

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL BARRANCO DE POYO (VALENCIA)

TRABAJO FIN DE GRADO

ALUMNO: JORGE VICENTE FERRER

TUTORA: Dr SARA IBÁÑEZ ASENSIO

Curso Académico: 2013-2014

VALENCIA, JUNIO 2014

Licencia Creative Commons



RESUMEN

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL BARRANCO DE POYO

En el presente trabajo se han realizado una serie de muestreos durante cuatro meses (Enero, Febrero, Marzo y Abril) con el posterior análisis en laboratorio de los parámetros físico-químicos de las aguas pertenecientes al Barranco de Poyo y la interpretación de los resultados obtenidos. De este modo se ha conseguido describir la evolución espacio-temporal de la calidad de dichas aguas intentando establecer además, una conexión entre el estado de las aguas para cada uno de los ocho puntos muestreados y las posibles fuentes de contaminación. También se han tenido en cuenta las posibles repercusiones del estado de las aguas del barranco sobre el medio natural que lo rodea y más concretamente sobre el Parque Natural de la Albufera, ya que es donde desembocan sus aguas.

PALABRAS CLAVE: Evaluación, barranco de Poyo, muestreos, análisis, calidad aguas, evolución espacio-temporal, contaminación.

AUTOR: Jorge Vicente Ferrer.

LOCALIDAD Y FECHA: Valencia, Junio 2014.

TUTOR: Dr Sara Ibañez Asensio.

ABSTRACT

EVALUATION OF WATER QUALITY FROM RAVINE POYO

This study is based on the analysis of water quality. Analysis have performed for four month, since January to April and sampling campaign was in eight different points of the ravine Poyo. When water samples were collected the student determined physical and chemical parameters and then he described spatial-temporal evaluation of water quality. Also was attempted to find the sources of water pollution.

Moreover were considered the impact of water quality on environment such as Albufera Natural Park.

KEY WORDS: Evaluation, ravine Poyo, sampling campaign, quality water, spatial-temporary evaluation, pollution.

AUTHOR: Jorge Vcente Ferrer

PLACE AND DATE: Vlaneica, June 2014.

TUTOR: Dr Sara Ibañez Asensio.

RESUM

EVALUACIÓ DE LA QUALITAT DE LES AIGÜES DEL BARRANC DE POYO

En el present treball s'han realitzat una sèrie de mostrejos durant quatre mesos (Gener, Febrer, Març i Abril) amb el posterior anàlisi en laboratori dels paràmetres físicoquímics de les aigües pertanyents al Barranc de Poyo i la interpretació dels resultats obtinguts. D'aquesta forma s'ha aconseguit descriure l'evolució espai-temporal de la qualitat de les aigües intentant establir a més a més, una connexió entre l'estat de les aigües per a cadascú dels huit punts en els quals s'ha agafat aigua i les possibles fonts de contaminació. S'han tingut en compte a més a més les possibles repercussions de l'estat de les aigües del barranc sobre el medi natural que el rodeja i més concretament sobre el Parc Natural de l'Albufera, ja que és on desemboquen les seues aigües.

PARAULES CLAU: Evaluación, barranc de Poyo, mostrejos, anàlisi, qualitat aigües, evolució espaci-temporal, contaminació.

AUTOR: Jorge Vicente Ferrer.

LOCALITAT Y DATA: Valencia, Junny 2014.

TUTOR: Dr Sara Ibañez Asensio.

A mi padre, por ser mi compañero de campo y mi profesor de la vida.

A mi madre, por saber escucharme y ser mi mejor amiga.

Siempre os voy a estar agradecidos por haberme convertido en lo que soy.

A mi novia, por todo el apoyo que me ha dado, no solo los últimos meses de trabajo sino a lo largo de la carrera. Te quiero.

A mi hermana, por todas las horas que hemos pasado en el coche durante estos cuatro años de universidad.

A mi abuelo Jesús, por ser mi ejemplo a seguir, mi referente y enseñarme a amar el campo. Sé que estaries molt pagat amb el teu nét.

A mi abuelo Pepe, por compartir conmigo todo lo que sabe de la zona de trabajo y poder revivir junto con él y mi padre los buenos ratos que de más joven pasó ahí.

A mis abuelas, porque allá donde vais habláis de vuestro nieto mayor y decís que ya es ingeniero.

Al tío Pepe, por dejarme compartir con él su sabiduría y transmitirme todo aquello que mi abuelo no le dio tiempo de enseñarme.

A Carlos Pallarés, por formar parte de ésta aventura. Porque juntos hemos hecho un buen equipo.

A todos los profesores que ahora hacen de mí una mejor persona.

“Mis logros son los vuestros”.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	OBJETO	1
1.2.	LOCALIZACIÓN.....	1
1.3.	ANTECEDENTES	2
2.	OBJETIVOS	3
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3.1.	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO	4
3.1.1.	CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA.....	4
3.1.2.	HIDROLOGÍA.....	6
3.1.3.	GEOMORFOLOGÍA.....	7
3.1.4.	GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA	7
3.1.5.	VEGETACIÓN	9
3.1.6.	FAUNA	11
3.1.7.	ESTUDIO SOCIOECONÓMICO DE LA ZONA DE ESTUDIO	12
3.2.	CAMPAÑA DE MUESTREO	13
3.3.	PUNTOS DE MUESTRO	13
3.4.	MÉTODOLOGÍA.....	16
3.4.1.	MÉTODOS DE MUESTREO DEL AGUA.....	16
3.4.2.	MÉTODOS ANALÍTICOS DEL AGUA	17
3.5.	MATERIAL INFORMÁTICO	18
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	18
4.1.	pH	19
4.2.	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)	20
4.3.	CATIONES Y ANIONES PRINCIPALES	21
4.4.	SODIO	22
4.5.	POTASIO	23
4.6.	CALCIO.....	25
4.7.	MAGNESIO.....	26
4.8.	CARBONATOS Y BICARBONATOS	27
4.9.	CARBONATO SÓDICO RESIDUAL (CSR).....	27
4.10.	CLORO	28

4.11.	SULFATOS	29
4.12.	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	30
4.13.	CLOROFILA.....	31
4.14.	CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS.....	32
4.15.	DQO	35
4.16.	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO.....	36
5.	CONCLUSIONES	38
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	39

