nº1 corresponde a la parte que se sitúa más al sur de la Garrofera, es decir justo en la frontera con la Gola de Puyol, siendo entonces el plano nº8 el situado más al Norte justo donde se sitúa "Arrocería Duna".

A continuación iremos nombrando y tratando las alternativas desarrolladas en cada uno de los tramos correspondientes a cada uno de los planos definidos, de forma que la elección de cada uno de los elementos anteriormente presentados queden justificados.

▪ Plano nº5.

El plano nº 5 se sitúa entre la Gola de Puyol y la urbanización de la Casbah.

La principal problemática que desarrolla este tramo es la cantidad de pisadas, las cuales han ido formando caminos por todo el ecosistema dunar.

Se puede observar la presencia de un espigón donde numerosos pescadores se dan cita a lo largo del día.

Durante las visitas previas a las obras que se realizaron dichos comportamientos pudieron ser observados, los pescadores y otros transeúntes deciden atravesar el sistema dunar en vez de realizar su recorrido por la playa o por el camino que existe por detrás del cordón dunar para llegar a donde se proponen.

Es por ello que la organización y distribución de los diferentes elementos para la mejora del sistema dunar se han realizado entorno a dicha problemática.

Lo primero a realizar sería la eliminación de los caminos formados por el pisoteo de los transeúntes.

En cuanto a los cerramientos en este área se hará uso de 2 tipos de cerramientos diferentes siendo para ambos el principal objetivo el impedimento del paso a las personas en el sistema dunar.

La diferencia entre ambos cerramientos es la dificultad que generan para ser franqueados y otro aspecto fundamental al encontrarnos en un entorno costero es el impacto visual que generen.

Por todo ello se ha dispuesto de un cerramiento de madera y malla metálica en la zona más alejada de la playa junto al camino de acceso que comunica la urbanización con la parte posterior del sistema dunar y también se ha continuado su trazo sobre el perímetro que acompaña a la pasarela que posteriormente comentaremos.

El otro tipo de cerramiento que se ha utilizado es el de madera y cuerda, el cual proporciona cierto grado de impedimento para sobrepasarlo y tiene un impacto visual muy reducido, con lo que se han dispuesto en las partes más cercanas a la duna y la zona de dominio público terrestre.

La pasarela que se instala en este tramo es una pasarela de madera con barandilla la cual se coloca algo elevada unos 30 cm del suelo. Se dispone con barandillas puesto que nos percatamos del alto nivel del senderos que se habían generado en la zona por el paso de los pescadores que estacionan el coche en el aparcamiento de la urbanización y se desplazan hacia el espigón de la Gola de Puyol.

■ Tramo nº 7.

Este tramo era uno de los puntos más problemáticos de nuestra obra puesto que años atrás se intento urbanizar hacia los años 80 con lo que durante la visita a obra nos encontramos con la presencia de un posible parcelación e instalación de servicios.

Por otra parte fruto de esa posible urbanización se proporciono al espacio de un exceso de bolsas de parking, con lo que uno de los aparcamientos seria desmantelado decidimos destruir el aparcamiento más alejado y por el que el acceso a la playa hubiese provocado un peor impacto para el sistema dunar. Con tal fin para los otros 2 aparcamientos más alejado de la ribera del mar se pensó en conectarlos por una misma pasarela.

Para evitar la formación de senderos se instala en el perímetro de los parkings y durante el recorrido de las pasarelas unos cerramientos bajos con cordón en cambio en la zona más alejada y con la misma finalidad se dispone de un cerramiento alto más restrictivo.

Para finalizar con este tramo comentar que se instala un paseo de tipo natural para respetar con el alto valor ambiental de la zona, así pues para conectar los diferentes aparcamientos y respetar lo más posible el sistema dunar se instala un paseo de madera elevado con utilidad para discapacitados físicos gozando pues de un ancho optimo y el paso elevado permite que se desarrolle el transporte de sedimentos por acción eólica.

■ Plano nº 9.

En este tramo la principal problemática eran los senderos formados para el acceso del hotel el Sidi a la playa con lo que las labores que se han llevado a cabo han sido las de eliminación de senderos y proporcionar de un sistema de cerramientos bajos mediante cordón de forma que el optimo diseño realizado dificulte el acceso al sistema dunar.

■ Plano nº11 y 13.

La principal problemática en dicho tramo se trata de la alta densidad que existe de aparcamientos con lo que dicha característica no dota al espacio de natural.

Para ello se prepara la desmantelaría de 3 aparcamientos, puede parecer excesivo pero lo que provoca tanta densidad en tan poco espacio es que los visitantes tomen por su cuenta el camino de acceso a la playa formando con ello senderos que modifican las dinámicas del sistema dunar.

Por ello se proyecta la comunicación de los aparcamientos y la instalación de un sistema de cerramiento bajo con cordón que guíe al visitante por la pasarela llana de madera sin barandilla.

Para facilitar el acceso a las playas y evitar la formación de senderos se coloca el mismo paseo que en el plano nº7 a lo largo de todos los siguientes planos hasta llegar al nº17, se dispone por detrás del cordón dunar de forma elevada y con un trazado que se adapte a la morfología de la zona sin afectarla o reduciendo el impacto.

■ Plano nº15, 17 y 19.

Se agrupan planos 15, 17 y 19 puesto que se diagnostica la misma problemática, consiste en la falta de volumen en las dunas y una morfología muy irregular.

Para combatir dicha problemática se decide realizar un aporte de arenas en el posicionamiento de las dunas e instalación de unos captadores para que a lo largo del tiempo esa duna siga con un crecimiento y recupere la morfología dunar que se considera óptima, será importante también la revegetación de la zona.

Comentar que la tipología de captador utilizada será la de espartina junto con el armado mediante cañas. Dicha tipología está explicada y descrita en este anejo de "regeneración dunar".

Comentar que en el plano nº 8 se observa otra problemática la cual es la gran distancia a recorrer por la arena hasta la orilla de la playa con lo que lo idóneo es la utilización de una pasarela llana de madera sin barandilla junto a un cerramiento bajo.

Con todo ello vemos que durante los 2,3 km de tramo a rehabilitar reinciden ciertos problemas, la razón de este epígrafe era la justificación de cada uno de los elementos para restaurar el ecosistema dunar valorando la situación y adecuando el elemento al ambiente.