

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

**ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA
I DEL MEDI RURAL**



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**

***Caracterització del contingut de cations i
anions principals dels sòls de la zona sud-oest
de l'Albufera de València***

**TREBALL FI DE GRAU ENGINYERIA AGROALIMENTÀRIA I DEL
MEDI RURAL**

ALUMNA: MIREIA MORANT GALDAMES

TUTOR: Dr. HÉCTOR MORENO RAMÓN

CURS ACADÈMIC: 2019/2020

VALÈNCIA, Juny 2020

TÍTOL DEL TREBALL: Caracterització de l'estat de salinització als sòls de la zona sud-oest de l'Albufera de València.

RESUM

El Parc Natural de l'Albufera de València és un espai natural d'elevada riquesa, que presenta una gran varietat d'espècies de fauna i flora. Aquest, constitueix un dels aigüamolls més representatius de la conca mediterrània i ocupa una extensió d'unes 21.120 hectàrees.

El Parc Natural de l'Albufera que es coneix hui dia, té el seu origen milers d'anys enrere, quan el golf marí que s'estenia entre les desembocadures dels rius Túria i Xúquer va quedar en un primer moment, aïllat de la mar Mediterrània i poc a poc, amb les aportacions sedimentàries dels rius, va ser reomplert. A partir del segle XV, a causa de la importància que va adquirir el cultiu de l'arròs, aquesta zona va sofrir dos canvis principals induïts per l'humà; la dulcificació del sistema pantanós i l'acceleració de la marjal inicial, per tal d'obtenir major i millor superfície cultivable. Actualment, els tres usos tradicionals més importants són la pesca, la caça i l'agricultura.

Aquest entorn, però, està sotmès a diversos problemes mediambientals, com són l'elevada salinitat dels sòls i la contaminació de les aigües al llarg de la seua història. L'objectiu del treball és la caracterització i cartografiat dels sòls de l'Albufera, mitjançant l'anàlisi dels anions (carbonats, bicarbonats, clorurs i sulfats) i dels cations (sodi, potassi, calci i magnesi), per així, realitzar els mapes corresponents i determinar localitzadament l'estat de salinitat als diferents punts de la zona sud-oest de l'Albufera.

Per dur a terme aquest treball, s'han mostregat diferents punts del Parc, prenent i analitzant les mostres per determinar variables físiques i químiques com la textura, la conductivitat elèctrica, el pH, la matèria orgànica, el contingut de carbonats i el contingut de cations i anions. Per a les analítiques s'ha tingut en compte la metodologia reconeguda internacionalment a l'anàlisi de les mostres de sòls. A més, s'ha utilitzat el programa QGIS per cartografiar espacialment i en profunditat l'estat salí de la zona d'estudi.

Com a principals resultats es pot afirmar que els sòls són salins i que presenten una gran influència dels ions clorur i sodi, els quals indiquen la influència marina al llac. L'aportació d'aigua de bona qualitat és necessària per no generar pèrdues de rendiment al cultiu de l'arròs.

PARAULES CLAU: Salinitat, Albufera de València, sòls hídrics, anàlisi, cations i anions.

AUTORA: Mireia Morant Galdames

TUTOR: Héctor Moreno Ramón

TITLE: Characterization of the state of salinization in the soils of the south-western area of the Albufera de Valencia.

ABSTRACT

Albufera of València Natural Park is a highly rich natural space, featuring a great variety of fauna and flora species. It constitutes one of the most representative wetlands in the Mediterranean basin and occupies an area of 21,120 hectares.

The Albufera Natural Park, which is known today, was originated thousands of years ago when the sea gulf course was stretched between the mouths of the Turia and Júcar rivers and the gulf was initially isolated from the Mediterranean Sea. Slowly, with the sedimentary contributions of the rivers a lagoon was created. From the 15th century, and due to the importance that rice cultivation acquired, this area underwent two main human-induced changes; the softening of the marshy system and the acceleration of the initial marsh area with the loss of the surface of the lagoon and the expansion of soil surface to obtain a greater and better cultivable area. Currently, the three most important traditional uses are fishing, hunting and agriculture.

This area, however, is subject to various environmental problems, of which a high salinity of the soil stands out, which can cause changes in crop yield. For this reason, the objective of this work is the characterization and mapping of Albufera soils, through the analysis of anions (carbonates, bicarbonates, chlorides and sulphates) and cations (sodium, potassium, calcium and magnesium). At the end, the goal is to create the corresponding maps which spatially determine the state of salinity at the different points of the adjacent southwest area in the Albufera lake.

To carry out this work, different points of the park have been sampled, taking samples and analysing them to determine physical and chemical variables such as texture, electrical conductivity, organic matter, carbonate content, as well as cation and anion content. For the analyses, the internationally recognized methodology has been considered in the analysis of solo samples, in addition to using the QGIS as a program to map spatially and in depth the saline state of the study area.

As main results, it can be indicated that the soils are saline with a great influence of chloride and sodium ions, which indicate the marine influence on the lake. The supply of good quality water is necessary to avoid yield losses in rice cultivation.

KEYWORDS: Salinity, Albufera of Valencia, hydric soil, analysis, cations and anions.

ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ	1
1.1. ELS AIGUAMOLLS	1
1.1.1 Definició i funcions.....	1
1.1.2 Zones humides a Espanya	2
1.1.3 Zones humides a la Comunitat Valenciana	3
1.1.3.1 L'Albufera de València.....	3
1.2 ELS SÒLS	4
1.2.1 Definicions i importància	4
1.2.1.1 Els sòls hídrics.....	5
1.2.2 Salinitat i sodicitat.....	5
1.2.2.1 Origen.....	6
1.2.2.2 Factors.....	7
1.2.2.3 Sals del sòl	7
1.2.2.4 Paràmetres per mesurar les sals del sòl: salinitat i sodicitat	8
1.2.2.5 Tolerància dels cultius a la salinitat i sodicitat	10
2. ANTECEDENTS	12
2.1. LA PROBLEMÀTICA DELS SÒLS DE L'ALBUFERA DE VALÈNCIA.....	12
2.2. OBJECTIU DE L'ESTUDI	13
3. MATERIALS I MÈTODES	13
3.1. DESCRIPCIÓ DEL MEDI FÍSIC	13
3.1.1 Zona d'estudi	13
3.1.2 Climatologia.....	14
3.1.3 Relleu i geomorfologia	15
3.1.3.1 Formació de l'Albufera.....	15
3.1.4 Geologia	16
3.1.5 Sòls.....	17
3.1.6 Aigua i recursos hídrics	18
3.1.7 Vegetació.....	18
3.2. METODOLOGIA	19
3.2.1 Mostreig dels sòls.....	19
3.2.2 Anàlisi de sòls	19
3.2.3 Tractament de dades cartogràfiques i anàlisi estadístic	21

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ	22
4.1. SÒLS DE LA ZONA SUD-OEST PRÒXIMA AL LLAC	22
4.1.1 Carbonats	22
4.1.2 pH.....	24
4.1.3 Textura	25
4.1.4 Matèria orgànica.....	27
4.1.5 Salinitat: conductivitat elèctrica i SAR	29
4.1.6 Cations i anions.....	32
4.1.7 Correlacions estadístiques entre variables	33
4.1.8 Rendiment potencial del cultiu de l'arròs.....	34
5. CONCLUSIONS	35
6. BIBLIOGRAFIA.....	37
7. ANNEXES	41

RELACIÓ DE FIGURES

Figura 1. Gràfic de la relació producció-salinitat dels cultius.....	11
Figura 2. Localització la zona d'estudi dins del P.N. de l'Albufera de València.....	14
Figura 3. Diagrama ombrotèrmic de Sueca.....	15
Figura 4. Mapa geològic del P.N. de l'Albufera de València	17
Figura 5. Llegenda del mapa geològic del P.N. de l'Albufera de València	17
Figura 6. Mapa de punts de mostreig a la zona d'estudi de l'Albufera de València.....	19
Figura 7. Mostres de l'extracte de saturació dels sòls a analitzar.	20
Figura 8. Distribució espacial de carbonats (%) a la zona d'estudi a una profunditat de 0-20 cm.	23
Figura 9. Distribució espacial de carbonats (%) a la zona d'estudi a una profunditat de 60-80 cm.....	23
Figura 10. Distribució espacial del pH _e a profunditat 0-20 cm.....	25
Figura 11. Histograma de la variable pH _e als sòls de la zona d'estudi.	25
Figura 12. Distribució espacial de la fracció arenosa a profunditat 20-40 cm.....	26
Figura 13. A la part superior s'observa la distribució espacial de la fracció argilosa a 20-40 cm i a la part inferior a 40-60 cm.....	27
Figura 14. Distribució espacial del percentatge de matèria orgànica a profunditat 40-60 cm...	28
Figura 15. Evolució de la matèria orgànica (%) en profunditat de tres mostres de sòl diferents a la zona d'estudi.	29
Figura 16. Distribució espacial de la CE _e a una profunditat de 40-60 cm.	30
Figura 17. Evolució de la salinitat amb profunditat de dos punts pròxims al llac (P.34 i P.13). .	30
Figura 18. Evolució de la salinitat amb profunditat de dos punts allunyats al llac (P.1 i P.34)...	31
Figura 19. Distribució espacial de la concentració de clorurs (meq/l) a una profunditat de 40-60 cm.....	32
Figura 20. Distribució espacial de la concentració de sodi (meq/l) a una profunditat de 40- 60 cm.....	33
Figura 21. Evolució dels clorurs (meq/l)i del sodi (meq/l) amb profunditat a un punt de la zona d'estudi (P.34).	33
Figura 22. Mapa de la distribució espacial del rendiment del cultiu de l'arròs en funció de la CE _e (dS/m) a una profunditat de 0-20 cm.	35

RELACIÓ DE TAULES

Taula 1. Indicadors de salinitat de caràcter global.....	10
Taula 2. Rendiment potencial del cultiu de l'arròs en funció de la CE _e (dS/m) amb comparació amb altres cereals	12
Taula 3. Índex bioclimàtics emprats per a la caracterització bioclimàtica de l'Albufera de València i el seu entorn.	15
Taula 4. Metodologies analítiques de sòls.	20
Taula 5. Variables estadístiques dels carbonats al sòl (%).	23
Taula 6. Variables estadístiques del pH _e als sòls de la zona d'estudi.....	24
Taula 7. Variables estadístiques del paràmetre fraccions texturals als sòls de la zona d'estudi.26	
Taula 8. Variables estadístiques del paràmetre matèria orgànica als sòls de la zona d'estudi. .	28
Taula 9. Variables estadístiques de la CE _e i la CE _{1:5} als sòls de la zona d'estudi.	30
Taula 10. Variables estadístiques del RAS als sòls de la zona d'estudi.	31
Taula 11. Classificació dels sòls en funció del CE _e i el RAS.	31
Taula 12. Variables estadístiques dels cations i anions principals (meq/l) als sòls de la zona d'estudi.....	32
Taula 13. Correlacions dels anions, cations i la CE _e mitjançant el coeficient Rho d'Spearman.	34

1. INTRODUCCIÓ

1.1. ELS AIGUAMOLLS

1.1.1 Definició i funcions

Les zones humides són ecosistemes molt complexos i amb una elevada diversitat, que tenen una gran importància ecològica, social i territorial de primer ordre (Romagosa, 1999). Es poden definir com un sistema interactiu entre la comunitat biològica i el medi inert que la sosté; més concretament, un ecosistema lacustre d'aigües tranquil·les.

Els aiguamolls són zones on el principal factor regulador del medi i la vida vegetal i animal, és l'aigua. La seua especial característica és que es formen quan la capa freàtica es troba a la superfície terrestre o pròxima a ella, o on la terra està coberta per aigües poc profundes. D'aquesta manera, al manual de la convenció RAMSAR es defineix aiguamoll com a aquelles extensions de marenys, pantans i torberes, o superfícies cobertes d'aigües, de règim natural o artificial, permanents o temporals, estancades o corrents, dolces, salobres o salades, incloses les extensions d'aigua marina les quals no superen la profunditat de sis metres en marea baixa (RAMSAR, 2019).

Les diferents interaccions físiques, químiques, biològiques i humanes que tenen lloc a les zones humides i que tenen una repercussió directa o indirecta sobre el medi ambient i/o la societat que les envolta, fan possible que exerceixen funcions vitals. Aquestes determinaran el valor social i ambiental de les mateixes (Romagosa, F, 2000) i són les següents:

1. La **regulació del cicle hidrològic**, ja que les zones humides formen part del mateix cicle hidrològic.
2. La **regulació de les inundacions**. Les zones humides s'encarreguen d'emmagatzemar, temporalment, les aigües de les inundacions, que posteriorment les restitueix al medi que l'envolta de forma gradual, per evaporació, per escolament o per infiltració.
3. La **protecció contra les forces naturals**. Controla l'erosió, protegeix contra el vent i actua de barrera natural d'àrees costaneres.
4. **Reciclatge de nutrients i contaminants**. Emmagatzema i recicla tant nutrients com residus humans, animals i substàncies tòxiques.
5. És una **font de recursos**, com són productes naturals, aigua, aliments i matèries primeres per a la societat. Els recursos més destacats són:
 - L'aigua. Recurs fonamental per a la supervivència de les espècies.
 - La caça. A aquesta pràctica hi ha discrepàncies, per una banda es considera una degradació de valors de les zones humides i per altra, és vist com un ús racional i sostenible dels recursos d'aquestes zones.
 - La pesca i l'aqüicultura. A les zones humides es produeixen dues terceres parts de la pesca mundial.
 - Espai per a pastures i ramaderia.
 - Font d'aliments. Aquest és el cas de la producció agrícola de l'arròs (entre altres), aliment bàsic per a gran part de la població humana.

- Producció energètica. Aquest és el cas de la turba, de la llenya, etc.
 - I altres productes com sal, material per a construcció, etc.
6. **Font de biodiversitat.**
 7. **Importància per a la conservació.** És l'hàbitat, al cicle vital, d'importantes espècies animals i vegetals i també per a l'allotjament d'espècies, hàbitats, comunitats, etc.
 8. **Hàbitat de comunitats humanes.**
 9. **Importància sociocultural.**
 10. **Infraestructures naturals.** Contribueix al manteniment de processos i sistemes naturals, tals com:
 - a) La interacció entre processos ecològics, geomorfològics i geològics.
 - b) El manteniment de microclimes locals.
 - c) La prevenció davant de l'elevació del nivell del mar.

D'altra banda, no tots els aspectes relacionats amb els aiguamolls són positius, n'hi ha de negatius, com poden ser les inundacions de les zones properes a aquests paratges, la presència de mosquits o l'excés d'avifauna que pot causar problemes a les collites dels voltants.

1.1.2 Zones humides a Espanya

Actualment a la llista RAMSAR hi ha inclosos més de 2.300 aiguamolls d'arreu del món, que ocupen una superfície major a 2,5 milions de kilòmetres quadrats als territoris dels 171 països que s'han adherit al conveni RAMSAR (RAMSAR, 2019), tenint en compte que aquestes dades varien d'una manera continuada. Aquesta llista té un gran prestigi, ja que comprèn les zones humides més importants del món, des d'un punt de vista ecològic i per la conservació de la biodiversitat. Per aconseguir un lloc a aquesta llista, s'han de complir alguns dels requisits inclosos als criteris d'importància internacional desenvolupats pel Conveni, el que assegura la qualitat d'aquests espais (MITECO, 2019).

Al cas concret d'Espanya, existeix un "Protocol d'inclusió d'aiguamolls espanyols a la llista d'importància internacional del Conveni de Ramsar" elaborat al marc del Comitè d'aiguamolls. En primer lloc les sol·licituds són estudiades pel Comitè d'aiguamolls, que comprova que es compleixen els criteris Ramsar d'importància internacional establerts pel Conveni. Seguidament es comunica a la Comissió Estatal per al Patrimoni Natural i Biodiversitat, vigent a Espanya segons el R.D. 1424/2008 de 14 d'agost (BOE 13/09/2008) per poder finalitzar el procés d'inclusió a la llista RAMSAR (MITECO, 2019).

