

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR DE GANDIA

Llicenciat en Ciències ambientals



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna”

TREBALL FINAL DE CARRERA

Autor/es:
Alexandra Borrás Fayos

Director/a/s:
Josep Vt Llinares Palacios

GANDIA, 2011



*“Revegetación dunar en la
Zona Sur de la playa de
Tavernes de la Vall d’igna”*

Autora:

Alexandra Borrás Fayos

ÍNDICE

1. Introducción	
1.1. Historia de Tavernes de la Valldigna	1
1.2 Características de la vegetación	6
1.2.1 Biogeografía	6
1.2.2 Vegetación potencial	11
1.2.3 Sistemas dunares	13
1.2.3.1 Introducción a los sistemas dunares	13
1.2.3.2 Definición y génesis	15
1.2.3.3 Clasificación de dunas	17
2. Materiales y métodos	21
2.1 Localización del área de estudio	22
2.2 Descripción del área de estudio	24
2.2.1 Climatología	24
2.2.2 Geología	26
2.2.4 Geomorfología	28
2.2.5 Características topográficas	30
2.2.6 Suelo y tipos de suelo	31
2.2.7 Tectónica de placas	32
2.2.8 Litología i estratigrafía	34
2.2.9 Capacidad agrológica y edafología	35
2.2.10 Hidrología	36
2.2.11 Hidrogeología	37

2.3 Análisis del suelo	40
2.3.1 Preparación de la muestra	40
2.3.1.1 Objetivo	40
2.3.1.2 Muestreo del suelo	40
2.3.1.2.1 Muestreo superficial	41
2.3.1.2.2 Toma de muestra inalterada	43
2.3.1.3 Preparación de la muestra: Secado y tamizado de la muestra	44
2.3.1.4 Introducción a la toma de las muestras	46
2.3.2 Materia orgánica	49
2.3.2.1 Determinación del C orgánico: método de Walkey-Black	50
2.3.2.2 Fundamento	50
2.3.2.3 Interferencias	51
2.3.2.4 Material y métodos	52
2.3.2.5 Reactivos	52
2.3.2.6 Procedimiento	52
2.3.2.7 Observación	54
2.3.3 Textura	55
2.3.3.1 Concepto de textura de un suelo	55
2.3.3.2 Fundamento de la determinación de la textura con densímetro	56
2.3.3.3 Pretratamiento	59
2.3.3.4 Material y aparatos	60
2.3.3.5 Reactivos dispersantes	60
2.3.3.6 Procedimiento	60

2.3.3.7 Mediciones	61
2.3.3.8 Cálculos	64
2.3.4 pH	64
2.3.4.1 pH del suelo	68
2.3.4.2 Medición electroquímica del pH	68
2.3.4.3 Medida del pH del suelo en agua y en KCl	69
2.3.4.3.1 Material y aparatos	69
2.3.4.3.2 Reactivos	69
2.3.4.3.3 Procedimiento	69
• pH en agua	69
• pH en KCl	69
2.3.5 Cationes: Ca, Mg, Na i K	70
2.3.5.1 Determinación de Ca y Mg: ABSORCIÓN ATÓMICA	70
2.3.5.2 Instrumentación de absorción atómica.	71
2.3.5.3 Determinación de Na y K: FOTOMETRÍA DE LLAMA	76
2.3.6 Color	83
2.3.6.1 Determinación del color del suelo	83
2.3.6.2 Procedimiento	86
2.3.7 Carbonatos	86
2.3.7.1 Contenido en carbonatos totales	86
2.3.7.2 Determinación	88
2.3.7.3 Material y reactivos	88
2.3.7.4 Procedimiento	89
2.3.8 Salinidad	90

2.3.8.1 Prueba previa de salinidad	90
2.3.8.2 Suelo salino	90
2.3.8.3 Determinación de concentración de sales en la solución del suelo	91
2.3.8.4 Cálculo de la concentración conociendo la CE	91
2.3.8.5 Material y aparatos	93
2.3.8.6 Procedimiento	93
2.4. Vegetación autóctona	93
2.4.1 Introducción	93
2.4.2 Especies autóctonas más frecuentes	93
2.5 Vegetación alóctona	100
2.5.1. Introducción	100
2.5.2 Especies alóctonas más frecuentes	101
3 Resultados y discusión	104
3.1 MO	104
3.2 Textura	105
3.3 pH	105
3.4 Cationes	106
3.5 Color	106
3.6 Carbonatos	107
3.7 Salinidad	107
3.8 Interpretación	109
4 Conclusiones	111
5 Bibliografía	114
6 Anexos	116

1. Introducción

1.1 Història de Tavernes de la Valldigna

Como la historia es una ciencia en continua construcción, algún momento se puede escapar, pero no serán aquellos nueve siglos de presencia del Islam en nuestras tierras, que dejan huellas imborrables, aunque la expulsión definitiva de los musulmanes manifestaba ya una clara voluntad de borrar unas largas páginas de la historia.

Para entender muchos aspectos históricos de la Valldigna debemos conocer, entre otros, sus orígenes musulmanes. Desde la revelación recibida por el profeta Mahoma en la Meca a principios del siglo VII después de nuestra era, hasta hoy en día, el islam es la segunda religión más extendida en la tierra, después del cristianismo. Esta realidad nos introducirá a entender la magnitud de sus influencias.

La caída de la monarquía visigótica fundada por Leovigildo, y de su capital en Toledo, fue fácil para los guerreros del islam, que avanzaron hasta llegar a la península conquistando la mitad sureste, se establecieron y se crearon raíces desde el 714 hasta el 1609, es decir, un total de 895 años o IX siglos de permanencia, que dejan atrás cualquier paridad criastano-latina.

Durante la conquista islámica de Hispania, que comenzará tan sólo un siglo después de la revelación de Mahoma, debemos destacamos por conveniencia la llegada a tierras valencianas.

Algunos historiadores (como los franceses Pierre Guichard y su arqueólogo André Bazzana), parten de la base de que hubo una llegada de bereberes influyentes al este peninsular ya desde el mismo siglo VIII, aunque la mayoría de fuentes datan las primeras llegadas musulmanas en el siglo XI después de nuestra era, en el llamado período de las taifas. Una tapa marcada por la caída del Califato de Córdoba, que desencadena una larga época de guerras civiles en las que numerosos pretendientes al trono lucharon entre ellos.

Este periodo oscuro para unos y productivo para los demás, se conoce como fitna (período de la discordia). Así, la llegada del islam en Valencia propicia la aparición de un reino independiente en el año 1009, sigent Mubarak el primero de una larga lista de 16 monarcas valencianos musulmanes. Abdelaziz, por ejemplo, gobierna

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

durante cuarenta años el Reino de Valencia, potenciando la agricultura, las bellas artes y las obras de infraestructuras, y monarcas como Zet o Zayyan se enfrentaron con el rey de Aragón, que finalmente conquistó el reino. Al mismo tiempo los ciudadanos absorben de manera íntegra el islam y la lengua musulmana. El peso de la cultura musulmana se mantiene durante siglos en gran parte de nuestras tradiciones, como el cultivo del arroz o de las moreras para la creación de telares de seda, también los cítricos y la utilización de la pólvora, que provienen de aquella etapa. También introducen variedad de hortalizas y frutas como la berenjena, las espinacas, el melón de todo el año y el de Argel, los dátiles, la granada, la caña de azúcar, etc.

Vestigio de aquellos tiempos, en lo que entonces era el valle de Alfàndec, son el reflejo de unas humildes, despobladas y olvidadas alquerías moras que luego evocar, y la construcción de los Castelletts, que fue un día fortificación del islam. En la vertiente sureste de la montaña de las Cruces, y en la misma zona de los Castelletts, se ha localizado una gran cantidad de material cerámico catalogado y reconocido del periodo árabe. Fragmentos de botellas, cántaros, jarras, ollas, grandes contenedores, ataífor, barreños y tejas de época islámica. (Pero lo más destacado recientemente es, por su baja cronología, un pequeño fragmento de jarra de los siglos VI-VII, que presenta una decoración incisa de líneas onduladas separadas por doble línea horizontal.)

En el periodo de la Edad Media corresponde el 58,5% de las cerámicas catalogadas en la última prospección oficial del año 2008. Un porcentaje indicativo de la intensa ocupación en la Valldigna en esta etapa, y elevado si tenemos en cuenta la notable transformación del paisaje y el precario estado de conservación de la mayor parte de las piezas. Hoy en día, la mayor parte de los materiales se han recogido en la partida de la Umbría y El Ràfol.

De forma dispersa se han encontrado umbría jarras, aitafors, ollas, barreños, cántaros y trípode de época islámica. En cambio, en la partida del Ràfol corresponde la mayor parte de los materiales. De estos, un 82% corresponden a forma de azúcar. Formas que estarían en estrecha relación con el Trapig que había alquería (molino para moler la caña de azúcar). Además, encontramos algunos fragmentos de platos, cazuelas, ollas, morteros, lebrillos, jarras, cántaros, tejas, baldosas, etc. de época bajomedieval.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

Siguiendo el curso natural de la historia del Reino de Valencia, diremos que la Corona de Aragón, con la unión dinástica entre Aragón y Cataluña (1137), llega a su máximo esplendor con la incorporación de otros reinos como Mallorca, Valencia, Sicilia, Cerdeña y Nápoles, que hoy en día, pasados los siglos, aunque están relacionados por lazos culturales. Paralelamente, en la mitad norte del territorio peninsular se organiza la llamada reconquista cristiana. Valencia será anexionada por el rey Jaime I, llamado el Conquistador, el 9 de octubre de 1238, se incorpora al Reino de Aragón con el subsiguiente proceso de repoblación cristiana, un proceso lento que comenzó desde la misma Reconquista hasta llegar al siglo XVII. En 1270, el rey Jaime I da cuenta de que, a pesar del éxodo de los musulmanes hacia Murcia o Granada, la población cristiana sólo alcanzaba la cifra de 30.000 habitantes para todo el Reino, mientras que la población musulmana era superior a los 100.000. Este caso es aplicable a la demografía de la Valldigna, que más de doscientos años después de la conquista aún estaba poblada, en su mayoría, por mudéjares (del árabe mudaggan que significa 'doméstico' o 'domesticado'), musulmanes que permanecieron en la península ibérica bajo la dominación cristiana, excepto en el poblado del Ràfol, que era la excepción, y Simat, donde se unían las dos comunidades. Pero ya a mediados del siglo XIV, el Reino de Valencia ha quedado configurado en dos zonas lingüísticamente diferenciadas: una fundamentalmente catalana, que tiende a concentrarse en las zonas costeras, y la otra de origen aragonés meridional, que agrupa más al interior.

Así se puede entender la nueva fundación del monasterio de la Valldigna en el año 1298, la imposición de las llamadas cartas pueblas (documentación relativa al Reino de Valencia que regulaba las relaciones de las comunidades campesinas y la señoría), y la transformación del valle de Alfàndec (vocablo de origen árabe) por la Valldigna. Se inicia una etapa de convivencia turbulenta entre las dos culturas y religiones diferentes.

También debemos decir que la comunidad hebrea jugaba un rol importante en el nuevo reino, sobre todo en el mundo mercantil. Los judíos, sin embargo, constituyeron una minoría preferentemente urbana y compartían, junto con la comunidad mora, el rechazo constante de la población cristiana. Prueba de su actividad en nuestro territorio son dos monedas judías que se conservaban en el museo de la parroquia de San Pedro Apóstol en Tavernes y que recientemente han sido robadas.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

Esta gran y elocuente etapa histórica concluye con la expulsión definitiva de todos los moriscos, empezando por los de Valencia, considerados los más peligrosos según el punto de vista oficial, y el repudio de su cultura. El número total de expulsados es una incógnita, se puede establecer que el total de moriscos embarcados sobrepasó las cien mil personas, sin contar la cifra de moriscos que murieron como consecuencia de las rebeliones, ni los niños y mujeres que ser secuestrados o esclavizados, o los que se mantuvieron ocultos y fugitivos, o los pocos que se quedaron con licencia episcopal. Un período de discordia entre dos pueblos y la erradicación definitiva de los más débiles que también puso fin a la convivencia en el Reino de Valencia. (También un 9 de octubre, pero del 1609, Felipe II y el duque de Lerma y Marqués de Dénia, toman la terrible decisión de expulsar a todos los moriscos).

1.2 Características de la vegetación

1.2.1 Biogeografía

- REGNE: Holártico
- REGIÓN: Mediterránea
- SUBREGIÓN: Mediterráneo-Occidental
- PROVINCIA: Catalano-Provenzal-Balear
- SUBPROVINCIA: Valenciana
- SECTOR: Setabense

El **Reino Boreal** o **Reino Holártico** es una de las provincias florística o reino floral identificado por el botánico Ronald Good, que incluye las regiones templadas y árticas de Norteamérica y Eurasia. Comprende toda la zona situada más o menos por encima del Trópico de Cáncer, cubre más de la tercera parte de las tierras emergidas.

Su flora es inherente al antiguo supercontinente de Laurasia. Sin embargo, gran parte del reino florístico (y de su Región Circumboreal) estuvo bajo los hielos durante el Pleistoceno y su flora es muy joven. Existen relictos terciarios hallados en refugios del sur y en algunas montañas del Reino, especialmente en la región asiática oriental y en la región norteamericana atlántica.

Algunos de los endemismos propios del Holártico son: *Ranunculaceae*, *Betulaceae*, *Salicaceae*

REGIÓN: Mediterránea

Sus medias pueden confundir, ya que oscilan entre 15° y amplitudes entre 11 y 18°, pero esto no es real, puesto que se dan temperaturas bajo cero. Además las lluvias son escasas, menos de 50 mm anuales, dentro de la región mediterránea podemos encontrar zonas cuyas precipitaciones tienen lugar de forma torrencial, llegando a provocar algunas catástrofes.

Sus suelos característicos son de escasa profundidad, en parte debido a las precipitaciones torrenciales que provocan escorrentías llevándose parte del suelo, éstos son básicos debido a la caliza, con colores que van desde los vivos, ocre y rojos, dependiendo de la cantidad de hierro contenido.

Revegetación dunar en la zona sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

La geomorfología presenta una gran variedad: serranías, llanuras, valles, cumbres, focos verticales, otros alomados, laderas soleadas y taludes umbrosos, costras bravías y bajas, etc.

En esta región sobra la luz y escasean las precipitaciones y debido a estas condiciones las hojas se han vuelto perennes, al no poder renovarse cada primavera, unas reducen su tamaño y se vuelven espinas, otras se recubren de fina cutícula para evitar la transpiración. Algunos arbustos prescinden de hojas y la función clorofílica se realiza en los tallos, siempre verdes. La especie reina es la encina.

Los árboles demuestran las condiciones adversas por su menor porte, alcanzando una media de 10 m, copa ancha a partir de los 3-5 m del suelo, para protegerse y recoger el mayor volumen de humedad, sistema radicular muy extenso y profundo. Con buenas condiciones climáticas de humedad y temperatura se da también vegetación arbórea. A continuación se detallan los factores determinantes. En sentido amplio se define como matorral el campo incluso lleno de matas y malezas de carácter leñoso y porte arbustivo. El mediterráneo está formado por jaras, retamas, lentiscos, palmitos, acebuches, algarrobos, coscojas, enebros, sabinas. Si la ocupación es escasa se le conoce como garriga, nombre popular de la coscoja en Cataluña. Otras especies son el romero, el tomillo, el piorno, el espliego, le lentisco, el acebuche y la aliaga. Si la garriga se degrada se convierte en estepa.

La fauna mediterránea posee gran variedad y endemismo debido a la escasa presencia de los hielos cuaternarios, pues aquí se refugiaron incontables animales que huían de los fríos, así como del este asiático y del sur africano. El hombre ha influido en la desaparición de especies como el león, o la casi desaparición de osos, lobos y linceos.

SUBREGIÓN: Mediterránea occidental

El Mediterráneo occidental se refiere a la mitad oeste del Mar Mediterráneo, así como a la mitad oeste de la Cuenca del Mediterráneo. El punto de división con el Mediterráneo oriental son los estrechos que separan el sur de Europa a la altura de la Península Itálica, las islas de Sicilia y Malta y el norte de África a la altura de Túnez.

Revegetación dunar en la zona sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

Pertenecen a esta región las demás islas y archipiélagos del Mediterráneo occidental (las mayores Córcega y Cerdeña, y un gran número de islas menores - Tabarca, Elba-, archipiélagos mayores -Baleares- y menores -Islas Columbretes, Islas Eolias-); y amplias zonas continentales del suroeste de Europa (la Península Ibérica -la vertiente mediterránea de España, aunque para determinadas cuestiones suele incluirse también a Portugal a pesar de no tener costa mediterránea, por sus homogéneas características climáticas, físicas e históricas; como le ocurre también a la mayor parte de España, de vertiente atlántica-, el sur de Francia e Italia) y el noroeste de África (Marruecos, Argelia -especialmente su porción costera- y Túnez).

Los mares en que se suele subdividir (con criterios muy variados) incluyen, entre otras denominaciones, el Mar de Alborán, el Golfo de Valencia, el Mar Baleárico, el Golfo de León, el Mar de Liguria, el Mar de Cerdeña y el Mar Tirreno. Otros accidentes geográficos destacados son el Mar Menor, la albufera de Valencia, el delta del Ebro, la marisma de la Camargue, el golfo de Génova, el golfo de Nápoles, etc. Frente a la escasez de ríos permanentes en la costa africana occidental (Medjerda, Muluya), destacan los de la costa europea (española -Segura, Turia, Júcar, Ebro, Llobregat, Ter-, francesa -Aude, Ródano- e italiana -Arno, Tíber-). El clima mediterráneo (templado-cálido, con sequía de varios meses en verano) caracteriza a toda la región, aunque en amplias zonas del sureste peninsular español y del norte de África se llega al clima subdesértico o incluso al clima árido, ya que en el interior de África se encuentra el desierto del Sahara, uno de los más secos del mundo.

MEDITERRÁNEO SECO O LEVANTINO - BALEAR

Abarca desde el Garraf al Cabo de la Nao. Las precipitaciones son pocas, extensas y mal repartidas, estas disminuyen de norte a sur hasta situarse por debajo de los 500 mm (Castellón de la Plana y Valencia), su máximo pluviométrico se sitúa en otoño y el secundario en primavera. Aunque ningún mes sufre sequía total, sí que tiene lugar un descenso brusco.

La Temperatura media anual 16-17°. Enero 11° y Agosto 26° que es el mes más caluroso. Amplitud térmica moderada 15°. Aunque podemos encontrar zonas con temperaturas por debajo de 0°C.

Revegetación dunar en la zona sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

Las Islas Baleares coinciden a grandes rasgos con los descrito anteriormente, pero con una humedad relativa más acusada, con los máximos en otoño y secundario en invierno, no en primavera como en Levante.

DISTRITO: Setabense

Áreas litorales orientales de la Península Ibérica y archipiélago balear

El régimen de lluvias dominante procede de Levante, con un notable pico de precipitaciones en otoño.

Posee un clima oceánico por la proximidad al mar. El invierno es relativamente poco lluvioso, por lo que se disminuye la efectividad de las precipitaciones

El medio:

Comprende las áreas litorales desde Altea (Alicante) hasta Génova (Italia) y el Archipiélago Balear. Incluye montañas elevadas en el sur de Valencia y norte de Alicante (las montañas diánicas), así como en Baleares el Puig Major (Mallorca).

Los sustratos son sobre todo carbonatados, pero hay silicatados en la Sierra de Espadán (Castellón) y en Menorca.

El sector setabense se encuentra situado en la provincia biogeográfica Catalano-Valenciano-Provenzal de la superprovincia Mediterráneo-Iberolevantina. Está caracterizado geográficamente por una sucesión de sierras y valles con suelos calizos, en ocasiones descarbonatados, y por grandes planicies o huertas cercanas al mar.

Climáticamente cuenta con un ombroclima que va desde el húmedo, en la Vall d'Albaida y algunas sierras alcoyanas, hasta el semiarido de la comarca Yecla-Villena. Presenta notables influencias manchegas, murciano-almerienses y baleáricas, así como muchos elementos en común con la flora y vegetación bética.

El subsector valenciano comprende los territorios térmicos (piso termomediterráneo y horizontes inferior y medio mesomediterráneos) de ombroclima mayoritariamente seco correspondientes a las comarcas de L'Horta, Hoya de Buñol y la Ribera.

Revegetación dunar en la zona sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

El paisaje está marcado por los terrenos de huerta con el cultivo de naranjos y arroz en áreas termomediterráneas con vegetación potencial edafohigrófila

Las zonas no cultivadas de los pisos meso y termomediterráneo se observan las series degradativas de los carrascales termófilos *Quercetum rotundifoliae arenarietosum* y *Rubio-Quercetun rotundifoliae*, respectiva.

1.2.2 Vegetación potencial

Nuestra zona de estudio se caracteriza por la existencia de una serie de vegetación característica de carrascales termomediterráneos ibéricos.

Se reconocen tres series de vegetación que constituyen en la etapa madura o cabeza de serie bosques densos de talla elevada en los que es dominante como árbol la encina (*Quercus rotundifolia*), existe competencia con otros árboles termófilos como el algarrobo (*Ceratonia siliqua*), el acebuche (*Olea europea subsp. sylvestris*) o la coscoja arborescente (*Quercus cooccifera*).

La serie valenciana de la carrasca, en su óptimo en un encinar esbelto, que antes cubría grandes terrenos setabenses y valencianos-tarraconenses. Esta serie presenta un ombroclima muy variado en función a los términos en los que nos encontremos, va desde un ombroclima prácticamente seco de Valencia o Alicante a uno húmedo como el que presenta Pego. Debido a la explotación agraria de los suelos más profundos, los carrascales se han visto muy afectados pero han llegado hasta la actualidad casi inadvertidos, puesto que son poco significativos. Por el contrario, especies que en un principio debían ocupar zonas marginales respecto al encinar, se hayan con frecuencia en los biotopos de suelos menos profundos: palmitos, lentiscos o coscojas.

Parece que además del complejo de carrascales con palmitos y de su etapa sustitutiva el *Quercus cocciferae - Pistacietum lentisci*, las garrigas con lentisco y aladierno de hoja amplia, que obedecen a la serie *quercetum cocciferae pistacetosum lentisci*, del piso mediterráneo pertenecen a esta serie.

Podemos diferenciar también como elemento característico y fácil de reconocer en esta serie los matorrales. Otro rasgo diferenciador del ritmo ómbrico anual de esta serie es el máximo pluviométrico en la estación otoñal.

Así las etapas de degradación de la serie de carrascales termomediterráneos ibéricos, se corresponde en un principio con un matorral alto, seguido de un pastizal (*Teucri-Brachypodietum retusii*), una vez se degrada el pastizal es sustituido por un matorral bajo.

La Sintaxonomía según la checklist de comunidades de plantas vasculares de España es la siguiente:

Revegetación dunar en la zona sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

75. QUERCETEA ILICIS Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

75b. Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni Rivas-Martínez 1975

**75.5. *Asparago albi-Rhamnion oleoidis* Rivas Goday ex
Rivas Martínez 1975**

**75.5.17. *Quercu cocciferae-Lentiscetum* Br.-Bl.,
Font Quer, G. Br.-Bl., Frey, Jansen, & Moor
1936[*Quercu cocciferae-Pistacietum lentisci* Br.-
Bl., Font Quer, G. Br.-Bl., Frey, Jansen, &
Moor 1936 nom. mut. (art. 45) (addenda)]**

1.2.3 Sistemas dunares

1.2.3.1 Introducción a los sistemas dunares

Las dunas litorales son simplemente la continuación de las playas tierra adentro, es decir, constituyen la mayor parte de la zona emergida de las playas. Por esa razón la Ley de Costas incluye a las dunas en la propia definición de las playas como uno de los principales bienes característicos del dominio público marítimo-terrestre.