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

- Figura 1.** Diagrama ombroclimático de Buñol.
- Figura 2.** Diagrama ombroclimático de Alacuás.
- Figura 3.** Diagrama ombrobioclimático de Silla.
- Figura 4.** Mapa de suelos.
- Figura 5.** Ubicación puntos de muestreo.
- Figura 6.** Evolución espacio-temporal pH.
- Figura 7.** Evolución espacio-temporal conductividad eléctrica.
- Figura 8.** Diagrama radial.
- Figura 9.** Evolución espacio-temporal sodio.
- Figura 10.** Evolución espacio-temporal potasio.
- Figura 11.** Relación Na-K.
- Figura 12.** Evolución espacio-temporal calcio.
- Figura 13.** Evolución espacio-temporal magnesio.
- Figura 14.** Evolución espacio-temporal bicarbonatos.
- Figura 15.** Evolución espacio-temporal cloro.
- Figura 16.** Evolución espacio-temporal sulfatos.
- Figura 17.** Evolución espacio-temporal sólidos totales.
- Figura 18.** Evolución espacio-temporal clorofila.
- Figura 19.** Niveles sodicidad.
- Figura 20.** Niveles salinidad.
- Figura 21.** Clasificación Riverside.
- Figura 22.** Evolución espacio-temporal DQO.
- Figura 23.** Concentraciones DBO₅.
- Tabla 1.** Fechas de muestreo.
- Tabla 2.** Coordenadas UTM puntos de muestro.
- Tabla 3.** Métodos analíticos de aguas.
- Tabla 4.** Relación conductividad eléctrica -salinidad.
- Tabla 5.** Secuencia de Chebotarev.
- Tabla 6.** Concentración de cloro para riego.
- Tabla 7.** Clasificación sodicidad según Riverside.
- Tabla 8.** Clasificación salinidad según Riverside.
- Tabla 9.** Niveles clasificación DQO.
- Tabla 10.** Lecturas DBO₅.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO

El objeto del presente trabajo es analizar e interpretar una serie de parámetros físico-químicos que determinan la calidad del agua con el fin de establecer el potencial de uso de la misma.

1.2. LOCALIZACIÓN

El estudio se va llevar a cabo en el Barranco del Poyo, que es un curso de agua estacional situado en la provincia de Valencia. Su cuenca se encuentra entre las de los ríos Júcar y Túrria presentando una extensión de 462 kilómetros cuadrados y 44 kilómetros de longitud. No obstante los puntos de muestreo se situarán en el final del tramo medio y a lo largo de todo el tramo bajo abarcando los últimos 13 kilómetros (Ribarroja-Catarroja).

Recorre los términos municipales de Chiva, Cheste Ribarroja del Túrria, Quart de Poblet, Torrent, Picaña, Paiporta, Massanasa y Catarroja, siendo en este último tramo donde mayor caudal lleva.

Nace en el término municipal de Chiva, concretamente entre las Sierras de la Cabrera y de los Bosques, a unos 1000 metros de altura. En esta confluencia de sierras se forman tres barrancos: El barranco Grande, el Cueva Morica y el de Chiva. Estos tres cursos de agua se unen, antes de pasar por el término de Cheste, para formar el Barranco o Rambla del Poyo.

La rambla entra en la comarca de l'Horta sud de Valencia a través del "Pla de Quart". A esta altura entra en un tramo canalizado donde se une con un barranco de aguas permanentes proveniente de la Serra Perenxisa conocido como el barranco del Gallego. Después la rambla sigue su camino hasta llegar a la localidad de Torrent, donde el cauce se ensancha y profundiza, recibiendo allí también las aguas del Barranco de L'Horteta, que es otro barranco procedente también de la sierra Perenxisa y que normalmente está seco.

Cabe destacar además que el Barranco del Poyo es alimentado por las aguas del barranco de la Saleta, el cual se unió a éste en el 2004 mediante un canal con el objetivo de disminuir el riesgo de inundación y con ello los problemas que ocasionaban las lluvias torrenciales en las localidades de Aldaya y Alacuás.

Una vez pasa la localidad de Torrent el cauce de la rambla sigue en dirección NO-SE camino del lago de La Albufera donde desembocará. Antes la rambla recorre los términos municipales de Picanya, Paiporta, Masanasa y Catarroja los cuales separa.

En el Anejo 1. Cartografía (*Mapa de Localización*) se representa la ubicación del Barranco de Poyo a escala 1:100.000.

1.3. ANTECEDENTES

Tal y como se ha comentado anteriormente en el apartado “Localización”, el Barranco de Poyo pasa por una zona intensamente antropizada antes de desembocar en la Albufera. Esto se traduce en una elevada probabilidad en la alteración de sus aguas, lo que significará, más tarde, una contaminación de las aguas de la Albufera.

Desde que nace hasta que desemboca son numerosos los puntos de emisión de contaminantes, ya sea por parte de urbanizaciones, municipios, sector industrial y /o sector agrícola. Una prueba fehaciente de la elevada contaminación de las aguas de dicha rambla es la pérdida de biodiversidad animal y vegetal, desde las dos últimas décadas hasta la actualidad (Boira, 2012).

Otro síntoma que refleja la alteración de las aguas son los colores oscuros y los olores fuertes que desprenden las aguas lo que da a entender que algo negativo está ocurriendo.

A continuación se tratará de clasificar las causas de contaminación de las aguas del barranco de Poyo:

- Vertido de aguas contaminadas: El barranco pasa junto a varios polígonos industriales, tales como los de Torrent, Catarroja o Quart de Poblet. Actualmente el barranco está siendo utilizado como zona de desagüe de las aguas que ellos utilizan para llevar a cabo ciertos procesos industriales. Esto significará una alteración importante en las propiedades físico-químicas de las aguas. Un ejemplo de vertido de aguas contaminadas a la Rambla es el de la empresa farmacéutica Nautraceutical, la cual ha sido denunciada ante la Fiscalía de Medio Ambiente en varias ocasiones tras demostrarse que la contaminación de las aguas vertidas a Poyo eran mil veces superiores a los parámetros establecidos por ley. No sólo no se cumple con esto sino que se vierte un caudal mucho mayor del permitido.

En el mapa de puntos de muestreo (*Anejo 1: Cartografía*) se señalan además las posibles fuentes de contaminación de las aguas.

- Filtrado de lixiviados: Se considera como uno de los principales problemas por los cuales se ve amenazada la calidad de las aguas del Barranco de Poyo.

A su paso por el término municipal de Quart de Poblet, el barranco atraviesa la planta de compostaje FERVASA, la cual también ha sido denunciada en numerosas ocasiones por grupos ecologistas. Tras realizarse estudios en los puntos cercanos al vertedero se constató la filtración de lixiviados generados en esta planta al cauce del Poyo, lo que implican consecuencias muy negativas tanto en la calidad de sus aguas como en las de la Albufera y de su ecosistema en general.

Cabe destacar además que esta planta de compostaje se encuentra dentro de zona inundable. Esto puede tener consecuencias muy negativas ya que en período de gota

fría, donde se llegan a alcanzar 420 m³/s, se produciría un arrastre mayor hacia el barranco de los residuos y contaminantes que son almacenados en balsas de lixiviados. Es por eso que tanto asociaciones ecologistas como ayuntamientos han pedido a CHJ que ponga en marcha una serie de medidas de seguridad , tales como la construcción de taludes o la extracción de los lixiviados , con el objetivo de impedir que vuelva a ocurrir esto.

En el mapa número 3 del Anejo 1 “Cartografía “ aparece señalada la ubicación de la planta de compostaje FERVASA , actualmente llamada UTE “Los hornillos”.

