

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Ciencias Ambientales

---



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA  
SUPERIOR DE GANDIA

# **“Caracterización edáfica de dos saladares: Les Mallades del Saler y El Clot de Galvany”**

**TRABAJO FINAL DE GRADO**

Autor/a:

**Joao Ramón Mohedano Rodrigues**

Tutor/a:

**Josep Vicent Llinares Palacios**

**Mónica Boscaiu Negau**

**GANDIA, 2018**

## **Resumen**

Las zonas de la Devesa del Saler y la del Clot de Galvany son zonas naturales de gran interés en la Comunidad Valenciana, ya que albergan una serie de saladares de gran importancia como parajes naturales o como fuente de biodiversidad de fauna y flora. Concretamente, los saladares que son objeto de este estudio son, por una parte, las localmente denominadas “malladas del Saler”, conformadas por las llamadas “malladas del Lago del Saler, Racó de l’Olla y la Mallada Llarga” situadas en la provincia de Valencia, y, por otra parte, el saladar del Clot de Galvany situado en la provincia de Alicante. El objetivo principal de este proyecto es caracterizar los suelos de estas dos zonas de saladares situados en diferentes puntos de la Comunidad Valenciana. Para ello, se han efectuado una serie de análisis de laboratorio para determinar las diferencias y similitudes entre las diferentes propiedades fisicoquímicas sobre una serie de muestras tomadas en los distintos saladares.

## **Abstract**

The areas of the Devesa del Saler and Clot de Galvany are natural areas of great interest in the Valencian Community, as they shelter a series of salt marshes of great importance as natural landscapes or as a source of biodiversity of fauna and flora. Specifically, the salt marshes subject of this study is, on the one hand, the locally called “malladas del Saler”, formed by the “malladas of the Lago del Saler, Racó de L’olla and Mallada Llarga” located in the province of Valencia, and on the other hand, the salt marsh of the Clot de Galvany, located in the province of Alicante. The main objective of this project is to characterize soils in these two areas of salt marshes located in different parts of Valencian Community. For this purpose, were performed a series of laboratory analyses to determine the differences and similarities between the different physicochemical properties on several samples taken from the different salt marshes.

## **Palabras clave**

Saladar, edafología, suelo salino, suelo sódico, suelo salino-sódico y caracterización edáfica.

## **Keywords**

Salt marshes, pedology, saline soil, sodic soil, saline-sodic soil and pedological characterization.

# ÍNDICE

1. Objetivo del estudio .....	5
2. Introducción.....	5
2.1 El origen de los saladares .....	5
2.2 Los saladares en el mundo .....	6
2.3 Zona de las Malladas del Saler .....	7
2.3.1 Localización.....	7
2.3.2 Origen.....	7
2.3.3 Edafología .....	8
2.3.4 Flora .....	8
2.3.5 Fauna.....	10
2.3.6 Valor como paraje natural .....	12
2.4 Zona del saladar del Clot de Galvany.....	12
2.4.1 Origen.....	12
2.4.2 Localización.....	12
2.4.3 Edafología .....	13
2.4.4 Flora .....	13
2.4.5 Fauna.....	14
2.4.6 Valor como paraje natural .....	16
3. Características de suelos salinos, sódicos y salino-sódicos.....	17
3.1 Suelos salinos, sódicos y salino-sódicos.....	17
3.2 Porcentaje de suelo intercambiable .....	17
3.3 Efectos de la salinidad y la sodicidad .....	18
4. Material y métodos .....	20
4.1 Lugares de muestreo, mapas geológicos y diagramas climáticos.....	20
4.1.1 Lugares de muestreo .....	20
4.1.2 Mapas geológicos .....	22
4.1.3 Diagramas climáticos.....	24
4.2 Análisis de laboratorio .....	28
4.2.1. Preparación de la muestra: Secado y tamizado, densidad aparente y factor humedad.....	28
4.2.2 pH y Conductividad eléctrica.....	28
4.2.3 Materia orgánica .....	29
4.2.4. Contenido en carbonatos totales.....	29
4.2.5. Textura .....	29
4.2.6 Capacidad de intercambio catiónico (CIC) .....	30

4.2.7 Bases de cambio .....	30
4.2.8. Pasta saturada .....	30
5. Discusión de resultados.....	30
5.1 Propiedades físicas .....	31
5.1.1 Densidad aparente y porosidad .....	31
5.1.2. Textura del suelo. Porcentaje de arena, limo y arcilla.....	32
5.1.3 Color .....	32
5.2 Propiedades químicas .....	34
5.2.1. Contenido en materia orgánica oxidable y carbonatos .....	34
5.2.2. Capacidad de intercambio catiónico (CIC) y porcentaje de sodio intercambiable (ESP) .....	35
5.2.3. pH y conductividad eléctrica de la pasta saturada del suelo.....	36
5.2.4 Componentes químicos del extracto de la pasta saturada .....	37
5.2.5. Bases de cambio del suelo .....	39
6. Conclusiones .....	43
7. Bibliografía.....	44

## 1.Objetivo del estudio

El objetivo principal de este proyecto es la caracterización edafológica de los suelos de dos saladares, por una parte, el saladar del Clot de Galvany (Elx) y, por otra parte, las zonas de saladar propias de la Devesa del Saler conformadas por una serie de malladas, concretamente las denominadas mallada Llarga, mallada del Lago del Saler y mallada del Racó de l'Olla.

A partir de la realización de esta caracterización se pretende estudiar una serie de características físicas y químicas de los diferentes suelos para evaluar las similitudes y diferencias edafológicas de estos dos saladares situados en diferentes zonas de la Comunidad Valenciana. Además, se tendrán en cuenta diferentes factores propios de cada zona de estudio, tales como la localización geográfica, indicadores climáticos y bioclimáticos, el origen geológico, etc., para ver la relación que existe entre dichos factores y ver cómo influyen sobre los diferentes suelos, y, de esta forma, ampliar la información para contribuir al estudio de la determinación de las diferentes propiedades fisicoquímicas de los suelos de los diferentes saladares y conseguir una caracterización de los suelos lo más amplia posible.

## 2.Introducción

### 2.1 El origen de los saladares

Para comprender la formación de los saladares cabe retomarse a épocas (período cuaternario) en las que las montañas alcanzaban el mar actualmente.

La formación de los saladares pasa primeramente por la creación de una llanura aluvial entre las montañas y el mar, a partir de la acción erosiva del viento y el mar la cual aportaba sedimentos para crear dicha llanura. Posteriormente, se van acumulando cada vez más los sedimentos y arena arrastrada por la acción del mar y el viento, hasta el punto de crear una elevación llamada cordón litoral. Esta elevación deja a un costado el mar y al otro costado una zona más baja pero que también tiene agua, conocida como laguna salobre o salina, ya que el agua que le llega es a partir de infiltración desde el mar, y el nivel de dicha agua que accede a la laguna se le denomina capa freática.

Si la erosión por parte de la montaña continúa y se siguen aportando sedimentos, se seguirá rellenando la laguna hasta convertirlo en lugar peculiar, ya que cuando aumente el nivel freático estará cubierto de agua y cuando disminuya quedará seco. Llegada a esta situación se puede decir que ya se cuenta con la presencia de un saladar (Camarasa,2009).

A continuación, se muestra una imagen que representa la formación del lago de la Albufera de Valencia.



Imagen 1: Formación del Lago de la Albufera. Fuente: <http://www.albufera.com>

## 2.2 Los saladares en el mundo

Los saladares objeto de estudio en este trabajo son aquellos pertenecientes a las zonas de las malladas del Saler, concretamente, denominadas mallada del Racó de l'Olla, mallada del Lago del Saler y mallada Llarga por una parte, y, por otra parte, el saladar perteneciente a la zona del Clot de Galvany. Los saladares comportan una serie de características comunes tales como unos suelos con una salinidad elevada y una vegetación adaptada a desarrollarse en este medio con condiciones sumamente adversas para un gran número de especies vegetales. Estas condiciones otorgan a estos ecosistemas una variedad importante de especies vegetales y animales que varían en función de unos saladares a otros. No obstante, cabe destacar que también existen diferencias entre otros tipos de saladares alrededor del mundo dado que existen una serie de factores como por ejemplo la climatología, la orografía, el origen geológico, etc., que hacen que se diferencien unos de otros de ciertos aspectos como pudieran ser por ejemplo el tipo de fauna y flora de cada uno de ellos. Este es el caso por ejemplo de los manglares, los cuales son saladares que presentan diferencias notorias entre los saladares descritos en este proyecto. Existe una serie importante de manglares alrededor del globo que se localizan en zonas como por ejemplo de África Occidental, zonas del Indopacífico y zonas alrededor de Asia, y tan solo en estas dos últimas se estima una extensión alrededor de 6 a 8 millones de hectáreas. Estos saladares son más propios de climas tropicales que los saladares referentes al estudio realizado en este proyecto, ya que estos están en zonas con un clima mediterráneo. Al igual que los saladares del Clot y las malladas del Saler, los manglares se caracterizan por representar un ecosistema con una interacción tierra-agua, con un tipo de agua salobre, en la que el nivel del agua puede variar a lo largo del año en este medio en una mayor o menor medida, dependiendo de ciertos factores como por ejemplo si estos se sitúan sobre zonas más o menos pantanosas en las que el nivel del agua puede llegar a mantenerse constante a lo largo de todo el año conformando una ciénaga. Otro aspecto característico de los manglares es su zona de desarrollo, ya que por lo general se suelen desarrollar sobre zonas costeras, pero también se pueden desarrollar en zonas más interiores (hasta 25km al interior de las costas). También cabe destacar la variación respecto a la tipología de vegetación existente en los diferentes tipos de saladares, ya que en los saladares propios de este estudio la vegetación mayormente predominante es de tipo herbácea y arbustiva sin presentar una altitud alta, mientras que en los manglares existe una vegetación de arbolado más relevante propiamente característica

de una zona con un clima tropical, en las que existen especies como, por ejemplo, algunas propias del género *Rizophora* que pueden llegar a superar los 40 metros de altitud (Christensen, 1983).

Por último, cabe destacar también la importancia de estos ecosistemas a nivel ambiental y económico. Los saladares juegan un papel importante ya que conforman un sistema que es capaz de regular las inundaciones y evitar la erosión sobre las zonas costeras ya que actúan como barrera natural y protegen al sistema costero a partir de la conformación vegetal que poseen estos ecosistemas. A nivel económico, las zonas de los manglares poseen una serie de recursos naturales importantes como pueden ser, por ejemplo, la explotación forestal maderera de la vegetación arbórea o el uso de estas zonas para actividades de selvicultura o agrícolas. No obstante, los saladares no son solo una fuente de recursos naturales, sino que también representan unos ecosistemas con una importante fuente de biodiversidad y que en múltiples ocasiones no son considerados como tales. Esto se puede observar ya que en la mayoría de las zonas con saladares alrededor de todo el globo, independientemente de las variaciones tipológicas que presenten, una de las acciones antrópicas predominantes es la construcción masiva de edificaciones sobre estos lugares para incrementar el turismo sobre una determinada zona, lo cual propicia a su alteración e incluso a su destrucción. Es por ello por lo que, independientemente de la zona del mundo en la que se sitúen y la variación en la tipología de estos, se observa un fuerte aprovechamiento antrópico de estos ecosistemas y que en múltiples ocasiones la prioridad sobre los mismos es el aprovechamiento para la obtención de recursos u otros fines lucrativos y no la protección de estos a nivel de ecosistema y de banco de biodiversidad.

### 2.3 Zona de las Malladas del Saler

#### 2.3.1 Localización

Una de las zonas de estudio es la zona que está comprendida entre El Perellonet y el Saler, conocida como la Devesa del Saler.

Coordenadas: 39°20'35"N 0°18'33"O

En esta zona se sitúan unas áreas deprimidas que separan e interrumpen las diferentes alineaciones dunares existentes. Estas zonas son localmente llamadas "malladas". Existen diferentes malladas a lo largo de la zona de la Devesa del Saler tales como la mallada del Quarter, la del Saler, la del Canyar y la de la Malladeta.

#### 2.3.2 Origen

El origen de las malladas se debe a las inundaciones que se presentan durante las épocas más lluviosas ya que al ser depresiones interdunares y estar cerca del nivel freático, acumulan el agua y se forman encharcamientos que posteriormente se secan durante las épocas más calurosas. Cabe destacar la elevada salinidad de esta zona ya que el agua del nivel freático corresponde a agua de intrusión marina (Sanjaume et al., 2011).

Históricamente se han realizado una serie de obras antrópicas para drenar las malladas como, por ejemplo, usar una gola para drenar las diferentes malladas o plantar eucaliptos y tarajes para dificultar el encharcamiento. Esto es debido a que ha sido una

zona donde había presencia de paludismo ya que las larvas de los mosquitos vivían en estas zonas encharcadas. Las malladas rompen con la uniformidad del paisaje ya que son depresiones que se sitúan a lo largo de todo el cordón dunar de la Devesa del Saler y cabe destacar que originalmente las malladas ocupaban alrededor de un 25% de la zona de la Devesa. Estas formaciones se caracterizan por tener una capa de limo y arcilla por la que encima de ella se acumulan una capa de arenas. Es por ello por lo que se producen los encharcamientos, ya que la capa de limos y arcillas la hacen menos permeable (Mondría, 2004).

### 2.3.3 Edafología

Los suelos característicos de estos saladares son los denominados como Solonchaks o suelos salinos. Estos suelos se caracterizan por tener un elevado contenido en sales solubles en cualquier época del año. En base al factor climático, este tipo de suelos aparece en zonas climáticas áridas, semiáridas y en regiones costeras bajo todo tipo de climas. Debido a que las malladas conforman unos saladares en los cuales existe presencia de agua sobre el suelo durante gran parte del año, se puede caracterizar también por ser un Solonchak gléyico. (Ibañez et al., 2013). Pero también existe en estas zonas algunas áreas de suelos salino-sódicos, al presentar una elevada conductividad con un elevado contenido de sodio intercambiable.

### 2.3.4 Flora

De forma general la vegetación que cubre la zona de la Devesa es de tipo mediterráneo. También se caracteriza por haber diferentes niveles de diferenciación ya que no es igual la vegetación que está más expuesta en el sistema dunar, y la cual debe soportar situaciones más abrasivas, que la que está más protegida por este sistema de dunas.

