



Hochschule für Forstwirtschaft
Rottenburg

Hochschule für Angewandte Wissenschaften

Bachelorarbeit

Im Studiengang Forstwirtschaft

„Problematiken und mögliche Lösungen für Waldstrukturen in mediterranen Feuchtgebieten“

Eine Untersuchung am Beispiel des Parc Natural de's
Albufera in Zusammenarbeit mit dem Institut für Natur
(IBANAT), dem Zentrum für Forst (CEFOR) und dem
Govern Illes Balears (CAIB).

***Problemas y posibles soluciones de las estructuras
forestales en los humedales mediterráneos.***

***Una investigación con el ejemplo del Parc Natural de's
Albufera***

Lukas Martin Scheuter
Kirchstrasse 40
72669 Unterensingen

Allgemeine Angaben

Verfasser und Wohnadresse

Lukas Martin Scheuter
Kirchstraße 40
D - 72669
Unterensingen

Erstprüfer

Prof. Dr. Rainer Luick
Professor für Natur- und Umweltschutz an der Forsthochschule Rottenburg

Zweitprüfer

Dr. Carles Victori Cardona Ametller
Professor für Biologie an der Universitat de les Illes Balears

Anschrift der HFR

Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Schadenweilerhof
72108 Rottenburg a.N.

Praktikumsstelle

IBANAT - Institut Balear de la Natura
Gremi Corredors num.10, 1er Polígon Son Rossinyol
07009 Palma de Mallorca (Illes Balears)

Copyright © 2022

D-72108 Rottenburg

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung und Übersetzung vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung reproduziert oder über elektronische Systeme verbreitet werden. Die Genehmigung ist bei der HFR einzuholen. Bei gesperrten Arbeiten ist jegliche Art der Weiterverwendung verboten.

Zusammenfassung

Waldstrukturen in mediterranen Feuchtgebieten haben in den letzten Jahren durch verschiedene Schadereignisse stark gelitten. Durch eine geringe Baumartenspreite sowie kleinflächige, labile Standorte in Feuchtgebieten, haben diese besonderen Waldstrukturen je her am Rande ihrer Möglichkeiten existiert. Zusätzlich machen ihnen eingeschleppte Baumkrankheiten aus anderen Kontinenten zu schaffen. Auch der Klimawandel bedeutet einen erhöhten Stressfaktor für diese Bäume. Zusätzlich hat die Vegetationsbrandproblematik in den mediterranen Ländern deutlich zugenommen, welche auch vor Feuchtgebieten keinen Halt macht. Als wäre das nicht schon genug, steht ein weiteres großes Problem schon in den Startlöchern. Es geht dabei um den schleichenden Prozess der Versalzung von Böden. All diese Themen müssen erörtert und mögliche Gegenmaßnahmen ergriffen werden um die natürlichen Waldstrukturen in diesen faszinierenden Ökosystemen zu bewahren. In dieser Arbeit werden die verschiedenen Probleme aufgeführt und Lösungsansätze aufgeführt. Insbesondere wurde dabei die Versalzung behandelt. Es wurde das Fortschreiten der Versalzung innerhalb von 5 Jahren am Beispiel des Feuchtgebietes S'Albufera auf den Balearischen Inseln im Norden von Mallorca untersucht.

Es wurden dabei Daten von insgesamt 24 Messpunkten, die über 5 Jahre zwischen 2013 und 2017 gesammelt wurden ausgewertet. Dabei handelt es sich um Wasserwerte. Das Augenmerk wurde dabei auf die Leitfähigkeit des Wassers bei 20°C [mS/cm] und den Salzgehalt g/l gelegt. Daraus wurden Karten und Diagramme erstellt. Mit diesem Material ist es nun möglich die Trends, der Versalzung, im Naturpark nachzuvollziehen und mögliche zukunftsfähige Standorte für Waldstrukturen zu ermitteln. Zusätzlich wurden die Waldstrukturen im Schutzgebiet auf andere Schadereignisse, wie Baumkrankheiten untersucht.

Bei der Auswertung konnte festgestellt werden, dass die Versalzung im Naturpark stetig fortschreitet und immer mehr Flächen betrifft. Gerade die küstennahen Bereiche sind davon stärker betroffen. Allgemein lässt sich auch sagen, dass die meisten Standorte enormen Schwankungen, bezogen auf den Salzgehalt unterliegen. Jedoch gibt es auch stabile Bereiche. Bei denen der Salzgehalt konstant niedrig bleibt und somit eine gute Süßwasserversorgung vorhanden ist. Die Recherche ergab auch, das Feuer eine ernstzunehmende Problematik für die Waldstrukturen im Feuchtgebiet ist, da es flächig und jährlich auftritt. Zusätzlich haben, zwei der drei Hauptbaumarten, Feldulme (*Ulmus minor*) und Schmalblättrige Esche (*Fraxinus angustifolia*) enorme Probleme mit Baumkrankheiten. Nur die Silberpappel (*Populus alba*) scheint weniger Probleme zu haben. Um all diesen Problemen zu begegnen, wird eine Erhaltung der Waldstrukturen in diesen Gebieten nur mit großem Aufwand und einem guten Management zu stemmen sein. Dies beginnt bei der Baumartenauswahl, fordert eine konsequente Schadensprävention mit Löschplänen gegen Vegetationsbrände und endet mit einem sparsameren Süßwasserverbrauch durch die Menschen.

Abstract

Forest structures in Mediterranean wetlands have suffered greatly in recent years due to various damaging events. Due to a narrow range of tree species and small, unstable sites in wetlands, they have been at the limit of their possibilities from the very beginning. In addition, tree diseases introduced from other continents are causing problems. Climate change also contributes to an increased stress factor for the trees. In addition, the fire problem in the Mediterranean countries has increased significantly, which does not even stop at wetlands. As if that were not enough, another major problem is already waiting in the wings. This is the creeping process of soil salinization. All these issues need to be discussed and possible countermeasures taken to preserve the natural forest structures in these fascinating ecosystems. In this paper, the different problems are listed and possible solutions are written down. Particular attention has been paid to salinization. The development of salinization within 5 years was investigated using the example of the wetland S'Albufera on the Balearic Islands in the north of Majorca.

Data from a total of 24 measuring points, which were collected over 5 years between 2013 and 2017, were evaluated. These were water values. The focus was on the conductivity of the water at 20 °C [mS/cm] and the salt content g/l. Maps and diagrams were created from this data. With this material it is now possible to trace the trends of salinization in the nature park and to determine possible future locations for forest structures. In addition, the forest structures on site in the protected area were examined for other damage events, such as tree diseases.

The evaluation showed that salinization in the nature park is progressing steadily and affecting more and more areas. Especially the coastal areas are more affected. In general, it can also be said that most sites are subject to enormous fluctuations in salinity. However, there are also stable areas where the salinity remains constantly low and thus have a good fresh-water supply. The research also revealed that fire is a serious problem for forest structures in the wetland, as it is widespread and annual. In addition, two of the three main tree species, field elm (*Ulmus minor*) and narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia*), have enormous problems with tree diseases. Only the silver poplar (*Populus alba*) seems to have fewer problems.

In order to counter all these problems, the preservation of forest structures in these areas will only be possible with great effort and good management. This starts with tree species selection, damage prevention as well as acute fire fighting plans and ends with human fresh-water consumption.

Resumen

Las estructuras forestales de los humedales mediterráneos han sufrido mucho en los últimos años debido a diversos acontecimientos perjudiciales. Debido a la escasa variedad de especies arbóreas y a los pequeños e inestables emplazamientos de los humedales, hace que, desde el principio se encuentren al límite de sus posibilidades. Además, las enfermedades introducidas desde otros continentes de los árboles están causando problemas. El cambio climático también contribuye a aumentar el factor de estrés de los árboles. También, el problema de los incendios en los países mediterráneos ha aumentado considerablemente, lo que no se limita solo a los humedales. Por si fuera poco, otro gran problema ya está esperando entre bastidores. Este es el proceso de salinización del suelo. Es necesario debatir todas estas cuestiones y tomar posibles contramedidas para preservar las estructuras forestales naturales de estos fascinantes ecosistemas. En este documento se enumeran los diferentes problemas y se anotan las posibles soluciones. Se ha prestado especial atención a la salinización. Se investigó la evolución de la salinización en un plazo de 5 años utilizando el ejemplo del humedal de S'Albufera en las Islas Baleares, al norte de Mallorca.

Se evaluaron los datos de un total de 24 puntos de medición, que se recogieron durante 5 años entre 2013 y 2017. Estos fueron los valores del agua. La atención se centró en la conductividad del agua a 20 °C [mS/cm] y en el contenido de sal g/l. A partir de estos datos se crearon mapas y gráficas. Con este material es posible trazar las tendencias de salinización en el parque natural y determinar posibles ubicaciones futuras para las estructuras forestales. Además, se examinaron las estructuras forestales in situ en la zona protegida para detectar otros daños, como enfermedades de los árboles.

La evaluación mostró que la salinización en el parque natural avanza de forma constante y afecta a cada vez más zonas. Especialmente las zonas costeras son las que están más afectadas. En general, también puede decirse que la mayoría de los lugares están sometidos a enormes fluctuaciones de salinidad. De todos modos, también hay zonas estables. Sin embargo, hay zonas más estables en las que la salinidad se mantiene constantemente baja y, por tanto, cuentan con un buen suministro de agua dulce. La investigación también reveló que el fuego es un grave problema para las estructuras forestales del humedal, ya que está muy extendido y es anual. Además, dos de las tres principales especies arbóreas, el olmo (*Ulmus minor*) y el fresno de hoja estrecha (*Fraxinus angustifolia*), tienen enormes problemas de enfermedades arbóreas. Sólo el álamo plateado (*Populus alba*) parece tener menos problemas.

Para contrarrestar todos estos problemas, la conservación de las estructuras forestales en estas zonas sólo será posible con un gran esfuerzo y una buena gestión. Esto comienza

con la selección de las especies de árboles, la prevención de daños, así como los planes de lucha contra incendios agudos y termina con el consumo eficiente de agua dulce.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	III
Abstract.....	IV
Resumen	V
Abkürzungsverzeichnis	X
Abbildungsverzeichnis	11
Tabellenverzeichnis	13
1 Problemstellungen und Zielsetzungen.....	14
2 Vorgehensweise	15
3 Genutzte Programme	17
3.1 Google Scholar.....	17
3.2 DeepL.....	17
3.3 Excel.....	17
3.4 Google Earth Pro.....	18
3.5 QGIS	18
4 Stand des Wissens.....	19
4.1 Untersuchungsgebiet Naturpark S'Albufera Mallorca	19
4.2 Wasserversorgung in Albufera	20
4.3 Flora in S'Albufera	21
4.4 Habitats in Albufera	23
4.4.1 Dünen.....	23
4.4.2 Das Sumpfgebiet.....	23
4.4.3 Waldstrukturen in Albufera	23
4.4.4 FFH-Lebensraumtyp 92D0	23
4.5 Fauna in S'Albufera	25
5 Abiotische Schadfaktoren	26
5.1 Feuer.....	26
5.2 Versalzung.....	29
5.2.1 Ursachen der Bodenversalzung	29

6	Biotische Faktoren	32
6.1	Ulmensterben	32
6.2	Eschensterben.....	32
6.3	Xylella fastidiosa.....	33
7	Material und Methode	34
7.1	Erlaubnis	34
7.2	Material.....	34
7.3	Methode	35
7.3.1	Visueller Rundgang	35
7.3.2	Datenauswertung	35
8	Ergebnisse.....	38
8.1	Visueller Rundgang Kanäle	38
8.2	Visueller Rundgang Waldstrukturen	39
8.3	Versalzung.....	42
8.3.1	Exemplarische Messpunkte.....	44
8.3.2	Zusammenfassung aller Messwerte und Trend.....	45
9	Diskussion	48
9.1	Diskussion von Material und Methoden.....	48
9.1.1	Visueller Rundgang	48
9.1.2	Rohdaten.....	48
9.1.3	Messpunkte	48
9.1.4	Erstellung der Karten.....	48
9.2	Diskussion der Ergebnisse	49
9.2.1	Tabellen und Diagramme	49
9.2.2	Karten.....	49
10	Lösungsansätze	50
10.1.1	Feuer.....	50
10.1.2	Biotische Faktoren.....	51
10.1.3	Versalzung	52

11	Fazit	52
12	Eidesstattliche Erklärung.....	54
13	Anhang.....	57
	A1. Wasserdaten Salzgehalt und Leitfähigkeit ausgewertet, Conductivity in [mS/cm] ...	57
	A2. Salzkarten Albufera, Conductivity 20 °C in [mS/cm]	65
	A3 Umrechnung Salzgehalt g/l auf Leitfähigkeit bei 20 °C und Salztoleranz relevanter Pflanzen	68
	A3. Rohdaten	69

Abkürzungsverzeichnis

Abb. = Abbildung

ca. = circa

°C = Grad Celcius

mm = Milimeter

CEFOR = Centro Forestal de las Islas
Baleares

EU = Europäische Union

etc. = et cetera

ha = Hektar

FFH = Fauna Flora Habitat Gebiet

HFR = Hochschule für Forstwirtschaft Rot-
tenburg

CAIB = Govern Illes Balearis

IBANAT = Institut Balear de la Natura

UNESCO = United Nations Educational,
Scientific and Cultural Organization

hm³ = Kubikhektometer

Kap. = Kapitel

Tab. = Tabelle

z.B. = zum Beispiel

mS/cm = Mikrosiemens pro Zentimeter

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1, Satellitenbild Google Earth Oben rechts: 14.12.15 Unten: 08.05.21, Lage des Parc de Natural Albufera in Europa (Der Grüne Bereich ist das Feuchtgebiet)	19
Abbildung 2, Vorkommen <i>Phragmites australis</i> subsp. <i>Chrysanthus</i> Quelle: IBANAT Albufera	21
Abbildung 3, Vorkommen Salztolerante subsp. von <i>Phragmites australis</i> , Quelle: Ibanat Albufera	22
Abbildung 4, Links: Stieglitz (<i>Carduelis carduelis</i>) Rechts: Seidenreiher (<i>Egretta garzetta</i>) im Naturpark Albufera Mallorca	25
Abbildung 5, Anzahl Waldbrände im Jahr Spanien (Rot), Portugal (Lila) Quelle: WWF Waldbrandstudie	26
Abbildung 6, Camargue Pferde auf Weide im Naturpark S'Albufera.....	27
Abbildung 7, Betroffene Flächen von Waldbränden die letzten 30 Jahre in S'Albufera. Quelle: IBANAT Albufera	28
Abbildung 8, Dränegagegraben um Salz auszuwaschen, Quelle: lernhelfer.de/geografie	30
Abbildung 9, P1. Pont de Anglesos, 20123-2017, Die Gestrichelte Linie zeigt den Trend an, durch die großen Schwankungen ist er bei diesem Messpunkt sehr ausgeglichen Conductivity in [mS/cm]	36
Abbildung 10, Kanalnetz und Fließrichtung in S'Albufera, Gelb: Kanäle, Schwarze Pfeile: Fließrichtung	38
Abbildung 11, Relevante Waldstrukturen im Feuchtgebiet Albufera, Lila: <i>Populus</i> und <i>Ulmus</i> , Gelb: <i>Fraxinus</i>	39
Abbildung 12, Rechts: Ulmensterben am Cran Canal. Rechts: Nahaufnahme absterbender Ulmenstamm.....	39
Abbildung 13, Links: Pflanzfläche <i>Fraxinus</i> im Nordosten. Mitte: Krone <i>Fraxinus</i> , geschädigt. Rechts: Pflanzfläche im Südwesten mit Blick nach Norden, Vitalität nimmt nach Norden ab, Im Südwesten der Fläche, sehr Vitale Bäume.....	40
Abbildung 14, Links: Einzelne Vitale Pappel. Rechts: Einzelne Tamariske im Schilf.....	40
Abbildung 15, Gruppe Aleppo Kiefern auf Sandigem Boden nahe der Küste	41
Abbildung 16, Karte von S'Albufera 2013, Leitfähigkeit [mS/cm] von Wasser bei 20 °C → Salzgehalt.....	42
Abbildung 17, Karte von S'Albufera 2017, Leitfähigkeit [mS/cm] von Wasser bei 20 °C → Salzgehalt	43

Abbildung 18, Messpunkt 25, Conductivity in [mS/cm] Stabile niedrige Werte, leichter Anstieg ab Jahr 2016, Tendenz steigend.....	44
Abbildung 20, Messpunkt 11, Conductivity in [mS/cm] Stabile niedrige Werte, leichter Anstieg im Jahr 2017	44
Abbildung 19, Messpunkt 4, Conductivity in [mS/cm] Starker Anstieg im Jahr 2015 und 2017, Tendenz steigend	44
Abbildung 21, Messpunkt 8, Conductivity in [mS/cm] Konstante niedrige Werte über kompletten Zeitraum	45
Abbildung 22, Alle aufgenommenen Messwerte der Leitfähigkeit in [mS/cm], zwischen 2013 und 2017, Die schwarze gestrichelte Linie gibt den Trend an, welcher ansteigend ist.	45
Abbildung 23, Alle aufgenommenen Messwerte des Salzgehalts g/l zwischen 2013 und 2017, Die schwarze gestrichelte Linie gibt den Trend an, welcher ansteigend ist.	46
Abbildung 24, Karte von S'Albufera 2017, Leitfähigkeit von Wasser in Mikrosiemens [mS/cm] bei 20 °C Salzgehalt, Mit eingeblendeten Kanälen.....	47
Abbildung 25, Satellitenbild aus dem Südosten des Parks, Alte von Süd nach Nord ausgerichtete Kanalstrukturen, bei einer Einlegung von Ost nach West gerichteten Kanälen entsteht eine Inselstruktur und somit potenziell besser geschützte mögliche Waldstandorte.	50
Abbildung 26, Süden Albufera, Möglicher Verbund an Maßnahmen gegen Feuer. Gelb: Viehweide, Orange: Zypressen, Rot: Wasser Quelle Satellitenbild: Google Earth	51
Abbildung 27, Messpunkt 1.....	57
Abbildung 28, Messpunkt 2.....	57
Abbildung 29, Messpunkt 3.....	57
Abbildung 30, Messpunkt 4.....	58
Abbildung 31, Messpunkt 5.....	58
Abbildung 32, Messpunkt 7.....	58
Abbildung 33, Messpunkt 8.....	59
Abbildung 34, Messpunkt 9.....	59
Abbildung 35, Messpunkt 11.....	59
Abbildung 36, Messpunkt 12.....	60
Abbildung 37, Messpunkt 13.....	60
Abbildung 38, Messpunkt 14.....	60

Abbildung 39, Messpunkt 15.....	61
Abbildung 40, Messpunkt 16.....	61
Abbildung 41, Messpunkt 17.....	61
Abbildung 42, Messpunkt 18.....	62
Abbildung 43, Messpunkt 19.....	62
Abbildung 44, Messpunkt 20.....	62
Abbildung 45, Messpunkt 21.....	63
Abbildung 46, Messpunkt 22.....	63
Abbildung 47, Messpunkt 23.....	63
Abbildung 48, Messpunkt 24.....	64
Abbildung 49, Messpunkt 25.....	64
Abbildung 50, Messpunkt 26.....	64
Abbildung 51, 2013, Conductivity in [mS/cm].....	65
Abbildung 52, 2014, Conductivity in [mS/cm].....	65
Abbildung 53, 2015, Conductivity in [mS/cm].....	66
Abbildung 54, 2016, Conductivity in [mS/cm].....	66
Abbildung 55, 2017, Conductivity in [mS/cm].....	67

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1, Forschungsleitende Fragen Übersicht	15
Tabelle 2, P1. Pont dels Anglesos, 2013-2017, Daten auf Relevanz reduziert, Conductivity in [mS/cm].....	35
Tabelle 3, P1. Pont dels Anglesos, 2013-2017, Daten auf Relevanz reduziert.....	35
Tabelle 4, P1. Pont dels Anglesos, 2013-2017, Daten auf Relevanz reduziert.....	35
Tabelle 5, P1. Pont dels Anglesos, 2013-2017, Daten auf Relevanz reduziert.....	35
Tabelle 7, Salztoleranz relevanter Pflanzen.....	68
Tabelle 6, Umrechnung Salzgehalt g/l auf Leitfähigkeit 20 °C	68
Tabelle 8, Rohdaten Albufera	69

1 Problemstellungen und Zielsetzungen

Wie jeder andere Ort auf Mallorca, kann auch das Feuchtgebiet Albufera auf eine lange und bewegte Vergangenheit zurückblicken. Durch verschiedene Epochen und Kulturen, ist es schon sehr lange anthropogenen Einflüssen ausgesetzt. Schon die Römer wussten den enormen Artenreichtum des Feuchtgebietes auf ihren Banketten zu schätzen. Durch das hohe Süßwasservorkommen, sind die Gebiete um Albufera bis heute wichtige Landstriche für die Agrarwirtschaft, auf einer sonst sehr trockenen Insel. Das hohe Süßwasseraufkommen und die daraus entstehenden Möglichkeiten, führten schon sehr früh zu einem Kanalsystem im Feuchtgebiet. Durch die Nähe zum Meer und der menschlichen Steuerung der Wasserläufe, ist das Gebiet enormen Schwankungen, in Bezug auf Wasserstand und Salzgehalt ausgesetzt. Zusätzlich wird durch die enormen Touristenmassen die sich jedes Jahr auf Mallorca einfinden, der Grundwasserspiegel abgesenkt. Und somit vom umgebenden Meer in Form von Salzwasser ersetzt. Zudem macht auch der Klimawandel vor den mediterranen Feuchtgebieten nicht halt. Des Weiteren untersteht das Gebiet einem enormen Nutzungsdruck durch den Tourismus und der damit einhergehenden Naherholung. Auch Brände finden sich regelmäßig auf der Fläche ein. Zudem werden die Balearischen Inseln trotz ihrer Insellage auch von Invasiven Krankheiten wie z. B. dem Ulmensterben heimgesucht. All diese Faktoren führen zu einem schwierigen Stand auf der Fläche für Gehölze. Obwohl es sich vorwiegend um ein von Schilfpflanzen dominiertes Gebiet handelt, kommt an den Flussläufen der FFH-Typ 92D0 vor. Dieser ist geprägt von verschiedenen flussbegleitenden Gehölzen. Die Parkverwaltung will diesen Anteil des FFH Lebensraumtyps erhöhen. Um somit das bereits bestehende Mosaiksystem aus verschiedenen Lebensraumtypen zu vergrößern und somit die Biodiversität im Park zu fördern. Deshalb soll diese Arbeit im konkreten helfen, entsprechende Flächen im Gebiet herauszufinden, welche sichere und zukunftsfähige Standorte, für die Baumarten (*Ulmus minor*, *Populus Alba* und *Fraxinus angustifolia*) sind. Dies soll unter Berücksichtigung der abiotischen Faktoren: Süß- und Salzwasser, Salzgehalt, Vegetationsbrände, Wasserstand und den relevantesten biotischen Schadfaktoren wie z. B. dem Ulmensterben, *Xylella* etc. geschehen. Das Hauptaugenmerk liegt jedoch auf der Entwicklung und Kartographierung des Salzgehaltes im Park und den damit einhergehenden Einflüssen auf die Waldstrukturen. Das Ergebnis dieser Arbeit soll schlussendlich dem IBANAT (Institut Balear de la Natura) und dem CAIB (Govern Illes Balearis) zur Verfügung gestellt werden. Es soll bei der Umsetzung von konkreten Maßnahmen und zur Planung für die Zukunft von Waldstrukturen in S'Albufera dienen. Daraus entstehenden Schlussfolgerungen sollen in andere mediterrane Feuchtgebieten übertragen werden können.

2 Vorgehensweise

Um einen Überblick über die umfassenden Thematiken dieser Arbeit zu bekommen, wurden zuerst Orientierungsfragen formuliert. Sie werden benötigt um einen Überblick über die vielen aufkommenden Problematiken und Thematiken dieser Arbeit zu behalten. Sie dienen zur Orientierung und als Hilfestellung, zur Herangehensweise dieser Arbeit. Zudem ist durch sie, eine einheitliche Linie der Arbeit gewährleistet.

Tabelle 1, Forschungsleitende Fragen Übersicht

Was ist das IBANAT?	Literatur
Was ist der Parc de Natural Albufera?	Literatur
Wie ist das Klima im Park?	Literatur, Sekundärdaten
Wie hat sich das Klima entwickelt?	Sekundärdaten
Welches Kartensystem wird genutzt? Welche Vorteile bietet es zur Planung?	Expertenbefragung
Welche Vegetationszonen gibt es im Park?	Literatur, Sekundärdaten, Expertenbefragung
Wie verläuft die Wasserversorgung im Park?	Sekundärdaten, Expertenbefragung
Wie ist der aktuelle Baumbestand?	Sekundärdaten, Expertenbefragung, Eigene Aufnahme
Welcher FFH Typ passt? → Welche Gehölze?	Literatur
Abiotische und biotische Risiken? <ul style="list-style-type: none"> - Salzgehalt im Boden? - Salzgehalt im Wasser? - Wasserstand? - Ulmensterben? - Trockenheit? - Vegetationsbrände? 	Literatur, Sekundärdaten, Expertenbefragung
Wo sind potentielle geeignete Flächen unter Abwägung der Risiken und welche Indikatoren gibt es dafür? (Inseln, Kanäle, Zeigerpflanzen, Empirische Daten, Boden)	Eigene Aufnahme, Literatur, Sekundärdaten

Welche möglichen Maßnahmen gegen Risiken gibt es? (Beweidung, Inseln, Zäunung, Kontrollierte Feuer, Natürliche Barrieren)	Literatur, Sekundärdaten, Expertenbefragung
Welche Alternativen BA gibt es?	Literatur, Expertenbefragung
Wie können konkrete Maßnahmen und Planung aussehen?	Eigene Überlegungen
Welche Programme sind nötig? (QGIS, Google, EarthPro, Excel)	Eigene Überlegung, Expertenbefragung

Um den aktuellen Stand des Wissens über die vielen Probleme von Waldstrukturen in S'Albufera darzustellen, werden mithilfe des Internets über Google Scholar und ResearchGate, Quellen über die relevanten Themen durchsucht. Zusätzlich wird vor Ort beim Personal in S'Albufera nachgefragt und dort auf vorhandene bereits aufgenommene Daten und Erfahrungen zurückgegriffen. Auf entsprechende Buchliteratur wird aus den Literaturbeständen des IBANAT zurückgegriffen.

Um die Spanischen oder Katalanischen Quellen zu übersetzen werden eigene Sprachkenntnisse und das Übersetzungsprogramm DeepL verwendet.

Um die Entwicklung des Salzgehaltes im Gebiet darzustellen, werden entsprechende Rohdaten welche bereits gesammelt wurden, mithilfe von Excel ausgewertet. Diese werden anschließend mithilfe von QGIS in eine Karte und Diagramme übertragen, um die Entwicklung und die aktuelle Problematik des Salzgehaltes zu visualisieren und darzustellen.

Um relevante Punkte in S'Albufera zu markieren. Wird mithilfe des Mobiltelefons eine GPS-Markierung in Google Maps gesetzt und später in das Kartenmaterial in QGIS übertragen.

Anschließend werden mögliche Lösungsansätze für die Erhaltung und Mehrung der Waldstrukturen erörtert und vorgeschlagen.

In der abschließenden Diskussion werden die Ergebnisse, Einsatzmöglichkeiten und möglichen methodischen Schwächen dieser Arbeit erörtert. Abschließend folgt, ein Resümee und Fazit über die gewonnenen Erkenntnisse und Ergebnisse.

3 Genutzte Programme

Folgende Programme wurden zur Ausarbeitung der Arbeit genutzt. Zum einen handelt es sich um Programme der Literaturrecherche, zum anderen um Programme und Daten auszuwerten. Außerdem werden die Programme, die genutzt werden, um Kartenmaterial zu erstellen und anzuzeigen, aufgeführt. Da spanische Quellen genutzt wurden, kam zusätzlich ein Übersetzungsprogramm zum Einsatz.

3.1 Google Scholar

Für die Literaturrecherche im Internet wurde die Suchmaschine Google Scholar genutzt. Sie eignet sich gut um wissenschaftliche Texte zu finden die zitierfähig sind. Mithilfe von Google Scholar findet man fast nur Bücher, Fachzeitschriften oder wissenschaftliche Artikel. Sie wird im Volksmund auch Suchmaschine für Akademiker genannt (Laura 2020).

Alternativen wären JSTOR, Artstor und MUSE gewesen. Allerdings sind diese Programme zum Teil kostenpflichtig und besitzen nicht einen so großen Umfang an Ergebnissen wie Google Scholar (Laura 2020).

3.2 DeepL

Um Spanische oder Katalanische Texte besser zu verstehen, wurde das Übersetzungsprogramm DeepL genutzt. Es ist kostenlos verfügbar und auch jederzeit online abrufbar.

DeepL kann Texte in 24 verschiedene Sprachen übersetzen. Dabei basiert das Programm auf neuronalen Netzen, mithilfe derer das Programm weiterhin lernt, die richtige Übersetzung zu finden. Um das Programm laufend zu verbessern wird es immer wieder mit riesigen Datenmengen gefüttert. Da dieses Programm mittlerweile sehr gute Ergebnisse erzielt wird es häufig als Hilfe bei professionellen Übersetzungen eingesetzt (Friedrich 2021).

3.3 Excel

Zur Auswertung der aufgenommenen Daten des IBANATs in S'Albufera, wurde das Tabellen und Kalkulationsprogramm Excel genutzt.

Excel wurde von Microsoft entwickelt und dient zur Verarbeitung und Eingabe von Zahlenwerten. Es eignet sich sehr gut zur Datenanalyse. In großen Zahlenkolonnen ist somit schnell der gesuchte Wert herausgefunden oder angezeigt. Es eignet sich auch sehr gut, um Daten in Diagrammen und Grafiken anzuzeigen. Somit können abstrakte Tabellen visualisiert werden und übersichtlich dargestellt werden (Redaktion Computerwissen 2020).