Actualment, a Espanya hi ha 74 aiguamolls, que sumen un total de més de 303.090 hectàrees i açò situa a Espanya com el tercer país del món en quant al nombre d'aiguamolls aollits a aquest conveni, únicament deixant darrere a Regne Unit i Mèxic (SEO-BIRDLIFE, 2020).

Els aiguamolls espanyols són uns dels llocs on hi resideixen les poblacions més importants d'aus aquàtiques a nivell europeu, i hi habiten a fases concretes del seu cicle (hivernada, migració i reproducció), convertint-se així en llocs de gran importància per a la seua supervivència. Per això els aiguamolls són espais tan importants per a la supervivència de les aus. A més, hi ha moltes activitats com la pesca a zones costaneres, el cultiu de l'arròs, el turisme o el

subministrament d'aigua, directament relacionades amb l'estat de conservació d'aquests ecosistemes.

Malgrat tota aquesta informació, d'acord amb les dades de l'índex d'extensió dels aiguamolls del conveni de diversitat biològica, al voltant del 40% aquests ecosistemes s'han anat degradant als últims 40 anys, a més, la taxa d'acceleració s'incrementa més d'un 1,5% cada any (SEO-BIRDLIFE,2020).

1.1.3 Zones humides a la Comunitat Valenciana

A la Comunitat Valenciana s'han catalogat 48 zones humides amb una superfície de 44.862 hectàrees, agrupades de la següent manera (CONSELLERIA DE MEDIO AMBIENTE, 2011):

- Albuferes, marjals litorals i ambients associats (Albufera de València).
- Ambients fluvials i litorals associats (Desembocadura del riu Xeraco).
- Manantials (Fonts de l'Algar).
- Llacunes i aiguamolls d'interiors (Llacunes de Segorbe).
- Saladars litorals (Salines de Calp).
- Embassaments de fluctuació escassa (Embassament de Tibi).

Els municipis que inclouen, total o parcialment, alguna zona humida són 80, dels quals 25 estan situats a Alacant, 18 a Castelló i 37 a València. En quant a superfície total, la província més representada és València, amb un 60,7%, seguida d'Alacant amb un 31,8% i Castelló amb un 7,5%.

Actualment, l'ús del sòl majoritàriament als aiguamolls, correspon a vegetació natural, amb un 30% del total; seguit de l'arrossar amb un poc més del 24% i els cultius hortícoles i cítrics amb aproximadament un 13% cadascun d'ells. El 6% representa la làmina d'aigua al període d'estiatge, que als períodes més humits augmenta a costa, principalment, de la vegetació natural. El 14% restant correspon a la resta d'usos, no obstant, és poc representatiu (CONSELLERIA DE MEDIO AMBIENTE, 2011).

1.1.3.1 L'Albufera de València

L'Albufera de València és un aiguamoll situat a València (Espanya), amb les coordenades 39° 20' N i 0° 21' W que va ser declarat Parc Natural al 1986 pel valor ambiental, paisatgístic i cultural que presenta i al 1990 va ser inclosa a la llista de zones humides internacionals segons el R.D. 110/1990 de 2 de febrer (BOE 08/05/1990), complint amb els criteris establerts per la Convenció RAMSAR i la Xarxa Natura 2000.

Està conformat per tres zones diferents: el llac, l'àrea de la marjal on es cultiva l'arròs i la barrera d'arena que separa el llac i la marjal del mar. Té una superfície de 21,120 hectàrees i es va formar per les contribucions sedimentàries dels rius Túria i Xúquer que tancaren un golf al mar Mediterrani. Al segle XVIII, el llac tenia una àrea de 300 km², però a dia de hui, l'àrea del llac és de 23 km², i actualment és el llac d'aigua dolça més gran d'Espanya.

La reducció de la superfície va estar promoguda principalment per dos factors: el procés natural de sedimentació (sediments d'ambdós rius al llarg dels anys) i els processos antropogènics per aconseguir terra per a produir arròs a aquell moment (Pascual-Aguilar *et al.*, 2015).

1.2 ELS SÒLS

1.2.1 Definicions i importància

El Departament d'Agricultura dels EE.UU ofereix una de les definicions del sòl més comunament utilitzades i ho defineix com:

“Cos natural compost de sòlids (minerals i matèria orgànica), líquids i gasos que es produeixen a la superfície terrestre, ocupa espai i es caracteritza per un o ambdós dels següents conceptes: horitzons o capes, que són diferenciades del material inicial com a resultat d'adicions, pèrdues, transferències i transformacions d'energia i matèria o la capacitat de suportar plantes arrelades a un entorn natural.” (Soil Survey Staff, 1999).

El límit superior del sòl es troba entre aquest i l'aire, les aigües poc profundes, les plantes vives o els materials vegetals que no han iniciat la descomposició. Quan la superfície està coberta permanentment amb una capa d'aigua superior a 2,5 m, no es considera sòl.

El límit inferior es pot definir com a aquells horitzons més pròxims a la superfície de la terra, que normalment corresponen amb roques dures o materials terrosos pràcticament desproveïts d'animals, arrels o altres marques d'activitat biològica.

Els sòls es separen majoritàriament en funció dels tipus d'horitzons que tenen i les seues propietats horitzontals. Al mateix temps, els horitzons es distingeixen entre si per les diferències amb el contingut de carboni orgànic, la morfologia (textura, color, etc.), la mineralogia i la química (pH, estat redox, etc.)(Richardson *et al.*, 2001).

El sòl presenta múltiples funcions, com (FAO, 2019):

- És la base per al creixement de les plantes i contribueix al manteniment de la vegetació natural i cultivada.
- Presenta un important paper de recolzament a la biodiversitat animal sobre la terra, que inclou la fauna salvatge i domèstica, mitjançant el creixement de les plantes. A més conté organismes que realitzen funcions vitals com descompondre restes vegetals, oxigenar el sòl o regular el carboni.
- És reconegut pel seu paper fonamental en la qualitat i el subministrament d'aigua. Associat al paisatge i a la seua vegetació, és responsable de la distribució de les precipitacions pluvials sobre ell mateix.
- Representa un important paper de control de contaminació (propietat d'absorció del sòl).
- És important per la preservació de la història de la terra i el seu patrimoni cultural.
- Per últim i considerada una de les més importants, destaca la funció global de recolzament a l'alimentació i agricultura per a la preservació i desenvolupament de la vida humana i del planeta.

1.2.1.1 Els sòls hídrics

Els sòls hídrics són aquells que s'han format baix condicions de saturació, inundació i embassament i que han mantingut l'aigua durant el temps suficient a l'estació de creixement de les plantes per desenvolupar condicions anaeròbiques a la seua part superior. Finalment presenten característiques morfològiques pròpies de períodes d'inundació per poder recolzar el creixement i la reproducció de la vegetació hidrofítica (USDA-NRCS, 2010).

Un sòl hídric és un que normalment s'associa amb aiguamolls i hidrofítics. Algunes de les característiques que recolzen els sòls hídrics són la humitat o la saturació durant la temporada de creixement de les plantes i les condicions anaeròbiques a la zona de l'arrel de les plantes (Richardson *et al.*, 2001).

Els sòls dels aiguamolls s'identifiquen principalment pels colors del sòl que estan relacionats amb la duració de la saturació i les condicions reductores del sòl. D'altra banda, la vegetació hidrofítica està relacionada amb les condicions anaeròbiques del sòl, amb oposició a les condicions reductores, i amb el període de temps que un sòl roman saturat durant el període de creixement actiu de les plantes (Richardson *et al.*, 2001).

Aquest període de saturació depèn de la temperatura, la matèria orgànica i el contingut d'humitat, i l'activitat microbiana del sòl. Per tant, els períodes de l'any que el sòl és càlid i té un subministrament fresc de matèria orgànica làbil o fàcilment descomponible, el sòl es torna anaeròbic en uns dies i suporta condicions que afavoreixen el creixement de la vegetació hidrofílica.

1.2.2 Salinitat i sodicitat

La salinitat és el resultat de processos naturals i/o antròpics presents a tots els sòls que condueixen amb menor o major grau a una acumulació de sals, que poden afectar la fertilitat dels sòls (Flores *et al.*, 1996).

Un sòl es considera normal quan la proporció de sals existents per unitat de pes o de volum d'aigua és considerablement baixa i la seua presència no dificulta l'absorció de la mateixa aigua per part de les arrels per a un creixement normal de la planta (Herrero, 1986). S'estableixen uns criteris de diagnòstic per a la classificació dels sòls afectats per salinitat, que es basen en un conjunt de paràmetres, fonamentalment en l'anàlisi de la relació existent entre aquests així com en la valoració de tots els aspectes que a l'agroecosistema provoca afectacions o deteriorament significatiu de la fertilitat dels mateixos sòls.

La salinitat als sòls presenta uns atributs associats que es determinen mitjançant l'extracte de saturació. Aquests atributs inclouen la conductivitat elèctrica (CE_e), la relació d'adsorció de sodi (RAS) i els cations i anions de les sals dissoltes. A aquests s'inclouen calci, magnesi, sodi, potassi, carbonat i bicarbonat, clorur, nitrat i sulfat. A partir de les concentracions de cations dissolts es pot estimar el RAS i el percentatge de sodi intercanviable (PSI) (BASE REFERENCIAL MUNDIAL DEL RECURSO DEL SUELO, 2008).

La salinització i l'alcalinització estan influenciades pel balanç d'aigua i sals, que poden ser d'origen natural o antròpic. Els sòls salins dels sòdics es poden diferenciar principalment per les sals que dominen. Els clorurs i els sulfats, principalment de sodi dominen als sòls salins; i els carbonats i bicarbonats de sodi, prevalen sobre els sòls sòdics o alcalins (Alconada, M., 2018).

Porta *et al.* (1994) defineix un sòl salí com a aquells als que es produeix una acumulació de sals més soluble que el guix suficientment elevada com per a influir al creixement de la majoria de cultius i altres plantes no especialitzades. D'altra banda, Imbellone *et al.* (2010) indica que els sòls salins es presenten normalment a zones àrides amb certa quantitat de CaCO_3 , MgCO_3 i CaSO_4 precipitats al perfil i es caracteritzen per la presència de crostes salines a la superfície de color blanc quan el balanç d'aigua és negatiu.

Es parla d'un sòl sòdic quan el percentatge de sodi de canvi respecte al total de cations fixables és igual o superior al 15%. Els problemes de sodicitat o bé, d'alcalinitat, apareixen a causa de canvis a la composició i concentració de sals, amb canvis d'equilibri de cations intercanviables, que donen lloc a una elevada acumulació de sodi intercanviable (Alconada, M., 2018). Porta *et al.* (1994) indica que els sòls sòdics es caracteritzen per presentar una concentració suficient de Na^+ a la solució i amb forma intercanviable als col·loides edàfics com per a afectar de manera adversa a la producció dels cultius i a l'estructura de la majoria dels sòls.

La salinitat als sòls pot afectar de diverses maneres i varia depenent del cultiu del que es tracte (Herrero, 1986). Pot donar lloc a:

- Un efecte osmòtic. L'elevació excessiva de la pressió osmòtica és el primer problema que presenta una elevada concentració de sals solubles. La planta, per prendre l'aigua del sòl i part de les sals dissoltes que conté aquesta, utilitza com a un dels mecanismes principals el fenomen de la pressió osmòtica, de manera que un excés de sals a l'exterior dóna lloc a una mala absorció per part de l'ésser viu, que no és capaç d'aconseguir tals nivells de concentració
- Un efecte ió específic. Quan hi ha condicions salines, s'ha d'afegir l'acció de determinats ions sobre el creixement. Aquest efecte es deu a la toxicitat directa quan els nivells d'acumulació de l'ió en qüestió es superen. Els principals elements amb un efecte ió-específic són el sodi, els clorurs i el bor.
- Un efecte del sodi de canvi. Quan la presència de sodi de canvi està per damunt de determinats nivells, provoca una degradació de l'estructura.

1.2.2.1 Origen

Les sals solubles presents a la superfície terrestre poden tenir un origen primari (marí o litològic) o secundari (antròpic) (Badia, 1992).

- Origen primari
 - a. Origen marí. Al litoral mediterrani es troben processos de salinització pel transport de les sals procedents de la mar, l'anomenada sal cíclica. Aquests processos poden ser produïts a causa de la formació d'aerosols (suspensió de partícules fines, sòlides o líquides a un gas) rics en sals, que són transportats i

- dipositats dins del terra, per la infiltració subterrània de l'aigua marina o per la redissolució de sals fòssils.
- b. Origen litològic. A algunes ocasions ha sigut a causa de la sedimentació, que s'ha donat en condicions marines. Altres, perquè a climes àrids o semi-àrids, les sals encara que es desplacen dins del perfil edàfic, no poden ser eliminades del sòl, és a dir, no poden ser llavades. La repetició anual d'aquest procés, dona lloc a les acumulacions salines naturals.
 - Origen secundari
 - a. Origen antròpic. La irrigació és una de les principals causes dels resultats desfavorables de la salinització. Els processos pels quals es provoca aquesta salinització són:
 - i. Per l'aportació d'aigües de baixa qualitat. Les zones d'elevada taxa d'evaporació són molt sensibles a aquests tipus de regs d'aigües de baixa qualitat.
 - ii. Per l'elevació del nivell freàtic salí.
 - iii. Per un mal drenatge. La presència d'obstacles pel recorregut de l'aigua no permet el llavat i arrossegat de sals a favor de la pendent.
 - iv. Per l'exposició de materials litològics d'elevat contingut en sals.

1.2.2.2 Factors

Entre els principals factors que influeixen en la salinitat hi destaquen (AGROSAL IVIA, 2020):

- La qualitat de l'aigua de reg. Les sals dissoltes a l'aigua de reg són la font principal de les que s'acumulen al sòl.
- L'aridesa climàtica. Aquesta ve marcada per la combinació d'una baixa pluviometria amb una elevada evapotranspiració, condicions que es donen a climes àrids i semiàrids
- Un nivell freàtic superficial. Afecta per doble partida al sòl, ja que per una banda impedeix el llavat i així l'eliminació de l'excés de sals aplicades al cultiu, i per una altra, pot facilitar l'ascens capil·lar de les sals dissoltes al nivell freàtic.
- El tipus de sòl. Els sòls amb escassa porositat i/o compactats, rellenteixen el flux de l'aigua i la percolació d'aquesta, reduint així el moviment i lixiviació de les sals, fet que afavoreix l'acumulació d'aquestes.
- Factors topogràfics de forma. A les zones de depressió topogràfica, a més de tindre el nivell freàtic més elevat, la concentració de les sals és major que a posicions fisiogràfiques més elevades.
- El drenatge del sòl. És important un bon drenatge per evitar l'acumulació de sals al perfil del sòl, pròxima a la zona radicular dels cultius.
- El sistema i maneig del reg. És l'arma principal per a controlar l'acumulació de sals al sòl.

1.2.2.3 Sals del sòl

Quan es parla de les sals del sòl, es defineixen únicament aquelles que són molt solubles i es poden presentar al sòl. Es consideren molt solubles els clorurs i sulfats de sodi i de magnesi (Herrero, 1986), el clorur sòdic, el clorur magnèsic, el sulfat sòdic i el sulfat magnèsic.

Les principals combinacions iòniques que donen lloc a l'aparició de sals es formen a partir dels elements Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} , K^{+} , Cl^{-} , SO_4^{2-} , HCO_3^{-} i CO_3^{2-} . Les sals predominants als sòls salins són SO_4^{2-} i Cl^{-} de Na^{2+} , Ca^{2+} i Mg^{2+} (Porta *et al.*, 1994).

Els clorurs són l'anió més important als sòls salins; el **clorur de sodi** (NaCl) és la sal més freqüent als sòls salins, el **clorur de magnesi** (MgCl_2) és una sal extremadament tòxica i perjudicial per a les plantes, el **clorur de calci** (CaCl_2) és poc freqüent a causa de la major estabilitat d'altres sals, el **clorur de potassi** (KCl) és molt poc freqüent a sòls salins (Alconada, M., 2018).