Centrándonos en la zona de las malladas, la flora que compone estas zonas está adaptada a vivir situaciones de extrema salinidad, ya que son saladares en los que la vegetación presente sobre los mismos es capaz de adquirir el agua útil necesaria para su persistencia a partir de las soluciones altamente saladas presentes en este medio.

La vegetación suele aparecer en función del gradiente de sal que haya una vez se ha evaporado el agua de la superficie de estas zonas y se han formado diferentes costras salinas. Esto se puede observar ya que en las zonas más concéntricas en las que hay una gran concentración de sal no suele aparecer ningún tipo de vegetación, sino más bien estas crecen en las zonas más bordeadas donde la concentración de sal es menor (Ballester, 2007).

La vegetación típica de estos saladares son salicornias en las zonas donde hay una menor salinidad y juncales y pastizales en las zonas más situadas a los bordes.

Algunas de las especies a destacar son: El salicor fruticoso (*Arthrocnemum fruticosum* L.), cominillos (*Spergularia Media* (L.) C. Presl.), el junco de mar (*Juncus maritimus* Lam.) y el Taraje o Taraje (*Tamarix gallica* L.).



También destacamos la presencia de otras especies vegetales más adaptadas a condiciones de mucha salinidad como pueden ser el salvio (*Inula crithmoides* L.) y el llantén de hojas crasas (*Plantago crassifolia* Forssk.).

Por último, destacar la presencia del limonio peludo (*Limonium dufourii* (Girard) Kuntze.) ya que se encuentra dentro del Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazadas.

Inventario de Flora:



Imagen 2: *Arthrocnemum fruticosum*



Imagen 3: *Spergularia marítima*



Imagen 4: *Juncus maritimus*



Imagen 5: *Tamarix gallica*

Fuente: [www.albufera.com](http://www.albufera.com)



Imagen 6: *Inula crithmoides*

Fuente: [albuferavalencia.com](http://albuferavalencia.com)



Imagen 7: *Plantago crassifolia*

Fuente: [www.florasilvestre.es](http://www.florasilvestre.es)



Imagen 8: *Limonium dufourii*

Fuente: [www.albufera.com](http://www.albufera.com)

### 2.3.5 Fauna

Esta zona se caracteriza por tener un gran número de invertebrados, como por ejemplo los caracoles, los crustáceos y sobre todo insectos. Estos últimos como las libélulas flecha roja (*Sympetrum sanguineum* Müller.), las chinches de agua o los escarabajos acuáticos (*Dysticus* sp L.) son muy abundantes ya que requieren del agua embalsada disponible en el medio para realizar parte o incluso todo su ciclo vital.

La culebra de agua (*Natrix maura* L.) y la rana común (*Pelophylax perezi* López-Seaone.) son los vertebrados más destacables sobre la zona.

Hay que destacar también que estas zonas son de gran interés para ciertas aves limícolas como por ejemplo la agachadiza (*Gallinago* L.), la cual posee un plumaje que le permite camuflarse con el entorno y poder capturar de manera eficaz a sus presas y, además, dificultar mucho su avistamiento.

Inventario de fauna:



Imagen 9: *Sympetrum sanguineum*

Fuente: [ichn.iec.cat](http://ichn.iec.cat)



Imagen 10: *Dysticus* sp

Fuente: [www.biodiversidadvirtual.org](http://www.biodiversidadvirtual.org)



Imagen 11: *Natrix maura*

Fuente: [www.albufera.com](http://www.albufera.com)



Imagen 12: *Pelophylax perezi*

Fuente: [bdb.cma.gva.es](http://bdb.cma.gva.es)



Imagen 13: *Gallinago gallinago*

Fuente: [www.albufera.com](http://www.albufera.com)

### 2.3.6 Valor como paraje natural

Esta zona está dentro del parque natural de la Albufera de Valencia, la cual cuenta con una serie de figuras de protección como son:

- Zona de especial protección para aves (ZEPA): ES0000023
- Lugar de interés comunitario (LIC): ES0000023
- Declaración de parque natural mediante el Decreto 89/1986
- Zona Húmeda del Catálogo Valenciano de Zonas Húmedas (aprobado por Decisión del Gobierno Valenciano en septiembre de 2002 en desarrollo de lo dispuesto en la Ley 11/1994, de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Valenciana).
- Microrreservas de flora: Llacuna del Samaruc (02/12/2002), Muntanyeta dels Sants (11/09/2006).

Centrándonos en las malladas, podemos decir que:

Estos saladares formados a partir de depresiones interdunares tienen un valor como paraje natural elevado, ya que como se ha expuesto en los puntos anteriores presentan una serie de características tales como la variación del nivel de agua en base a las lluvias y sequías que se producen en función de la estacionalidad y, por otra parte, la diversidad y la capacidad de las diferentes especies vegetales de adaptarse a este tipo de medio extremadamente salino otorgando cambios en su frecuencia de aparición, el color y la textura que otorgan al paisaje.

Bien es cierto que, como muchas otras áreas de la Devesa, estas han sufrido una serie de acciones antrópicas, tales como por ejemplo aterramientos para poder construir el paseo marítimo que pasa cerca de esta zona y es por ello por lo que actualmente quedan pocas malladas naturales.

Por último, cabe resaltar que incluso en aquellas malladas que se han intentado restaurar, existen elementos como puentes y pasarelas que les hacen tener un cierto grado de artificialidad sobre el paisaje.

## 2.4 Zona del saladar del Clot de Galvany

### 2.4.1 Origen

Según José Palazón y Juan Antonio Larrosa (2002) “El Clot de Galvany puede considerarse como el apéndice más oriental de la antigua Albufera de Elche. Es parte de una estrecha depresión subsidente, de origen neotectónico, enmarcada entre la Sierra de Santa Pola, por una parte, y, por otra, por los domos pliocuaternarios del Carabassí y un glacis del cuaternario antiguo, destruido parcialmente, contiguo a los relieves anteriores.” Consta con una superficie aproximada de unas 367 Ha.

### 2.4.2 Localización

El Clot de Galvany se sitúa en la provincia de Alicante dentro de la Comunidad Valenciana. Concretamente, está ocupado entre dos zonas, por una parte, la zona perteneciente al municipio de Elche, como son las pedanías de los Arenales del Sol y

Balsares, y, por otra parte, el municipio de Santa Pola, concretamente la pedanía de Gran Alacant. Los saladares se localizan sobre las zonas endorreicas (zonas sin salidas al mar) en el centro del Clot.

Coordenadas: 38°14'52"N 0°32'16"O

#### 2.4.3 Edafología

Al igual que el suelo de la zona de las malladas del Saler, el suelo del saladar del Clot de Galvany también queda definido como un Solonchak. La diferencia principal que presenta respecto a la zona de las malladas es que el saladar del Clot presenta una textura del suelo más equilibrada y una cantidad de carbonato cálcico más elevada, por lo que podemos denominarlos Solonchaks cálcicos. Además, este suelo presenta arenas con una proporción de limos mayor que las malladas.

#### 2.4.4 Flora

La vegetación presente en este tipo de entorno está dominada por especies halófilas, es decir, especies que están bien adaptadas a medios en los que hay una concentración de sales considerables. Cabe destacar la presencia de ciertas especies endémicas como las barrillas (*Arthrocnemum spp*) y las alcolechas (*Limonium spp.*). Por otra parte, podemos encontrar especies arbustivas como la sosa fina (*Suaeda vera* Forssk. ex J.F.Gmel.) y la sosa alacranera (*Sarcocornia fruticosa* (L.) A.J Scott).

También destacar la presencia de bosquetes de tarays (*Tamarix canariensis* Willd.), así como otras especies como el junco (*Juncus acutus* (L.) Torr. ex Retz.) y el romero marino (*Inula crithmoides* (L.) Dumort.).

Inventario de flora:



Imagen 14: *Lygeum spartum*



Imagen 15: *Inula crithmoides*

Fuente: clotdegalvany.es



Imagen 16: *Suaeda vera*



Imagen 17: *Juncus acutus*



Imagen 18: *Limonium spp*



Imagen 19: *Sarcocornia fruticosa*



Imagen 20: *Tamarix canariensis*

Fuente: [clotdegalvany.es](http://clotdegalvany.es)

#### 2.4.5 Fauna

Debido a la presencia de la vegetación halófila, se encuentran sobre la zona una gran abundancia de invertebrados, en especial grandes comunidades de insectos las cuales atraen a diversas especies de aves las cuales se alimentan de dichos insectos.

Entre las aves destacamos el mito (*Aegithalos caudatus* L.), la curruca cabecinegra (*Sylvia melanocephala* Gmelin.), el abejaruco (*Merops apiaster* L.), el aguilucho lagunero occidental (*Circus aeruginosus* L.) y el alcaraván (*Burhinus oedicnemus* L.).

Entre los reptiles y anfibios podemos destacar la culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus* Hermann.), el lagarto ocelado (*Timon lepidus* Daudin.) y el sapo corredor (*Bufo calamita* Laurenti.).

Destacar la presencia de otras especies como la araña avispa o cestera (*Argiope trifasciata* Forskål.) y el alacrán (*Buthus occitanus* Amoreux.).

Inventario de fauna:



Imagen 21: *Aegithalos caudatus*



Imagen 22: *Sylvia melanocephala*

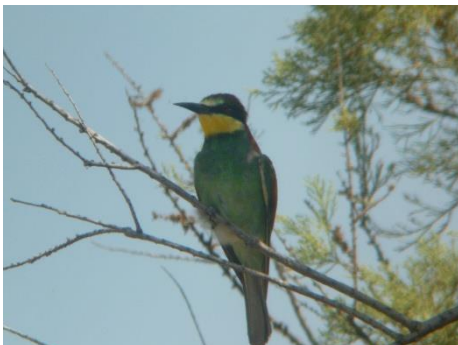


Imagen 23: *Merops apiaster*



Imagen 24: *Circus aeruginosus*

Fuente: [clotdegalvany.es](http://clotdegalvany.es)



Imagen 25: *Burhinus oedicnemus*



Imagen 26: *Malpolon monspessulanus*



Imagen 27: *Bufo calamita*



Imagen 28: *Timon lepidus*



Imagen 29: *Argiope trifasciata*



Imagen 30: *Buthus occitanus*

#### 2.4.6 Valor como paraje natural

El Clot de Galvany ha ido sufriendo una serie de transformaciones a partir de la década de los setenta debido a la acción antrópica manifestada en acciones relacionadas con el crecimiento urbanístico debido al gran auge en el sector turístico que se daba en la zona. Esto se puede observar en algunas actuaciones como la construcción en 1973 de las urbanizaciones de los “Arenales del sol”, o las urbanizaciones de “El Gran Alacant” en 1975.

No obstante, actualmente podemos encontrar una serie de figuras de protección que se le han ido otorgando a dicha zona:

- El Clot de Galvany es un paraje natural municipal que fue declarado como tal el 21 de enero en el año 2005 por acuerdo por parte del Consell de la Generalitat Valenciana.
- Fue incluido como una zona de especial protección para aves (ZEPA) en la nueva propuesta de la Generalitat Valenciana (aprobada mediante el Acuerdo de 5 de junio de 2009, del Consell, de ampliación de la Red de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) de la Comunidad Valenciana. Diario Oficial de la Comunidad Valenciana nº 6031, de 09.06.2009).
- Está incluido dentro del lugar de interés comunitario (LIC) de la isla de Tabarca.
- Está incluido dentro del Catálogo Valenciano de Zonas Húmedas (aprobado por Decisión del Gobierno Valenciano en septiembre de 2002 en desarrollo de lo dispuesto en la Ley 11/1994, de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Valenciana).



- El Ayuntamiento de Elche y Aigües i Sanejament d'Elx S.A. (empresa que colabora en la gestión del parque), establecen en enero de 2013 un Acuerdo de Colaboración para la preservación y potenciación que regule los términos de la gestión y el mantenimiento del Paraje Natural Municipal.

Viendo que esta zona cuenta con un número considerable de figuras de protección, se puede decir que es una zona con una gran importancia para la Comunidad Valenciana especialmente debido a su gran valor como banco y reserva de biodiversidad ya que cuenta con una serie de especies vegetales y animales amenazadas que habitan en dicha zona. También se puede destacar su interés relacionado con el patrimonio histórico, ya que recoge piezas como son una serie de búnkeres que representan parte del marco histórico militar y civil español.

### 3. Características de suelos salinos, sódicos y salino-sódicos.

#### 3.1 Suelos salinos, sódicos y salino-sódicos

Se definen como **suelos salinos** aquellos suelos en los que se da una situación en la que hay una agrupación de sales más solubles que el yeso, suficiente para interferir en el desarrollo y crecimiento de cultivos y otro tipo de plantas. Se corresponden con los Solonchak de la FAO (1990).

Aquellos suelos que contienen una cantidad notoria de sodio intercambiable suficiente para que afecte de manera adversa a la estructura de los suelos y a la producción de cultivos, reciben el nombre de **suelos sódicos**. Se corresponden a los Solonetz de la FAO (1990).

Por último, se conocen como suelos **salino-sódicos** aquellos que tienen una cantidad de sales más solubles que sodio intercambiable y que el yeso.

Generalmente, los suelos afectados por sales o por salinidad, son suelos que resultan adversos para la mayoría de los cultivos, debido a la presencia de sales más solubles que el yeso, de sodio intercambiable o de ambos.

#### 3.2 Porcentaje de suelo intercambiable

El porcentaje de sodio intercambiable (ESP o PSI), mide el grado de sodificación del suelo, es decir, el grado de enriquecimiento en sodio intercambiable por el contacto del suelo con soluciones de sales neutras sódicas.

Este porcentaje se suele evaluar en función del parámetro SAR, el cual indica la relación de adsorción del sodio, determinada a partir de los cationes en solución de sodio calcio y magnesio ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ ) expresadas en meq/L.