3.4 Google Earth Pro

In Google Earth Pro sind Satelliten-, Luft- und Bodenaufnahmen in hoher Auflösung zusammengestellt. Somit hat man von fast jedem Bereich der Erde ein Satellitenbild in hoher Auflösung. Es lassen sich Standorte markieren und diese weitergeben. Zudem lassen sich GPS-Daten importieren (CHIP Online Redaktion 2022). Es ist kostenlos, besitzt aber weniger Tools wie andere Kartensoftwares, wie z. B. QGIS.

3.5 QGIS

Bei QGIS handelt es sich um eine Open Source Software die im Bereich Geoinformation zum Einsatz kommt. Bei Open Source handelt es sich um Lizenzmodelle deren Quellcode frei zugänglich ist und das Programm frei erhältlich ist. Es wurde ursprünglich für GNU/Linux und Unix konzipiert. Mittlerweile ist es aber auch für Windows erhältlich. Mit QGIS lassen sich Vektor und Rasterformat bearbeiten und erstellen (Michaelae Kinberger Alexander Pucher 2004).

4 Stand des Wissens

Diese Kapitel soll den aktuellen Stand der Forschung und des Wissens, über relevante Themen, über diese Arbeit und das Schutzgebiet S'Albufera darstellen.

4.1 Untersuchungsgebiet Naturpark S'Albufera Mallorca

Das Schutzgebiet S'Albufera befindet sich im Nordwesten der Insel Mallorca (Abbildung 1). Mallorca ist die größte Insel der Balearen und befindet sich im Mittelmeer. Sie gehört zu Spanien und liegt zwischen den Inseln Menorca im Nordwesten und Ibiza im Südwesten. Das Klima ist durch die Lage im Mittelmeer Mediterran Geprägt. Es zeichnet sich durch sehr heiße und trockene Sommer mit vielen Sonnenstunden aus. Der Niederschlag in diesen Gebieten fällt vorwiegend im Herbst und Winter. Im Jahresdurchschnitt beträgt die Temperatur 17°C . Durch den umliegenden Ozean wird es auch im Winter nicht sehr kalt. Der Niederschlag über das ganze Jahr verteilt beträgt 580mm (vgl. Perelló 2006). Durch die weite Öffnung der Bucht von Alcudia, ist der Naturpark starken Winden von Norden oder Nordwesten ausgesetzt. Trotz nur 580mm Niederschlag im Jahr, ist es ein weitläufiges Feuchtgebiet, da ein großer Teil des Niederschlags von Mallorca über Albufera abfließt. Gerade



Abbildung 1, Satellitenbild Google Earth Oben rechts: 14.12.15 Unten: 08.05.21, Lage des Parc de Natural Albufera in Europa (Der Grüne Bereich ist das Feuchtgebiet)

das im Nord, Nordosten gelegene Gebirge (Sierra de Tramuntana), welches zum UNESCO Weltnaturerbe gehört speist das Feuchtgebiet kontinuierlich mit frischem Süßwasser (Perelló et al 2006).

Mit über 1600 Hektar, ist S'Albufera mit Abstand das größte Feuchtgebiet auf den Balearenischen Inseln. Es befindet sich in der Bucht von Alcudia auf Mallorca. Es liegt auf den Gebieten der Gemeinden Muro und Sa Pobla. Es gehört zum Natura-2000-Netzwerk der EU und ist ein wichtiges Vogelschutzgebiet der Ramsar-Konvention im mediterranen Raum (vgl. AlbuferaESP et al_2020). Es zeichnet sich durch starke Schwankungen beim Salzgehalt und des Wasserstandes aus.

4.2 Wasserversorgung in Albufera

In einem Feuchtgebiet, direkt am Meer, ist einer der wesentlichen Faktoren die Wasserversorgung, die das Leben und die Vegetation beeinflusst. Es ist nicht nur die periodische Schwankung was die Wassermenge angeht, auch die Örtlichkeit und dadurch die entsprechende unterschiedliche Wasserqualität sind wesentliche Faktoren auf die unterschiedlichen Bereiche in S'Albufera.

S'Albufera wird im Wesentlichen von drei verschiedenen „Quellen“ versorgt. Zum einem von den beiden Hauptströmen von Muro und Sant Miguel. Diese durchlaufen S'Albufera als ihre letzte Station vor dem Meer. Durch sie fließen pro Jahr 20-24 hm³ in Richtung Meer. Durch ihre starke Kanalisierung, nimmt das Feuchtgebiet durch diese beiden Kanäle nur sehr wenig Wasser auf. In der Regel wird es sehr schnell direkt ins Meer abgeleitet und verbleibt dadurch nur in geringen Mengen wirklich im Feuchtgebiet. Ein weiteres Problem dieser Kanäle ist, dass sie durch sehr intensiv bewirtschaftetes Agrarland um die Städte Muro und Sa Pobla fließen. Dies führt zu einer hohen Belastung an Nitrat im Wasser, welches durch Düngung auf den Agrarflächen ins Wasser gelangt.

Viel Wasser, welches tatsächlich im Gebiet verbleibt, kommt aus dem Untergrund. Es gibt an verschiedenen Stellen Quellen, die frisches Süßwasser aus dem Boden aufsteigen lassen. Die genaue Anzahl dieser Quellen ist unbekannt. Sie sorgen aber dafür das im Süden des Feuchtgebietes viel Süßwasser in das Feuchtgebiet geleitet wird.

Des Weiteren kommt es bei einem hohen Meeresspiegel zu einem Einfluss von Salzwasser im Schutzgebiet. Welches zusätzlich den Wasserhaushalt und Wasserqualität des Schutzgebietes beeinflusst (Perelló 2006).

4.3 Flora in S'Albufera

Das Schutzgebiet ist zum größten Teil Schilflandschaft. In den Süßwasserdominierten Bereichen findet man vorwiegend Schilfrohr (*Phragmites australis* subsp. *chrysanthus*). Welches durch seine enormes Wachstumspotenzial von bis zu 6m am auffälligsten ist.

Daneben sieht man häufig Binsenschneide (*Cladium mariscus*) und Kolbenschilf (*Thypha* spp.) (AlbuferaESP et al_2020). Auch viele verschiedenen Orchideenarten findet man dort. Besonders hervorzuheben ist hier eindeutig *Orchis robusta*, welche mehrere Populationen an verschiedenen Orten im Park hat.

In einem persönlichen Gespräch mit Prof. Dr. Carles Cardona Ametller (Prof. Dr. C. Cardona 25. April 2022) wurde deutlich, dass in den Salzwasserdominierten Bereichen besonders häufig Queller (*Salicornia* sp.) und Binsen (*Juncus* sp.) vorkommen. Doch auch eine weitere Subspezies von *Phragmites australis* subsp. *australis* findet man dort wie in (Abbildung 3) zu sehen. Diese erreicht eine geringere Höhe, (ca. 3m) wie *chrysanthus*, ist hingegen aber toleranter gegenüber erhöhten Salzwerten. *Phragmites australis* subsp. *chrysanthus*, ist die dominierende Pflanzenart in großen Teilen des Schutzgebiets wie in (Abbildung 2) zu sehen. Sie bildet einen dichten Teppich aus einem undurchdringbaren Schilfwald. Sie eignet sich hervorragend als Indikator für Süßwasser da, sie nur eine geringe Toleranz gegenüber Salz aufweist. Durch die Fähigkeit Wasser und Uferbereiche bis zu einem Meter Tiefe zu besiedeln, trägt diese Pflanzenart maßgeblich zu Verlandung von Flächen bei. Zudem brechen über die Jahre ältere Triebe in sich zusammen und bilden somit eine extrem trockene Zwischenschicht aus vertrocknetem Pflanzenmaterial.



Abbildung 2, Vorkommen *Phragmites australis* subsp. *Chrysanthus* Quelle: IBANAT Albufera



Abbildung 3, Vorkommen Salztolerante subsp. von *Phragmites australis*, Quelle: Ibanat Albufera

4.4 Habitate in Albufera

Im Parc Natural S'Albufera befinden sich mehrere verschiedene Habitate auf kleinem Raum. Folgend ist eine Auflistung der Habitate, um einen Überblick zu Gewinnen.

4.4.1 Dünen

Eine natürliche Barriere vor dem Meer, sind die Dünen zwischen Schutzgebiet und Meer. Diese bilden sich aus Windverwehungen und dem angespülten Sand aus dem Meer. Durch einsetzendes Pflanzenwachstum, bekommen sie die nötige Stabilität um weiter wachsen zu können. Zudem können sie dadurch der Witterung standhalten (Perelló 2006).

Etwas weiter im Inland befinden sich ältere Dünen, sie zeichnen die alte Küstenlinie nach. In der Vergangenheit war der Meeresspiegel des Mittelmeeres noch einige Meter höher. Sie sind nun die Grundlage für ein spezielles Habitat. Es ist geprägt von Aleppo-Kiefern und Wildem Spargel (Perelló 2006).

4.4.2 Das Sumpfgebiet

Im Inland des Schutzgebietes befinden sich ständig überflutete oder periodisch überflutete Flächen aus Schlamm und Lehm. Die näher am Meer liegenden Gebiete sind in der Regel salziger als die im Inland liegenden Gebiete. In diesen salzhaltigen Gebieten wachsen Halophyten, welche als salzliebende Pflanzen beschrieben werden. In den weniger Salzhaltigen Bereichen findet man verschieden Binsen. Die ständig überschwemmten Süßwassergebiete sind hauptsächlich von Schilf bedeckt (Perelló 2006, S.10–11).

4.4.3 Waldstrukturen in Albufera

In dem hauptsächlich von Schilf dominierten Feuchtgebiet, gibt es an verschiedenen Stellen Wald und Gehölzstrukturen. Flächenmäßig machen diese nur einen geringen Teil des Naturparks aus, sie sind jedoch wichtige Trittsteinbiotope und dienen als Brutstätten z. B. für Reiher.

Im sandigen Küstengebiet findet man in der Regel eher Kiefern (*Pinus*) und Tamarisken (*Tamarix*). An den Flussläufen und Kanälen im Schutzgebiet ist die Gehölz Flora hingegen schon deutlich vielfältiger. Es gibt dort hauptsächlich Silberpappel (*Populus alba*), Feldulmen (*Ulmus minor*), Schmalblättrige Esche (*Fraxinus angustifolia*) und verschiedene Sträucher wie Weißdorn (*Crataegus monogyna*) und Schwarzdorn (*Prunus spinosa*). An diesen Fließgewässern befindet sich der FFH-Lebensraumtyp 92D0.

4.4.4 FFH-Lebensraumtyp 92D0

Entlang der Kanäle gibt es in Albufera die meisten Waldstrukturen, es handelt sich dabei um den FFH-Lebensraumtyp 92D0, Mediterrane Ufergalerien und Dickichte, Galerias Y Matorrales Ribeneros Termomediterranos. Dieser kommt hauptsächlich an Ufern von Kanälen

oder Flüssen auf der Iberischen Halbinsel oder den Balearen vor. Häufige Gehölze sind in diesem Lebensraumtyp die Silberpappel (*Populus alba*), die schmalblättrige Esche (*Fraxinus angustifolia*), die Feldulme (*Ulmus minor*) und die Tamarisken (*Tamarix* spp.), welche den höchsten Salzgehalt aushalten können. Auf den Balearen kommen nur 0,3% der Gesamtfläche des Lebensraumtyps insgesamt vor. Sie sind jedoch dennoch erhaltenswert (Maria Jacoba Salinas y Miguel Cueto Romero 2009). Da sie als wichtige Biotope für verschieden Reptilien und Amphibien fungieren. Zudem dienen sie als wichtige Brutstätten für verschiedene Vögel (Rediam).

4.5 Fauna in S'Albufera

Der Parc Natural de Albufera beherbergt eine Vielzahl von Organismen. Dabei nimmt die größte Artenzahl mit Abstand der Stamm der Wirbellosen ein. Neben Zweiflügler und Libellen, finden sich sehr viele verschiedene Nachtfliegerarten. In Albufera sind über 450 Nachtfliegerarten nachgewiesen. Neben den 22 vorkommenden Säugetierarten, deren Artenzahl sich überwiegend aus verschiedenen Fledermausarten zusammensetzt. Existieren auch Reptilien wie die Vipernatter (*Natrix maura*) und die Europäische Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*). Aus der Wirbeltierklasse der Amphibien findet man den Iberischen Wasserschlingensalamander (*Pelophylax perezi*) am häufigsten. Meeräsche, Flußaal (*Anguilla anguilla*), Dreistachliger Stichling (*Gasterosteus aculeatus*) und Karpfen sind bei den Fischen zu erwähnen (AlbuferaESP_2020).

Die mit Abstand größte Anzahl an Arten innerhalb der Wirbeltiere, bildet die Klasse der Vögel. Im Schutzgebiet pflanzen sich 64 Arten fort. Und sind somit Ganzjährig oder im Sommerhalbjahr anzutreffen. Insgesamt wurden jedoch knapp über 300 Vogelarten insgesamt in S'Albufera beobachtet. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, das Mallorca und damit auch das Schutzgebiet auf einer wichtigen Vogelzugroute zwischen Afrika und Europa liegt. Somit sind viele der gezählten Arten im Jahr Durchzügler die nur ein paar Tage zu beobachten sind. Im Winterhalbjahr kommt es zu großen Ansammlungen von Wintergästen wie beispielsweise Stare oder verschiedenen Entenarten. Die Anzahl der überwinternden Vogelarten kann bis zu 10000 Individuen betragen (AlbuferaESP_2020).



Abbildung 4, Links: Stieglitz (*Carduelis carduelis*) Rechts: Seidenreiher (*Egretta garzetta*) im Naturpark Albufera Mallorca

5 Abiotische Schadfaktoren

Auflistung relevanter Abiotischer Schadereignisse und Probleme für Waldstrukturen im mediterranen Raum und dem Naturpark Albufera auf Mallorca.

5.1 Feuer

Als eine der größten Abiotischen Schadfaktoren in mediterranen Gebieten ist zweifelsohne Feuer zu nennen. Alleine in diesem Jahr (2022) sind innerhalb von 7 Monaten 2000 Quadratkilometer in Spanien abgebrannt. Somit handelt es sich bereits jetzt um das schlimmste Waldbrand-Jahr Spaniens, seit Beginn der Datenaufnahme (Markus Hofstetter 2022).

Im gesamten Mittelmeerraum kommt es pro Jahr zu mindestens 50000 Bränden, welchen bis zu 1 Millionen Hektar Wald im Jahr zum Opfer fallen können. Sie gehören kleinflächig zum natürlichen Ökosystem der Mittelmeer Anrainer Staaten dazu und wurden auch als Instrument der Bewirtschaftung eingesetzt. Allerdings kommt es in den letzten Jahrzehnten zu einem signifikanten Anstieg der Flächen und Anzahl der Feuer (Peter Hirschberger 2012).

Schuld daran ist zuallererst der Mensch. Die meisten Feuer sind nicht natürlichen Ursprungs. Meistens war der Brandherd auf Anthropogene Einflüsse zurückzuführen, wie Glasscherben oder weggeworfene Zigaretten. Ein weiterer Aspekt ist die Gewinnung von Bauland. Dabei wird ein Waldgebiet oft illegal abgebrannt um danach dort Bauland zu gewinnen.

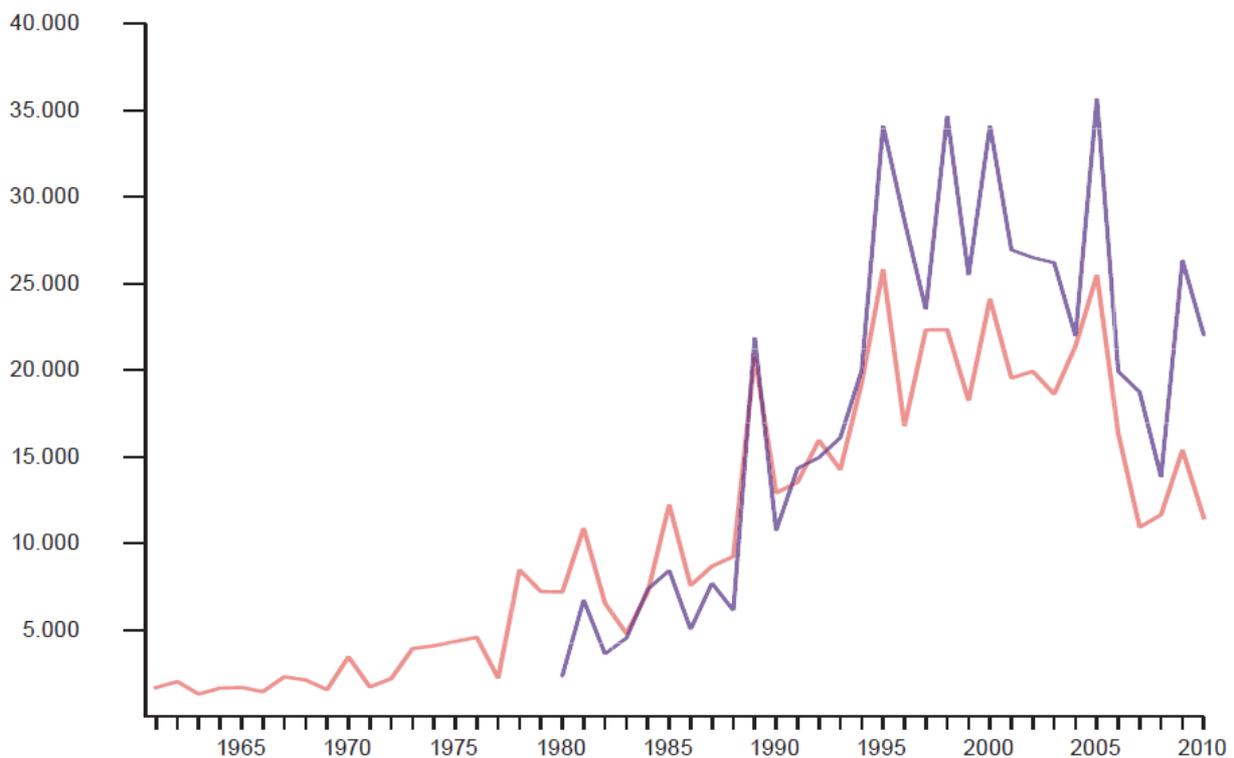


Abbildung 5, Anzahl Waldbrände im Jahr Spanien (Rot), Portugal (Lila) Quelle: WWF Waldbrandstudie

Besonders betroffen sind die EU-Mitgliedstaaten Spanien, Portugal, Italien und Griechenland. Dabei sind alle Mittelmeeranrainerstaaten bis auf Portugal. Alleine in Spanien gab es zwischen 2001 und 2010 knapp über 17000 Brände (Abbildung 5). Damit hat sich die Anzahl der Brände fast verzehnfacht, da es sich in den 1960er Jahren nur knapp über 1900 Brände gab (Peter Hirschberger 2012).

Zudem kommt es immer öfter zu sehr großen Waldbränden, die kaum gestoppt werden können (Peter Hirschberger 2012).

Zwischen 2005 und 2010 kam es aufgrund günstiger Wetterbedingungen zu weniger Waldbränden. Allerdings zeigt die aktuelle Lage in Spanien, da es sich dabei nur um eine kurze Erholungspause handelte.

Im Gespräch mit dem Parkranger Pere Vicens (P.Vicens, persönliche Kommunikation 12.Mai 2022) wurde deutlich, dass im Naturpark Albufera Brände für Waldstrukturen auch ein großes Problem sind, sie treten meistens im Winter auf und Zerstören große Flächen der Vegetation. Sie breiten sich vom Landesinneren Richtung Meer aus, da der Wind im Winter Richtung Meer weht. Auch hier sind die Feuer meistens Menschengemacht. Sie werden oft Privat von angrenzenden Grundstücken gelegt um das sich ausbreitende Schilfgebiet einzudämmen. Die Gründe hierfür sind unterschiedlich, Agrarkultur und Jagd spielen dabei jedoch die Größte Rolle. Auf der einen Seite sind die Brände ein riesiges Problem für die Waldstrukturen, auf der anderen Seite begünstigen sie das Wachstum in darauffolgenden Jahren von schützenswerten Orchideen. Die größten Brände entstehen dabei, wenn das Schilfgras schon einige Jahre gewachsen ist und sich zwischen ihm die abgestorbenen trockenen Schilfstangen ansammeln. Dann besitzt das Feuer am meisten „Nahrung“ und kann sich rasant und Großflächig ausbreiten.



Abbildung 6, Camargue Pferde auf Weide im Naturpark S'Albufera

Gegen die Feuer versucht man sich mit Viehweiden zu schützen. Diese werden „riegelartig“ im Naturpark angelegt. Durch das Niederhalten der Vegetation, durch Camargue-Pferde

(Abbildung 6) und Rinder, findet das Feuer auf diesen Flächen keine Angriffsfläche und wird somit an der Ausbreitung gestoppt.

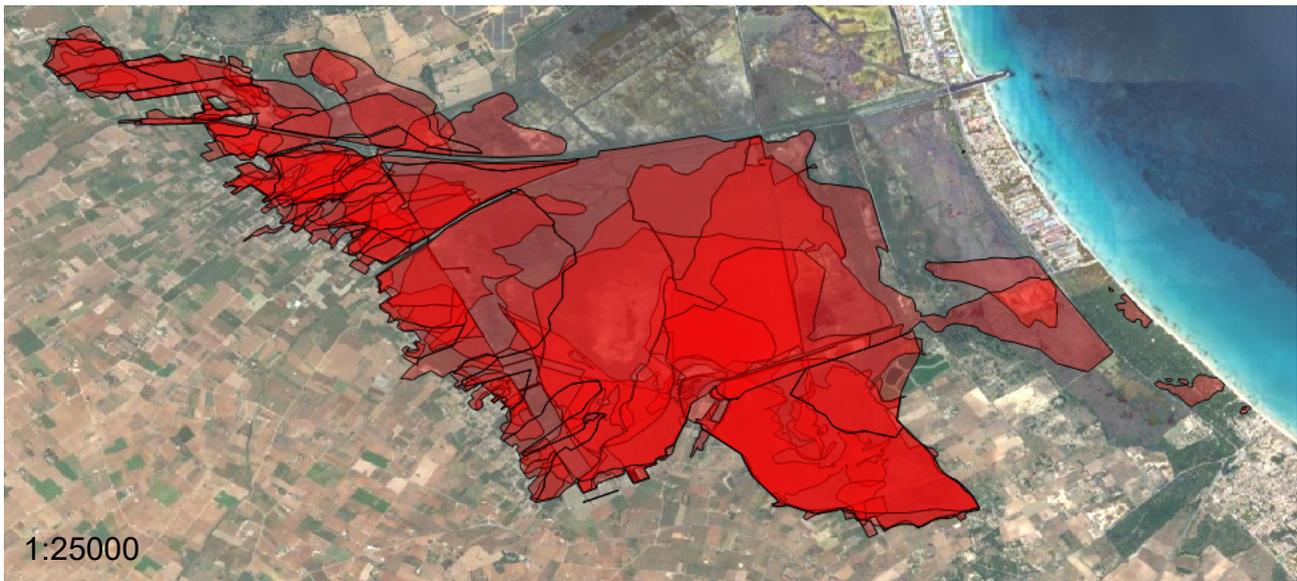


Abbildung 7, Betroffene Flächen von Waldbränden die letzten 30 Jahre in S'Albufera. Quelle: IBANAT Albufera

Wie auf (Abbildung 7) zu erkennen, ist fast das ganze Gebiet in den letzten 30 Jahren von Feuern betroffen gewesen. Am meisten hat es von Westen, oder Süden her gebrannt. Der Nordöstliche Teil des Parkes ist am wenigsten betroffen oder ganz verschont geblieben.

5.2 Versalzung

Neben Verdichtung, Wasser, Winderosion, sowie Versauerung, ist die Versalzung der Böden eines der Hauptprobleme für die Bodendegradation weltweit.

Ein höherer Salzgehalt im Boden führt zu einer Verschlechterung von Absorptionsprozessen von Pflanzenwurzeln. Somit entsteht ein Sonderstandort auf dem nur Salztolerante Pflanzen gedeihen können. Die Versalzung wird zuerst in der Vegetation sichtbar, im Boden selbst findet der Prozess deutlich langsamer statt. Jedoch sind die Prozesse im Boden deutlich langfristiger und schwieriger rückgängig zu machen. Bei entsprechend hohem Salzgehalt kommt es neben der Versalzung zusätzlich noch zu einer Alkalisierung des Bodens. Besonders betroffen von der Versalzung in Europa sind die Böden im Mittelmeerraum und in Südosteuropa (Bliki 2016).

Die Bodenversalzung kommt auf natürlichem, oder menschengemachten Weg zustande, wichtig hierbei sind die im Boden vorhandenen Elektrolyte. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Natriumchlorid (NaCl), Natriumsulfat (Na_2SO_4), Natriumcarbonat (Na_2CO_3) und Calciumchlorid (CaCl_2) (StudySmarter DE 2022).

Zusätzlich bei den bereits im Boden angelagerten Salzen befindet sich auch Salz in gelöster Form im Wasser. Bei Regenwasser z. B. 10-30 mg Salz auf den Liter. Zusätzlich kommt durch Auswaschung von Gestein Salz ins Wasser. Diese Salze können folglich ins Grundwasser gespeist werden. In Küstennähe kann zusätzlich Meerwasser ins Grundwasser eindringen oder sich durch Windkraft gelenkte Prozesse (Äolische Vorgänge) Meersalz im Grundwasser anreichern (StudySmarter DE 2022).

5.2.1 Ursachen der Bodenversalzung

In Ariden oder Semiariden Gebieten haben Gebiete eine negative Wasserbilanz. Dies bedeutet es kommt zu mehr Verdunstung als Niederschlag. Dadurch kommt es durch Verdunstung und Kapillarkräften zu einem aufsteigen des Grundwassers und den darin gelösten Salzen. An der Oberfläche angekommen verdunstet das Wasser und lässt die Salze zurück. Diese werden nicht ausgetragen da kein Wasser mehr zur Verfügung steht und verbleiben auf der Fläche. Geschieht dies über längere Zeiträume wird in erster Linie der Oberboden stark versalzt (StudySmarter DE 2022).

5.2.1.1 Künstliche Bewässerung

Zwei Drittel der Süßwasservorräte weltweit werden momentan in der Landwirtschaft zur Bewässerung verbraucht. Zudem werden 16% aller Landwirtschaftsflächen weltweit künstlich bewässert. Auf diesen 16% werden bis zu 40% der weltweiten Ernte erzeugt. Damit haben bewässerte Flächen eine Schlüsselrolle in der weltweiten Nahrungssicherheit inne. Bei einer unprofessionellen künstlichen Bewässerung mit zu salzhaltigem Wasser in warmen Gebieten kommt es jedoch zu einer Kumulation von Salz an der Oberfläche. Gerade Trockene Gebiete sind hierfür besonders anfällig. Gegenmaßnahmen sind Systeme zur Entwässerung der entsprechenden Problemzonen. Dabei wird ein entsprechender Abfluss des Wassers und somit der Salze gewährleistet wie in (Abbildung 8) abgebildet. Dies würde auch über entsprechende Drainagerohre unterirdisch funktionieren. Zudem empfiehlt sich der Einsatz von Salzarmen Wasser (Versalzung des Bodens in Geografie | Schülerlexikon | Lernhelfer 2022).