Els sulfats varien els seus efectes segons el catió que l'acompanya; el **sulfat de sodi** (Na_2SO_3) és una sal freqüent a sòls salins, el **sulfat de magnesi** (MgSO_4) és una sal freqüent, molt soluble que destaca per la seua toxicitat i per la dificultat de llavat, el **sulfat de calci** (CaSO_4) és una sal molt comú a quasi tots els sòls amb problemes derivats de les sals, el **sulfat de potassi** (K_2SO_4) és una sal que no dona problemes de salinitat en condicions normals.

Els carbonats i bicarbonats; el **carbonat de calci** (CaCO_3) és comú a la majoria de sòls amb problemes amb sals, el **carbonat de magnesi** (MgCO_3) soluble pot precipitar com a dolomita (CaCO_3 i MgCO_3) i es dona a zones molt àrides al material originari, el carbonat de sodi (Na_2CO_3) és la sal principal a l'alcalinitat extrema, el **bicarbonat de sodi** (NaHCO_3) dona lloc a condicions menys alcalines i per tant menys tòxiques.

Els nitrats; els **nitrats sòdics** (NaNO_3) són estranys a sòls salins però són molt solubles i molt tòxics.

1.2.2.4 Paràmetres per mesurar les sals del sòl: salinitat i sodicitat

Per avaluar la salinitat, la metodologia més difosa i acceptada és la d'avaluar la conductivitat elèctrica d'un extracte de pasta saturada mesurada a 25°C. Les sals, tenen una capacitat de transmetre l'electricitat, i amb un conductímetre (aparell amb un ànode i un càtode) es pot mesurar el pas de l'electricitat i transformar-ho a la mesura de conductivitat elèctrica, emprant com a unitat de mesura els decisiemens per metre (dS/m)(Alconada, 2018).

No obstant, hi ha altres alternatives per determinar la salinitat del sòl mitjançant altres tècniques:

- També s'utilitza la determinació de la conductivitat del sòl combinant diferents ratios sòl-aigua (1:2), (1:5). És un mètode molt més ràpid que la pasta saturada i ens dona una idea de la salinitat del sòl.
- Es determina la salinitat per sals totals (TDS) i consisteix amb la suma de totes les sals que apareixen al sòl. S'empra per definir per exemple els horitzons diagnòstics sàlics (Soil Survey Staff, 2014).

- EM- 38 sensor. És una tècnica de sondeig no invasiva, que ha sigut molt utilitzada a l'agricultura de precisió i que relaciona dades del sensor amb dades de camp (Agrosal, 2020)
- Mitjançant satèl·lits, es pot correlacionar indirectament la salinitat del sòl.

D'altra banda, el sodi és un des cations més perjudicials per al sòl i que van associats als processos de salinització. Més concretament als processos de sodificació que provoquen una pèrdua de la qualitat del sòl en base a la seua estructura. Per avaluar la sodicitat s'empra el **PSI** (percentatge de sodi intercanviable) o el **RAS** (relació d'adsorció de sodi). El PSI es calcula de la següent manera:

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

Tant el PSI com el RAS són mètodes per avaluar el nivell de sodicitat. La relació d'adsorció de sodi (RAS) mesura la relació dels cations solubles, que es suposen amb equilibri amb el PSI. El RAS és el mètode més emprat davant del PSI, ja que el PSI és més complicat de determinar correctament a la majoria dels sòls sòdics, per tant el RAS és el més fiable com a mesura de la sodicitat. El RAS es calcula de la següent manera:

$$RAS = \left(\frac{\frac{Na^+}{\left(\sqrt{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \right)}}{2} \right)$$

Els sòls afectats per sals es poden agrupar en quatre categories:

- **Sòls salins.**

S'inclouen els sòls que tenen una gran quantitat de sals en solució, a la fase líquida, que resulten ser perjudicials per a la majoria de cultius. El sòl es manté floculat a causa del baix contingut de sodi absorbit per les argiles a la fase sòlida. El concepte de salinitat queda delimitat tècnicament per la conductivitat elèctrica de l'extracte de saturació (CE_e), que ha de superar els 4 dSm^{-1} , tenint en compte un percentatge de sodi intercanviable (PSI) inferior a 15 (Badia, 1992) o un $RAS < 13$.

- **Sòls alcalins.**

A aquest grup es troben els sòls que presenten una quantitat molt elevada de sodi intercanviable, que és capaç d'interferir al creixement de la majoria de cultius, sense presentar una quantitat apreciable de sals solubles. Presenten amb abundància l'ió monovalent sodi (Na^+) que és molt actiu i davant dels ions bivalents (Ca^{++} i Mg^{++}), determina la individualització i dispersió de les partícules del sòl, situació que complica molt la recuperació del sòl. Aquests sòls presenten un PSI major de 15 ($RAS > 13$) i una CE_e inferior a 4 dSm^{-1} . El pH és variable entre 8,5 i 10 a causa de l'absència de H^+ i l'abundància de Na^+ a la solució del sòl.

- **Sòls salins-alcalins**

Aquests sòls es caracteritzen per l'elevada presència de sals solubles i un alt PSI. Les seues característiques són semblants a les dels sòls salins, mentre que mantenen les sals a la fase líquida del sòl. Es confirma que la CE_e és major a 4 dSm^{-1} i el PSI major de 15 ($RAS > 13$).

○ **Sòls normals**

Aquests sòls no presenten la suficient quantitat de sals com per a resultar perjudicials. La CE_e és inferior a 4 dSm^{-1} i el PSI inferior a 15 ($RAS < 13$) (Badia, 1992).

A la taula 1 s'indica la classificació de la salinitat en funció dels paràmetres descrits:

Taula 1. Indicadors de salinitat de caràcter global (Font: FAO,2020).

Classificació	pH	CE	PSI	Procés
Salins	<8.5	>4	<15	Salinització
Sòdics	>8.5	<4	>15	Sodificació
Salins- sòdics	<8.5	>4	>15	Salinització-Sodificació

1.2.2.5 Tolerància dels cultius a la salinitat i sodicitat

Els cultius, quan es desenvolupen a sòls salins difereixen molt amb la seua capacitat per sobreviure i rendir de manera satisfactòria. Per aconseguir rendiments òptims a sòls salins és important la informació sobre la tolerància relativa dels cultius (FAO, 2020).

La tolerància a la salinitat no és una propietat fixa d'una espècie, sinó que varia amb l'etapa de creixement del cultiu, les condicions climàtiques i dins de la mateixa espècie per a diferents varietats del cultiu (Abrol *et. al*, 1988). No obstant, es pot definir com la capacitat que presenta el cultiu per suportar la salinitat del sòl sense que apareguen efectes de toxicitat tant al desenvolupament com a la producció (AGROSAL, 2020). De manera general, la tolerància es pot classificar tenint en compte tres criteris:

- 1- La capacitat del cultiu per sobreviure a un sòl salí.
- 2- La producció del cultiu a un sòl salí.
- 3- El rendiment relatiu del cultiu a un sòl salí amb comparació amb la producció, baix les mateixes condicions de maneig, però amb absència de salinitat.

Per avaluar la tolerància, s'empra el càlcul del rendiment del cultiu. S'estima amb la producció del cultiu obtinguda en condicions de salinitat dividida per la producció obtinguda amb absència de salinitat. Però a la pràctica, es corrobora que el rendiment relatiu dels cultius es manté més o menys constant a mesura que augmenta la salinitat del sòl, fins que arriba a una determinada salinitat, a partir de la qual disminueix el rendiment relatiu de manera aproximadament lineal amb la salinitat (Figura 1). Existeix una classificació de la tolerància dels cultius en funció del valor del límit CE_{es} a partir de la qual comença a reduir-se la producció significativament i també del grau reducció de la producció en funció de l'augment de la salinitat del sòl.

Taula 2. Rendiment potencial del cultiu de l'arròs en funció de la CEe (dS/m) amb comparació amb altres cereals (Ayers *et. al*, 1985).

CULTIUS DE CAMP	100%	90%	75%	50%	0%
	Màxim				
	CEe (dS/m)				
Arròs (<i>Oriza sativa</i>)	3	3,8	5,1	7,2	11
Blat (<i>Triticum aestivum</i>)	6	7,4	9,5	13	20
Blat dur (<i>Triticum turgidum</i>)	5,7	7,6	10	15	24
Ordi (<i>Hordeum vulgare</i>)	8	10	13	18	28

2. ANTECEDENTS

2.1. LA PROBLEMÀTICA DELS SÒLS DE L'ALBUFERA DE VALÈNCIA

Els sòls de l'Albufera de València s'han estudiat poc des del punt de vista edafogènic si tenim en compte la importància del Parc Natural per a la província de València. El botànic Antonio José Cavanilles presenta una de les primeres descripcions dels sòls de l'Albufera a les seues "Observacions sobre la història natural, geografia, agricultura, població i fruits del Regne de València", on diferencia els tres grups de sòls: els formats per la marjal que envolta el llac on explica que les plantes i els arbres fructifiquen a qualsevol lloc, llevat d'aquells que els ho impedeix l'abundància d'aigua i al sòl fangós, els sòls de les zones elevades (muntanyeta de Sants) i les zones properes als nuclis urbans que els descriu com a calcaris, de margues argiloses més o menys compactes amb colors rogencs, i els sòls presents a la Devesa on dominen les arenes (Cavanilles, 1795). Posteriorment projectes com LUCDEME (GVA, 1990), els estudis de Rubio *et al.*, (1988) o el més recent (Moreno, 2013), han aportat més llum sobre les característiques dels sòls de l'albufera

De part d'eixos estudis es concreta que un dels principals problemes de l'Albufera és la salinització, fet corroborat pel CEDEX (2007) a un article científic que planteja que el canvi climàtic amenaça amb salinitzar l'Albufera per l'augment d'un metre del nivell del mar. Els experts diuen que la pujada del nivell del mar estarà entre els 0,5 metres i el metre i l'informe recalca que un dels paratges tradicionals de la Comunitat Valenciana més afectats serà l'Albufera, si no es prenen les mesures necessàries. Aquesta, sofrirà directament les conseqüències de l'entrada del mar, ja que les aportacions principals procedents de la depuradora de Pinedo, no seran suficients per contrarestar l'entrada d'aigua salada per la pujada del nivell del mar.

Històricament, els cabals del riu Xúquer han sigut una de les principals aportacions d'aigua a l'Albufera, però a les últimes dècades s'ha produït un descens significatiu d'aquesta entrada d'aigües, a causa de la creixent competència pels recursos fluvials. Conseqüentment, ha hagut un increment de la salinitat a l'aigua de reg dels arrossars i als sòls. A més a més, s'ha constatat a diversos estudis l'important avanç de la intrusió marina a la marjal, que localitzen la penetració subterrània pel sud fins la marjal de Sollana i pel nord fins el terme de Catarroja (Moreno, 2013; Sanchis *et al.*, 2016). Tot açò es veu reflectit als sòls de l'Albufera, un recurs que s'ha d'estudiar i monitoritzar amb profunditat, ja que és el suport de les plantes.

2.2. OBJECTIU DE L'ESTUDI

Al Parc Natural de l'Albufera de València, el principal aprofitament econòmic és la producció arrossera i a més ocupa unes 14.500 ha, aproximadament el 70% de la seua superfície (Jiménez, 2007). D'altra banda, afavoreix el manteniment de les condicions mediambientals per a que la zona siga considerada com un aiguamoll, ja que a l'estiu quan l'evapotranspiració supera la precipitació proveeix a la marjal d'aigua.

Des de fa temps enrere i fins a dia de hui, existeix un interès constant per conèixer l'estat del Parc Natural i intentar solucionar els problemes de degradació que pateix. La salinització "a priori", pot no parèixer un problema important, no obstant, un excés de sals pot determinar el rendiment resultant del cultiu i flora. L'acumulació de sals a la zona d'arrels pot produir de manera parcial o completa, la pèrdua de la collita o un descens a la producció.

Per tant, l'objectiu principal és caracteritzar l'estat de salinització dels sòls de la zona sud-oest pròxima al llac del Parc Natural de l'Albufera de València tant espacialment com en profunditat per poder utilitzar aquest paràmetre com a indicador del risc de pèrdua de rendiment potencial de les terres per al cultiu de l'arròs.

Com a objectius secundaris estarien:

- ✓ Determinar els processos de salinització i sodificació dels sòls estudiats.
- ✓ Definir el contingut d'anions i cations.
- ✓ Cartografiar espacialment i en profunditat la variació de cations i anions al sòl.
- ✓ Determinar la capacitat d'ús dels sòls del Parc Natural en funció de les dades de salinitat amb referència al cultiu de l'arròs.

3. MATERIALS I MÈTODES

3.1. DESCRIPCIÓ DEL MEDI FÍSIC

3.1.1 Zona d'estudi

La zona d'estudi del present treball s'ubica concretament a la part sud-oest pròxima al llac del Parc Natural i l'espai comprèn una superfície d' unes 5.000 hectàrees (Figura 2). Aquesta àrea s'inunda de manera continuada i els sòls es classifiquen com a hídrics a causa del maneig del cultiu de l'arròs i també per la proximitat de la capa freàtica a la superfície del sòl. El Parc Natural està situat molt pròxim a la ciutat de València, a uns 10 km quilòmetres d'aquesta i la zona d'estudi engloba els termes municipals de de Sollana, Sueca i València (el Palmar, el Perellonet i el Romani).

Per a arribar-hi, la carretera principal des de València és la V-15 (autovia del Saler) que enllaça amb la CV-500. També es pot accedir des de Sueca i Cullera per la CV-500 i la CV-502, respectivament o des d'altres poblacions com Sollana per l'autopista AP-7 enllaçant amb

l'autovia A-38 o des d'Albalat de la Ribera per la carretera autonòmica CV-515 (PARCS NATURALS GVA, 2020).

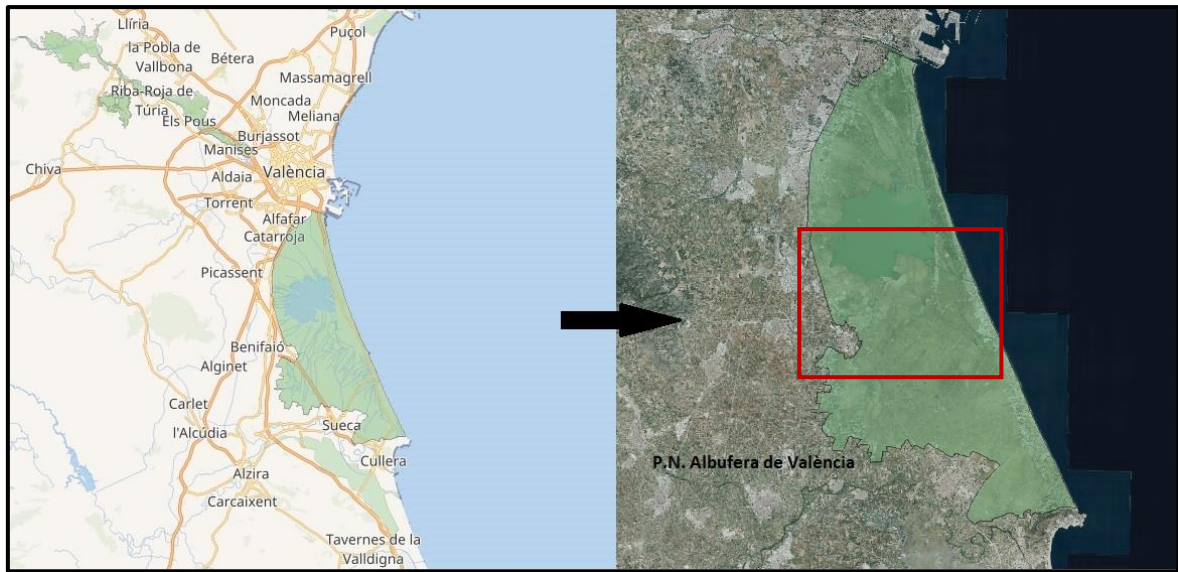


Figura 2. Localització la zona d'estudi dins del Parc Natural de l'Albufera de València (Font: INSTITUT CARTOGRÀFIC VALENCIÀ, 2020)(<https://visor.gva.es/visor/>).