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}}$$

Ecuación 1: *Relación de adsorción de sodio (SAR)*

A partir del uso de la relación existente entre el SAR y la conductividad eléctrica (CE) se puede plantear un esquema para la clasificación de los suelos atendiendo a su contenido en sales solubles y porcentaje en sodio intercambiable:

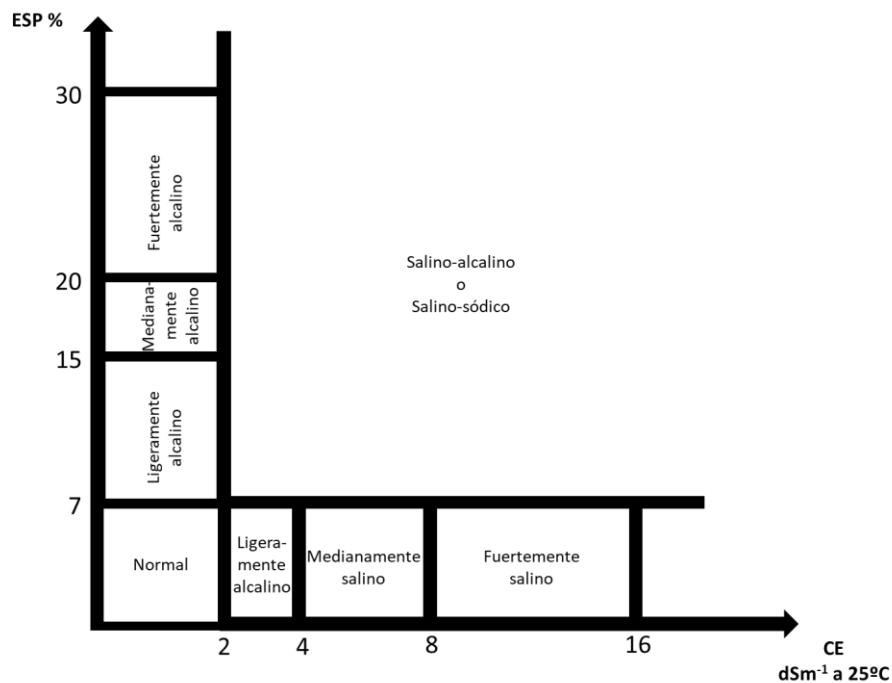


Figura 1. Relación entre el contenido en sales solubles y el porcentaje en sodio intercambiable

Para los suelos salino-sódicos, el porcentaje de suelo intercambiable (ESP) viene dado por la siguiente expresión:

$$ESP = \frac{Na^+}{CIC} * 100$$

Ecuación 2: Porcentaje de suelo intercambiable (ESP)

La presencia de sodio intercambiable por encima de un valor de un 5-15% provoca efectos desfavorables sobre la estructura del suelo. Un valor de ESP=5 puede crear ya problemas en suelos sin caliza.

### 3.3 Efectos de la salinidad y la sodicidad

#### Salinidad:

- Efectos osmóticos
  - El potencial osmótico de agua del suelo disminuye a causa de la presencia de sales (en valor absoluto es cada vez mayor)

$$\Psi_{\pi} = -MiRT$$

Ecuación 3: Potencial osmótico del agua

- Se puede generar plasmólisis, es decir, un paso de agua de la planta al suelo y de esta forma inhibir el crecimiento de esta
- Efectos ion específico
  - Efecto negativo sobre la fisiología de la planta, debido al aumento de algunos iones que pueden resultar tóxicos o provocar desequilibrios en el metabolismo de nutrientes

#### **Sodicidad:**

- Efecto del sodio de cambio
  - Las propiedades físicas del suelo se ven afectadas dado que, la solubilización de la materia orgánica y la acción de dispersión sobre las arcillas generan unos agregados poco estables y, de esta forma, las raíces de las plantas dispondrán de un medio menos apto para su crecimiento
  - Se pueden ver favorecidos efectos como el sellado y el encostramiento del suelo y la reducción de la conductividad hidráulica

Clasificación de las plantas según su adaptación a la salinidad (Porta et al., 2003):

- No halófilas: Son aquellas plantas que no presentan una adaptación al medio salino. Representan la mayoría de las plantas cultivadas.
- Halófilas: Son aquellas plantas que si están adaptadas a vivir en un medio salino. Pueden agruparse en:
  - Euhalófilas: Son las más tolerantes a las sales y acumulan las mismas en sus tejidos. Ejemplos: *Salicornia sp.*, *Arthrocnemum sp.*
  - Crinohalófilas: Presentan una serie de glándulas excretoras que les permiten eliminar soluciones con grandes concentraciones de sales, por lo general las presentan en el envés de las hojas. Ejemplos: *Limonium sp.*, *Frankenia pulverulenta L.*
  - Glicohalófilas: Realizan una absorción selectiva frente a las sales.
  - Localhalófilas: Controlan la distribución de las sales sobre sus tejidos, ya que localizan las sales en estructuras especiales.

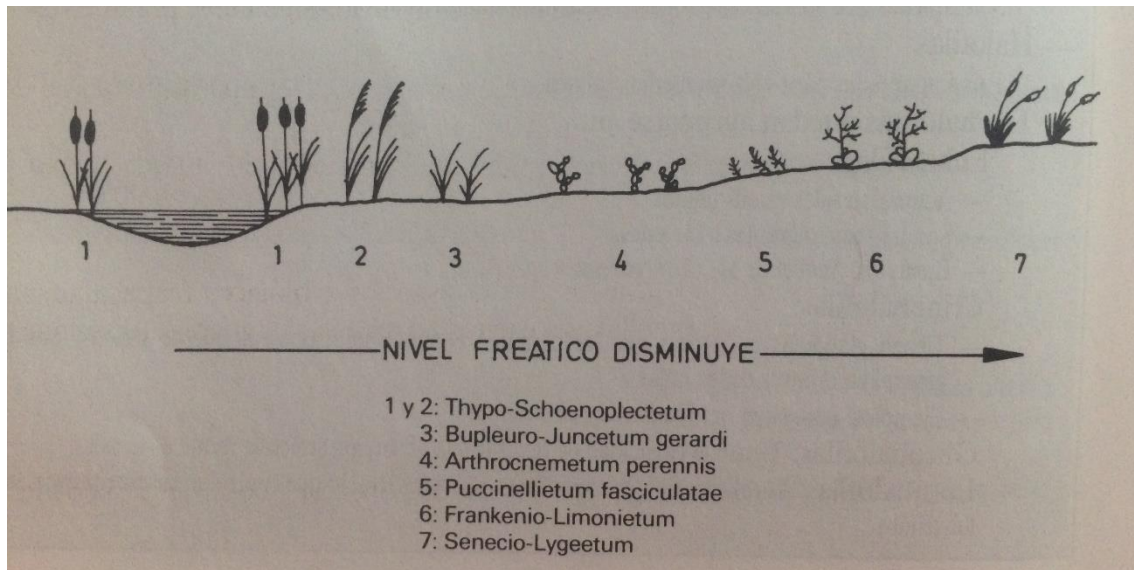


Imagen 31. *Distribución general en función del gradiente de salinidad y del nivel de la capa freática.* Fuente: Porta et al., 2003.

## 4. Material y métodos

### 4.1 Lugares de muestreo, mapas geológicos y diagramas climáticos

La primera parte de este apartado describirá las diferentes zonas de muestreo exponiendo una serie de imágenes tomadas a partir de la herramienta Google Earth para dar una localización simple aportando las coordenadas de cada zona. También se procederá a exponer una serie de mapas geológicos realizados a partir del uso de la herramienta ArcMap, los cuales aportarán información geológica de los puntos de muestreo de cada zona y, por último, se comentarán dos diagramas climáticos de temperatura y precipitación de dos municipios: Benifaió y Elche, los cuales están próximos a las zonas de estudio.

Por otra parte, se procederá a explicar los diferentes análisis realizados en el laboratorio con el fin de obtener los resultados finales sobre el estudio de la caracterización edáfica de los suelos de las zonas del Clot de Galvany y de las Malladas del Saler.

#### 4.1.1 Lugares de muestreo

A continuación, se procede a exponer las diferentes zonas de muestreo que tuvieron lugar para este trabajo.

Las coordenadas referentes a los puntos de muestreo sobre las zonas de la Devesa del Saler y el Clot de Galvany vienen recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 1: *Coordenadas de las zonas de muestreo*

Zona de muestreo	Latitud	Longitud
Lago Saler 1	N 39º 20' 56,8"	O 0º 19' 1,6"
Lago Saler 2	N 39º 20' 56,8"	O 0º 19' 1,6"
Lago Saler 3	N 39º 20' 56,8"	O 0º 19' 1,6"
Mallada Llarga 1	N 39º 21' 9,6"	O 0º 19' 3,7"
Mallada Llarga 2	N 39º 21' 9"	O 0º 19' 4,1"
Mallada Llarga 3	N 39º 21' 9,3"	O 0º 19' 3,3"
Racó de l'Olla 1	N 39º 20' 17"	O 0º 19' 10,6"
Racó de l'Olla 2	N 39º 20' 16,7"	O 0º 19' 16,6"
Racó de l'Olla 3	N 39º 20' 16,9"	O 0º 19' 11,1"
Clot de Galvany	N 38º 15' 2,1"	O 0º 31' 54"

Las coordenadas quedan representadas en las siguientes imágenes:



Imágenes 32 y 33: *Imágenes satelitales de los puntos de muestreo de la zona del Saler y de la zona del Clot de Galvany.* Fuente: <https://earth.google.es/>

#### 4.1.2 Mapas geológicos

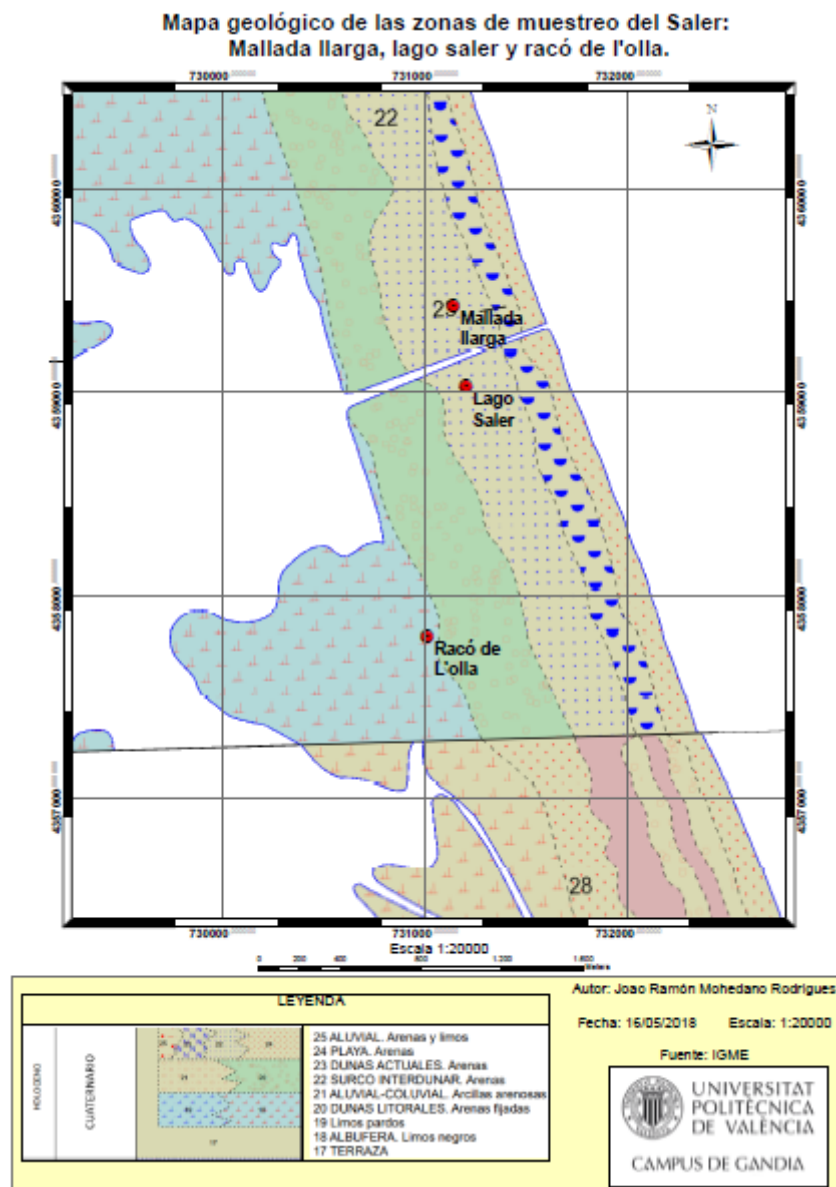


Figura 2: Mapa geológico de las zonas de muestreo del Saler: Mallada Llarga, Lago del Saler y Racó de l'Olla. Extracto hoja geológica nº 722 del IGME.

Como podemos observar en el mapa, todos los puntos de muestreo poseen un origen geológico perteneciente a la etapa del holoceno dentro de la época del cuaternario. El holoceno es la etapa más antigua dentro del cuaternario y en ella se pueden diferenciar tres subgrupos diferenciales principales, los cuales se agrupan en depósitos continentales, depósitos mixtos y depósitos marinos. Todos los puntos de muestreo pertenecen al subgrupo de depósitos mixtos, no obstante, dentro de estos subgrupos existen una serie de diferenciaciones que se pueden apreciar en el mapa. Centrándonos en la localización concreta de los puntos de muestreo, observamos que los puntos de la Mallada Llarga y el Lago del Saler presentan una diferenciación distinta a la del punto del Racó de l'Olla. En concreto, los puntos los puntos de la Mallada Llarga y del Lago del

Salers presentan la diferenciación de surco interdunar, los cuales se caracterizan por presentar posibles afloramientos del nivel freático y en el que actualmente se están depositando limos arenosos grises. Por otra parte, el punto correspondiente al Racó de l'Olla presenta una diferenciación de limos negros, los cuales pueden corresponder a depósitos de relleno (IGME, 1974).