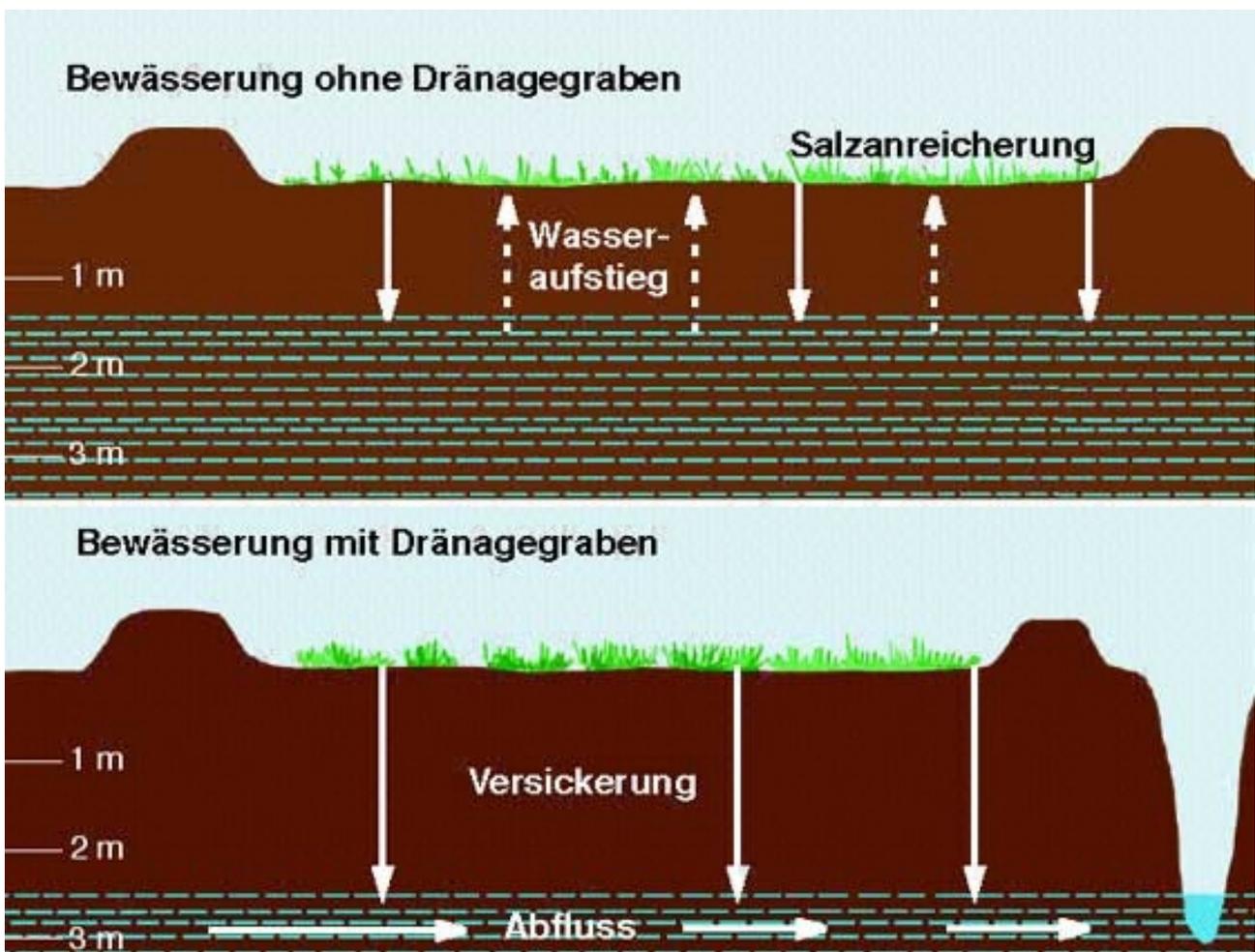


Abbildung 8, Drainagegräben um Salz auszuwaschen, Quelle: lernhelfer.de/geografie

5.2.1.2 Versalzung in Küstennähe

In Küstennähe kommt es zusätzlich bei zu hohem Verbrauch des Grundwassers zu einer weiteren Problematik. Dazu muss man wissen das sich z. B. einer Insel ein Grundwasserreservoir aus Süßwasser unter dieser befindet. Dieses wird unvermischt von Meerwasser unterlagert. Das ist möglich da Süß und Salzwasser eine unterschiedliche Dichte besitzen. Süßwasser besitzt eine Dichte von $1,000\text{g/cm}^3$ und Meerwasser eine Dichte von $1,025\text{g/cm}^3$ bei $10\text{-}20\text{ }^\circ\text{C}$. Somit kommt es zu einer Grenzschicht der beiden Wassertypen im Boden. Diese wird als „Interface“ bezeichnet die vertikal nach unten verläuft (Werner Balderer 1992).C

Da es jedoch immer zu einem leichten Abfluss des Süßwassers in das umgebende Salzwasser im „Interface“ kommt. Würde es eigentlich zu einem Ungleichgewicht kommen und das Salzwasser die Oberhand gewinnen. Jedoch wird der Süßwasserspeicher im Normalfall immer genug von Niederschlag oder anderem Oberflächenwasser wieder aufgefüllt. Das System befindet sich somit in einem Dynamischen Gleichgewicht. Konkret bedeutet dies, es darf nur entsprechend viel Süßwasser aus dem Grundwasserreservoir entnommen werden wie nachfließt. Wenn die entsprechenden Förderraten z. B. auf einer Insel durch viel Tourismus nicht angepasst werden. Kommt es zu einer Verlagerung der Süß-/Salzwasserschicht in Richtung Oberfläche. Somit kommt mehr Salz an die Oberfläche und führt zu einem salzhaltigen Boden. Dieser Vorgang kann irreversible Folgen haben und ist somit schwer umzukehren. Da es sich bei einer Insel, um ein geschlossenes System handelt, und das Süßwasserreservoir umgeben wie ein Sack von Meerwasser unter der Insel hängt. Somit wird eine negative Bilanz bei zu hohem Verbrauch von Süßwasser besonders schnell zum Problem (Werner Balderer 1992).

Die Menge des gespeicherten süßen Grundwassers auf einer Insel ist abhängig von den Faktoren: Durchlässigkeit von Gestein, nutzbare Porosität, Menge der Niederschläge (Werner Balderer 1992).

Ein weiterer Punkt der zu einer höheren Salzkonzentration in Küstennähe führt ist eindringendes Meerwasser bei entsprechender Strömung in z. B. Flussmündungen oder Überschwemmungsgebiete. Das Mittelmeer hat einen Salzgehalt von 3,8% was einer Leitfähigkeit von 50 mS/cm entspricht. Dies entspricht ungefähr 38g auf einen Liter. Der Atlantik dagegen 3,5%, die Ostsee nur maximal 2%. Dies liegt an der Geographischen Lage des Mittelmeeres in einer ariden Zone (Weniger Niederschlag als Verdunstung). Die Ostsee liegt dagegen in einer humiden Zone (mehr Niederschlag als Verdunstung) (Thomas de Padova 2011).

6 Biotische Faktoren

Auflistung relevanter Biotischer Schadereignisse und Probleme für Waldstrukturen im mediterranen Raum und dem Naturpark Albufera auf Mallorca.

6.1 Ulmensterben

Das Ulmensterben ist eine von zwei Schlauchpilzen (*Ophiostoma ulmi* und *Ophiostoma novo ulmi*) übertragene Krankheit, welche vermutlich aus Asien eingeschleppt wurde. Die Krankheit führt häufig zum Tod der befallenen Ulmen, da sie zu einer Verstopfung der Wasserleitbahnen führt. Der Pilz ist zur Verbreitung auf Ulmensplintkäfer angewiesen, welche die Sporen in das Holz verbringen. Besonders anfällig hat sich die Feldulme erwiesen (*Ulmus minor*), da diese vom Ulmensplintkäfer zum Reifungsfraß bevorzugt angefliegen wird. Die Flatterulme hingegen hat sich resistenter gegenüber der Krankheit gezeigt (Thomas Kiritsis et al 2007).

1986 wurde in Spanien ein Programm zu Erhaltung resistenter Ulmen gestartet. Nach 27 Jahren wurden sieben verschiedene Feldulmen als Ergebnis präsentiert. Dabei wurden nur Herkünfte aus Spanien ausgewählt und auf die Einkreuzung von Asiatischen Herkünften verzichtet. Die sieben Herkünfte wurden nach erfolgreichen Untersuchungen als forstliches Vermehrungsgut ins Spanien anerkannt. Es wird zudem versucht die genetische Vielfalt der Klone in Zukunft zu erhöhen (Martín et al. 2015).

6.2 Eschensterben

Der aus Ostasien stammende Pilz (*Hymenoscyphus fraxineus*) gilt als der Erreger des Eschentriebsterbens in Europa. Er tritt seit 1990 in Europa auf und hat sich dort seitdem Epidemisch verbreitet. Er befällt in erster Linie *Fraxinus Excelsior* und *Fraxinus Angustifolia*. Die Krankheit ist seit dem ersten Befund 1990 in Polen auf einem unaufhaltsamen Vormarsch Richtung Süden und wurde 2013 auch auf der Alpensüdseite nachgewiesen (Daniel Rigling et al. 2016). Beide Eschenarten haben keine Antwort auf den Erreger. Nur etwa 10% der befallenen Bäume weisen Resistenzen auf. Neue Erkenntnisse gibt es seit 2021 auch aus Spanien, dort wurde Eschentriebsterben im Nordwesten in Oviedo und Bulnes nachgewiesen (Stroheker et al. 2021). Die Sporen des Pilzes verbreiten sich über eine Distanz von bis zu 300km im Jahr (Ruge). Quellen über den Nachweis auf den Balearen gibt es noch nicht. Jedoch ist auch dort mit der Ankunft des Pilzes jederzeit zu rechnen.

Um eine Infektion zu erkennen sind mehrere etwas abweichende Anzeichen möglich. Kleine braune Flecken an den Blättern sind erste Anzeichen für den Befall. Das Myzel dringt von dort über den Blattstiel bis zum verholzten Teil des Baumes vor. Dort verursacht es Nekrosen. Sind diese zu groß wird dadurch die Wasserversorgung gekappt und der Trieb oder das Blatt stirbt ab. Nach demselben Prinzip können auch ganze Äste absterben oder der ganze Baum. (Daniel Rigling et al. 2016). Weitere Anzeichen sind abgestorbene Blätter die

nicht abgeworfen werden. Zudem kommt es zu einer Verdichtung der Krone bei noch lebenden Trieben. Damit versucht der Baum auf den Verlust des Blattmaterials zu reagieren. Eine Bekämpfung durch Fungizide ist nicht ratsam durch den langen Infektionszeitraum von Juli bis Oktober (Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft).

„Offenbar ist der Befall auf Nassstandorten signifikant höher als auf wechselfeuchten und nicht Grund- oder Stauwasserbeeinflussten Standorten“. (Ruge)

6.3 Xylella fastidiosa

Xylella fastidiosa ist ein aus Amerika stammendes Bakterium, welches zum ersten Mal, im Jahr 2013 in Italien nachgewiesen wurde. Jedoch ergaben anschließende Untersuchungen, das *Xylella* schon länger auf dem Europäischen Kontinent im westlichen Mittelmeerraum vertreten war. Besonders herauszuheben ist dabei die Region der Balearischen Inseln. Sie verfügt über die größte genetische Variation von *Xylella fastidiosa* (Olmo, Diego, Nieto, Alicia et al. 2021).

Bei *Xylella fastidiosa* handelt es sich um eine meldepflichtige Bakterienkrankheit in Europa. Da sie ein enormes Risiko für europäische Baumarten darstellt. Sie besitzt ein enorm großes Potential, sich an vielen verschiedenen Wirtsbaumarten zu etablieren. Dazu zählen unter anderem die Baumfamilien *Acer*, *Quercus*, *Prunus*, *Nerium* und *Citrus*. Infiziert werden die Bäume über saugende Insekten (Angermüller 2016).

Nach dem Ausbruch auf den Balearischen Inseln, wurden einige zusätzliche Wirtsbäume gelistet. Darunter *Ficus carica*, *Juglans regia*, *Prunus domestica*, *Vitis vinifera* und *Fraxinus angustifolia* (BLANCA B. Landa 2017).

Xylella fastidiosa führt durch eine Verstopfung der Gefäßbahnen zu einer Unterbrechung der Nährstoff und Wasserversorgung. Dadurch kann es zu Verfärbungen und absterben von Blattpartien kommen. Jedoch sind durch die hohe Anzahl und des breiten Spektrums der Wirtspflanze keine einheitlichen Symptome zu klassifizieren. Leicht zu verwechseln sind auch andere Schädigungen wie Wasserstress, Nährstoffmangel oder Sonnenbrand. Zudem ist es möglich das eine Pflanze keine äußerlichen Symptome aufweist und der Erreger latent in der Pflanze „schlummert“. Zur Übertragung tragen insbesondere Xylemsaugende Zikaden wie die Wiesenschaumzikade bei. In Deutschland kommt es bei einem Befall zu einer Vernichtung aller potentiell gefährdeten Pflanzen innerhalb 100 m um die Wirtspflanze. 5 km um den Befund wird eine Pufferzone eingerichtet, bei der Sichtkontrollen durchgeführt werden (Busch 2018).

7 Material und Methode

In diesem Kapitel wird die Vorgehensweise erklärt. Es dient dem Leser die Methodik nachvollziehen zu können, um die Ergebnisse der Arbeit entsprechend nachzuvollziehen. Zudem erlaubt es eine Interpretation und eine daraus folgende Kritik, auf die Aussagekraft der Ergebnisse, im positiven, sowie auch im negativen Sinne. Ziel war es Kartenmaterial zu entwerfen, welches die Entwicklung des Salzgehaltes im Naturpark aufweist und mögliche Standorte für Waldstrukturen in der Zukunft ausweist.

Um mögliche Waldstandorte für die Zukunft zu ermitteln, wurden die Parameter, Versalzung und Feuer am meisten beachtet.

7.1 Erlaubnis

Zuerst war es wichtig eine Erlaubnis zu bekommen um im Naturpark Albufera dieser Arbeit nachgehen zu können. Auf den Balearischen Inseln erfolgt dies über die Zuständigen Behörden. Zum einen das IBANAT, zum anderen das CAIB. Dabei war es wichtig bei allen zuständigen Behörden eine Erlaubnis zu bekommen.

7.2 Material

Um einen umfassenden Überblick an Informationen in Albufera zu gewinnen, kam es zu Beginn zu einer eingehenden Literaturanalyse und entsprechenden Begehungen im Naturpark S'Albufera, mit dem dort zuständigen Personal. Zudem wurden Wasserdaten des Feuchtgebietes ausgehändigt. Diese wurden vom IBANAT Albufera zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich um 24 Messpunkte über einen Zeitraum von 5 Jahren. Die zwischen den Jahren 2013-2017 aufgenommen wurden. Daten über das Erdreich waren nicht vorhanden, sie sollten aber ähnlich der Wasserdaten in Bezug auf Salz sein, da es sich um Überschwemmungsgebiete handelt. Somit die Bäume und ihr Wurzelwerk sowieso meistens im Wasser stehen und das Salz Wasserlöslich ist.

Zusätzlich war es wichtig, alle relevanten Kartendaten über das Schutzgebiet zu bekommen. Dabei handelte es sich meistens um Shape-Dateien, die in diverse Geoinformationsprogramme eingefügt werden können. Diese wurden auch vom IBANAT Albufera zur Verfügung gestellt.

7.3 Methode

Um mögliche Waldstandorte für die Zukunft zu ermitteln, wurden die Parameter, Versalzung und Feuer am meisten beachtet.

Zusätzlich fand noch eine Begehung statt, bei der die vorhandenen Waldstrukturen auf ihren Gesundheitszustand betrachtet worden sind. Zudem wurde die Fließrichtung der Kanäle begutachtet.

7.3.1 Visueller Rundgang

Um einen Eindruck zu erlangen wurde ein Visueller Rundgang im Park durchgeführt. Dabei wurde vorhandene Waldstrukturen und deren Vitalität begutachtet. Dabei kam es zu einer optischen Kontrolle der Bäume. Zusätzlich wurden die Kanäle und ihre Fließrichtung begutachtet. Um später Rückschlüsse auf die potenzielle Eignung von Standorten entlang der Gewässer schließen zu können.

7.3.2 Datenauswertung

Da die Rohdaten insgesamt 19 Parameter beinhalten. Wurden diese zuerst auf die für diese Arbeit relevanten Parameter reduziert (Tabelle 2). Dabei wurde sich für den Zeitpunkt der Aufnahme, Salzgehalt und die Leitfähigkeit des Wassers bei 20 °C entschieden.

Tabelle 2, P1. Pont dels Anglesos, 2013-2017, Daten auf Relevanz reduziert, Conductivity in [mS/cm]

Date	Conductivity, 20 °C	Salinity g/l
08.07.13	15	9,8
11.11.13	15,8	10,8
27.01.14	23,4	15,7
23.04.14	13,5	8,8
07.07.14	25,5	18,7
10.11.14	31,8	
17.02.15	3,45	
26.03.15	0,95	0,5
25.05.15	21,6	14,5
06.07.15	8,84	5,6
06.10.15	16	10,5
10.11.15	7,24	4,5
08.02.16	17	11,2
30.03.16	17,4	11,5
23.05.16	11,2	7,2
11.07.16	32,5	22,8
13.09.16	28	19,3
07.11.16	35,3	25,1
08.02.17	4,6	2,8
14.03.17	6,23	3,8
22.05.17	25,9	17,8
04.07.17	9,84	6,2

Danach wurden für jeden Messpunkt eine Tabelle und ein Diagramm erstellt. Bei der die Entwicklung des Salzgehaltes über einen Zeitraum dargestellt ist. Zusätzlich wurden die Tabellen farblich gestaltet. Somit kann man sehen, Ob der Salzgehalt für Waldstrukturen in einem annehmbaren Bereich liegt. Mithilfe der Tabellen wurde jeweils ein Diagramm (Abbildung 9) erstellt, um die Entwicklung des jeweiligen Messpunktes zu visualisieren.

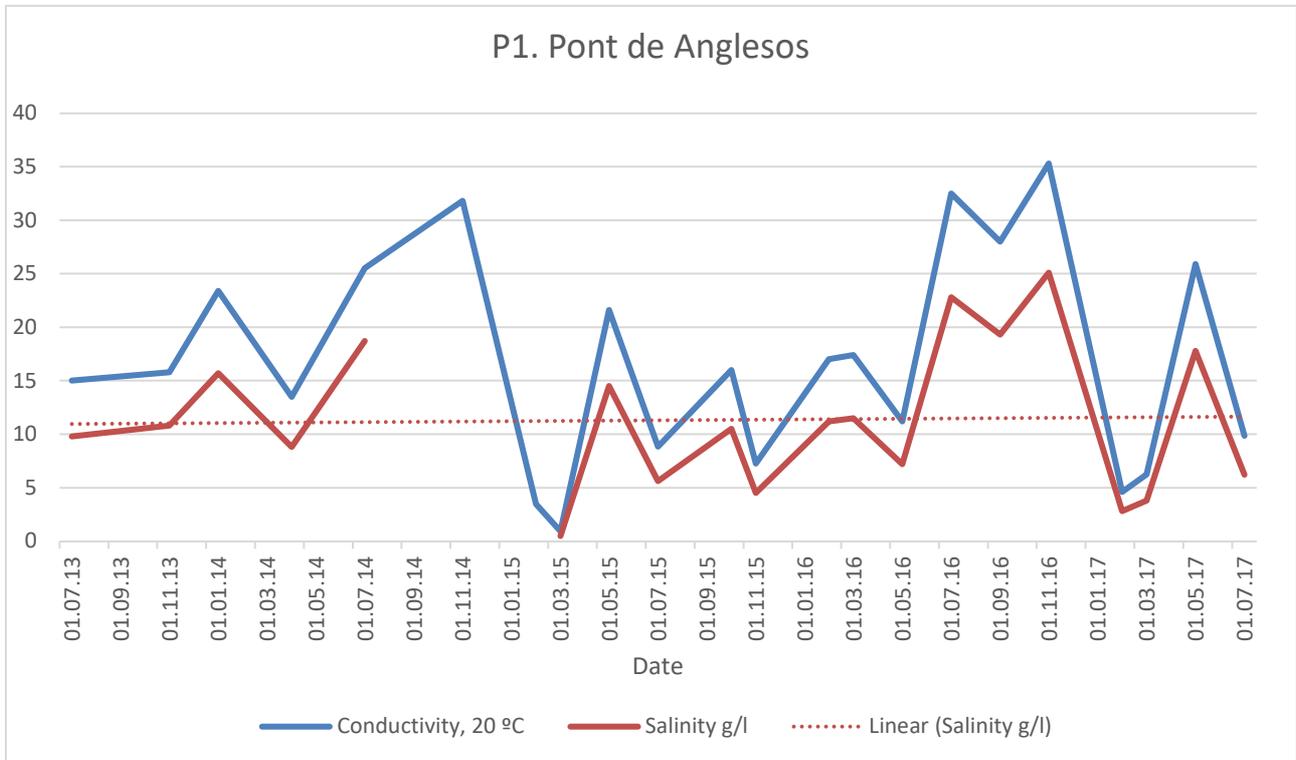


Abbildung 9, P1. Pont de Anglesos, 20123-2017, Die Gestrichelte Linie zeigt den Trend an, durch die großen Schwankungen ist er bei diesem Messpunkt sehr ausgeglichen Conductivity in [mS/cm]

Mithilfe der Tabellen wurde anschließend für jedes Jahr eine Karte erstellt, bei diesen Karten wurden die jeweiligen Punkte mit den Maximalwerten der Leitfähigkeit pro Jahr verknüpft. Als Wert für die Karten wurde die Leitfähigkeit gewählt, da die Datenlage beim Salzgehalt in den Jahren 2014-2015 Lücken aufweist, wie in Abbildung 9 zu sehen.

Da die Leitfähigkeit bei einer Messlösung wie Wasser ein Summenparameter ist. Steigt diese im gleichen Maße wie die Konzentration von Salz in einer Lösung. Je mehr Ionen eine Lösung besitzt desto höher ist die Leitfähigkeit. Diese wird in Mikrosiemens [mS/cm] angegeben. Deshalb verhalten sich die Werte Salzgehalt g/l und Leitfähigkeit [mS/cm] bei 20 °C gleich (Xylem Analytics | Leitfähigkeit und Salzgehalt bestimmen mit WTW 2022).

Um zwischen den Werten Salzgehalt g/l und Leitfähigkeit [mS/cm] bei 20 °C hin und herwechseln zu können, wurde die Tabelle 6 aus Anhang A3 genutzt.

Somit ist es möglich, für jedes Jahr der Messungen einen Eindruck über die Versalzungssituation des Naturparks zu gewinnen. Wenn man die jeweiligen Karten vergleicht, ist es zusätzlich möglich eine Entwicklung oder einen Trend abzusehen, wie sich der Naturpark, bezogen auf den Salzgehalt entwickelt. Zusätzlich besitzen die Karten einen praktischen

Nutzen. Da man erkennen kann welche Gebiete sich wie, und in welcher Geschwindigkeit entwickeln. Somit ist es möglich auch einen Trend für die Zukunft abzulesen, wo Waldstrukturen eine Zukunft in S'Albufera haben.

8 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Ergebnisse der Ausarbeitung präsentiert. Alle weiteren Karten, Tabellen und Diagramme befinden sich im Anhang.

8.1 Visueller Rundgang Kanäle

Beim visuellen Rundgang wurden die Hauptkanäle auf die Fließrichtung kontrolliert. Dabei wurde schnell klar das die Kanäle, entweder Richtung Norden in den Hauptkanal fließen, oder in Richtung Osten des Mittelmeeres.

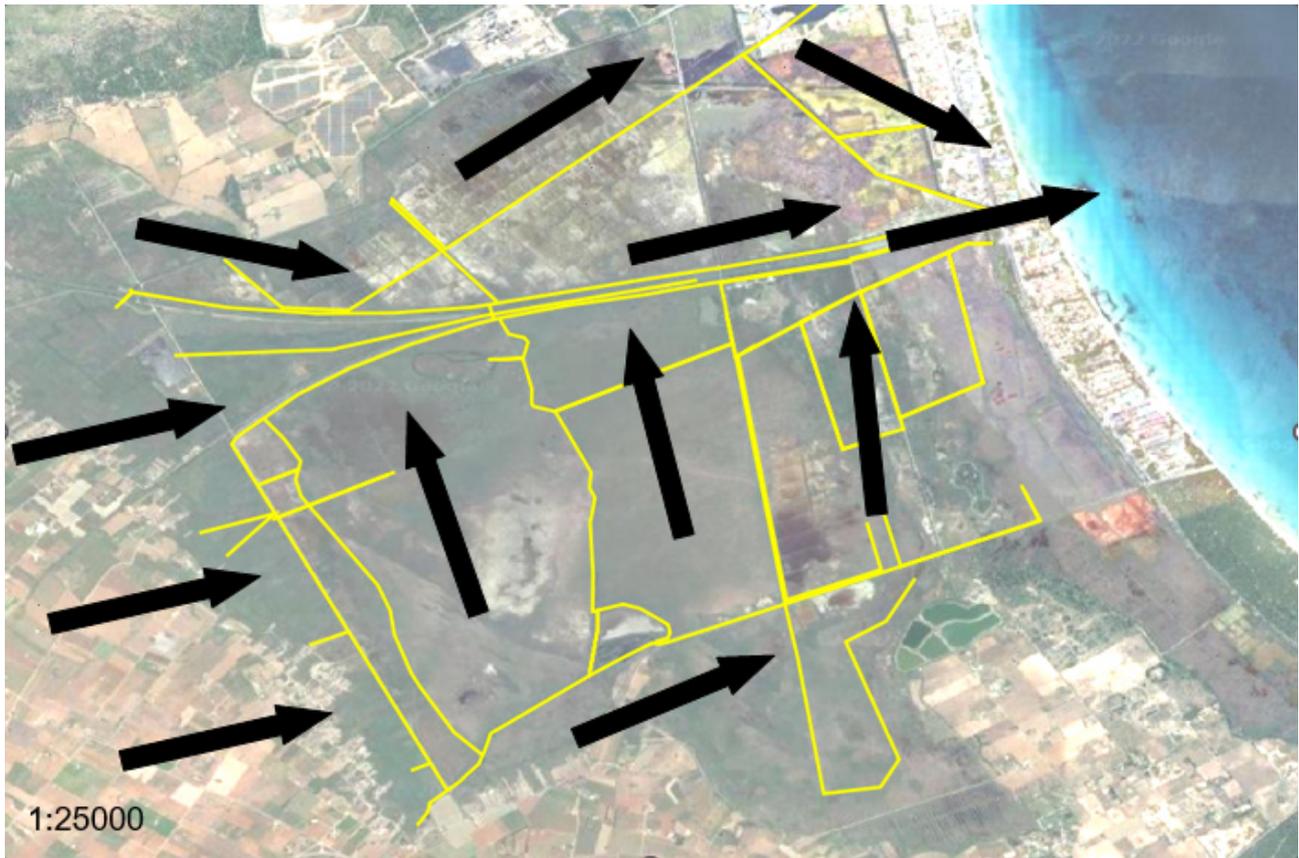


Abbildung 10, Kanalnetz und Fließrichtung in S'Albufera, Gelb: Kanäle, Schwarze Pfeile: Fließrichtung

8.2 Visueller Rundgang Waldstrukturen

Für den Zustand und Lage der Waldstrukturen, wurde zusätzlich ein Rundgang durchgeführt. Dabei wurde die aktuelle Position von Waldstrukturen und deren Zustand festgestellt.



Abbildung 11, Relevante Waldstrukturen im Feuchtgebiet Albufera, Lila: Populus und Ulmus, Gelb: Fraxinus

Bei den lila Pappeln und Ulmen Flächen bleibt festzuhalten. Das es zu einem flächigen Befall der Feldulmen (*Ulmus minor*) durch Ulmensterben gekommen ist. Im ganzen Park sind die Bäume mit der Krankheit befallen oder bereits abgestorben. Vereinzelt jüngere Exemplare stehen Vitaler dazwischen. Sind jedoch eher als Ausnahme zu sehen.



Abbildung 12, Rechts: Ulmensterben am Cran Canal. Rechts: Nahaufnahme absterbender Ulmenstamm.

Bei den gepflanzten, auf der Karte (Abbildung 11) gelb markierten Eschen (*Fraxinus angustifolia*) Flächen. Sind viele Bäume von Xyllela befallen. Gerade der obere Kronenbereich ist oft Blattlos. Allgemein machen viele der Eschen einen gestressten Eindruck. Es ist gut möglich das viele Stressfaktoren, wie Dürre oder Überschwemmungen sowie ein zu hoher Salzgehalt einen zusätzlichen negativen Einfluss auf die Baumart haben. Bei der Fläche im Südwesten des Schutzgebietes nimmt die Vitalität der Eschen von Süden nach Norden stark ab.



Abbildung 13, Links: Pflanzfläche Fraxinus im Nordosten. Mitte: Krone Fraxinus, geschädigt. Rechts: Pflanzfläche im Südwesten mit Blick nach Norden, Vitalität nimmt nach Norden ab, Im Südwesten der Fläche, sehr Vitale Bäume.

Bei den Symptomen der Esche handelt es sich nicht um Eschentriebsterben. Dieser Pilz konnte bei einem eigenen Versuch im Praktikum vor Ort, nicht nachgewiesen werden.

Den besten Eindruck machen die oft mit den Ulmen gemischten Silberpappeln. Sie machen über den gesamten Park den Vitalsten Eindruck im Vergleich zu den Baumarten *Ulmus minor* und *Fraxinus angustifolia*.



Abbildung 14, Links: Einzelne Vitale Pappel. Rechts: Einzelne Tamariske im Schilf

Tamarisken (*Tamarix spp.*) kommen immer wieder vereinzelt über den ganzen Naturpark vor. Auffällig dabei war ein stärkeres Vorkommen im Nordöstlichen Bereich des Parkes. Die Tamarisken sahen gesund aus und hatten keine großen Auffälligkeiten. Zudem vermehren sie sich natürlich über Naturverjüngung.



Abbildung 15, Gruppe Aleppo Kiefern auf Sandigem Boden nahe der Küste

Die Aleppo Kiefern kommen nur im Östlichen Teil des Parkes (Küste), und sandigen Bereichen vor. Diese waren aber nicht Teil der Untersuchungen.

8.3 Versalzung

Nachfolgend sind die erstellten Karten von 2013 und 2017 zu sehen. Sie zeigen den jeweiligen Status Quo des betreffenden Jahres, bezogen auf die Leitfähigkeit bei 20 °C und somit der Versalzung, auf der Fläche. Die farbliche Abstufung ist an die Toleranz der jeweiligen vorkommenden Baumart in S'Albufera gekoppelt. Grün steht dabei für die Baumarten *Fraxinus angustifolia*, *Ulmus minor* und *Populus alba*. Gelb für *Pinus halepensis*. Orange für *Tamarix spp.* In Rot ist der Salzgehalt zu hoch. Grundlage für die Farben und entsprechende Eignung der Baumarten, ist die Tabelle 7 aus Anhang A3.