- Empleo del barranco como basurero: Además de los problemas que se acaban de comentar resulta llamativo el paisaje característico que conforma el barranco a su paso por diferentes localidades, como Torrente, ya que parece ser que tradicionalmente se ha utilizado dicha rambla como lugar para verter y tirar cualquier tipo de desperdicio, restos de comida o electrodomésticos viejos. Además del impacto visual que estas acciones generan, es obvia la alteración que se produce de manera indirecta sobre las aguas del Poyo.
- Infiltraciones de origen agrícola: También es necesario tener en cuenta las filtraciones y vertidos que procedentes de las actividades agrícolas (IVE, 2013). Cabe destacar que la cuenca hidrográfica del Poyo engloba numerosas hectáreas de cultivo (tanto de secano como de regadío). El uso de fertilizantes y otro tipo de productos químicos, tales como herbicidas e insecticidas puede poner en peligro determinados parámetros del agua originando una contaminación orgánica de éstas tal y como ya comentó Javier Gómez en su trabajo “*La contaminación en las acequias de la huerta valenciana*” del 1979, quien hablaba de la Rambla del Poyo como principal emisor de aguas eutrofizadas sobre la Albufera.

2. OBJETIVOS

Como se ha comentado anteriormente las aguas del Barranco de Poyo desembocan en el Parque Natural de la Albufera, zona hidromorfa de gran valor ecológico y que se debe proteger. El primer paso para conseguir la protección del humedal es saber la composición y el estado de las aguas del cauce que mayor caudal vierte sobre la Albufera (Tysa 2005).

El Barranco de Poyo presenta además gran interés ya que en su cuenca se encuentran importantes núcleos de población, zonas industrializadas y zonas tradicionalmente agrícolas. Por tanto la composición química de las aguas puede verse afectada por vertidos industriales y/o por otro tipo de residuos contaminantes procedentes de la agricultura como pueden ser fertilizantes, insecticidas, y herbicidas. Ésta alteración en su composición repercutirá no sólo a la propia población sino al Medio Ambiente en general , ya que como consecuencia se producirá una pérdida de biodiversidad y una desvalorización paisajística de la cuenca.

Los objetivos generales del estudio de aguas son:

1. Establecer la calidad físico-química de las aguas del sector del Barranco del Poyo comprendido entre el municipio de Ribarroja del Túrria y Catarroja en base a un estudio de sus propiedades.
2. Establecer la variación temporal y espacial de éstas.
3. Relacionar la calidad de las aguas en cada punto de muestreo de la rambla con las posibles fuentes de contaminación.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

3.1.1. CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA

La cuenca hidrográfica del Barranco de Poyo pertenece, en su totalidad, al clima mediterráneo caracterizado por un período de sequía estival que coincide con elevadas temperaturas lo que se traduce en un déficit hídrico. Dicha rambla se ha dividido en tres sectores de Oeste a Este, que presentan valores diferentes de precipitación y temperatura además de otros matices diferenciadores: (1) Zona central – montañosa o tramo alto, (2) zona de transición o tramo medio y (3) la llanura litoral o tramo bajo.

El análisis de los parámetros característicos del clima se ha realizado a partir de la interpretación de los valores almacenados en 3 estaciones meteorológicas, una para cada tramo. Todos estos datos se han extraído del *Centro de Investigaciones Fitosociológicas*.

El primer tramo (1020-400 msnm y 10 kilómetros de longitud) se caracteriza por que tiene una pluviosidad entorno a los 500 mm anuales. Cabe destacar que esta es la zona donde menores temperaturas se registran a lo largo de la cuenca del Poyo, y donde empieza a haber continentalidad. Éste fenómeno se ve reflejado en la vegetación. Los inviernos son templados con una temperatura media del mes más frío de 9°C, siendo de unos 21°C la temperatura media de los meses más cálidos. La temperatura media anual es de 14°C. El piso bioclimático correspondiente es Mesomediterráneo de ombroclima seco. A continuación se muestra el diagrama ombroclimático de la estación de Buñol que representaría valores medios de precipitación y temperatura para el tramo alto.

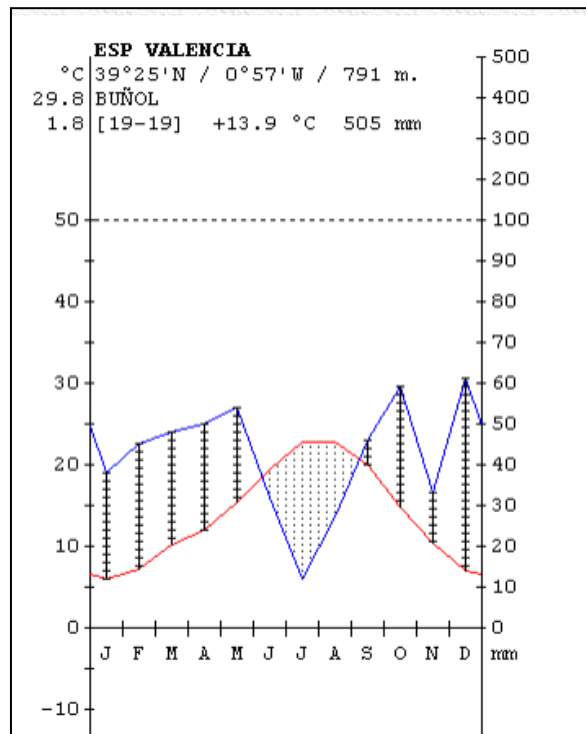


Figura 1: Diagrama obroclimático Buñol. Fuente: Centro de investigaciones Fitosociológicas

A medida que nos alejamos de la zona más elevada y entramos en la zona de transición (400-30 msnm y 26 kilómetros de longitud) las precipitaciones disminuyen hasta llegar a los 400-450 mm. Disminuye además la continentalidad. La temperatura anual media asciende cerca de los 17 °C , con una media de las temperaturas del mes más frío de 12,2 ° C y una media de las temperaturas del mes más cálido de 21,5 °C . Los datos meteorológicos registrados en la estación de Alacuás se corresponderían con el tramo medio.

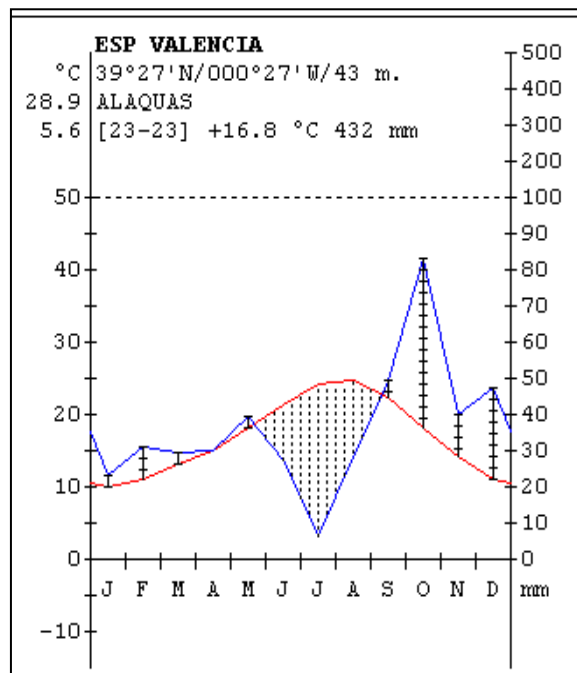


Figura 2: Diagrama obroclimático Alacuás. Fuente: Centro de investigaciones Fitosociológicas

El tramo bajo (15-0 msnm y 8 kilómetros de longitud) lo incluiríamos dentro de un clima típico de llanura litoral septentrional caracterizado por un período de máximas precipitaciones en Octubre y con escasas precipitaciones en primavera. El periodo seco se extiende hasta 4-5 meses. Es muy notable en esta zona la influencia del Mediterráneo en cuanto a precipitaciones y humedad se refiere.