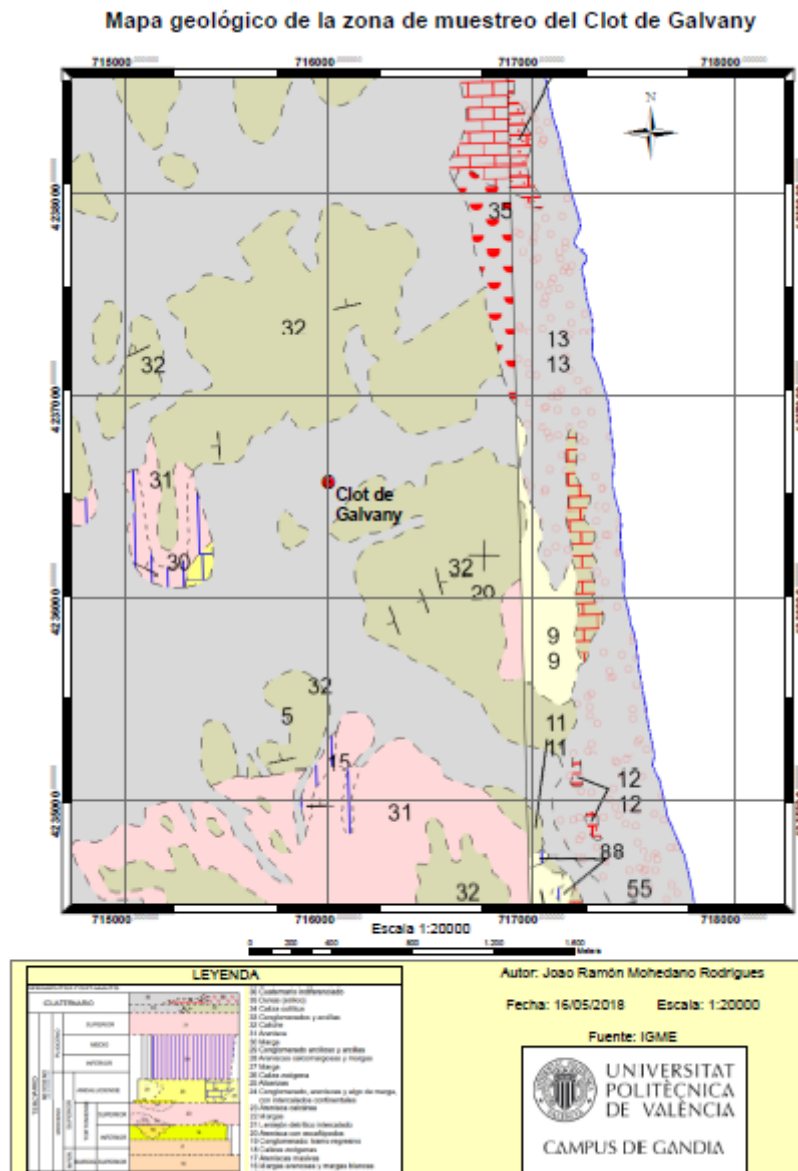


Figura 3: Mapa geológico de la zona de muestreo del Clot de Galvany. Extracto de la hoja geológica nº 893 del IGME.

En este mapa se muestra el origen geológico perteneciente al punto de muestreo tomado de la zona del Clot de Galvany. De igual forma que se ha clasificado en el anterior mapa, la zona de muestreo del Clot de Galvany pertenece a la época del cuaternario. Concretamente, la diferenciación dentro de esta época se refiere a un cuaternario indiferenciado, ya que se combinan una serie de formaciones más recientes tales como coluviones, aluviones, depósitos salobres y detritos en general (IGME, 1973).

### 4.1.3 Diagramas climáticos

A continuación, se representan dos gráficos relativos a las precipitaciones y temperaturas medias mensuales entre 1999 y 2017 sobre dos municipios próximos a las zonas de estudio. Estos dos municipios son Elche y Benifaió, los cuales están próximos a las zonas del Clot de Galvany y el Saler respectivamente. Con la representación de estos dos gráficos se pretende dar una visión sobre la relación entre las temperaturas y las precipitaciones que se dan en ambas zonas a lo largo del año.

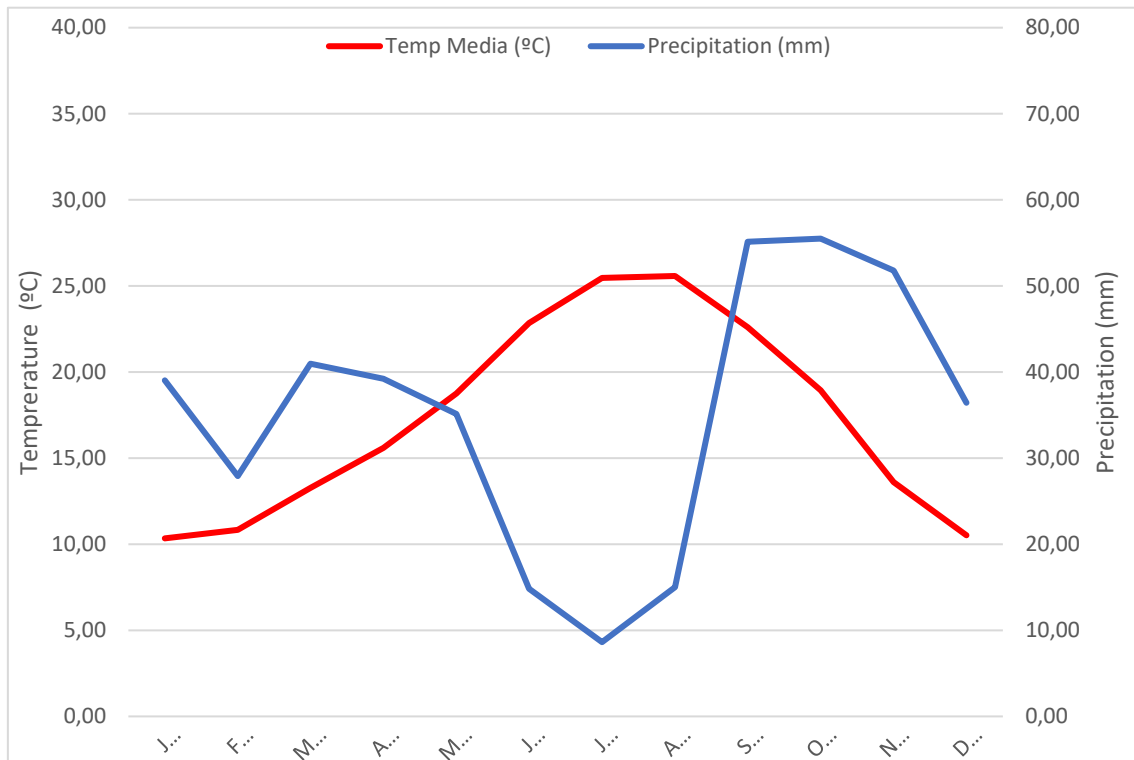


Gráfico 1: *Temperatura y precipitación mensuales medias en el municipio de Benifaió (1999-2017)*. Fuente: [www.siar.es/](http://www.siar.es/)



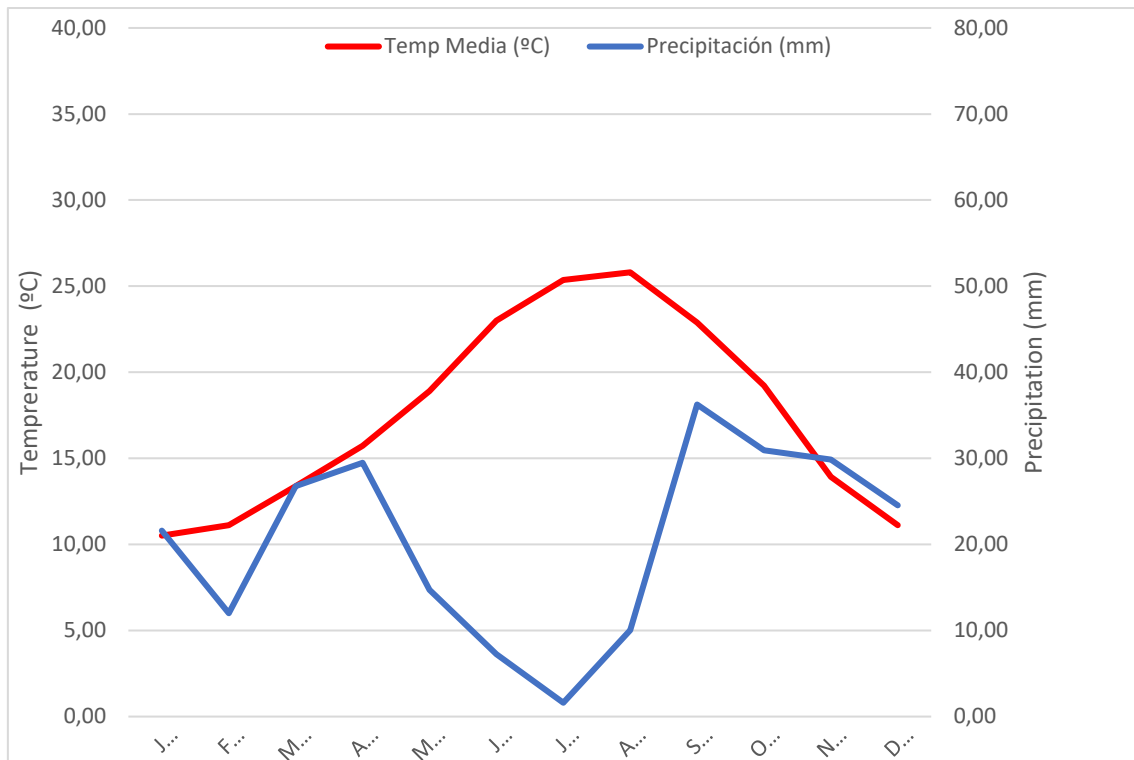


Gráfico 2: *Temperatura y precipitación mensuales medias en el municipio de Elche (1999-2017)*. Fuente: [www.siar.es/](http://www.siar.es/)

Como podemos observar, ambas zonas presentan una evolución similar en cuanto a precipitaciones y más ligadamente en cuanto a temperaturas. Esto se puede observar ya que en ambas situaciones las temperaturas más elevadas se registran sobre los meses de verano (junio, julio y agosto) y a su vez las épocas de sequías coinciden con las épocas más calurosas. Otro aspecto similar en ambas zonas es la época de mayores precipitaciones, observándose un registro mayor de las mismas una vez pasado el verano y a finales del invierno hasta mediados de primavera. Un aspecto diferencial de ambas zonas es la cantidad de precipitación a lo largo de los meses, ya que en la zona de Benifaió la media de precipitaciones anual es mayor que en la zona de Elche. Este último aspecto refleja que la época de sequías es más pronunciada en la zona del Clot de Galvany, próxima al municipio de Elche.

A continuación, se exponen una serie de índices climáticos y bioclimáticos (Díaz, 2016) que proporcionan información adicional en cuanto al clima y vegetación de ambas zonas.

Tablas 2 y 3: *Índices climáticos y bioclimáticos de los municipios de Benifaió y Elche (2017).*

Índices Benifaió		Índices Elche	
Term	389,36	Term	406,12
Cont	15,24	Cont	15,30
Omb	1,67	Omb	0,90
Ppv	1,50	Ppv	0,73
Ttv	73,90	Ttv	74,16
Eto	98,94	Eto	97,12
I.G	3,88	I.G	2,04

### A. Índice de termicidad (Term)

El índice de termicidad (Rivas, et al. 1984) relaciona la temperatura con el tipo de vegetación.

Cuanto más elevado sea el valor, mayor será la afinidad o la adaptación de la vegetación al calor. Por lo tanto, podemos observar cómo según este índice la vegetación de la zona del Clot de Galvany estará más adaptada al calor que la del Saler.

### B. Índice de continentalidad simple (Cont)

Representa la diferencia entre la temperatura media de los meses más cálidos y más fríos del año (Supan, 1884):

En ambas zonas se obtiene una diferencia semejante entorno a los 15°C.

### C. Índice ombrotérmico anual (Omb)

Es el cociente entre la suma de la precipitación media en mm de los meses cuya temperatura media es superior a cero grados centígrados (Pp) y la suma de las temperaturas medias mensuales superiores a cero grados centígrados en décimas de grado (Tp) (Rivas, 2005). A continuación, se presenta una tabla que relaciona dicho índice con su ombrotipo correspondiente.

Tabla 4: *Ombrotipos asociados a los valores ombrotérmicos anuales.* Fuente: Macías, et al., 2014.

Ombrotipos	$I_o$	Ombrotipos	$I_o$
Ultrahiperárido inferior	0.0-0.1	Seco inferior	2.0-2.8
Ultrahiperárido superior	0.1-0.2	Seco superior	2.8-3.6
Hiperárido inferior	0.2-0.3	Subhúmedo inferior	3.6-4.8
Hiperárido superior	0.3-0.4	Subhúmedo superior	4.8-6.0
Árido inferior	0.4-0.7	Húmedo inferior	6.0-9.0
Árido superior	0.7-1.0	Húmedo superior	9.0-12.0
Semiárido inferior	1.0-1.5	Hiperhúmedo inferior	12.0-18.0
Semiárido superior	1.5-2.0	Hiperhúmedo superior	18.0-24.0

En base a la clasificación según este parámetro podemos asociar a la zona del Saler como semiárido superior y a la zona del Clot de Galvany como árido superior.

#### **D. Índice de Philippi o de sequía estival (Ppv)**

Representa el cociente entre la suma de los valores de la precipitación media de los meses de verano (junio, julio y agosto) y la temperatura media del mes más cálido.

El Saler presenta un valor más elevado que El Clot de Galvany, por tanto, quiere decir que esta última zona tiene una tendencia mayor a presentar una aridez extrema, ya que cuanto más se aproxime el valor a 0 más árido será y cuanto más se acerque a un valor de 7 o superior más se asemejará a una zona de tipo forestal lluviosa.

Cabe destacar por tanto que las épocas de sequía son más acentuadas en la zona del Clot de Galvany.

#### **F. Temperatura estival (Ttv)**

Representa la suma de las temperaturas medias de los meses de verano (junio, julio y agosto).

En ambas zonas este parámetro es bastante similar, habiendo como diferencia apenas 0,3°C.

#### **G. Evapotranspiración media anual (Eto)**

Promedio de evapotranspiración anual.

Al igual que con el anterior índice, la evapotranspiración media anual en ambas zonas es considerablemente parecida, no obstante, el valor en la zona de Elche es ligeramente inferior, por lo que se puede predecir que la vegetación existente sobre esta zona tenderá a retener más agua dado que las sequías son más pronunciadas que en la zona del Saler.

#### **H. Índice de Giacobbe (I.G)**

El índice de Giacobbe (1958) relaciona la precipitación con algunos parámetros térmicos tales como la temperatura máxima media del mes más cálido y la excursión térmica.

A continuación, se muestra una tabla que relaciona los valores de este índice con una asociación climática determinada (Capel, 1982):

Tabla 5: *Valores del índice de Giacobbe (Capel, 1982)*

<b>Índice</b>	Menor a 1	1 a 4	4 a 10	10 a 50	Mayor de 50
<b>Valor</b>	Periárido	Árido	Semiárido	Subhúmedo	Húmedo

Según los índices obtenidos sobre las dos zonas de estudio se asocian los valores a ambas zonas de una situación climática de tipo árido, aproximándose de manera más acentuada a una situación de clima tipo semiárido en el caso de la zona de Benifaió.