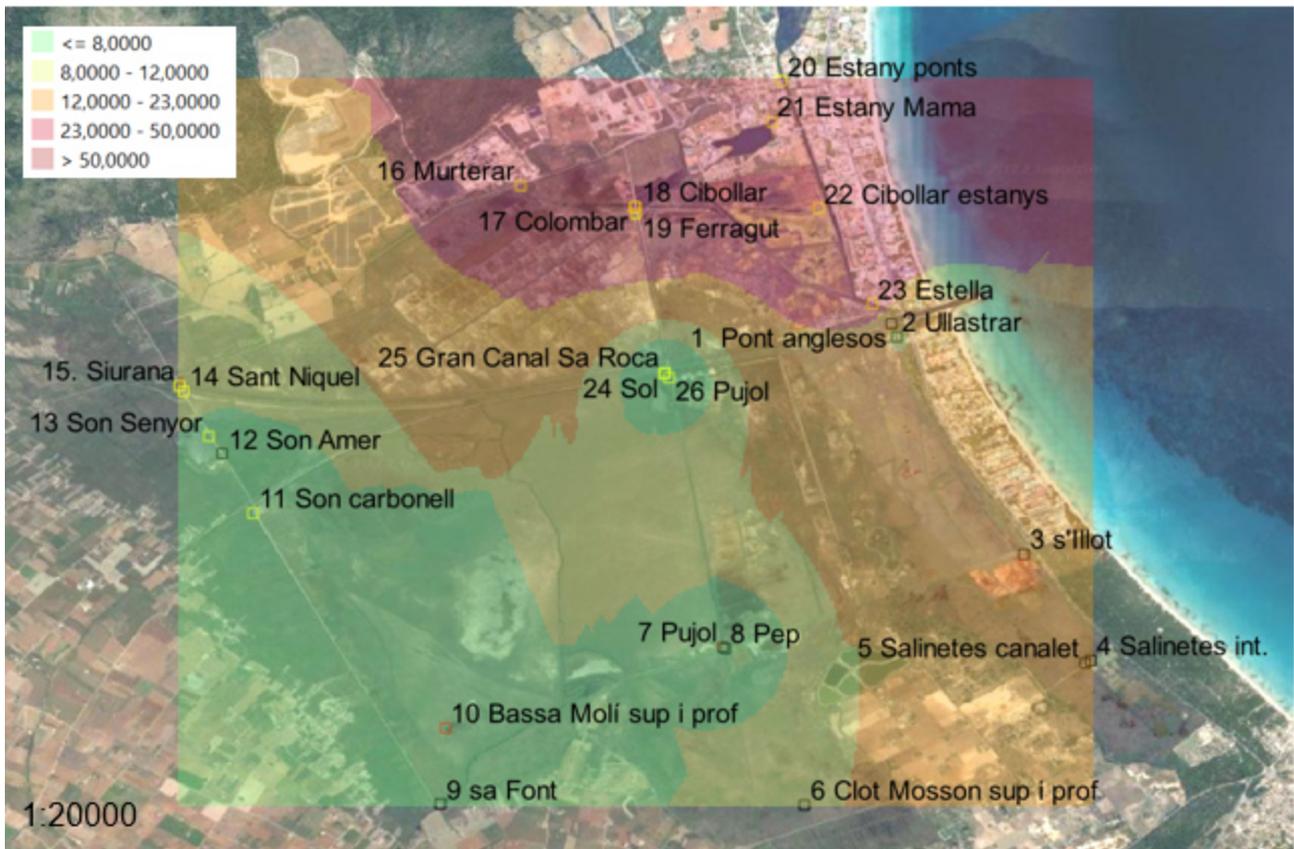


Abbildung 16, Karte von S'Albufera 2013, Leitfähigkeit [mS/cm] von Wasser bei 20 °C → Salzgehalt

Es wurde mit dem Maximalwert pro Punkt und Jahr gearbeitet, da dieser das Limit für die möglichen Bäume besser präsentiert als ein Mittelwert.

Auf der Karte oberhalb (Abbildung 16) sieht man ein sehr hohes Aufkommen von Salz im Norden des Schutzgebietes. Je weiter man Richtung Südwesten der Karte schaut, desto niedriger und damit besser, werden die Salzwerte. Eine Ausnahme ist das Gebiet, um die Messpunkte 24-25. Dort wurden auch niedrige Salzwerte gemessen. Im Südwesten sind die Werte auf großer Fläche sehr gut. Man kann gut sehen wie das Salzvorkommen von Nord nach Süd und West nach Ost zunimmt.

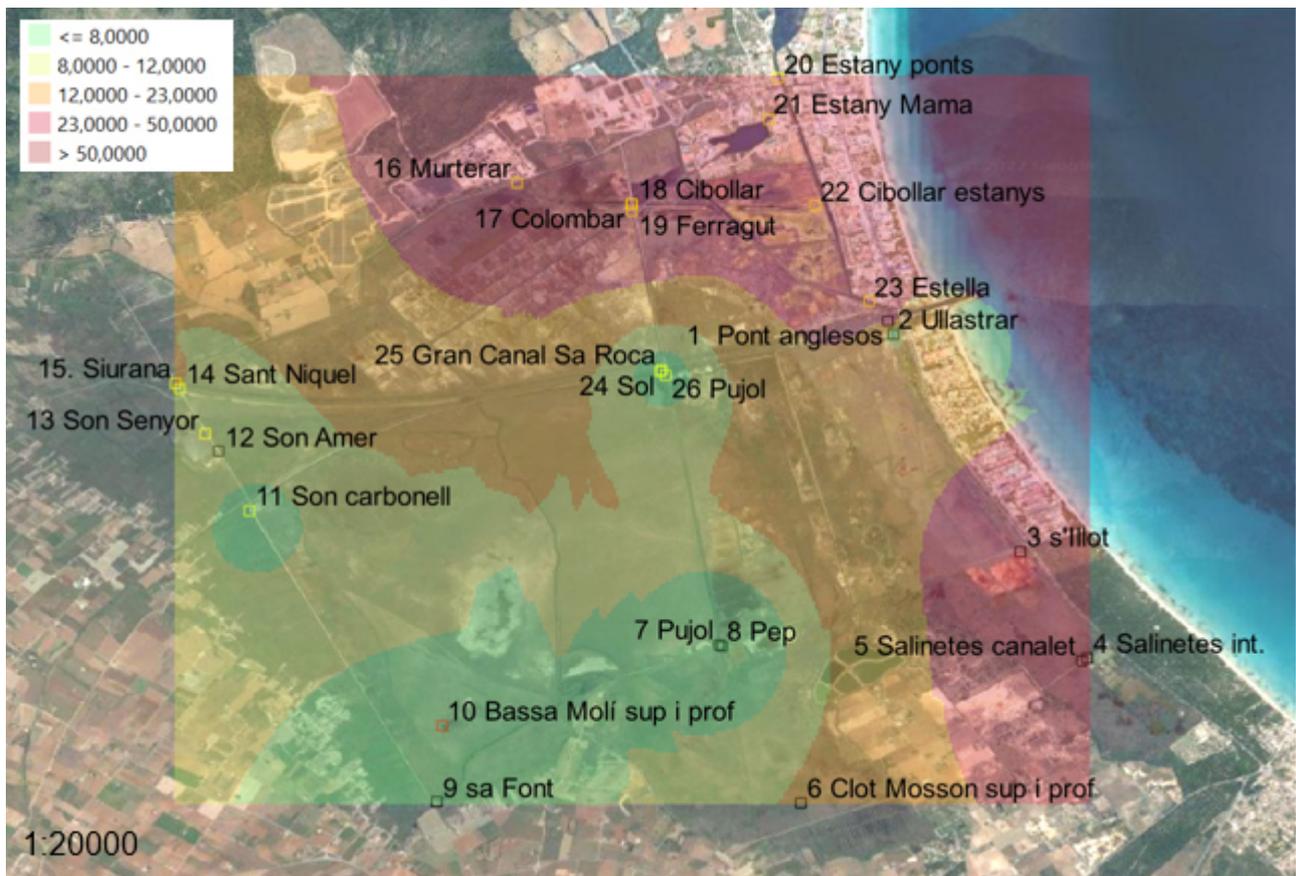


Abbildung 17, Karte von S'Albufera 2017, Leitfähigkeit [mS/cm] von Wasser bei 20 °C → Salzgehalt

In der oben gezeigten Karte (Abbildung 17) von 2017, kann man eine Verringerung der Grünen Bereiche im Naturpark erkennen, wenn man diese mit Abbildung 16 vergleicht.

Der Bereich um die Punkte 3 ,4 und 5 (Abbildung 17), ist nun nicht mehr Orange, sondern Rot. Zudem ist der Grüne Bereich um die Punkt 24-26 auch geschrumpft. Auch im Südwestlichen Bereich hat der Gelbanteil stark zugenommen. Um Punkt 11, gibt es noch Inselartig einen grünen Bereich. Auch hier ist die Zunahme des Salzgehaltes von Süd nach Nord, sowie Ost nach West. Eine Ausnahme davon, bildet der Bereich um die Punkte 14 und 15. Sie sitzen im Inland und haben auch eine Zunahme des Salzgehaltes. Der Trend geht im direkten Vergleich der Karten also klar Richtung stärkerer Versalzung auf der Fläche. Der Bereich um Punkt 8, 9 und 10 scheint auf der Karte stabil zu sein.

Auch bei der Auswertung der Rohdaten in Form von Tabellen und Diagrammen in Anhang A1 ist ein Anstieg der Salzwerte zu erkennen.

8.3.1 Exemplarische Messpunkte

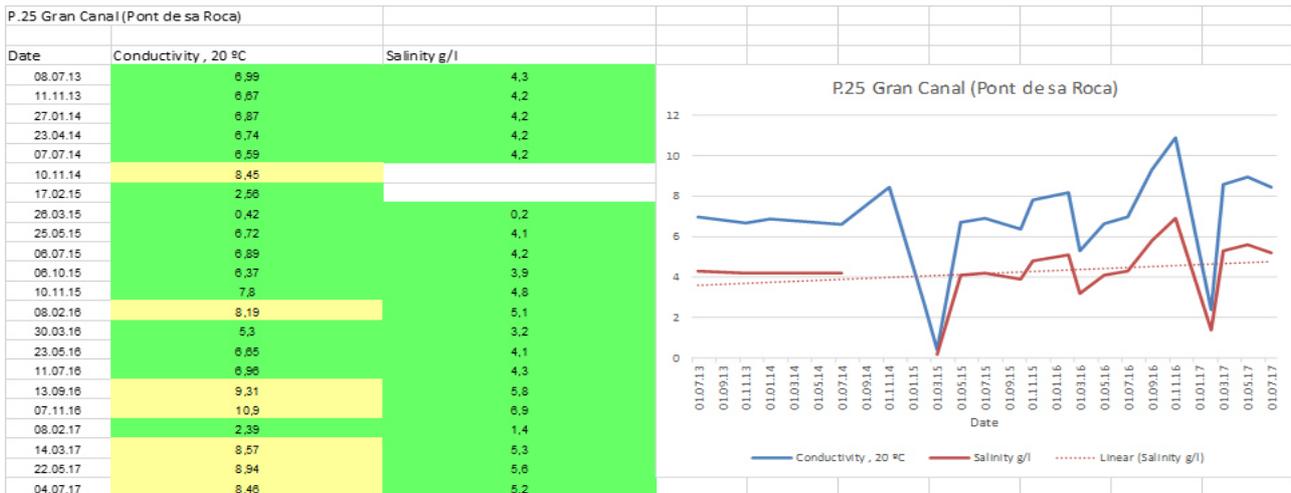


Abbildung 18, Messpunkt 25, Conductivity in [mS/cm] Stabile niedrige Werte, leichter Anstieg ab Jahr 2016, Tendenz steigend

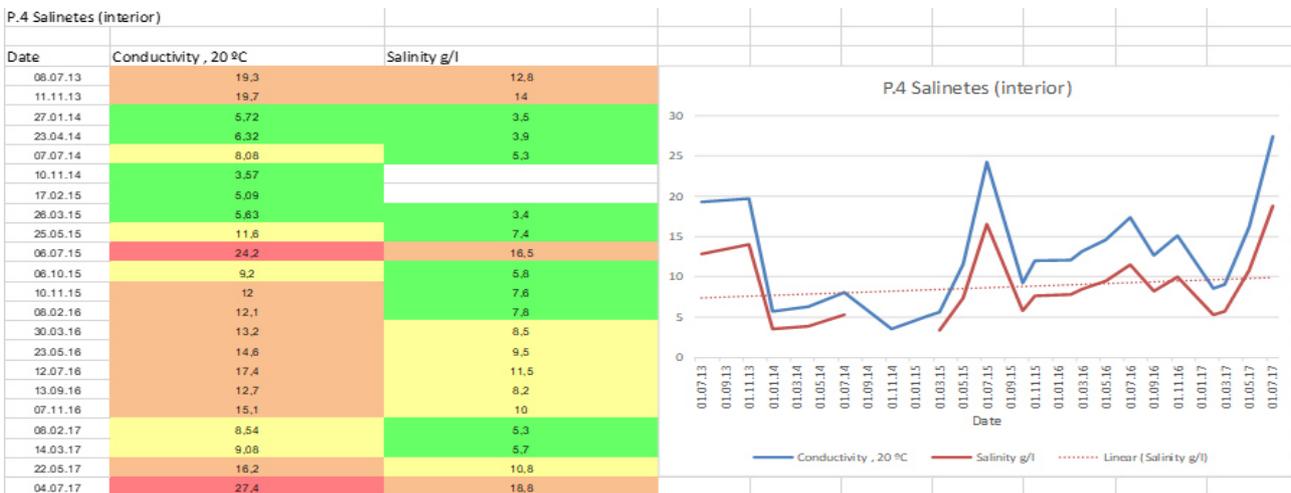


Abbildung 20, Messpunkt 4, Conductivity in [mS/cm] Starker Anstieg im Jahr 2015 und 2017, Tendenz steigend

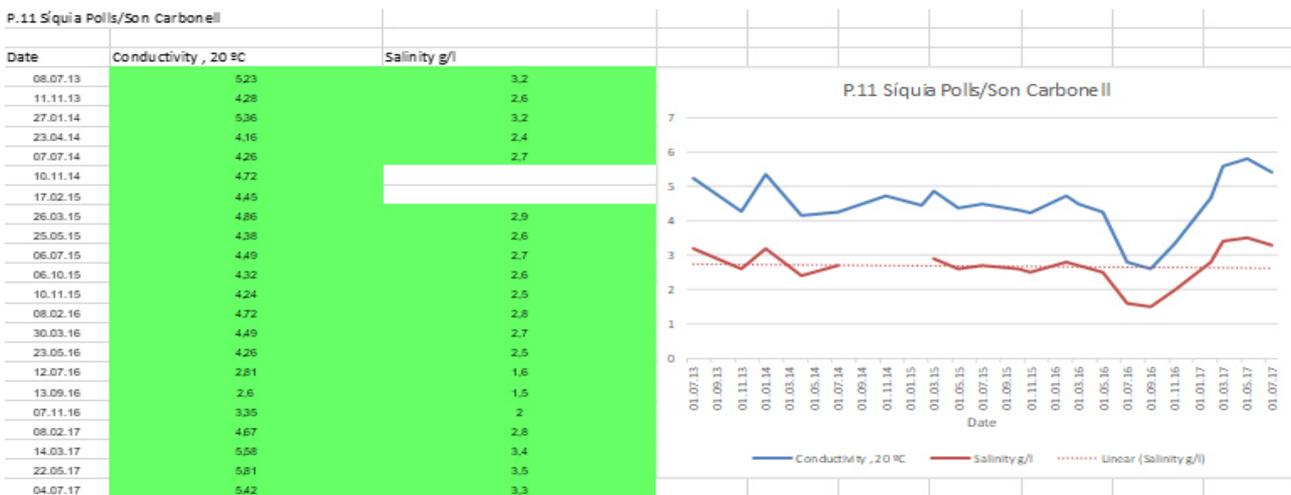


Abbildung 19, Messpunkt 11, Conductivity in [mS/cm] Stabile niedrige Werte, leichter Anstieg im Jahr 2017



Abbildung 21, Messpunkt 8, Conductivity in [mS/cm] Konstante niedrige Werte über kompletten Zeitraum

8.3.2 Zusammenfassung aller Messwerte und Trend

In diesem Abschnitt befinden sich die Abbildungen in denen alle Messwerte als Punktdiagramme dargestellt werden. Sie zeigen die kompletten Ergebnisse der Messreihe vom Jahr 2013 bis 2017 auf.

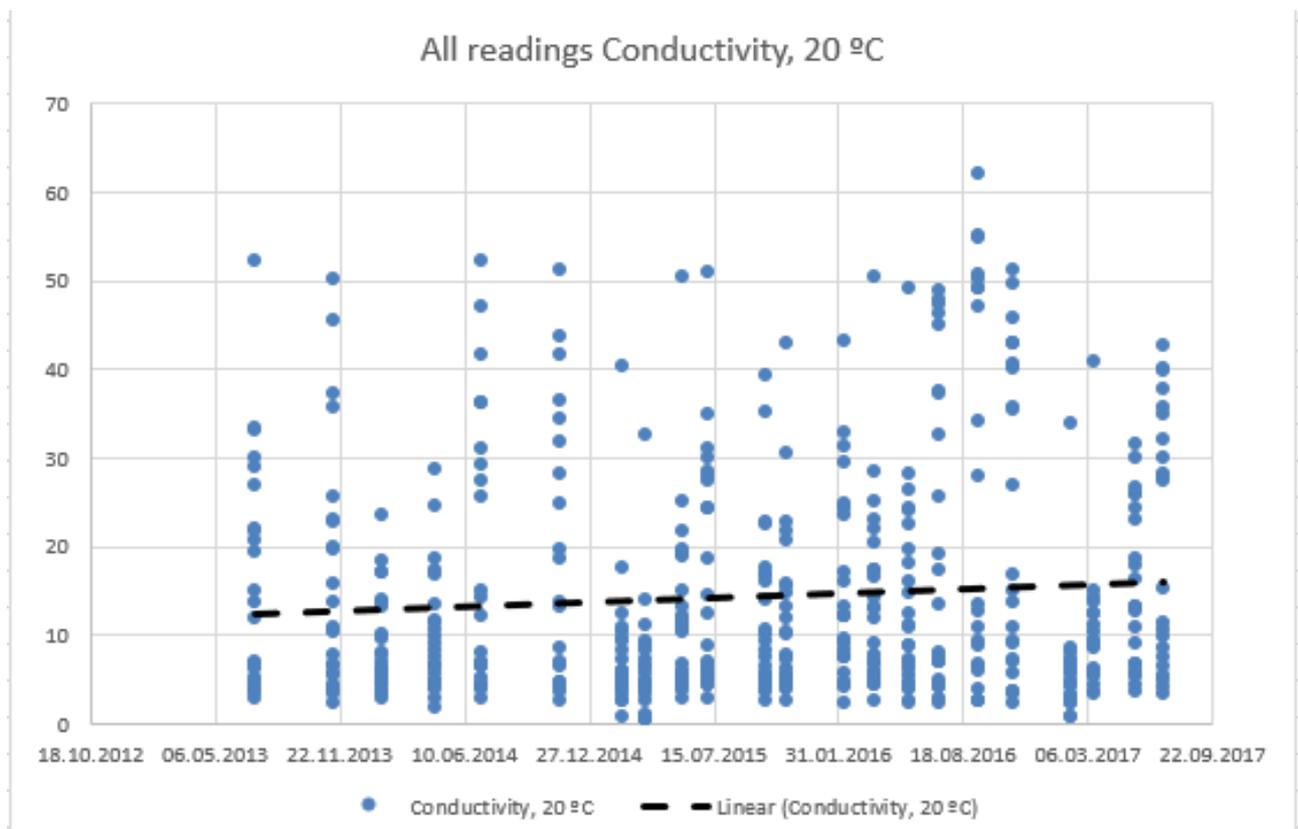


Abbildung 22, Alle aufgenommenen Messwerte der Leitfähigkeit in [mS/cm], zwischen 2013 und 2017, Die schwarze gestrichelte Linie gibt den Trend an, welcher ansteigend ist.

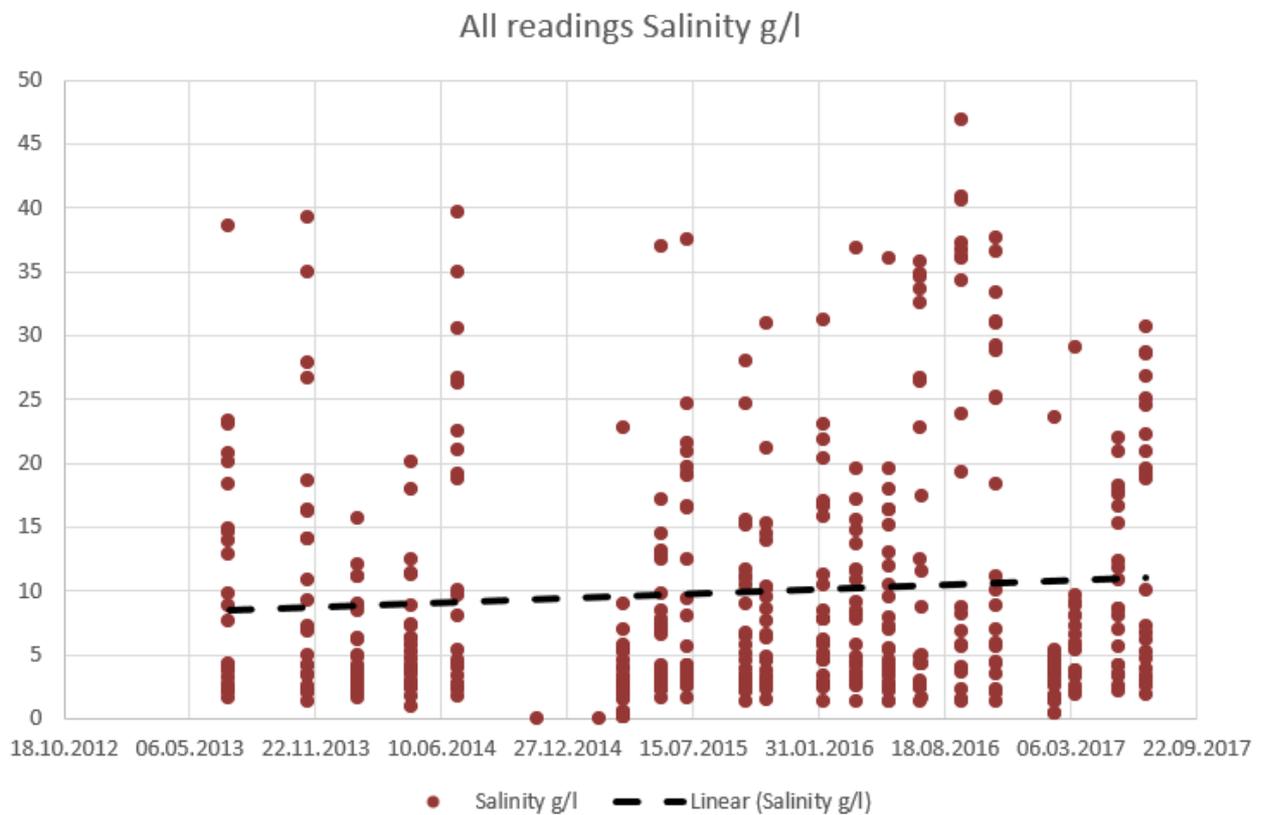


Abbildung 23, Alle aufgenommenen Messwerte des Salzgehalts g/l zwischen 2013 und 2017, Die schwarze gestrichelte Linie gibt den Trend an, welcher ansteigend ist.

Wie in beiden Abbildungen (Abbildung 22 und Abbildung 23) zu sehen, kam es insgesamt zu einem Anstieg der Messwerte im Schutzgebiet S'Albufera. Bei der Leitfähigkeit in Abbildung 22 kam es zu einem Anstieg im Schnitt von 12 mS/cm auf 16 mS/cm. In Abbildung 23 kam es zu einem Anstieg von 8 g/l auf 11 g/l Salzgehalt.

Um ein genaueres Bild der konkreten Lage zu bekommen, muss man jedoch zusätzlich die wasserführenden Kanäle einblenden (Abbildung 24). Da diese Kanäle Verbindungen zwischen den Messpunkten sind. Somit herrscht ein geeignetes Milieu für Bäume entlang der Kanäle. Besonders interessant sind die Bereiche zwischen den Messpunkten 26 und 8, 8 und 9, 9 und 11 sowie 11 und 26. Da an diesen Messpunkten Daten unter 8mS/cm gemessen wurden.

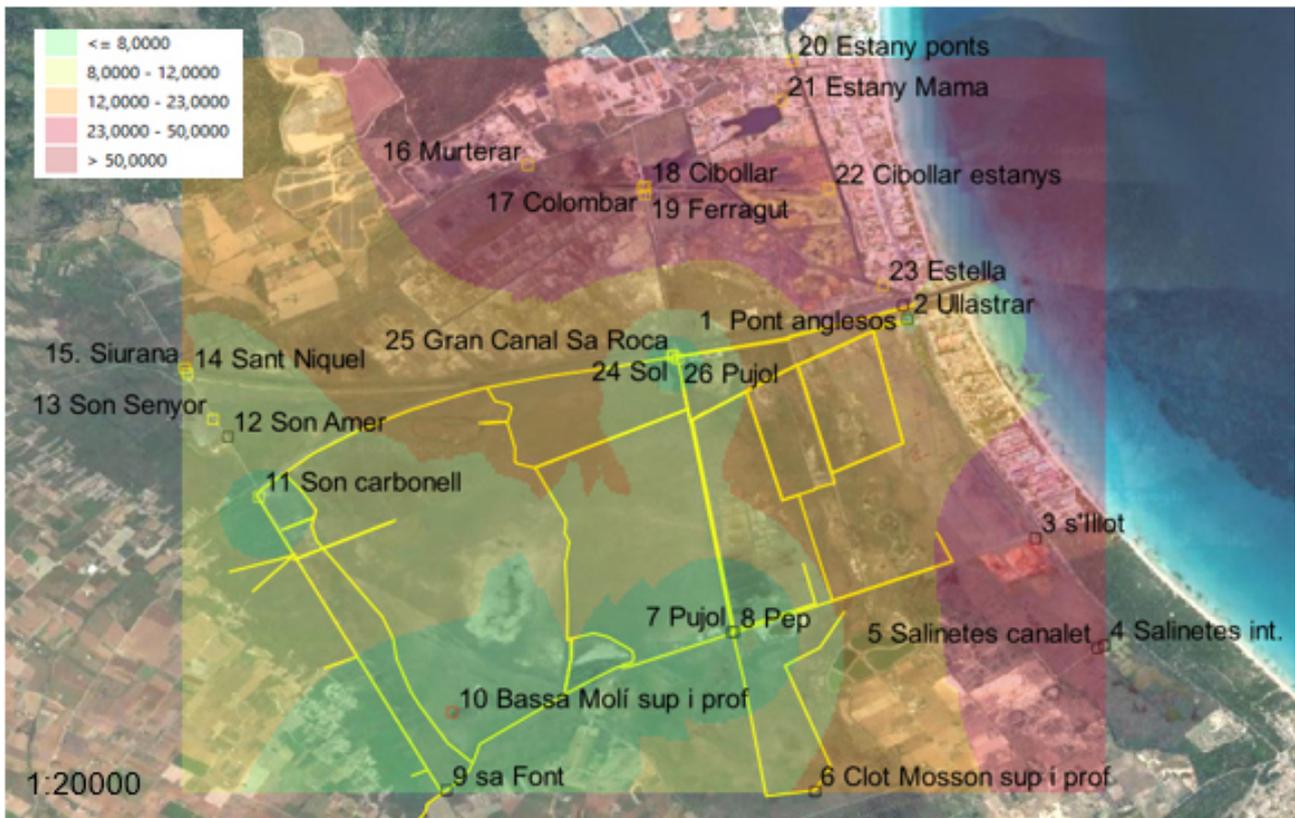


Abbildung 24, Karte von S'Albufera 2017, Leitfähigkeit von Wasser in Mikrosiemens [mS/cm] bei 20 °C Salzgehalt, Mit eingeblendeten Kanälen.

9 Diskussion

9.1 Diskussion von Material und Methoden

9.1.1 Visueller Rundgang

Um einen Eindruck über den aktuellen Stand der Waldstrukturen zu bekommen wurde ein Rundgang durchgeführt. Dieser beschränkte sich jedoch auf die Wege und Kanäle im Park um mithilfe des Fernglases die Waldstrukturen zu begutachten. Es konnte somit nicht das ganze Schutzgebiet genauer betrachtet werden, da es nicht möglich ist zu Fuß durch das dicht gewachsene Schilf zu gehen.

9.1.2 Rohdaten

Als Grundlage der Karten, sowie Tabellen und Diagramme wurden Rohdaten genommen, die vom IBANAT Albufera aufgenommen wurden. Dabei gab es leider keine Daten über den Boden. Es gibt nur Daten über das Wasser an verschiedenen Messpunkten im Park. Da es sich aber fast überall um ein Überschwemmungsgebiet handelt, oder der Grundwasserstand sehr hoch ist, können diese als Aussagekräftig interpretiert werden. Ein weiteres Problem ist eine Lücke der Aufnahmen im Jahr 2014 und 2015 bei den Werten Salzgehalt g/l.

9.1.3 Messpunkte

Da die Messpunkte sich an den Kanälen und Quellen im Park orientieren, sind sie eher zufällig über den Park verteilt. Dadurch sind sie nicht in gleichmäßigen abständen aufgenommen oder z. B. in Form eines Rastergitters angelegt. Zudem wurden sie in unregelmäßigen Zeitabständen und unterschiedlich oft über ein Jahr ausgewertet.

- 2013 → 2x
- 2014 → 4x
- 2015 → 6x
- 2016 → 6x
- 2017 → 4x

9.1.4 Erstellung der Karten

Um einen Eindruck über die Entwicklung und den aktuellen Stand der Versalzung im Naturpark S'Albufera zu bekommen, wurden Karten auf Grundlage der Leitfähigkeit in [mS/cm] von Wasser bei 20 °C erstellt. Die Karten bilden aber nur grob die Wirklichkeit ab, da die Aufnahmepunkte nicht gleichmäßig über das Gebiet verteilt sind. Dadurch sind die Karten ungenau. Zudem bilden sie immer den Maximalwert des jeweiligen Punktes im jeweiligen Jahr ab.

Um den Werten eine Farbe zu geben, wurde die mögliche Verträglichkeit von den hauptsächlich vorkommenden Baumarten als Referenz genommen. Allerdings sind Daten darüber kaum vorhanden. Aufgrund der Tatsache das es sich um ein Feuchtgebiet handelt,

wurden Daten aus der Tabelle 7 aus dem Anhang A3, Optimal Salinity Water g/l und Optimal Salinity Soil g/l als gleichwertig betrachtet. Dies kann zu Ungenauigkeiten führen.