La temperatura media en este sector durante el mes más frío se sitúa entorno a los 12 °C mientras que la del mes más cálido raramente supera los 24 °C. La temperatura media anual es de 17,5°C. Cabe destacar además una elevada humedad relativa, lo que denota la influencia oceánica. Teniendo en cuenta los regímenes de precipitaciones y temperaturas, el piso bioclimático correspondiente es el termo mediterráneo con ombroclima seco (Rivas 2008).

A continuación se adjunta el diagrama ombroclimático de la estación más próxima, Silla.

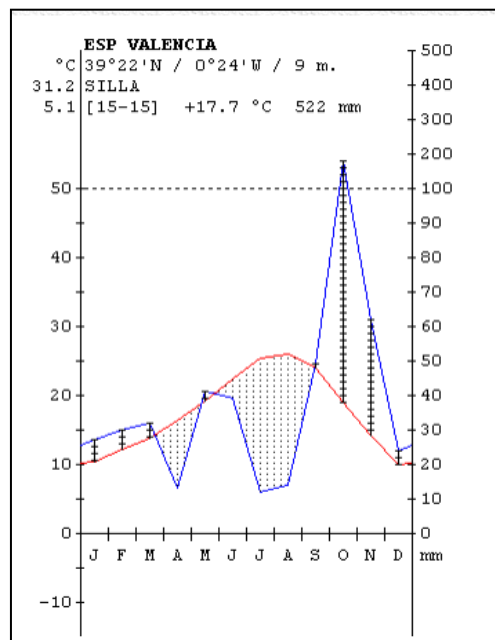


Figura 3: Diagrama ombroclimático Silla. Fuente: Centro de investigaciones Fitosociológicas

3.1.2. HIDROLOGÍA

La Rambla de Poyo presenta una cuenca pequeña y con un caudal efímero y estacional. El barranco va encajándose sobre calizas y dolomías cretácicas conformando una red bien jerarquizada. Durante el tramo medio y parte del bajo la rambla tiene un trazado asimétrico recibiendo la gran mayoría de aportes por su margen derecho. El Barranco de Gallego y el de l'Horteta se corresponderían con este fenómeno.

Por lo que se refiere a parámetros morfométricos la Rambla del Poyo tiene 84 cauces de orden 1, los cuales tienen una longitud media de 1,26 kilómetros, otros 22 de orden 2, que tienen una longitud media en este caso de 1,61 kilómetros, los de orden 3 tienen 4,54 kilómetros de longitud media, y de estos hay 5 cauces. Los de orden 4 son únicamente dos y

tienen una longitud media de 6,37 kilómetros, y finalmente solo hay un cauce de orden 5, por lo que la Rambla del Poyo es de orden 5, el cual tiene una longitud de 40 kilómetros. (Pascual, 2002).

En el Anejo 1: Cartografía (*Mapa Hidrología*) se ha elaborado una cartografía donde se encuadra la cuenca hidrográfica pudiéndose apreciar los afluentes principales.

3.1.3. GEOMORFOLOGÍA

La cuenca de la Rambla del Poyo se puede dividir en tres sectores que abarcan desde los 1020 msnm a los 0 msnm en su desembocadura (Camarasa, 1990). (1) el primer sector correspondería al tramo alto del barranco (1020 msnm), es decir, su nacimiento en la Sierra de la Cabrera. Esta zona montañosa es la más occidental del tramo e incumbiría principalmente a la Sierra de Chiva situada en la comarca de la Foia de Buñol. El cauce transcurre por una pendiente considerable donde predominan los factores erosivos. (2) El segundo sector se correspondería con el tramo medio o zona de transición (500-200 msnm). Aquí el caudal del barranco disminuye considerablemente llegando a desaparecer durante gran parte del año. Experimenta una notable bajada de cota y por tanto de acción erosiva. Englobaría principalmente al término de Cheste, también perteneciente a la Foia de Buñol. (3) Se correspondería con el tramo bajo del barranco (200-0 msnm). El cauce entra en lo que se conoce como plana de Quart, comarca de l'Horta Oeste, la cual se caracteriza por ser una llanura aluvial con escasa pendiente. El paisaje característico de este último tramo es la huerta, el cultivo de cítricos y el de arroz. Aquí el barranco se dirige en dirección Este para acabar desembocando en l'Albufera.

3.1.4. EDAFOLOGÍA

En primer lugar la zona montañosa mesozoica (tramo alto), en la que abundan los suelos desarrollados sobre calizas y dolomías. (Instituto Tecnológico Geominero de España, 1993). Tal y como se refleja en el *Proyecto LUCDEME* (MAGRAMA, 1981) y mediante la posterior consulta en el *Catálogo de suelos de la Comunidad Valenciana* (Consellería d'Agricultura, Pesca i Alimentació, 1995) las unidades taxonómicas de suelos que se corresponden con este tramo son:

1. Luvisol calcáreo: Son suelos con un horizonte B árgico, es decir, presenta un contenido en arcillas mayor que el horizonte que tiene por encima. Este horizonte se forma por la translocación de las arcillas. Otra característica de este tipo de suelos es que presentan además un horizonte cálcico.
2. Fluvisol calcáreo: Son suelos formados a partir de depósitos aluviales y coluviales sin desarrollo de horizontes excepto del horizonte A ócrico. El contenido en M.O decrece con la profundidad. Estos suelos se caracterizan por la posibilidad de sufrir inundación, por la fluctuación de la capa freática y el riesgo de salinidad. Se trata de suelos con una alta fertilidad.

3. Calcisol lúvico: Suelos que tienen una acumulación de carbonatos como característica principal. Esta acumulación se puede producir dentro de los horizontes C o incluso en los B o A. También puede presentar un horizonte petrocálcico. Son suelos profundos con gran cantidad de carbonatos en superficie y en profundidad. Puesto que presentan arcillas la CIC es mayor que en calcisoles por lo que puede soportar mayor intensidad de cultivo y retienen mejor el agua.

La zona intermedia, perteneciente al terciario, se correspondería con la franja Cheste-Torrent y se caracteriza por la presencia de arcillas y margas como material original (Pascual, 2002).