La función que las dunas ejercen en el territorio, en el modelado y en la configuración de la costa, es tanto o más importante aún que el atractivo plástico y paisajístico que encierran, y la característica biodiversidad que albergan.

Desde este punto de vista funcional, las dunas representan las reservas de arena de las playas, es decir, las zonas donde durante los episodios extremos, como los grandes temporales, los tsunamis, o las mareas excepcionales, el mar toma la arena y los materiales que necesita para que el perfil trasversal de la playa se acomode a las condiciones más duras de la energía incidente del oleaje.

Los cordones dunares y las flechas de arena son los elementos que regulan la hidrodinámica de los estuarios, marismas y lagunas litorales, y a los que éstos deben su existencia, su interés ambiental y su biodiversidad, de las más productivas de los ecosistemas existentes.

Este papel de las dunas y cordones litorales adquiere más importancia, más peso específico, ante los desafíos que ahora nos plantea los efectos del cambio climático, pues por un lado nos enfrenta a una subida del nivel medio del mar, y por otro, a una mayor frecuencia de los temporales más fuertes.

Todos sabemos que las playas son más estrechas tras los temporales, y más anchas cuando han estado expuestas un cierto tiempo a un oleaje más suave, y eso quiere decir que en el primer caso, la mayor parte de la arena de la playa está bajo el agua, y en el segundo, emergida, ofreciendo superficie en seco para los bañistas y usuarios de la playa.

Para asegurar la existencia de esa zona seca de la playa, que es la que utiliza directamente la ciudadanía que las frecuenta, la que constituye la “materia prima” de la industria turística, y uno de los espacios más productivos en las ciudades y urbanizaciones turísticas de la costa, es esencial disponer de las reservas de arena que las dunas representan.

Revegetación dunar en la zona sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

Antes de la entrada en vigor de la Ley de Costas en 1988, aunque existían razones (jurídicas, y técnicas sin ninguna duda) para considerar las dunas como parte integrante de las playas, lo cierto es que, al no estar expresamente incluidas en la definición de los bienes de dominio público marítimo-terrestre por la Ley de Puertos de 1928 y la de Costas de 1969, casi todas las dunas de nuestro país quedaron fuera de los deslindes aprobados entonces, que se realizaron en muchas zonas costeras donde se empezaba a desarrollar el turismo.

Esto es lo que explica, al menos en parte, la masiva ocupación, y por tanto, la destrucción, de los cordones litorales en amplios tramos de la costa, y concretamente, en el litoral del arco valenciano y de la Costa del Sol.

Las consecuencias de este fenómeno han sido devastadoras. No sólo han disminuido de forma drástica las reservas de material de playa, que deben estar disponibles durante los episodios extremos, sino que la ocupación y destrucción de los cordones litorales impiden o dificultan la recuperación natural del perfil de playa tras los temporales.

En estos momentos resulta clave, pues, concentrar toda la atención en salvaguardar los sistemas dunares y cordones litorales, en asegurar su plena funcionalidad, fortaleciendo su capacidad ante los desafíos del cambio climático si es preciso, y en restaurar y recuperar aquellos que han desaparecido o han sido gravemente dañados, pues la existencia de las playas en un futuro muy próximo depende de ello.

El Ministerio de Medio Ambiente, a través de su Dirección General de Costas, lleva años dedicado a profundizar en el conocimiento de la función territorial de los sistemas dunares y cordones litorales, en los mecanismos de su dinámica, y en la comprensión de su biodiversidad, y ha acumulado una amplia experiencia práctica a través de numerosas intervenciones en los diversos campos de dunas que existen en las costas de nuestro país.

1.2.3.2 Definición y génesis

Las dunas no son simples montículos aleatorios de sedimentos transportados por el viento, se pueden definir como acumulaciones de sedimentos que adoptan modelos constantes de simplicidad de forma, exactitud de la repetición y un orden geométrico.

Existen una serie de condiciones para que se sucedan los procesos dunares; por un lado es condición necesaria que hayan grandes acumulaciones de materiales y que el transporte litoral sea libre en cualquier dirección, por otro lado, la humedad ambiental no tiene que ser muy elevada y se requieren fuertes vientos.

Claramente los dos parámetros de mayor importancia son; el aporte de material y fuertes vientos.

Así pues, la génesis dunar se inicia por la acción dunar, en primer lugar por erosión, en segundo lugar por transporte y por último a través de la sedimentación de los materiales; Una vez el viento haya arrancado y arrastrado las partículas, éstas serán transportadas por el viento, este transporte dependerá de la velocidad del viento, de la morfología y del tamaño de la partícula, por último las partículas sedimentarán y por acumulación formarán la duna propiamente dicha; la sedimentación se hará en función de la existencia de obstáculos, el cambio de dirección del viento y la ralentización del movimiento.

Una vez el viento ha superado la velocidad umbral, se da la formación de la duna; se dan pues cuatro formas de movilización:

- 1- Deslizamiento (creep)
- 2- Reptación
- 3- Saltación
- 4- Suspensión

1- **Deslizamiento (creep):** Movimiento de traslación y giro de las partículas sobre la superficie e impacto de granos por saltación. Creep partículas > 0,02 mm

2- **Reptación:** Transición entre deslizamiento y saltación. Pequeños saltos de partículas movilizadas por el impacto de granos.

Revegetación dunar en la zona sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

- 3- **Saltación:** Desplazamientos perdiendo el contacto con el suelo. Partículas movilizadas por el impacto de otras partículas. El transporte más efectivo. Partículas entre 0,2 y 0,02mm.
- 4- **Suspensión:** La permanencia de las partículas en el seno del fluido está controlado por las tensiones de sustentación. Suspensión lejana (verdadero transporte). Suspensión próxima ($D < 0.02$ mm).

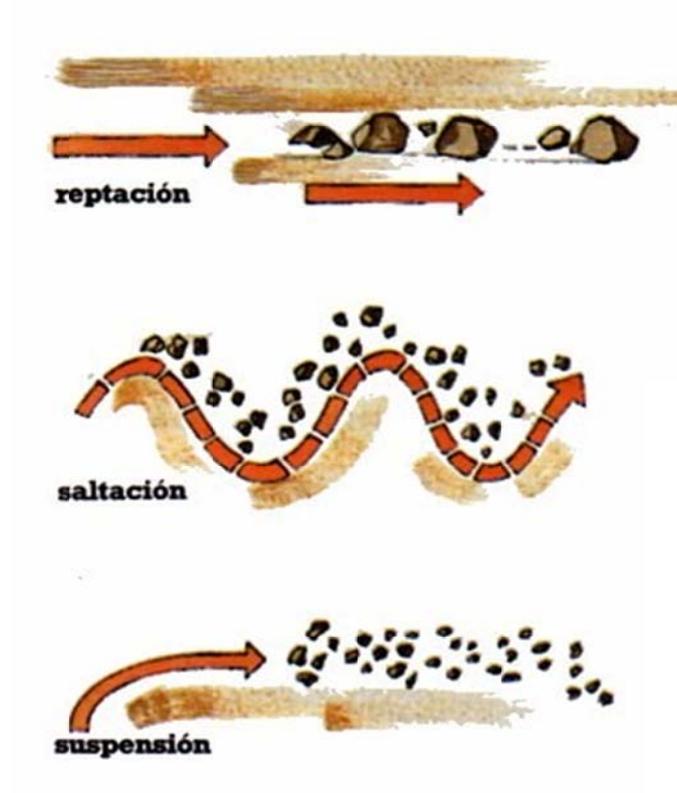


Figura 1.2.3.1. Transporte de sedimentos para la formación dunar.

1.2.3.3 Clasificación de dunas.

Existen muchos procedimientos para clasificar las dunas, por sus dimensiones, por su morfología y aspecto externo y por su estructura interna, tipos de láminas.

Las dunas no son simples montículos aleatorios de sedimento transportado por el viento. Más bien, son acumulaciones que suelen adoptar modelos sorprendentemente constantes. Existe una amplia selección de formas de dunas, que generalmente se simplifican en unos pocos tipos principales para su discusión.

Existen gradaciones entre las diferentes formas, así como dunas de formas irregulares que no encajan fácilmente en una categoría. Varios factores influyen en la forma y el tamaño que las dunas acaban por adoptar. Esos factores son la dirección y la velocidad del viento, la disponibilidad de arena y la cantidad de vegetación presente. En las figuras se muestran seis tipos básicos de dunas, y las flechas indican las direcciones del viento. Para un mejor entendimiento de los diferentes tipos de dunas a continuación se definen cada uno de ellos:

(A) Barján: Las dunas solitarias de arena en forma de media luna y con sus extremos apuntando en la dirección del viento se denominan barjanas. Esas dunas se forman cuando los suministros de arena son limitados y la superficie es relativamente plana, dura y carente de vegetación. Migran lentamente con el viento a una velocidad de hasta 15 metros por año. Su tamaño suele ser modesto, alcanzando, las más grandes, alturas de unos 30 metros, mientras que la expansión máxima entre las puntas se aproxima a 300 metros. Cuando la dirección del viento es casi constante, la forma de media luna de estas dunas es casi simétrica. Sin embargo, cuando la dirección del viento no es perfectamente fija, una punta se hace mayor que la otra.



Figura 1.2.2.3.1 Barján

(B) Dunas longitudinales: Las dunas longitudinales son largas crestas de arena que se forman más o menos en paralelo al viento predominante y donde el suministro de arena es limitado. Aparentemente la dirección del viento predominante debe variar algo, pero sigue permaneciendo en el mismo cuadrante de la brújula. Aunque los tipos más pequeños tienen sólo 3 o 4 metros de altura y varias docenas de metros de longitud, en algunos desiertos grandes las dunas longitudinales pueden alcanzar grandes tamaños. Por ejemplo, en partes del norte de África, Arabia y Australia central esas dunas pueden alcanzar una altura de 100 metros y extenderse a lo largo de distancias de más de 100 kilómetros.

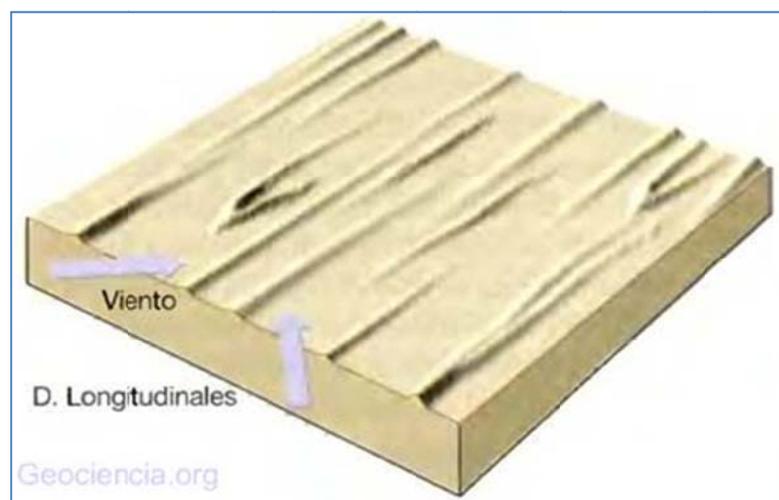


Figura 1.2.2.3.2 Dunas longitudinales

(C) **Dunas en estrellas:** Confinadas en gran medida a zonas de los desiertos sahariano y arábigo, las dunas en estrella son colinas aisladas de arena que exhiben una forma compleja. Su nombre deriva del hecho de que la base de estas dunas se parece a estrellas de puntas múltiples. Normalmente lomas, de 3 o 4 crestas divergen de un punto alto central, que en algunos casos puede aproximarse a los 90 metros de altura. Como sugiere su forma, las dunas en estrella se desarrollan cuando las direcciones del viento son variables.

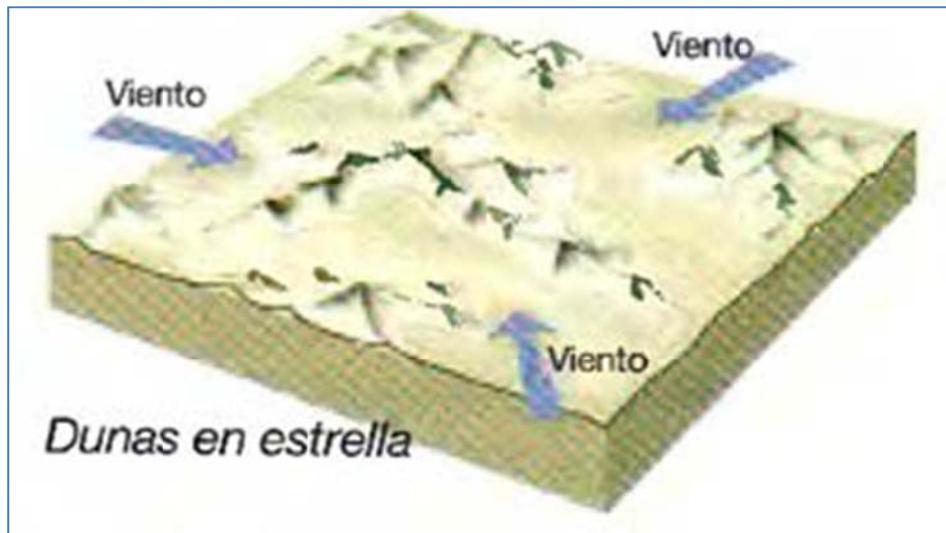


Figura 1.2.2.3.3 Dunas en estrella

(D) **Dunas parabólicas:** Se forman donde la vegetación cubre parcialmente la tierra. La forma de estas dunas recuerda la forma de los barjanes, excepto en que sus extremos apuntan en dirección contraria al viento en vez de en su misma dirección (Figura). Las dunas parabólicas se forman a menudo a lo largo de las costas donde hay fuertes vientos que soplan hacia el interior y abundante arena. Si la cubierta vegetal dispersa de la arena se interrumpe en algún punto, la deflación crea una depresión. Entonces la arena es transportada fuera de la depresión y depositada como un reborde curvo, que se hace más alto a medida que la deflación aumenta el tamaño de la depresión.

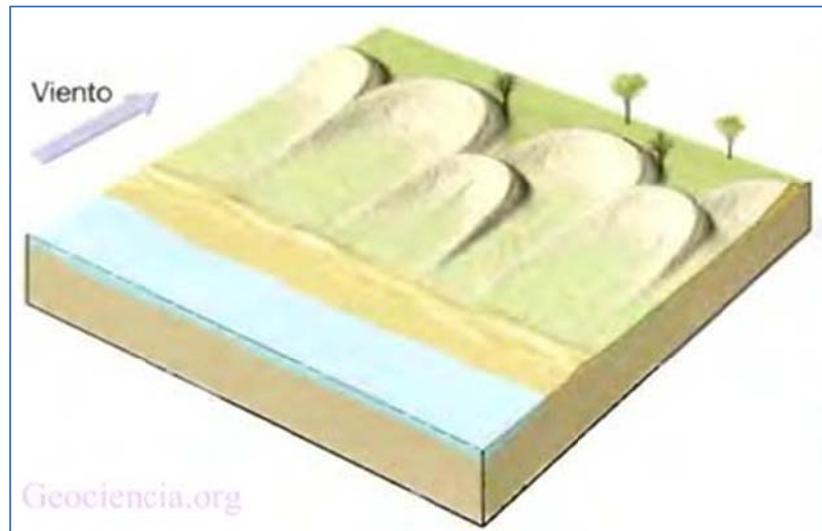


Figura 1.2.2.3.4 Dunas parabólicas

(E) **Dunas Transversas:** En regiones donde los vientos predominantes son uniformes, hay abundancia de arena y la vegetación es dispersa o no existe, las dunas forman una serie de largas crestas separadas por depresiones y orientadas según ángulos rectos con respecto al viento predominante. Debido a esta orientación, se denominan **dunas transversas**. Normalmente, muchas de las dunas costeras son de este tipo. Además, las dunas transversas son comunes en muchas regiones áridas donde la extensa superficie de arena ondulada se denomina a veces mar de arena. En algunas partes de los desiertos del Sahara y el Árabe, las dunas transversas alcanzan alturas de 200 metros, ocupan una superficie transversal de 1 a 3 kilómetros y pueden extenderse a lo largo de distancias de 100 kilómetros o más.

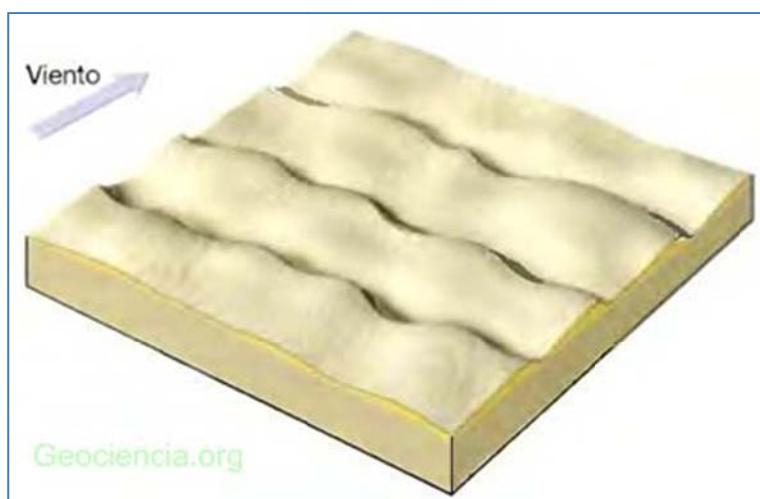


Figura 1.2.2.3.5 Dunas transversales

(F) Dunas barjanoides: Hay una forma de duna relativamente común, que es intermedia entre los barjanes aislados y las extensas ondulaciones de las dunas transversas. Esas dunas, denominadas **dunas barjanoides**, forman hileras festoneadas de arena orientadas según ángulos rectos con respecto al viento (Figura). Las hileras recuerdan una serie de barjanes que hayan sido colocados unos al lado de otros. Los visitantes que exploren las dunas de yeso en el monumento nacional White Sands, Nuevo México, reconocerán esta forma.



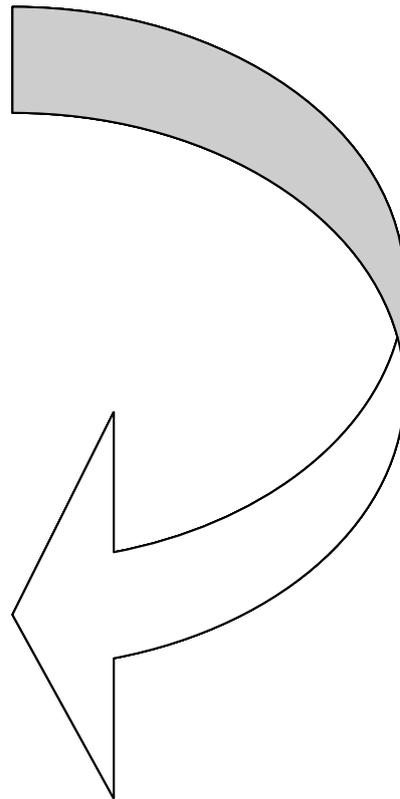
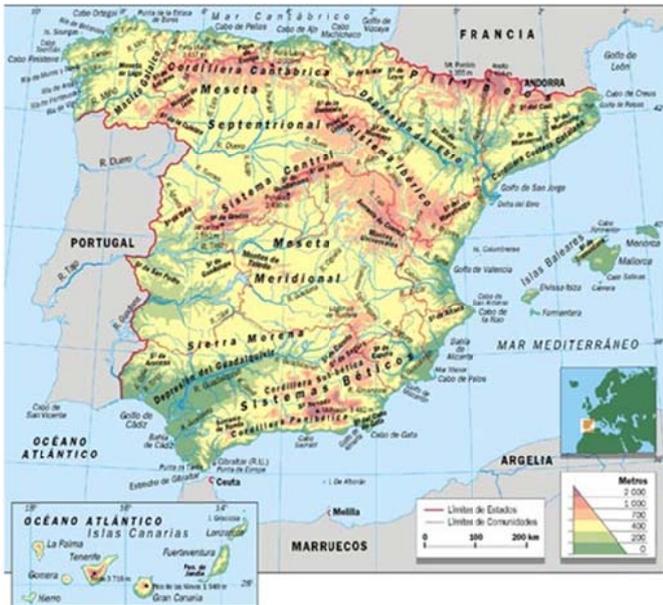
Figura 1.2.2.3.6 Dunas barjanoides

Materiales y Métodos

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valligna

2.1 Localización del área de estudio

Tavernes de la Valligna, es un municipio que se localiza en la costa de la provincia de Valencia, en la comarca de la Safor, capital de la comunidad valenciana ubicada al Este de la Península Iberica.



Mapas 2.1.1. Localización del área de estudio



Fotografía 2.1.1 Tavernes de la Valldigna

2.2. Descripción del área de estudio

2.2.1 Climatología

Nos hemos basado en los datos obtenidos de la estación de Cullera; ya que es la más próxima a nuestro ámbito de estudio.

ESP VALENCIA (CULLERA)													
Latitude: 39°10'N			Longitude: 000°15'W				Altitude: 15 m.						
----- BIOCLIMATIC PARAMETERS (C°/mm) -----													
Annual aridity index.....											(Iar):		1.5
Mediterranean index of July.....											(Im1):		12.2
Mediterranean index of July & August.....											(Im2):		6.94
Mediterranean index of June, July & August.....											(Im3):		5.36
Months	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	
Pp(x10)	570	530	410	330	290	430	330	120	300	570	1250	630	
Tp	118	112	108	124	150	182	210	244	252	226	182	154	
Io (Iom)	4.83	4.73	3.8	2.66	1.93	2.36	1.57	0.49	1.19	2.52	6.87	4.09	
Seasons	Winter			Spring			Summer			Autumn			
Pp(x10)/Tp	1510 / 338			1050 / 456			750 / 706			2450 / 562			
Io (Iot)	4.467			2.303			1.062			4.359			
Semesters	December-May						June-November						
Pp(x10)/Tp	2560 / 794						3200 / 1268						
Io (Iosm)	3.224						2.524						

Tabla 2.2.1.1 Parámetros bioclimático

Como se observa en el siguiente gráfico la zona central representa la época de sequía, que se da en los meses de verano (Junio, Julio y Agosto). Las máximas precipitaciones se presentan entre los meses de septiembre y octubre coincidiendo con el conocido fenómeno de la gota fría.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valligna

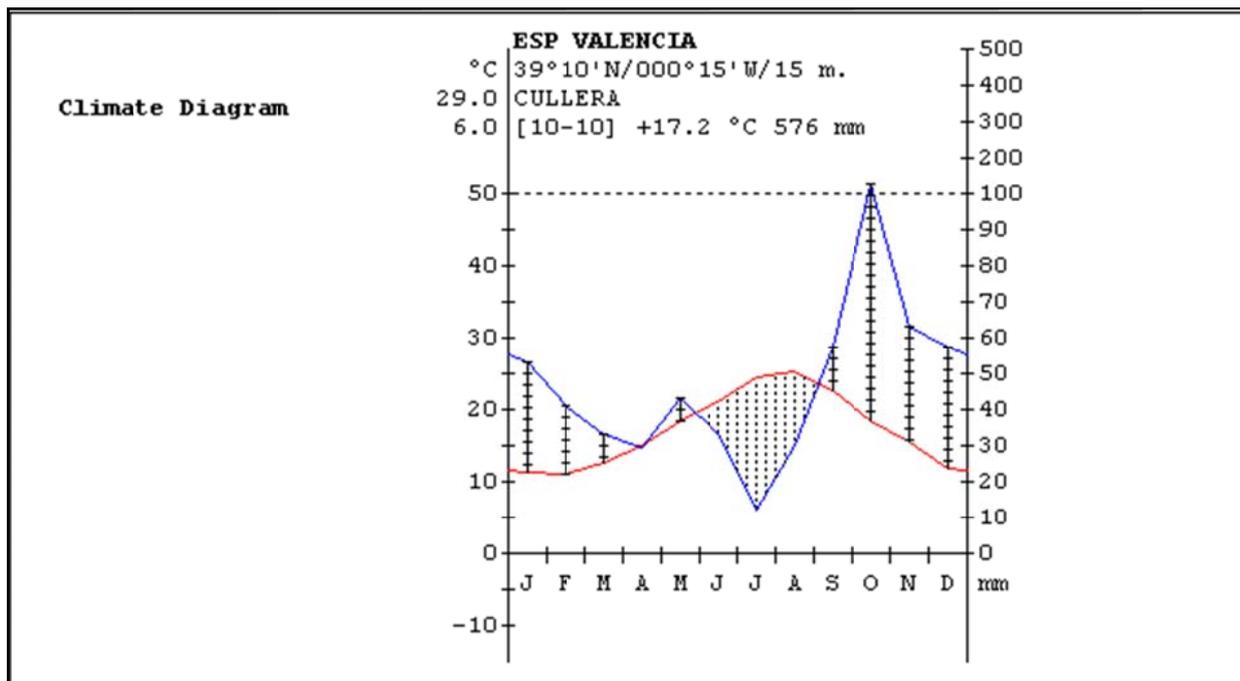


Tabla 2.2.1.2 Diagrama climático

En el gráfico líneas abajo se representan las temperaturas medias durante un año; las medias de las máximas, las medias de las mínimas; así como las medias de las temperaturas absolutas máximas y medias.