9.2 Diskussion der Ergebnisse

9.2.1 Tabellen und Diagramme

Bei den Tabellen und Diagrammen in Anhang A1 und den sich darin befindlichen Abbildungen, ist gut zu sehen, dass es Insgesamt bei allen Messpunkten zu einem Anstieg des Salzgehaltes gekommen ist. Die einzigen Ausnahmen sind die Messpunkte 7, 11 und 22 (Abbildung 32, Abbildung 35, Abbildung 46). Bei diesen Punkten ist ein leichter Rückgang festzustellen. Zudem bilden die meisten Messpunkte die enormen Schwankungen des Schutzgebietes bezogen auf Salzgehalt im Wasser und somit im Boden ab.

Beunruhigend ist das selbst bei den auf den ersten Blick stabilen und deutlich im grünen Bereich liegenden Messpunkten 8 und 9 ein leichter Trend zu mehr Salz abzulesen ist. Sie sind zwar mit den Höchstwerten 4,25 mS/cm und 3,64 mS/cm Leitfähigkeit bei 20 °C, noch weit von dem Schwellenwert 8 mS/cm entfernt. Jedoch ist es ein Trend in die Falsche Richtung.

9.2.2 Karten

Die Karten bilden die Baumarteneignung im Schutzgebiet S'Albufera ab. Leider ist klar zu erkennen, das mögliche Standorte schrumpfen. Zudem zeigen sie nur den Parameter Versalzung an. Andere negative Aspekte wie z. B. Dürre oder Feuer sind in ihnen nicht berücksichtigt. Deshalb können sie in der Praxis nur als Hilfestellung zur Auswahl neuer Waldstandorte dienen.

Die Ungenauigkeit der Karten, ist zusätzlich ein Problem. Durch die unregelmäßige Verteilung und geringen Dichte der Messpunkte, bilden sie nur Grob die Wirklichkeit ab. Visuell, konnten Salzbereiche anhand der Vegetation festgestellt werden, die auf der Karte nicht auftauchen. Deshalb ist es wichtig diese Karten in Kombination mit lokalen Kenntnissen über das Gebiet einzusetzen. Die wichtigste und brauchbarste Aussage der Karten, ist die Visualisierung von stabilen brauchbaren Bereichen für Waldstrukturen. Diese sind einfach zu ermitteln, wenn man die Karten von den Jahren 2013-2017 in Anhang A2 vergleicht.

Auch zum Teil mögliche Bereiche zeigen die Karten nicht an. An den von Süßwasserversorgten Kanälen, gibt es mit Sicherheit Bereiche die bis in den Orangen Bereich reichen. Diese sind jedoch auch mithilfe der Karten zu ermitteln, wenn man die Kanäle als Verbindungen zwischen den Grünen Bereichen sieht und deren Fließrichtung beachtet. Wie in Abbildung 24 zu sehen.

10 Lösungsansätze

Folgend werden mögliche Lösungsansätze am konkreten Beispiel in S'Albufera aufgeführt. Um Waldstrukturen in einem mediterranen Feuchtgebiet zu erhalten oder neu zu pflanzen.

10.1.1 Feuer

Um die Waldstrukturen in S'Albufera zu schützen ist es nötig sich über die Vegetationsbrandproblematik Gedanken zu machen. In diesem Abschnitt geht es um mögliche Ansätze und bereits praktizierte Lösungen um Baumstrukturen zu schützen und somit ein langfristiges Waldbiotop zu erhalten.

10.1.1.1 Viehweiden

Um den meistens aus Südwesten aufkommenden Feuern entgegen zu wirken, wurden Viehweiden angelegt, die wie ein Abwehrriegel gegen das Feuer funktionieren soll. Die Überlegung dabei ist, durch das abfressen der Schilfstruktur, wenig brennbares Material auf den Weiden zu haben. Dadurch soll das Feuer gestoppt werden und am Überspringen, auf die dahinterliegenden Flächen gehindert werden.

10.1.1.2 Natürliche Barrieren

Eine weitere präventive Maßnahme, wäre das Nutzen von natürlichen Barrieren. Zum einen könnte man im Park vorkommende Gewässer, die Inseln bilden, als Waldbiotop nutzen. Oder Kanäle, die auch eine Ausbreitung des Feuers vermindern, bei zukünftiger Planung für Waldstrukturen einbeziehen. Interessant, wäre auch die künstliche Anlegung von Inseln in Gebieten wie auf Abbildung 25 zu sehen im Südosten des Gebietes.



Abbildung 25, Satellitenbild aus dem Südosten des Parks, Alte von Süd nach Nord ausgerichtete Kanalstrukturen, bei einer Einlegung von Ost nach West gerichteten Kanälen entsteht eine Inselstruktur und somit potenziell besser geschützte mögliche Waldstandorte.

Eine weitere Möglichkeit wäre das Anpflanzen von Mittelmeerzypressen (*Cupressus sempervirens*) im Grenzgebiet des Parkes. Zypressen gelten als schwerer entflammbar als andere Gehölze oder Gräser, da sie bei großer Trockenheit noch viel Wasser speichern können. Sie besitzen zusätzlich einen hohen Aschegehalt und verbrennen dadurch zu großen Teilen nicht. Sie könnten im richtigen Pflanzverband und der richtigen Stelle eingepflanzt, das Feuer zumindest etwas zurückhalten oder in Verbindung mit der Feuerwehr an der Ausbreitung im Park hindern. Auch als Beimischung in bestehenden Beständen wäre sie denkbar, um die Ausbreitung des Feuers zu verringern (Nadja Podbregar 2015).

Somit könnte ein Verbund aus verschiedenen Maßnahmen eine Barriere und somit einen besseren Flächendeckenden Schutz gegen Feuer bilden.



Abbildung 26, Süden Albufera, Möglicher Verbund an Maßnahmen gegen Feuer. Gelb: Viehweide, Orange: Zypressen, Rot: Wasser Quelle Satellitenbild: Google Earth

10.1.2 Biotische Faktoren

Um einen besseren Schutz gegen die großen Biotischen Schadfaktoren wie z. B. Ulmensterben zu bekommen. Sind in erster Linie Präventive Schutzmaßnahmen zu priorisieren. Gerade die Baumartenauswahl ist in dieser Hinsicht entscheidend. Ulmen sollten nur noch in geringer Anzahl und der entsprechenden resistenten Herkunft (Kapitel 6.1) angepflanzt werden. Zum einen ist die Ausbreitung des Pilzes dann nicht mehr Flächendeckend möglich, da die Bäume in einem weiteren Abstand gepflanzt sind. Zum anderen nutzt man nur noch gegen den Pilz resistente Herkünfte. Problematisch dabei ist, die geringe Genetische

Variabilität und somit potentielle Anfälligkeit auf andere zukünftig auftretende schädigende Pathogene.

Auch die Schmalblättrige Esche, sollte aufgrund des möglichen Auftretens (Kapitel 6.2), des Eschentriebsterbens in Zukunft weniger Priorisiert werden. Sie sollte als Beimischung ähnlich wie die Ulme genutzt werden. Zudem hat sie große, nicht absehbare besser werdende Probleme mit *Xylella*.

Am besten eignet sich in Zukunft die Silberpappel (*Populus alba*). Sie schneidet im Vergleich zu den anderen beiden Hauptbaumarten, als Risikoärmste Baumart ab. Sie besitzt momentan keine relevanten Probleme und sollte als führende Baumart mit großer Genetischer Breite gepflanzt oder aus Naturverjüngung nachgezogen werde. Einzel- bis Truppweise Beimischung aus Schmalblättriger Esche (*Fraxinus angustifolia*) und Feldulme (*Ulmus minor*) ist zu empfehlen. Um keine Reinbestände zu erhalten. Auch die Straucharten Weißdorn und Schwarzdorn sollten als Ergänzung in Betracht gezogen werden.

10.1.3 Versalzung

Eines der größten Probleme bleibt jedoch der Anstieg des Salzgehaltes im Schutzgebiet. Hierbei sollten in erster Linie die Informationen genutzt werden die man hat. Man sollte zukünftige Pflanzungen in Gebieten umsetzen, die sich über die letzten Jahre, stabil niedrig, bezogen auf den Salzgehalt, gehalten haben. Dies bedeutet Abstand vom Meer halten und nicht zu nahe an die Landwirtschaftlichen Flächen. Allgemein sollte auch der Grundwasserverbrauch von Mallorca in Betracht gezogen werden und reduziert werden. Um weiteres eindringen von Salzwasser ins Landesinnere zu verhindern wie in Kapitel 5.2.1.2 bereits erwähnt. Zudem sollten die Landwirtschaftlichen Flächen um Albufera bezogen auf ihr Bewässerungssystem untersucht werden um Probleme wie in Kapitel 5.2.1.1 vorzubeugen.

11 Fazit

Waldstrukturen in Feuchtgebieten im mediterranen Raum und im Besonderen, im Naturpark Albufera, haben mit vielen Problemen zu kämpfen. Gerade ältere Bestände sind schwer zu finden, da die Bäume vielen Stressfaktoren und Konkurrenz ausgesetzt sind. Zudem wird der Klimawandel in Zukunft die, in dieser Arbeit aufgeführten Probleme, sicher noch begünstigen.

Durch die Auswertung der gesammelten Daten und Informationen, sowie Beobachtungen konnten viele Faktoren ermittelt und zum Teil visualisiert werden. Fest steht, dass die geringe mögliche Anzahl an heimischen Baumarten zu großen Problemen führt. Gerade die eigentlichen führenden Baumarten *Ulmus minor* und *Fraxinus angustifolia* haben mit erheblichen Biotischen Problemen zu kämpfen. Ulmensterben und *Xylella* sind längst in erheblichem Umfang auf den Balearen angekommen und auch das Eschentriebsterben breitet sich

stetig weiter nach Süden aus und ist mittlerweile auch im Norden von Spanien zu finden. Einzig die Silberpappel scheint im Moment noch stabil zu sein.

Auch Feuer sind ein erhebliches Problem welches nicht unbeachtet gelassen werden kann. Diese treten jedes Jahr im mediterranen Raum auf und deren Anzahl steigt stetig und es kommt zu immer größeren Bränden. Zudem werden die zeitlichen Abstände immer kleiner. Was für ein Waldökosystem zu enormen Problemen führt, da es sich dabei um Ökosystem handelt, welches lange Zeiträume zur Entwicklung braucht. Will man also Waldstrukturen erhalten, muss man sich gute Konzepte zur Waldbrandbekämpfung und Waldbrandprävention überlegen. Ansonsten wird man immer wieder zurückgeworfen und muss immer wieder von Null beginnen.

Eines der weltweit größten Bodenproblemen ist die Versalzung von Böden. Im Mittelmeerraum ist dies auch der Fall. Somit sind ganze Ökosysteme und damit auch Waldstrukturen von dieser Problematik stark betroffen. In S'Albufera konnte dies beispielhaft nachgewiesen und visualisiert werden. Es handelt sich zwar um ein Gebiet das enormen Schwankungen unterliegt, jedoch kommt es flächig zu einem Anstieg von den Salzwerten und somit immer kleineren möglichen Flächen für Wald. Gerade aus dem Küstenbereich schreitet die Versalzung unaufhaltsam voran. Die Gründe hierfür können auf den Balearen vielschichtig sein und sollten noch genauer untersucht werden. Vermutlich sind aber große Treiber der Problematik ein zu hoher Grundwasserverbrauch die falsche Bewässerung der Felder.

Um in Zukunft Waldstrukturen in mediterranen Feuchtgebieten zu erhalten, fördern oder neu anzulegen, sollte klar sein, dass dies mit einem enormen Aufwand verbunden ist. In einem sich schnellwechselnden, schwankenden Ökosystem haben es Waldstrukturen natürlicherweise schon schwer. Hinzu kommen eingeschleppte Krankheiten, Pilze und Bakterien sowie Feuer und Versalzung. Auf der anderen Seite bilden sie kleine seltene Ökosysteme für eine spezielle Fauna, gerade im Ornithologischen Bereich. Wichtig ist hierfür die Bereitschaft der Behörden ein entsprechendes Management zur Verfügung zu stellen und die Bereitstellung entsprechender finanzieller Mittel.

Zusätzlich sollten weiter Messungen durchgeführt werden. Nicht nur im Wasser, sondern auch im Erdreich. Am besten flächendeckend über den ganzen Park verteilt. Um eine bessere und genauere Datenlage zu schaffen und um damit bessere Prognosen über die Fläche und die Entwicklung dieser treffen zu können.

12 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Vorname, Name und Heimatort:

Lukas Martin Scheuter

Kirchstrasse 40

72669 Unterensingen

Ort, Datum:

Unterensingen, den _____

.....

(Unterschrift)

Literaturverzeichnis

AlbuferaESP_2020.

Angermüller, Frank (2016): Krankheiten und Schädlinge auf dem Vormarsch. Entwicklungen, Probleme und Strategien. In: *Landespflege aktuell*.

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: LWF-Merkblatt Nr.28, Eschentriebsterben.

BLANCA B. Landa (2017): Emergence of *Xylella fastidiosa* in Spain: current situation. Research Scientist Institute for Sustainable Agriculture-CSIC Cordoba, Spain, 2017.

Bliki, Jan (2016): Die Umwelt in Europa: Der zweite Lagebericht - Bodendegradation (Kapitel 11). European Environment Agency.

Busch, Wolfgang (2018): Gartenbaumitteilung.

CHIP Online Redaktion (2022): Vollversion: Google Earth Pro. Online verfügbar unter https://www.chip.de/downloads/Google-Earth-Pro-Kostenlose-Vollversion_16170110.html, zuletzt aktualisiert am 10.08.2022, zuletzt geprüft am 10.08.2022.

Daniel Rigling et al. (2016): Das Eschentriebsterben. Biologie, Krankheitssymptome und Handlungsempfehlungen.

Friedrich, Greta (2021): DeepL: So funktioniert die Übersetzung. In: *heise online*, 18.05.2021. Online verfügbar unter <https://www.heise.de/tipps-tricks/DeepL-So-funktioniert-die-Uebersetzung-6048772.html>, zuletzt geprüft am 10.08.2022.

Laura (2020): Was ist Google Scholar? Die Suchmaschine für Akademiker - Thesius Blog. Online verfügbar unter <https://thesius.de/blog/articles/was-ist-google-scholar-wissenschaftliche-suchmaschine/>, zuletzt aktualisiert am 16.11.2020, zuletzt geprüft am 10.08.2022.

Maria Jacoba Salinas y Miguel Cueto Romero (2009): 92D0. Galerias y matorrales Ribeneros Termomediterraneos 2009, S. 7–23.

Markus Hofstetter (2022): Südeuropa brennt weiter: Spanien meldet verheerendstes Waldbrand-Jahr aller Zeiten, 04.08.2022. Online verfügbar unter <https://www.merkur.de/welt/waldbraende-europa-hitzewelle-usa-italien-frankreich-griechenland-spanien-yosemite-news-zr-91686182.html>, zuletzt geprüft am 04.08.2022.

Martín, J. A.; Solla, A.; Venturas, M.; Collada, C.; Domínguez, J.; Miranda, E. et al. (2015): Seven *Ulmus minor* clones tolerant to *Ophiostoma novo-ulmi* registered as forest reproductive material in Spain. In: *iForest* 8 (2), Artikel 1224, S. 172–180. DOI: 10.3832/ifor1224-008.

Michaelae Kinberger Alexander Pucher (2004): Open Source GIS als Alternative im Desktop-Bereich-Evaluation freier Software im Bereich Geoinformation, S. 467–471.

Nadja Podbregar (2015): Grüne Feuerschutzmauer. Online verfügbar unter <https://www.wissenschaft.de/erde-umwelt/gruene-feuerschutzmauer/>, zuletzt aktualisiert am 13.02.2018, zuletzt geprüft am 14.06.2022.

Olmo, Diego, Nieto, Alicia; Borràs, David; Montesinos, Marina; Adrover, Francesc; Pascual, Aura; Gost, Pere A. et al. (2021): Landscape Epidemiology of *Xylella fastidiosa* in the Balearic Islands. In: *Agronomy* 11 (3). DOI: 10.3390/agronomy11030473.

Perelló, Biel (2006): S'Albufera Natural Park, Mallorca.

Peter Hirschberger (2012): WWF_Waldbrandstudie. Hg. v. Berlin WWF Deutschland.

Redaktion Computerwissen (2020): Was kann man mit Excel alles machen? - computerwissen.de. Online verfügbar unter <https://www.computerwissen.de/software/office/excel/programm-excel/mehr-als-nur-tabellenkalkulation-das-kann-excel/>, zuletzt aktualisiert am 10.08.2022, zuletzt geprüft am 10.08.2022.

Rediam: 92D0_0 Adelfares y tarajales (Nerio-Tamaricetea), S. 1–2.

Ruge, Beck: Baumarten Mitteleuropas. und die wichtigsten eingeführten Baumarten 2018.

Stroheker, S.; Queloz, V.; Nemesio-Gorrioz, M. (2021): First report of *Hymenoscyphus fraxineus* causing ash dieback in Spain. In: *New Disease Reports* 44 (2). DOI: 10.1002/ndr2.12054.

StudySmarter DE (2022): Bodenversalzung: Ursachen, Prozess & Folgen | StudySmarter. Online verfügbar unter <https://www.studysmarter.de/schule/biologie/oekologie/bodenversalzung/>, zuletzt aktualisiert am 05.08.2022, zuletzt geprüft am 05.08.2022.

Thomas de Padova (2011): AhA: Warum ist das Mittelmeer so salzig? - Wissen - Tagesspiegel. Online verfügbar unter <https://www.tagesspiegel.de/wissen/aha-warum-ist-das-mittelmeer-so-salzig/4334050.html>, zuletzt aktualisiert am 03.08.2022, zuletzt geprüft am 09.08.2022.

Thomas Kiritsis, Heino Konrad (2007): Die Holländische Ulmenwelke in Österreich. In: *Forstschutz Aktuell* (38).

Versalzung des Bodens in Geografie | Schülerlexikon | Lernhelfer (2022). Online verfügbar unter <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/geografie/artikel/versalzung-des-bodens#>, zuletzt aktualisiert am 05.08.2022, zuletzt geprüft am 05.08.2022.

Werner Balderer (1992): Salzwasser- Süßwasser, ein Problem nur der Küstengebiete? Hg. v. ETH Zürich.

Xylem Analytics | Leitfähigkeit und Salzgehalt bestimmen mit WTW (2022). Online verfügbar unter <https://www.xylemanalytics.com/de/parameter/leitfaehigkeit-und-salzgehalt>, zuletzt aktualisiert am 30.08.2022, zuletzt geprüft am 30.08.2022.

13 Anhang

A1. Wasserdaten Salzgehalt und Leitfähigkeit ausgewertet, Conductivity in [mS/cm]