La unidad taxonómica característica del tramo medio es:

1. Fluvisol calcáreo: Tal y como se ha comentado en el tramo alto, se trata de suelos formados a partir de depósitos aluviales y coluviales sin desarrollo de horizontes excepto del horizonte A ócrico.
Están representados en las zonas de regadío de las planas litorales. Estas llanuras se han ido formando por la acumulación de sedimentos procedentes de la erosión de las cadenas montañosas del interior.

Por último el tramo bajo, que coincide con la llanura cuaternaria. Este es el tramo más representativo de la Rambla. Se encuentran aquí materiales de origen continental (costras calcáreas y conglomerados) con otros materiales de origen marino (arcillas-arenosas, limos de la Albufera, y de marismas). Se tratan además de suelos poco evolucionados que se han desarrollado a partir de depósitos aluviales. Es por eso que estos suelos son los más aptos para la agricultura ya que además son suelos muy fértiles. (*Instituto Tecnológico Geominero de España, 1993*)

La unidad de suelos que abarca el último tramo del Barranco del Poyo es:

1. Gleisol cálcico. Se trata de suelos formados a partir de materias no consolidadas. La característica fundamental de estos suelos es la presencia de una capa de agua que satura la totalidad de los poros del suelo durante gran parte del año, produciendo procesos anaerobios que dan un tono gris- azulado-verdoso a los suelos (limos grises). La capa superficial no se ve afectada por la presencia de agua.

En horizontes C permanentemente sumergidos pueden desarrollarse raíces de plantas a condición de que estas desarrollen mecanismos de adaptación a la falta de oxígeno. Aunque por lo general son suelos desfavorables para la vegetación.

La importancia ecológica de estos suelos reside en el papel que ejercen como sumidero y depuradores de nutrientes y sustancias tóxicas.

A continuación se adjunta el mapa de suelos correspondiente al Barranco del Poyo. (Figura 4)



Figura 4: Mapa de suelos Albufera. Fuente: Proyecto LUCDEME

En el Anexo de cartografía se adjunta el mapa correspondiente a la naturaleza geológica del suelo por el que circula la Rambla (*Mapa litología*).

3.1.5. VEGETACIÓN

En el entorno que rodea a la Rambla del Poyo la acción humana ha modificado el paisaje alterando así la estructura de la vegetación. Esto significa que es difícil que se dé una vegetación potencial. Por tanto las especies vegetales que conformarían la vegetación natural o potencial son sustituidas por otro tipo de especies y otra organización formando lo que se conoce como vegetación actual, fruto normalmente y como se ha comentado, de la acción antrópica (construcción de infraestructuras, agricultura, asentamientos urbanos etc...).

Por tanto, conociendo la vegetación presente en nuestra área de estudio y sabiendo además sus requerimientos ecológicos y su hábitat de distribución se podrá hacer una primera valoración de las características de las aguas del ecosistema en su conjunto.

Siguiendo los criterios de RIVAS-MARTÍNEZ nuestra cuenca hidrográfica se encuentra dentro de la subprovincia Mediterráneo Iberolevantina subregión mediterránea occidental. Esta subregión se caracteriza por un período de sequía estival que va a ser decisivo en la composición florística.

La vegetación del área es fundamentalmente basófila. Como hasta ahora, se va a seguir la división que se ha hecho del barranco en 3 zonas. Las diferencias de pendiente, geomorfología, litología, precipitaciones y temperaturas van a determinar el tipo de formación vegetal en cada

uno de los tramos .En la zona oriental , donde el barranco desemboca en la Albufera cabe destacar la vegetación típicamente de Marjal del último tramo (Boira 2012) con especies como: *Phragmites australis*, *Thypha angustifolia*, *Thypha latifolia*, *Scirpus lacustris*, *Alisma plantagp-aquatica*, *Lythrum salicaria*, *Iris pseudoacorus*, *Ipomea sagittata*, *Kosteletzkia pentacarpos*, *Claudium mariscus*.

En diversas fuentes bibliográficas (Boira 2012) se habla de la desaparición, como consecuencia de la eutrofización y contaminación de las aguas, de especies o incluso de familias enteras que han habitado anteriormente en la desembocadura del Barranco del Poyo y de la Albufera. Se trata de familias tales como las Charáceas, una clase algas macrófitas que se han reducido en el número de especies presentes.

Otro tipo de algas que han disminuido en número de especies son las pertenecientes a los géneros: *Tolypella*, *Nitella* y *Chara*. Se trata de especies indicadoras de calidad de agua ya que requieren aguas transparentes y con niveles bajos de contaminación, es decir, aguas con demandas biológicas de oxígeno bajas.

En los inventarios realizados por Herminio Boira en el año 2012 en la desembocadura de la Rambla y en el interior del lago de la Albufera se observó la presencia de formaciones de lentejas de agua. Como especies principales apareció: *Lemna gibba* y *Lemna minor*. No es casualidad la existencia de estas especies ya que son indicadoras de aguas eutrofizadas. Cabe destacar además la existencia, aunque con menor abundancia que las lentejas de agua, de especies del género *Ceratophyllum* propia de aguas degradadas y eutróficas también. Por lo que al cultivo se refiere en éste tramo domina el cultivo del arroz (*Oryza sativa*).

A medida que nos alejamos de la desembocadura el curso de agua va disminuyendo su caudal y el ecosistema de Marjal da paso a un cañar (*Arundo donax*) muy denso que se va intercalando con especies típicas de barranco como son las adelfas (*Nerium Oleander*), la zarzaparrilla (*Smilax aspera*) o la zarzamora (*Rubus olmifolius*). El cultivo de arroz se convierte en cultivo de huerta y de cítricos, principalmente naranjos.

Cabe destacar que en todos los puntos de muestreo que se corresponden con zonas de cultivo de cítricos y demás zonas antropizadas (polígonos industriales, urbanizaciones etc...) aparecen especies tales como: *Chenopodium album*, *Chenopodium murale*, *Lactuca virosa*, *Amaranthus retroflexus*, *Picris echoides* y especies del género Rumex. Todas estas especies son indicadoras de suelos ricos en nitrógeno, lo cual puede estar relacionado con la fertilización de los cultivos de regadío. Además crecen en terrenos degradados y alterados ricos en nutrientes, lo que significa que habrá un exceso de enmiendas orgánicas debido a los vertidos industriales y domésticos. Estas especies también suelen conocerse con el nombre de vegetación urbana.

Por lo que se refiere a la vegetación circundante al barranco cabe decir que a medida que ascendemos en altura (200-400 msnm) y entramos en el piso mesomediterráneo observamos la presencia de *Pistacia lentiscus* y *Erica multiflora* entre otras. Es característico que la *Pistacia lentiscus* va desapareciendo a medida que aumentamos en altura y que la continentalidad comienza a ser un factor importante, permaneciendo todavía la *Erica multiflora*.

Para el tramo alto, correspondientes con el nacimiento del barranco cabe destacar especies típicas del piso supramediterráneo (1000 msnm) como la *Erinacea anthyllis*.