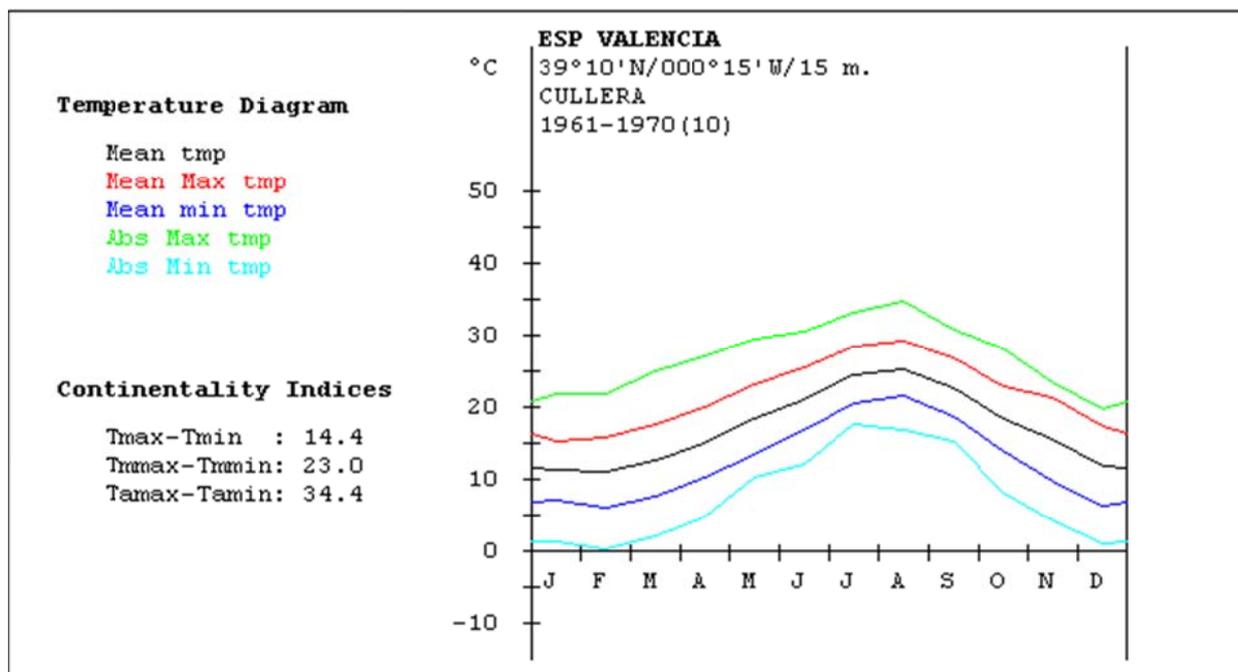
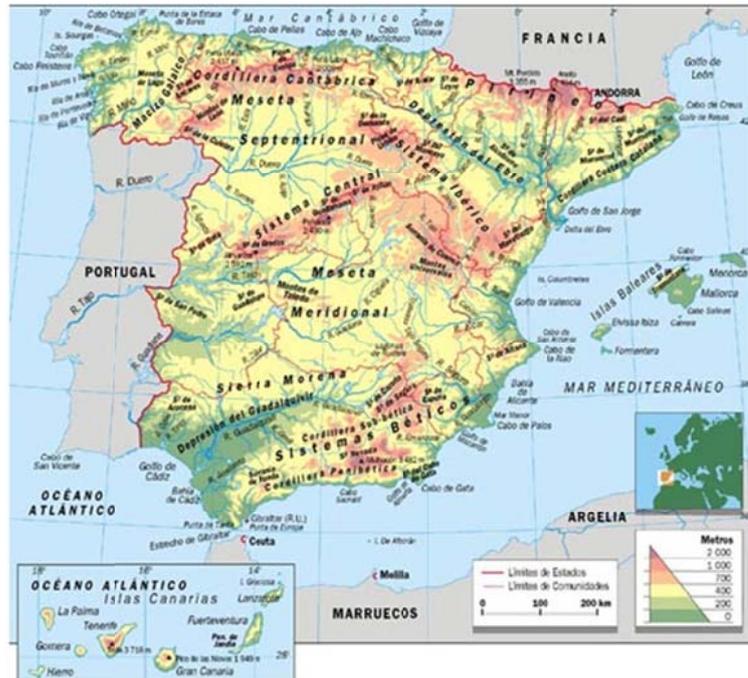


Tabla 2.2.1.3 Temperatura anual

2.2.2 Geología

En la Comunidad Valenciana predomina el dominio alpino, representado por las cadenas Ibérica y Bética; tal y como se muestra en el mapa físico de la Península Ibérica.



Mapa 2.2.2.1 Geología de la Comunidad Valenciana

En general la Safor es una comarca de transición o contacto entre dos grandes dominios geológicos, el ibérico al Norte y el bético al Sur. Desde la fosa tectónica del municipio podemos observar una zona de transición de carácter tabular y fuertemente fracturada. Las estructuras tectónicas de clara dirección bética se localizan al Sur del río Vernissa; mientras que aquellas estructuras con dirección ibéricas se localizan en el extremo Norte de la comarca.

- Las sierras ibéricas septentrionales:

Se reducen a tres estructuras con dirección NW-SE:

- El eje formado por las sierras de Corbera, de la Murta y de les Agulles, que se extiende entre Alzira y Tavernes de la Valldigna.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

- El valle de la Barraca d'Aigües Vives.
- El eje montañoso de cumbres aplanadas que se extiende entre Carcaixent y Simat de la Valldigna. Se trata de calizas y dolomías del Cretácico superior. Estos materiales presentan un carst bastante desarrollado.

- Sector tabular intermedio:

El sector de transición está delimitado por dos grandes ejes estructurales de orientación bética:

- Falla Norte de fosa tectónica de la Valldigna, que forma parte de una alineación de gran recorrido formada por el borde N de la Serra Grossa(hasta Xativa), y el eje de keuper extrusivo de Barxeta.
- Eje del Vernissa que no es más que la continuación del borde montañoso meridional de la Vall d'Albaida.

Entre estos dos ejes estructurales se extiende un sector geológico en el que predominan casi exclusivamente los materiales carbonatados del Cretácico superior, dispuestos de modo tabular, dichos materiales se caracterizan por estar muy fracturados por fallas de dirección Ibérica y Bética que se entrecuzan; ello da lugar a macizos y depresiones. Entre los macizos más importantes destaca el Mondúver y como fosa de mayor importancia debemos nombrar la depresión de la fosa tectónica de La Valldigna.

- Sierras y valles béticos meridionales.

Al Sur del eje estructural del Vernissa se extiende un sector de sierras y valles de orientación bética. Entre las sierras, de N a S, podemos distinguir las montañas que se extienden entre el Vernisa y el Serpis (ej: Sierra de Ador), la Serra Gallinera y la Serra de Mustalla. En medio de ellas están el valle del Serpis y el de la Rambla de Gallinera.

2.2.3 Geomorfología

La geomorfología presenta una gran variedad: serranías, llanuras, valles, cumbres, focos verticales, otros alomados, laderas soleadas y taludes umbrosos, costras bravías y bajas, etc.

En la Comunidad Valenciana predomina el dominio alpino, representado por las cadenas Ibérica y Bética, dispuestas sobre un zócalo hercinico que hace de substrato.

Al norte del municipio afloran materiales carbonatados mesozoicos que constituyen la prolongación hacia el sureste de la Sierra de las Agujas. Estos materiales están afectados por estructuras de directriz claramente ibérica (NW-SE).

El sur del municipio los materiales carbonatados mesozoicos están afectados por estructuras de interferencias entre el dominio ibérico (NW-SE), que como se ha dicho se desarrolla al Norte del término municipal, y el dominio prebético, que está perfectamente definido al sur de Xeresa con estructuras de dirección SW-NE.

Desde el punto de vista geomorfológico el término municipal de Tavernes de la Valldigna puede dividirse en las siguientes grandes zonas:

- Macizo Karstificado de Padur-alto del Barranquet.

Ocupa el afloramiento monoclin al sur del término municipal. Se trata de una zona de relieve abrupto en las laderas y cumbres de llanas debido al afloramiento monoclin con escaso buzamiento de materiales difícilmente erosionables por la escorrentía superficial. Este macizo, debido a su composición fundamentalmente carbonatada y al grado de fracturación que lo afecta, presenta morfologías de claro origen en kárstico: dolinas, simas y zonas de lapiaz.

- Zona del Valle de Valldigna y Valle Raconas.

En el Valle de la Valldigna, durante el Pleistoceno, se forman dos superficies de glaci que descienden desde los relieves hasta el mar, paralelamente al Valle. En la actualidad, los restos de la primera superficie de glaci solamente se observan en la vertiente norte del valle del Raconas. Esta primera superficie de glaci es retocada posteriormente durante el pleistoceno por una nueva superficie de glaci que en la

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

actualidad puede observarse al Oeste del término municipal y en la vertiente NE de la Sierra del Terremoto.

Asimismo en los márgenes de los dos Valles, y perpendicularmente a los mismos, se desarrollan otros depósitos de pie de monte y conos de deyección en la confluencia de los pequeños barrancos con el Valle principal. Durante el Holoceno, y sobre las anteriores morfologías, se forman pequeñas áreas de materiales coluviales y conos de deyección sobre todo en el Norte y Oeste del Valle de la Valldigna.

En el centro del Valle se desarrolla una llanura aluvial relacionada con el río Xeraco y el barranco del Badell. La intersección de estos elementos morfológicos da lugar a que en la actualidad se observe una parte central en los valles con una superficie llana inclinada hacia el mar con pendientes comprendidas entre el 1 y 2 %, y, junto a los macizos montañosos, dos franjas de mayor pendiente (del 5 al 10 %) inclinadas hacia el interior de los Valles principales.

- Zona Sierra de Las Cruces.

Se trata de un relieve invertido formado por un sinclinal de materiales cretácicos. Los flancos del sinclinal (vertientes Norte y Sur) presentan fuertes pendientes, existiendo cambios de pendiente en las laderas según la erosionabilidad de los materiales. El núcleo del sinclinal está formado, en cambio, por un área de topografía más suave. El afloramiento de materiales carbonatados favorece la aparición de morfologías relacionadas con los procesos de karstificación (lapiaces, dolinas, etc.).

- Zona del Collado del Terremoto.

Esta zona se corresponde con el afloramiento Jurásico que se extiende al SE de Favareta. Se trata de una zona acolinada con pendientes medias y con zonas escarpadas relacionadas con afloramientos carbonatados de baja erosionabilidad.

- Zona Litoral.

Se extiende aproximadamente al Este de la traza de la carretera nacional N-332. Se trata de una zona llana, de pendientes inferiores al 1 %, y que está aislada del mar

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

por un antiguo cordón litoral que aflora en una estrecha franja al oeste de la acequia del Golfo y un amplio cordón dunar, pudiéndose distinguir un antiguo cordón dunar semifósil.

2.2.4 Características topográficas

Para definir las características topográficas de la zona nos centraremos en los aspectos de fisiografía, relieve y altimetría.

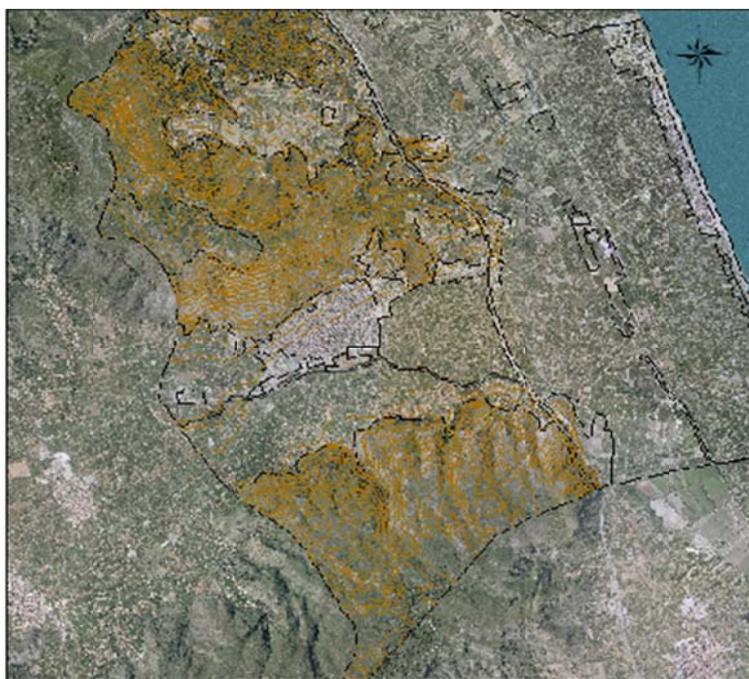
En referencia a la fisiografía podemos destacar el predominio de zonas planas, sobre todo en la zona sur correspondientes con la zona litoral. Las zonas montañosas coinciden con la Sierra de Corbera (al norte) y el Montduver (al sur).

Tal como se observa en el mapa adjunto, los cerros corresponden a los puntos más altos de las zonas montañosas nombradas anteriormente.

Se encuadra en un relieve prelitoral que se alza sobre el llano de inundación del Xúquer constituyendo un hito paisajístico de primer orden. Alberga hábitats de gran valor y singularidad, como los bosques de laurel. Además, se incluyen diversas cuevas consideradas como refugio de quirópteros.

Por lo que respecta a la altimetría, tal y como se puede observar en el siguiente mapa de curvas de nivel, nos encontramos con un municipio cuyo casco urbano se encuentra a los pies de la falda de la Sierra de Corbera, también conocida como la Montaña de las Cruces.

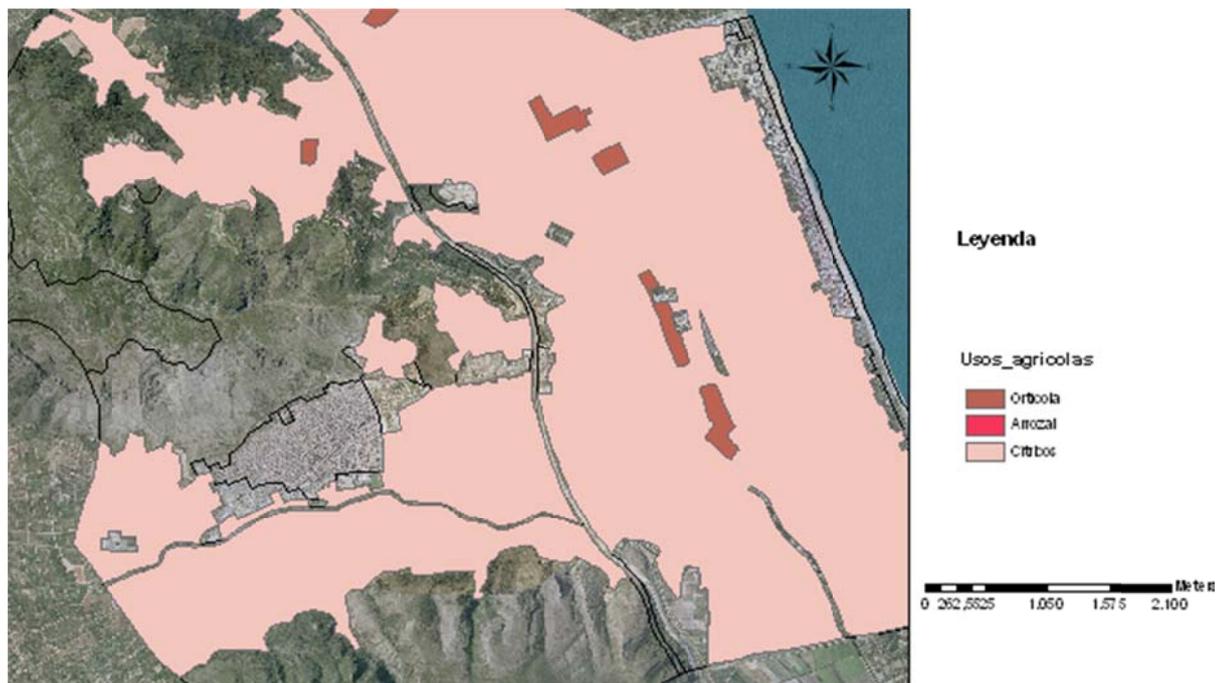
Aunque debemos tener presente que continúa siendo un municipio de litoral, cuya zona más llana se encuentra por debajo del nivel del mar.



Mapa 2.2.4.1 Topografía del municipio.

2.2.5 Tipos de suelos.

Actualmente hay un predominio claro del cultivo de cítricos en la zona, con algún mínimo aprovechamiento del terreno para usos hortícolas. Si bien es cierto que hace años también se realizaba el cultivo de arrozal, que con el paso del tiempo se ha ido abandonando en pro del cultivo de cítricos. (Dato contrastado con el plano de usos del suelo de julio de 2006 perteneciente al PGOU del municipio).



Mapa 2.2.5.1 Usos del suelo en el municipio de Tavernes de la Valldigna

En lo que respecta al resto de usos del suelo, cabe destacar la presencia de una pedrera situada al Oeste de la Sierra de Corbera. El uso residencial queda delimitado en el núcleo urbano y en la zona urbanizada de la costa, el uso industrial está ubicado a las afueras de la zona residencial.

2.2.6 Tectónica de placas

La Península Ibérica, se halla situada en el borde Sud-Oeste de la placa Euroasiática en su colisión (de tipo deslizante) con la placa Africana. El desplazamiento tectónico entre ambos continentes es el responsable de la actividad sísmica de los países mediterráneos y del norte de África, generando la fractura de Azores-Gibraltar-Túnez.

La colisión de dichas placas ha generado la fosa oceánica del mar Mediterráneo, que produce movimientos sísmicos en el mar y por su onda expansiva son los que afectan de forma directa a la zona litoral de España, de la cual Tavernes de la Valldigna es un claro ejemplo de afección.

La parte central del municipio está constituida por una fosa tectónica de dirección EW colmatada con depósitos cuaternarios, y que se desarrolla a favor de

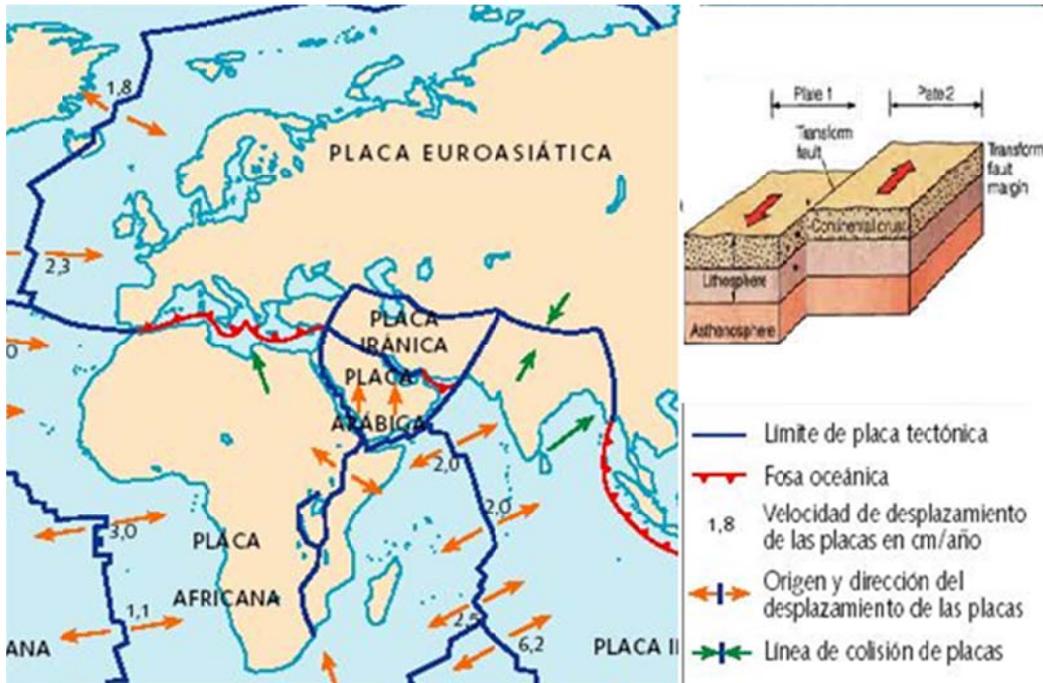
Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

antiguas fallas de interferencia, reactivadas durante el Mioceno, dando lugar al Valle de la Valldigna propiamente dicho.

Si se realiza un corte de sur a norte se distinguen las estructuras siguientes:

- ✓ Anticlinal del Tosal Redó: En el núcleo de este anticlinal afloran materiales jurásicos y la dirección de su eje es aproximadamente E-W, siendo, por lo tanto, intermedia entre las direcciones de las estructuras Ibéricas y Prebéticas. El flanco norte forma la umbría del sur del término municipal.
- ✓ Fosa de la Valldigna: se trata de una fosa tectónica, limitada por fallas normales de dirección E-W.
- ✓ Sinclinal de la Sierra de las Agujas, constituido por materiales cretácicos. En su núcleo aflora el Campaniense.
- ✓ Anticlinal jurásico del sur de Favareta, que corresponde al flanco sur de un anticlinal.

Hay que destacar la intensa fracturación que afecta al anticlinal del Tosal Redó, como corresponde a una zona de transición entre dos importantes dominios estructurales.



Mapa 2.2.6.1 Tectónica de placas.

Tectónicamente y considerando un aspecto más amplio, las Sierras y valles béticos meridionales que hacen presencia en el lugar son pliegues béticos bastante laxos, con cabalgamientos hacia el Norte y Noroeste en su borde septentrional. Los materiales afectados tienen edades que alcanzan desde el Jurásico hasta el cretácico superior.