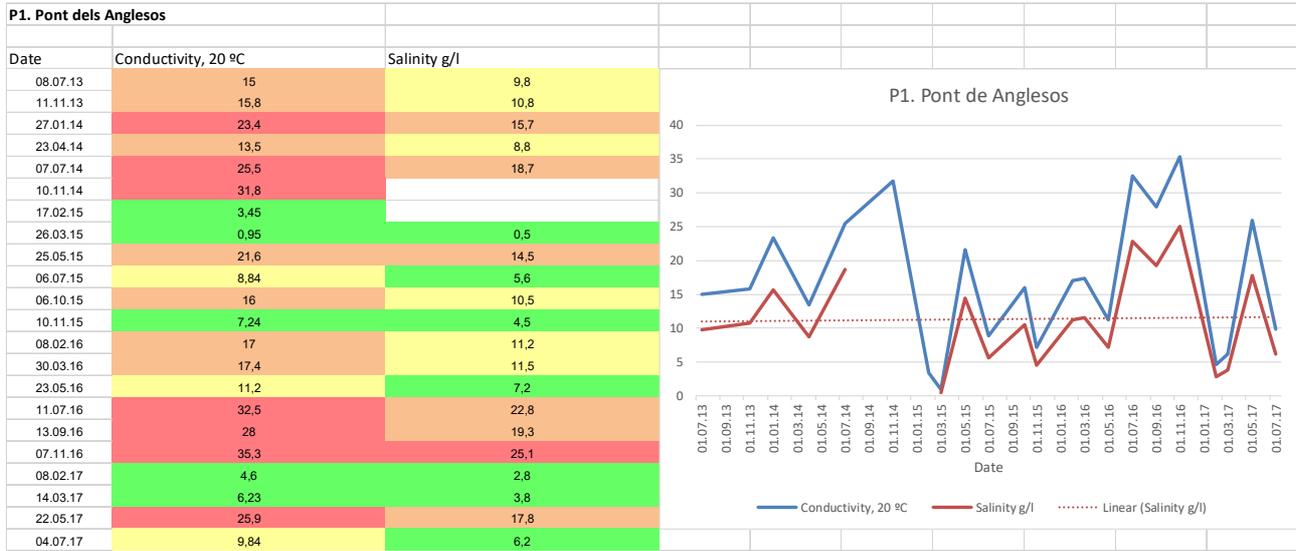


Abbildung 27, Messpunkt 1

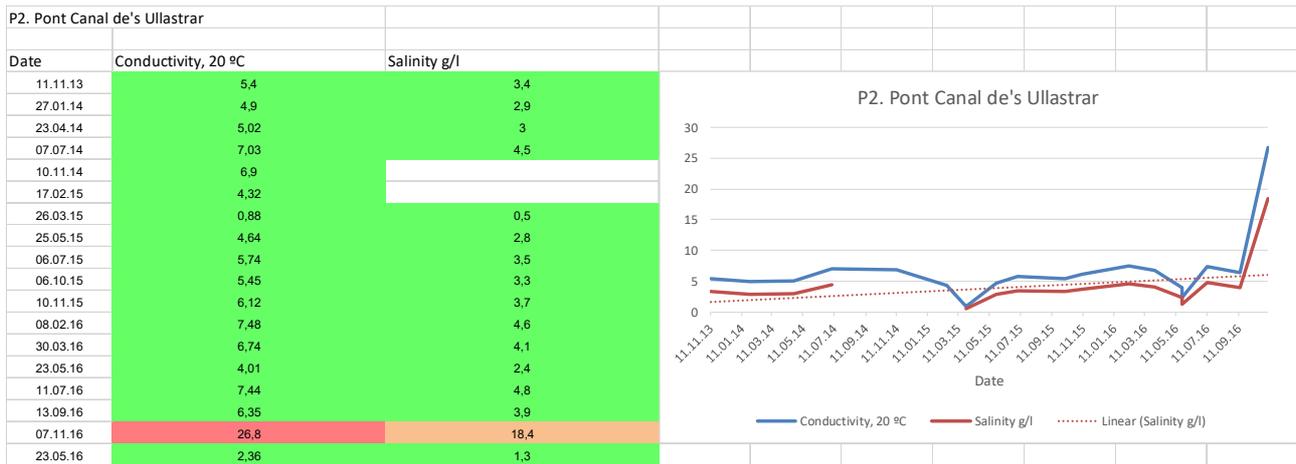


Abbildung 28, Messpunkt 2



Abbildung 29, Messpunkt 3

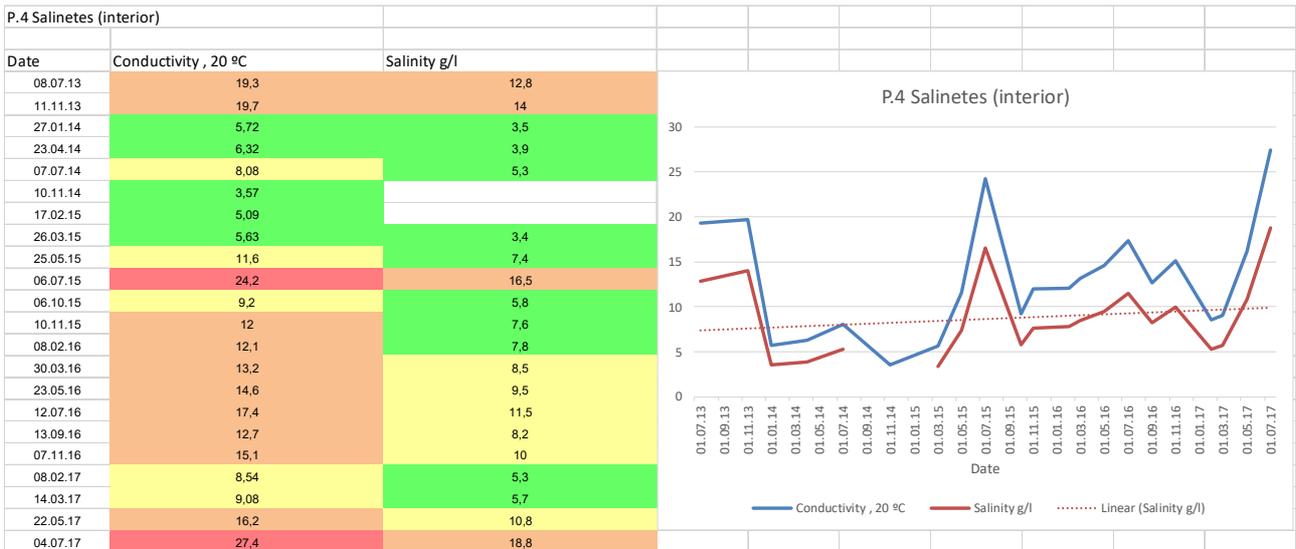


Abbildung 30, Messpunkt 4

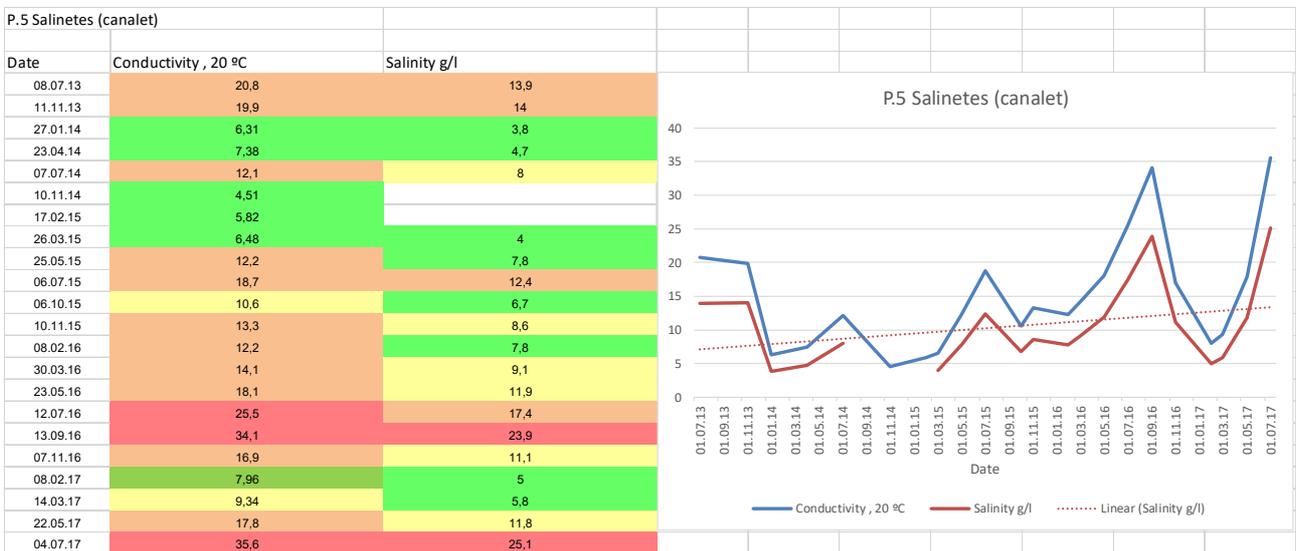


Abbildung 31, Messpunkt 5

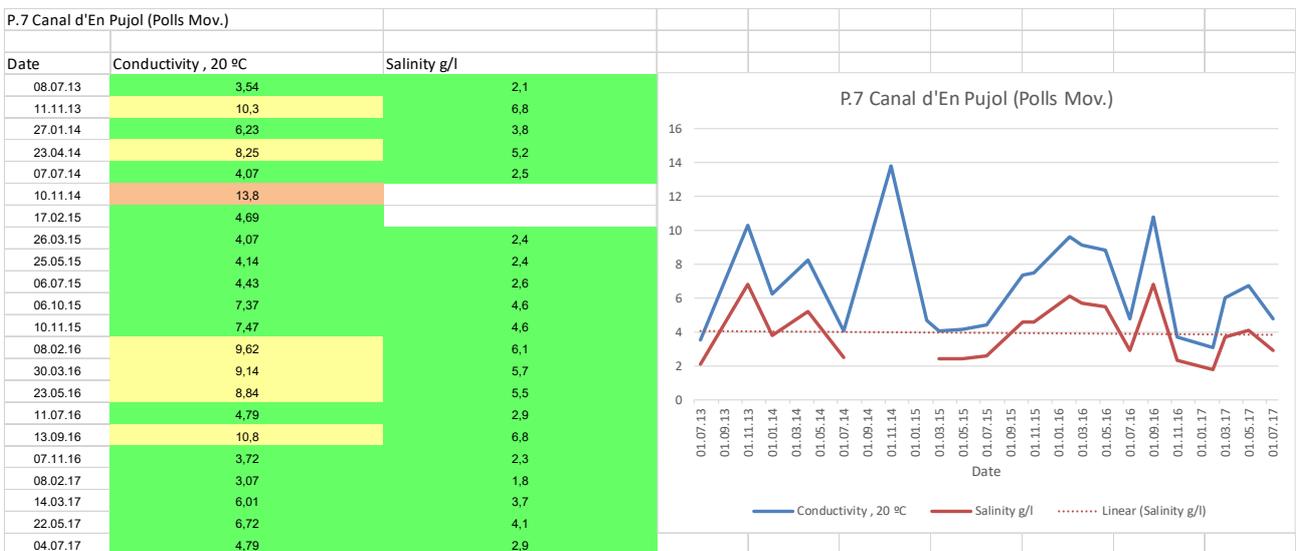


Abbildung 32, Messpunkt 7

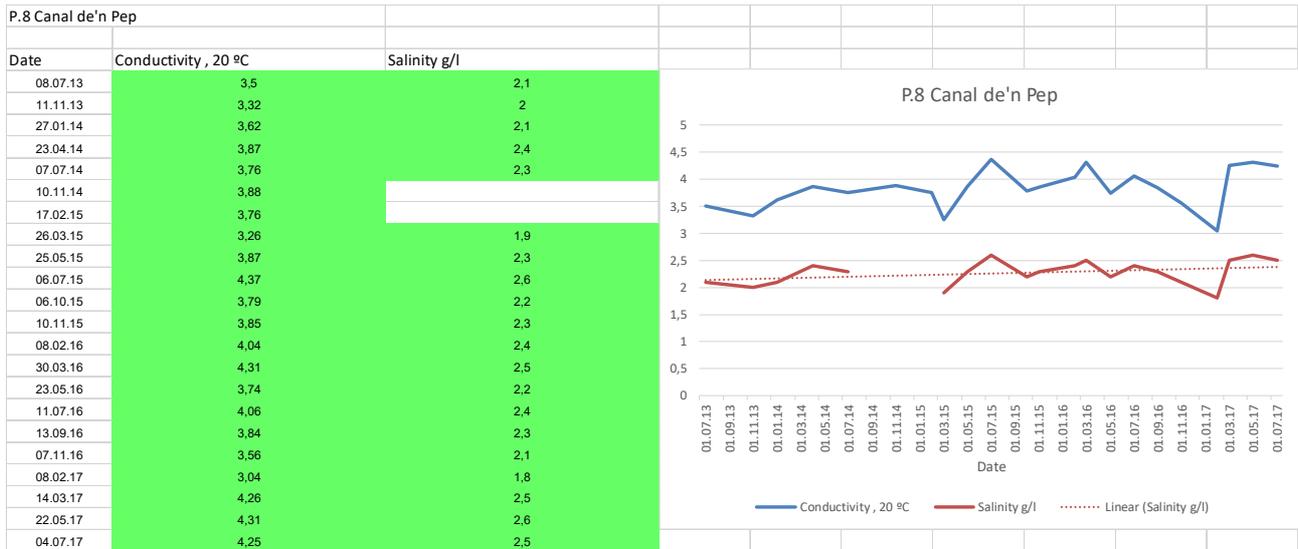


Abbildung 33, Messpunkt 8

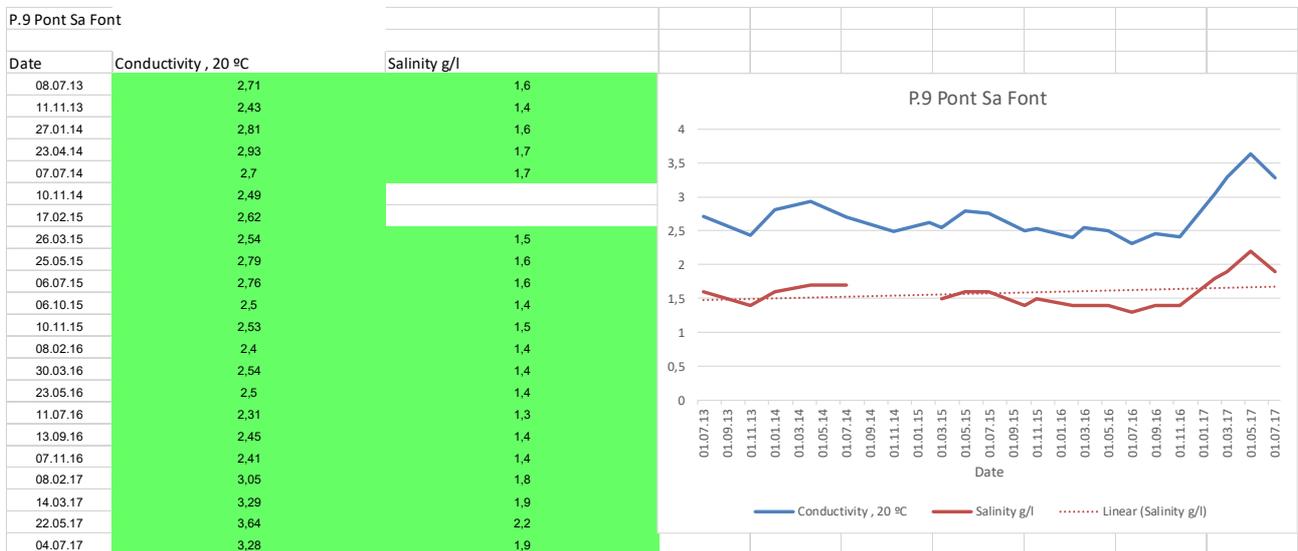


Abbildung 34, Messpunkt 9

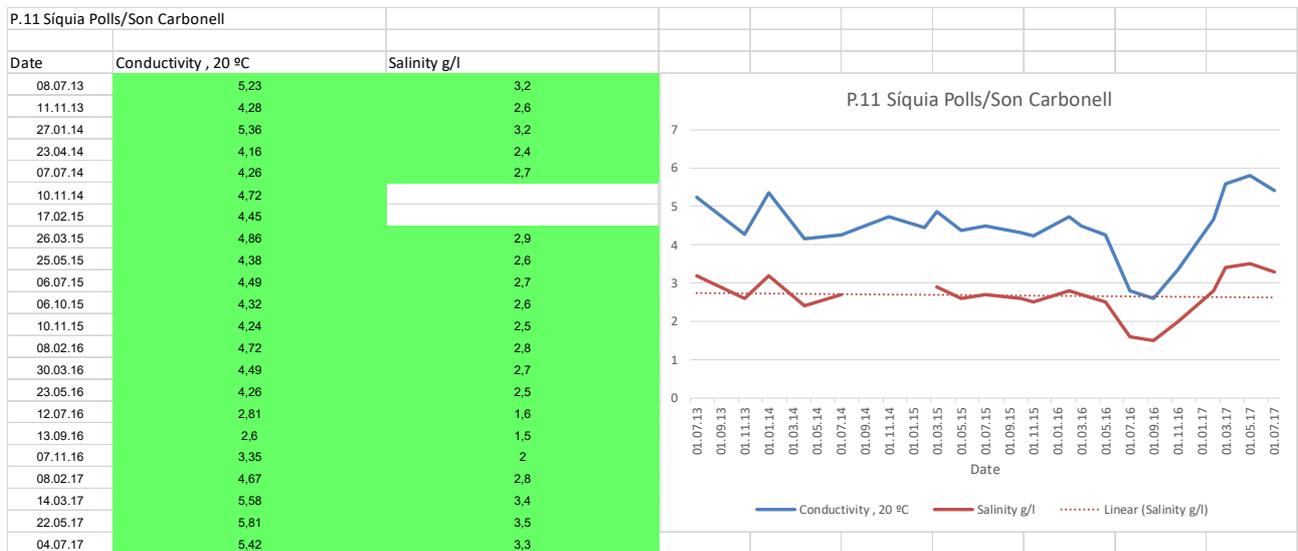


Abbildung 35, Messpunkt 11

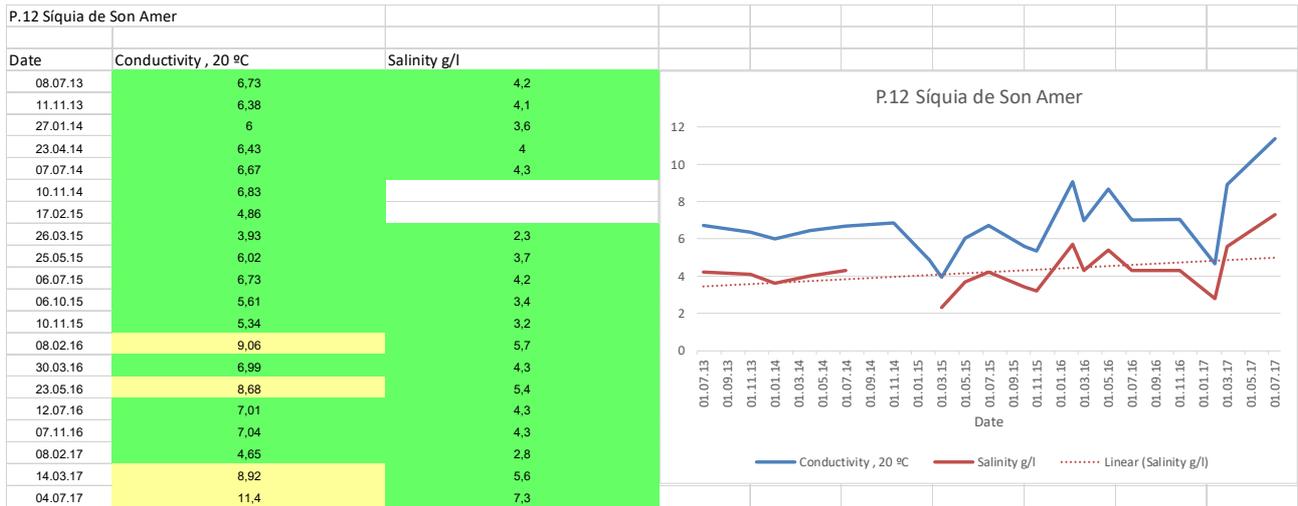


Abbildung 36, Messpunkt 12

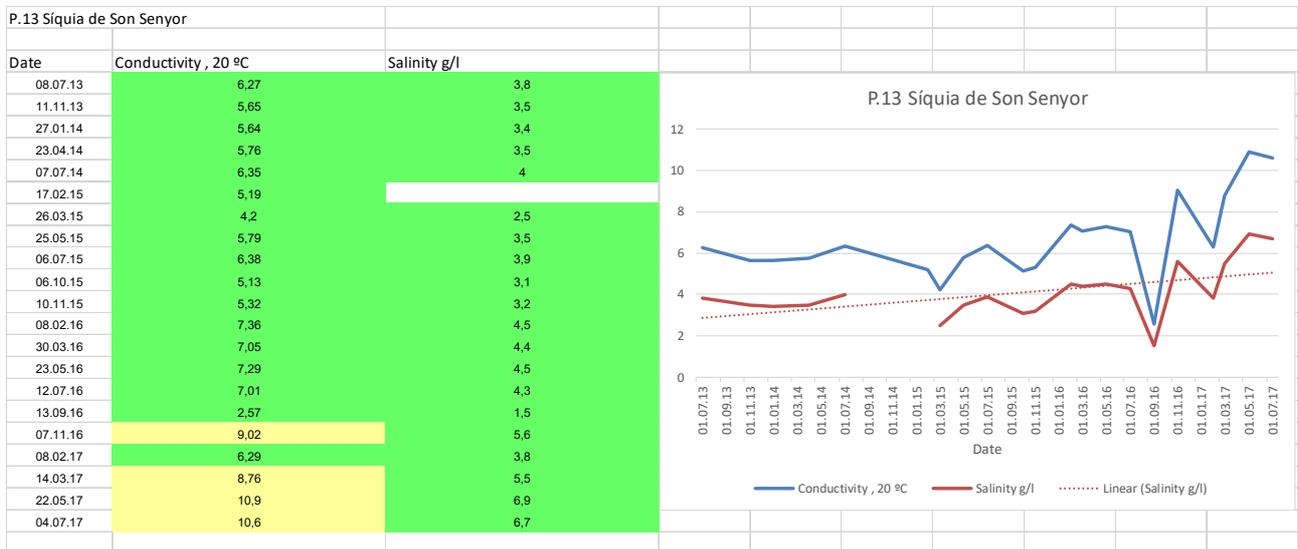


Abbildung 37, Messpunkt 13

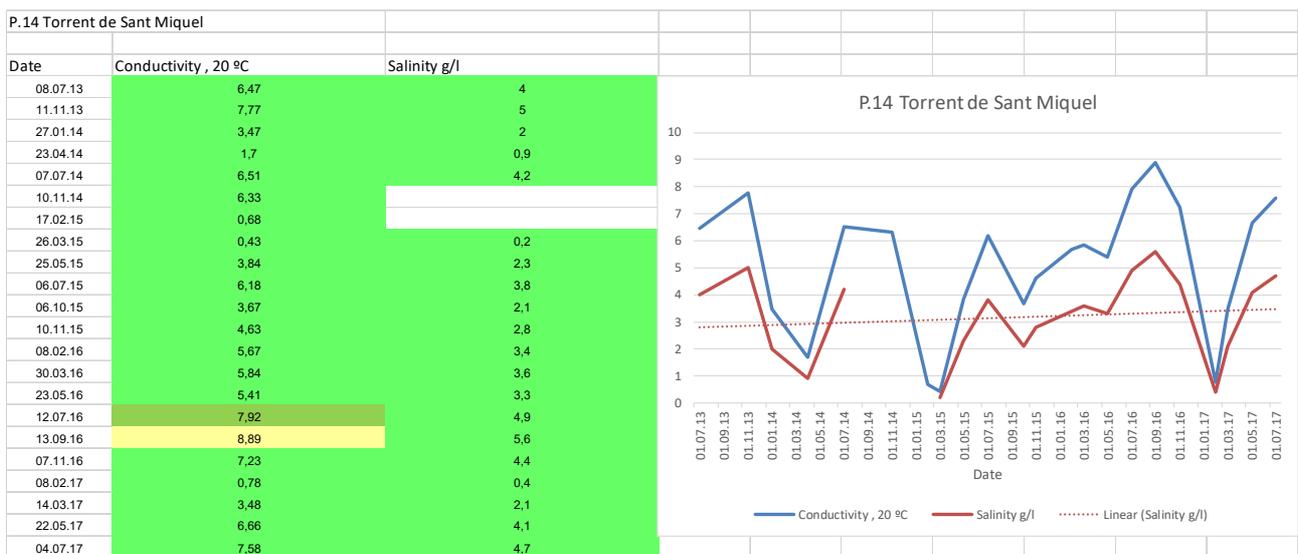


Abbildung 38, Messpunkt 14



Abbildung 39, Messpunkt 15

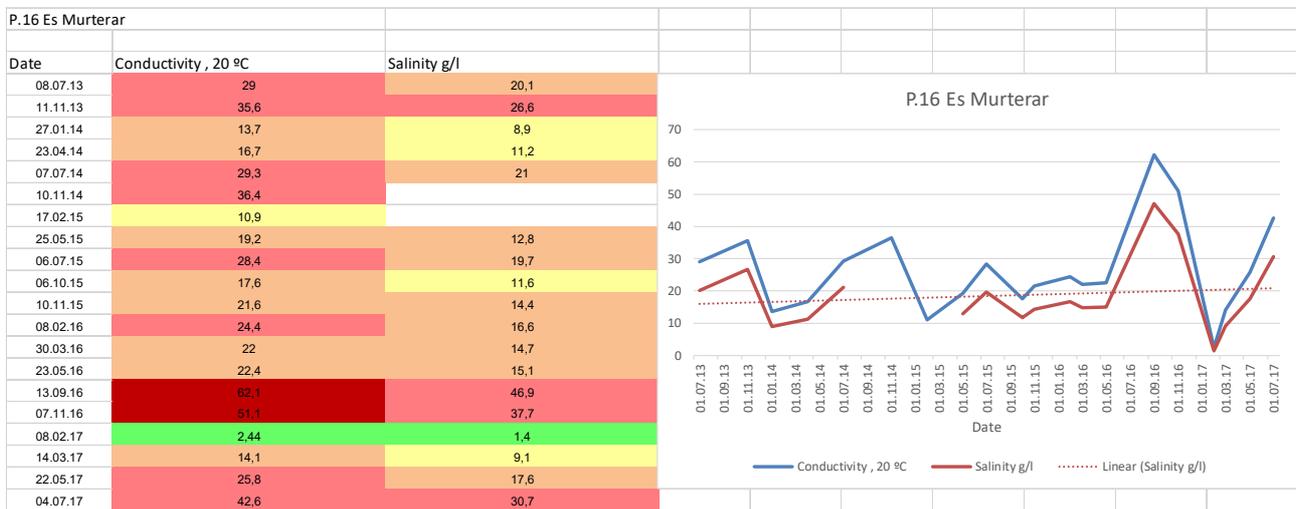


Abbildung 40, Messpunkt 16

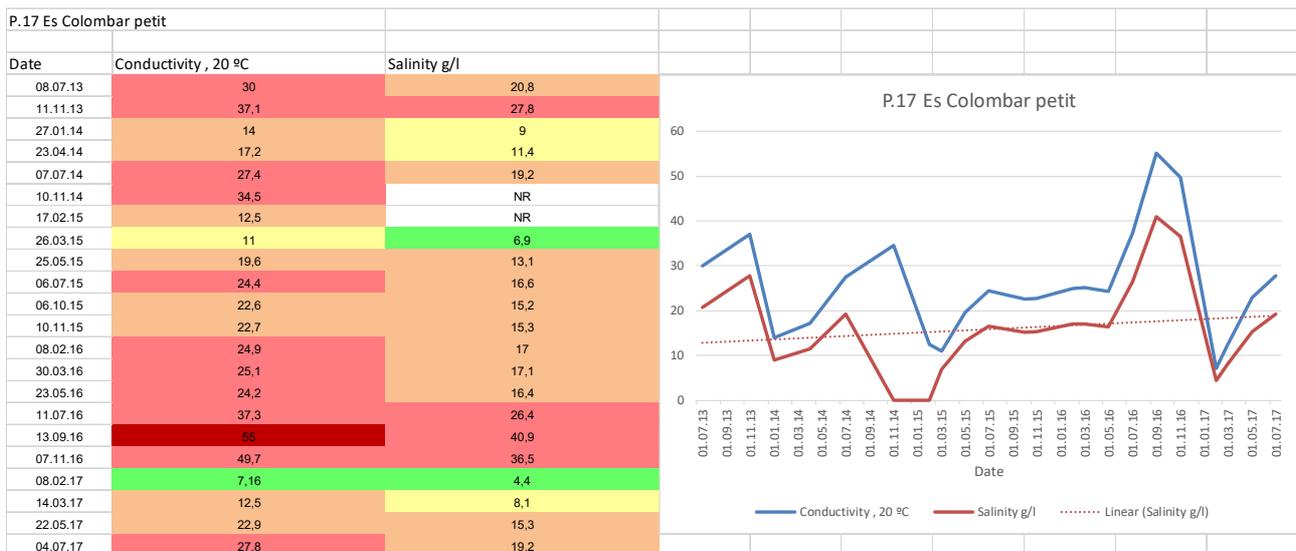


Abbildung 41, Messpunkt 17

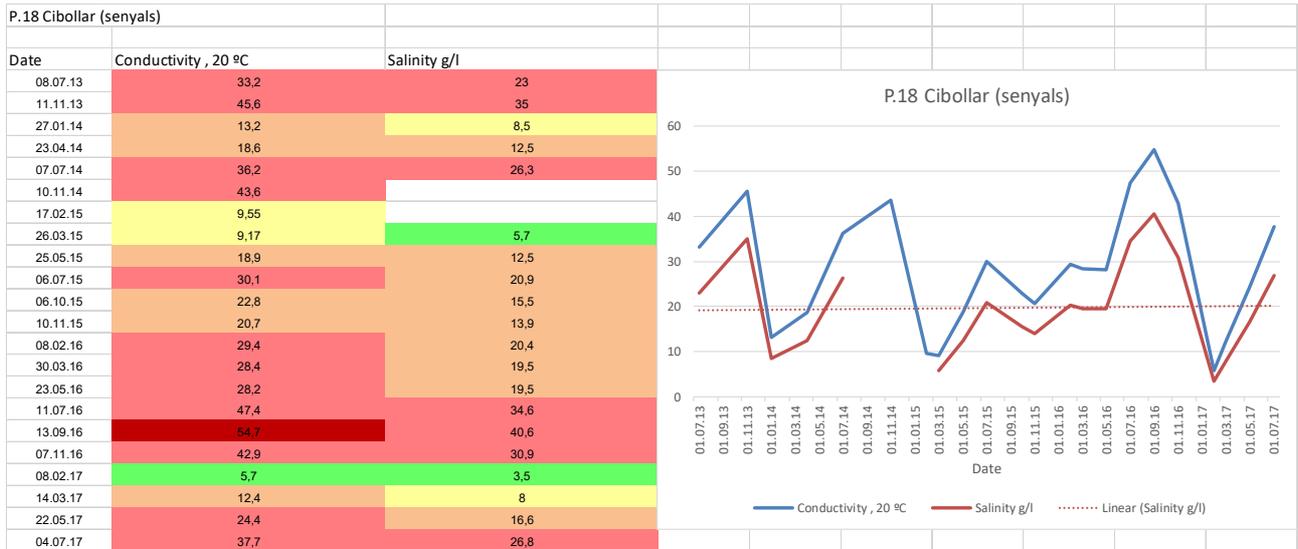


Abbildung 42, Messpunkt 18

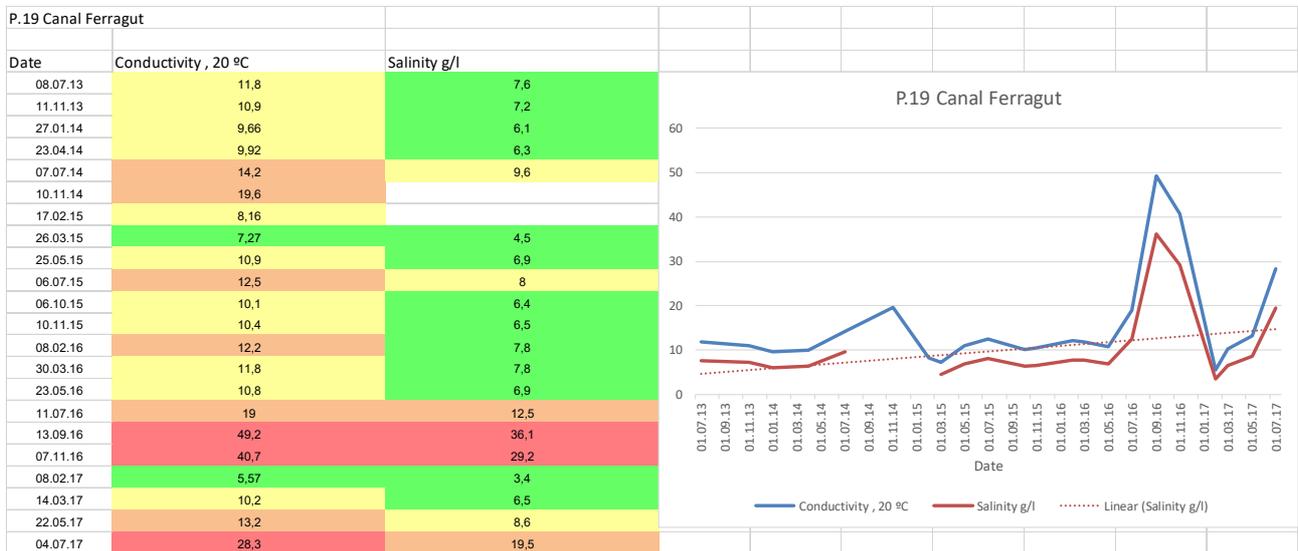


Abbildung 43, Messpunkt 19

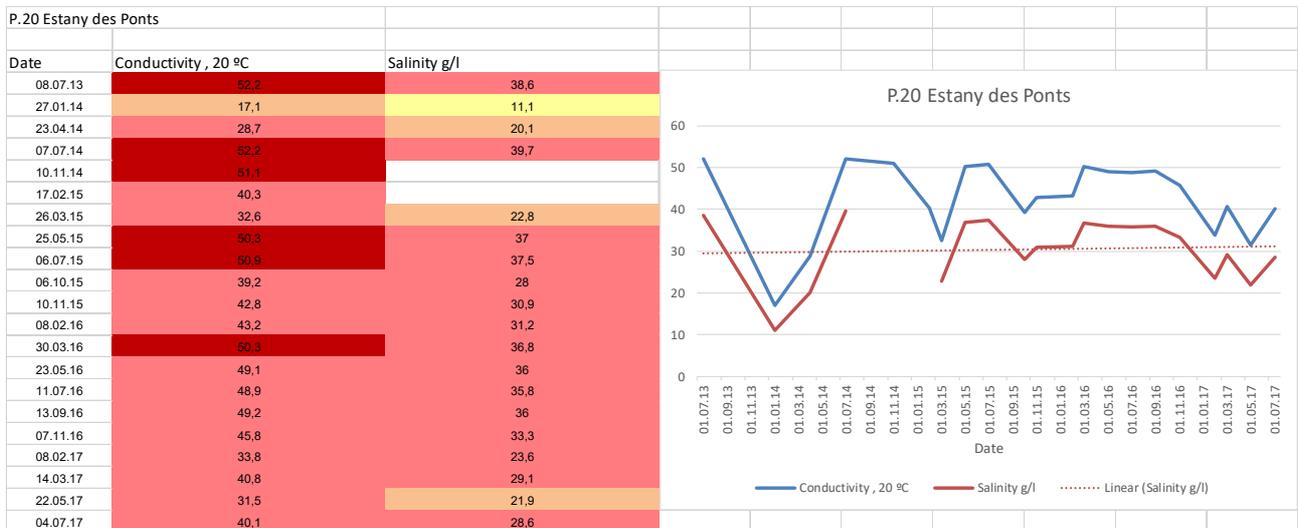


Abbildung 44, Messpunkt 20

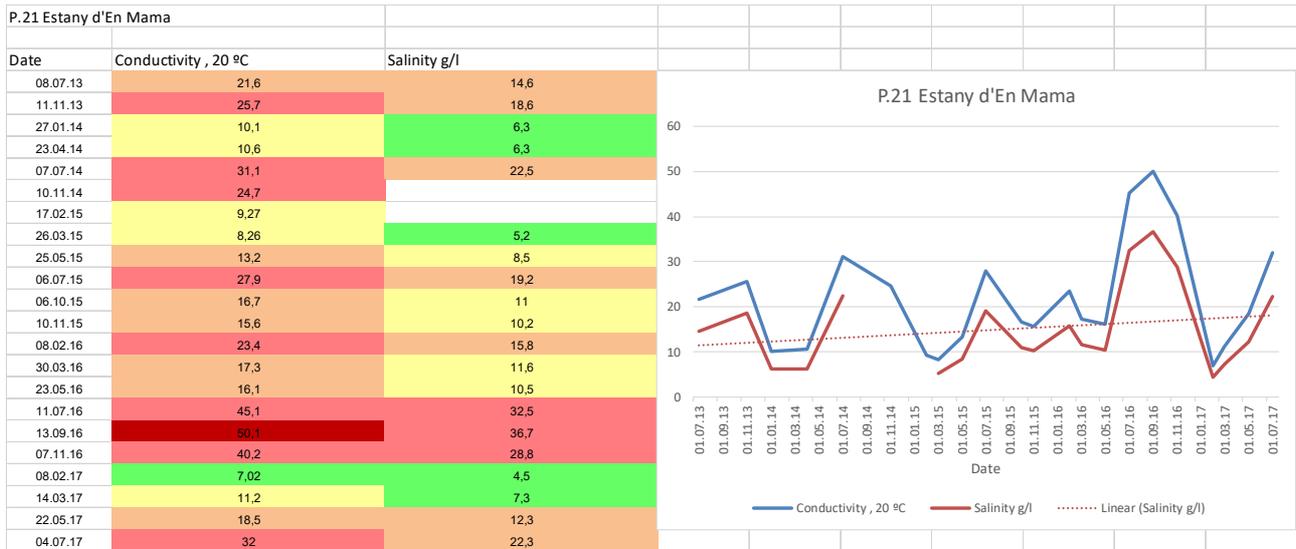


Abbildung 45, Messpunkt 21

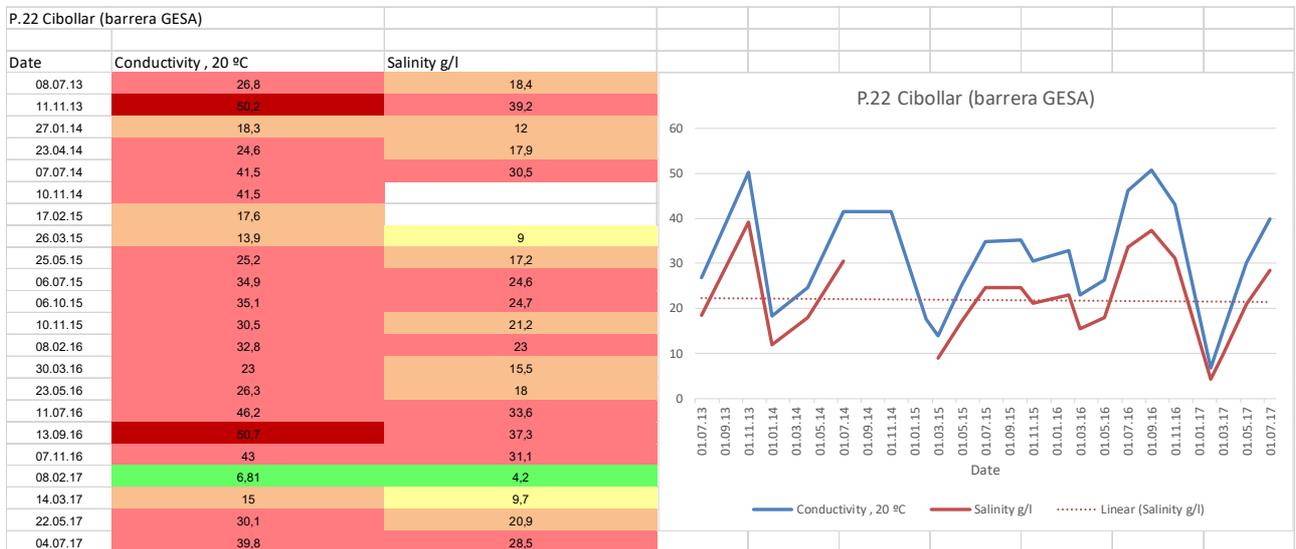


Abbildung 46, Messpunkt 22

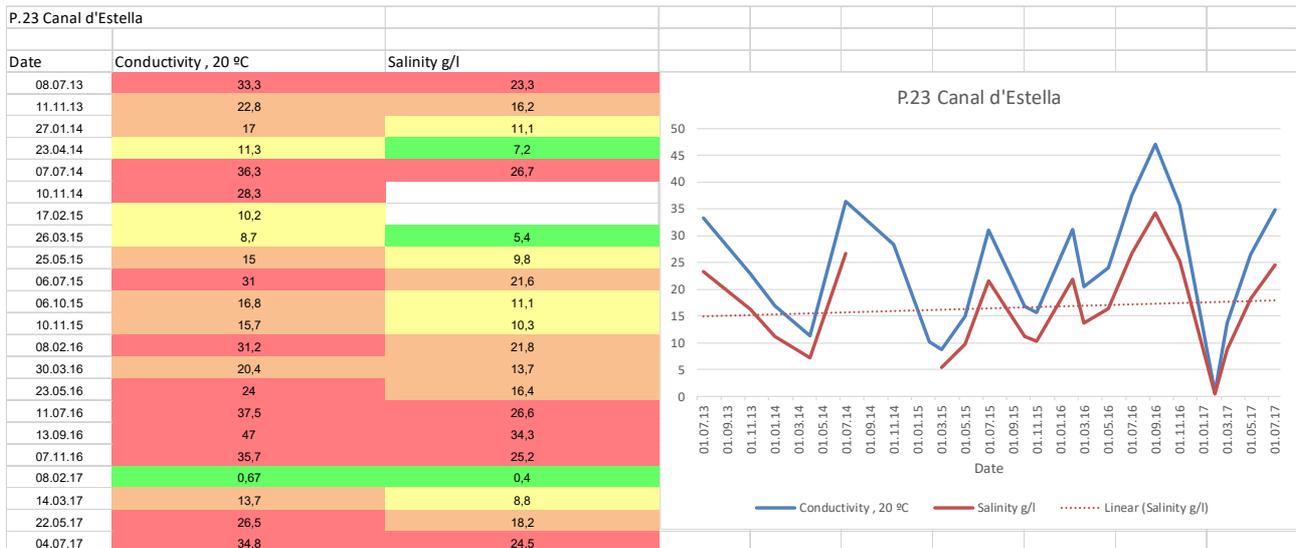


Abbildung 47, Messpunkt 23

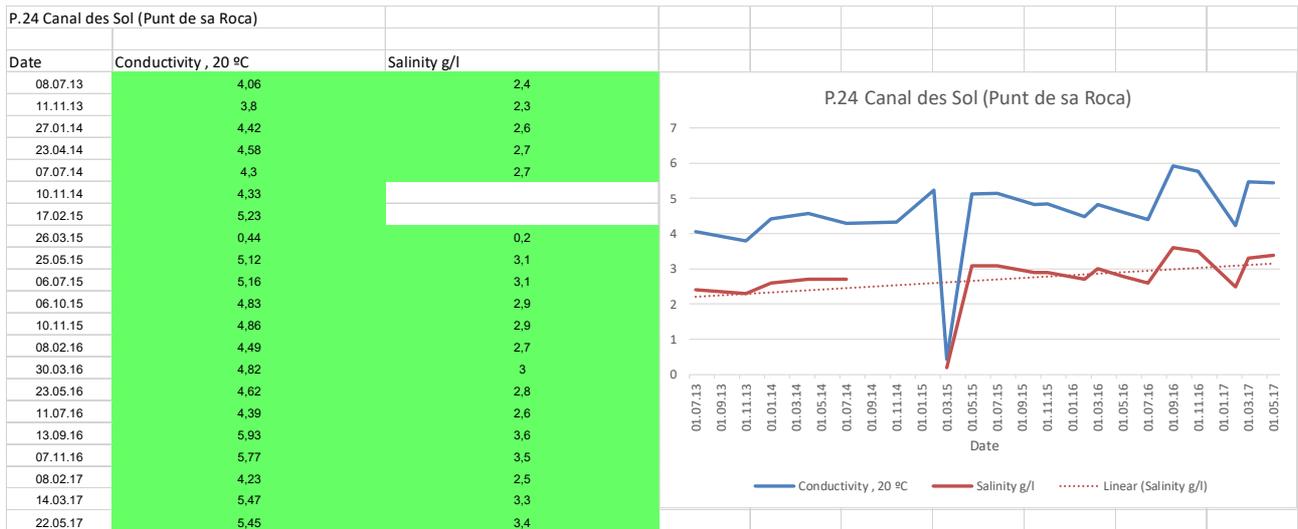


Abbildung 48, Messpunkt 24

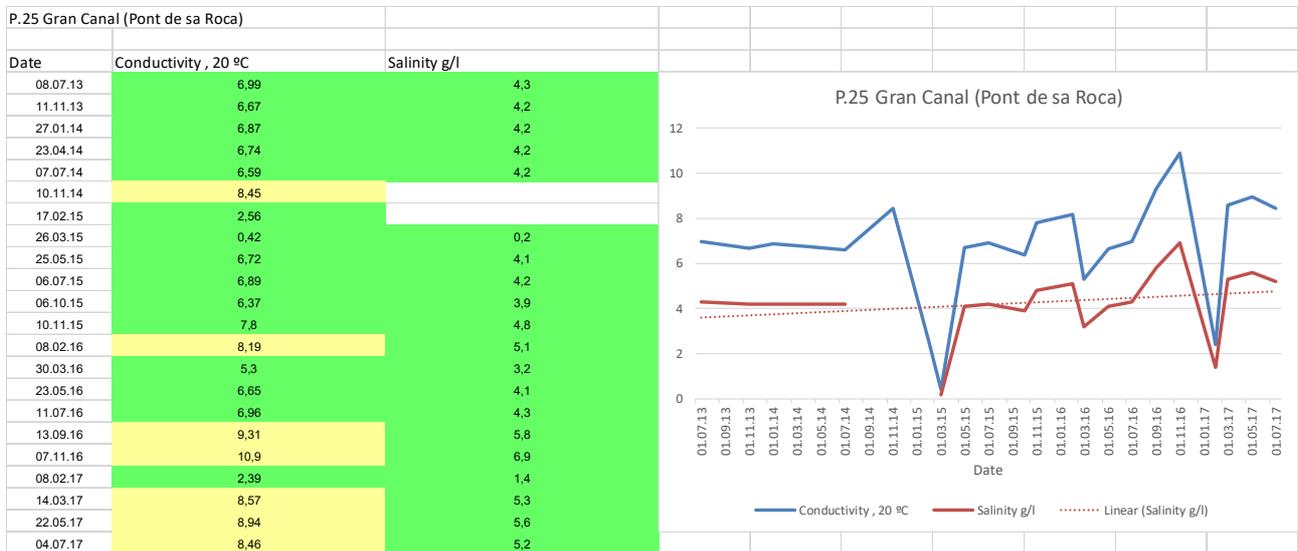


Abbildung 49, Messpunkt 25

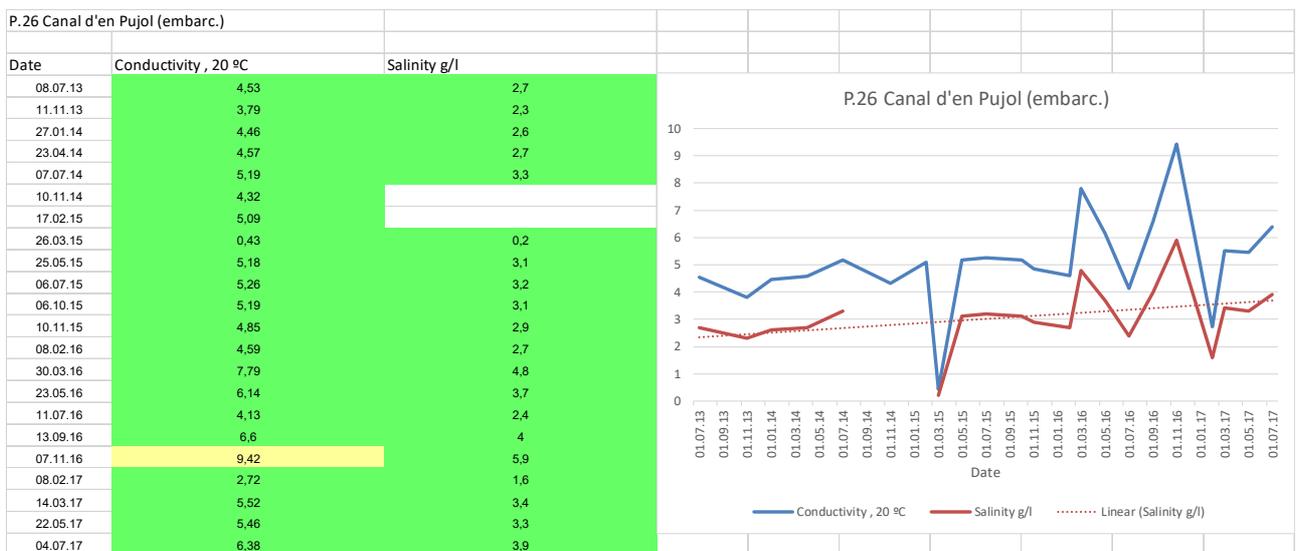


Abbildung 50, Messpunkt 26

A2. Salzkarten Albufera, Conductivity 20 °C in [mS/cm]

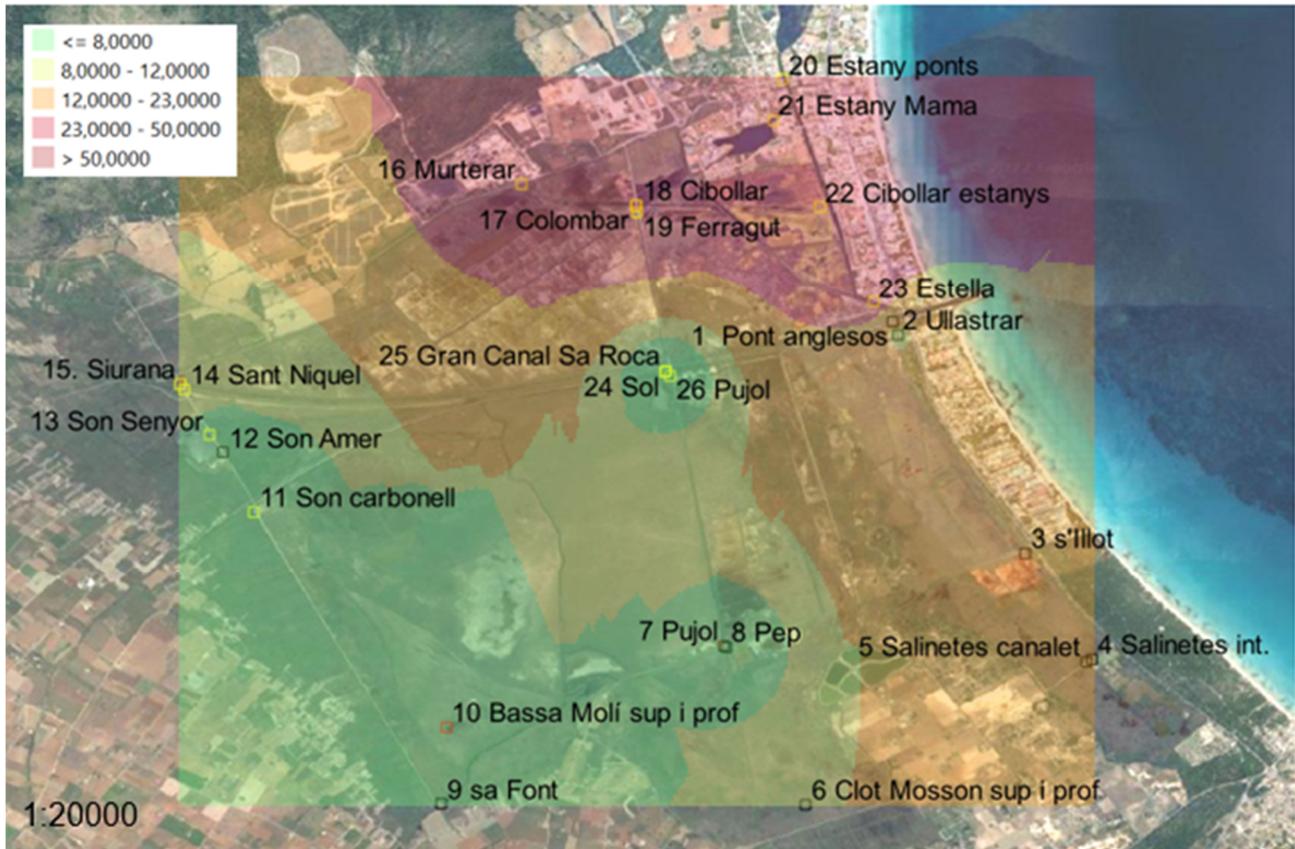


Abbildung 51, 2013, Conductivity in [mS/cm]

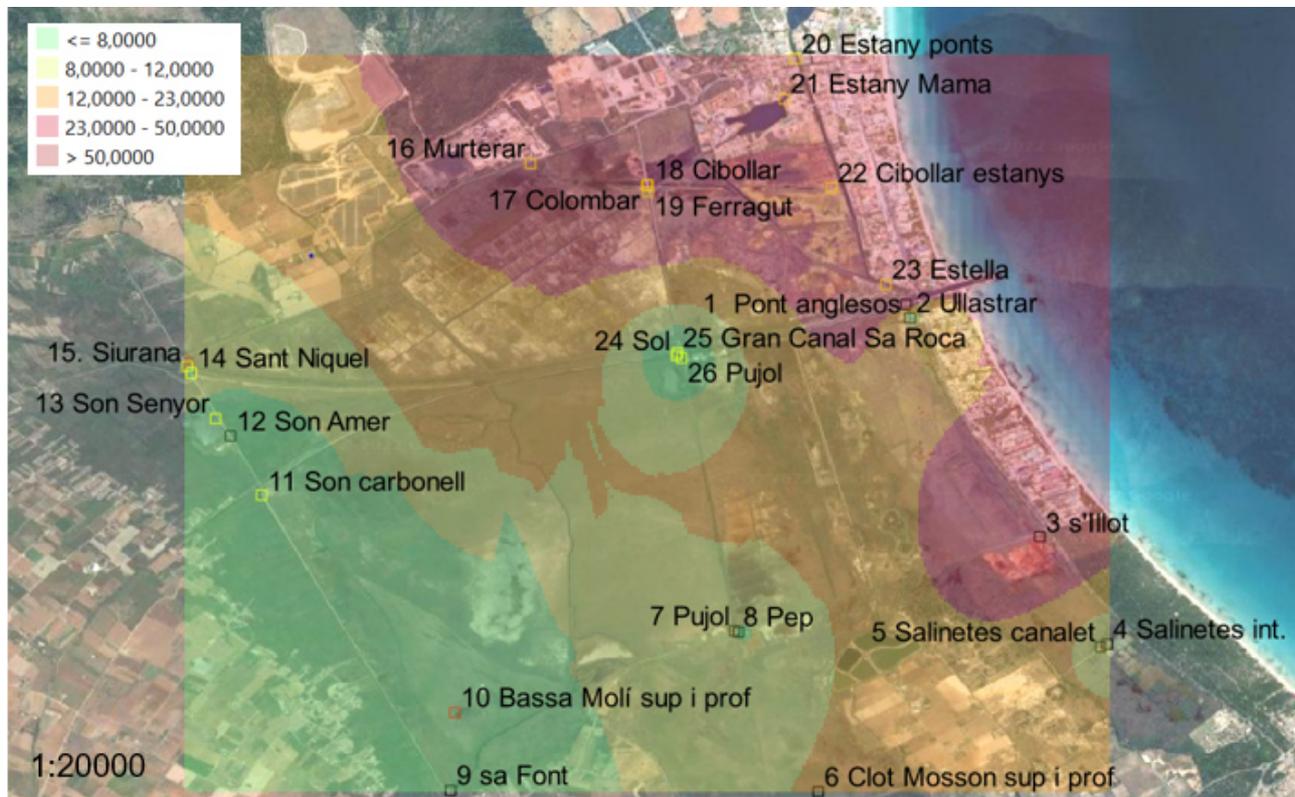


Abbildung 52, 2014, Conductivity in [mS/cm]

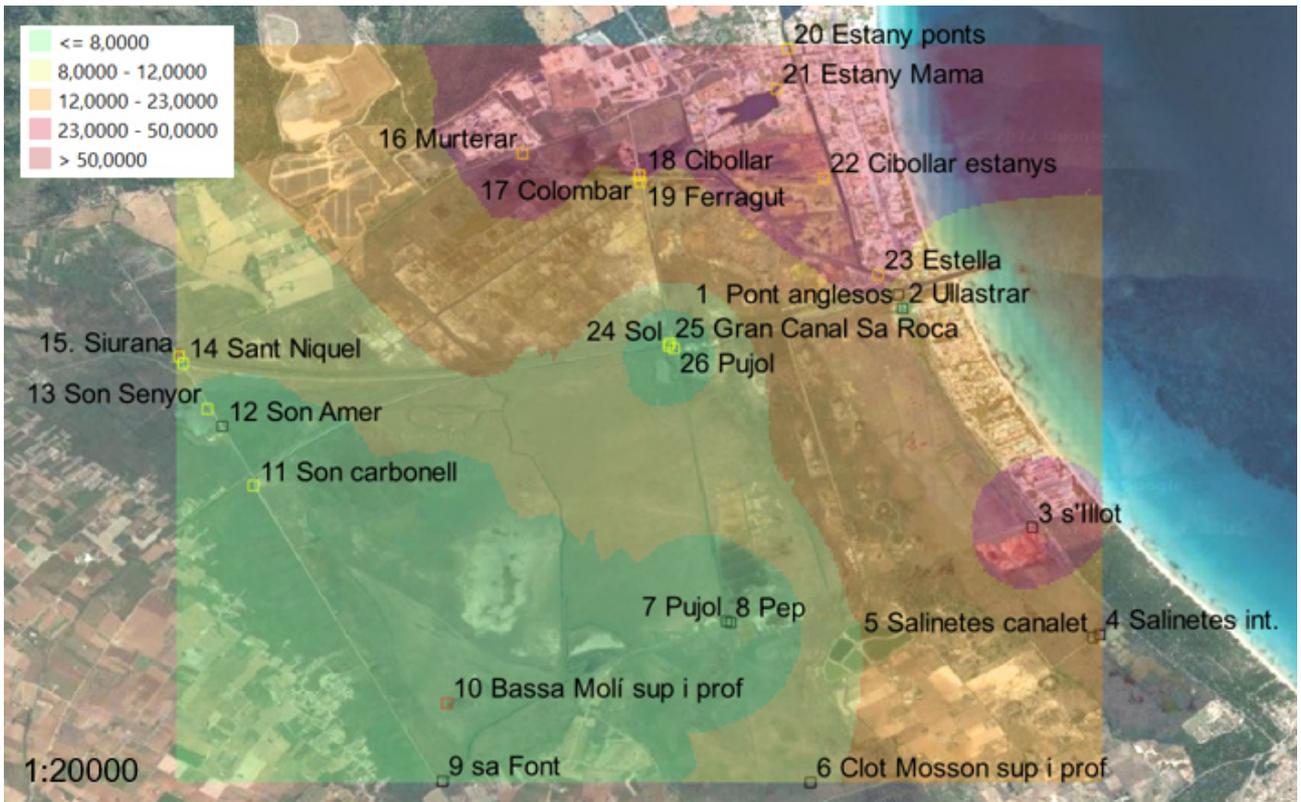


Abbildung 53, 2015, Conductivity in [mS/cm]

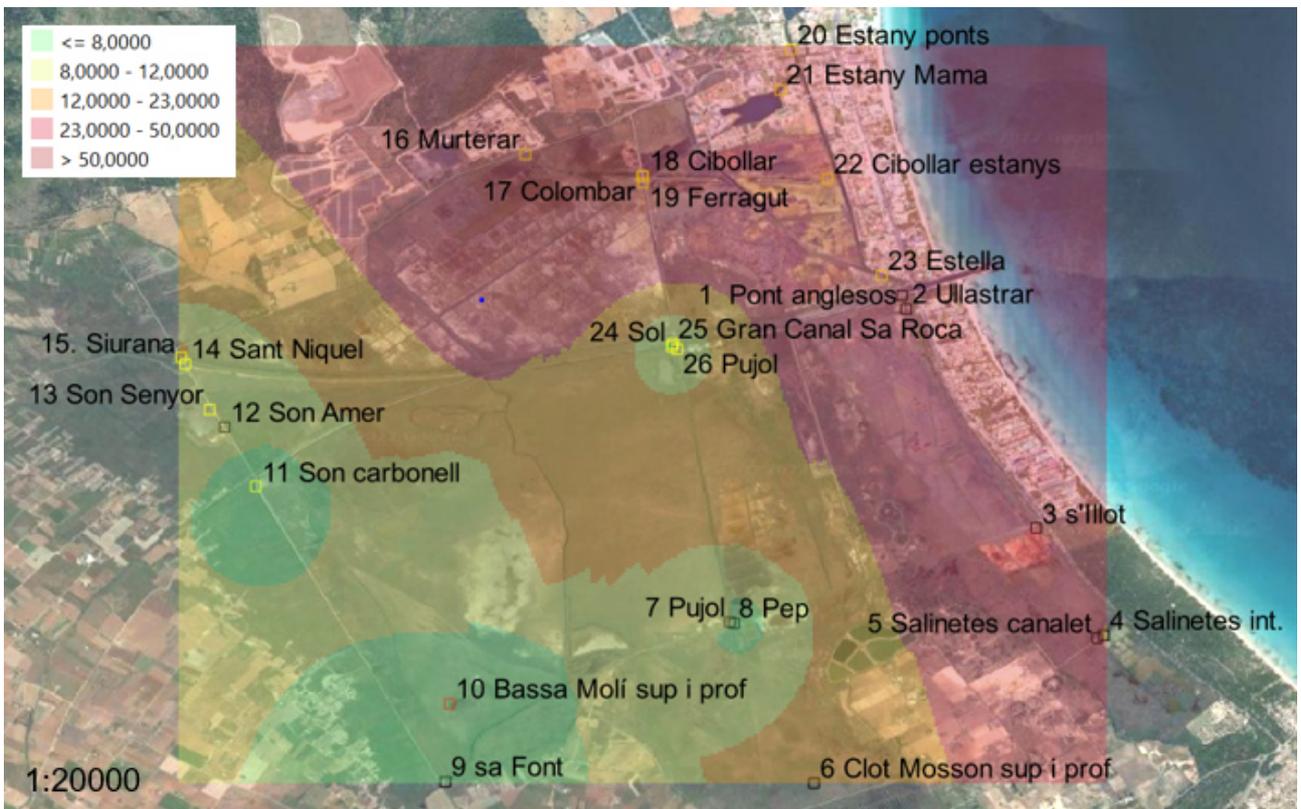


Abbildung 54, 2016, Conductivity in [mS/cm]

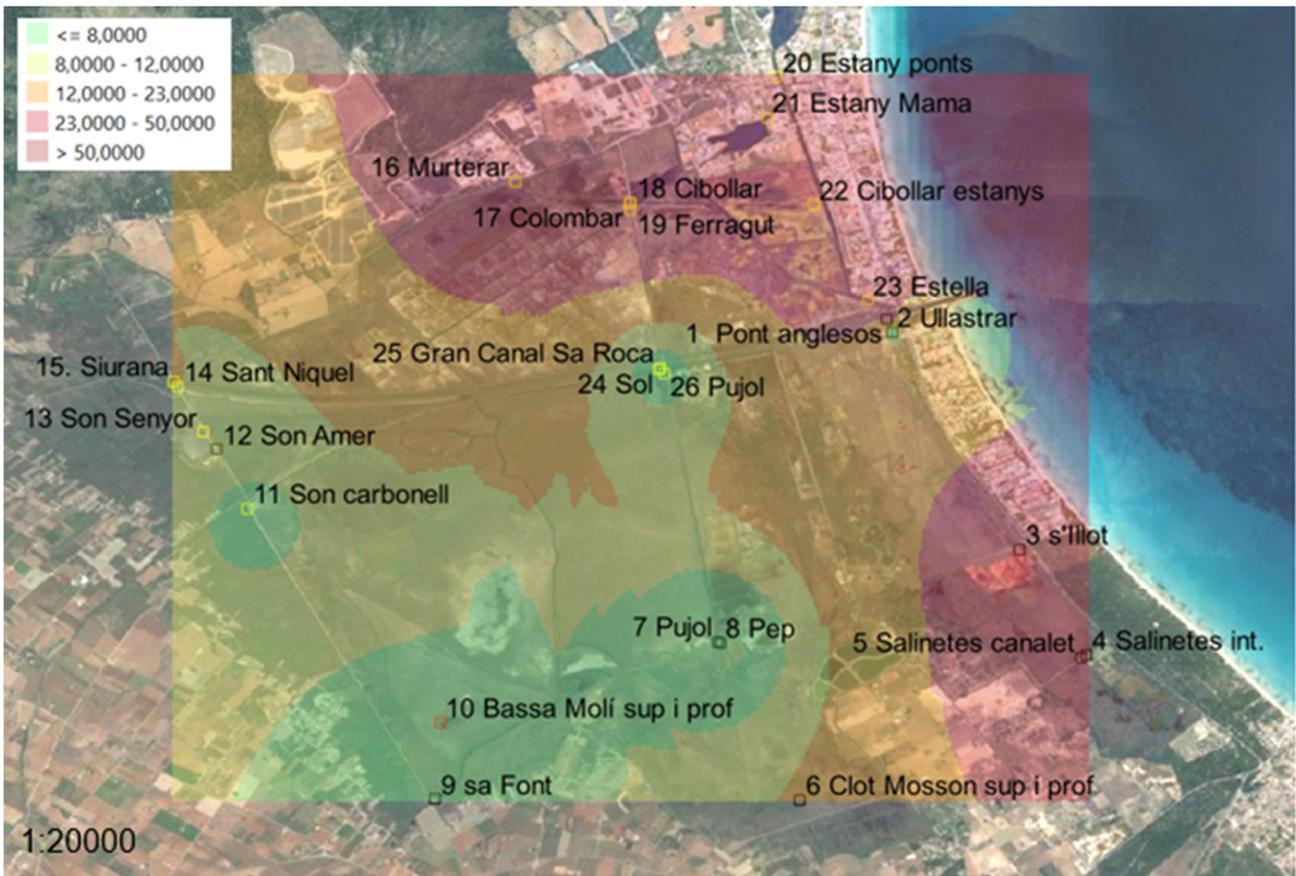


Abbildung 55, 2017, Conductivity in [mS/cm]

A3 Umrechnung Salzgehalt g/l auf Leitfähigkeit bei 20 °C und Salztoleranz relevanter Pflanzen