La clase de vegetación correspondiente a los pisos termomediterráneo y mesomediterráneo es la *Quercetea ilis* mientras que para el piso supramediterráneo sería la clase *Pino juniperetea* (Rivas, 2005).

Las series de vegetación que se dan en la cuenca hidrográfica de Poyo (Rivas, 2005) son:

1. Serie termo-mesomediterránea ibero-levantina basófila de la carrasca (*Rubio – Querceto rotundifoliae sigmetum*) : Se trata de un bosque de carrasca (*Quercus ilex*) con un sotobosque de palmito (*Chamaerops humilis*) , bayón (*Osyris lanceolata*) y rubia peregrina (*Rubia peregrina.L*)
2. Serie termomediterránea valenciano terraconense seca de la coscoja y del lentisco (*Quercoco cocciferae –Pistacieto lentisci sigmetum*): La vegetación potencial es el coscojar que se desarrolla sustituyendo al carrascal. En esta serie es muy característica la asociación del palmito (*Chamaerops humilis*) y algarrobo (*Ceratonia silicua*)
3. Serie mesomediterránea castellano –aragonesa basófila de la carrasca (*Querceto rotundifoliae sigmetum*): Son carrascales un poco más continentales que la serie de vegetación anterior donde han desaparecido las plantas termófilas como el palmito (*Chamaerops humilis*) o la zarzaparrilla (*Smilax aspera*). Cuando aún se da la influencia oceánica es abundante la aliaga (*Ulex parviflorus*), pero a medida que aumentamos en altura y nos adentramos en la Sierra de la Cabrera esta es sustituida por otra especie más continental, la genista (*Genista scorpius*).

En el Anejo 1: Cartografía. “*Mapa Usos del Suelo*”, se adjunta el plano correspondiente a los diferentes cultivos y aprovechamientos del suelo pudiéndose apreciar también el tipo de formación vegetal.

3.1.6. FAUNA

La fauna va ligada al tipo de vegetación y al entorno en su conjunto. Puesto que en la cuenca hidrográfica del Poyo encontramos diferentes formaciones vegetales la fauna presente cambiará dependiendo de estas.

Para el último tramo de la Rambla donde ésta se introduce en pleno Parque Natural de la Albufera la fauna es la asociada a al marjal. El grupo más llamativo y abundante es el de aves con un gran número de especies palustres (Pascual, 2002) como el ánade real (*Anas platyrhynchos*), pato colorado (*Netta Rufina*), pato cuchara (*Anas clypeata*), porrón común (*Aythya ferina*), fochas (*Fulica atra*) somormujos (*Podiceps cristatus*), zampullines (*Podiceps nigricollis*), cigüeñuelas (*Himantopus himantopus*), charranes, ibis etc...

Son escasos los endemismos de ictiofauna que pueden aparecer en esta zona en comparación con los que podemos encontrar en el lago de la Albufera, esto puede tener una explicación y no es más que la alteración o la baja calidad de las aguas de la Rambla de Poyo por la contaminación antrópica.

A medida que nos alejamos de la desembocadura la Rambla se intercala con zonas de cultivos, principalmente de cítricos y hortalizas, y zonas muy antropizadas (poblaciones, polígonos industriales, carreteras, etc.) que en numerosas ocasiones han convertido el cauce del barranco en tramos muy degradados. Encontramos aquí especies de fauna oportunistas como son las ratas (*Rattus rattus*), ratones (*Rattus norvegicus*) y conejos (*Oryctolagus cuniculus*).

La herpetofauna está representada principalmente por el lagarto ocelado (*Timon lepidus*), culebras de escalera (*Rhinechis scalaris*) y rana común (*Pelophylax perezi*).

Por lo que a ornitofauna se refiere cabe destacar que en función de si la masa vegetal presenta arbolado o no estarán presente unas especies de aves u otras. Para masas arboladas y cultivos arbóreos de regadío encontramos especies de fringílidos como jilgueros (*Carduelis carduelis*), verderones (*Carduelis chloris*), verdecillos (*Serinus serinus*), páridos como el carbonero común (*Parus major*) o túrdidos como el mirlo (*Turdus merula*), y otras especies como las abubillas (*Upupa epops*), avión común (*Delichon urbicum*), gorriones (*Passer domesticus*), tórtola europea (*Streptopelia turtur*), o paloma torcaz (*Columba palumbus*).

Cabe destacar que a medida que nos adentramos hacia el interior y comienza a aparecer el cultivo de secano (algarrobo o olivos) encontramos especies como alzacolas (*Cercotrichas galactotes*), urracas (*Pica pica*), perdices (*Alectoris rufa*), vencejos (*Apus apus*) y tordos (*Turdus philomelos*).

3.1.7. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

Desde sus orígenes el cauce de la Rambla de Poyo ha sido un lugar alrededor del cual se han instalado y desarrollado poblaciones tales como Chiva, Torrent, Catarroja o Massanasa, ya que la cuenca de Poyo ha sido considerada como una cuenca fértil y apropiada para la agricultura, sobre todo desde la plana de Quart hasta su desembocadura en la Albufera donde también se realiza un uso intensivo de los recursos naturales como la caza y la pesca.

Los núcleos poblacionales han ido creciendo y con ello también la necesidad de implantar polígonos industriales y otro tipo de instalaciones necesarias para el hombre (carreteras, líneas de ferrocarril, etc.), que han ocupado los espacios anteriormente destinados a la agricultura.

Todas estas modificaciones humanas tienen unas repercusiones, normalmente negativas, sobre el medio y más concretamente sobre la Rambla de Poyo.

No obstante cabe destacar que en el Parque Natural de la Albufera se ha conseguido un equilibrio entre el aprovechamiento humano y el medio natural siendo el principal motor de la economía, una economía basada en la actividad agrícola (cultivo del arroz).

3.2. CAMPAÑA DE MUESTREO

En la elaboración de este calendario se ha intentado compatibilizar la rigurosidad que exige un trabajo técnico como éste con los requisitos establecidos por la ETSIAMN. Además, se ha tenido en cuenta la disponibilidad de tiempo del alumno, tanto para desplazarse a campo a recoger las muestras, como para la realización de los análisis en laboratorio.

La ETSIAMN establece el periodo comprendido entre finales de Mayo y el mes de Junio como el periodo de preparación del trabajo final de grado. En nuestro caso, como lo que se pretende con dicho trabajo es poder hacer un estudio y valoración a lo largo de un período determinado de tiempo, en el cual se pueda apreciar cualquier modificación de los parámetros físico químicos de las aguas del Barranco de Poyo, se optó por empezar la campaña de muestreo en el mes de enero para disponer así de un mayor número de datos y de resultados. Por tanto el período de muestreo se extenderá desde Enero hasta Abril. No obstante, lo correcto hubiera sido realizar uno o varios muestreos por cada estación con el fin de poder hacer una mejor interpretación en la evolución de las aguas estudiadas a lo largo del año.