## 4.2 Análisis de laboratorio

Cabe destacar que para las muestras de las malladas del Saler algunos análisis ya se realizaron con anterioridad a la realización de este proyecto y, por lo tanto, las medidas referentes a esos análisis han sido proporcionadas directamente por los tutores de este proyecto. Concretamente, se han realizado los análisis de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), las bases de cambio y la pasta saturada sobre las muestras de las malladas del Saler. Para las muestras del Clot de Galvany se realizaron todos los análisis durante la fase de este proyecto. Las muestras fueron proporcionadas por la EPSG en unas bolsas de plástico cerradas para evitar el contacto directo con el suelo. Por último, destacar que para el análisis de las bases de cambio y de la pasta saturada se emplearon los siguientes aparatos:

Fotómetro de llama CORNIN: Determinación del contenido en sodio, potasio y calcio.

Espectrofotómetro de absorción atómica VARIAN modelo spectrAA 220: Determinación del magnesio.

Clorurímetro modelo CORNIN 925: Determinación de cloruros.

Por último, también destacar que todos los análisis realizados se han hecho en base a los métodos oficiales de análisis (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1994) exceptuando la determinación de la CIC (Rhoades, 1982).

### 4.2.1. Preparación de la muestra: Secado y tamizado, densidad aparente y factor humedad.

#### **A) Secado y tamizado**

En primer lugar, se procedió a homogeneizar las muestras lo más posible a partir del uso de un rodillo de madera. Una vez realizado este paso, se procedió a tamizar las muestras con el objetivo de determinar la cantidad de tierra fina (<2mm) y de elementos gruesos (>2mm).

#### **B) Densidad aparente**

Se recogieron 4 submuestras relativas a las 4 muestras anteriormente descritas y se pusieron en un core para determinar la densidad aparente, la cual se define como la relación de la masa de suelo seco entre el volumen ocupado por las partículas sólidas más el volumen poroso.

#### **C) Factor humedad**

De forma similar al anterior apartado, se pesaron 25 g de cada muestra de tierra y se pasaron por estufa para así obtener el factor humedad.

### 4.2.2 pH y Conductividad eléctrica

#### **A) pH**

La medición del pH se realiza a través del empleo del pH-metro. El fundamento del proceso se basa en la medición de la diferencia de dos potenciales, uno constante

proporcionado por un electrodo a partir de una semicelda y otro referente al pH que se quiere medir a través de otra semicelda.

Para la medición del pH se pesaron 10 g de cada muestra y se añadieron 25ml de agua destilada. Posteriormente se agitaron las muestras durante 10 minutos aproximadamente con un agitador. Finalmente se tomaron las medias en el pH-metro calibrándolo cada vez que se realizaba una medición.

## **B) Conductividad eléctrica (C.E)**

La conductividad eléctrica mide la concentración de sales solubles presentes en una determinada disolución de suelo. Se fundamenta en el contenido en sales que tiene el suelo ya que estas tienen la capacidad de conducir una determinada corriente eléctrica sobre el mismo.

Se pesaron 10g de cada muestra y se añadieron 50 ml de agua destilada. Posteriormente se agitaron durante media hora en un agitador y se dejó reposar durante unos minutos. Seguidamente se filtró el sobrenadante a través de un papel de filtro y se midió la C.E a través del conductímetro.

### **4.2.3 Materia orgánica**

Para determinar la materia orgánica se ha realizado la determinación del carbono orgánico oxidable mediante el método de Walkley-Black (1935), el cual es un proceso de oxidación en un medio ácido.

Para ello se añade una cantidad de dicromato potásico que exceda a la necesaria para reaccionar con la materia orgánica. El exceso de dicromato que no reacciona se determina por reacción redox con hierro dos ( $Fe^{+2}$ ) como reductor a partir del uso de una valoración con sulfato ferroso ( $FeSO_4$ ). Dado que no se determina al 100% el carbono orgánico total, se emplea un factor corrector determinado dependiendo de la tipología de cada suelo para obtener el valor final.

### **4.2.4. Contenido en carbonatos totales**

El fundamento consiste en el desprendimiento del dióxido de carbono ( $CO_2$ ) de los carbonatos a partir del uso de ácido clorhídrico (HCl). De esta forma, a partir de la cantidad de  $CO_2$  desprendido por un peso determinado de suelo (entre 0,5 y 1g) y una cantidad conocida de carbonato cálcico ( $CaCO_3$ ) puro (0,2g), podremos determinar finalmente los carbonatos sólidos del suelo expresados en unidades de  $CaCO_3$  por 100 gramos de suelo.

### **4.2.5. Textura**

La obtención de la textura se fundamenta en la Ley de Stokes (1851), ya que se realiza a partir del uso del densímetro. El procedimiento se basa en realizar un pretratamiento para romper los agregados del suelo y posteriormente preparar un blanco y las diferentes suspensiones de las muestras de suelo a partir del uso de agua destilada y calgón. Seguidamente se introduce el densímetro sobre los tubos de ensayo y se anotan las lecturas en un determinado rango de tiempo. Finalmente se realizarán unos cálculos

a partir de las lecturas obtenidas y se obtendrá la textura a partir de la interpretación de los resultados en el diagrama triangular.

### **Blanco**

Para ello se añade 100mL de calgón y se enrasa al litro.

### **Suspensión del suelo**

Se pesan 40g de suelo y se añaden 100mL de calgón y después del reposo se enrasa hasta 1000mL

Finalmente se anotarán los datos que se recojan en el densímetro.

#### **4.2.6 Capacidad de intercambio catiónico (CIC)**

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) hace referencia a la cantidad total de cargas negativas que están disponibles sobre la superficie de las partículas en el suelo. El objetivo del procedimiento analítico es comprobar de forma cualitativa la cantidad de cationes adsorbidos presentes en las diferentes muestras de suelo, los cuales se pueden extraer mediante un proceso de intercambio catiónico.

#### **4.2.7 Bases de cambio**

Las bases de cambio del suelo hacen referencia a la suma de elementos tales como el sodio, potasio, magnesio y calcio ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Ca}^{2+}$ ). De igual forma que para la determinación de la CIC, se realiza un proceso de intercambio catiónico para obtener el porcentaje de saturación de bases, en el cual se establece la relación entre la suma de las bases de cambio y la CIC.

#### **4.2.8. Pasta saturada**

El procedimiento consiste en preparar una mezcla con 200 gramos de tierra con textura arenosa y 300g en caso de tierra de textura más limosa. Posteriormente se adhiere hasta 100ml de agua para la tierra arenosa y hasta 150ml de agua para la limosa hasta conseguir una "pasta". Posteriormente se deja reposar 24h y seguidamente se filtra el líquido del cual se obtiene información tal como pH, conductividad y contenido en sodio, potasio, magnesio, calcio y cloruros.

## **5. Discusión de resultados**

En este apartado se procede a comentar los resultados obtenidos de los análisis realizados en el laboratorio con el fin de caracterizar los suelos muestreados en las zonas del Clot de Galvany y de la Devesa del Saler. Por una parte, se expondrán los resultados obtenidos de las propiedades físicas y, por otra parte, se expondrán los resultados obtenidos para las propiedades químicas de cada uno de los suelos. Dado que en este apartado se va a hacer mención de manera reiterada a los diferentes tipos de zonas de estudio, se usarán las siguientes abreviaturas: CLOT (Clot de Galvany), L.S (Lago del Saler), M.LL (Mallada Llarga) y R.O (Racó de l'Olla).

Para la discusión de los resultados se ha hecho uso de la herramienta estadística Statgraphics XVII-X64 con el fin de representar los datos analíticos en las figuras que se exponen en los siguientes subapartados (Gómez et al., 1984).

### 5.1 Propiedades físicas

Las propiedades físicas que se han determinado sobre los distintos tipos de suelo han sido: Densidad aparente, porosidad, textura (porcentaje de arena, limo y arcilla) y color.

#### 5.1.1 Densidad aparente y porosidad

La densidad aparente se define como la masa de partículas secas dividida por la unidad de un volumen de suelo determinado. A partir del cálculo de la densidad aparente junto con el valor de la densidad real (promedio de  $2,5 \text{ g/cm}^3$ ) se obtiene la porosidad, la cual se define como la relación entre el volumen de huecos y el volumen total de una muestra de suelos.

Tal y como se muestran los resultados en la figura 4, existe una relación inversamente proporcional entre la densidad aparente y la porosidad, ya que cuanto mayor es la densidad aparente, menor es el porcentaje en porosidad.

La densidad aparente también se puede relacionar con la clase textural del suelo, ya que cuanto mayor sea la densidad aparente, el suelo presentará tamaños mayores con una porosidad menor, como es de tendencia arenosa en nuestro caso de estudio. Cabe destacar que los resultados obtenidos sí que van acordes con este hecho, ya que los valores obtenidos de densidad aparente de los diferentes suelos en general, a excepción del suelo M.LL, son ligeramente más bajos de lo que cabría esperar al presentar mayor proporción de arenas muy finas con limos. Posiblemente para poder haber obtenido unos valores de densidad aparente y porosidad más acordes con una clase textural arenosa, se podría haber empleado un tamizador de arenas para separar de la arena muy fina a la gruesa, no obstante, esta actividad no se ha podido realizar debido a la falta de los tamices correspondientes.

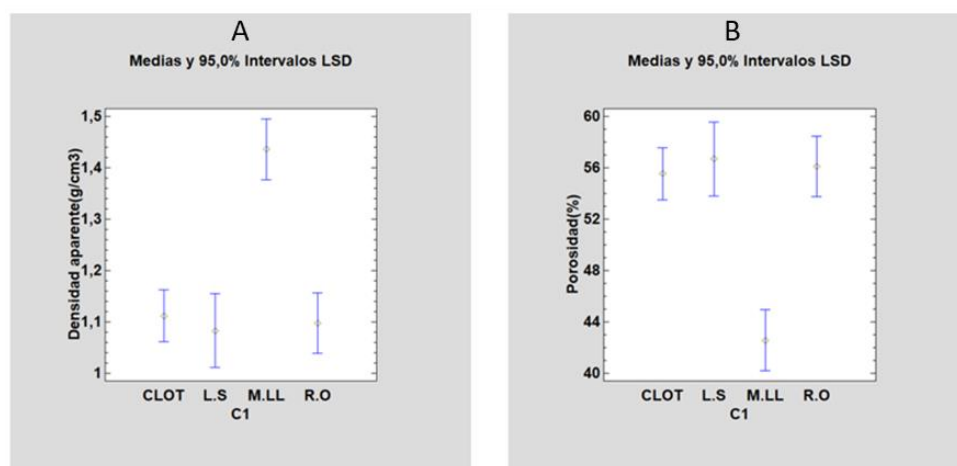


Figura 4: Medias comparativas de la densidad aparente ( $\text{g/cm}^3$ ) (A) y porcentaje de porosidad (B).

### 5.1.2. Textura del suelo. Porcentaje de arena, limo y arcilla.

Para clasificar la clase textural del suelo se ha procedido a determinar el porcentaje de arena, limo y arcilla de cada suelo analizado. Los tamaños de cada una de las partículas citadas anteriormente son: Arena (2-0,05mm), limo (0,05mm-0,02mm) y arcilla (<0,02mm).

Tal y como se muestra en la figura 5, todos los suelos contienen un mayor porcentaje de arena respecto al resto de partículas. Esto se observa sobre todo en las muestras de la zona del Saler, ya que todos los valores están por encima del 85% de arena. Por otra parte, se observa como en la zona del Clot la cantidad de arena es menor y por consiguiente la cantidad de limos y arcillas es mayor respecto al resto de suelos. No obstante, en la zona del Clot el porcentaje en arena es el dominante superando el 50% respecto al total del resto de partículas. En base a la clasificación U.S.D.A, los suelos de la zona del Saler se les asocia una clase textural arenosa y al suelo de la zona del Clot se le asocia una clase textural franco-arenosa. Los resultados obtenidos eran esperables dado que las zonas de muestreo han sido dos saladares costeros.

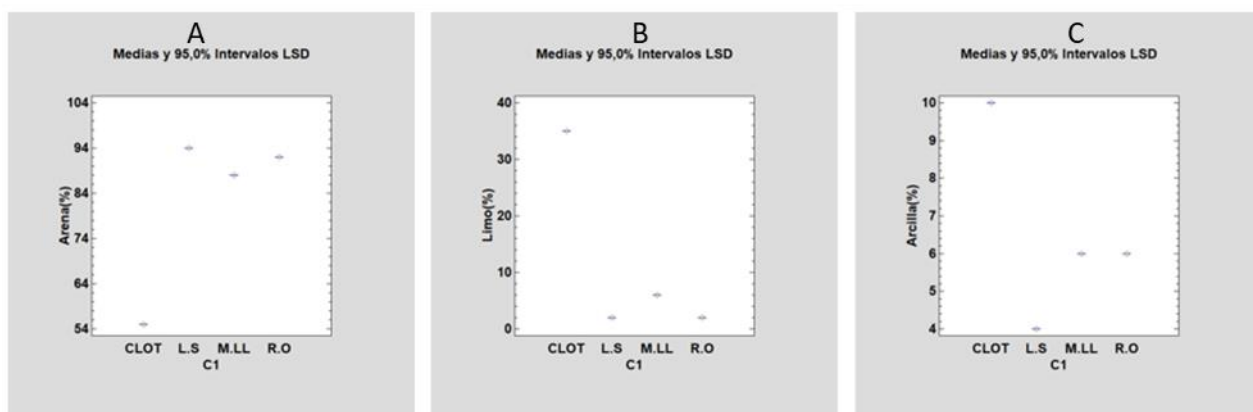


Figura 5: Textura del suelo. Medias comparativas del porcentaje en arena (A), limo (B) y arcilla (C).