Tabelle 7, Umrechnung Salzgehalt g/l auf Leitfähigkeit 20 °C

LF mS cm ⁻¹	S PSU								
0,6	0	5,1	3,0	9,6	6,1	14,1	9,2	18,6	12,35
0,7	0,05	5,2	3,1	9,7	6,2	14,2	9,25	18,7	12,4
0,8	0,1	5,3	3,2	9,8	6,25	14,3	9,3	18,8	12,45
0,9	0,2	5,4	3,25	9,9	6,3	14,4	9,4	18,9	12,5
1,0	0,25	5,5	3,3	10,0	6,4	14,5	9,5	19,0	12,6
1,1	0,3	5,6	3,4	10,1	6,45	14,6	9,55	19,1	12,7
1,2	0,4	5,7	3,45	10,2	6,5	14,7	9,6	19,2	12,75
1,3	0,45	5,8	3,5	10,3	6,6	14,8	9,7	19,3	12,8
1,4	0,5	5,9	3,6	10,4	6,7	14,9	9,75	19,4	12,9
1,5	0,6	6,0	3,65	10,5	6,7	15,0	9,8	19,5	12,95
1,6	0,6	6,1	3,7	10,6	6,8	15,1	9,9	19,6	13,0
1,7	0,7	6,2	3,8	10,7	6,9	15,2	9,95	19,7	13,1
1,8	0,8	6,3	3,85	10,8	6,95	15,3	10,0	19,8	13,15
1,9	0,85	6,4	3,9	10,9	7,0	15,4	10,1	19,9	13,2
2,0	0,9	6,5	4,0	11,0	7,1	15,5	10,2	20,0	13,3
2,1	1,0	6,6	4,05	11,1	7,15	15,6	10,3	20,1	13,35
2,2	1,1	6,7	4,1	11,2	7,2	15,7	10,35	20,2	13,4
2,3	1,1	6,8	4,2	11,3	7,3	15,8	10,35	20,3	13,5
2,4	1,2	6,9	4,25	11,4	7,35	15,9	10,4	20,4	13,6
2,5	1,3	7,0	4,3	11,5	7,4	16,0	10,5	20,5	13,65
2,6	1,3	7,1	4,4	11,6	7,5	16,1	10,6	20,6	13,7
2,7	1,4	7,2	4,45	11,7	7,55	16,2	10,65	20,7	13,8
2,8	1,45	7,3	4,5	11,8	7,6	16,3	10,75	20,8	13,9
2,9	1,5	7,4	4,6	11,9	7,7	16,4	10,8	20,9	13,95
3,0	1,6	7,5	4,7	12,0	7,8	16,5	10,9	21,0	14,0
3,1	1,6	7,6	4,7	12,1	7,8	16,6	10,95	21,1	14,05
3,2	1,7	7,7	4,8	12,2	7,9	16,7	11,0	21,2	14,1
3,3	1,8	7,8	4,9	12,3	7,95	16,8	11,1	21,3	14,2
3,4	1,85	7,9	4,95	12,4	8,0	16,9	11,15	21,4	14,3
3,5	1,95	8,0	5,0	12,5	8,1	17,0	11,2	21,5	14,35
3,6	2,0	8,1	5,1	12,6	8,15	17,1	11,3	21,6	14,4
3,7	2,1	8,2	5,15	12,7	8,2	17,2	11,35	21,7	14,5
3,8	2,15	8,3	5,2	12,8	8,3	17,3	11,4	21,8	14,55
3,9	2,2	8,4	5,3	12,9	8,4	17,4	11,5	21,9	14,6
4,0	2,3	8,5	5,35	13,0	8,45	17,5	11,6	22,0	14,7
4,1	2,35	8,6	5,4	13,1	8,5	17,6	11,6	22,1	14,75
4,2	2,4	8,7	5,5	13,2	8,6	17,7	11,7	22,2	14,8
4,3	2,5	8,8	5,6	13,3	8,65	17,8	11,8	22,3	14,9
4,4	2,55	8,9	5,65	13,4	8,7	17,9	11,9	22,4	14,95
4,5	2,6	9,0	5,7	13,5	8,8	18,0	12,0	22,5	15,0
4,6	2,7	9,1	5,8	13,6	8,85	18,1	12,1	22,6	15,1
4,7	2,75	9,2	5,85	13,7	8,9	18,2	12,15	22,7	15,2
4,8	2,8	9,3	5,9	13,8	9,0	18,3	12,2	22,8	15,25
4,9	2,9	9,4	6,0	13,9	9,05	18,4	12,2	22,9	15,3
5,0	3,0	9,5	6,1	14,0	9,1	18,5	12,3	23,0	15,4