En un principio se acordó realizar tres muestreos, por la previsible falta de tiempo, pero al final se realizaron un total de cuatro en los puntos que abajo se describen, seguidos del posterior análisis de las muestras en laboratorio, realizándose aproximadamente un muestro cada 25-30 días.

Las fechas de realización de dichos muestreos son las que aparecen representadas en la siguiente tabla:

Tabla 1: Fechas muestreos

MUESTREO	1	2	3	4
FECHA	11 -Ene-2014	15-Febrer-2014	9-Marzo-2014	5-Abril-2014

Las fechas se hicieron coincidir con fines de semana para poder desplazarse a campo a recoger las muestras y en un período de 24 horas analizar aquellos parámetros que se indican en la normativa UNE-EN ISO 5667.

3.3. PUNTOS DE MUESTRO

A lo largo de la cuenca del Barranco de Poyo se han establecido ocho puntos de muestreo. Tal y como se comenta en apartados anteriores al tratarse de un curso de agua estacional gran parte del recorrido que realiza dicha rambla está seco durante casi todo el año.

Teniendo en cuenta esto se han situado los ocho puntos en aquellos zonas donde está asegurada la presencia de agua al menos durante los 4 meses en los que se van a muestrear las aguas del Poyo. Es por eso que la mayor parte del tramo medio del Barranco (Chiva-Cheste) quedará descartado como zona de muestreo, siendo el final de éste y todo el tramo bajo, que abarca desde el llano de Quart hasta la desembocadura en la Albufera, el tramo en el cual se van a situar los ocho muestreos (los últimos 13 kilómetros). El tramo alto, donde nace el

barranco, también lleva agua durante los 365 días del año, pero por limitaciones técnicas en esta zona no se realizarán muestreos.

Otro criterio utilizado para la elección de los puntos es la problemática o el grado de conflictividad de la zona circundante a las inmediaciones del barranco. Es decir, en aquellas zonas donde se considere que puede haber una fuente de contaminación que ocasione una alteración en la calidad de las aguas se realizará el muestro.

Partiendo del mapa topográfico (I.G.N., 1:50000, Catarroja), se ha diseñado una red de puntos de muestreo donde además se han colocado en rojo las zonas que a priori se han considerado como conflictivas para el estado de las aguas.

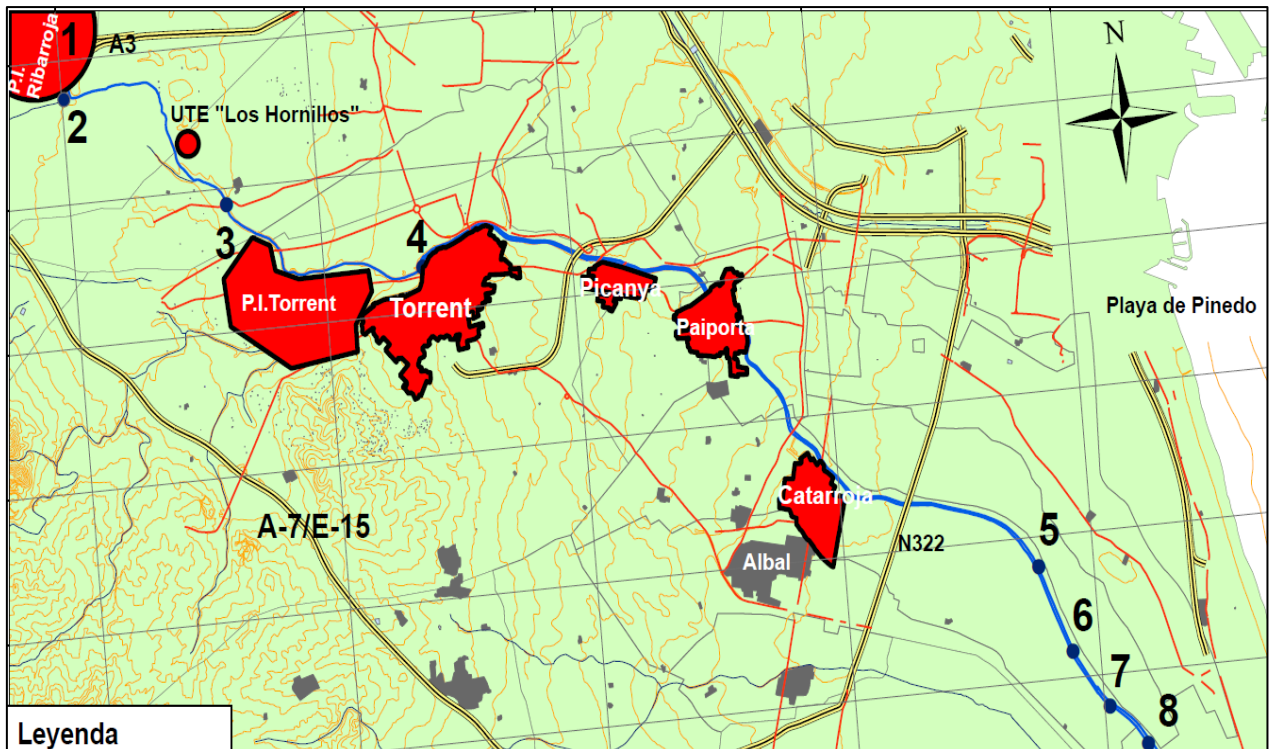


Figura 5: Ubicación puntos de muestreo 1

Este mapa puede consultarse en el Anejo 1 (*Mapa Puntos de Muestreo*).

A continuación se especifica la localización y características de cada uno de los puntos:

- **PUNTO 1:** Es el punto más alejado de la desembocadura. Situado antes de entrar lo que se conoce como plana de Quart. Es el primer punto del tramo bajo en el cual por el cauce del Barranco circula agua de manera permanente. Hay además un punto de vertido de aguas industriales que proviene del Polígono de Ribarroja, conocido también como el Polígono de l'Oliveral. En "*Anejo 1: Cartografía*" las fotografías 1 y 2 se corresponden con éste punto.
- **PUNTO 2 :** Situado entre los términos municipales de Ribarroja del Túria y Quart de Poblet donde el Barranco del Poyo se junta con el Barranco de Gallego por su

vertiente derecha , el cual viene desde la Serra Perenxisa. En “Anejo 1: Cartografía” las imágenes 3 y 4 se corresponden con éste punto.