2.2.7 Litología y estratigrafía

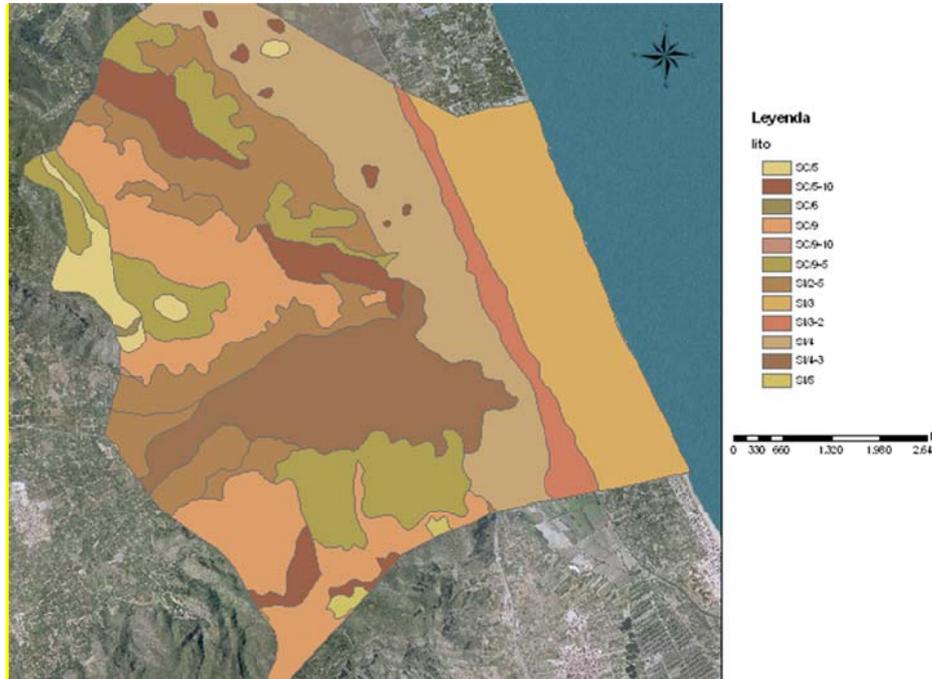
Por lo que se observa en el mapa anterior existe una presencia mínima de rocas calcáreas, que se concentran en su mayoría en el área oeste de la Montaña de las Cruces, y una pequeña zona al norte del municipio. En las zonas de montaña, también existe material de tipo dolomítico.

Hay una presencia clara de un conjunto de materiales que agrupa materiales calcáreos, arcillosos y arenosos; correspondientes con el valor SC/2-5 de la leyenda. Por otro lado, debemos remarcar la existencia de sedimentos no consolidados de tipo limo-arenoso en la zona conocida como L'Ombría y aproximadamente la mitad sur del casco urbano.

Como se puede observar, la mayoría de la zona agrícola de la Partida está conformada por material sedimentario no consolidado de tipo limosos, seguido hacia el

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

este por suelo conformado por arenas, guijarros y gravas. Como cabía esperar, los materiales que predominan en la zona de la playa son las arenas.

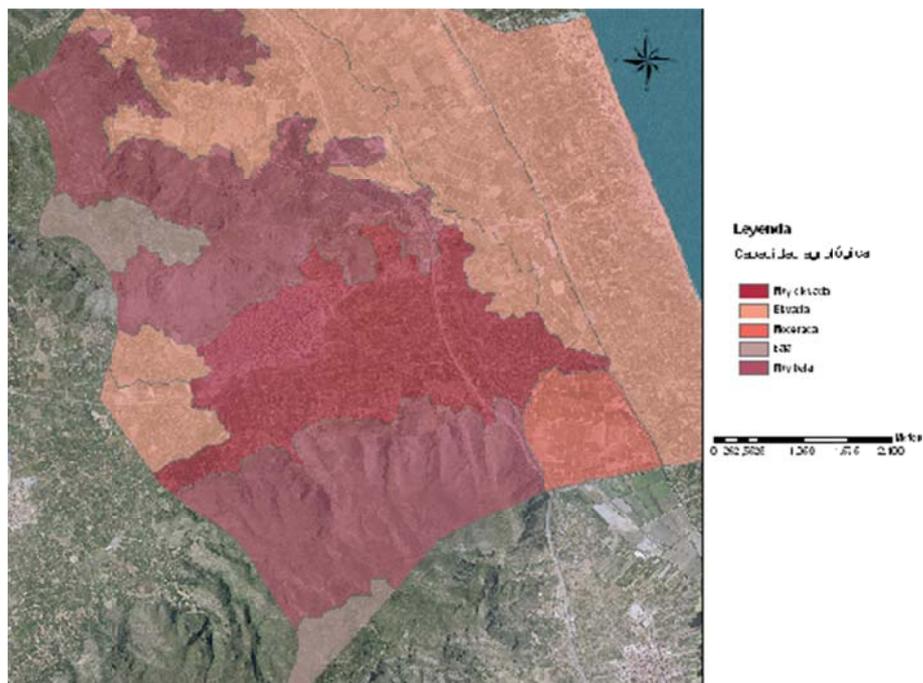


Mapa 2.2.7.1 Materiales que predominan en Tavernes de la Valldigna.

2.2.8 Capacidad agrológica y Edafología

Como capacidad agrológica se hace referencia a la capacidad que tiene o puede tener un suelo para abarcar usos agrícolas.

La capacidad agrológica del territorio en su mayoría está catalogada como elevada y muy elevada, excluyendo algunas zonas de montaña en las que la capacidad agrológica es baja; debido a la dificultad de la zona para ser cultivada, los accesos y otros parámetros.



Mapa 2.2.8.1 Capacidad agrológica.

2.2.9 Hidrología

En el municipio que nos ocupa hay toda una red de acequias creada en la época mozárabe y conservada por su excelente comunicación entre los diversos cultivos. Aunque en el mapa anterior no parece dibujado como tal, (está considerado como barranco), al sur del municipio se encuentra el río Vaca.

El río Vaca tiene una extensión de 16,6 Km. discurre al norte del río Serpis, nace en unos manantiales situados a los pies del Montdúver, en el término municipal de Simat de Valldigna. Posteriormente, atraviesa todo el valle de la Valldigna, pasando por los términos municipales de Benifairó de la Valldigna, Tavernes de Valldigna y Xeraco.

Su cuenca baja se sitúa en una zona semipantanosas dedicada antiguamente al cultivo del arroz, aunque en la actualidad se encuentra en vías de transformación.



Mapa 2.2.9.1. Hidrología.

Su desembocadura separa el término municipal de Xeraco y el de Gandia, uniéndose al mar en la zona denominada “La Goleta”. En su desembocadura se sitúa el marjal de Gandia-Xeraco, declarada como Reserva Natural.

2.2.10 Hidrogeología

El término municipal se enmarca en el sistema acuífero 50.1 denominado “Zona Norte. Prebético de Valencia – Alicante” según el libro *Las aguas subterráneas en la Comunidad Valenciana. Uso, calidad y perspectivas de utilización* publicado por el Instituto Geológico y Minero de España (1989).

El Sistema 50.1 está formado por las alineaciones montañosas y valles del Prebético externo nororiental y una pequeña parte de alineaciones de directriz ibérica (subsistema Sierra de las Agujas), que ocupan una superficie aproximada de 2.600 km², además de otros 400 km² correspondientes a los subsistemas Sierra Aitana-Serrella-Aixorta y Anticlinales de Orxeta-Peña Alhama.

Los principales cursos fluviales, que discurren por este sistema, son el Albaida y el Serpis, aunque existen otros ríos y ramblas de menor recorrido como las de: Xeraco, Beniopa, Gallinera, Bullens-Vedat, Racons, Girona y Gorgos.

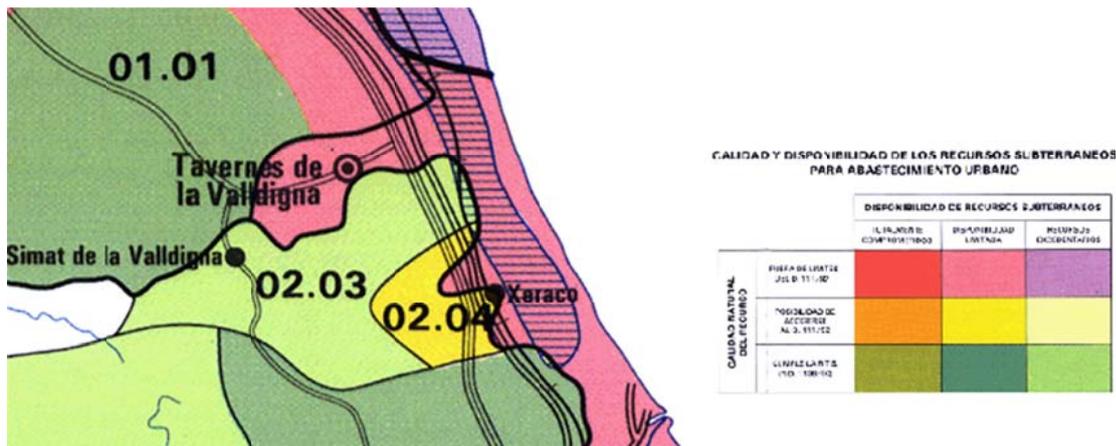
Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

Los principales acuíferos son de naturaleza carbonatada y corresponden fundamentalmente a materiales cretácicos y jurásicos; también constituyen acuíferos otros tramos de calizas y rocas calcodetríticas terciarias, y los materiales detríticos cuaternarios.

Los materiales impermeables están constituidos, especialmente, por las arcillas con evaporizas del Triásico en facies Keuper, por margas del Neocomiense, por arcillas y margas paleógenas y por las margas blancas o azules del Mioceno, conocidas como “facies Tap”, además de otros niveles de menos importancia intercalados a lo largo de toda la secuencia estratigráfica regional.

Desde el punto de vista hidrogeológico se han diferenciado en este sistema los siguientes subsistemas:

- Sierra de las Agujas
- Sierra Grossa
- Solana-Almirante-Mustalla
- Sierra Mariola
- Sierra Segaria
- Peñón-Montgó-Bernia-Benissa
- Plana de Gandía-Denia
- Sierra Aitana-Serrella-Aixorta
- Anticlinales de Orxeta-Peña Alhama



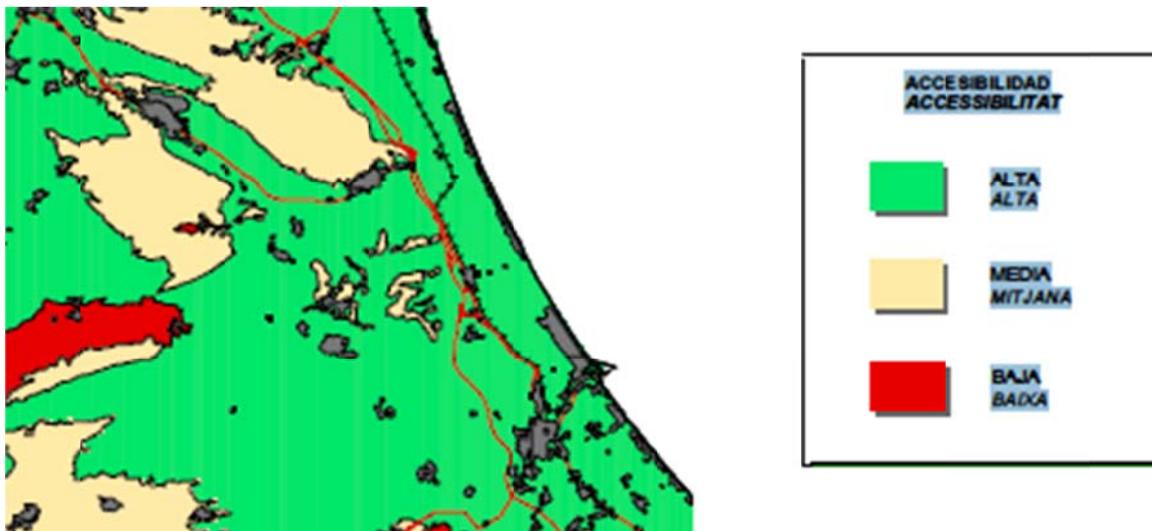
Mapa 2.2.10.1 Hidrogeología. Disponibilidad de recursos para abastecimiento urbano.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

En el término municipal de Tavernes de Valldigna, contactan tres de los subsistemas acuíferos: subsistema Sierra de las Agujas, subsistema Sierra Grossa y subsistema de la Plana de Gandía – Denia.

2.2.11 Accesibilidad a los recursos hídricos

Como se observa en la siguiente imagen, la accesibilidad a los recursos hídricos es alta en todo el término municipal, exceptuando las zonas altas de las montañas. Se entiende pues que se trata de un municipio con un amplio abanico de posibilidades en cuanto al uso del agua.



Mapa 2.2.11.1 Accesibilidad a los recursos hídricos en la zona de estudio.

2.3 Análisis del suelo.

2.3.1 Preparación de la muestra.

2.3.1.1 Objetivo:

El objetivo es realizar un muestreo en el campo y el tratar posteriormente las muestras para el análisis en el laboratorio. Esta preparación previa de la muestra servirá para efectuar un muestreo de suelo adecuado para los análisis edafológicos que se planteen. Se efectuará una salida al campo, donde se tomarán muestra del suelo. Durante el tiempo que se requiera se utilizarán estas muestras de suelo para realizar los análisis fisicoquímicos.

2.3.1.2 Muestreo de suelo.

El suelo se muestrea para obtener información. Debido a la acción humana el suelo cambia sus propiedades, influyendo sobre el medio ambiente y la capacidad productiva; por eso es importante que las propiedades del suelo sean medidas y correctamente interpretadas.

Se puede obtener mucha información útil mediante la observación de los suelos en el campo aunque es difícil librarse de la subjetividad. Es necesario tomar medidas para obtener un conocimiento objetivo de los efectos del uso de los suelos y de las implicaciones ambientales.

Existen varias formas de medir las propiedades del suelo:

a) Clasificación *in situ* utilizando propiedades semicuantitativas fácilmente detectables.

b) Medidas *in situ* utilizando equipos con sondas que se introducen en el suelo con mínima perturbación de éste. Esta aproximación se utiliza particularmente en el estudio de las propiedades físicas del suelo.

c) Medidas realizadas en el laboratorio sobre muestras de suelo obtenidas en el campo. En estas muestras, la fiabilidad y bondad de la información obtenida

depende principalmente de la exactitud y representatividad de la muestra y de la correcta preparación de ésta en el laboratorio, en función de las propiedades que en ella se van a analizar.

Cuando se pretende un **reconocimiento de suelos para su clasificación**, el objetivo del muestreo es localizar una calicata en la que se observará el perfil del suelo y la presencia de horizontes en el mismo, describiéndose en el campo las características morfológicas de cada horizonte (espesor, color, estructura, consistencia, presencia de elementos gruesos, reacción, actividad radicular, etc...).

Cuando se pretende **realizar recomendaciones sobre el uso y manejo del suelo**, la información más relevante se encuentra en la zona superficial del suelo (más afectada por las actividades agrícolas). Como las propiedades del suelo varían en el espacio, una única muestra no es representativa de toda la **parcela** (unidad de tierra con condiciones de manejo uniforme).

Para obviar el problema de la variabilidad espacial, se toman varias muestras, se mezclan y homogenizan con el fin de obtener una única muestra representativa de toda la parcela. A esta muestra se la denomina muestra compuesta o muestra media.

2.3.1.2.1 Muestreo superficial.

a) El muestreo superficial se realiza en parcelas o unidades de terreno que están sometidas a unas prácticas o características uniformes. Las decisiones a tomar a la hora de muestrear la parcela son el espesor de muestreo, número de puntos de muestreo, es decir, el tamaño de la muestra y la cantidad de muestra que se toma en cada unidad.

El espesor de muestreo viene determinado por el tipo de aprovechamiento del suelo y la profundidad a la que se encuentran las raíces de las plantas. Los valores orientativos se presentan en la Tabla 2.3.1.2.1.1

Cultivos	Muestra superficial (cm)	Muestra profunda (cm)
Praderas	0 – 10	Ninguna
Herbáceos y frutales en no cultivo	0 – 20	20 – 40
Frutales labrados	0 - 30	30 -50

Tabla 2.3.1.2.1.1 Cifras orientativas de espesor de muestreo

b) El número de muestras es función de la varianza de la población y de la seguridad con la que se quiere conocer el valor medio de la población. La determinación del número mínimo de muestras requiere realizar un estudio previo de la variabilidad que presenta la propiedad a analizar.

c) La cantidad de muestra variará con el tipo de herramienta usada en el muestreo. Es importante que:

- Cada unidad contenga aproximadamente la misma cantidad de muestra
- No mezclar tierra de diferentes profundidades al realizar el muestreo
- Incluir en una muestra dada igual cantidad de tierra de cada profundidad

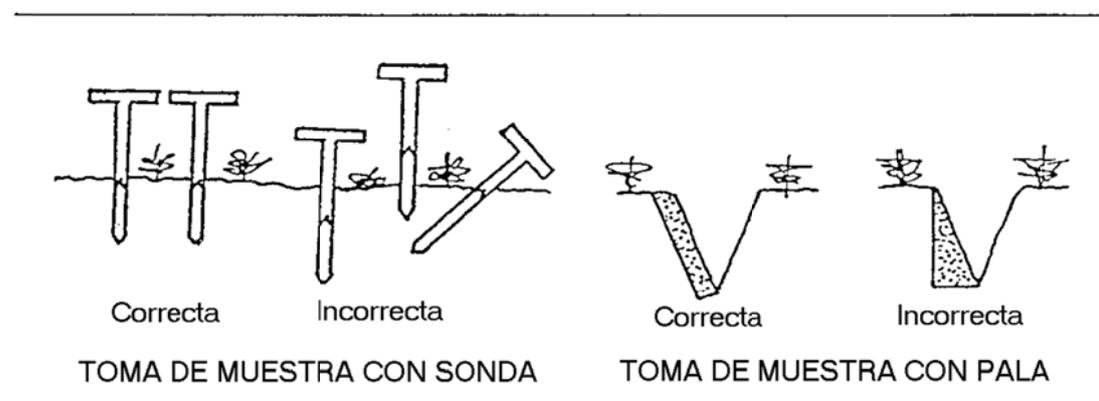


Figura. 2.3.1.2.1.1 Formas correctas e incorrectas de toma de muestra

Material necesario:

- Sonda de toma de muestras
- Bandeja de plástico, bolsas y etiquetas
- Espátula
- Pala ó paleta
- Cinta métrica y grapadora

Procedimiento:

- 1) Realizar un croquis de la parcela que se va a muestrear.
- 2) Anotar en el croquis la posición de los puntos de muestreo, tomando como referencia los puntos cardinales, sistemas de riego, el tronco de los árboles ...etc.
- 3) Realizar todos los muestreos a la misma profundidad, anotando ésta en la identificación de la muestra.
- 4) Guardar la muestra en bolsas de plástico cerradas.

2.3.1.2.2 Toma de muestra inalterada

En las muestras inalteradas se mantiene la forma y disposición de los agregados y poros del suelo. La muestra se recoge en un cilindro hueco instalado dentro de una sonda, la cual se introduce en el suelo. Las paredes del cilindro permiten que no se altere la muestra y si se elimina con una espátula o cuchillo el suelo sobrante en la parte inferior y superior del cilindro, el volumen de suelo muestreado coincide con las dimensiones interiores del cilindro.

Este tipo de muestras permiten determinar la densidad aparente, la porosidad y la humedad volumétrica del suelo, además de referir cualquier determinación analítica a unidades de volumen de suelo.

Material necesario:

- Sonda de muestra inalterada
- Cilindros contenedores numerados
- Bandeja de plástico
- Espátula
- Cinta métrica

Procedimiento:

- 1) Recoger la muestra con sonda de muestras inalteradas.
- 2) Anotar las dimensiones del cilindro de muestreo y calcular el volumen.

2.3.1.3 Preparación de la muestra: Secado y tamizado de la muestra

Las muestras se envían al laboratorio en una bolsa de plástico cerrada que contiene la etiqueta de identificación, evitando el contacto directo de ésta con el suelo. La etiqueta debe incluir la siguiente información: identificación de la parcela muestreada, profundidad, número de muestra y fecha de muestreo.

Salvo para los análisis o trabajos experimentales que requieran muestras sin pérdida de humedad, las muestras alteradas se desecan al aire o a temperatura inferior a 40 °C, se trituran para romper agregados y se pasan a través de un tamiz de 2 mm de paso de luz.

Cuando se quiera analizar el hierro, se debe usar un tamiz de bronce y no de acero. A la fracción que pasa a través del tamiz de 2mm de luz, se le denomina tierra fina y es la que se analiza en el laboratorio. La fracción que queda sobre el tamiz está formada por los elementos gruesos.

La tierra fina guarda agua adsorbida en las superficies de los sólidos del suelo que no pasa a la atmósfera a temperatura ambiente. La temperatura a la que se elimina completamente el agua adsorbida varía entre 100 y más de 400 °C para los distintos materiales orgánicos y minerales del suelo.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Vallidigna

No existe por lo tanto una temperatura determinada a la que pueda calentarse el suelo y quede seco, por ello el concepto de **suelo seco** se aplica a aquel que se obtiene en unas condiciones normalizadas: suelo secado a peso constante en estufa a 105 °C.

Todas las determinaciones analíticas en laboratorio se expresan respecto a suelo seco. Como un secado de la muestra total de suelo puede provocar alteración en algunas de las propiedades a analizar, se determina **el factor de humedad** de la tierra fina desecando una submuestra en estufa. En cualquier determinación analítica el peso de suelo tiene que estar corregido por el factor de humedad.

Para las muestras inalteradas, la preparación vendrá dada por la metodología del ensayo o análisis a realizar para las muestras alteradas. Generalmente se debe determinar el volumen de la sonda ocupada por la muestra inalterada. Cuando se quiere determinar la humedad es necesario pesar la muestra de suelo antes de que ésta haya podido perder agua por evaporación.

TEMPERATURA	18	° C
FACTOR T°	1,14	ua
LECTURA BLANCO	5	g/L
PESO SUELO	40	g
FACTOR HUMEDAD MUESTRA 1 A	0,9984	g
FACTOR HUMEDAD MUESTRA 1 B	0,9988	g
FACTOR HUMEDAD MUESTRA 2 A	0,9986	g
FACTOR HUMEDAD MUESTRA 2 B	0,9749	g
FACTOR HUMEDAD MUESTRA 3 A	0,9981	g
FACTOR HUMEDAD MUESTRA 3 B	0,9976	g
FACTOR HUMEDAD MUESTRA 4 A	0,9986	g
FACTOR HUMEDAD MUESTRA 4 B	0,9990	g

Tabla 2.3.1.3.1 Factor de humedad para cada una de las muestras analizadas.

Concentración del suelo Muestra 1 A	39,934	g/L
Concentración del suelo Muestra 1 B	39,950	g/L
Concentración del suelo Muestra 2A	39,944	g/L
Concentración del suelo Muestra 2B	38,997	g/L
Concentración del suelo Muestra 3A	39,925	g/L
Concentración del suelo Muestra 3B	39,904	g/L
Concentración del suelo Muestra 4A	39,942	g/L
Concentración del suelo Muestra 4B	39,958	g/L

Tabla 2.3.1.3.2. Concentración de cada una de las muestras recogidas.

2.3.1.4 Introducción a la toma de las muestra

Se han recogido cuatro muestras de arena en distintos puntos a lo largo de la zona de dunas, concretamente cada medio quilómetro y de cada punto de muestreo se ha extraído arena a dos profundidades.

La primera extracción se ha realizado en los 20 primeros centímetros de suelo y la segunda entre los 20 y 40 centímetros siguientes. De modo que hay ocho muestras de arena con las que se ha procedido a determinar parámetros que caracterizan dicho suelo y que son de interés a la hora de proceder a realizar la revegetación.

Dichos parámetros nos permiten saber cuales son los requisitos óptimos necesario para que se mantenga la vegetación propia de las dunas y de esta manera podamos proteger la estabilidad de ésta.

Las muestras de suelo son:

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Vallidigna



Fotografía 2.3.1.Extracción de la muestra 1 en la playa de Tavernes.



Fotografía 2.3.2. Extracción de la muestra 2 en la playa de Tavernes



Fotografía 2.3.3. Extracción de la muestra 3 en la playa de Tavernes



Fotografía 2.3.4. Extracción de la muestra 4 en la playa de Tavernes

2.3.2 Materia orgánica

La materia orgánica de un suelo está compuesta por microorganismos, restos no descompuestos de plantas y animales y por materiales resultantes de la descomposición de estos restos por la acción de microorganismos y del medio en general, dándose el nombre de humus a la fracción más estable resultante de dicha acción.