Tabelle 6, Salztoleranz relevanter Pflanzen

Plant species	Vegetation type	Optimal salinity water (g/l)	Optimal salinity soil (ds/m)
<i>Phragmites australis</i>	Reed	From 0 to 2	
<i>Puccinellia palustris</i>	Reed	From 4 to 16	
<i>Spartina maritima</i>	Reed	From 4 to 16	
<i>Bolboschoenus maritimum</i>	Reed	From 0.1 to 9	
<i>Spartina Juncea</i>	Reed	From 4 to 16	
<i>Carex elata</i>	Reed	1	
<i>Carex riparia</i>	Reed	1	
<i>Carex otrubae</i>	Reed	1	
<i>Iris pseudoacorus</i>	Reed	From 2 to 10	
<i>Lythrum salicaria</i>	Salt tolerant plant		From 1.5 to 2
<i>Limonium stocksii</i>	Salt tolerant plant	From 0 to 15	From 2 to 15
<i>Salicornia veneta</i>	Salt tolerant plant		>15
<i>Cakile maritima</i>	Salt tolerant plant	From 0 to 8	
<i>Limonium serotinum</i>	Salt tolerant plant		From 2 to 25
<i>Aster Tripolium</i>	Salt tolerant plant	From 0 to 21	
<i>Elymus athericus</i>	Salt tolerant plant	From 0 to 24	
<i>Agropyron junceum</i>	Salt tolerant plant	From 0 to 8	
<i>Phyllirea angustifolia</i>	Shrub	From 0 to 3.5	
<i>Juniperus communis</i>	Shrub		From 0 to 6
<i>Asparagus acutifolius</i>	Shrub		From 0 to 4.1
<i>Ruscus aculeatus</i>	Shrub		From 0 to 6
<i>Crataegus monogyna</i>	Shrub		From 0 to 6
<i>Amorpha fruticosa</i>	Shrub		From 0 to 8
<i>Tamarix gallica</i>	Shrub	From 2 to 23	From 1 to 6
<i>Ammophila littoralis</i>	Grass		From 1.5 to 2
<i>Leucojum aestivum</i>	Grass		From 0 to 1.5
<i>Quercus ilex</i>	Tree	From 0 to 3	
<i>Quercus robur</i>	Tree	From 0 to 3	
<i>Carpinus orientalis</i>	Tree	From 0 to 3	
<i>Carpinus betulus</i>	Tree	From 0 to 1.5	
<i>Ligustrum vulgare</i>	Tree		From 0 to 3
<i>Salix alba</i>	Tree		From 0 to 8
<i>Populus alba</i>	Tree		From 0 to 8
<i>Ulmus minor</i>	Tree		From 0 to 8
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Tree		From 0 to 8
<i>Pinus pinea</i>	Tree		From 0 to 12
<i>Lemna spp.</i>	Water plant	From 0 to 1	
<i>Salvinia natans</i>	Water plant	From 0 to 5	
<i>Trapa natans</i>	Water plant	From 0 to 1	

A3. Rohdaten

Tabelle 8, Rohdaten Albufera

LlocMostra	Data Presa	Amoni	Cadmi	Carboni Orgànic no purgable (NPOC)	Clorurs	Coliformes fecals	Conductivitat, a 20 °C	Courea	Crom	Ferro	Fosfats	Fòsfor Total	Mercuri	Nitrats	Nitrits	pH	Plom	Salinitat	Terbolesa	Zinc
1.Pont dels Anglesos	08.02.17	0,25		NR	1376		4,60			< 0,40	< 0,10			24,9	0,20	7,95		2,8	8,74	
1.Pont dels Anglesos	14.03.17	0,12	< 2,00	4,9	2025		6,23	< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	32,0	< 0,10	7,75	< 10,0	3,8	38,4	< 10,0
1.Pont dels Anglesos	22.05.17	0,37		< 6,0	10152		25,9			< 0,40	< 0,10			16,8	< 0,10	7,89		17,8	13,3	
1.Pont dels Anglesos	04.07.17	< 0,20		< 3,0	3433		9,84			< 0,40	< 0,10			26,0	0,12	7,97		6,2	11,3	
11. Siquia dels Pujols/Son Carbonell	08.02.17	0,10		NR	1420	6300	4,67			< 0,40	< 0,10			27,3	< 0,10	7,62		2,8	4,24	
11. Siquia dels Pujols/Son Carbonell	14.03.17	0,10	< 2,00	< 3,0	1815	150	5,58	< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	35,0	< 0,10	7,78	< 10,0	3,4	1,67	< 10,0
11. Siquia dels Pujols/Son Carbonell	22.05.17	0,15		4,0	1844		5,81			< 0,40	< 0,10			24,6	< 0,10	7,60		3,5	2,57	
11. Siquia dels Pujols/Son Carbonell	04.07.17	< 0,20		< 3,0	1686	NR	5,42			< 0,40	< 0,10			26,4	< 0,10	7,55		3,3	1,70	
12. Siquia de Son Amer	08.02.17	0,15		NR	1378	4700	4,65			< 0,40	< 0,10			25,2	< 0,10	7,71		2,8	2,92	
12. Siquia de Son Amer	14.03.17	< 0,10	< 2,00	< 3,0	3048	220	8,92	< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	55,5	< 0,10	7,61	< 10,0	5,6	0,80	< 10,0

12. Síquia de Son Amer	04.07.17	< 0,40		< 3,0	4024	NR	11,4			< 0,40	< 0,10			19,0	< 0,10	7,63		7,3	1,46	
13. Síquia de Son Senyor	08.02.17	< 0,10		NR	2128	< 1000	6,29			< 0,40	< 0,10			75,9	0,11	7,53		3,8	1,74	
13. Síquia de Son Senyor	14.03.17	< 0,10	< 2,00	< 3,0	2957	80	8,76	< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	74,5	0,10	7,48	< 10,0	5,5	1,43	< 10,0
13. Síquia de Son Senyor	22.05.17	0,14		< 3,0	3844		10,9			< 0,40	< 0,10			70,8	< 0,10	7,35		6,9	0,77	
13. Síquia de Son Senyor	04.07.17	< 0,40		< 3,0	3687	NR	10,6			< 0,40	< 0,10			57,5	0,11	7,39		6,7	0,62	
14. Torrent de Sant Miquel	08.02.17	1,38		NR	105	7000	0,78			< 0,40	0,12			19,5	0,73	7,97		0,4	7,85	
14. Torrent de Sant Miquel	14.03.17	0,94	< 2,00	5,0	929	140	3,48	< 10,0	< 2,00	2,00	0,96	< 0,20	< 2,00	43,1	3,03	7,85	< 10,0	2,1	11,3	16,8
14. Torrent de Sant Miquel	22.05.17	2,14		7,5	2098		6,66			7,86	2,77			31,5	2,80	7,89		4,1	9,06	
14. Torrent de Sant Miquel	04.07.17	3,75		8,1	2487	NR	7,58			4,82	2,33			30,5	2,10	7,96		4,7	4,72	
15. Sa Siurana	08.02.17	0,15		NR	2303	< 1000	6,98			< 0,40	< 0,10			36,6	0,17	7,56		4,3	8,82	
15. Sa Siurana	14.03.17	0,12	< 2,00	< 3,0	3196	50	9,41	< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	43,0	0,16	7,46	< 10,0	5,9	1,47	< 10,0
15. Sa Siurana	22.05.17	0,16		4,7	4655		13,3			< 0,40	< 0,10			22,5	0,14	7,41		8,6	2,25	

15. Sa Siurana	04.07.17	< 0,20		3,9	5656	NR	15,3			< 0,40	< 0,10			25,5	0,12	7,42		10,0	1,94	
16. Es Murterar	08.02.17	< 0,10		NR	702		2,44			< 0,40	0,12			< 5,00	< 0,10	7,73		1,4	31,0	
16. Es Murterar	14.03.17	0,12	< 2,00	14,7	5040	270	14,1	< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	< 2,0	< 0,10	7,59	< 10,0	9,1	4,31	< 10,0
16. Es Murterar	22.05.17	< 0,20		31,1	10161		25,8			< 0,40	4,29			< 2,0	< 0,10	7,52		17,6	52,8	
16. Es Murterar	04.07.17	1,09		29,7	18053		42,6			< 0,40	2,20			< 2,0	< 0,10	7,52		30,7	231	
17. Es Colombar petit	08.02.17	0,27		NR	2482		7,16			< 0,40	< 0,10			2,1	< 0,10	8,18		4,4	7,28	
17. Es Colombar petit	14.03.17	0,10	< 2,00	10,7	4464		12,5	< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	< 2,0	< 0,10	8,03	< 10,0	8,1	3,91	< 10,0
17. Es Colombar petit	22.05.17	0,15		25,2	8561		22,9			< 0,40	< 0,10			< 2,0	< 0,10	9,12		15,3	3,38	
17. Es Colombar petit	04.07.17	< 0,40		25,8	10891		27,8			< 0,40	< 0,10			< 2,0	< 0,10	8,00		19,2	3,70	
18. Cibollar (Senyals)	08.02.17	0,37		NR	1905		5,70			< 0,40	< 0,10			4,6	0,15	8,00		3,5	2,25	
18. Cibollar (Senyals)	14.03.17	0,16	< 2,00	12,8	4480		12,4	< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	< 2,0	< 0,10	8,06	< 10,0	8,0	2,29	< 10,0
18. Cibollar (Senyals)	22.05.17	< 0,20		25,9	9231		24,4			< 0,40	< 0,10			< 2,0	< 0,10	8,35		16,6	2,03	
18. Cibollar (Senyals)	04.07.17	< 0,40		31,6	15518		37,7			< 0,40	< 0,10			< 2,0	< 0,10	7,83		26,8	13,0	
19. Canal Ferragut	08.02.17	0,35		NR	1822		5,57			< 0,40	< 0,10			3,1	0,15	7,94		3,4	3,67	
19. Canal Ferragut	14.03.17	0,25	< 2,00	5,9	3518		10,2	< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	22,5	0,14	7,71	< 10,0	6,5	2,27	< 10,0

19. Canal Ferragut	22.05.17	0,15		6,8	4657					< 0,40	< 0,10			13,0	0,19	7,77		8,6	4,92	
19. Canal Ferragut	04.07.17	0,43		13,5	11378					< 0,40	< 0,10			< 2,0	< 0,10	7,71		19,5	2,50	
2. Canal de s'Ullastrar	08.02.17	< 0,10		NR	832					< 0,40	< 0,10			7,8	< 0,10	7,66		1,7	24,0	
2. Canal de s'Ullastrar	14.03.17	0,12	< 2,00	8,6	1661			< 10,0	< 2,00	< 0,40	0,12	< 0,20	< 2,00	20,4	< 0,10	7,72	< 10,0	3,2	42,8	< 10,0
2. Canal de s'Ullastrar	22.05.17	< 0,10		235	1396					< 0,40	< 0,10			35,0	0,14	7,78		2,8	8,15	
2. Canal de s'Ullastrar	04.07.17	< 0,20		< 3,0	2131					< 0,40	< 0,10			< 10,0	0,14	7,89		4,1	19,7	
20. Estany des Ponts	08.02.17	0,32		NR	13615					< 0,40	< 0,10			2,8	< 0,10	7,98		23,6	3,98	
20. Estany des Ponts	14.03.17	< 0,10	< 2,00	< 6,0	16634			< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	3,6	< 0,10	8,05	< 10,0	29,1	1,83	< 10,0
20. Estany des Ponts	22.05.17	< 0,20		11,1	12062					< 0,40	< 0,10			< 2,0	< 0,10	8,32		21,9	3,47	
20. Estany des Ponts	04.07.17	< 0,40		8,5	16585					< 0,40	< 0,10			< 2,0	< 0,10	8,26		28,6	1,69	
21. Estany d'en Mama	08.02.17	0,30		NR	2317					< 0,40	< 0,10			4,4	0,15	8,07		4,5	3,84	
21. Estany d'en Mama	14.03.17	0,22	< 2,00	6,8	3800			< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	16,2	0,13	7,95	< 10,0	7,3	1,35	< 10,0
21. Estany d'en Mama	22.05.17	0,10		10,8	6730					< 0,40	< 0,10			< 2,0	< 0,10	8,24		12,3	4,43	
21. Estany d'en Mama	04.07.17	< 0,40		10,4	12628					< 0,40	< 0,10			< 2,0	< 0,10	8,09		22,3	2,13	
22. Cibollar (Barra Gesa)	08.02.17	0,38		NR	2255					< 0,40	< 0,10			8,6	0,24	7,85		4,2	23,4	
22. Cibollar (Barra Gesa)	14.03.17	0,58	< 2,00	9,6	5442			< 10,0	< 2,00	< 0,40	0,37	< 0,20	< 2,00	11,0	0,14	8,18	< 10,0	9,7	64,2	< 10,0
22. Cibollar (Barra Gesa)	22.05.17	< 0,20		19,9	11682					< 0,40	0,45			< 2,0	< 0,10	8,38		20,9	66,4	

22. Cibollar (Barrera Gesa)	04.07.17	0,51		16,1	16589	39,8			< 0,40	< 0,10			< 2,0	< 0,10	7,97		28,5	1,79	
23. Canal d'Estella	08.02.17	< 0,10		NR	192	0,67			< 0,40	< 0,10			< 5,00	< 0,10	8,01		0,4	10,8	
23. Canal d'Estella	14.03.17	0,22	< 2,00	6,8	5092	13,7	< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	12,4	0,18	7,99	< 10,0	8,8	1,98	< 10,0
23. Canal d'Estella	22.05.17	0,20		10,4	9986	26,5			< 0,40	< 0,10			9,4	< 0,10	8,05		18,2	3,45	
23. Canal d'Estella	04.07.17	< 0,40		7,4	14125	34,8			< 0,40	< 0,10			< 2,0	< 0,10	8,17		24,5	1,66	
24. Canal des Sol	08.02.17	< 0,10		NR	1274	4,23			< 0,40	< 0,10			18,0	< 0,10	7,64		2,5	10,8	
24. Canal des Sol	14.03.17	0,11	< 2,00	4,0	1711	5,47	< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	34,0	0,13	7,71	< 10,0	3,3	10,1	< 10,0
24. Canal des Sol	22.05.17	< 0,10		8,2	1695	5,45			< 0,40	< 0,10			25,6	< 0,10	7,68		3,4	19,5	
25. Gran Canal (Pont Sa Roca)	08.02.17	0,47		NR	665	2,39			< 0,40	0,28			22,2	0,32	7,85		1,4	62,2	
25. Gran Canal (Pont Sa Roca)	14.03.17	< 0,10	< 2,00	3,0	2961	8,57	< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	48,5	0,25	7,87	< 10,0	5,3	17,6	< 10,0
25. Gran Canal (Pont Sa Roca)	22.05.17	< 0,10		5,7	2988	8,94			< 0,40	< 0,10			36,0	0,11	7,83		5,6	17,0	
25. Gran Canal (Pont Sa Roca)	04.07.17	< 0,20		3,3	2844	8,46			< 0,40	0,16			26,0	0,11	7,83		5,2	46,7	
26. Canal d'EN Pujol (Embar.)	08.02.17	< 0,10		NR	792	2,72			< 0,40	< 0,10			5,3	< 0,10	7,46		1,6	15,4	

26. Canal d'EN Pujol (Embar.	14.03.17	< 0,10	< 2,00	3,7	1694		5,52	< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	92,0	0,11	7,70	< 10,0	3,4	8,82	< 10,0
26. Canal d'EN Pujol (Embar.	22.05.17	< 0,10		8,4	1659		5,46			< 0,40	< 0,10			25,2	0,10	7,73		3,3	18,2	
26. Canal d'EN Pujol (Embar.	04.07.17	< 0,20		6,0	2020		6,38			< 0,40	< 0,10			14,4	0,17	7,82		3,9	14,6	
3. Camí d'en Pep	14.03.17	< 0,10	< 2,00	30,3	1964		5,87	< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	< 2,0	< 0,10	8,24	< 10,0	3,6	1,68	< 10,0
3. Camí d'en Pep	22.05.17	< 0,10		53,8	4538		12,6			< 0,40	0,13			< 2,0	< 0,10	8,68		8,1	3,55	
3. Camí d'en Pep	04.07.17	1,14		102	11899		30,1			< 0,40	0,27			< 2,0	< 0,10	7,92		20,9	26,5	
4. Salinetes	08.02.17	0,61		NR	2969	< 500	8,54			1,48	0,58			< 2,00	< 0,10	8,07		5,3	10,1	
4. Salinetes	14.03.17	3,50	< 2,00	31,4	3044	< 50	9,08	< 10,0	< 2,00	3,74	2,02	< 0,20	< 2,00	< 2,0	< 0,10	7,77	< 10,0	5,7	6,30	11,0
4. Salinetes	22.05.17	0,22		63,9	5838		16,2			0,45	19,1			< 2,0	< 0,10	8,88		10,8	> 1000	
4. Salinetes	04.07.17	0,88		114	10507	NR	27,4			1,98	1,27			< 2,0	< 0,10	8,86		18,8	30,5	
5. Salinetes canalet	08.02.17	0,55		NR	2684	< 1000	7,96			1,47	0,59			< 2,00	< 0,10	7,60		5,0	4,65	
5. Salinetes canalet	14.03.17	1,86	< 2,00	30,1	3337	< 50	9,34	< 10,0	< 2,00	2,38	0,85	< 0,20	< 2,00	< 2,0	< 0,10	7,81	< 10,0	5,8	4,65	< 10,0
5. Salinetes canalet	22.05.17	1,36		53,0	6238		17,8			2,94	1,30			< 2,0	< 0,10	7,84		11,8	11,8	
5. Salinetes canalet	04.07.17	< 0,40		138	13684	NR	35,6			1,38	1,78			< 2,0	< 0,10	7,95		25,1	325	
7. Canal d'en Pujol	08.02.17	0,14		NR	910		3,07			0,47	0,14			8,4	< 0,10	7,66		1,8	2,60	
7. Canal d'en Pujol	14.03.17	0,14	< 2,00	23,3	1936		6,01	< 10,0	< 2,00	0,44	0,13	< 0,20	< 2,00	5,9	< 0,10	7,68	< 10,0	3,7	1,47	10,5
7. Canal d'en Pujol	22.05.17	0,10		14,8	2108		6,72			< 0,40	< 0,10			32,4	0,16	7,50		4,1	1,43	
7. Canal d'en Pujol	04.07.17	< 0,20		4,9	1379		4,79			< 0,40	< 0,10			38,2	0,18	7,72		2,9	2,30	

8. Canal d'en Pep	08.02.17	0,16		NR	902		3,04			0,50	0,15			7,6	< 0,10	7,58		1,8	1,96	
8. Canal d'en Pep	14.03.17	0,24	< 2,00	3,1	1320		4,26	< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	42,4	< 0,10	7,62	< 10,0	2,5	10,5	< 10,0
8. Canal d'en Pep	22.05.17	< 0,10		< 3,0	1271		4,31			< 0,40	0,16			49,2	< 0,10	7,61		2,6	18,4	
8. Canal d'en Pep	04.07.17	< 0,20		< 3,0	1239		4,25			< 0,40	< 0,10			42,0	< 0,10	7,57		2,5	8,24	
9. Pont sa Font	08.02.17	0,27		NR	1177		3,05			< 0,40	< 0,10			36,4	< 0,10	7,40		1,8	1,86	
9. Pont sa Font	14.03.17	< 0,10	< 2,00	< 3,0	976	90	3,29	< 10,0	< 2,00	< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,00	40,9	< 0,10	7,46	< 10,0	1,9	0,35	< 10,0
9. Pont sa Font	22.05.17	0,18		4,5	985		3,64			< 0,40	< 0,10			55,4	< 0,10	7,53		2,2	1,54	
9. Pont sa Font	04.07.17	< 0,20		< 3,0	903		3,28			< 0,40	< 0,10			44,3	< 0,10	7,37		1,9	0,47	
25. Gran Canal (Pont Sa Roca)	30.03.16	0,10		5,1	1659		5,30				< 0,40	< 0,10		36,6	< 0,10	7,81		3,2	6,23	
25. Gran Canal (Pont Sa Roca)	23.05.16	0,11	< 2,00	< 3,0	2192	NR	6,65	< 10,0			< 0,40	< 0,10	< 0,20	38,0	< 0,10	7,95	< 5,00	4,1	10,6	< 10,0
25. Gran Canal (Pont Sa Roca)	11.07.16	< 0,10		< 3,0	2416		6,96				< 0,40	0,12		30,0	0,15	8,08		4,3	36,5	
25. Gran Canal (Pont Sa Roca)	13.09.16	< 0,10		NR	2822		9,31				< 0,40	< 0,10		35,0	0,16	8,10		5,8	34,5	
25. Gran Canal (Pont Sa Roca)	07.11.16	< 0,10		< 3,0	3672		10,9				< 0,40	< 0,10		26,0	< 0,10	7,87		6,9	6,24	

26. Canal d'En Pujol (Embarc.)	08.02.16	< 0,10		< 3,0	1312		4,59						< 0,40	< 0,10		49,8	< 0,10	7,76		2,7	4,52	
26. Canal d'En Pujol (Embarc.)	30.03.16	0,12		< 3,0	2572		7,79						< 0,40	0,20		42,0	< 0,10	7,94		4,8	19,2	
26. Canal d'En Pujol (Embarc.)	23.05.16	< 0,10	2,34	15,2	2066	NR	6,14	< 10,0					< 0,40	< 0,10	< 0,20	11,2	< 0,10	7,59	< 5,00	3,7	5,59	11,5
26. Canal d'En Pujol (Embarc.)	11.07.16	< 0,10		< 3,0	1243		4,13						< 0,40	< 0,10		33,2	0,10	8,05		2,4	6,38	
26. Canal d'En Pujol (Embarc.)	13.09.16	< 0,10		NR	1918		6,60						< 0,40	< 0,10		42,0	0,14	7,86		4,0	2,94	
26. Canal d'En Pujol (Embarc.)	07.11.16	0,11		5,4	2965		9,42						< 0,40	< 0,10		27,5	0,22	7,79		5,9	5,90	
3. Camí d'en Pep (piscifactoria)	08.02.16	0,29		56,8	5814		16,0						< 0,40	< 0,10		< 2,0	< 0,10	8,31		10,5	8,95	
3. Camí d'en Pep (piscifactoria)	30.03.16	0,28		57,8	5908		16,5						< 0,40	0,12		< 2,0	< 0,10	8,22		10,8	5,90	
3. Camí d'en Pep (piscifactoria)	23.05.16	0,26	2,36	57,3	7269	NR	19,6	< 10,0					< 0,40	< 0,10	< 0,20	< 2,0	< 0,10	8,12	< 5,00	13,0	12,5	13,9
3. Camí d'en Pep (piscifactoria)	11.07.16	0,94		136	20656		47,9						0,46	0,27		< 2,0	< 0,10	8,04		34,8	45,3	
4. Salinetes (interior)	08.02.16	0,27		32,2	4020		12,1						2,07	2,01		< 2,0	< 0,10	8,91		7,8	60,5	
4. Salinetes (interior)	30.03.16	0,27		37,9	4418		13,2						2,12	2,11		< 2,0	< 0,10	8,82		8,5	67,6	

4. Salinetes (interior)	23.05.16	4,11	2,03	38,7	5013	NR	14,6	< 10,0				3,53	2,40	< 0,20	< 2,0	< 0,10	8,09	< 5,00	9,5	38,8	< 10,0
4. Salinetes (interior)	12.07.16	2,37		< 3,0	6326	110000	17,4					3,60	3,90		< 2,0	< 0,10	8,15		11,5	379	
4. Salinetes (interior)	13.09.16	8,35		NR	4348	6000	12,7					4,21	4,06		< 2,0	< 0,10	7,77		8,2	397	
4. Salinetes (interior)	07.11.16	11,2		46,3	5028	700	15,1					8,13	4,02		< 2,0	< 0,10	7,82		10,0	38,6	
5. Salinetes (canalet)	08.02.16	0,28		32,7	3968		12,2					1,89	1,19		< 2,0	< 0,10	7,93		7,8	24,0	
5. Salinetes (canalet)	30.03.16	0,29		41,3	4689		14,1					3,54	2,22		< 2,0	< 0,10	7,55		9,1	52,0	
5. Salinetes (canalet)	23.05.16	0,39	2,34	43,5	6462	NR	18,1	< 10,0				2,70	1,23	< 0,20	< 2,0	< 0,10	7,76	< 5,00	11,9	7,36	< 10,0
5. Salinetes (canalet)	12.07.16	3,55		13,1	9936	59000	25,5					5,64	> 35,0		< 2,0	< 0,10	7,33		17,4	> 1000	
5. Salinetes (canalet)	13.09.16	5,18		NR	15926	600	34,1					3,92	3,59		2,1	< 0,10	7,99		23,9	291	
5. Salinetes (canalet)	07.11.16	4,51		46,5	5641	3000	16,9					4,76	2,04		< 2,0	< 0,10	7,90		11,1	12,7	
7. Canal d'En Pujol	08.02.16	0,14		36,2	3056		9,62					< 0,40	< 0,10		9,3	< 0,10	7,65		6,1	2,28	
7. Canal d'En Pujol	30.03.16	0,17		35,6	2916		9,14					< 0,40	0,14		6,6	< 0,10	7,54		5,7	4,86	
7. Canal d'En Pujol	23.05.16	0,22	2,11	37,3	2960	NR	8,84	< 10,0				< 0,40	< 0,10	< 0,20	8,0	< 0,10	7,60	< 5,00	5,5	2,03	< 10,0
7. Canal d'En Pujol	11.07.16	< 0,10		3,5	1226		4,79					< 0,40	< 0,10		33,8	0,11	7,63		2,9	2,18	
7. Canal d'En Pujol	13.09.16	0,27		NR	3822		10,8					0,95	0,28		14,0	0,12	7,79		6,8	1,73	
7. Canal d'En Pujol	07.11.16	0,25		< 3,00	1017		3,72					< 0,40	< 0,10		33,0	< 0,10	7,99		2,3	2,84	
8. Canal d'En Pep	08.02.16	< 0,10		< 3,0	1168		4,04					< 0,40	< 0,10		31,8	< 0,10	7,70		2,4	4,22	
8. Canal d'En Pep	30.03.16	< 0,10		< 3,0	1179		4,31					< 0,40	0,10		36,0	< 0,10	7,65		2,5	3,33	
8. Canal d'En Pep	23.05.16	< 0,10	2,02	< 3,0	1068	NR	3,74	< 10,0				< 0,40	< 0,10	< 0,20	29,8	< 0,10	7,76	< 5,00	2,2	4,42	< 10,0

8. Canal d'En Pep	11.07.16	< 0,10		< 3,0	1192		4,06				< 0,40	< 0,10		43,8	< 0,10	7,65		2,4	11,5	
8. Canal d'En Pep	13.09.16	< 0,10		NR	1111		3,84				< 0,40	< 0,10		57,2	< 0,10	7,85		2,3	15,4	
8. Canal d'En Pep	07.11.16	0,15		< 3,00	996		3,56				< 0,40	< 0,10		35,4	< 0,10	7,65		2,1	2,15	
9. Pont Sa Font	08.02.16	< 0,10		< 3,0	573		2,40				< 0,40	< 0,10		47,6	< 0,10	7,49		1,4	1,09	
9. Pont Sa Font	30.03.16	< 0,10		< 3,0	620		2,54				< 0,40	< 0,10		51,7	< 0,10	7,41		1,4	0,38	
9. Pont Sa Font	23.05.16	< 0,10	< 2,00	< 3,0	639	NR	2,50	< 10,0			< 0,40	< 0,10	< 0,20	35,5	< 0,10	7,51	< 5,00	1,4	0,47	< 10,0
9. Pont Sa Font	11.07.16	< 0,10		< 3,0	570		2,31				< 0,40	< 0,10		47,1	< 0,10	7,41		1,3	0,96	
9. Pont Sa Font	13.09.16	< 0,10		NR	551		2,45				< 0,40	< 0,10		54,8	< 0,10	7,52		1,4	0,35	
9. Pont Sa Font	07.11.16	< 0,10		< 3,00	610		2,41				< 0,40	< 0,10		37,9	< 0,10	7,48		1,4	0,39	
2. Ullastrar	23.05.16	0,15		50,3	565	80	2,36		10	210	< 0,40	0,15		< 2,0	< 0,10	7,93		1,3	2,27	