



ANÀLISIS DE LA RECUPERACIÓN DUNAR MEDIANTE LOS VUELOS DE DRON

A partir de los tres vuelos se presentan los resultados más destacables sobre el crecimiento en altura y volumen del sistema dunar. Se ha estudiado la zona de la playa alta y la dunas, que corresponde aproximadamente con la zona abalizada con acordonamiento dónde en el interior se han instalado las trampas de arena y se han realizado las siembras.

El área analizada se puede observar en la imagen de la figura 1, dónde se ha marcado en naranja la zona norte y en rojo el resto de la zona analizada.

Se ha analizado el incremento del volumen y la altura media del sistema de dos sectores, el norte y el área total (que incluye toda la playa-duna de la Pletera).

La zona norte era la más degradada y frágil, por esa razón era el sector que interesaba recuperar antes, porque era necesario mejorar el sistema. Para retener arena en la zona más septentrional donde penetra la arena proveniente del norte (el viento dominante es la tramontana, de origen norte). Y también, porque el sistema de playa-duna situado más al norte (urbanización Griells-càmping el Molino) se encuentra más degradado (urbanizaciones y playas estrechas sin sistema dunar) por una mayor afluencia de gente, más acumulación de limpieza mecánica, etc.

Los resultados principales se exponen en la figura 1, dónde se han representado los incrementos año a año de del volumen acumulado y la altura media.

Tabla 1a. Zona Norte (15875,78 m²)				15875,78	
Año	Área 2D	Área 3D	Volumen (m3)	Altura media (m)	incremento
2016	15.846	16.616	15.818	0,996360494	
2017	15.842	16.514	17.749	1,117992313	0,121632
2018	15.751	16.241	42.237	2,660467706	1,542475

Tabla 1b. Área Total (59571,31 m²)				59571,31	
Año	Área 2D	Área 3D	Volumen (m3)	Altura media (m)	incremento
2016	59.465	63.369	94.403	1,584705792	
2017	59.449	62.819	97.185	1,631406125	0,0467
2018	59.112	60.558	161.893	2,717633707	1,086228

Figura 1. Incremento total en el área norte (sector naranja) en la tabla 1^a (superior) y el área total (sector rojo y naranja) en la tabla 1b (inferior). A la derecha se representa el área de estudio





No se dispone de un momento zero o vuelo control, es decir de un primer vuelo sobre la zona de estudio antes del inicio de los trabajos. Éste se realizó cuando ya se habían instalado más de 30 trampas a lo largo de la Pletera, durante el primer semestre de 2016.

Por esta razón el primer vuelo ya recogió el crecimiento en altura y volumen generado por estas trampas. Si se hubiera realizado antes, hubiera recogido el momento zero o inicial (vuelo control) y hubiera permitido calcular mejor la diferencia real entre la zona antes del inicio de los trabajos de recuperación y después.

Así, el vuelo del 2016 recoge ya un crecimiento y altura que no se corresponde exactamente con el momento previo al inicio de los trabajos. Por tanto, el resultado del vuelo da resultados de mayor volumen y altura media que si se hubiera hecho el 2015.

Por esta razón, entre el 2016 y 2017 no hay tantas diferencias de crecimiento en comparación con el periodo entre el 2017 y 2018.

Aun así si se comparan los tres vuelos se observa un aumento progresivo en volumen y altura media, año a año. Aunque mucho más marcado entre 2017 y 2018, seguramente también producido por el efecto acumulativo y sinérgico del conjunto de trabajos realizados desde el 2015 (instalación de trampas, siembras, abalimizamientos). Y también por la mejora del sistema dunar (como demuestra el informe final de F.X. Roig), que ha permitido mejorar la retención de arena procedente del viento, la deriva litoral o de temporales de levante.

En el anexo se presentan diversas comparativas de diversos tramos en los que se ha representado los tres vuelos y la altura correspondiente. En general, se puede observar el aumento en altura y volumen, sobre todo si se compara el vuelo del 2016 y el final de 2018.

Más adelante se hace un análisis más detallado de estos tramos analizados.