### 5.1.3 Color

Para la determinación del color se ha procedido a determinar el mismo sobre una muestra de suelo seco y sobre una muestra de suelo húmedo. La clasificación del color se ha seguido a partir del empleo de unas tablas Munsell en las cuales las diferentes gamas de colores poseen un código determinado y, para la obtención de los resultados, se ha asignado a cada tipología de color un valor numérico expresado de la siguiente forma:

#### A) Color seco

1. Amarillo rojizo (10 YR 6/3)
2. Marrón pálido (7,5 YR 7/6)
3. Gris parduzco claro (10 YR 6/2)
4. Marrón muy pálido (10 YR 7/3)



## B) Color húmedo

1. Amarillo rojizo (10 YR 6/3)
2. Marrón (10 YR 4/3)
3. Marrón grisáceo oscuro (10 YR 4/2)
4. Marrón amarillento (10 YR 5/4)

Tal y como se muestra en la figura 6, podemos observar como la calificación de los colores de la zona de Saler son visiblemente diferentes a los de la zona del Clot, ya que los suelos de la zona del Saler presentan una gama de colores más oscuros que los del Clot.

El color es una propiedad física puede aportar una visión genérica de algunas características de los suelos analizados:

Suelo del Clot: El color obtenido es un amarillo rojizo. A priori este tipo de color muestra procesos de oxidación que pueden ser más o menos acentuados en función de una serie de factores como, por ejemplo, la presencia de cristales como la goetita de mayor o menor tamaño los cuales dan una coloración amarillenta y rojiza sobre los suelos. Este tipo de color también muestra suelos con un nivel de fertilidad media y baja del suelo, además de la presencia de elementos como óxidos hidratados de hierro tres ( $Fe^{3+}$ ).

Suelos del Saler: Por lo general, estos suelos como ya se ha citado anteriormente, poseen unos colores más apagados y menos brillantes que los de la zona del Clot, siendo más grisáceos y descoloridos. Esta gama de colores puede proporcionar una información a priori como por ejemplo la situación de suelos saturados con agua en ciertas ocasiones a lo largo de las diferentes estaciones o la presencia de ciertas sales, lo cual va acorde con el tipo de suelos estudiados sobre esta zona dado que se han extraído de un saladar.

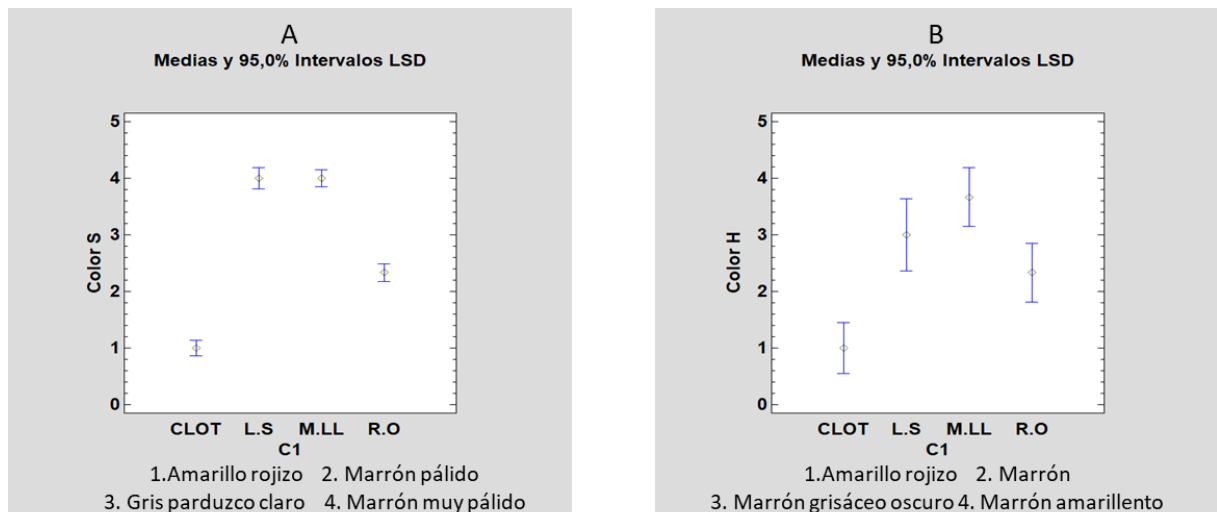


Figura 6: Color en seco (A) y en húmedo (B) del suelo.

## 5.2 Propiedades químicas

Las propiedades químicas que se han determinado sobre los distintos suelos han sido: pH, conductividad eléctrica (CE), contenido en carbonatos, contenido en carbono orgánico, capacidad de intercambio catiónico (CIC), extracto de las bases de cambio y extracto de la pasta saturada.

### 5.2.1. Contenido en materia orgánica oxidable y carbonatos

#### **A) Contenido en materia orgánica oxidable**

Los resultados obtenidos en referencia al porcentaje de materia orgánica oxidable de los diferentes tipos de suelos (Figura 7A) se caracterizan por presentar de manera general unos valores muy bajos. Concretamente, según la escala de valores de Rioja Molina (2002) comparando los resultados que obtenemos en los suelos del CLOT, la M.LL y del L.S presentan valores clasificados como muy bajos, y, por otra parte, los valores referentes al R.O se clasifican como bajos. Estos resultados obtenidos están de acuerdo con otros parámetros como son la conductividad eléctrica y un elevado contenido en sodio que produce unas condiciones muy drásticas para el desarrollo de la vegetación, la cual será la que aporte materia orgánica al suelo.

#### **B) Contenido en carbonatos**

El contenido en carbonatos de los diferentes tipos de suelos destaca por haberse obtenido valores similares entre las muestras referentes a los suelos de la zona del Saler y diferenciándose considerablemente del suelo referente a la zona del Clot, ya que este último presenta una media notoriamente superior a la de los demás. Existen diferentes escalas con las que comparar el contenido en carbonatos. Según la escala típica en España (Yanez, 1989), los suelos de la zona del Saler se clasifican como suelos con un valor alto de carbonatos, mientras que el suelo del CLOT se clasifica como un suelo con valor muy alto en carbonatos. Según la escala del INRA francés (Gagnard et al., 1988), los suelos de la M.LL y del R.O se clasifican como calcáreos, mientras que los suelos del CLOT y del L.S se clasifican como muy calcáreos, aunque este último de forma menos significativa dado que su media de valores (26,34%) está próximo al límite de dicha clasificación (10-25%). Como resultado se puede extraer que la zona del Clot presenta un mayor contenido en carbonatos a causa de su origen geológico, ya que estos materiales depositados aportan mayor contenido en carbonatos (como puede verse en el apartado de geología). Por el contrario, la zona del Saler, son depósitos también cuaternarios pero arenosos, por lo que el origen de los carbonatos es debido a la combinación de la acción de la precipitación con el CO<sub>2</sub>.

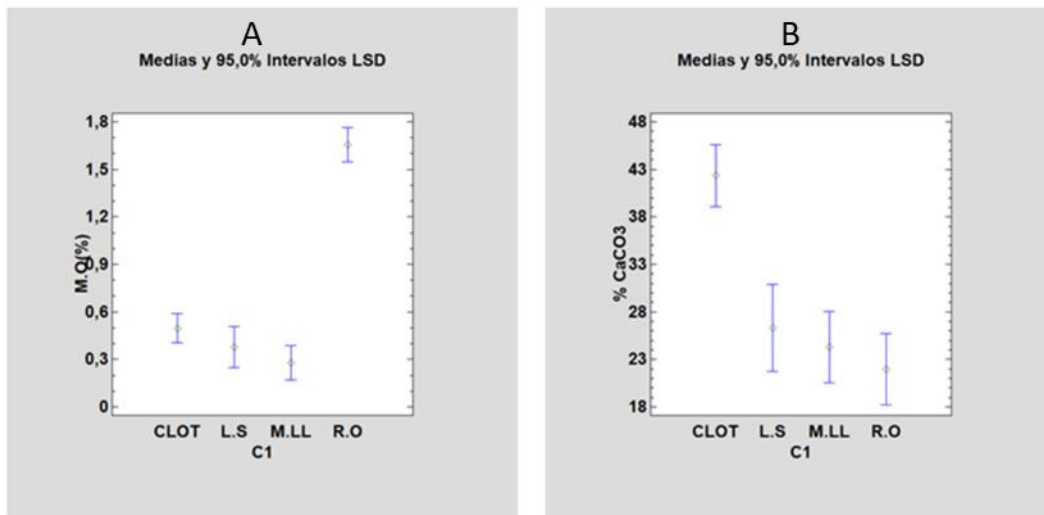


Figura 7: Medias comparativas del porcentaje en materia orgánica (M.O) (A) y del porcentaje en CaCO<sub>3</sub> (B).

### 5.2.2. Capacidad de intercambio catiónico (CIC) y porcentaje de sodio intercambiable (ESP)

#### A) Capacidad de intercambio catiónico

Los resultados obtenidos para la capacidad de intercambio catiónico (CIC) destacan por tener unos valores similares entre las muestras del CLOT, L.S y de la M.LL y, por el contrario, presentar unas diferencias mayores respecto a la zona del R.O, la cual presenta unos valores más elevados que los suelos anteriormente citados. Según la clasificación de Rioja Molina (2002), todos los suelos analizados adquieren la clasificación de valores medios de CIC, siendo el suelo del R.O el que más próximo está en el límite de dicha clasificación. La CIC depende del contenido en materia orgánica y del contenido en arcilla, es decir, la fertilidad del suelo por lo que va a aportar y regular los nutrientes para las plantas. En base al contenido en materia orgánica como se ha descrito con anterioridad, los suelos analizados no destacan por tener un elevado contenido de esta, exceptuando el caso del R.O, ya que este suelo sí que presenta un porcentaje en materia orgánica significativamente mayor al resto de suelos y es por ello por lo que la CIC adquiere un valor mayor sobre este.

#### B) Porcentaje de sodio intercambiable (ESP)

En base a los criterios de clasificación de la sodicidad y alcalinidad (USSL), todos los suelos poseen valores muy elevados de sodio intercambiable (ESP), especialmente el suelo del L.S, ya que se tiene una media de valores superiores al 100%. Este último hecho refleja que existe una sobresaturación de sodio en dicho suelo, ya que el ESP se define como la relación que existe entre el sodio intercambiable y la CIC de un determinado suelo. En base a estos hechos se puede obtener como resultado en este apartado que todos los suelos contienen una presencia muy elevada de sodio intercambiable, llegando a situaciones incluso de sobresaturación de sodio como es el caso de la zona del L.S, lo cual puede conllevar a una serie de efectos negativos como por ejemplo el encostramiento o el impedimento de desarrollo de cierta vegetación sobre dichos tipos

de suelos. No obstante, cabe destacar que este parámetro no es del todo fiable para describir de forma total la sodicidad de los suelos, sino que más bien nos sirve para dar una visión anticipada de la presencia del sodio intercambiable en el suelo, ya que en el método analítico empleado se puede considerar además del sodio intercambiable al sodio soluble (Porta et al., 2008), con lo cual nos puede estar dando valores más elevados de lo que realmente son. Es por ello por lo que la cantidad de sodio intercambiable se suele calcular a partir de la relación de adsorción de sodio (SAR), no obstante, este es un parámetro que se emplea para suelos mayormente de cultivos, y, puesto que ninguno de los suelos analizados lo es, no se ha procedido al uso del cálculo de este.

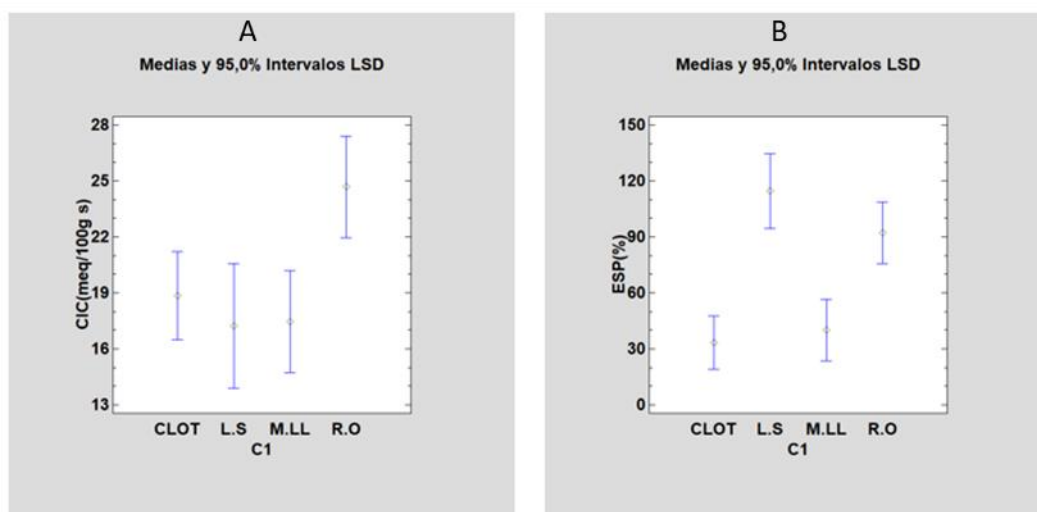


Figura 8: Medias comparativas de la capacidad de intercambio catiónico (meq/100g de suelo) (A) y del porcentaje de sodio intercambiable (ESP) (B).

### 5.2.3. pH y conductividad eléctrica de la pasta saturada del suelo

#### A) pH

En cuanto a los valores obtenidos referentes al pH, vemos como existen dos grupos de suelos que obtienen valores más semejantes entre ellos. Este es el caso de los suelos del L.S y del R.O, los cuales presentan valores más elevados respecto al suelo del CLOT y menores respecto al suelo de la M.LL. Según la clasificación de Rioja Molina (2002), vemos como todos los suelos se clasifican como medianamente básicos, exceptuando el caso del suelo de la M.LL, el cual se clasificaría como moderadamente básico. Atendiendo a otra relación de Rioja Molina (2002), se obtiene que todos estos suelos pueden poseer carencias de otros nutrientes tales como el fósforo (P), el hierro (Fe), el cobre (Cu), el manganeso (Mn) o el cinc (Zn). Este hecho está relacionado con la presencia de un contenido alto en carbonatos, dado que es una característica que es frecuente en suelos salino-sódicos y Solonchaks, como se observa en los valores obtenidos para estos suelos con alta conductividad eléctrica y elevado ESP.