Una característica común de toda materia orgánica es la presencia de C en su composición y que denominamos como carbono orgánico.

El contenido de C orgánico en un suelo se puede determinar por:

- a) Combustión, después de eliminar los carbonatos.
- b) Oxidación de C orgánico, después de eliminar las sustancias inorgánicas que también reaccionen con el oxidante, y conociendo la ecuación estequiométrica de la reacción del C orgánico con el oxidante empleado.

Multiplicando el valor del contenido de C orgánico de un suelo por la relación $f_{M.O}$ en la

$$f_{M.O} = \frac{M .orgánica}{C.orgánico}$$

materia orgánica, se puede obtener el contenido de materia orgánica en el suelo:

Sin embargo $f_{M.O}$ no es el mismo para toda la materia orgánica. Se han medido valores que oscilan entre 1.8 y 2.5. Su variación se ha observado en diferentes suelos e incluso en un mismo perfil. Para una estimación del contenido en materia orgánica se considera un valor de 2.

Hemos realizado dicha determinación mediante la oxidación de C orgánico utilizando el Método de Walkey-Black, después de eliminar las sustancias inorgánicas que también reaccionen con el oxidante, y conociendo la ecuación estequiometría de la reacción del C orgánico con el oxidante empleado.

Multiplicando el valor del contenido de C orgánico de un suelo por la relación $f_{M.O}$ en la materia orgánica, se puede obtener el contenido de materia orgánica en el suelo:

$F_{M.O} = \text{materia orgánica} / \text{carbono orgánico}$

MUESTRAS	VOLUMEN DE VALORACIÓN (ml)
BLANCO	23
MUESTRA 1	21
MUESTRA 2	21,7
MUESTRA 3	21,5
MUESTRA 4	21,6

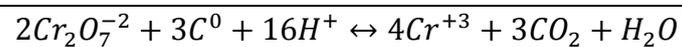
Tabla 2.3.2 Muestras y volumen valorado para cada una de ellas

2.3.2.1 Determinación del C orgánico: método de Walkey-Black

2.3.2.2 Fundamento

El C orgánico del suelo se determina por un proceso de oxidación en medio ácido.

El reactivo oxidante utilizado es el ión dicromato, el cual en medio ácido y en caliente, oxida al C que se encuentre en su forma reducida según la reacción:



El procedimiento analítico consiste en añadir una cantidad de dicromato que exceda a la necesaria para reaccionar con la materia orgánica. El exceso de dicromato que no ha reaccionado con el Carbono orgánico del suelo se determina por reacción de oxidación-reducción con Fe^{+2} como reductor.

La característica diferencial del Método de Walkey-Black respecto de otros que utilizan esta misma reacción para determinar el contenido de C orgánico, es la de no aportar calor de una fuente externa. Solamente se utiliza el liberado por la misma reacción.

Por este procedimiento se oxida el 77% de C orgánico del suelo expresado en gramos de C por Kg de suelo seco será:

$$\%CO = \frac{meqK_2Cr_2O_7 - meqFeSO_4}{gramos\ de\ suelo\ seco} * 0,003 * 100 * 1,3$$

La factorización del sulfato ferroso heptahidratado para nuestro suelo es:

$$V * N * f = V' * N' * f'$$

$$10 * 1 * 1 = f' * 23 * 0,5$$

$$f = 0,869$$

$$\%CO = \frac{(V * N) - (V * N * f)}{gramos\ suelo\ seco} * 0,003 * 100 * 1,3$$

2.3.2.3 Interferencias

Interfieren los componentes del suelo que también reaccionan con el $Cr_2O_7^{-2}$ o que compiten con él en la oxidación de la materia orgánica en caliente y en medio ácido.

Reaccionan con el $Cr_2O_7^{-2}$ el carbón vegetal, el hierro metálico, el Fe^{+2} , que es oxidado a Fe^{+3} , y el Cl^- , que pasa a cloruro de cromilo, CrO_2Cl_2 , y que se descompone al calentar a $190^\circ C$, liberando Cl_2 .

Del carbón vegetal, el método de Walkey-Black excluye de la oxidación del 90 al 95% del mismo.

El Fe^{+2} es frecuente sólo en condiciones altamente reductoras y se elimina por oxidación a Fe^{+3} durante el secado al aire.

El Fe metálico se evita tamizando el suelo con material que no sea hierro o acero.

En el suelo los principales oxidantes de la materia orgánica, distintos del $Cr_2O_7^{-2}$ son los óxidos de Mn con elevado número de oxidación, por ejemplo el MnO_2 . Sin embargo sólo los recién precipitados compiten con el ión dicromato en la oxidación de la materia orgánica. Por ello, aún en suelos con alto contenido en Mn, la interferencia por los óxidos de Mn no debe suponer un serio error.

Solo las altas concentraciones de Cl en suelos salinos, pueden ser causa de error apreciable.

2.3.2.4 Material y aparatos

- Matraces, Erlenmeyer de 250 mL.
- Bureta.

2.3.2.5 Reactivos

A: Dicromato potásico, $K_2Cr_2O_7$, 1M. Disolver 49,04 gramos de $K_2Cr_2O_7$ secado a $105^\circ C$ en agua y diluir a 1 litro.

B: Ácido sulfúrico, H_2SO_4 , concentrado (no menos del 96%). En suelos que contengan cloruro añadir a este reactivo sulfato de plata: disolver 25 gramos de Ag_2SO_4 en 1 litro de ácido.

C: Complejo ferroso de ortofenantrolina, 0,025 M. Disolver 14,85 gramos de ortofenantrolina monohidrato y 6,95 gramos de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ en agua y diluir hasta 1 litro.

Sulfato ferroso, 0,5N; disolver 140 gramos de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ en agua. Añadir 15 mL de ácido sulfúrico concentrado, enfriar y diluir hasta 1 litro. Como la normalidad del sulfato ferroso varía con el tiempo el primer paso del procedimiento es determinar la normalidad exacta de este reactivo utilizando dicromato potásico (esta determinación se realizará según se indica en el apartado siguiente).

2.3.2.6 Procedimiento.

1. Llevar una muestra de suelo de 1,5 gramos a un matraz Erlenmeyer de 250 mL.

2. Añadir 10 mL de dicromato potásico 1N y mover el matraz para dispersar el suelo en la solución; a continuación y en una campana de humos añadir 20 mL de sulfúrico concentrado. Mezclar los componentes girando el matraz y luego hacerlo vigorosamente durante un minuto. Dejar enfriar.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Vallidigna

3. Añadir 50 mL de agua, 4 ó 5 gotas del indicador complejo ferroso de ortofenantrolina y valorar el exceso de dicromato con sulfato ferroso 0,5N. En el punto final hay un cambio de color de azul a rojo, cuando se aproxima este punto final la solución presenta un color verdoso y luego vira a verde oscuro.

4. Valorar la solución del sulfato ferroso 0,5N repitiendo, sin añadir suelo, los apartados 2 y 3.



Fotografía 2.3.2.6.1 Valoración del sulfato ferroso.



Fotografía 2.3.6.2.2 Cambio de color del indicador

2.3.2.7 Observación

Algunos suelos absorben el indicador de o-fenantrolina y en este caso la valoración puede ser mejorada mediante una filtración previa, con papel de filtro rápido en embudo Büchner.

2.3.3 Textura

2.3.3.1 Concepto de textura de un suelo

La textura de un suelo expresa las proporciones en peso, de las partículas inorgánicas contenidas en las distintas clases de tamaño inferior a 2 mm.

Al ser las partículas de forma irregular debemos adoptar un criterio de definición de tamaño, que es la siguiente: “diámetro de la esfera cuya densidad y velocidad de sedimentación en un fluido dado es igual al de la partícula”.

Para una clasificación de los suelos según la textura se agrupan los tamaños en fracciones. En todas las clasificaciones se establece una división en tres grupos, arena, limo y arcilla y subdivisiones dentro de estos grupos.

Las diferencias entre las clasificaciones aparecen al fijar los límites de separación de los grupos y subgrupos.

La clasificación que se ha empleado corresponde al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) cuyos tamaños para la arena, limo y arcilla son los siguientes:

Fracción	Diámetro	Características de la fracción
ARENA	< 2,0 – 0,05	Áspera al tacto. Ni plástica ni pegajosa al humedecerse.
LIMO	< 0,00,5 – 0,002	Suave y sedoso al tacto como el polvo de talco mojado. Ni plástica ni pegajosa al humedecerse.
ARCILLA	< 0,002	Suave al tacto. Plástica y pegajosa al humedecerse. Propiedades coloidales.

Tabla 2.3.3.1.1 Tamaño de las partículas y características de las fracciones de arena, limo y arcilla en la clasificación USDA.

CLASES TEXTURALES

Un suelo está formado por distintas proporciones de las fracciones de arcillas, limo o arena. La ausencia de dominancia de las propiedades de una de estas fracciones corresponde a la clase franca.

Los cuatro términos arcillas, limo, arena y franco combinadas como nombres y adjetivos designan doce clases texturales que pueden ser deducidas conociendo el porcentaje en peso de las tres fracción mediante el diagrama triangular que es el diagrama con la que vamos a determinar la textura del suelo que estamos analizando.

2.3.3.2 Fundamento de la determinación de la textura con densímetro

Por la Ley de Stokes sabemos que la velocidad de caída de una partícula no coloidal, esférica, de diámetro D y densidad ρ_s a través de un líquido en reposo de viscosidad η , densidad ρ_L , en movimiento relativo laminar respecto al de la caída de la partícula:

$$V = \frac{g(\rho_s - \rho_L)}{18\eta} D^2 = KD^2$$

El tiempo que tardará en atravesar un espesor h de líquido será:

$$t = \frac{h}{V} = \frac{h}{KD^2}$$

Preparada una suspensión de un suelo, si al cabo de un tiempo t_i introducimos un densímetro y se mide la densidad φ_i , en g/ mL, del suelo en dicha zona, ya que entre concentración y densidad se puede deducir la siguiente relación:

$$\varphi_i = \rho_L + \frac{C_i}{1000} \left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_s}\right)$$

O despejando C_i ,

$$C_i = \frac{1000\rho_s}{\rho_s - \rho_L} \varphi_i - \frac{1000\rho_s}{\rho_s - \rho_L} \rho_L = L_i - L_L$$

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Vallidigna

Por lo tanto, C_i se puede deducir por diferencia de dos lecturas del densímetro, una, L_i , realizada en la suspensión del suelo y otra, L_L , en el líquido dispersante.

Por la ecuación del tiempo que tardará en atravesar un espesor h anteriormente indicada, estos C_i , gramos de suelo estarán formados únicamente por las partículas de tamaño inferior a D_i .

$$D_i = \sqrt{\frac{h_i}{Kt_i}}$$

Es posible relacionar h_i con la lectura L_i del densímetro, por lo que:

$$\theta_i = \sqrt{\frac{h_i}{K}} = f(L_i)$$

Y por consiguiente:

$$D_i = \theta_i \frac{1}{\sqrt{t_i}}$$

Para el densímetro ASTM 152H, la relación entre h_i y L_i es:

$$h_i = -0,164L_i + 16,3c$$

La tabla adjunta líneas abajo da los valores de $\theta_i \mu m \min^{1/2}$ en función de L_i , a 30°C, para una suspensión de partículas sólidas en una solución de Calgón al 0,5%, utilizando los siguientes valores:

$$\eta_{30} = \text{viscosidad del agua a } 30^\circ\text{C} = 0,008007 \text{ poise (g cm}^{-1} \text{ s}^{-1}\text{)}$$

$$\rho_L = \text{densidad de una solución de Calgón al 0,5\%} = 0,99949 \text{ g/mL}$$

$$\rho_S = \text{densidad de las partículas sólidas} = 2,650 \text{ g/cm}^3$$

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

L	θ_i	L	θ_i	L	θ_i
-5	50,4	11	46,4	27	41,9
-4	50,1	12	46,2	28	41,6
-3	49,9	13	45,9	29	41,3
-2	49,6	14	45,6	30	41,0
-1	49,4	15	45,3	31	40,7
0	49,2	16	45,0	32	40,4
1	48,9	17	44,8	33	40,1
2	48,7	18	44,5	34	39,8
3	48,4	19	44,2	35	39,5
4	48,2	20	43,9	36	39,2
5	47,9	21	43,7	37	38,9
6	47,7	22	43,4	38	38,6
7	47,4	23	43,1	39	38,3
8	47,2	24	42,8	40	38,0
9	47,0	25	42,5		
10	46,7	26	42,2		

Tabla 2.3.2.2.1 Valores de $\theta_i \mu m \min^{1/2}$ en función de las lecturas observadas en el densímetro.

Con los datos de esta tabla y el tiempo t_i , y en minutos, se obtiene el valor D_i en micras para la ecuación ya expuesta.

Midiendo para distintos tiempos t_i , las concentraciones C_i tendremos fraccionando el suelo en:

$$\frac{C_i}{\text{peso seco total}} 100$$

por ciento del peso seco total constituido por partículas de tamaño a D_i .

Observaciones:

- La caída de cada partícula debe ser libre, no impedida, es decir no debe ser afectada por la caída de otras partículas: la concentración de la suspensión no debe ser superior al 3%.

- Las turbulencias creadas por cambios de temperatura o en la caída de partículas de gran tamaño impiden que la suspensión quede en reposo y que el movimiento relativo del líquido respecto a las partículas sea laminar.

Las partículas de arena de tamaño superior a 0,08 mm sedimentan tan rápido que producen turbulencias y su velocidad de caída no cumple la ley de Stokes. Estas arenas no podrán determinarse por el procedimiento del densímetro e incluso habrán de separarse previamente, con un tamizado, del resto de la suspensión del suelo.

2.3.3.3 Pretratamiento

Con el objeto de que cada partícula del suelo se sedimente aisladamente se requiere hacer pretratamiento que asegure la desagregación (rotura de agregados) por la destrucción de los materiales cementantes, como carbonatos de Ca y Mg y óxidos de Fe y Al, del material enlazante, humus, y la dispersión de las partículas coloidales minerales que, floculadas, actúan como enlazantes de las otras partículas.

Agitando el suelo en una solución diluida de metafosfato sódico (NaPO_3) y Na_2CO_3 es suficiente en la mayoría de los casos, entre los que se incluyen suelos con carbonatos de Ca y Mg, para la dispersión por los iones Na^+ , quedando favorecida dicha acción por la quelación de Ca^{+2} y Al^{+3} como metafosfatos.

Sin embargo suelos que contienen cantidades considerables de material floculante como sales solubles, yeso y humus (<2%) o material cementante como óxidos de Fe y Al pueden no desagregarse completamente, por lo que estos componentes deben ser alimentados previamente.

2.3.3.4 Material y aparatos

- Densímetro ASTM n.152H de la American Society Testing Material, con escala en g/L.
- Batidora eléctrica.
- 2 probetas de 1 L, graduadas, con la señal de enrase de 1 L a 36 cm del fondo.
- Émbolo agitador de latón.

2.3.3.5 Reactivos dispersantes

Disolver 50 gramos de “Calgón” en agua diluir la solución a 1 L.

Calgón es una preparación comercial de metafosfatos sódico que contiene la cantidad apropiada de Na_2CO_3 como para dar un pH de 8,3 en solución acuosa al 10%.

De no disponer de Calgón se preparará disolviendo 37,50g de NaPO_3 Y 7,94g de Na_2CO_3 en 1 L de agua.

2.3.3.6 Procedimiento

- Preparación de la probeta en blanco: Se añaden 100mL de la solución de Calgón a una de las probetas y se enrasa al litro con agua destilada.

Mezclar la solución con el émbolo agitador.

- Preparación de la suspensión del suelo: Pesar 40g de suelo para la determinación de la textura y otra cantidad similar para la determinación de la humedad. Colocar la muestra en una capsula de porcelana de 200mL. Añadir 100mL de la solución de Calgón y dejar que se empape durante un mínimo de 10 minutos. Transferir la suspensión al vaso dispersador de la batidora usando el chorro de un frasco lavador con agua del grifo para arrastrar toda la muestra. Batir la suspensión durante 5 minutos y transferir a la probeta de 1 L, enrasando con agua del grifo hasta la señal de 1000 mL.



Fotografía 2.3.3.6.1 Muestra en vaso dispersador de batidora.

2.3.3.7 Mediciones

Colocar las probetas en una habitación a temperatura constante. Esperar a que se estabilice la temperatura en ellas y anotar esa temperatura.

Introducir el densímetro en la solución de la probeta en blanco y anotar la lectura L_L que coincida con el borde superior del menisco que rodea el vástago del densímetro. La posición del menisco se puede determinar con precisión mirándolo desde un ángulo de 10 a 20 ° por encima del plano del líquido, fijándose en la línea horizontal brillante (imagen de difracción) formada en la escala por una lamparita que se mantiene opuesta a la frente y protegiendo los ojos de la luz directa con una pantalla de suelos, pero, a veces, debido a la falta de limpieza del vástago en presencia de sustancias grasas del suelo, la línea brillante puede no aparecer porque el menisco no forma ángulo de contacto normal de cero grados.

Cuando esto ocurra, se levantará y bajará el densímetro ligeramente en la suspensión hasta que se forme el ángulo de contacto normal.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

Efectuada la lectura L_L sacar el densímetro con cuidado, enjuagarlo y secarlo con un paño.

Introducir el émbolo en la suspensión del suelo y moverlo de arriba de abajo para mezclar bien. Sostener la probeta con firmeza con la mano libre cuando se tire el émbolo hacia arriba.

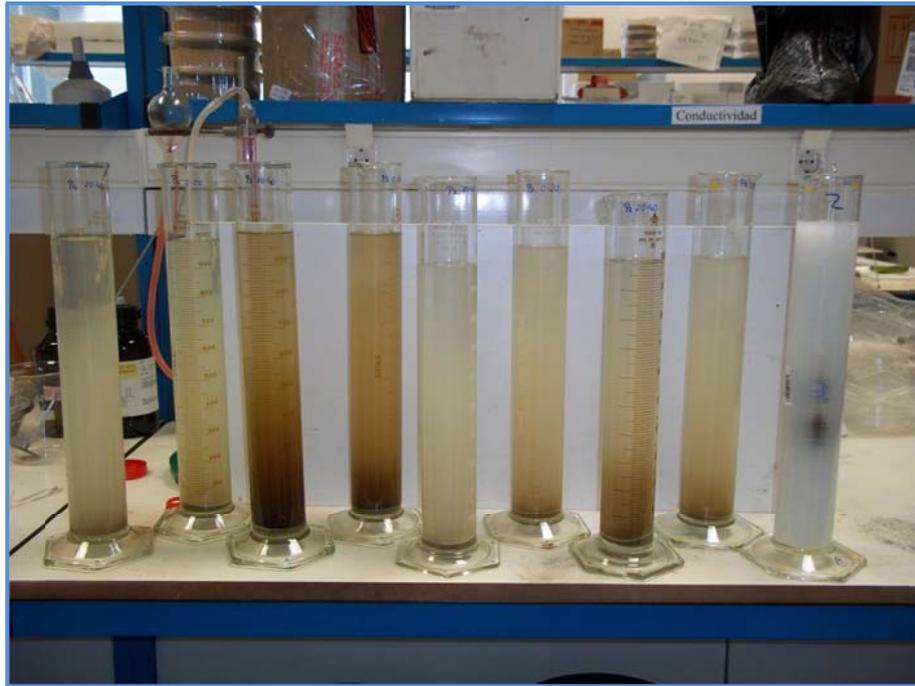
El movimiento de éste en las proximidades de la superficie libre debe ser suave para no derramar el contenido. Dar “emboladas” fuertes cuando se tire del émbolo en las proximidades del fondo para arrastrar cualquier partícula que haya podido depositarse.

Desalojar los sedimentos depositados en los bordes del fondo del cilindro inclinando la varilla del agitador. Dar por terminado el mezclado con dos o tres “emboladas” lentas y suaves. Escurrir el émbolo sobre la solución. Anotar inmediatamente el tiempo $t_0 = 0$.

Añadir una gota de alcohol amílico si la superficie estuviese con espuma. Una vez anotado el t_0 la suspensión no se vuelve a mezclar.

Introducir con cuidado en la suspensión y después de 30 segundos a partir del t_0 leer la escala y anotar la lectura $L_{1/2}$ (corresponderá a un tiempo $t = t_{1/2} =$ medio minuto). Sin sacar el densímetro hacer una lectura a L_1 ($t = t_1 = 60$ segundos).

Sacar el densímetro con cuidado y volver a realizar lecturas transcurridos 3, 10, 30, 90 minutos y un tiempo superior a 8 horas.



Fotografía 2.3.3.7.1. Probetas con las muestras de suelo preparadas para la determinación de la textura mediante un densímetro.



Fotografía 2.3.3.7.2. Densímetro ASTM 152H

2.3.3.8 Cálculos

a) Llevar los pares de valores (T_i , L_i) a la Tabla 2.3.2.8.1 y para cada lectura del densímetro, calcular y anotar en el mismo:

- Tamaño de las partículas D_i . Valor que ha de corregirse a D_i cuando la temperatura de la suspensión sea diferente de 30° C multiplicando D_i por un factor f :

$$f = \sqrt{\frac{\eta}{\eta_{30}}}; D'_i = D_i * f$$

η es la viscosidad del agua a la temperatura de sedimentación y η_{30} el valor a la temperatura de 30° C.

T(°C)	f	T(°C)	f
12	1,24	22	1,09
13	1,23	23	1,08
14	1,21	24	1,07
15	1,19	25	1,05
16	1,18	26	1,04
17	1,16	27	1,03
18	1,14	28	1,02
19	1,13	29	1,01
20	1,12	30	1,00
21	1,10	31	0,99
		32	0,98

Tabla 2.3.3.8.1 Valores del factor de corrección f del diámetro de las partículas para temperaturas diferentes de 30°C.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

- Concentración de la solución, C_i .

$$C_i = L_i - L_L \text{ (g/L)}$$

- P_i = % de suelo seco conteniendo partículas de tamaño inferior a D'_i .

Los resultados obtenidos de las ecuaciones anteriores se presentan en las Tabla de textura en anexos.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Vallidigna

b) Representar gráficamente en un sistema de coordenadas, con escala semilogarítmica, los valores de D'_i en función de P_i . De la curva resultante hallar los % de las fracciones de arena, limo y arcilla según el sistema de la USDA.

Los porcentajes para cada una de las fracciones de las muestras las obtenemos a partir de la representación del tamaño de las partículas corregido frente al porcentaje en peso; es decir en rectas de calibrado.

c) Representar dichos valores en el diagrama triangular.