3.1.2 Climatologia

L'àrea del P.N de l'Albufera es classifica dins del clima mediterrani, més concretament al mediterrani típic i a la seua variant oceànica, caracteritzat per estius secs i càlids i hiverns suaus amb escassetat de gelades. Una altra característica a destacar és que la precipitació és dos vegades inferior a la temperatura mitjana (López, 2008).

L'Albufera de València està rodejada de diverses estacions meteorològiques, però s'ha escollit la de Sueca per realitzar l'estudi de les variables ombrotèrmiques, ja que és l'estació més propera a la zona estudiada a aquest treball. La mitjana de les precipitacions és de 603 mm anuals. El mínim es presenta a l'estiu, concretament al mes de juliol amb un total de 9,9 mm i el màxim a la tardor amb 107,9 mm a Octubre (Figura 3).

Amb referència a les temperatures, la mitjana anual és de 18 °C i l'amplitud tèrmica anual és de 8 °C. L'hivern és suau, amb uns 12 °C de mitjana anual i l'estiu és bastant càlid, ja que la temperatura mitjana no baixa dels 25 °C (Ninyerola *et al.*, 2005).

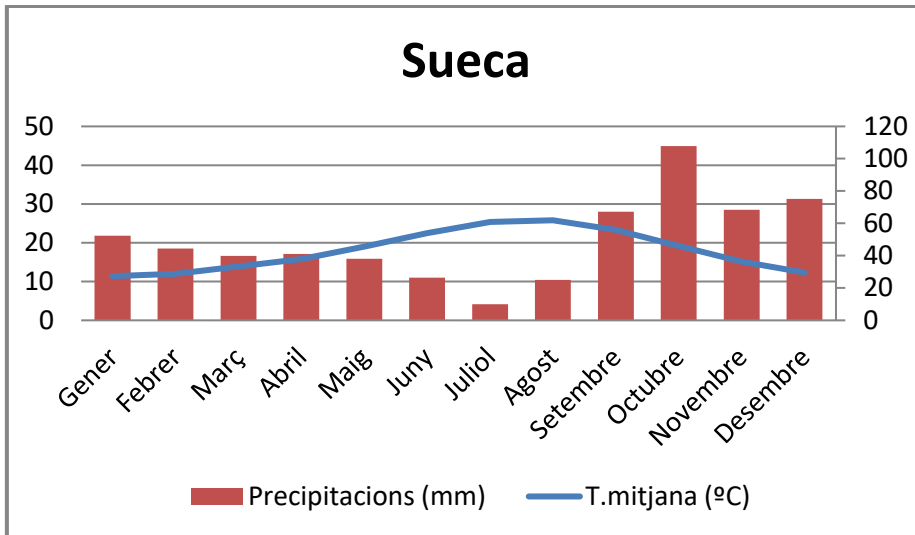


Figura 3. Diagrama ombrotèrmic de Sueca (Font: Ninyerola et al., 2005).

D'altra banda, segons la classificació bioclimàtica de Rivas Martínez (2004) i tenint en compte els índex de continentalitat, termicitat i ombrotèrmic, l'Albufera de València s'enquadra dins del macrobioclima mediterrani, bioclima pluviestacional oceànic, termotipus termomediterrani inferior i ombrotipus sec (Taula 3).

Taula 3. Índex bioclimàtics emprats per a la caracterització bioclimàtica de l'Albufera de València i el seu entorn.

Índex de Continentalitat		
$I_c = T^{\circ}\text{max} - T^{\circ}\text{min}$	$I_c = 13,8$	Euoceànic
Índex de continentalitat		
$I_t = 10 * (T + m + M)$	$I_t = 396,8$	Termomediterrani inferior
Índex Ombrotèrmic		
$I_o = 10 * (P_p / T_p)$	$I_o = 40$	Sec

$T^{\circ}\text{max}$ = Temperatura mitjana del mes més càlid; $T^{\circ}\text{min}$ = Temperatura mitjana del mes més fred, T = Temperatura mitjana anual; m = Temperatura mitjana mínima del mes més fred; M = Temperatura mitjana màxima del mes més fred; P_p = Suma de les precipitacions dels mesos dels quals la temperatura és superior a 0°C; T_p = Suma de les temperatures dels mesos la temperatura dels quals és superior a 0°C.

3.1.3 Relleu i geomorfologia

3.1.3.1 Formació de l'Albufera

A l'origen, no existia el llac, hi havia un golf marí que es va tancar de manera progressiva per unes barres arenoses a causa de fenòmens complexos, com són l'aportació de materials de rius

i rambles, aportacions marines i canvis en el nivell del mar, o altres com aterraments artificials a favor de la superfície d'arrossar, que s'ha anat produint des de que l'Albufera va passar a ser patrimoni de l'Estat al 1873 i quasi fins a dia de hui.

La barra de la Devesa es tracta d'un cordó litoral que separa el llac del mar i té el seu origen a les arenes distribuïdes pels corrents marins i que arriben fins a la zona transportada pels rius i barrancs des de l'interior. Factors ambientals com el vent i la mar van modelar aquestes aportacions i van donar lloc al front de dunes mòbils actual i el que hi ha més a l'interior, format per dunes que han estat fixades al ser colonitzades per la vegetació.

Actualment existeixen tres goles com a punts de comunicació del llac a la mar, però a l'observar la cartografia antiga, només hi ha una comunicació a la mar que coincideix amb la gola del Perelló (Amador, 2000).

3.1.4 Geologia

El Parc es troba situat a una gran depressió morfològica, que té un origen tectònic complex. Aquesta depressió es coneix amb el nom d'Horta de València i limita amb el Mar Mediterrani a l'est, al nord amb els relleus de Nàquera, amb els contraforts dels relleus de Bunyol i Xiva a l'oest i al sud amb els de Cullera i Alginet.

A la gran planura de la costa de València hi ha una gran variabilitat de depòsits en funció de distintes condicions de sedimentació, però majoritàriament destaquen els materials detrítics que provenen de l'erosió dels materials mesozoics dels relleus que l'envolten (Mondría, 2003).

L'Albufera es troba situada sobre materials pertanyents al Quaternari (Holocè) (Figura 4 i 5), llevat de la Muntanyeta dels Sants que s'assenta sobre el Cretàcic.

A la zona d'estudi, a més dels depòsits d'albufera, també estan els depòsits fluvials del riu Xúquer, els depòsits de platja i dunes per l'est i els depòsits que s'originen a peu dels relleus mesozoics per l'oest. Als depòsits d'albufera s'hi troben llims grisos, llims marrons obscurs i turbes (IGME, 1974). Als depòsits al·luvials, la presència de material als voltants dels llits dels rius és fonamentalment llimós.

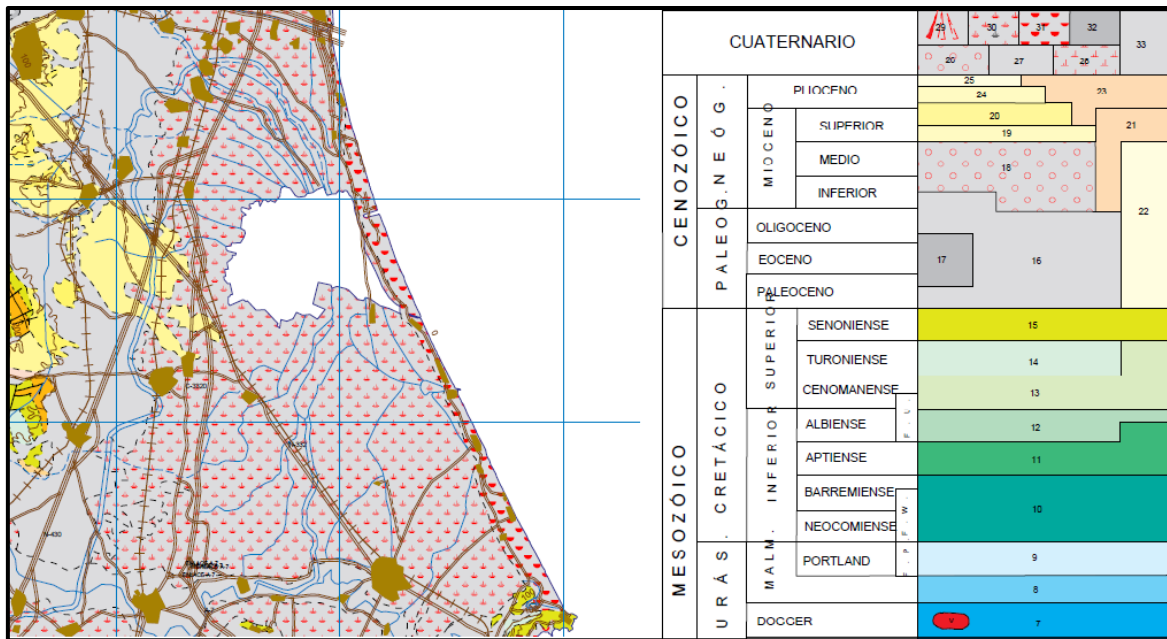


Figura 4. Mapa geològic del P.N. de l'Albufera de València (Instituto geològic y minero de España, 1972-2003)

17. Calizas y margas	33. Indiferenciado
16. Conglomerados, areniscas, margas, arcillas, limos y calizas lacustres	32. Aluvial y fondos de ramblas
15. Calizas y margas, caliza dolomítica y brechas	31. Playas, dunas, arenas y gravas. Cordón litoral
14. Dolomías y calizas dolomíticas	30. Albuferas y marismas. Limos pardos y negros
13. Calizas y margas con arcillas verdes	29. Glacis, abanicos, conos, coluviones
12. Arenas, lutitas, margas y calizas bioclásticas	28. Turberas
11. Caliza con Toucasia, Orbitolinas. Biomicro margas y areniscas	27. Salinas
10. Arenas, areniscas, arcillas, margas y calizas bioclásticas	26. Terrazas. Arenas, gravas y limos
9. Arenas, areniscas, margas y margocalizas	25. Arcillas, areniscas y conglomerados
8. Alternancia de calizas y margas, margas y margocalizas	24. Conglomerados, brechas, calcarenitas con arcillas y areniscas
7. Calizas microcristalinas con sílex y caliza	23. Arcillas, conglomerados, arenas, calcarenitas, calizas, margas y yesos
6. Dolomías, calizas y brechas	22. Yesos, calizas y margas
5. Arcillas y yesos	21. Limos arcillosos, conglomerados, areniscas, calizas y margas lacustres
4. Dolomías, margas y calizas	20. Calizas tobáceas, arcillas, arenas, areniscas y margas
3. Conglomerados, areniscas y lutitas	19. Margocalizas y arcillas yesíferas con lignitos, margas azules y areniscas
2. Cuarzitas, pizarras y calizas	18. Calizas arenosas, margas, conglomerados calcáreos y calizas tobáceas
1. Pizarras, cuarzitas y areniscas	

Figura 5. Llegendes del mapa geològic del P.N. de l'Albufera de València (Institut geològic i miner d'Espanya, 1972-2003)

3.1.5 Sòls

Segons la classificació de la taxonomia del sòl (Soil Survey Staff 2014b), els sòls de la zona d'estudi es defineixen com a Entisols (Moreno-Ramón *et al.* 2015). Aquests sòls són salins carbonatats i mostren un contingut moderat de carboni orgànic a la superfície a causa del maneig de l'arròs (incorporació de residus post-collita).

Els Entisols són sòls que tenen poca o cap evidència del desenvolupament d'horitzons pedogènics. Aquests tipus de sòls poden tindre qualsevol material mineral principal, vegetació,

edat o règim d'humitat i qualsevol règim de temperatura, però no tenen permafrost. Les úniques característiques comuns a tots els sòls de l'ordre, és l'absència virtual d'horitzons de diagnòstic i la naturalesa mineral del sòls (NRCS, 2005).

3.1.6 Aigua i recursos hídrics

Als aiguamolls, la qualitat de l'aigua és un dels paràmetres més controlats (Craft *et al.*, 2007), i la seua relació amb l'eutrofització és un dels principals factors a tindre en compte. Aquest equilibri ha d'estar controlat per evitar una reducció de biodiversitat a les zones humides.

La via d'alimentació d'aquesta albufera, el conformen principalment les aigües subterrànies a través de diferents manantials o "ullals" que es troben al fons de la llacuna i als límits de la mateixa (Roselló, 1996).

Hi ha uns setanta-sis conductes al perímetre de l'Albufera, entre sèquies, sequiols, barrancs, escorredors i carreres. Hi ha un munt de ramificacions, pel que el règim del llac es complica, ja que cada braç afluent o emissari és com un subsistema i reservori amb funcionament propi. D'altra banda, en quant a les eixides d'aigua, les goles són les encarregades de comunicar l'Albufera amb el mar mediterrani (Roselló, 1995).

A l'Albufera de València, les característiques naturals de les aigües han estat modificades notablement al llarg de les últimes dècades. La qualitat de les aigües s'ha vist molt influenciada per l'abocament incontrolat d'aigües residuals urbanes i industrials, dels pesticides i nutrients aportats des de les zones agrícoles i de les aportacions provocades per períodes d'intenses precipitacions (Mondría, 2003).

3.1.7 Vegetació

L'Albufera presenta unes característiques peculiars, que donen lloc a ecosistemes molt característics com ho són les comunitats flotants de pleustòfits, com la *Lemna gibba*, llentilla d'aigua o pa de granotes, o arrelades dins l'aigua permanent, com el *Potametum denso-nodosi*, d'hydròfits com la llengua d'oca o espiga d'aigua o la cabellera d'aigua (*Myriophyllum verticillatum*). A la primavera, als períodes d'eixugó, hi destaca una comunitat aquàtica anual que decora els arrossars amb les seues flors blanques, *Ranunculus baudotti* (Roselló, 1995).

A la vora de l'Albufera, destaquen les comunitats d'helòfits, que són plantes amfibies o de base submergida que formen els senillars i els bovares, típics de les vores albuferenques. Al marge de les sèquies sovinteja la comunitat dels lliris grocs (*Iris pseudacurus*). Per últim, a l'arenal que conforma la Devesa apareixen camèfits i nanofaneròfits.

No obstant, l'arròs (*Oryza sativa*) és l'espècie herbàcia predominant al Parc Natural. Es cultiva submergit i no és especialment tolerant a la salinitat de sòls i aigües. La varietat principal cultivada a l'Albufera és la de tipus japònica, per raons climatològiques (Osca, 2007).

3.2. METODOLOGIA

3.2.1 Mostreig dels sòls

A la zona d'estudi s'instal·laren 61 punts de mostreig, els quals s'observen a la figura 6, dividits en 10 transectes radials al llac dels 17 que va instal·lar Moreno (2013) al seu estudi. A aquests punts s'han mostrejat un total de 228 mostres a diferents profunditats (0-20, 20-40, 40-60, 60-80 i 80-100 cm). El mostreig va ser realitzat a Abril durant la dessecació dels camps.



Figura 6. Mapa de punts de mostreig a la zona d'estudi de l'Albufera de València.

Per aconseguir les mostres inalterades, es va emprar una barrena Eijkelkamp per a sòls argilosos (AENOR, 2007b), es va introduir al terreny de manera perpendicular i cada 20 cm es va prendre una mostra. A continuació, amb l'ajuda de l'espàtula es va anar introduir cada mostra a una bossa de plàstic que seguidament s'etiquetava amb una targeta identificadora amb el número de la mostra, la localització i la profunditat del sòl. Aquestes mostres van ser georreferenciades mitjançant coordenades GPS i projectades mitjançant coordenades UTM per a posteriorment poder realitzar el cartografiat al programa d'informació geogràfica, QGIS. Finalment, les mostres de sòls van ser secades i tamisades al laboratori per al seu anàlisi.

3.2.2 Anàlisi de sòls

L'anàlisi de sòls es va dividir en dos apartats. Per una banda han estat els paràmetres de caracterització general com: la matèria orgànica, la textura i el pH i per altra, els relacionats amb la salinitat: la conductivitat elèctrica, el contingut d'anions i cations, a més del SAR.

A continuació es mostren les analítiques i els mètodes de referència utilitzats (Taula 4):

Taula 4. Metodologies analítiques de sòls.