En la figura 1 del anexo (*El Molino*) se representa una zona que se comenzó a trabajar/recuperar a finales de 2016 y por tanto, sí que recoge el momento anterior a la instalación de trampas. Por esta razón es en la que mejor se ve el crecimiento anual en altura y volumen.

Por tanto, para este tramo sirve como control el vuelo de 2016, porque en esta zona todavía no se había actuado.

En las restantes secciones, aunque el primer vuelo (2016) ya recoja la acumulación de los primeros trabajos, se puede observar un aumento progresivo.

Si se analiza las dos tablas de la figura 1 se observa que la diferencia más grande se da entre el año 2017 y el 2018. Esto se debe a que el primer vuelo (2016) ya recogía aumentos de volumen y porque entre el 2017 y 2018 el sistema había ganado en madurez y resistencia (más vegetación, más altura, más heterogeneidad morfológica y crestas de dunas embrionarias); lo que le ha permitido realizar un crecimiento más marcado.



Sobre los resultados de la tabla 1, se puede hacer una corrección mínima de los resultados del primer vuelo, que consiste en restar el volumen mínimo generado por la primeras trampas que sería de al menos 2100 m³. A los que se tendrían que sumar dos aportaciones de arena diferentes.

La primera se generó durante los trabajos de drenaje del puerto de l'Estartit y la segunda por la retirada de arena de los *blowouts* internos de las marismas.

Del puerto se permitió la colocación de arena de calidad (sin contaminantes y de granulometría parecida a la de la Pletera) con un volumen mínimo de 3000 m³ y de los *blowouts* se recolocó sobre las dunas al menos 2000 m³ más.

Para visualizar mejor esta corrección se ha detallado en la tabla 2 los resultados iniciales y en una segunda columna las diferencias una vez que se han restado un mínimo de 7.100 m³ (la suma de las trampas y las dos aportaciones).

Tabla 2. Corrección del primer vuelo

Año	Área 3D	Volumen (m ³)	Incremento m ³	Volumen corregido	Incremento corregido m ³
2016	16.616	15.818		8.718	
2017	16.514	17.749	1.931	17.749	9.031
2018	16.241	42.237	24.488	42.237	24.488

Se puede comprobar que con las correcciones (como si el vuelo se hubiera realizado a principios de 2016 (antes de los trabajos), se observa un aumento mayor de volumen entre el 2016 y 2017, que representaría mejor lo que sucedió realmente.

Por tanto, si el vuelo se hubiera realizado antes de la colocación de las primeras trampas y las aportaciones de arena, también se hubiera observado en los diferentes transectos diferencias más marcadas, como sucede en la figura 1 El Molino.

En esta figura, se observa entre el metro 15 y 16 del transecto un pico que corresponde con el cruce de una trampa, marcada en rojo en la figura de la derecha. La flecha marca el sentido de progresión del transecto.

Los datos de las figuras están en metros (altura en la barra vertical y metros lineales en la barra horizontal).

Aun así se comentan a continuación los otros transectos, dónde se pueden observar muy bien también la progresión en aumento generalizado de arena fruto de la recuperación del sistema dunar (aunque el vuelo del 2016 recoja un aumento previo de los trabajos).

En la figura 2 del anexo se observa la comparativa de un tramo de 125 metros (inicio en la coordenada ETRS89: 515140 4653976), con un aumento claro de volumen de arena y un crecimiento en altura. La zona está situada a la altura de la urbanización la Pletera y al igual que los tramos 1, 3, 4 se encuentran al zona norte de la Pletera, dónde se han instalado más trampas y se ha realizado un mayor esfuerzo de plantación de vegetación.



En la imagen de la derecha se observan las trampas que se han construido entre 2016 y 2018. Se observan 4 picos, que corresponden con las trampas (metro 5, 27, 35 y 80).

A parte de que se puede observar el crecimiento año a año de arena en volumen y altura alrededor de las trampas, queremos remarcar el crecimiento observado entre las trampas, por ejemplo entre el metro 15 y 22 y entre el 40 y el 70.

Esta acumulación demuestra que las trampas aparte de retener arena en una franja adyacente de 4-6 m a banda y banda, permite crear un sistema más robusto para retener también arena entre las trampas, a mayor distancia.