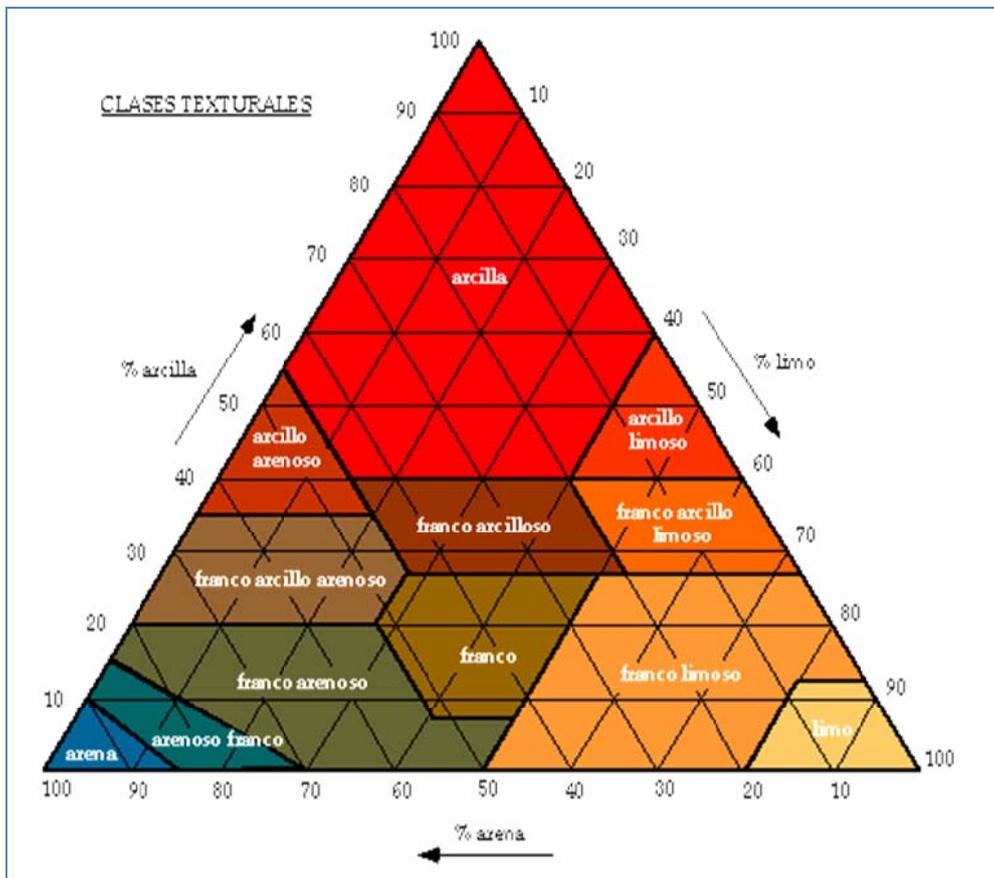


Figura 2.3.2.8.1. Diagrama triangular.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

Una vez construidas las tablas en las que quede patente la curva descrita para cada una de las muestras analizadas, procedemos a obtener el % en peso para cada una de las fracciones, arena, limo y arcillas presente en cada representación: esto se valora atendiendo al tamaño de las partículas según se ha explicado líneas arriba, se considera arcilla cuando su peso es inferior a 2 milímetros, cuando sea mayor de 5 milímetros no encontraremos con partículas de arena y si por el contrario se encuentra entre 2 y 5 milímetros será limo.

Es entonces cuando podemos trasladar dichos porcentajes al diagrama triangular y obtener la clase estructural.

2.3.4 pH

2.3.4.1 pH del suelo

La medida del pH no es una variable a determinar únicamente en sistemas homogéneos, también es posible aplicar este análisis a los suelos, que es el caso que nos ocupa.

Del hidrogeno que en un suelo puede ser neutralizado por una base, se pueden diferenciar: el enlazado covalente (H_{cov}), el H^+ adsorbido en los coloides (H_{ad}) y el H^+ que se encuentra como H_3O^+ en la solución intermicelar (H_{Sol}). Estas tres formas están en equilibrio.

El concepto de pH del suelo se aplica al H_3O^+ de la solución intermicelar.

La solución del suelo no es un sistema cerrado y es por eso que su valor puede verse modificado atendiendo a varios factores, la concentración iónica de la solución, por cambios en la relación suelo/agua o por pérdida o ganancia de electrolitos; debiéndose considerar los equilibrios de solubilidad, cambio catiónico, posibles reacciones de hidrólisis, etc. Para evaluar la variación del pH de la solución del suelo.

2.3.4.2 Medición electroquímica del pH

La medición del pH de una disolución se realiza normalmente por un método electrolítico basado en una medida de la f.e.m, que se establece en una semicelda constituida por un electrodo de referencia que proporciona un potencial constante, y otra semicelda, cuyo potencial depende del pH que se desea medir.

Poniendo en contacto las dos semiceldas por un puente salino, se puede medir la diferencia de potencial mediante un potenciómetro y relacionar este valor con el pH, según diversas leyes físico-químicas y en función del tipo de semicelda utilizadas.

2.3.4.3 Medida del pH del suelo en agua y en KCl

2.3.4.3.1 Material y aparatos

- Potenciómetro (pH- metro) y juego de electrodos de vidrio y de referencia.
- Vasos de 100 ml
- Varillas agitadoras

2.3.4.3.2 Reactivos

- Solución de KCl 0,1 M: Disolver 7,456 g de KCl en 100 mL de agua y diluir hasta 1 Litro.

2.3.4.3.3 Procedimiento

- pH en agua:

Pesar 10 g de suelo y añadir 25 mL de agua destilada. Agitar con varilla y con agitador magnético durante 5 ó 10 minutos. Ajustar la posición de los electrodos en el soporte, de manera que cuando descendan en el vaso, el electrodo de vidrio se sumerja bien en la parte parcialmente sedimentada de la suspensión y el electrodo de referencia quede en la solución- suspensión sobrenadante para que se establezca buen contacto eléctrico a través del capilar del puente salino. Remover la suspensión inmediatamente antes de introducir los electrodos, pero no durante la medida. El pH-metro debe ser calibrado antes de cada medida.

- pH en KCl:

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Vallidigna

Pesar 10 g de suelo y añadir 25 mL de agua destilada. Agitar con varilla y con agitador magnético durante 5 ó 10 minutos. Ajustar la posición de los electrodos en el soporte, de manera que cuando desciendan en el vaso, el electrodo de vidrio se sumerja bien en la parte parcialmente sedimentada de la suspensión y el electrodo de referencia quede en la solución- suspensión sobrenadante para que se establezca buen contacto eléctrico a través del capilar del puente salino. Remover la suspensión inmediatamente antes de introducir los electrodos, pero no durante la medida. El pH-metro debe ser calibrado antes de cada medida.

2.3.5 Cationes: Ca, Mg, Na y K

2.3.5.1 Determinación de Ca y Mg: ABSORCIÓN ATÓMICA

La espectroscopia de absorción atómica (a menudo llamada AA) es un método instrumental de la Química analítica que determina una gran variedad de elementos al estado fundamental como analitos.

Los métodos espectroscópicos se basan en la medida de la radiación electromagnética emitida o absorbida por la materia; los métodos de emisión utilizan la radiación emitida cuando un analito es excitado por energía térmica, eléctrica o radiante; los métodos de absorción están basados en la disminución de la potencia de la radiación electromagnética como consecuencia de la absorción que se produce en su interacción con el analito.

La EAA se refiere a la absorción de elementos. Si se aplica energía a un átomo, esta puede ser absorbida y un electrón externo puede ser promovido a una configuración conocida como estado excitado; dado que ese estado es inestable, el átomo retornará inmediatamente al estado fundamental, emitiendo energía.

La característica de interés en las medidas de absorción atómica, es la cantidad de luz absorbida por un analito, a la longitud de onda resonante, cuando pasa a través de

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Vallidigna

una nube atómica. Conforme al número de átomos se incrementa en el paso de la luz, la cantidad de luz absorbida o aumentará

La ley de Beer, muestra la relación entre absorbancia y concentración del analito, mediante la ecuación.

$$A = a.b.c$$

$A =$ absorbancia

$a =$ coeficiente de absorción (constante)

$b =$ Longitud del camino óptico

$c =$ concentración

2.3.5.2 Instrumentación de absorción atómica.

Los instrumentos de absorción atómica tienen los siguientes aditamentos:

- Fuente de luz. Una de las fuentes más ampliamente empleada en EAA es la lámpara de cátodo hueco. Estas lámparas son diseñadas para emitir el espectro atómico de un elemento; se utilizan lámparas específicas para el elemento que se va a determinar.
- Celda de absorción. Produce los átomos de la muestra. Se hace necesario generar un vapor atómico en el paso del rayo de luz de la fuente. Este se obtiene generalmente al introducir la muestra en un generador de átomos o alternativamente, en un horno calentado mediante electricidad, que se encuentra alineado en el paso óptico del espectrofotómetro.
- Monocromador para la dispersión de la luz. La selección de una fuente específica y de una longitud de onda particular de la fuente, permite determinar la concentración del elemento seleccionado en presencia de otros. La longitud de onda aislada por el monocromador incide directamente sobre el detector.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Vallidigna

- Detector. El detector mide la intensidad de la luz y amplifica la señal. El detector es un fotomultiplicador que produce una corriente eléctrica dependiente de la intensidad de la luz incidente. La corriente eléctrica del fotomultiplicador es procesada por la electrónica del elemento; se produce una señal que es una medida de la atenuación de la luz en la celda de muestreo.
- Pantalla. Muestra la lectura después de que han sido procesadas por el instrumento electrónico.

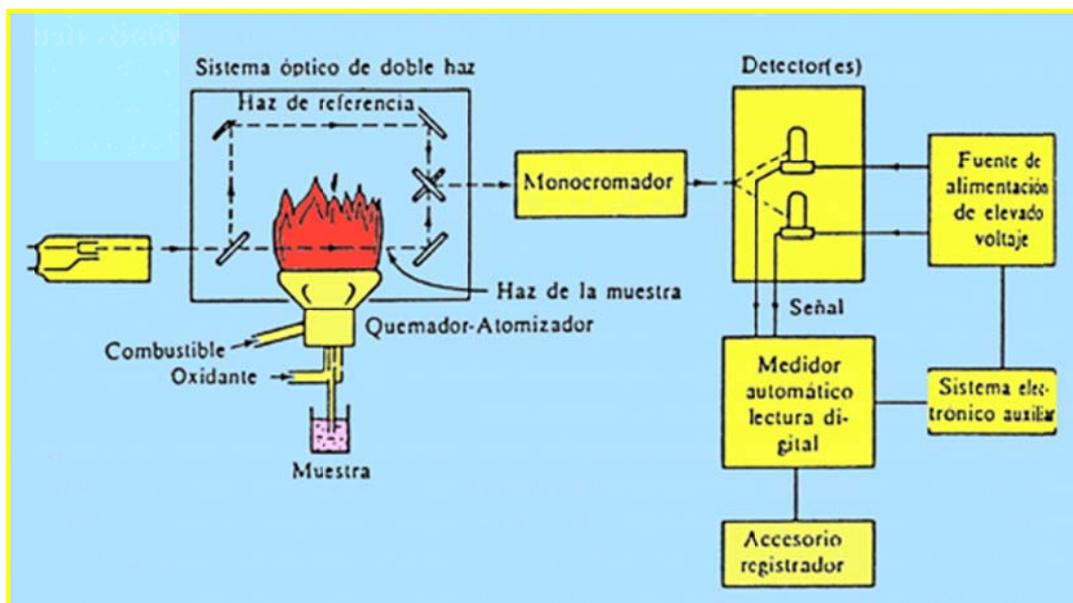


Figura 2.3.5.2: Esquema de espectrofotómetro de absorción atómica

Calcio

Material y aparatos

- Fotómetro de absorción atómica (Varian SpectrAA 220)
- Matraz Erlenmeyer de 250ml;
- Un vaso de 2,5 litros, de vidrio calentable;
- Un vaso de 100ml.

Procedimiento

Preparación de la solución patrón de calcio:

1. Se pesan, con exactitud, 2,50g de CaCO_3 , grado reactivo para análisis, en un vaso de 100ml, se añaden 5ml de agua destilada y 2ml de HCl concentrado, reactivo para análisis, se disuelve la sal, se diluye hasta 50 con agua destilada, se pasan a un matraz aforado de 1 litro y se diluye al volumen, con agua destilada. Esta solución contiene 1g de calcio por litro (1000mg/l de calcio).
2. Se toman 1, 2, 4, 5 y 10ml de la solución anterior, se vierten en matraces aforados de 100ml y se diluyen con agua destilada. Estas soluciones contendrán 10, 20, 40, 50 y 100mg/l de calcio.
3. Se toman 6ml de la solución de 100mg/l de calcio, se vierte en un matraz aforado de 100ml y se diluye, al volumen, con agua destilada. Esta solución contendrá 6mg/l de calcio.

Antes de comenzar a medir las 16 muestras, hay que calibrar el fotómetro, para ello se pone en marcha el fotómetro o espectrofotómetro de llama, siguiendo minuciosamente sus instrucciones y acoplado el filtro y lámpara correspondiente al calcio, que debe tener una transmisión máxima a 422,7nm o ajustando el monocromador para realizar medidas a 422,7nm, ajustando el aparato para que la solución de 100mg/l de calcio dé una lectura de 90.

Una vez obtenida la recta de calibrado, pasamos a medir las muestras, anotando sus valores. Los patrones utilizados para realizar dicha curva de calibrado serán los siguientes: 1, 2, 5, 7, 10, 15, 20, 50 y 100ppm.

Se introdujeron los resultados en una hoja EXCEL y se obtuvieron directamente las rectas de calibrado con sus correspondientes ecuaciones. Una vez determinadas las absorbancias de Ca con el Fotómetro de absorción atómica se utilizaron la ecuación de calibrado y despejando se obtiene la concentración de Ca en mg/l. Dividiendo esta

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna
concentración por el peso de la muestra digerida y multiplicado por los 25ml de
enrasado en los matraces obtenemos los mg de Ca/g de planta seca.

Magnesio

El contenido en magnesio de los suelos es otro de los valores a determinar cuando se quiere conocer el grado de fertilidad de un terreno. El magnesio es un elemento esencial para las plantas, formando parte de la molécula de clorofila. La deficiencia de magnesio provoca, en las plantas, una disminución de xantofilas y carotenos, además de la clorosis debida a la falta de clorofila. El magnesio interviene, además, en el transporte de sustancias característico del metabolismo vegetal y en la actividad de varios enzimas catalizadores del metabolismo de los hidratos de carbono. Todo ello indica la importancia que tiene para las plantas un suministro adecuado de este elemento.

Como en otros casos, del magnesio total contenido en los suelos, la única fracción que tiene un verdadero interés es el magnesio asimilable, pues el resto difícilmente interviene en la nutrición de las plantas.

Material y aparatos

- Fotómetro de absorción atómica (Varian SpectrAA 220)
- Matraz Erlenmeyer de 250ml;
- Un vaso de 2,5 litros, de vidrio calentable;
- Un vaso de 100ml.

Procedimiento

Preparación de las soluciones patrón de Mg:

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

1. Se pesan exactamente 2,545g de Mg, de calidad reactivo para análisis, en un vaso de 100ml se disuelven con 50ml de agua destilada, se pasan a un aforado de 1 litro y se diluyen al volumen, con agua destilada. Esta solución contiene 1g de Mg por litro (1000mg/l de Mg).
2. Se toman, con las correspondientes pipetas, 1, y 2ml de la solución de NaCl antes obtenida, se ponen cada una de estas cantidades en un matraz aforado de 100ml y se diluyen a este volumen. Estas soluciones contendrán 10, y 20mg/l de magnesio.
3. Se toman, con las correspondientes pipetas, 1, 4, y 6ml de la solución que contiene 20mg/l de magnesio, se pone cada uno de estos volúmenes en un matraz aforado de 100ml. Esta solución contendrá 1, 4, y 6mg/l de Mg.

Antes de comenzar a medir las 16 muestras, hay que calibrar el fotómetro, para ello se pone en marcha el fotómetro o espectrofotómetro de llama, siguiendo minuciosamente sus instrucciones y acoplado el filtro y lámpara correspondiente al Mg, que debe tener una transmisión máxima a 285,2nm o ajustando el monocromador para realizar medidas a 285,2nm, ajustando el aparato para que la solución de 20mg/l de magnesio dé una lectura de 90.

Una vez obtenida la recta de calibrado, pasamos a medir las muestras, anotando sus valores. Las concentraciones utilizadas para realizar dicha recta de calibrado son las siguientes: 1, 2, 5, 7, 10, 15, y 20ppm.

Se introdujeron los resultados en una hoja EXCEL y se obtuvieron directamente las rectas de calibrado con sus correspondientes ecuaciones. Una vez determinadas las absorbancias de Mg con el Fotómetro de absorción atómica se utilizaron la ecuación de calibrado y despejando se obtiene la concentración de Mg en mg/l. Dividiendo esta

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

concentración por el peso de la muestra digerida y multiplicado por los 25ml de enrasado en los matraces obtenemos los mg de Mg/g de planta seca.

2.3.5.3 Determinación de Na y K: FOTOMETRÍA DE LLAMA

Espectrofotometría por llama es una técnica de emisión que utiliza una llama como fuente de excitación y un fotodetector electrónico como dispositivo de medida.

Se trata principalmente de un método de análisis cuantitativo y es uno de los métodos más sencillos y precisos para el análisis de metales alcalinos, la mayor parte de los metales alcalinotérreos y algún otro elemento metálico.

También es posible realizar un análisis cualitativo examinando todas las longitudes de onda del espectro de emisión (espectrofotometría de llama o fotometría de llama). Su aplicación es limitada si se compara con la espectroscopia de emisión ordinaria, ya que la energía de la llama permite excitar únicamente de 30 a 50 elementos, siendo este número función del tipo de llama utilizada. La muestra debe estar disuelta.

Dada la estrecha relación existente entre absorción atómica y fotometría de llama es inmediata una comparación entre ellas. En fotometría de llama la sensibilidad es proporcional al número de átomos que se han excitado, mientras que, en absorción atómica la sensibilidad depende del número de átomos que se encuentran en el estado fundamental. Normalmente, tan sólo un pequeño porcentaje de átomos se encuentran en estado excitado en la llama. Por lo tanto, la absorción atómica da lugar, en general, a una mayor sensibilidad que la fotometría de llama para un gran número de elementos.

Además, la absorción atómica es una técnica que presenta menos interferencias y es más simple que la fotometría de llama, lo que explica el espectacular desarrollo de la técnica en los últimos años. Hay que señalar que a pesar de ello, la absorción atómica no ha eliminado el uso de la fotometría, sino que ambos métodos deben considerarse

complementarios, siendo la sensibilidad de cada uno de ellos superior a la del otro para determinados elementos.

Las ventajas fundamentales de la utilización de la llama como fuente de excitación son que los espectros son muy sencillos y que los resultados cuantitativos tienden a ser más reproducibles. Los espectros son sencillos debido a la baja energía de excitación de la llama que da lugar a pocas líneas de emisión. Este hecho hace disminuir el problema de las interferencias espectrales a partir de líneas y bandas de otros elementos y además no implica la necesidad de un monocromador de elevada resolución. La mayor reproducibilidad de estos métodos se debe al mejor control de las variables en una excitación por llama.

Las dos desventajas más importantes de los métodos de emisión en llama son que la energía de excitación es demasiado baja para la mayoría de los elementos y que la muestra debe estar disuelta. En absorción atómica la baja energía no es una desventaja tan importante ya que la misión de la llama, en ese caso, es únicamente atomizar la muestra y formar un vapor de átomos sin excitar; por esta razón es aplicable a un mayor número de elementos que la fotometría de llama.

Potasio

El contenido en potasio total de los suelos está poco relacionado con el suministro de este elemento a las plantas, que depende más directamente del contenido en potasio asimilable. Por ello, este último constituye la única fracción con verdadero interés agronómico y es el que se analiza más frecuentemente.

El potasio y el sodio, en pequeñas cantidades, son difíciles de determinar por métodos analíticos químicos. Sin embargo, la fotometría de llama permite medir con exactitud contenidos inferiores a una parte por millón (1mg/l) de potasio o sodio en suelos.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

Material y métodos

- Espectrofotómetro de llama (Flame photometer PFP 7 JENWAY)
- Matraz Erlenmeyer de 250ml;
- Un vaso de 2,5 litros, de vidrio calentable;
- Un vaso de 100ml.

Procedimiento

Preparación de las soluciones patrón de potasio:

1. Se pesan exactamente 1,910 g de KCl, calidad reactivo para análisis, en un vaso de 100ml, se disuelven en 50ml de agua destilada, se pasa la solución a un matraz aforado de 1 litro y se diluye a este volumen con agua destilada. Esta solución contiene 1g de potasio por litro (1 000 mg/l de potasio).
2. Se toman, con las correspondientes pipetas, 1, 2, 5 y 10ml de la solución de KCl antes obtenida, se pone cada una de estas cantidades en un matraz aforado de 100ml y se diluye con agua destilada. Estas soluciones contienen 10, 20, 50 y 100mg/l de potasio.
3. Se toman, con las correspondientes pipetas los volúmenes necesarios de la solución que contiene 100mg/l de potasio, se pone cada uno de estos volúmenes en un matraz aforado de 100ml y se diluye hasta el enrase con agua destilada. Estos volúmenes contienen, respectivamente 10, 15, 20, 25, 30mg/l de potasio.

Antes de comenzar a medir las muestras, hay que calibrar el fotómetro, para ello se pone en marcha el fotómetro, o espectrofotómetro de llama, siguiendo minuciosamente las instrucciones del aparato y acoplado al fotómetro el filtro correspondiente al potasio, que debe tener una transmisión máxima a 768nm, o ajustando el monocromador del espectrofotómetro para realizar lecturas a 768nm.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

- Se introduce el capilar del fotómetro de llama en la cubeta que contiene agua destilada.
- Se saca el capilar del fotómetro de llama del agua destilada y se introduce en la solución que contiene 16mg/l de potasio.
- Se ajusta el aparato para que la lectura de la escala corresponda a 90.
- Se saca el capilar de la solución de 16mg/l y se introduce en la de agua destilada.
- Se anota la lectura de la escala correspondiente al agua destilada.
- Se vuelve a pasar, por el aparato, la solución de 16mg/l de potasio y se observa si vuelve a marcar 90. En caso contrario se vuelve a ajustar.
- Se pasa agua destilada y se observa si el aparato señala la misma lectura que al pasar agua destilada anteriormente. Una vez calibrado se pasan las soluciones de 1, 2, 5, 7, 10, 15, 20 y 25ppm de potasio, en este orden, y se anotan los valores correspondientes de la escala.

Una vez obtenida la recta de calibrado, pasamos a medir las muestras, anotando sus valores.

Se introdujeron los resultados en una hoja EXCEL y se obtuvieron directamente las rectas de calibrado con sus correspondientes ecuaciones. Una vez determinadas las absorbancias de K con el Fotómetro o espectrofotómetro de llama se utilizaron la ecuación de calibrado y despejando se obtiene la concentración de K en mg/l. Dividiendo esta concentración por el peso de la muestra digerida y multiplicado por los 25ml de enrasado en los matraces obtenemos los mg de K/g de planta seca.

Sodio

La falta de sodio no se considera un problema, en los suelos sí puede serlo su exceso. Los suelos alcalinos y sódicos poseen características físicas inadecuadas, por su facilidad de formar suspensiones coloidales; estos suelos aparecen frecuentemente en regiones áridas y semiáridas, sometidas a procesos edafológicos típicos.

En todos estos casos es muy interesante conocer el contenido en sodio del suelo para realizar los tratamientos correctores adecuados. Normalmente se consideran aceptables, para muchos cultivos, los contenidos en sodio asimilable comprendidos entre 1 y 50mg/l.

Material y aparatos

- Fotómetro o espectrofotómetro de llama (Flame photometer PFP 7 JENWAY)
- Matraz Erlenmeyer de 250ml;
- Un vaso de 2,5 litros, de vidrio calentable;
- Un vaso de 100ml.

Procedimiento

Preparación de las soluciones patrón de sodio:

1. Se pesan exactamente 2,545 g de NaCl, de calidad reactivo para análisis, en un vaso de 100ml se disuelven con 50ml de agua destilada, se pasan a un aforado de 1 litro y se diluyen al volumen, con agua destilada. Esta solución contiene 1 g de sodio por litro (1000mg/l de sodio).
2. Se toman, con las correspondientes pipetas, 2, 5 y 10ml de la solución de NaCl antes obtenida, se ponen cada una de estas cantidades en un matraz aforado de 10ml

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

y se diluyen a este volumen con agua destilada. Estas soluciones contendrán 10, 15, 20, 25 y 30mg/l.