	Mètode	Unitats habituals
Carbonats	Titulació (HCl)	meq/l
Bicarbonats	Titulació (HCl)	meq/l
Magnesi	Titulació (EDTA)	meq/l
Potassi	Fotometria de flama	meq/l
Calci	Fotometria de flama	meq/l
Sodi	Fotometria de flama	meq/l
Sulfats	Espectrometria (BaCl ₂)	meq/l
Clorurs	Titulació (AgNO ₃)	meq/l
pH	Electrometria	ud. pH
CE	Electrometria	dS/m
Matèria orgànica	Calcinació. Mufla	%

Les metodologies a seguir, han sigut tècniques basades en la fotometria de flama, la titulació i l'espectrometria de longitud d'ona i s'han extret de Soil Survey Staff, 2004.

- **Preparació de l'extracte saturat de la mostra**

Per determinar la quantitat i el tipus d'ions solubles presents al sòl, es va utilitzar el mètode d'extracte de pasta saturada. La preparació va consistir en la mescla d'uns 400 g de sòl amb aigua destil·lada, que va donar lloc a una pasta brillant, que després de deixar-la en repòs 24 hores, es va extraure l'extracte mitjançant l'aplicació del buit a la pasta saturada amb una bomba d'extracció. L'extracte de saturació resultant, va servir per la determinació de la concentració i el tipus d'ions solubles, així com la salinitat (Figura 7).

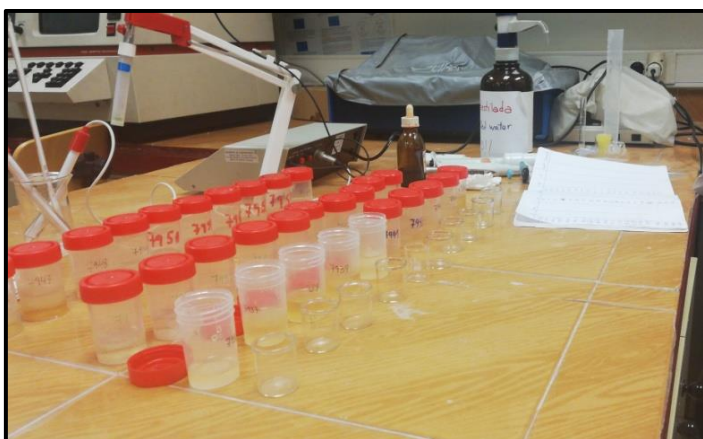


Figura 7. Mostres de l'extracte de saturació dels sòls a analitzar.

- **Determinació de textura**

La textura dels sòls es va determinar mitjançant el mètode Bouyoucos. Per a la realització de l'anàlisi es requeria que la partícula que forma part del sòl estiguera dispersa a una solució aquosa. L'agitació del sòl a una solució alcalina diluïda dexameta fosfato sòdic va ser suficient per a la dispersió de tots els agregats del sòl.

- **Determinació de matèria orgànica**

Per al càlcul de la matèria orgànica s'ha realitzat el mètode de calcinació, mitjançant la mufla. Amb aquest mètode es determina el carboni orgànic del sòl que es multiplica pel factor 1,724 i s'obté el percentatge de matèria orgànica.

- **Determinació del pH i la CE**

El pH i la conductivitat elèctrica van ser mesurats per electrometria mitjançant el micro-pH 2001 i el conductímetre micro-CM 2202 i els valors obtinguts van ser testats mitjançant la prova de fiabilitat analítica de l'aigua, que havia de complir que la dissolució resultant resultara elèctricament neutra. El càlcul de la CE $_{1:5}$ també es va realitzar mitjançant electrometria però el ratio sòl-aigua a tindre en compte era de 1 gram de sòl per cada 5 ml d'aigua.

- **Determinació iònica: volumetria**

Per a la determinació del magnesi, clor i bicarbonats es van utilitzar indicadors tals com el negre d'ericrom per al magnesi, el taronja de metil per als bicarbonats i el nitrat de plata per als clorurs. A continuació el viratge del magnesi es va valorar amb l'EDTA A pH 10 i el dels bicarbonats amb l'HCl 0,02N.

- **Determinació iònica: Fotometria de flama**

El càlcul dels cations sodi, potassi i calci es va efectuar mitjançant el fotòmetre de flama. Al dispersar menudes gotes de mostra que són polvoritzades sobre una flama, produeix l'excitació del àtoms i radicals lliures que passen a nivells superiors d'energia. El retorn d'aquests al seu estat fonamental, és pràcticament immediat. El valor registrat es va comparar amb una recta de calibrat i va donar la concentració del catió corresponent de la mostra.

- **Determinació iònica: espectrofotometria**

La determinació del sulfat es va dur a terme mitjançant el mètode turbidimètric. Aquest mètode es basa en que els ions sulfat d'una mostra precipiten en un medi àcid clorhídric com sulfat de bari a l'afegir clorur de bari a la solució. Aquest precipitat blanc es pot mesurar mitjançant l'absorbància amb un espectrofotòmetre.

Per a una informació més detallada dels procediments analítics de la determinació de cations i anions, consultar l'annex I.

3.2.3 Tractament de dades cartogràfiques i anàlisi estadístic

Per últim, una vegada descrites les característiques de cadascuna de les variables i obtinguts els resultats dels anàlisis químics de les mostres de sòls, es va plasmar l'avaluació espacial mitjançant un Sistema d' Informació Geogràfica (SIG). Els punts, amb els seus valors X i Y, es van transportar a un arxiu de punts i es van introduir els atributs corresponents (les variables descriptives). Les diferents variables; els anions i cations, la conductivitat elèctrica, el pH_e i la textura es van caracteritzar a diferents profunditats (0-20, 20-40, 40-60 i 60-80 cm) per observar l'evolució espacial i en profunditat de cadascuna de les variables.

Els diferents mètodes d'interpolació espacial es classifiquen en dos grans categories: determinístics i probabilístics (Paredes *et al.*, 2012). A l'estudi en qüestió, el mètode emprat per representar les variacions a l'espai, va ser el mètode determinístic d'interpolació IDW. La interpolació de distància inversa ponderada (IDW) preveu que els punts més pròxims són més semblants que els que estan més allunyats (ARC GIS, 2020). El mètode d'interpolació IDW assumeix la variabilitat únicament a nivell local i proximitats considerables, a diferència dels interpoladors kriging, que presenten més variables i comportaments dels nivells digitals, com la variància (Toro G., 2009).

A més, per descriure més resumida i detalladament les variables de cations i anions, es va realitzar un tractament estadístic, utilitzant les variables estadístiques descriptives generals: valor mig, desviació estàndard, mitjana, coeficient de variació (%), mínim, màxim i coeficient d'asimetria. Es van realitzar anàlisis de correlació bivariats per comprovar la correlació existent entre variables mitjançant el coeficient d'Spearman.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Una vegada finalitzada la fase de mostreig i anàlisis, es van tractar les dades dels resultats de les 228 mostres de sòls analitzades per caracteritzar i avaluar els sòls de la zona sud-oest pròxima al llac del Parc Natural de l'Albufera de València.

El total d'anàlisis realitzats al laboratori de sòls i aigües del Departament de Producció Vegetal de la Universitat Politècnica de València ascendeix a un total de 3.420 dels paràmetres: $CE_{1:5}$, CE_e , pH_e , textura, matèria orgànica, cations i anions principals, carbonats.

4.1. SÒLS DE LA ZONA SUD-OEST PRÒXIMA AL LLAC

4.1.1 Carbonats

A la zona d'estudi de l'Albufera de València, el contingut en carbonats és elevat, presenta un percentatge mitjà del 36,85% (Taula 5). El valor mínim és del 7,52% i es troba localitzat al punt 16 del mostreig, i el valor màxim, al punt 19, és del 73,73%. Tant el valor mínim com el màxim es troben a una profunditat de 60-80 cm i a la part més allunyada del llac. No obstant, baix del punt de vista espacial, la distribució dels carbonats a la zona d'estudi es concentra entre el 20-40% (annex II) i a més s'observa certa homogeneïtat que augmenta a mesura que augmenta la profunditat a les zones més pròximes al llac per la cara oest i a les zones més pròximes a la població (Figura 8 i 9). La mitja del percentatge de carbonats augmenta fins un 39,94% des de 0-20 cm fins la profunditat de 40-60 cm, però disminueix un 7,71% fins la profunditat de 80-100 cm.

Taula 5. Variables estadístiques dels carbonats al sòl (%).

Variables estadístiques	Carbonats (%)
Mitja	36,85
Desviació estàndard	12,37
Mitjana	36,77
Quoeficient de variació (%)	33,57
Mínim	7,52
Màxim	73,73
Quoeficient d'asimetria	0,32

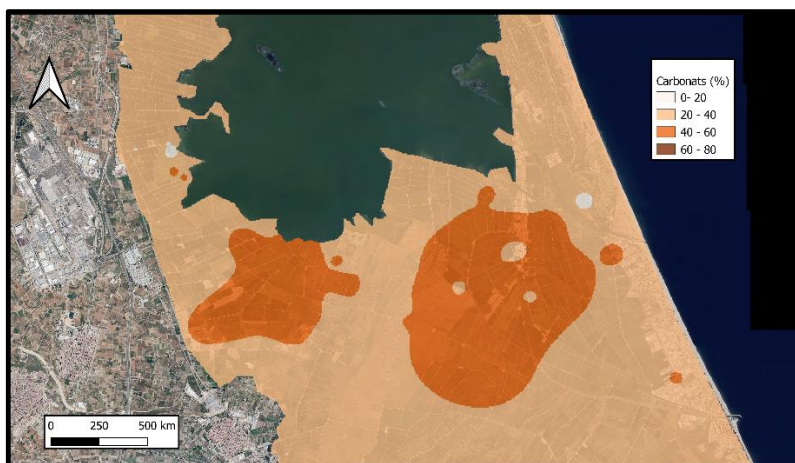


Figura 8. Distribució espacial de carbonats (%) a la zona d'estudi a una profunditat de 0-20 cm.

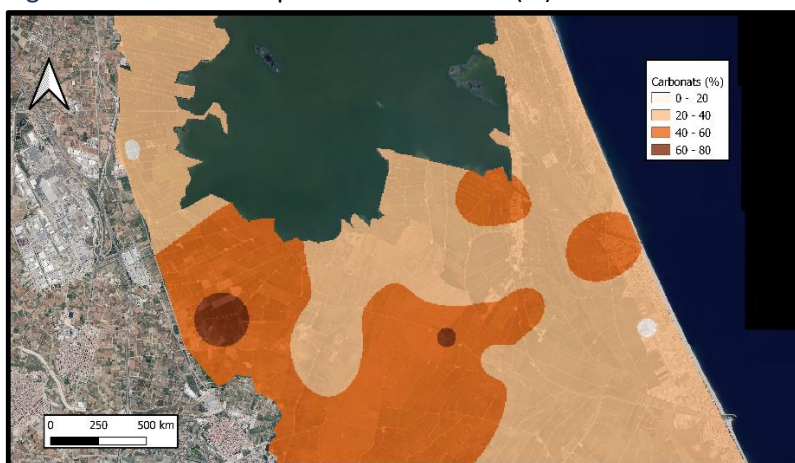


Figura 9. Distribució espacial de carbonats (%) a la zona d'estudi a una profunditat de 60-80 cm.

Martínez (2003) indica a la seua tesis que els valors dels carbonats dels sòls del Parc Natural són elevats i que els valors poden variar entre el 28% i més del 40%. D'altra banda, Moreno (2013) indica a la seua tesis que els valors obtinguts al seu estudi, sobrepassen puntualment els anteriorment citats, possiblement a causa de l'increment del número de mostres. Obté un valor mínim del 6,55% i un màxim del 85%, no obstant presenta un valor mitjà del 35,54%. Tant els valors obtinguts pels autors citats, com els obtinguts al següent treball es classifiquen segons la classificació de Marín (2003) com a sòls amb un contingut alt de carbonats (%).

L'augment dels carbonats a la profunditat de 40-60 cm segurament vindrà influenciat pel llavat dels carbonats o pel caràcter carbonatat de les aigües de capa freàtica no salina que provenen de la conca superior i que coincideixen amb l'Albufera. També influeix l'origen geològic, ja que els materials depositats aporten un major contingut de carbonats (com s'ha explicat al subapartat d'origen geològic).

4.1.2 pH

Les mostres de pH_e recollides a la zona d'estudi es caracteritzen per presentar un valor mitjà de 7,63 unitats de pH i una desviació estàndard de 0,30 unitats de pH (taula 6). El 85,5% de les mostres presenten valors entre 7 i 8 unitats i es classifiquen com a lleugerament alcalines segons Marín (2003). El valor mínim es troba al punt 48 a un horitzó de material orgànic (0-5 cm) i és de 6,77 unitats, sent l'únic valor que està per davall de 7. L'augment de l'acidesa a aquest punt vindrà influenciat pels processos de descomposició de la matèria orgànica que donen lloc a l'acidificació del sòl. El valor màxim registrat és de 8,26 i correspon al punt 24, a una profunditat de 40-60 cm. Aquest augment d'alcalinitat vindrà influenciat per la disminució de la matèria orgànica a majors profunditats del sòl, ja que aquests solen estar més mineralitzats. El punt corresponent al màxim, presenta un contingut de m. orgànica de 0,55%.

La distribució espacial dels valors de pH és bastant homogènia a tota la zona d'estudi, predominant els valors compresos entre 7,5 i 8 des de la profunditat de 0-20 cm fins 60-80 cm (annex III). A la figura 10 s'observa la distribució espacial del pH a 0-20 cm i la seua homogeneïtat espacial.

Taula 6. Variables estadístiques del pH_e als sòls de la zona d'estudi.

Variables estadístiques	Valor
Mitja	7,63
Desviació estàndard	0,30
Mitjana	7,65
Quoeficient de variació (%)	3,88
Mínim	6,77
Màxim	8,26
Quoeficient de asimetria	-0,32

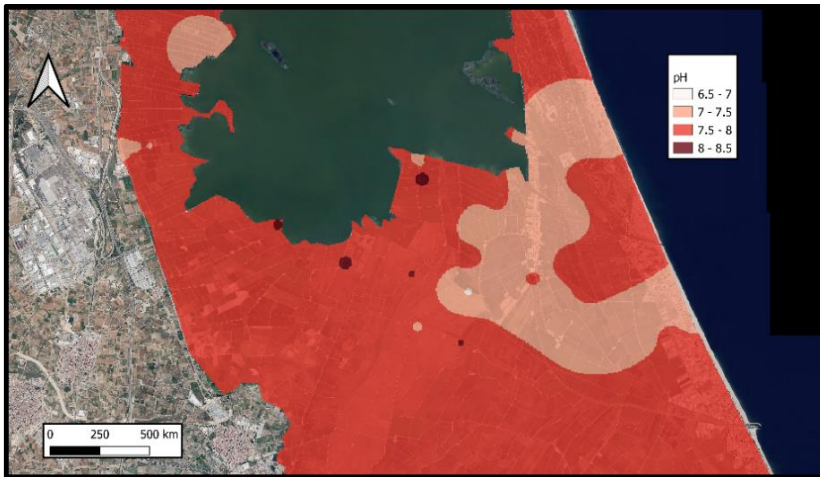


Figura 10. Distribució espacial del pH_e a profunditat 0-20 cm.

A l'histograma (Figura 11) s'observa una tendència a la normalitat del pH i algunes de les variables que ho demostren són el rang de variació, que és escàs i el coeficient d'asimetria que també és mínim.

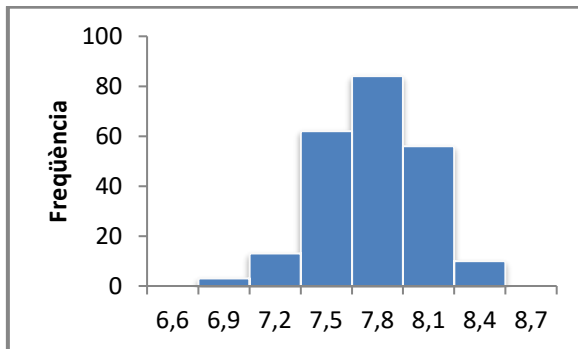


Figura 11. Histograma de la variable pH_e als sòls de la zona d'estudi.