Si además, una vez que la trampa ha acumulado arena se planta vegetación psammófila se potencia la madurez del sistema para retener y fijar arena.

En la figura 3 se continúa observando un nuevo tramo de la zona norte de la Pletera, dónde se ha realizado un mayor esfuerzo de colocación de trampas y de plantación,

En este tramo de 145 metros, que se inicia en la coordenada 516118 4653823, se puede observar una mayor heterogeneidad en la evolución de la acumulación anual de arena, fruto de las particularidades de este tramo. Aunque en conjunto se observa igualmente, de media, un aumento progresivo.

Aquí, en el primer tercio se encuentra un acceso a la playa para personas, que proceden de los aparcamientos de la urbanización (y dónde ahora existe una entrada con pasarela de madera). En el punto métrico 37,5 es donde existe este paso abalizado entre trampas (al norte y sur), el cual se quiso reforzar con más trampas y siembras, para contrarrestar el efecto del pisoteo y la entrada dentro de la dunas que provoca el acceso peatonal.

En el primer vuelo se observan dos picos (31 y 47 m) que coincide con este paso y muestra las dos trampas instaladas.

En estas se sembró vegetación, aunque después pasó un temporal que aportó más arena (que rellenó todo el espacio entre trampas y las colmató). Después, se construyeron dos trampas más por encima y en paralelo (observadas en los picos 38 y 53 m). Añadiendo una nueva plantación de vegetación.

Por tanto, los vuelos demuestran que se acumula arena y como las trampas y la vegetación consolidan estas nuevas dunas y cómo se genera zona de acumulación entre las trampas (nuevas dunas embrionarias).

Se puede observar cómo se parte de una altura de 1 o 1,2 m sobre el nivel de mar para llegar a picos con alturas 2,4 m de altura.

Aunque también se pueden observar zonas donde se ha perdido algo de arena, por ejemplo en el punto 102. Esto es debido a la influencia de como impactan los temporales de levante y del tipo de reparación que se ha realizado a posteriori.

Concretamente, en este punto el vuelo de 2016 recogió una trampa nueva completamente colmatada, la cual se rompió posteriormente por un temporal, pero como



había realizado su función, se priorizó la instalación de trampas en otros sectores cercanos (como en los puntos el punto 115 y 130).

En algunas zonas, si se comenzaba a revegetar una zona donde había una trampa rota, antigua o medio enterrada, se optaba por instalar las trampas en otros sectores más desnudos.

Po eso se pueden observar algunos picos que decrecen en años posteriores. Aunque haya regresiones, en general, siempre se quedan en una altura superior a la del primer vuelo o se ha conseguido que el entorno en su conjunto sea más alto. Por ejemplo el pico del vuelo de 2016 del punto 10, aunque en 2018 se observa una regresión, se puede observar como en un tramo de 10 m a banda y banda el conjunto tiene más arena acumulada que al principio.

Esto se observa muy bien en la siguiente imagen, la número 4, dónde en los metros 110 y 147 se observan dos picos en 2017 que en el 2018 son más bajos. Aunque un estudio detallado de los 30 m a banda y banda de estos picos, se comprueba como el sistema año a año ha acumulado arena.

La cuestión es garantizar un crecimiento de arena, la creación de neofomas dunares y consolidarlas con vegetación y trampas, con el objetivo final que el sistema tenga dunas más altas, más vegetadas y de mayor superficie.

Ponemos otro ejemplo un poco diferente, en este caso de un tramo de 115 metros, justamente en la zona sur del canal de entrada de mar a la Bassa del Fra Ramon (coordenada norte del tramo: 516056 4652891).

Aquí no se observa una diferencia tan grande entre los tres vuelos, aunque en su conjunto se observa la consolidación y un ligero aumento final. Cabe destacar que se observa una trampa en el punto 8 en el vuelo 2016 que queda ligeramente rebajada, pero queremos destacar que entre el punto 25 y 100 antes del vuelo del 2016 se hizo una aportación de arena procedente del *blowout* o entrada a la Bassa del Fra Ramon.