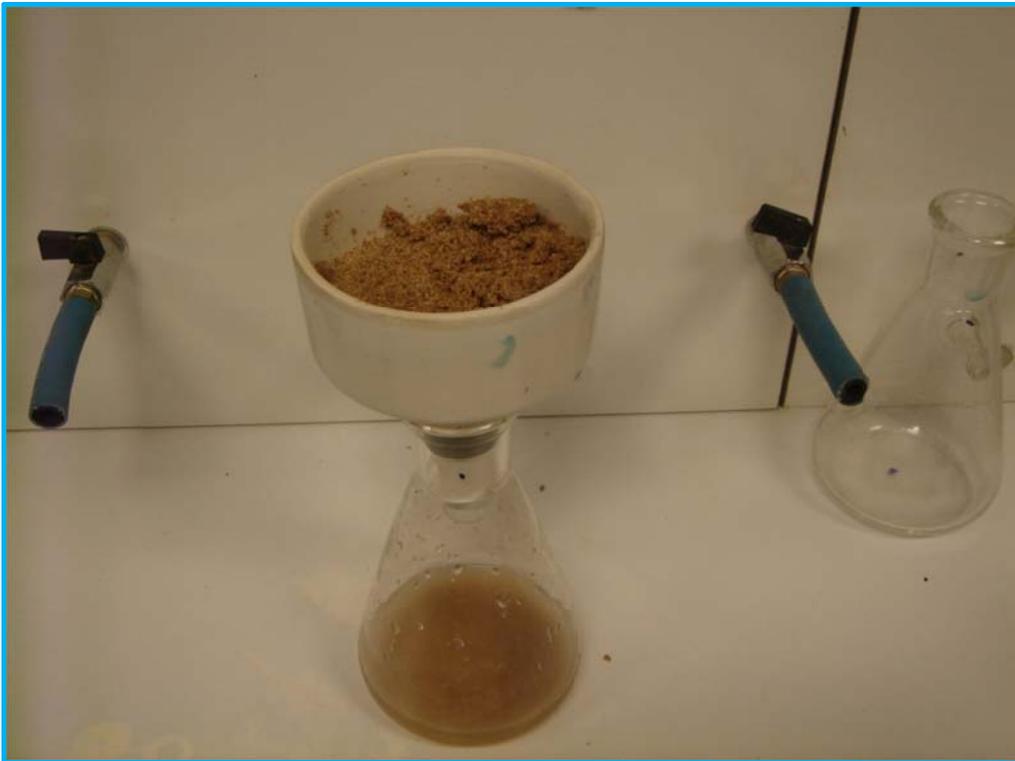
3. Se toman, con las correspondientes pipetas, 2, 4, 8, 12, y 16ml de la solución que contiene 100mg/l de sodio, se pone cada uno de estos volúmenes en un matraz aforado de 100ml y se lleva a este volumen con agua destilada. Esta solución contendrá 2, 4, 8, 12, y 16mg/l de sodio.

Antes de comenzar a medir las muestras, hay que calibrar el fotómetro, para ello se pone en marcha el fotómetro, o espectrofotómetro de llama. Se sigue el mismo proceso que en el caso del potasio con las soluciones que contienen 1, 2, 5, 7, 10, 15, 20 y 25ppm de sodio, ajustando el fotómetro o espectrofotómetro de llama a 90 con la solución que contiene 25ppm de sodio y acoplado el filtro correspondiente al sodio que debe tener una transmisión máxima a 589nm, o ajustando el monocromador para realizar medidas a 589nm.

Una vez obtenida la recta de calibrado, pasamos a medir las muestras, anotando sus valores.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Vallidigna

Se introdujeron los resultados en una hoja EXCEL y se obtuvieron directamente las rectas de calibrado con sus correspondientes ecuaciones. Una vez determinadas las absorbancias de Na con el Fotómetro o espectrofotómetro de llama se utilizaron la ecuación de calibrado y despejando se obtiene la concentración de Na en mg/l. Dividiendo esta concentración por el peso de la muestra digerida y multiplicado por los 25ml de enrasado en los matraces obtenemos los mg de Na/g de planta seca.



Fotografía 2.3.5.3.1 Muestra filtrando para la determinación de Na y K



Fotografía 2.3.5.3.2 Extracto recogido de las muestras analizadas.

MUESTRAS	MEDIDA DE pH	MEDIDA DE LA CONDUCTIVIDAD
Muestra 1	8,28	0,631 dS/m
Muestra 2	8,32	0,630 dS/m
Muestra 3	8,17	0,408 dS/m
Muestra 4	8,20	0,259 dS/m

Tabla 2.3.5.3.1 Valores de pH y conductividad del extracto de pasta saturada.

2.3.6 Color

2.3.6.1 Determinación del color del suelo

El color de un material es el resultado de la reflexión en su superficie de radiaciones del intervalo visible de la radiación solar incidente. En el suelo debemos considerar que está formado por diversos materiales que poseen distintos coeficientes de reflexión, así pues, el color vendrá determinado por el material más abundante y con gran superficie específica como puede ocurrir con los óxidos de hierro y con la materia orgánica.

El hierro en condiciones de buena aireación se presenta en forma de ión Fe^{+3} dando como óxido más abundante: el $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, hematita, de color rosa o púrpura cuando se presenta en partículas de tamaño limo o arena o de color rojo intenso cuando se encuentra más finamente dividida (turgita). La hematita es inestable en condiciones de humedad dando $\gamma\text{-FeOOH}$, goetita, de color pardo amarillento, cuando se encuentra en forma de partículas muy finas, de color amarillo (limonita).

Los tonos rojos y pardos de los suelos se deben a la presencia de hematita y goetita que aparecen formando una cubierta sobre la superficie de las partículas de los suelos.

En suelos pobremente drenados puede aparecer un polimorfo de la goetita: la lepidocrocita, $\gamma\text{-FeOOH}$, de color naranja brillante. El ión Fe^{+2} se presenta en condiciones de anaerobiosis dando compuestos de color gris, azul o verde.

La coloración gris y blanca en condiciones de aerobiosis se debe a la presencia de compuestos como el cuarzo, carbonatos de calcio, de magnesio, yesos o sales más solubles.

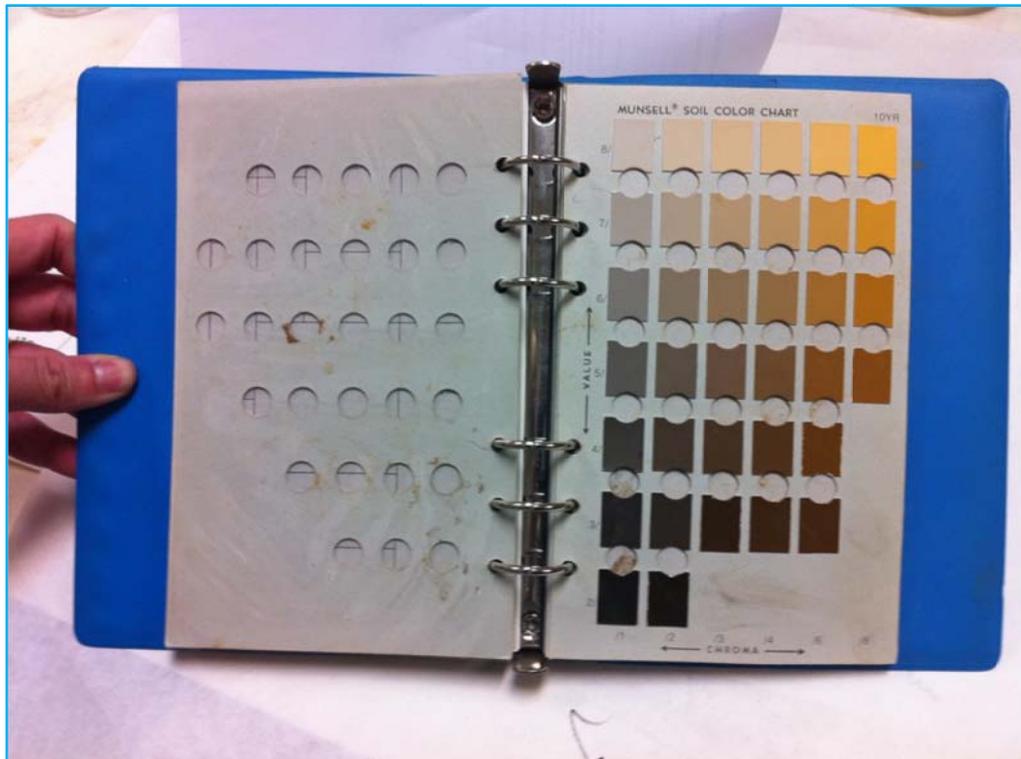
El color oscuro en los suelos aumenta con el contenido en materia orgánica y grado de humificación de la misma. Sin embargo el color oscuro puede deberse a la presencia de dióxido de manganeso, carbón elemental, magnetita y arcillas oscuras.

El color se determina por comparación en una tabla de colores siendo la más común la de Munsell para los suelos. Un color queda definido por tres variables: matiz, brillo y saturación.

Matiz: Determinado por la longitud de onda dominante de la luz visible reflejada.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Vallidigna

En las tablas de Munsell los colores se agrupan por matices, de modo que los colores que aparecen en una hoja tienen el mismo matiz. Para suelos se emplea la parte de la cara que corresponde a la formación de matices con los colores rojo y amarillo.



Fotografía 2.3.6.1. Tablas de Munsell.

La notación para designar el matiz consiste en emplear letras que indican el color de la longitud de onda dominante (R para el rojo, RY rojo-amarillo e Y para el amarillo). Precedidas por los números del 0 al 10: 0; 2,5; 5; 7,5; 10.

Dentro de cada letra el matiz resulta más amarillo y menos rojo a medida que aumenta el valor del número. Los colores acromáticos se designan por la letra N.

Brillo: Es una medida de la intensidad del color por unidad de superficie.

Cuantitativamente es igual a la raíz cuadrada del % de la luz visible que ha sido reflejada. La notación empleada para el brillo consiste en números del 0 para negro absoluto, al 10 para blanco absoluto.

Saturación: Pureza relativa del color espectral dominante.

La notación para la saturación consiste en números del 0 al 20. Los colores acromáticos: blanco, gris y negro serán los carentes de matiz y saturación. En cada hoja de las tablas Munsell, el brillo se ordena verticalmente y en orden creciente de abajo hacia arriba. La saturación se ordena horizontalmente y en orden creciente de izquierda a derecha.

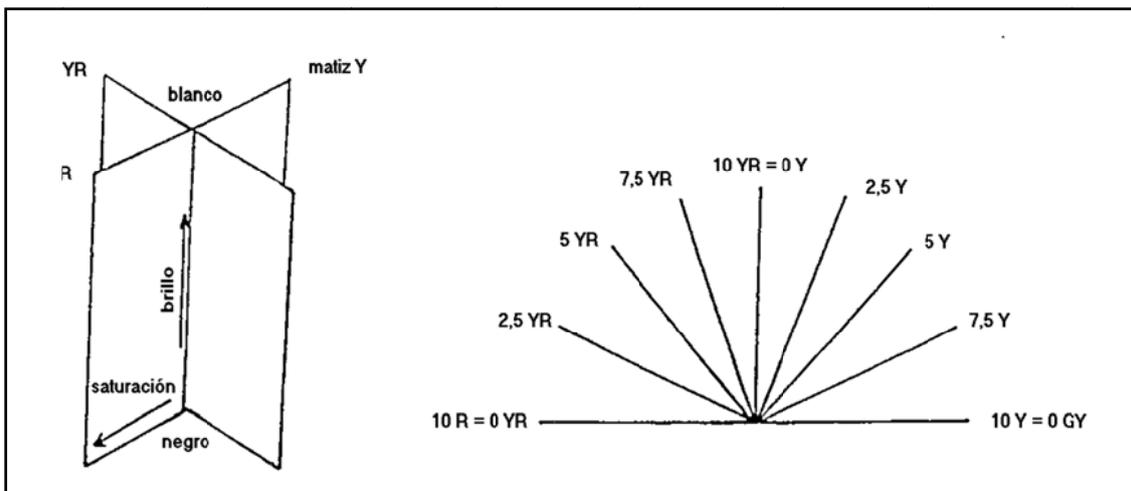


Figura 2.3.6.1.1 Anotaciones Munsell para los matices empleados en el suelo (Izquierda). Disposición y sentido de incremento de valores de brillo y saturación en cada hoja de matiz en la tabla Munsell. (Derecha).

El color del suelo se representa por las anteriores notaciones colocadas según se indica:

$$\text{Color} = \text{Matiz brillo} / \text{Saturación}$$

así, la notación para un color de matiz 5YR, brillo 5 y saturación 6 será: 5YR 5/6. El color blanco tendrá la notación: N 10/0, el color negro N0/0 y un gris de brillo 5: N 5/0.

Para el caso de la P1 20-40cm en suelo seco quedaría de la siguiente forma: 10YR es el matiz, 6 el brillo y 3 saturación.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Vallidigna

El color del suelo cambia con el contenido de humedad afectando al brillo en + ½ a -3 unidades y la saturación en - ½ a +3 unidades. Raras veces el cambio de humedad afecta al matiz.

2.3.6.2. Procedimiento

Utilizando una tabla Munsell estimar el matiz, brillo y saturación del color de un suelo en seco y en húmedo.

2.3.7 Carbonatos

2.3.7.1 Contenido en carbonatos totales

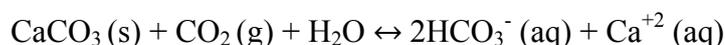
El carbono inorgánico se presenta en los suelos en forma de carbonatos y especialmente como carbonatos poco solubles de elementos alcalinotérreos, siendo el CaCO_3 (carbonato cálcico o calcita) con mucho el más abundante de todos. Le sigue en importancia la dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ que aparece en suelos formados sobre dolomías.

Mucho menos frecuente en suelos son el isómero de la calcita, llamado aragonito y el MgCO_3 (magnesita), ambos minerales son más solubles que la calcita y de más rara presencia en rocas sedimentarias. En suelos alcalinos, pueden encontrarse carbonatos de elementos alcalinos, principalmente carbonato sódico con varios grados de hidratación.

En la fase solución del suelo se encuentran cantidades variables de CO_2 , H_2CO_3 y de los iones HCO_3^- y CO^{2-} .

La cantidad de carbonato que se solubiliza a partir de cualquiera de los minerales mencionados depende, además de su producto de solubilidad, de la presión parcial de CO_2 en equilibrio con la solución del suelo y de la fuerza iónica de la solución.

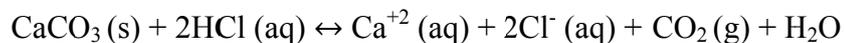
Un aumento de la presión parcial de CO_2 aumenta la cantidad de Ca^{+2} y/o Mg^{+2} que pasa a solución. Para la calcita:



Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Vallidigna

2.3.7.2 Determinación

Tratando los carbonatos con un ácido se produce el desprendimiento de CO₂ según la reacción:



Midiendo en condiciones idénticas de presión y temperatura, la cantidad de CO₂ desprendido por un peso de suelo y por una cantidad conocida de CaCO₃ puro, podremos determinar los carbonatos sólidos del suelo expresados en CaCO₃ por 100 gramos de suelo.

2.3.7.3 Material y reactivos

- Calcímetro de Bernard
- Ácido clorhídrico diluido al 50%



Fotografía 2.3.7.3.1 Calcímetro de Bernard

2.3.7.4 Procedimiento

1) Pesar 1 gramo y verter la muestra en el erlenmeyer (A) del calcímetro de Bernard, introduciendo también en éste, el tubito que acompaña al calcímetro, en el que se han puesto unos mL de ácido clorhídrico, sin que se vierta el contenido. Con la llave (C), abierta para mantener la presión atmosférica en el interior del erlenmeyer, tapar éste con el tapón de goma (B). Desplazar el depósito (E) para enrasar a cero el nivel agua en la bureta (D).

2) Cerrar la llave (C) y coger el erlenmeyer por el cuello con unas pinzas e inclinar de modo que se vierta el ácido sobre la tierra. Agitar el erlenmeyer y a medida que descienda en nivel de líquido en la bureta, hacer descender el depósito de forma que conserve el mismo nivel en ambos, anotando la lectura del nivel a intervalos de 30 segundos. Cuando el nivel del agua en el tubo quede estacionario dejar de agitar y tomar la lectura del nivel alcanzado por el agua en la bureta.

3) Repetir las operaciones descritas con un peso conocido, del orden de 200 mg, de carbonato cálcico pulverizado.

4) Con los datos obtenidos calcular el contenido del suelo en carbonatos, expresados en % de suelo seco.

2.3.8 Salinidad

2.3.8.1 Prueba previa de salinidad

Los iones que se presentan en mayor proporción en la solución son los cationes sodio, calcio y magnesio y los aniones cloruro y sulfato. En cantidades generalmente menores a parece el catión y los aniones bicarbonato, carbonato y nitrato. El origen primario de los iones en la solución del suelo es el de la meteorización de los minerales, pero la presencia en grandes cantidades se debe a la acumulación producida por aportes de otras zonas.

El contenido total de los iones, expresado como concentración por unidad de solución se denomina: contenido en sales solubles de la solución del suelo.

La permanencia de alto contenido en sales solubles en los horizontes superiores del suelo se producirá en regiones áridas o semiáridas, donde el valor de la evapotranspiración supera al de la precipitación. En regiones húmedas las sales solubles son lavadas del suelo y se mantiene generalmente en niveles bajos de concentración.

2.3.8.2 Suelo salino

El contenido de los solutos en la solución del suelo puede llegar a valores de toxicidad debido al valor de la presión osmótica que alcanza la solución o a efectos tóxicos específicos de los solutos.

Un suelo salino se define como aquel que contiene iones en solución en tal concentración que se produce una merma en alguna característica fisiológica de la vegetación que se sustenta de él. Como todas las plantas no son igualmente sensibles a un mismo nivel de salinidad, el concepto de suelo salino se concreta a aquel nivel que produzca una disminución en el crecimiento de muchos cultivos.

2.3.8.3 Determinación de concentración de sales en la solución del suelo

El método directo sería medir la concentración en los extractos de la solución del suelo a diferentes contenidos de humedad. A efectos comparativos, se mide en todos los suelos a una humedad, definida no por un contenido numérico prefijado, sino a la que el suelo queda saturado, es decir en el extracto de saturación del suelo.

Sin embargo el método generalizado para medir la salinidad del suelo es el de la medida de la conductividad eléctrica específica (C.E) del mismo o de la solución que se ha separado del suelo a una humedad predeterminada, generalmente la humedad de saturación.

La medida de la conductividad eléctrica tiene las siguientes ventajas con respecto a la concentración de sales:

- Al control que el producto de solubilidad puede ejercer sobre la concentración de los iones al variar el contenido de humedad.
- Al intercambio iónico que cambia la clase de iones en la solución y, por tanto, la movilidad.
- Al variable efecto del cribado salino cuando se cambia la humedad en la concentración iónica de la solución que se separa del suelo.

2.3.8.4 Cálculo de la concentración conociendo la C.E.

La resistencia eléctrica de un conductor se define mediante la ecuación:

$$R = \rho * \frac{L}{S}$$

Donde R es la resistencia del conductor, ρ la resistividad del conductor; L la longitud y S la sección del conductor.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

La C.E es la inversa de la resistividad:

$$C.E = \frac{1}{\rho} = \frac{L}{(S * R)}$$

Y la unidad de medida para la C.E es el Siemen*m⁻¹ y submúltiplos. La C.E de una solución de electrolitos depende de:

- a) La naturaleza de los iones
- b) Concentración de los iones
- c) La temperatura de la solución

Los efectos sobre los cultivos del contenido en sales solubles del suelo, medido por el valor de la conductividad eléctrica en el extracto de saturación a 25°C se presentan en la tabla:

CE_{25°C} dS/m	EFFECTOS EL CONTENIDO EN SALES
0 - 2	Despreciable
2 - 4	Limitación en rendimiento en cultivos calificados como muy sensibles
4 - 8	Limitación en rendimiento de muchos cultivos
8 - 16	Solo cultivos tolerantes tienen rendimientos satisfactorios
>16	Muy pocos cultivos tienen rendimiento satisfactorio

Tabla 2.3.8.5.1 Efectos del contenido en sales en el suelo.



Fotografía 2.3.8.5.1. Conductímetro.

2.3.8.5 Material y aparatos

- Agitador mecánico
- Frascos de cristal de 100 ml
- Embudos y tubos de ensayo
- Conductímetro

2.3.8.6 Procedimiento

- Pesar 10 gramos de suelo desecado al aire y colocarlo en el frasco. Añadir 50 mL de agua destilada y tapar.
- Agitar durante media hora y dejar reposar durante unos minutos.
- Medir la C.E cuando la salinidad sea superior a $0,2 \text{ dS m}^{-1}$. Se prepara la pasta saturada del suelo.

2.4 Vegetación autóctona

2.4.1 Introducción

La playa resulta ser un medio bastante hostil para la vida, dadas las duras condiciones ambientales que reinan en ella. Por lo que su diversidad biológica se halla muy atenuada, están presentes unas pocas especies junto a cúmulos de restos animales y vegetales marinos (algas muertas, conchas...) allí depositados por el oleaje.

En la parte superior de la playa donde llega el oleaje, los restos orgánicos depositados forman una banda discontinua, siendo aprovechados por ciertas plantas anuales resistentes a la alta salinidad y adaptadas a la riqueza en materia orgánica que posee el suelo, a este tipo de plantas se las conoce como, plantas *halonitrófilas*, entre ellas cabe citar al “rabe de mar” (*Cakile marítima*), la “barrera punxosa” (*Salsola kali*) y el “passacamins marí” (*Polygonum maritimum*). Debido a la escasa incidencia de las mareas y al flujo irregular del oleaje estas plantas constituyen núcleos aislados que se pueden extender fragmentariamente hacia zonas más interiores, como respuesta a la nitrificación del medio derivada de los cúmulos de desperdicios generados por la actividad humana.

2.4.2 Especies autóctonas más frecuentes

Sobre estos montículos crece una flora, cuyo carácter pionero hace que se conserven fragmentos en buen estado a pesar de la degradación que ha venido sufriendo la playa, un representante de esta flora es la gramínea denominada “borro” (*Amophila arenaria*) acompañada de otras especies como el “lirio de mar” (*Pancratium maritimum*), la “lletrera” (*Euphorbia paralias*) o el “melgo marí” (*Medicago marina*).

Pasado el primer cordón dunar las dunas empiezan a fijarse, debido a la menor movilidad de la arena por la atenuación de la fuerza del viento, permitiendo un mejor asentamiento de la vegetación que, reciprocamente, contribuye a una mayor fijación de la arena; esta vegetación es rica en plantas leñosa de escaso porte, caso de la “creuedeta marina” (*Malcomia littorea*), la “sempreviva borda” (*Helichrysum stoechas*) o la “melera” (*Ononix matrix*), pudiendo alternar con otras herbáceas halonitrófilas arenícolas (como la especie *Centaurea seridis*) cuando se da cierta degradación ambiental.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

En la fijación de las dunas también se emplearon plantas autóctonas como es el caso de “la caña” *Orundo donax* o el “tamarix” *Tamarix gallica*.