A nivell de pH, els sòls de la zona d'estudi es classifiquen des de neutres fins a fortament alcalins segons la USDA (1988b). A més, aquests valors coincideixen amb els obtinguts per altres autors, Moreno (2013); Martínez (2003).

4.1.3 Textura

La textura del sòl és el percentatge en massa de les fraccions fines (menors a 2 mm de diàmetre) amb que es divideix el sòl. Segons la classificació USDA les partícules del sòl es classifiquen com a argila (< 0,002 mm), llim (0,002-0,05 mm) i arena (0,05-2 mm). De les mostres analitzades s'obté que el tipus de partícula predominant a la zona d'estudi és la de l'arena amb un valor mitjà del 38,02%. El valor mínim està situat al punt 30 a una profunditat de 0-7 cm amb un 3% d'arena i el màxim al punt 54 a una profunditat de 0-20 cm amb un 96,6%. A més, com es pot observar a la figura 12 els valors més elevats d'arena es concentren a la costa. Pel que fa a la distribució en profunditat, el percentatge d'arena augmenta a la zona pròxima a la costa a capes més profundes, per contra, el percentatge de fracció argilosa disminueix amb la profunditat a la zona més propera a la costa, com es pot observar a la figura 13.

A continuació es presenten els valors estadístics de les fraccions texturals del sòl a la zona d'estudi (taula 7).

Taula 7. Variables estadístiques del paràmetre fraccions texturals als sòls de la zona d'estudi.

Variables estadístiques	Argila	Llim	Arena
Mitja	30,13	31,92	38,02
Desviació estàndard	13,68	13,65	24,39
Mitjana	32,00	36,00	30,00
Quoeficient de variació (%)	45,41	42,75	64,15
Mínim	0,20	1,25	3,00
Màxim	67,00	60,00	96,60
Quoeficient d'asimetria	-0,39	-0,84	1,13

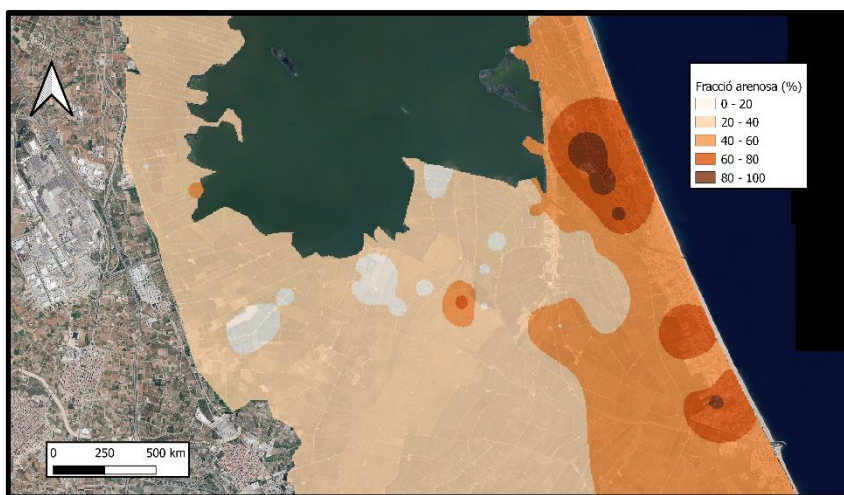


Figura 12. Distribució espacial de la fracció arenosa a profunditat 20-40 cm.

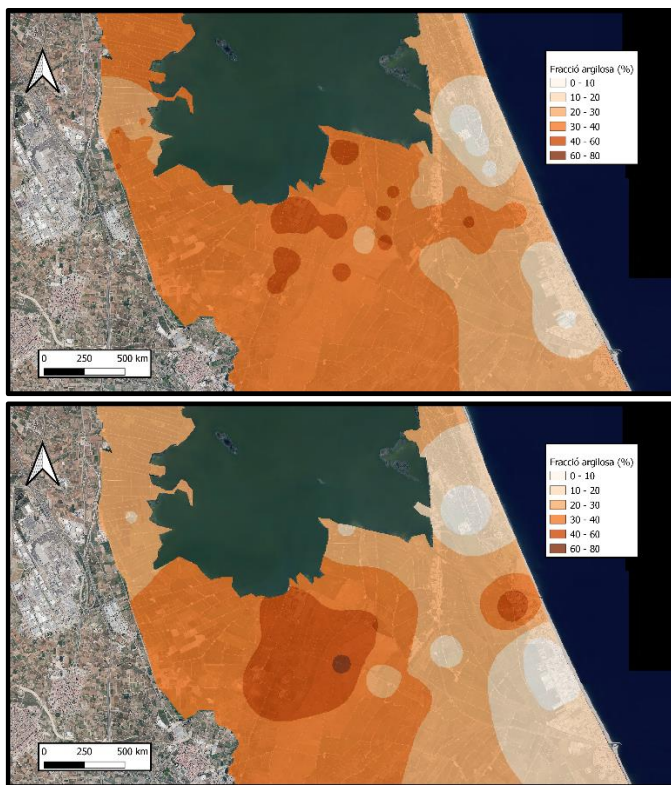


Figura 13. A la part superior s'observa la distribució espacial de la fracció argilosa a 20-40 cm i a la part inferior a 40-60 cm.

A partir de les mostres analitzades, s'obté que la classe textural predominant al parc és la franc argilosa, que representa el 41% del total de les mostres. La segueix la classe argilosa que representa el 14% i la franca amb el 8% del total de les mostres. No obstant, hi ha una gran varietat de classes texturals. Per una altra banda, la fracció argilosa i llimosa disminueixen el percentatge amb profunditat, per contra, el percentatge d'arena augmenta amb la profunditat i es concentra a la zona propera a la costa, destacant el caràcter d'origen marí amb la deposició d'arenes que van tancar el llac i la posterior deposició de materials més fins com llims argiles procedents de la conca superior drenant (Annex IV).

4.1.4 Matèria orgànica

Els aiguamolls, com ja s'ha dit anteriorment són un dels ecosistemes més productius del planeta i es consideren embornals de carboni, principalment a causa de l'elevada acumulació de matèria orgànica. Actualment, el llac és un sistema hipertròfic a causa de les entrades excessives de matèria orgànica. Al cas de l'Albufera de València, el cicle de cultiu de l'arròs, mitjançant la crema de la palla (quan s'autoritza) elimina eixa acumulació, però quan el residu es deixa al camp, dona lloc a l'acumulació cíclica de matèria orgànica i per tant a la diversitat de resultat obtinguts a diferents estudis. A les mostres analitzades, el valor mitjà de matèria orgànica al Parc és de 4,31% (Taula 8). El valor mínim correspon al punt 19 i és del 0,02%, localitzat a profunditat 60-80 cm i el màxim es troba al punt 39 i és de 14,41% a una profunditat de 40-60 cm. És lògic que els valors més baixets de matèria orgànica es troben a les capes més profundes, ja que les capes amb major material orgànic solen trobar-se a les zones més superficials del sòl. En quant a la distribució espacial, les zones amb un menor percentatge de matèria orgànica es concentren

a les zones pròximes al mar i més allunyades del llac, com es pot observar a la figura 14. Pel que fa a la distribució en profunditat, la matèria orgànica tendeix a disminuir a les capes més profundes (figura 15) pròximes al mar i allunyades del llac (annex V), segurament coincidint amb les zones on no hi ha una acumulació extra a causa de la incorporació de les restes del cultiu de l'arròs. No obstant, hi ha punts on la matèria orgànica és major a profunditats majors, possiblement per la presència d'un horitzó orgànic soterrat al formar-se la marjal per sedimentació o per l'acció de l'humà creant els tancats. La mitja de la matèria orgànica presenta una disminució del 0,76% des de la capa més superficial fins la profunditat de 80-100 cm. A la taula 8 es mostren els resultats de les variables estadístiques estudiades.

Taula 8. Variables estadístiques del paràmetre matèria orgànica als sòls de la zona d'estudi.

Variables estadístiques	M.O.
Mitja	4,31
Desviació estàndard	2,40
Mitjana	4,45
Quoeficient de variació (%)	55,65
Mínim	0,02
Màxim	14,41
Quoeficient d'asimetria	0,74

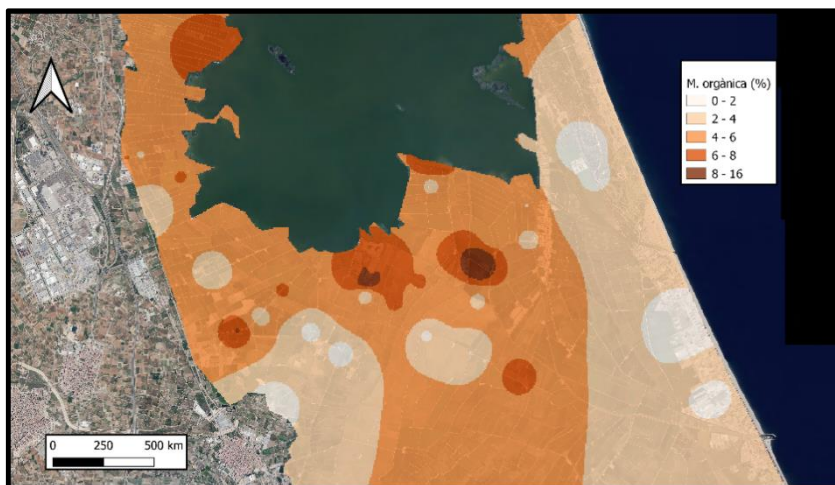


Figura 14. Distribució espacial del percentatge de matèria orgànica a profunditat 40-60 cm.

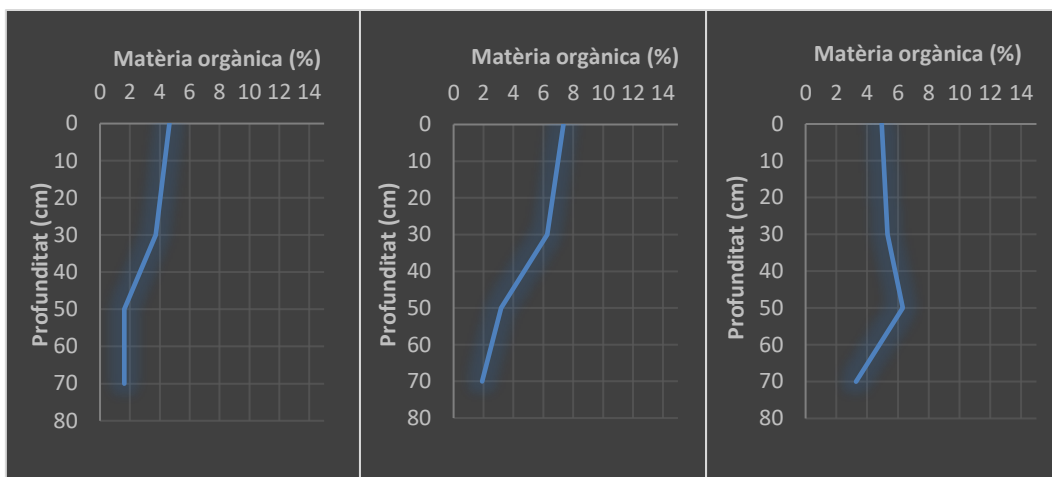


Figura 15. Evolució de la matèria orgànica (%) en profunditat de tres mostres de sòl diferents a la zona d'estudi.

Els sòls de la zona d'estudi es classifiquen com a sòls orgànics segons Marín (2003) ja que presenten un contingut elevat de matèria orgànica; el 76,32% de les mostres analitzades han resultat estar per damunt del 2,5%. Martínez (2003) indica valors compresos entre el 2,5 i 7,2% i Moreno (2013) parla de valors compresos entre 0,015 i 15,51%. Els resultats obtinguts al present estudi han donat valors entre el 0,02% i 14,41% i estan dins dels registrats pels anteriors autors a altres anys.

4.1.5 Salinitat: conductivitat elèctrica i SAR

Un sòl és salí quan les sals presents a aquest, impedeixen el desenvolupament normal de les espècies vegetals no adaptades a aquest medi. Com ja s'ha vist anteriorment, un sòl es considera salí quan el CE_e és major a 4 dS/m.

A la zona d'estudi, per classificar els sòls, s'ha mesurat la salinitat mitjançant el CE_e . També s'ha realitzat la prova de salinitat de la $CE_{1.5}$, ja que es tracta d'un mètode menys costós i ha servit per contrastar els resultats. El valor mig de la CE_e és de 6,63 dS/m, valor amb que es pot afirmar que els sòls d'aquesta zona tindran un caràcter salí. No obstant, els valors obtinguts van des d'1,46 dS/m (punt 14) a una profunditat de 20-40 cm, fins un màxim de 28,30 dS/m (punt 40) a una profunditat de 40-60 cm. Els valors més elevats de CE_e es concentren entre els 40-80 cm de profunditat (annex VI). Pel que fa a la $CE_{1.5}$ el valor mig és de 1,38 dS/m, amb un valor mínim de 0,26 al punt 2 i un màxim de 6,02 al punt 36. El 76% de les mostres analitzades són salines i el 24% restant no són salines. La distribució espacial de la salinitat és bastant homogènia, el 61% de les mostres de CE_e presenten valors entre 4 i 10 dS/m i a les zones més pròximes al llac, la CE_e és major. A la figura 16 s'observa la distribució espacial a 40-60 cm de profunditat. Des del punt de vista de la profunditat, els valors de CE_e també augmenten a capes més profundes, a causa d'un augment capil·lar i la presència d'un nivell freàtic amb una CE elevada. A la figura 17 i 18 s'observa l'evolució en profunditat de diferents mostres de sòl.

A continuació (Taula 9) es mostren els valors obtinguts de les variables estadístiques de la CE_e i $CE_{1.5}$.

Taula 9. Variables estadístiques de la CE_e i la CE_{1:5} als sòls de la zona d'estudi.

Variables estadístiques	CE 1/5	CE extracte
Mitja	1,38	6,63
Desviació estàndard	0,95	4,53
Mitjana	1,05	5,08
Quoeficient de variació (%)	69,07	68,39
Mínim	0,26	1,46
Màxim	6,02	28,30
Quoeficient d'asimetria	1,72	2,45

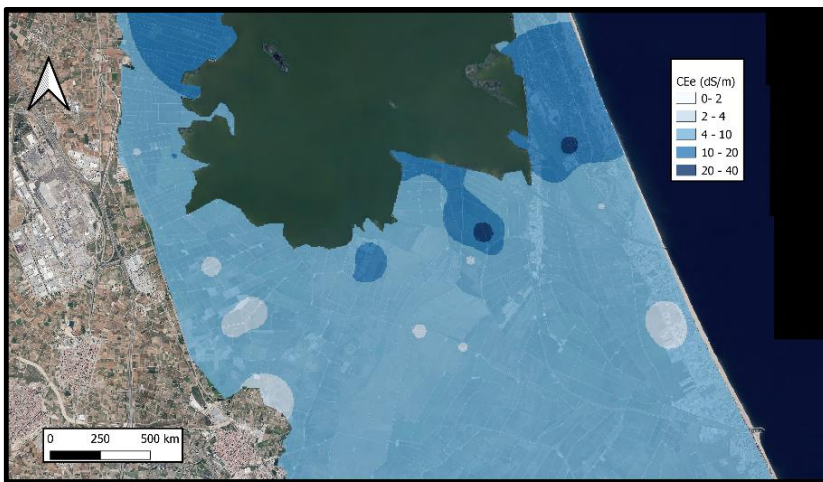


Figura 16. Distribució espacial de la CE_e a una profunditat de 40-60 cm.