Aquí se colocó arena procedente del este de la Bassa del FR, que la colmataba y se dispersó por la playa alta entre el punto 25 y 100 como se ha indicado. Se colocó en una amplitud aproximada de 10 m y una altura de 1,5 m, lo que representa al menos 1000 m³ de arena. Si el vuelo se hubiera realizado antes, el perfil del vuelo sería más bajo y se vería una diferencia más grande entre el primer vuelo y el segundo.

Lo que sí que se destaca es que se ha conseguido consolidar con vegetación esta aportación, como se demuestra que no ha desaparecido con los temporales y se ha mantenido o crecido ligeramente.

Finalmente, como muestra de este análisis de los tres vuelos, para estudiar el crecimiento dunar se aporta la figura 6, en la zona sur de la Pletera.

En este tramo de 126 m (inicio en la coordenada 516042 4652676) se puede observar dos picos en el vuelo de 2016, que corresponden a dos trampas (punto 37 y 86), que ayudaron a crear nuevas dunas y a su vez, como ya se ha comentado, ha reforzado el sistema para poder acumular arena entre las trampas y consolidarse con la vegetación.



Se observa un tercer pico en el punto 8, que corresponde a una paso o entrada de personas que esta revegetado y año a año se va elevando en altura con la arena retenida (por la vegetación y las estructuras de madera del paso). En conjunto se ve, aunque exista cierta heterogeneidad del sistema, un aumento de altura año a año.

Como conclusiones se destaca que:

- Los vuelos de dron son útiles para cuantificar de forma precisa el aumento de volumen de arena y también para determinar el perfil de la altura sobre el nivel de mar.
- Que se constata el crecimiento en volumen y altura en la Pletera, fruto del trabajo de conservación de la acciones C4 y A3.
- También son útiles para obtener imágenes claras y muy descriptivas para visualizar el cambio producido mediante las medidas blandas de conservación. Y por tanto, útiles para divulgar estos métodos de recuperación del sistema dunar,
- Aunque no exista un vuelo previo al inicio de los trabajos, que sirva de control, se ha calculado un aumento global mínimo del 71,5 % del volumen de arena en 3 años. Y en la zona norte dónde se ha trabajado más intensamente el aumento es del 166%
- Se ha calculado un incremento global de la altura media de la zona estudiada de 1, 13 m en tres años; que pasan a ser de 1,66 m en la zona norte.

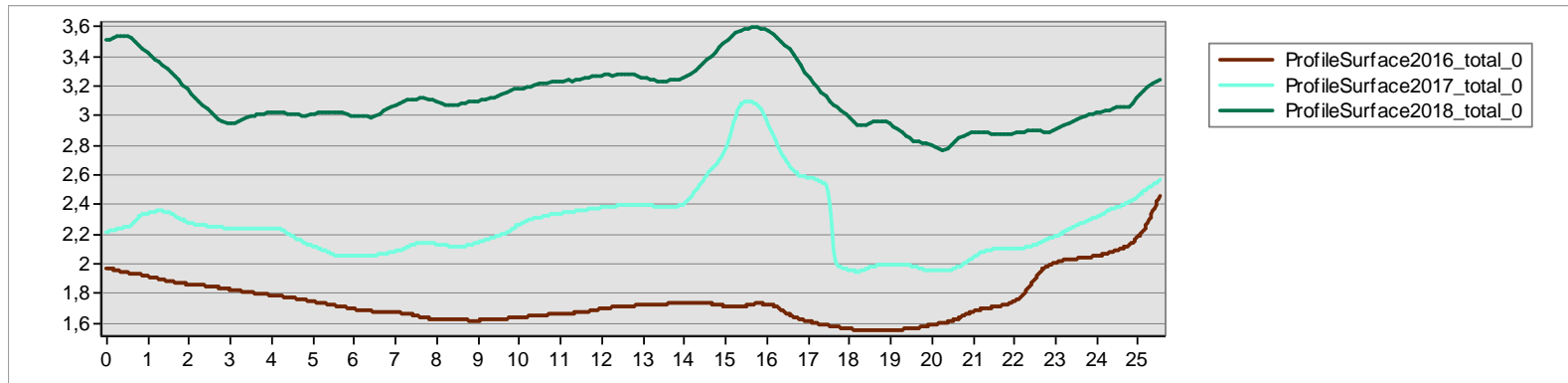
Santi Ramos López
Técnico del Parc Natural del Montgrí, les illes
Medes i el baix Ter