## B) Conductividad eléctrica

Los resultados obtenidos en cuanto a la conductividad eléctrica (CE) medida en el extracto de la pasta saturada reflejan unos valores muy elevados de la misma. Cabe destacar la relación existente entre los suelos de la M.LL y el CLOT ya que son semejantes en este aspecto, al igual que ocurre con los suelos del L.S y R.O, solo que estos dos últimos los valores son más elevados. En cuanto a la clasificación (Cross, 1983) todos los suelos estarían asociados como muy salinos, especialmente los suelos del L.S y el R.O. Este hecho es remarcable dado que la CE es uno de los parámetros principales para medir la salinidad de los suelos, y tal como era esperable los valores obtenidos van acordes a los tipos de suelos analizados ya que se tratan suelos muy salinos característicos de las zonas de muestreo las cuales corresponden a saladares y, como hemos comentado anteriormente, presentan en determinadas áreas, suelos salino-sódicos, al presentar un ESP elevado.

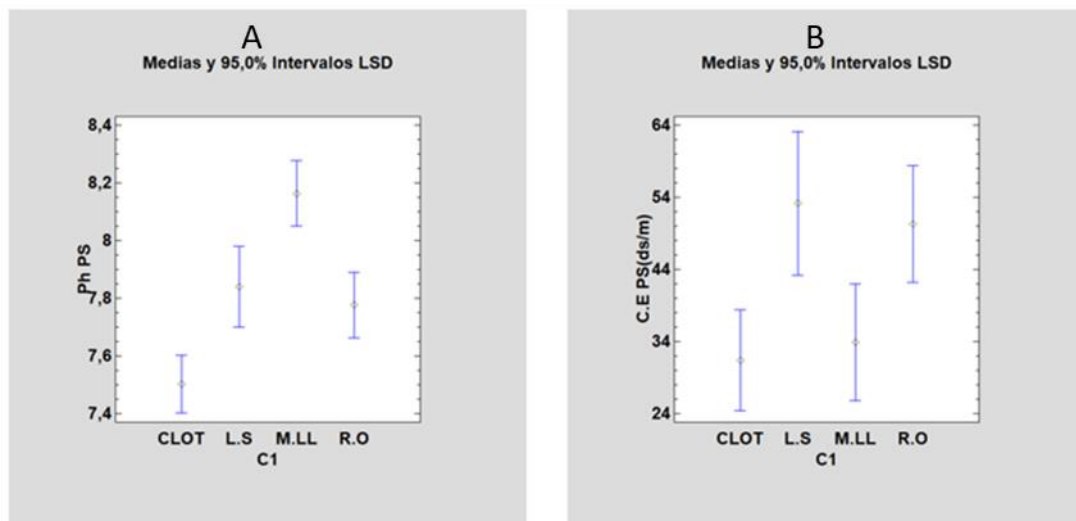


Figura 9: Medias comparativas del pH (A) y conductividad eléctrica (ds/m) (B) de la pasta saturada.

### 5.2.4 Componentes químicos del extracto de la pasta saturada

Tal y como se muestra en la figura 10, se han obtenido valores respecto a los cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), al sodio (Na), al magnesio (Mg), al potasio(K) y al calcio (Ca).

Según Porta, J. et al 2003 y Bresler, E. et al 1982, podemos observar de manera general que todos los elementos químicos se presentan en unas concentraciones considerablemente elevadas. Los únicos valores que se clasificarían como normales serían los del calcio y en el caso del suelo del CLOT también entraría dentro de la clasificación de normal el contenido en potasio.

Concretamente, observamos como en el caso del sodio y de los cloruros se obtienen valores de un orden de magnitud mucho mayor respecto al resto de elementos

químicos. Con estos resultados se puede observar como estos dos elementos químicos prevalecen y que se encuentran en una proporción mayor respecto al resto. Con esta situación, se refuerza el argumento de que se tratan de suelos con una elevada conductividad y salinidad. Dado que los valores de Na y Cl<sup>-</sup> son los que presentan un orden de magnitud superior, uno de los posibles compuestos químicos que se puede estar formado en este tipo de suelos es el cloruro sódico (NaCl), la cual es una sal muy soluble. Es interesante observar los resultados del sodio y de los cloruros ya que en ambos casos se observa una situación de semejanza entre los distintos tipos de suelo, ya que como se puede observar en la figura 10 A y 10 C de medias el patrón de distribución que siguen los datos es similar en ambos casos.

Respecto al resto de elementos químicos, el magnesio es el siguiente elemento químico que ocupa un mayor orden de magnitud. Sobre este elemento cabe destacar que se encuentran unos valores más elevados sobre los suelos de la zona del Saler mientras que en la zona del Clot los valores son menos acentuados. Lo mismo ocurre en el caso del potasio, solo que la concentración de este es de menor rango unitario que en el magnesio y se observan unos valores más semejantes entre las distintas zonas del Saler. Por último, el caso del calcio es también remarcable ya que como se ha expuesto anteriormente, es el único elemento que está dentro de un valor normal según la clasificación adoptada. Como hecho destacable en este aspecto, cabe decir que la zona del Clot presenta unos valores ligeramente superiores al resto de suelos y el suelo de la M.LL es el que presenta unas concentraciones menores. .

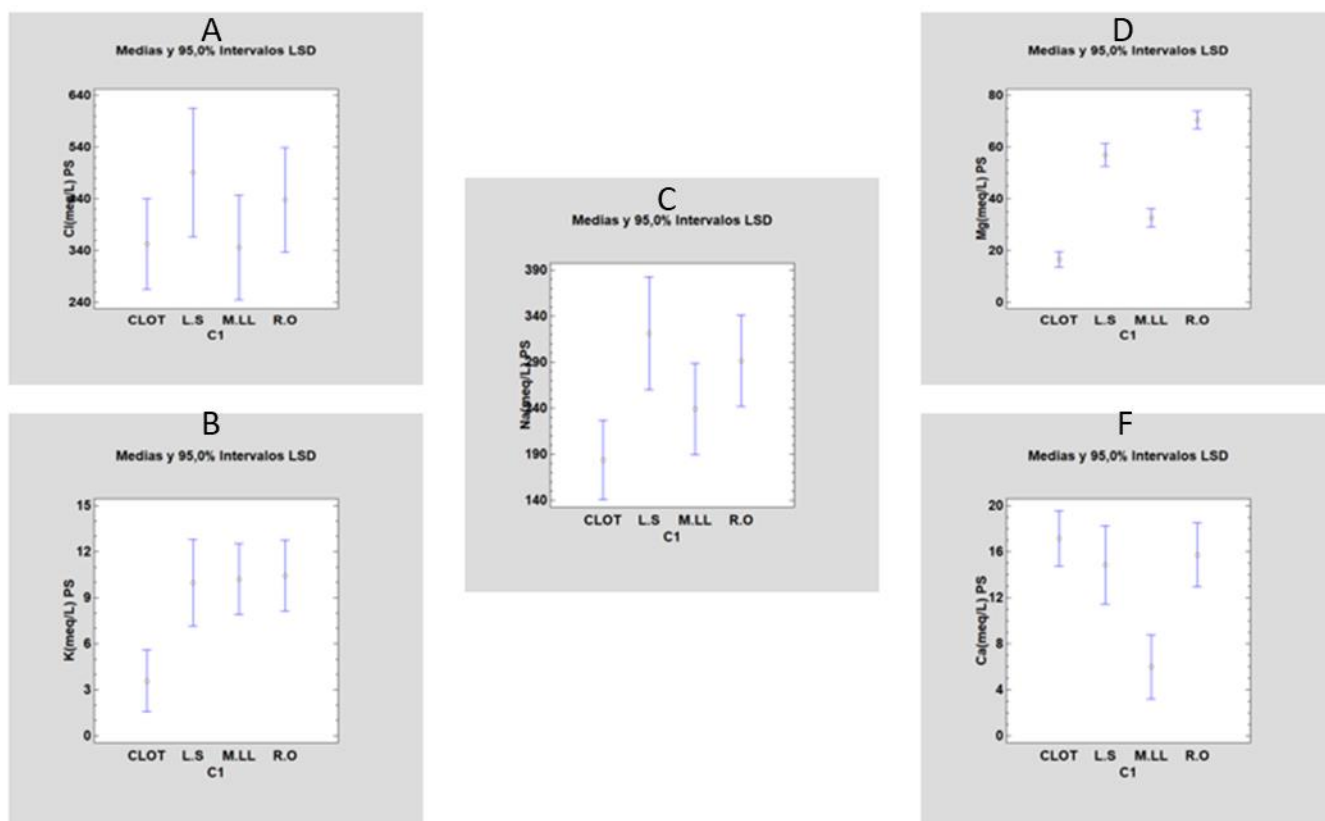


Figura 10: Medias comparativas de los valores de Cl<sup>-</sup>, K, Na, Mg y Ca (meq/L) (A,B,C,D,E y F) de la pasta saturada.

### 5.2.5. Bases de cambio del suelo

Las bases de cambio conforman los cationes de cambio o intercambiables disponibles en el suelo, los cuales corresponden al sodio, potasio, magnesio y calcio (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> y Ca<sup>2+</sup>), tal y como se muestra en la figura 11.

Los resultados obtenidos muestran que los elementos químicos con un orden de concentración mayor son el sodio y el calcio. En base a la clasificación según Rioja Molina (2002), observamos como en el caso del sodio todos los suelos son clasificados con valores muy altos, especialmente los suelos del L.S y del R.O, ambos pertenecientes a la zona del Saler. En el caso del calcio cabe destacar que, a pesar de que es el segundo elemento químico con un orden de concentración mayor, todos presentan valores bajos, sobre todo en el caso del CLOT y del R.O. Por tanto, se puede remarcar que esta situación es esperable en suelos de tipo Solonchaks y salino-sódicos.

En el caso del potasio y del magnesio se observan unas concentraciones generalmente menores respecto al sodio y al calcio anteriormente citados. Concretamente y en base a la misma clasificación anterior, se observa como todos los suelos presentan un valor muy bajo de potasio exceptuando el suelo del R.O el cual presenta un valor bajo. Por otra parte, el magnesio es el elemento que se presenta en menor medida en relación con todos los demás, ya que todos los suelos contienen una clasificación con valores muy bajos de magnesio.

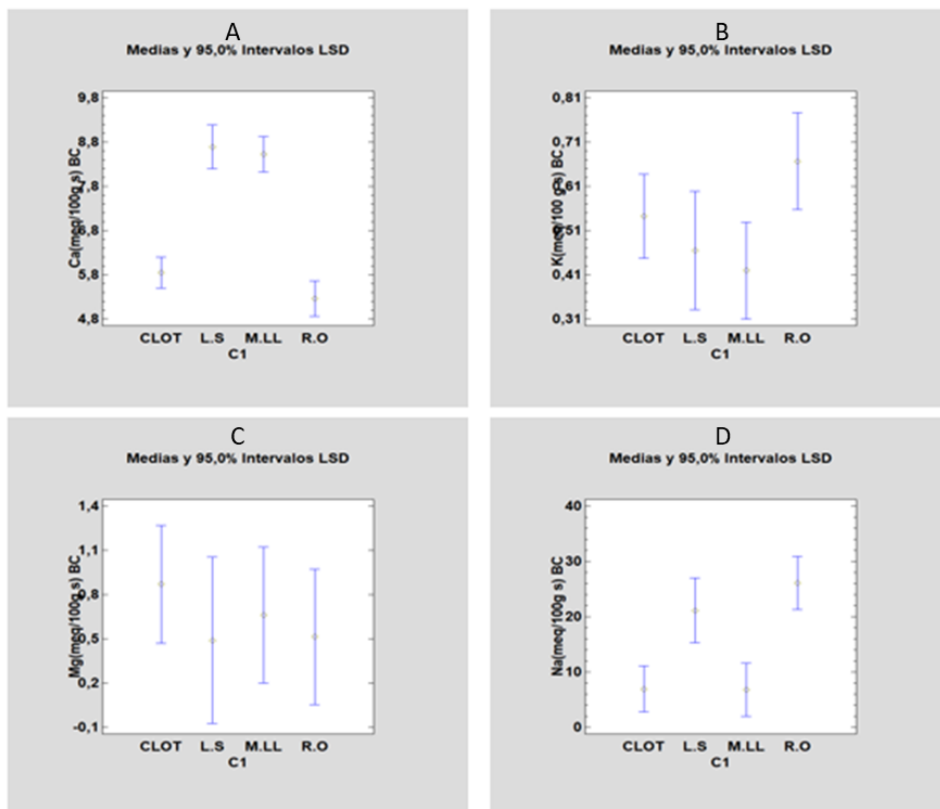


Figura 11: Medias comparativas de las bases de cambio Ca, K, Mg y Na (meq/100 g de suelo) (A,B,C y D).