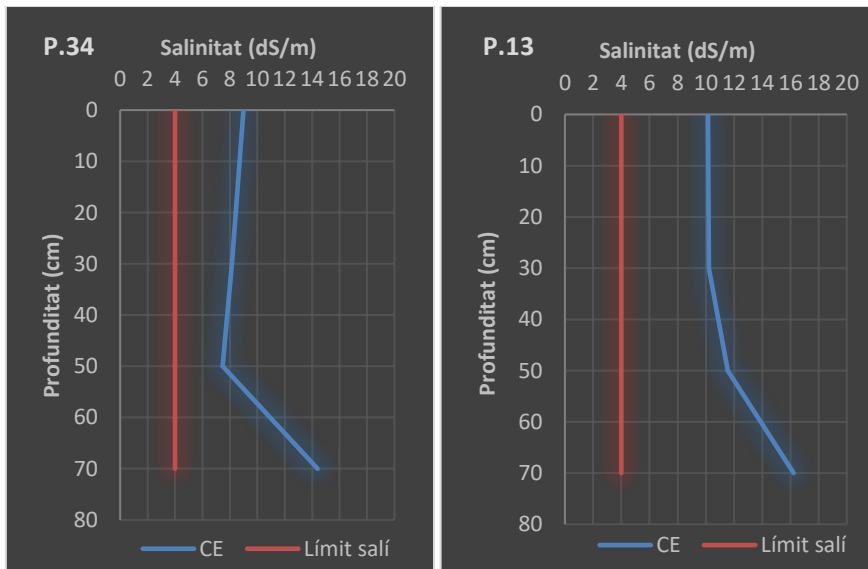


Figura 17. Evolució de la salinitat amb profunditat de dos punts propers al llac (P.34 i P.13).

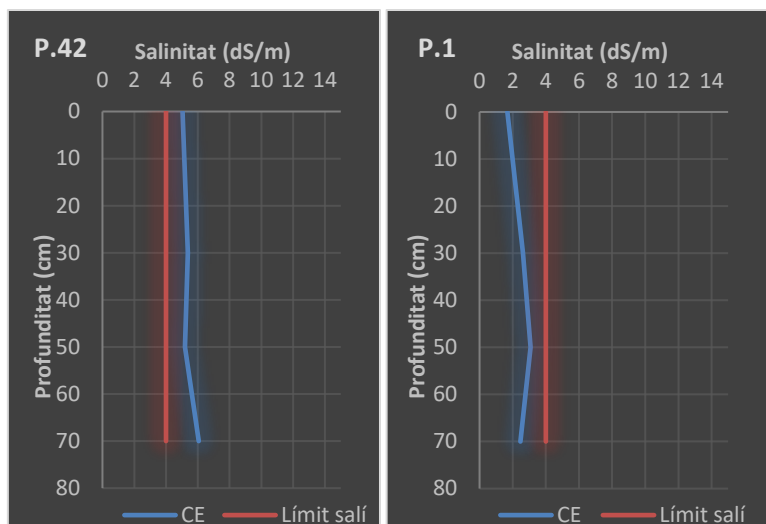


Figura 18. Evolució de la salinitat amb profunditat de dos punts allunyats al llac (P.1 i P.34). Per altra banda, per qualificar el risc de sodificació dels sòls, s'ha tingut en compte el paràmetre RAS (taula 10). Així, valors per damunt de 13, poden presentar problemes de sodificació. Del total de les mostres analitzades, el 21% han presentat valors per damunt de 13, que combinats amb els valors de salinitat, es poden classificar de la següent manera (taula 11):

Taula 10. Variables estadístiques del RAS als sòls de la zona d'estudi.

Variables estadístiques	RAS
Mitja	9,81
Desviació estàndard	12,06
Mitjana	5,42
Quoeficient de variació (%)	122,98
Mínim	0,82
Màxim	83,13
Quoeficient d'asimetria	3,26

Taula 11. Classificació dels sòls en funció del CE_e i el RAS.

	$CE_e < 4 \text{ dS/m}$	$CE_e > 4 \text{ dS/m}$
$RAS < 13$	Normal: 24%	Salins: 56%
$RAS > 13$	Sòdics: 0%	Salins- sòdics: 20%

La majoria de les mostres són salines, el 56%, mentre que únicament el 24% ha resultat no tindre problemes ni de salinitat ni de sodicitat. Per últim, el 21% de les mostres analitzades han resultat ser salino-sòdiques, que són les que major problemàtica presenten ja que es veuen afectades tant per un excés de sals, com per nivells excessius de Na^+ .

Moreno (2013) indica a la seua tesi, valors de conductivitat elèctrica entre 1,03 i 55,7 dS/m corresponents a tot el Parc Natural de l'Albufera, afegint que a la zona nord es donen les principals zones de salinitat, però remarca que tot el parc es troba salinitzat. Al següent estudi, es corrobora la salinització dels sòls de la zona sud-oest.

4.1.6 Cations i anions

Per finalitzar la classificació dels sòls, s'han analitzat els cations principals (calci, magnesi, sodi i potassi) i anions principals (clorur, bicarbonat, carbonat i sulfat) (taula 12).

De manera general, a totes les mostres s'observa que no hi ha tendència a la normalitat i que presenten uns coeficients d'asimetria positius, quedant el valor de la mitja per damunt de la mitjana. A la taula 12, s'observa que el valor mig mínim és el del potassi al punt 19 a una profunditat d'entre 40-60 cm i el més elevat és el dels clorurs, amb una concentració de 301,00 meq/l al punt 40 a una profunditat de 40-60 cm, seguit del sodi amb una concentració de 200,20 meq/l situat al punt 51 a una profunditat de 40-60 cm.

Pel que fa a la distribució espacial, tant els clorurs com el sodi, que són els principals elements que provoquen problemes de toxicitat al sòl, presenten un augment de concentració a les zones més pròximes al llac (Figura 19 i 20). El mateix passa amb els sulfats, el potassi, el magnesi i el calci (Annex VII). En quant a la distribució en profunditat, els paràmetres citats també tendeixen a augmentar a majors profunditats (Figura 21). Tant el sodi com els clorurs presenten un augment significatiu (19,50% i 14,70% respectivament) fins la profunditat de 60-80 cm.

Taula 12. Variables estadístiques dels cations i anions principals (meq/l) als sòls de la zona d'estudi.

Variables estadístiques	Magnesi	Calci	Potassi	Sodi	Clorur	Sulfat	Bicarbonat
Mitja	15,36	20,68	0,71	28,76	42,68	18,28	8,24
Desviació estàndard	14,87	16,83	0,68	36,81	40,43	20,62	7,38
Mitjana	10,41	12,26	0,44	13,74	30,00	11,67	7,84
Quoeficient de variació (%)	0,97	0,81	0,95	1,28	0,95	1,13	0,90
Mínim	0,13	4,00	0,01	2,55	6,20	0,63	0,20
Màxim	71,20	88,00	3,47	200,20	301,00	101,55	68,60
Quoeficient d'asimetria	1,33	1,64	1,93	2,65	3,33	1,89	3,10

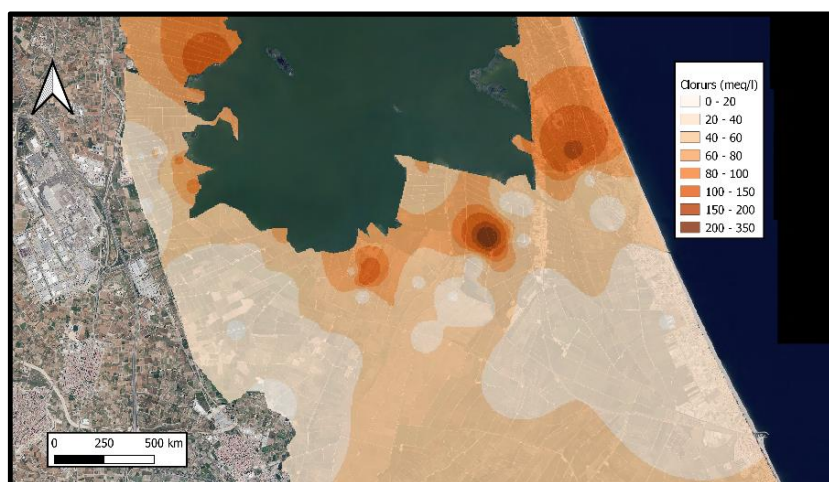


Figura 19. Distribució espacial de la concentració de clorurs (meq/l) a una profunditat de 40-60 cm.

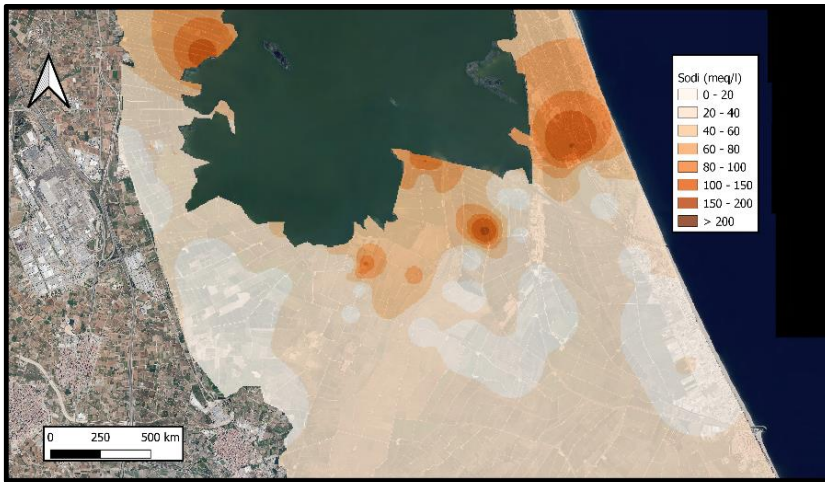


Figura 20. Distribució espacial de la concentració de sodi (meq/l) a una profunditat de 40- 60 cm.

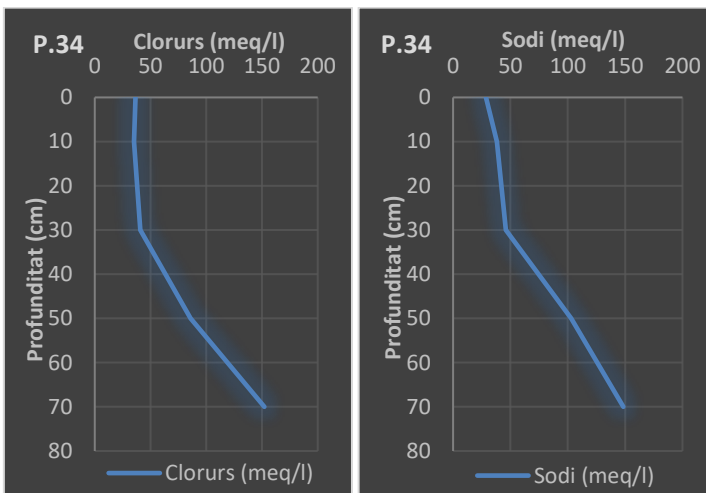


Figura 21. Evolució dels clorurs (meq/l) i del sodi (meq/l) amb profunditat a un punt de la zona d'estudi (P.34).

Moreno *et al.* (2015) van determinar una mostra de sòl amb una concentració de 608,45 meq/l de clorurs i una concentració de 468,74 meq/l de sodi, que coincidia amb el valor màxim de conductivitat elèctrica de l'extracte, 55,7 dS/m. Els resultats obtinguts al següent estudi, estan amb certa concordança amb els dels autors citats.

4.1.7 Correlacions estadístiques entre variables

Per calcular el grau d'influència de les variables calculades amb anterioritat s'ha realitzat una correlació mitjançant el coeficient Rho de Spearman. Les variables a relacionar han sigut els anions i cations i també la CE_e (Taula 13).

Taula 13. Correlacions dels anions, cations i la CE_e mitjançant el coeficient Rho d'Spearman.

		Calci (meq/l)	Magnesi (meq/l)	Potassi (meq/l)	Sodi (meq/l)	Sulfats (meq/l)	Clor (meq/l)	Bicarbonats (meq/l)
CE EXTRACTE	ρ	0,48	0,28	0,68	0,86	0,44	0,72	-0,14
	Sig	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03
Calci (meq/l)	ρ		0,46	0,36	0,38	0,25	0,31	-0,08
	Sig		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,23
Magnesi (meq/l)	ρ			0,24	0,31	0,15	0,26	0,01
	Sig			<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,91
Potassi (meq/l)	ρ				0,66	0,46	0,41	-0,38
	Sig				<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sodi (meq/l)	ρ					0,32	0,75	-0,12
	Sig					<0,01	<0,01	0,07
Sulfats (meq/l)	ρ						0,08	-0,58
	Sig						0,22	<0,01
Clor (meq/l)	ρ							0,15
	Sig							0,02
Bicarbonats (meq/l)	ρ							
	Sig							

Dels resultats obtinguts, s'extrau que la correlació de tots els anions i cations amb la CE_e presenten significança a un nivell de confiança major del 99%, llevat dels bicarbonats. A més, els valors de les correlacions són bastants elevats: CE_e/ Na⁺ de 0,86, Na⁺/ Cl⁻ de 0,75, CE_e/Cl⁻ de 0,72, CE_e/K⁺ de 0,68 i Na⁺/ K⁺ de 0,66, el que indica que hi ha correlació entre variables.

La correlació que existeix entre el Na⁺ i el Cl⁻ és molt elevada i positiva, açò vol dir que a major quantitat de Cl⁻, la quantitat de Na⁺ també augmentarà i a més, indica que el clorur de sodi (NaCl) serà un dels compostos iònics predominants a l'extracte del sòl, seguit del sulfat de potassi (K₂SO₄) i del clorur potàssic (KCl). També s'observa que hi ha correlació entre els sulfats i el sodi, encara que amb menor intensitat, amb una correlació de 0,32; l'element conegut com a sulfat de sodi és una altra de les substàncies freqüent als sòls salins. Per una altra banda, les relacions entre clor-calci i clor-magnesi són menors i açò es deu a la major estabilitat d'altres sals. No resulta estrany que elements com el clorur de sodi predominen als sòls salins ja que és una de les principals substàncies als sòls salins, així com el sulfat de sodi (Alconada, 2018).

Per altra banda, les correlacions del sodi i el clor amb la CE_e tan elevades (0,86 i 0,72 respectivament) i la del sulfat (0,44), tenen a veure amb l'acció directa d'aquests elements iònics amb la CE_e, ja que a mesura que augmenten les concentracions d'aquests, també ho fa la CE_e, donant lloc a problemes de salinitat, ja que com bé s'ha dit, són les principals substàncies causants de problemes de toxicitat al sòl.

4.1.8 Rendiment potencial del cultiu de l'arròs

Per últim, s'han valorat els resultats de la CE_e en funció del rendiment potencial del cultiu de l'arròs, seguint les pautes marcades per Ayers *et. al* (1985) (Taula 2). Tenint en compte que el 76% de les mostres analitzades han resultat ser salines, ja indica que totes aquestes, presentaran

un rendiment del 75% o inferior. A més, 63 d'aquestes mostres presenten una CE_e major que 7,2 dS/m, per tant tindran un rendiment d'entre el 50 i el 0% (Taula 11). L'arròs, amb comparació amb altres cereals, presenta una menor tolerància de la CE_e , ja que a menors nivells de CE_e , el rendiment del cultiu disminueix molt. Com s'observa a la figura 22, la gran part dels sòls de la zona d'estudi presenten una CE_e compresa entre 5,1 i 7,2 dS/m, el que corrobora una pèrdua important del rendiment de l'arròs a les zones de cultiu si ens basarem únicament amb l'estat salí dels sòls.

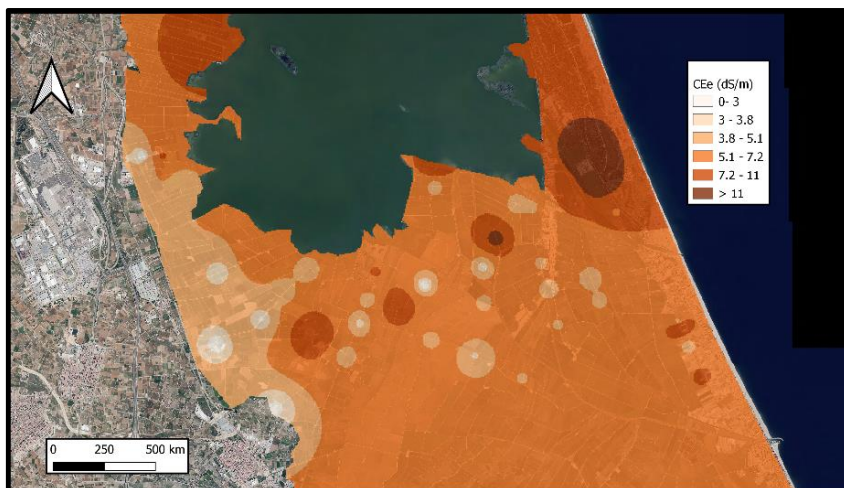


Figura 22. Mapa de la distribució espacial del rendiment del cultiu de l'arròs en funció de la CE_e (dS/m) a una profunditat de 0-20 cm.