L'Estartit, 15 de marzo de 2019

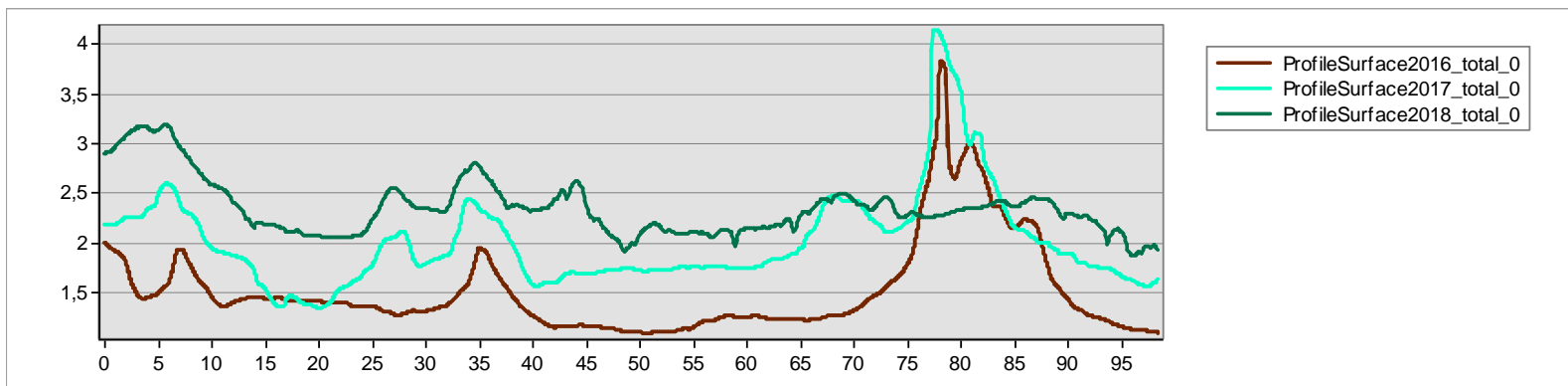


ANNEXO

1. El Molino

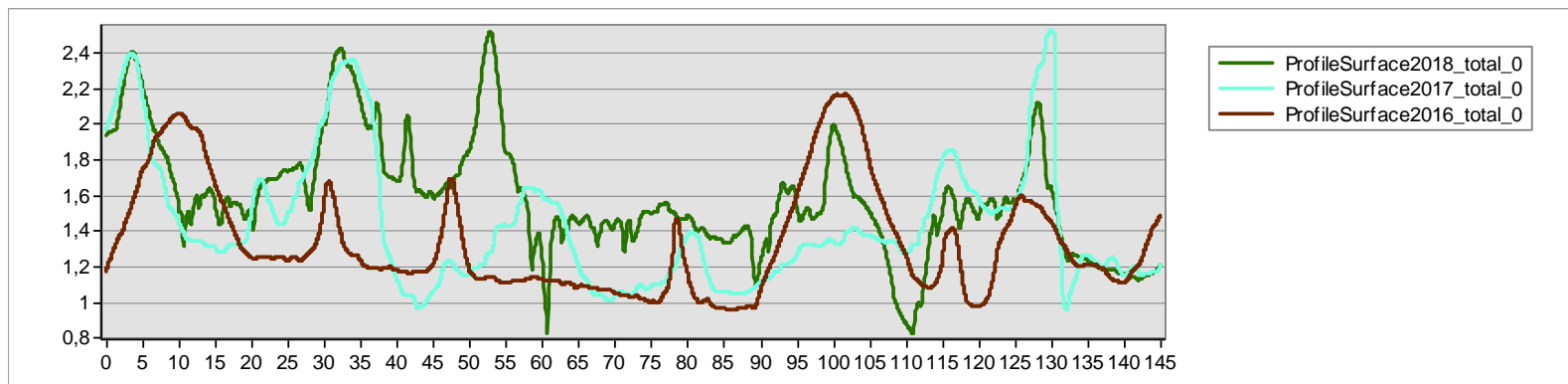


2. Urbanització La Pletera Nord (sud el Molino)