Algunas especies mas características de los ecosistemas dunares, tales como polígono marino (*Polygonum maritimum*), cardo marino (*Eryngium maritimum*), alhelí de mar (*Malcolmia littorea*), berza marina (*Calystegia soldanella*), algodónosa (*Otanthus maritimus*) y oruga de mar (*Cakile maritima*)

Para una mayor comprensión y facilidad de entendimiento se exponen a continuación fotografías de la vegetación dunar mencionada líneas arriba:



Fotografía 2.4.2.1 *Amophila arenaria*



Fotografía 2.4.2.2. *Pancratium maritimum*

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna



Fotografía 2.4.2.3. *Euphorbia paralias*



Fotografía 2.4.2.4. *Medicago marina*



Fotografía 2.4.2.5. *Malcomia littorea*



Fotografía 2.4.2.6. *Helichrysum stoechas*



Fotografía 2.4.2.7. *Ononix matrix*



Fotografía 2.4.2.8. *Centaurea seridis*

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna



Fotografía 2.4.2.9. *Orundo donax*



Fotografía 2.4.2.10. *Tamarix gallica*



Fotografía 2.4.2.11. Polígono marino (*Polygonum maritimum*)

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna



Fotografía 2.4.2.12. Cardo marino (*Eryngium maritimum*)



Fotografía 2.4.2.13. Alhelí de mar (*Malcolmia littorea*)



Fotografía 2.4.2.14. Berza marina (*Calystegia soldanella*)

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Vallidigna



Fotografía 2.4.2.15. Algodonosa (*Otanthus maritimus*)



Fotografía 2.4.2.16. Oruga de mar (*Cakile maritima*)

2.5 Vegetación alóctona.

2.5.1. Introducción

La elevada presión y frecuentación humana unidas a determinados impactos naturales procedentes del oleaje, inundaciones de agua de mar, erosión o deposición de arenas, provocan que los sistemas dunares costeros de nuestro país estén expuestos a un conjunto de agresiones y a una perturbación tal que afectan de manera considerable a su conservación.

Además, no podemos olvidarnos de las especies exóticas que, al naturalizarse, pueden alterar las características estructurales y funcionales de los ecosistemas naturales y seminaturales, convirtiéndose en especies invasoras. Esta adversa situación ha suscitado que desde el Ministerio de Medio Ambiente exista un gran interés por preservar, conservar y restaurar los sistemas dunares costeros existentes en el litoral español.

En general, las actividades humanas sobre las dunas costeras han causado un extenso cambio ecológico y morfológico. Tanto su destrucción y fragmentación así como los procesos relacionados con su formación y mantenimiento, han conducido a la pérdida de un buen número de playas, dunas y humedales, desencadenando, asimismo, un incremento del número de especies de organismos amenazados.

Queda patente que la degradación y desaparición de las dunas debido a la actividad humana es consecuencia, principalmente, de las actividades que el hombre desarrolla en la costa. Desde el uso residencial y recreativo hasta el ganadero y agrícola, afectando en todos los casos, en mayor o en menor medida, a las dunas costeras.

Como dato significativo, cabe destacar que las dunas costeras europeas representan actualmente un 75% del área existente hace un siglo. Hoy en día, alrededor de un 45% permanecen intactas de forma natural, cifra que en el Mediterráneo se reduce a un 25%. Una previsión a tener en cuenta es que la tasa de desaparición de dunas y playas en Europa está estimada para las últimas décadas en, aproximadamente, 30 ha/año. La situación en España tampoco es optimista. La proporción que corresponde a sistemas dunares de la Península Ibérica que requieren algún tipo de actuación es de un 80% del total, y tan sólo un 20% de ellos, se encuentra en buen estado.

2.5.2 Especies aloctonas más frecuentes

Las dunas constituyen una excelente barra natural frente al duro embate de los vientos marinos cargados de sal, protegiendo de este modo a las comunidades y cultivos situados detrás del cordón dunar; por este motivo fueron conservados por los antiguos labradores, los cuales contribuyeron a su fijación mediante la introducción de plantas exóticas, tales como “la pitera”, *Agave americana*, la “Figuera de pala”, *Opuntia ficus-indica* y “uñas de gato”, *Carpobrotus edulis*.

Para una mayor comprensión y facilidad de entendimiento se exponen a continuación fotografías de la vegetación dunar mencionada líneas arriba:



Fotografía 2.5.2.1 “la pitera”, *Agave americana*

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna



Fotografía 2.5.2.2 “Figuera de pala”, *Opuntia ficus-indica*



Fotografía 2.5.2.3 “Uñas de gato”, *Carpobrotus edulis*.

Resultados y Discusión

3. Resultados y discusión

3.1 MO

Sí para cada una de las muestras analizadas los valores obtenidos para el contenido de carbono orgánico oxidable son:

$$\%CO_{MUESTRA\ 1} = \frac{(10 * 1) - (21 * 0,5 * 0,869)}{0,998 * 1,5} * 0,003 * 100 * 1,3 = 0,228\% CO$$

$$\%CO_{MUESTRA\ 2} = \frac{(10 * 1) - (21,7 * 0,5 * 0,869)}{0,999 * 1,5} * 0,003 * 100 * 1,3 = 0,148\% CO$$

$$\%CO_{MUESTRA\ 3} = \frac{(10 * 1) - (21,5 * 0,5 * 0,869)}{0,998 * 1,5} * 0,003 * 100 * 1,3 = 0,171\% CO$$

$$\%CO_{MUESTRA\ 4} = \frac{(10 * 1) - (21,6 * 0,5 * 0,869)}{0,999 * 1,5} * 0,003 * 100 * 1,3 = 0,160\% CO$$

Y multiplicando el % CO por 2 obtenemos el contenido en materia orgánica:

Muestra 1: 0,456 % MO

Muestra 2: 0,296 % MO

Muestra 3: 0,342 % MO

Muestra 4: 0,320 % MO

3.2 Textura

Los valores se presentan en la siguiente tabla:

Muestras	% Arcilla	% Limo	% Arena	Clase estructural
Muestra 1 (0 – 20 cm)	0	12	88	Arenoso-franco
Muestra 1 (20 – 40 cm)	0	4	96	Arenoso
Muestra 2 (0 – 20 cm)	0	7	83	Arenoso-franco
Muestra 2 (20 – 40 cm)	0	4	96	Arenoso
Muestra 3 (0 – 20 cm)	0	0	100	Arenoso
Muestra 3 (20 – 40 cm)	0	0	100	Arenoso
Muestra 4 (0 – 20 cm)	0	0	100	Arenoso
Muestra 4 (20 – 40 cm)	0	0	100	Arenoso

Tabla 2.3.3.8.4. Cuadro resumen de los % en peso de las partículas y clase textural definida de cada una de las muestras analizadas.

3.3 pH

Los valores se presentan en la siguiente tabla:

MUESTRAS	AGUA		KCl	
	De 0 -20 cm	De 20 -40 cm	De 0 -20 cm	De 20 -40 cm
P1A	8,46	8,82	8,9	8,96
P1B	8,21	9,1	8,84	8,96
P2A	9,17	9,34	8,87	9,06
P2B	9,24	9,4	8,9	9,11
P3A	9,33	9,24	8,54	8,39
P3B	9,32	8,33	8,44	8,47
P4A	9,04	9,33	8,96	8,96
P4B	9,16	9,37	8,8	9,04

Tabla 2.3.4.2.1. Valores de pH en agua y en KCl.

3.4 Cationes

Los valores se presentan en la siguiente tabla:

Muestras	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²
Muestra 1	35,825	48,665	27,55	6,2667
Muestra 2	45,205	18,501	23,44	7,2310
Muestra 3	24,182	6,106	30,22	7,7188
Muestra 4	21,835	3,592	22,88	5,2239

Tabla 2.3.5.4.4. Concentraciones para los cationes Na⁺, K⁺, Ca⁺² y Mg⁺² (mg/L)

3.5 Color

Los valores se presentan en la siguiente tabla:

Según los resultados obtenidos basados en las tablas de color de suelo de Munsell, los colores de las muestras recogidas se resumen en la siguiente tabla:

MUESTRAS	CONDICIONES	MATIZ	BRILLO/SATURACIÓN
P1 20-40 cm	Suelo seco	10 YR	6/3
	Suelo húmedo	10 YR	5/4
P2 20-40 cm	Suelo seco	10 YR	7/3
	Suelo húmedo	10 YR	5/3
P3 20-40 cm	Suelo seco	10 YR	5/3
	Suelo húmedo	10 YR	4/2
P4 20-40 cm	Suelo seco	10 YR	7/3
	Suelo húmedo	10 YR	4/4

Tabla 2.3.6.2.1 Datos sobre el color obtenidos a partir de las tablas de Munsell.

3.6 Carbonatos

Para determinar los carbonatos presentes en nuestras muestras de suelo se ha empleado el calcímetro de Bernard y los resultados obtenidos se plasman en la siguiente tabla:

Muestra suelo	Peso (g)	Volumen de Co ₂ liberado (ml)	gramos de CaCO ₃ en muestra de suelo	gramos de CaCO ₃ en el suelo
P1 (0 - 20)	1	80	0,216	21,60
P1 (20 - 40)	1	78	0,211	21,08
P2 (0 - 20)	1	78	0,211	21,08
P2 (20 - 40)	1	69	0,186	18,64
P3 (0 - 20)	1	71	0,192	19,18
P3 (20 - 40)	1	71	0,192	19,18
P4 (0 - 20)	1	70	0,189	18,91
P4 (20 - 40)	1	81	0,219	21,89
CaCO ₃	0,2	74	0,200	20,00

Tabla 2.3.7.4.1 Determinación de carbonatos a partir de calcímetro de Bernard.

3.7 Salinidad

Los valores se presentan en la siguiente tabla:

MUESTRAS 0 - 20 cm	CE dS/m
P1A	0,318
P1B	0,31
P2A	0,258
P2B	0,252
P3A	0,315
P3B	0,319
P4A	0,293
P4B	0,303

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

MUESTRAS 20 - 40 cm	CE dS/m
P1A	0,302
P1B	0,309
P2A	0,343
P2B	0,326
P3A	0,294
P3B	0,286
P4A	0,376
P4B	0,379

Tablas 2.3.8.7.1 Valores de conductividad eléctrica para las muestras analizadas.

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Vallidigna

3.8 Interpretación

	pH _{H2O}		pH _{KCl}		M.O %	C.E. _{previa} dS/m		Arcilla %	Limo %	Arena %	Clase textural	Pasta saturada						Color		CaCO ₃ %
	0-20cm	20-40cm	0-20cm	20-40cm		0-20cm	20-40cm					pH	C.E dS/m	Ca ⁺² mg/L	Mg ⁺² mg/L	Na ⁺¹ mg/L	K ⁺¹ mg/L	Seco	Húmedo	
P1 A	8,46	8,82	8,90	8,96		0,318	0,302	0	12	88	Arenoso- Franco									21,6
PIB	8,21	9,10	8,84	8,96	0,45	0,31	0,309	0	4	96	Arenoso	8,28	0,631	27,55	6,267	35,825	48,665	10YR6/3	10YR5/4	21,08
P2 A	9,17	9,34	8,87	9,06		0,258	0,343	0	7	83	Arenoso- Franco									21,08
P2B	9,24	9,40	8,90	9,11	0,29	0,252	0,326	0	4	96	Arenoso	8,32	0,630	23,44	7,231	45,205	18,501	10YR7/3	10YR5/3	18,64
P3 A	9,33	9,24	8,54	8,39		0,315	0,294	0	0	100	Arenoso									19,18
P3B	9,32	8,33	8,44	8,47	0,34	0,319	0,286	0	0	100	Arenoso	8,17	0,408	30,22	7,719	24,182	6,106	10YR5/3	10YR4/3	19,18
P4 A	9,04	9,33	8,96	8,96		0,293	0,376	0	0	100	Arenoso									18,91
P4B	9,16	9,37	8,80	9,04	0,32	0,303	0,379	0	0	100	Arenoso	8,20	0,259	22,88	5,224	21,835	3,592	10YR7/3	10YR4/4	21,89

Tabla 3.8.1 Parámetros fisicoquímicos de los suelos de la zona de estudio

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Vallidigna

Como podemos observar en la tabla 3.8.1 la cantidad de MO es baja debido al poco desarrollo de la vegetación como consecuencia del déficit hídrico que presentan estos suelos típicos de zonas dunares al tratarse de una zona árida. Al presentar un elevado contenido en arena, por lo que su infiltración será elevada y producirá un lavado de sales, por lo que el contenido en nutrientes en el suelo será bajo y así mismo una CE baja.

Por otro lado debemos destacar que las dunas presentan valores normales de pH, para el tipo de suelo estudiado se predice que es un valor ligeramente básico, factor que presenta este valor debido entre otras razones a la presencia de carbonato cálcico en los horizontes; según la clasificación de la FAO (1984), es un Arenosol cálcico que son aquellos que contienen alta concentración de carbonato en algún horizonte y éstos presentan en su mayoría el mayor porcentaje de arena en su composición.

Es por esto que la vegetación es escasa en estas zonas, las dunas suelen estar colonizados por vegetación con escasos requerimientos hídricos, adaptada a la escasez de nutrientes y MO y además deben ser capaces de tolerar ciertos cambios en la cantidad de sales que a diferencia de lo que parezca son valores muy pequeños debido al lavado; también deben estar adaptadas a la agresión del viento proveniente del mar.

Conclusiones

Revegetación dunar en la zona Sur de la playa de Tavernes de la Valldigna

La costa de Tavernes de la Valldigna presenta una morfología típica de la costa baja del óvalo valenciano, con formaciones dunares de gran importancia que dieron origen a las diferentes marjales y albuferas que se encuentran diseminadas a lo largo de la costa de la provincia de Valencia que, a consecuencia del curso de numerosos ríos y cauces, se fueron desalinizando paulatinamente.

Estos espacios costeros han sufrido desde finales del siglo XVII sucesivas transformaciones para su uso como campos de cultivos, en principio de arroz, y posteriormente 4n cultivos intensivos de cítricos. Estas modificaciones se realizan en primer término en las zonas más alejadas de la costa, para extenderse después hacia las proximidades del litoral.

Esta expansión y asentamiento de los cultivos fue posible, en gran parte, a la protección que confieren a las dunas frente a la salinización derivada de los vientos marinos. Esta observación ya se consideró por los antiguos labradores, los cuales intentaron proteger estas “barreras” merced a su fijación mediante la introducción de especies vegetales exóticas (caso de la palera, pitera o ña de gato).

En la actualidad, gran parte de los cultivos instalados sobre los antiguos cordones dunares, y lo más próximos a los restos de éstos, son replantados como posibles áreas de expansión urbanística, tal y como se realiza en la actualidad al transformar la antiguas casetas de aperos de labranza en residencias estivales. De este modo, **las dunas se hallan en un estado de serio deterioro**, habiendo sido destruidas su parte central y, en menor medida, el norte del litoral de Tavernes de la Valldigna a causa del tramado urbanístico.

Por este motivo, las únicas formaciones dunares fácilmente observables se hallan en el sector sur, las cuales abarcan un tramo de aproximadamente 2.700 metros de longitud por unos 50 metros de anchura. Las dunas se hallan muy limitadas por el avance de las áreas de cultivo y, recientemente, por las transformaciones de las casetas de aperos en segundas residencias. Así, la segunda línea de de dunas queda frenada por diversos tipos de empalizadas que resguardan casas y cultivos.

Debido a la especial importancia que poseen los sistemas dunares como ecosistemas singulares, los cuales albergan especies de flora y fauna cuya distribución

se halla limitada a esta estrecha y frágil franja, su protección se ha considerado en numerosas conferencias y tratados internacionales.

Además del elevado interés ecológico de estas formaciones, cabe añadir la importancia como reservas naturales que tienen las playas, ya que actúan como zonas de almacenamiento de arenas durante los periodos de vientos de levante y gregal, principalmente, y reponiendo estos áridos en la época de poniente. Esta regulación natural de las playas ha sido gravemente alterada en la mayor de la costa valenciana por la construcción de paseos marítimos, carreteras paralelas a la línea de costa o “urbanizaciones pantalla” ya estén asentadas sobre las mismas dunas o bien rompiendo los cordones dunares.

La reciente inquietud por la defensa de la naturaleza se ha visto reflejada en el desarrollo de gran número de programas de educación ambiental que intentan concienciar sobre la necesidad de conservar el escaso patrimonio natural que queda. Para ello, se recurre a la realización de ejercicios prácticos o salidas al acampo en aquellos enclaves donde se conjuga su interés ecológico con su fácil accesibilidad; en este sentido, las dunas resultan ser parajes idóneos, siendo sencilla la observación tanto de su biota como de sus diversos factores ambientales (huellas, interacciones y adaptaciones a los fuertes gradientes de temperatura, humedad y salinidad).

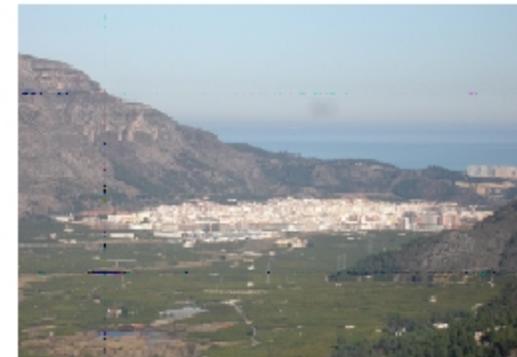
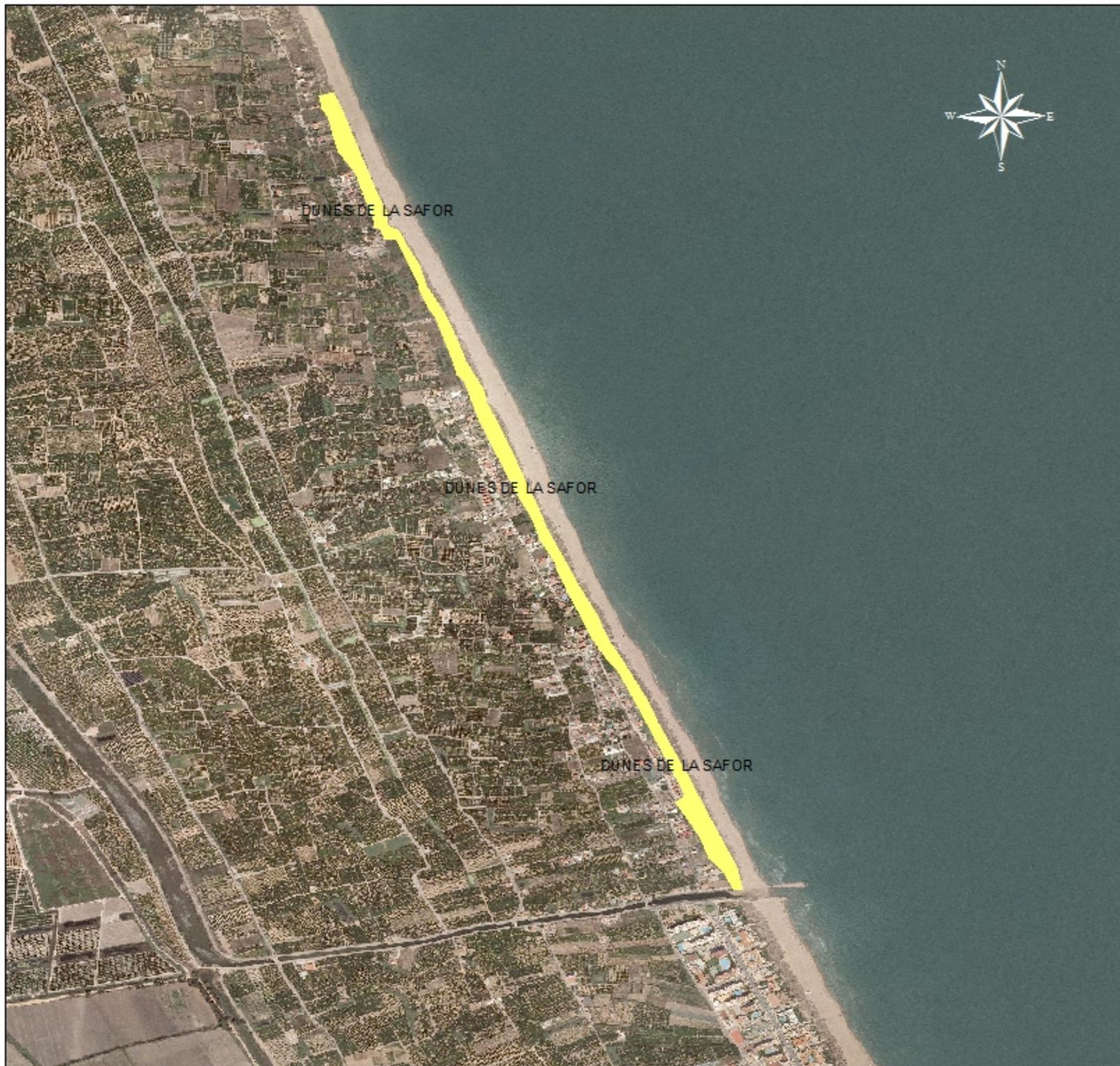
Cabe **destacar**, a modo de síntesis, el **interés ecológico de las formaciones dunares** que, con distinto grado de conservación en el sur del litoral de Tavernes, destacan por su **papel como zonas de regulación y conservación natural de las playas**, así como por su gran **aprovechamiento como zonas de educación ambiental**.

Así pues, **las formaciones dunares deben protegerse**, especialmente en las zonas donde sea posible su recuperación, ya que significa una defensa natural para las playas. En este sentido, el trazado urbanístico debe respetarlas por ser dominio público, estableciéndose además la servidumbre de protección que dicta la Ley de Costas en 100 metros, con el objeto de garantizar su integridad. El planteamiento urbanístico del municipio, en consecuencia, debe otorgar una particular protección para este paraje, por encontrarse en peligro de degradación y teniendo en cuenta el presente estudio.

Bibliografia

5. Bibliografía

- Costa, M., Peris JB. & Figuerola, R.** 1996. La vegetación de la Devesa de La albufera de Valencia. Monografies 1. Ayuntamiento de Valencia, 87 pp.
- Flowers, T.J., Hajibagheri, MA. & Clipson, N.W.J.** 1986. Halophytes. The Quarterly Review of Biologic 61:313-335.
- Garcia Ortola, A.** 2002. Ecofisiología vegetal. Introducción a la fisiología del estrés. Monografies de la UPV. Valencia.
- Mateo Sanz, G.Crespo, MB.** 2001. Manual para la identificación de la flora valenciana. 2º edición. Gomez Coll, Valencia.
- Porta Casanelles, J & Lopez Acebedo, M.** Manual de Análisis de Suelos. Ed: 1986. Col·legi oficial d'enginyers Agrònoms de Catalunya. 283 pp.
- Porta Casanelles, J; Lopez Acebedo, M; Roquero C.** Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ed. Mundiprensa.
- “Manual de restauración de las dunas costeras” Ministerio de Medio Ambiente
- “Formas costeras”. Actuaciones medioambientales costeras. El mediocostero-litoral. Estudi del paisatge i medi físic, PGOU de Tavernes de la Valldigna.
- "Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculuar Amenazada de España"
- E. Bresler; B.L.McNeal; D.L.Carter.** 1982. Saline and Sodic Soils. EditorialSpinger-Verlag. Pág. 236.
- Porta, J.; López Acebedo, M. i Poch, R.M.** 2009. Introducció a l'edafologia, Ús i protecció de sòls. Ediciones Mundi-Prensa.. Pág 509.
- Vila Traver.J.** 2008 “Estudio in viv e in vitro sobre las respuestas al estrés salino en *Plantago crassifolia*. Trabajo fin de carrera sin publicar. I.T. Forestales.
- Restauración de hàbitats dunares en L'Albufera de Valencia. Ofina técnica de la Devesa Albufera.
- Esteve Soriano D.** 2009 “Requisitos edáficos de distintas especies del genero *Juncus* L.” en la Dehesa de El Saler Proyecto final de carrera. Universidad Politecnica de Valencia.



Leyenda

	DUNES DE LA SAFOR
---	-------------------

Escala

0	100	200	400	600	800	Meters
---	-----	-----	-----	-----	-----	--------

Título del proyecto
Revegetación dunar en la zona Sud de la playa de Tavernes de la Valldigna

Fecha	Título del Plano	Nº Plano
28/04/11	Zona de revegetación	1
Escala	Autora	
1: 15.000	Alexa Borrás Fayos	