5. CONCLUSIONS

Els sòls de la zona sud-oest pròxims al llac del Parc Natural de l'Albufera de València són salins, franc-argilosos i argilosos i presenten nivells elevats de carbonats principalment a causa de la deposició de materials carbonatats en les diferents sedimentacions o períodes de pluges intenses. A més, presenten un nivell mitjà-elevat de matèria orgànica i un pH lleugerament alcalí. La salinitat no és tan elevada als primers 0-20 cm del sòl i es veu agreujada a mesura que augmenta la profunditat, arribant a aconseguir valors de salinitat molt elevats. Aquests problemes també es veuen agreujats a les zones més pròximes al llac a causa dels fluxos d'aigua subterrània cap al llac.

Per altra banda, l'augment de valors de la matèria orgànica amb superfície venen influenciats pel maneig del cultiu de l'arròs, que contribueix a l'aportació de matèria orgànica als horitzons del sòl quan les restes del cultiu es sotmeten a la crema.

El resultat de l'anàlisi d'anions i cations corrobora els problemes de salinització dels sòls, ja que els elements iònics que han presentat concentracions més elevades han sigut els clorurs, el sodi i els sulfats, que són les principals substàncies que provoquen problemes de salinitat als sòls. Pel que fa a la distribució espacial, les concentracions dels anions i cations augmenten a les zones pròximes al llac, llevat dels bicarbonats. Els anions i cations citats, també augmenten a major

profunditat del sòl, ratificant el caràcter salí i la possible influència marina al mesclar-se la capa salina procedent del mar amb la capa d'aigua dolça de l'aquífer.

En quant als rendiments del cultiu de l'arròs, en funció de la salinitat dels sòls, el 52,56% del total de la superfície a una profunditat de 0-20 cm, presenten rendiments del 75% o inferiors. No obstant, i encara que no hi ha un estudi detallat que corrobore la influència de la salinitat sobre el rendiment de l'arròs a aquelles zones amb valor de salinitat elevats, sí que hi ha una actuació per part dels llauradors quan veuen que la collita pot patir mancances de rendiment a causa de la salinitat. El que fan és aplicar dosis d'aigua en superfície i renovar l'aigua dels camps per eliminar o desplaçar la salinitat de la zona radicular. No obstant, a priori, els sòls de l'Albufera de València presentarien problemes de rendiment del cultiu. D'ací la importància d'assegurar aigua de bona qualitat per al llac i també per a l'arrossar, evitant sobretot la salinització permanent del sòl que pot provocar un desplaçament d'espècies vegetals cap a altres més tolerants a la salinitat. S'ha de destacar que la capacitat d'ús es veu clarament influenciada per la proximitat al llac, augmentant les reduccions de la producció a les zones dels tancats pròxims al llac.

A nivell general, es pot concloure que la zona sud-oest propera al llac del Parc Natural de l'Albufera de València, pateix un procés de salinització que afecta de manera general a tota la zona d'estudi, però presenta majors problemes als tancats pròxims al llac. Encara que l'arròs es cultiva amb cert grau de salinitat, no és un cultiu molt tolerant a la sal i per tant s'ha de controlar molt bé el maneig, ja que una mala gestió podria incrementar els problemes de salinitat ja existents i reduir el rendiment.

Amb els resultats obtinguts, es plantegen algunes propostes interessants per dur un control de la salinització a la zona sud-oest de l'Albufera de València:

- Realitzar un bon maneig del sòl, evitant els voltejos de terra que elevarien les capes més profundes amb majors problemes de salinitat, a la superfície.
- Localitzar de manera més detallada els problemes de salinitat a cada tancat, per tal de controlar els rendiments de producció del cultiu de l'arròs.
- Utilitzar espècies vegetals com el Tamariu (*Tamarix spp.*) o el Limonium (*Limonium spp.*) per a controlar els problemes de toxicitat que les sals poden provocar als sòls a zones naturals
- Evitar una major pèrdua de biodiversitat a causa dels excessos de salinitat, evitant així l'aparició d'espècies invasores, desplaçant al mateix temps, les autòctones.

6. BIBLIOGRAFIA

ABROL, I.P.; YADAU, J.S.P.; MASSOUD, F.I. , 1988. Salt- Affected Soils and their Management. FAO Soils Bulletin 39. Food and agriculture organization of the United Nations. Rome,1988. url: <http://www.fao.org/3/x5871e/x5871e04.htm#3.%20SALINE%20SOILS%20AND%20THEIR%20MANAGEMENT>, visitat el 04/02/2020.

AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), 2007b. UNE-EN ISO 10381-2. Calidad del suelo. Muestreo. Parte 2: Directrices sobre técnicas de muestreo. AENOR. Madrid. España. pp.31.

AGROSAL IVIA, 2020. Cómo se evalúa la salinidad. url: <http://agrosal.ivia.es/evaluar.html>, visitat el 09/03/2020.

AGROSAL IVIA, 2020. Factores que influyen en la salinidad y sodicidad. url: <http://www.agrosal.ivia.es/factores.html>, visitat el 13/01/2020.

ALCONADA MAGLIANO, M.M., 2018. Suelos salinos y sódicos. Ed.Universidad Nacional de la Plata. Argentina. 73pp.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W., 1985. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and drainage paper. 29 Rev.1. pp.174.

AMADOR, F., 2000. El Parc Natural de l'Albufera. Ed. Universitat de València. València. 46 pp.

ARC GIS DESKTOP, 2020. Cómo funciona la interpolación ponderada de distancia inversa. url: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.4/extensions/geostatistical-analyst/how-inverse-distance-weighted-interpolation-works.htm>, visitat el 04/05/2020.

BADIA I VILLÀS, D., 1992. Suelos afectados por sales. Butlletí de les Societats Catalanes de Física, Química , Matemàtiques i Tecnologia. pp. 609-629.

BASE REFERENCIAL MUNDIAL DEL RECURSO DEL SUELO, (2008).Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. url: <http://www.fao.org/3/a-a0510s.pdf>, visitat el: 08/01/2020. pp. 128.

CAVANILLES, A.J., 1795. Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia. Graf.Soler.4ª edición (Reproducción facsímil de la ed.: Madrid: Imprenta Real, 1795-1797). Valencia. España.

CEDEX, 2007. El cambio climático amenaza con salinizar las Albufera por el aumento de un metro del nivel del mar. url: <http://hispagua.cedex.es/documentacion/noticia/47249>, visitat el 12/02/2020.

CONSELLERIA DE MEDIO AMBIENTE, 2011. Catálogo de zonas húmedas de la Comunidad Valenciana. url: <http://www.agroambient.gva.es/documents/20550900/92729585/memoria2002/1ae1c572-296e-44a1-a4ae-40569b52bca4?version=1.0>, visitat el 18/12/2020. Eds. Agroambient. pp.8-9.

CRAFT, C.; KRULL, K.; GONZÁLEZ, M.C., 2004. Ecological indicators of nutrient enrichment, freshwater wetlands, Midwestern United States (U.S.). *Ecological Indicators*, 7: 733-750.

FAO, 2020. Caracterización y evaluación de la salinidad. url: <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5420/salinidad.pdf>, visitat el 04/01/2020.

FAO, 2019. La importancia del suelo. url: <http://www.fao.org/soils-portal/about/es/>, visitat el 28/12/2019.

GVA, 1990. Proyecto LUCDEME. Mapa de suelos de la Comunidad Valenciana. Valencia 722. Generalitat Valenciana. Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació. Valencia

FLORES, A.; GALVEZ, V.; HERNANDEZ, O.; LÓPEZ, G.; OBREGON, A.; ORELLANA, R.; OTERO, L. y VALDEZ, M. , 1996. Salinidad un nuevo concepto. Eds. Colima, México; 137 pp.

HERRERO, J., 1986. Salinidad en los suelos: aspectos de su incidencia en regadíos de Huesca, 1986. Diputación general de Aragón. pp.10- 56.

IMBELLONE, P.; GIMÉNEZ, J.E. y PANIGATTI, J.L. , 2010. Suelos de la región pampeana. Procesos de Formación. Argentina. Buenos Aires: Editorial INTA. 288p.

INSTITUT CARTOGRÀFIC VALENCIÀ, 2020. Visor de cartografía: Espais protegits. url: <https://visor.gva.es/visor/>, visitat el 10/02/2020.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA - Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (2ª Serie), 1972-2003.

JIMÉNEZ, J., 2007. Arroz: Economía, naturaleza y paisaje. En: Arroz en el Parque Natural de l'Albufera: Un futuro sostenible. Libro de ponencias- Encuentro Ecorice. pp. 373.

LÓPEZ, M.L. et al - Macrobioclimas, bioclimas y variantes bioclimáticas de la España peninsular y balear, y su cartografía, 2008.

MARÍN GARCÍA, M.L., 2003. Análisis químico de suelos y aguas: transparències y problemes. Ed. Editorial Universitat Politècnica de València.

MARTÍNEZ CORTIJO, F.J., 2003. Estudio agronómico y ambiental del riego con aguas residuales depuradas en el cultivo del arroz. Aplicación a una línea de riego en el Parque Natural de la Albufera (Valencia). Tesis. Universitat Politècnica de València. 340 pp.

MITECO, 2019. La lista Ramsar española. url: https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/conservacion-de-humedales/ch_hum_ramsar_esp_lista.aspx, visitat el 03/12/2019

MITECO , 2019. El Comité de humedales. url: https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/conservacion-de-humedales/ch_hum_comite_humedales.aspx, visitat el 03/12/2019

MORENO, H., 2013. Evaluación espacio-temporal de las aguas y suelos de la zona colindante al lago de la Albufera de Valencia: Intento de recuperación. Tesis. Universitat Politècnica de València. 334 pp.

MORENO, H.; MARQUÉS, A.; IBÁÑEZ, S.; GISBERT, J.M., 2015. Wetland soils under rice management and seawater intrusion: Characterization and classification. *Spanish Journal of soil science*, 5: 111-129.

MONDRÍA, M., 2003. Estudio para el desarrollo sostenible de la Albufera. Geología. *Typsa*. url: http://www2.chj.gob.es/albufera/01_WEB_ED/01_AV_DSAV/01_GD/01_DOCUMENTOS/01_RI1/RI1_03_4/7241_ES_HI_R11_03_4_geologia1.pdf, visitat el 15/01/20.

MONDRÍA, M., 2003. Estudio para el desarrollo sostenible de la Albufera. Informe preliminar sobre el análisis de los datos recopilados de calidad de aguas. . *Typsa*. url: http://www2.chj.gob.es/albufera/01_WEB_ED/01_AV_DSAV/01_GD/01_DOCUMENTOS/01_RI1/RI1_03_7/001/7241-IN-OA-RI1_03_7-001-ed01.pdf, visitat el 15/01/2020.

NINYEROLA M, PONS X & ROURE JM. - Atlas climàtic digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica. Universitat Autònoma de Barcelona, 2005.

NRCS (National Resources Conservation Service), 2005. Soil Taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. United States Department of Agriculture, 436. Eds. Soil Survey Staff. pp. 886.

OSCA, J.M., 2007. Cultivos herbáceos extensivos: Cereales. Ed. Universitat Politècnica DE València. pp.252.

PARCS NATURALS GVA, 2020. Com arribar al Parc Natural? url: <http://www.parquesnaturales.gva.es/va/web/pn-l-albufera/como-llegar>, visitat el 13/01/2020.

PAREDES HERNÁNDEZ, C.U.; SALINAS CASTILLO, W.E.; MARTÍNEZ BECERRA, X.; JIMÉNEZ HERNÁNDEZ, S.B., 2012. Evaluación y comparación de métodos de interpolación determinísticos y probabilísticos para la generación de modelos digitales de elevación. Investigaciones geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. Núm. 82: 118-130.

PASCUAL-AGUILAR, J.; ANDREU, V.; GIMENO-GARCÍA, E.; PICO, Y., 2015. Current anthropogenic pressures on argo-ecological protected coastal wetlands. *Sci Total Environ*, 3: 190-199.

PORTA, J.; LÓPEZ ACEVEDO, M.; ROQUERO, C., 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. España: Ed.Mundi Prensa. 807 pág.

RAMSAR, 2019. La importancia de los humedales. url: <https://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-importancia-de-los-humedales>, visitat el 03/12/2019.

RAMSAR, 2019. Los humedales de importancia internacional. url: <https://www.ramsar.org/es/sitios-paises/los-humedales-de-importancia-internacional>, visitat el 03/12/2019.

RICHARDSON, J.L.; VEPRASKAS, M.J.; CHRISTOPHER, B.CRAFT., 2000. Wetland soils: Genesis, Hydrology, Landscapes, and Classification. CRC Press. pp.432.

- RIVAS MARTÍNEZ, S., 2004. Worldwide Bioclimatic Classification System. Centro de Investigaciones Fitosociológicas. Universidad Complutense de Madrid.
- ROMAGOSA, F., 1999. Les zones humides: una aproximació des de la geografia. Treballs de la Societat Catalana de Geografia nº 48, vol. XIV. Universitat Autònoma de Barcelona.
- ROMAGOSA, F., 2000. Zones humides, societat i medi ambient. Les zones humides de Catalunya. Departament de Geografia (Document 42). Universitat Autònoma de Barcelona.
- ROSELLÓ, V.M., 1996. El parque natural de la Albufera de Valencia. Boletín de la Real Sociedad Geográfica, 132. pp. 135-150.
- ROSELLÓ, V.M., 1995. L'Albufera de València. Ed. Abadia de Montserrat, S.A. 190 pp.
- RUBIO JL, ANDREU V, SANCHIS E. 1998. Los suelos de la Devesa de la Albufera. Revista d'Estudis Autònoms. 22:129-144.
- SANCHIS IBOR, C.; MATEU BELLÉS, J.F., 2016. La Universitat de València i els seus entorns naturals Els Parcs Naturals de l'Albufera, el Túria i la Serra Calderona: El riu Xúquer i l'Albufera. Publicacions de la Universitat de València. Departament de geografia. 288pp.
- SEO BIRDLIFE, 2020. Estado de los humedales Ramsar en España de interés para las aves acuáticas. url: <https://www.seo.org/wp-content/uploads/2018/01/INFORME-DMH2018-1.pdf>, visitat el 08/01/2020. Eds. RAMSAR. pp.4-8.
- SOIL SURVEY STAFF, 2004. Soil Survey Laboratory Methods Manual, Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 4.0 Burt, R.; eds. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Washington. USA. pp. 407.
- SOIL SURVEY STAFF, 1999. Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd edition. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook. Washington. USA. pp.436.
- SOIL SURVEY STAFF, 2014. Keys to soil taxonomy, 12th edition. USDA Natural Resources Conservation Service. 360 pp.
- TORO, G.A.; MELO, C.E., 2009. Aplicación de métodos de interpolación geoestadísticos para la predicción de niveles digitales de una imagen satelital con líneas perdidas y efecto sal y pimienta. Universidad Distrital Francisco José de Cladas. Colombia. Tecnura, vol.12, núm.24. pp.56-67.
- USDA- NRCS (United States Department of Agriculture)- (Natural Resources Conservation Service), 2010. Field indicators of Hydric Soils in the United States. Version 7.0. Vasilas, L.M.; Hurt, G.W.; Noble, C.V.; eds. USDA-NRCS-NTCHS. pp.51
- USDA (United States Department of Agriculture), 1998b. Soil Quality Indicators: pH, Soil Quality Information Sheet. USDA Natural Resources Conservation Service. Washington. USA. pp.2.

7. ANNEXES