A continuación, se muestran dos tablas en las que se pueden observar todos los resultados obtenidos de los diferentes análisis:

Tabla 6: Resultados obtenidos de las propiedades físicas de los suelos

Suelo	Nº	Densidad aparente(g/cm3)	Porosidad(%)	Arena(%)	Limo(%)	Arcilla(%)	Textura(Nombre)	Color seco	Color húmedo
CLOT	1	1,230	50,789	55	35	10	Franco arenosa	Amarillo rojizo	Amarillo rojizo
CLOT	1	1,198	52,066	55	35	10	Franco arenosa	Amarillo rojizo	Amarillo rojizo
CLOT	1	1,097	56,133	55	35	10	Franco arenosa	Amarillo rojizo	Amarillo rojizo
CLOT	1	0,922	63,118	55	35	10	Franco arenosa	Amarillo rojizo	Amarillo rojizo
CLOT	1	1,230	50,789	55	35	10	Franco arenosa	Amarillo rojizo	Amarillo rojizo
CLOT	1	1,198	52,066	55	35	10	Franco arenosa	Amarillo rojizo	Amarillo rojizo
CLOT	1	1,097	56,133	55	35	10	Franco arenosa	Amarillo rojizo	Amarillo rojizo
CLOT	1	0,922	63,118	55	35	10	Arenosa	Amarillo rojizo	Amarillo rojizo
R.O	2	1,159	53,641	92	2	6	Arenosa	Marrón pálido	Marrón
R.O	2	1,007	59,730	92	2	6	Arenosa	Marrón pálido	Marrón
R.O	2	1,127	54,910	92	2	6	Arenosa	Gris parduzco claro	Marrón grisáceo oscuro
R.O	2	1,159	53,641	92	2	6	Arenosa	Marrón pálido	Marrón
R.O	2	1,007	59,730	92	2	6	Arenosa	Marrón pálido	Marrón
R.O	2	1,127	54,910	92	2	6	Arenosa	Gris parduzco claro	Marrón grisáceo oscuro
L.S	3	1,159	53,641	94	2	4	Arenosa	Marrón muy pálido	Marrón
L.S	3	1,007	59,730	94	2	4	Arenosa	Marrón muy pálido	Marrón amarillento
L.S	3	1,159	53,641	94	2	4	Arenosa	Marrón muy pálido	Marrón
L.S	3	1,007	59,730	94	2	4	Arenosa	Marrón muy pálido	Marrón amarillento
M.LL	4	1,524	39,030	88	6	6	Arenosa	Marrón muy pálido	Marrón amarillento
M.LL	4	1,419	43,231	88	6	6	Arenosa	Marrón muy pálido	Marrón
M.LL	4	1,363	45,460	88	6	6	Arenosa	Marrón muy pálido	Marrón amarillento
M.LL	4	1,524	39,030	88	6	6	Arenosa	Marrón muy pálido	Marrón amarillento
M.LL	4	1,419	43,231	88	6	6	Arenosa	Marrón muy pálido	Marrón
M.LL	4	1,363	45,460	88	6	6	Arenosa	Marrón muy pálido	Marrón amarillento

Tabla 7: Resultados obtenidos de las propiedades químicas de los suelos

Suelo	Nº	% CaCO3	M.O(%)	pH PS	C.E PS(ds/m)	Na(meq/L) PS	K(meq/L) PS	Mg(meq/L) PS	Ca(meq/L) PS	Cl(meq/L) PS	Na(meq/100g s) BC	K(meq/100 g s) BC	Mg(meq/100g s) BC	Ca(meq/100g s) BC	CIC(meq/100g s)	ESP(%)
CLOT	1	53,088	0,507	7,600	25,300	132,302	3,027	15,615	14,675	265,140	6,118	0,453	0,449	6,581	15,170	36,505
CLOT	1	53,088	0,507	7,600	25,300	132,302	3,027	15,615	14,675	265,140	5,738	0,439	4,026	6,326	19,813	26,217
CLOT	1	26,975	0,390	7,200	42,000	224,871	2,590	23,593	27,919	513,356	7,356	0,378	0,434	6,530	19,708	33,787
CLOT	1	26,975	0,390	7,200	42,000	224,871	2,590	23,593	27,919	513,356	7,356	0,358	0,427	5,816	19,339	34,432
CLOT	1	44,013	0,429	7,560	34,200	232,218	4,339	13,836	13,847	377,965	7,935	0,651	0,384	5,867	19,554	36,742
CLOT	1	44,013	0,429	7,560	34,200	232,218	4,339	13,836	13,847	377,965	8,015	0,658	0,428	4,796	22,459	32,313
CLOT	1	45,297	0,662	7,650	24,200	145,526	4,339	13,348	12,191	253,857	5,997	0,698	0,381	6,121	15,283	35,535
CLOT	1	45,297	0,662	7,650	24,200	145,526	4,339	13,348	12,191	253,857	6,815	0,705	0,429	4,744	19,401	31,813
R.O	2	24,666	1,366	7,500	35,300	205,987	6,619	72,093	13,599	163,597	20,139	0,412	0,536	6,326	23,648	77,373
R.O	2	24,666	1,366	7,500	35,300	205,987	6,619	72,093	13,599	163,597	12,150	0,412	0,470	5,918	23,648	46,679
R.O	2	21,350	2,022	8,000	79,800	462,538	18,045	81,390	21,212	789,778	48,081	1,032	0,562	4,794	27,177	158,460
R.O	2	21,350	2,022	8,000	79,800	462,538	18,045	81,390	21,212	789,778	44,088	1,032	0,478	4,794	27,125	145,580
R.O	2	19,910	1,577	7,830	35,900	205,987	6,619	57,914	12,330	361,041	16,151	0,542	0,513	4,798	23,289	62,753
R.O	2	19,910	1,577	7,830	35,900	205,987	6,619	57,914	12,330	361,041	16,151	0,569	0,525	4,951	23,236	62,895
L.S	3	25,752	0,379	7,900	51,400	319,484	11,996	56,776	14,868	451,302	20,147	0,501	0,389	8,625	14,780	124,097
L.S	3	25,752	0,379	7,900	51,400	319,484	11,996	56,776	14,868	451,302	20,147	0,508	0,546	8,369	19,450	94,301
L.S	3	26,923	0,379	7,780	54,900	323,031	7,963	57,134	14,868	530,280	24,143	0,419	0,511	9,135	14,939	147,128
L.S	3	26,923	0,379	7,780	54,900	323,031	7,963	57,134	14,868	530,280	20,147	0,433	0,515	8,625	19,715	93,033
M.LL	4	21,685	0,191	8,350	39,000	287,563	14,012	32,213	7,255	468,226	8,012	0,501	0,403	9,229	15,212	48,142
M.LL	4	21,685	0,191	8,350	39,000	287,563	14,012	32,213	7,255	468,226	7,972	0,521	0,535	7,802	33,542	21,725
M.LL	4	25,708	0,191	8,220	42,600	295,839	11,996	33,768	7,255	349,759	7,912	0,494	0,560	9,127	15,425	46,886
M.LL	4	25,708	0,191	8,220	42,600	295,839	11,996	33,768	7,255	349,759	7,992	0,480	0,562	8,923	10,683	68,382
M.LL	4	25,533	0,456	7,920	20,100	133,869	4,602	32,028	3,449	220,010	4,678	0,276	1,006	8,618	14,923	28,712
M.LL	4	25,533	0,456	7,920	20,100	133,869	4,602	32,028	3,449	220,010	4,458	0,248	0,901	7,445	14,976	27,266

## 6. Conclusiones

Las conclusiones obtenidas reflejan las diferencias y similitudes edafológicas en relación con las propiedades físicas y químicas de los diferentes suelos estudiados:

### **Propiedades físicas**

En relación con las propiedades físicas, por una parte, cabe resaltar la clase textural de los suelos de estudio. Los suelos pertenecientes a las zonas de las malladas del Saler presentan una clase textural arenosa y el suelo perteneciente al saladar del Clot de Galvany presenta una clase textural franco-arenosa. Con este hecho se concluye que en ambos tipos de suelos la partícula predominante ha sido la arena, solo que de manera más acentuada sobre los suelos del Saler que en el suelo del Clot.

### **Propiedades químicas**

A) La capacidad de intercambio catiónico (CIC) y el contenido en materia orgánica

Los resultados obtenidos respecto a esta relación van acordes con la influencia de la materia orgánica y el porcentaje en limos sobre la CIC. Respecto a este aspecto se puede concluir que todos los suelos presentan valores de CIC medios ya que ninguno de los suelos contiene una presencia significativa de materia orgánica ni de limos, ya que la clase textural por lo general es de tendencia a arenosa. No obstante, hay que destacar que el suelo del R.O al presentar unos valores de materia orgánica mayores refleja unos valores mayores de CIC, y de forma similar ocurre con el suelo del CLOT, solo que en este caso la CIC puede que sea ligeramente superior a los suelos de la M.LL y el L.S ya que su clase textural es franco arenosa, la cual puede contener un ligero porcentaje mayor de limos, y no arenosa como es el caso de estos últimos.

B) Sodio (Na) y cloruros (Cl<sup>-</sup>) de la pasta saturada, conductividad eléctrica (C.E) y EPS.

Otro aspecto relevante de las propiedades químicas de este estudio es la presencia significativa de sodio en los diferentes análisis realizados. La conclusión sobre este aspecto es que los suelos de las malladas del Saler presentan una concentración de sales solubles mayor que el suelo del CLOT, a excepción de la mallada Llarga, ya que existe una gran concentración de sodio y de cloruros, elementos los cuales están asociados formando sales de cloruro sódico (NaCl) las cuales son muy solubles y este hecho se refleja en los resultados obtenidos de pasta saturada, elevada conductividad eléctrica (C.E) y porcentaje de sodio intercambiable (EPS) por lo que queda finalmente reflejado un suelo salino-sódico en esta última mallada. Todas las malladas restantes y el saladar del Clot corresponderían más a un suelo salino o Solonchaks.

## 7. Bibliografía

(C) Aigües i Sanejament d'Elx. (2015). *Gestión del Clot de Galvany*. Recuperado de: <http://www.aigueselx.com/ESP/1311.asp>

Ajuntament d'Elx, Aigües d'Elx, Conselleria de Vivienda, Obras públicas y Vertebración del Territorio, Asociación de los humedales del sur de Alicante & Pantano de Elche (Biodiversidad y Medio Ambiente) (2017). *Flora y fauna del Clot de Galbany*. Recuperado de: <http://clotdegalbany.es/que-ver-en-el-clot/saladar/>

Ajuntament de Valencia & Servicio Devesa-Albufera. *Itinerarios por la Devesa de l'Albufera*. Recuperado de: [http://albufera.valencia.es/sites/default/files/itinerario\\_paisajistico.pdf](http://albufera.valencia.es/sites/default/files/itinerario_paisajistico.pdf)

Ballester, J. (2007). *Requisitos edáficos de algunas especies de interés especial de las malladas del parque natural de la albufera*, 3-4.

Bresler, E., McNeal, B.L. & Carter, D.L. (1982). *Saline and Sodic Soils*. Principles-Dynamics-Modeling. Ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 236 pp.

Camarasa, V. (2009). *Los saladares y lagunas costeros*. Recuperado de: <https://vicentecamarasa.wordpress.com/2009/07/12/los-saladares-y-lagunas-costeros/>

Capel, J.J. (1982). La aridez en la península ibérica. Algunos índices bioclimáticos. En: *Homenaje almeriense al botánico Rufino Sagredo*. Instituto de Estudios Almerienses. Almería.

Christensen, B. (1983). *Management and utilization of mangroves in Asia and the Pacific*. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/q1093s/q1093s01.htm>

Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural (2015). *Clot de Galvany (Elx)*. Recuperado de: <http://www.agroambient.gva.es/web/biodiversidad/clot-de-galvany-elche->

Cross, G., & J. Anil (1983). *Markov Random Field Texture Models, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, v.5 n.1, p.25-39, January 1983.

Díaz, A. (2016). *Índices climáticos y bioclimáticos*. Recuperado de: <http://biogeografia.net.au.net/bioclimate2.html>

Gagnard G., Huguet C., Ryser J.P., (1988). *L'analyse du sol et du végétal dans la conduite de la fertilisation. Le contrôle de la qualité des fruits*. Secrétariat général OILB/SROP. 83 p.

Giacobbe, A. (1958). *Ricerche ecologica sull'aridità nei paesi del mediterraneo occidentale*. Webbia 14 (I), pp. 1-79.

Gómez, K.A. & Gómez, A.A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research*. Ed. John Wiley and Sons. 680 pp, 263 pp.

- Ibáñez, J.J., & Manríquez, F.J. (2013). *Solonchaks (WRB). Suelos Salinos*. Recuperado de: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2013/12/17/144776>
- IGME (1973). *Mapa geológico de Elche* (Hoja 893). Recuperado de: <http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?Id=893&language=es>
- IGME (1974). *Mapa geológico de Valencia* (Hoja 722). Recuperado de: <http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?Id=722&language=es>
- Macías, M.A., Lorca, M., Giménez, J., Aguirre, J.L. & Rodríguez, J. (2014). *Clasificación bioclimática del pacífico mexicano y su relación con la vegetación potencial*. Extraído de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-71512014000400006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512014000400006)
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría general de alimentación. Dirección de política alimentaria (Madrid, 1994). Tomo III. *Métodos oficiales de análisis*.
- Mondría, M. (2004). Estudio histórico de l'Albufera. *Estudio para el desarrollo sostenible en l'Albufera de Valencia*. Recuperado de: [http://www2.chj.gob.es/albufera/01\\_WEB\\_ED/01\\_AV\\_DSAV/01\\_GD/01\\_DOCUMENTO/S%5C01\\_RI1%5CRI1\\_04\\_1%5C7241-IN-OA-RI1\\_01\\_4-001-Ed01.pdf](http://www2.chj.gob.es/albufera/01_WEB_ED/01_AV_DSAV/01_GD/01_DOCUMENTO/S%5C01_RI1%5CRI1_04_1%5C7241-IN-OA-RI1_01_4-001-Ed01.pdf)
- Palazón, S., & Larrosa, J.A. (2002). Turismo y transformaciones urbanas en el siglo XXI. *El Clot de Galvany(Elche): Un ejemplo de humedal amenazado por la expansión turístico-residencial*. Recuperado de: <http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmcjt029>
- Parques naturales de la Comunidad Valenciana-L'Albufera & Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural (2015). *Flora y vegetación*. Recuperado de: <http://www.parquesnaturales.gva.es/es/web/pn-l-albufera/flora-y-vegetacion>
- Porta, J., López-Acevedo, M., & Poch, R.M. (2003). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa, 929 pp. ESP, 2003.
- Porta, J., López-Acevedo, M., & Poch, R.M. (2008). *Introducción a la Edafología: Uso y protección del suelo*. Ediciones Mundi-Prensa, 451 pp. Madrid, 2008.
- Rhoades, J. D. (1982). *Cation exchange capacity. Methods of soils analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*, (methodssoilan2). 149-157.
- Rioja, A. (2002). *Apuntes de Fitotecnia General*. E.U.I.T.A., Ciudad Real.
- Rivas, S. (2005). *Avances en Geobotánica*. Discurso de Apertura del Curso Académico de la Real Academia Nacional de Farmacia del año 2005. Recuperado de: <http://www.globalbioclimatics.org/book/ranf2005.pdf>.

Rivas, S., Díaz, T.E., J.A. Fernández, J., Loidi, J., & Penas, A. (1984). *La Vegetación de la Alta Montaña Cantábrica. Los Picos de Europa. Ed. Leonesas*. 295 pp. León.

Sanjaume, E., & Pardo, J.E. (2011). Las dunas en España. *Las dunas de la Devesa del Saler, 10*, 263-283. Recuperado de:  
<http://www.geomorfologia.es/sites/default/files/Las%20dunas%20en%20Espa%C3%B1a%202.pdf>

Stokes, G.G. (1851). *On the effect of the lateral friction of fluids on the motion of pendulums*. Transactions of Cambridge Philosophical Society, Cambridge, v.9, n.1, p.8-106, 1851.

Supan, A. (1884). *Grundzuge der Physische Erdkunde*. Auf. 7, Leipzig, 1927-30.

Walkley, A. (1935). *An examination of methods for determining organic carbon and nitrogen in soils*. J. Agric. Sci. 25:598-609.

Yanez, J. (1989). *Análisis de suelos y su interpretación*. Horticultura 49:75–89