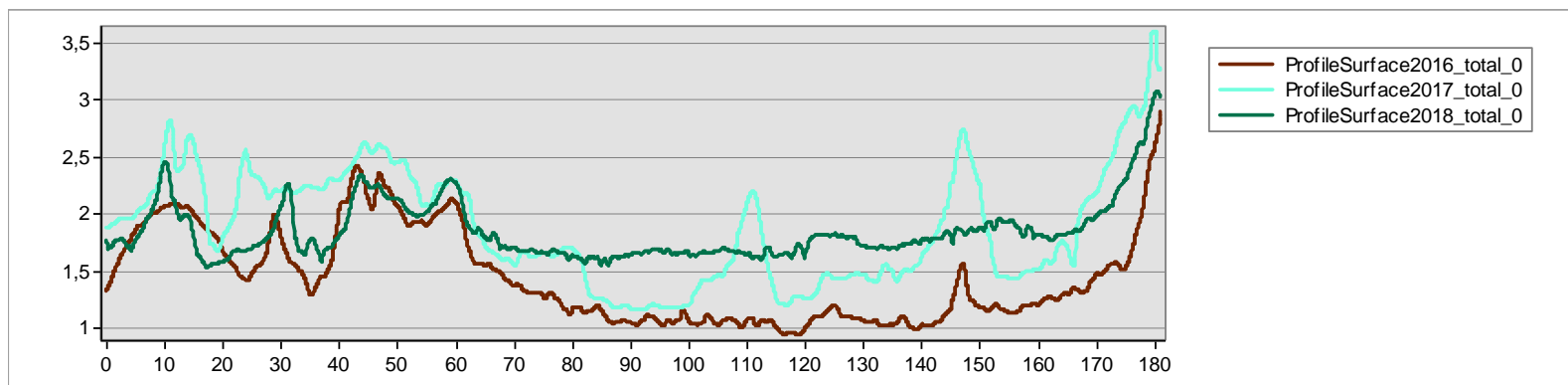




3. Urbanització La Pletera Nord (sud C/ Romani)

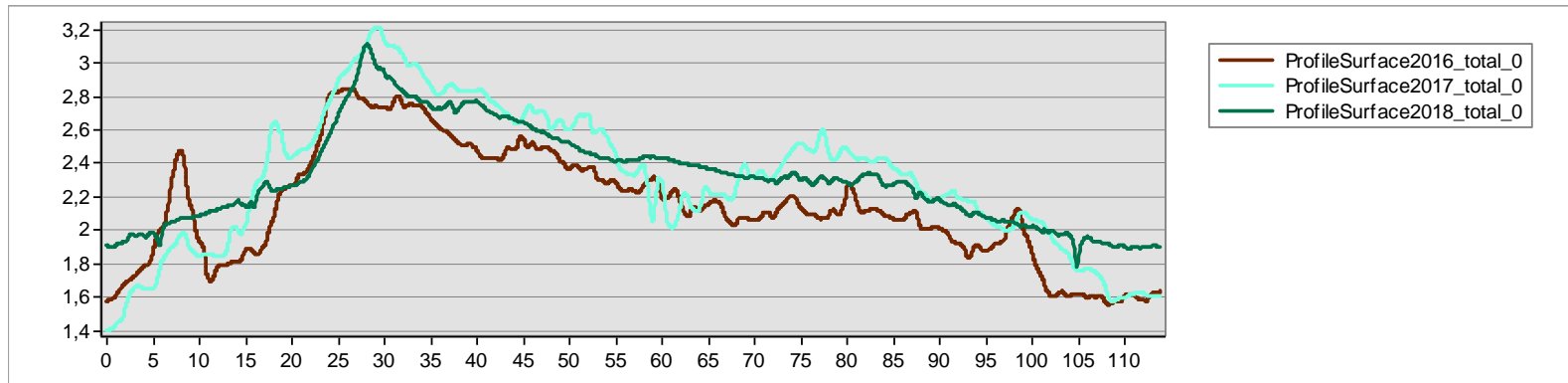


4. Pletera Centr





5. Pletera al Fra Ramon



6. Pletera Sud