- **PUNTO 3:** Está situado en el término municipal de Aldaya. Se considera de especial interés este punto ya que las aguas del Barranco han pasado anteriormente por el Polígono industrial de Quart de Poblet, situado aguas arriba. Tal y como se comentaba en el apartado “Antecedentes ”, la antigua planta de compostaje FERVASA ahora llamada “UTE los hornillos” puede ser una de los principales focos de contaminación de las aguas. En Anejo 1: *Cartografía* las imágenes 5 y 6 se corresponden con éste punto.
- **PUNTO 4:** Situado en el término municipal de Torrent, a su paso por el barrio del Xenillet. El motivo por el cual se ha situado aquí este punto es por la utilización, por parte de los vecinos, del barranco a modo de basurero, lo cual tendrá unas repercusiones negativas en la calidad del agua. En Anejo 1: *Cartografía* las imágenes 7 y 8 se corresponden con éste punto.
- **PUNTO 5:** Situado en el término municipal de la Catarroja. Es el primer punto donde el barranco vuelve a tener agua de manera permanente unos pocos kilómetros antes de que este desemboque. Cabe destacar además, que durante el segundo y tercer muestreo en dicho punto se realizaron una serie de obras. En Anejo 1: *Cartografía* las imágenes 9 y 10 se corresponden con éste punto.
- **PUNTO 6:** Situado un par de kilómetros aguas abajo del punto anterior, es una zona en la cual el hombre ha abierto caminos a través de la densa vegetación de cañas para hacerse sus puestos para pescar. En Anejo 1: *Cartografía* las imágenes 11 y 12 se corresponden con éste punto.
- **PUNTO 7:** Situado cerca de una zona de desagüe de los bancales situados al margen derecho del Barranco de Poyo, entre éste y la acequia de Catarroja. En Anejo 1: *Cartografía* las imágenes 13 y 14 se corresponden con éste punto.
- **PUNTO 8:** Último punto antes de que el Barranco de Poyo desemboque en la Albufera. Este punto es de especial interés ya que se encuentra al lado del Motor de la Sardina, encargado de impulsar y/o evacuar agua desde la Albufera hacia los bancales de arroz y viceversa, siendo la Rambla de Poyo un punto de evacuación. Cabe destacar el caudal es muy elevado por lo que se considera una notable intrusión de aguas de la albufera hacia la Rambla de Poyo. Se situaría justo antes de entrar a los terrenos pertenecientes al Motor de la Pipa, los cuales se encuentran vallados y se requiere de autorización para entrar. En Anejo 1: *Cartografía* las imágenes 15 y 16 se corresponden con éste punto.

En la siguiente tabla se detalla la localización de cada uno de los puntos:

Tabla 2: Coordenadas UTM

PUNTO	HUSO	X	Y	ALTITUD (m)
1	30s	712041	4371866	81
2	30s	724371	4697121	79
3	30s	714515	4369774	65
4	30s	717585	4368626	36
5	30s	727112	4363591	1
6	30s	727555	4362369	-3
7	30s	728082	4361552	-4
8	30s	728650	4360982	-1

3.4. MÉTODOLOGÍA

3.4.1. MÉTODOS DE MUESTREO DEL AGUA

Las muestras de agua se han tomado en aquellos puntos donde había corriente, evitando así cualquier tipo de remanso y estancamiento de las aguas, puesto que en estas zonas los parámetros físico-químicos son muy distintos. Además los recipientes se han colocado aproximadamente a mitad de la altura de la lámina de agua y no en el fondo ya que de haber sido así se hubieran recogido gran cantidad de tierra, residuos y otro tipo de sólidos sedimentados.

Los recipientes en los cuales se han recogido las muestras de agua son de polietileno de alta densidad y con una capacidad de 250 ml tal y como se contempla en normativa UNE-EN ISO 5667 (2004) referente a la conservación y manipulación de las muestras de agua. Estos recipientes irán etiquetados para evitar cualquier confusión.

Por cada punto se han llenado 3 recipientes de este tipo por si en laboratorio, o durante el proceso de transporte se perdiera accidentalmente el agua contenida en alguno de éstos. En caso de que los recipientes sean translúcidos será necesario utilizar otro recipiente totalmente opaco, ya que para hacer el estudio de la clorofila la muestra debe haber sido almacenada sin que le de la luz.

Los recipientes se han guardado en nevera entre 2-4 °C para mantener las condiciones óptimas en su análisis (AENOR ,1997). El transporte a laboratorio se realizó en caja isotérmica.

3.4.2. MÉTODOS ANALÍTICOS DEL AGUA

Los métodos empleados para analizar los diferentes parámetros físico químicos que a continuación se describen están contemplados en el Orden Ministerial 8/2/88 (métodos de medición y frecuencia de muestreos y análisis).

Para el análisis en laboratorio se ha seguido como manual el *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22th* publicado por la Asociación Americana de Aguas. En dicho manual se describe, para cada uno de los parámetros físico-químicos a analizar, el objetivo que se pretende conseguir mediante el análisis, los materiales necesarios a emplear y la metodología o pasos a seguir para la obtención de resultados fiables.

Los parámetros analizados y los métodos analíticos utilizados son los que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3: Métodos analíticos de aguas

Parámetro	Técnica	Referencia al método	Unidad
pH	Electrometría	SM-4500-H ⁺ B	Ud. pH
Conductividad Eléctrica (Ce)	Electrometría	SM- 2510 B	dS/m
Sólidos Suspendidos Fijos (SSTF)	Filtración	SM- 2540-B	mg/l
Clorofila	Electrometría	SM- 10200H	mg/m ³
Sodio (Na ⁺)	Fotometría de llama	SM-3500 KB	meq/l
Concentración de potasio (K ⁺)	Fotometría de llama	SM-3500 NAB	meq/l
Concentración de calcio (Ca ²⁺)	Titulación EDTA	SM-3500 Ca-B	meq/l
Concentración de carbonatos (CO ₃ ²⁻)	Titulación (HCl)	SM-2320-B	meq/l
Concentración de bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	Titulación (HCl)	SM-2320-B	meq/l
Concentración de cloro (Cl ⁻)	Titulación (AgNO ₃)	SM-4500-Cl-B	meq/l
Concentración de sulfatos (SO ₄ ²⁻)	Turbidimetría (BaCl ₂)	SM-4500- SO ₄ ²⁻	meq/l
Demanda biológica de oxígeno (DBO ₅)	Digestión	SM 5210	ppm
Demanda química de oxígeno (DQO)	Colorimetría	SM 5220 C	ppm

Algunos de los parámetros que se obtienen servirán para el posterior cálculo de otros más difíciles de obtener en laboratorio. Esto ocurre con la dureza y la concentración de calcio ya que por diferencia se determinará la concentración de magnesio. Mediante la cantidad de sólidos volátiles y la de fijos se obtendrán los sólidos totales.

La descripción de los métodos para cada uno de los parámetros que se van a analizar se encuentran en el Anejo 4 (*Métodos analíticos de aguas*).

3.5. MATERIAL INFORMÁTICO

HARDWARE

Por lo que respecta al hardware utilizado en el estudio se ha de destacar dos ordenadores:

- Un netbook Packard Bell 101'' LED LCD (1024x600) con 200 GB de disco duro para el trabajo de campo y toma de datos en el laboratorio.
- Ordenador de sobremesa Sony Intel Pentium D inside para el tratamiento de datos estadísticos, representación de los resultados y realización de la cartografía.

SOFTWARE

El software utilizado para el tratamiento de los resultados obtenidos se basa en cinco programas:

- Filemaker: Es una aplicación multiplataforma de base de datos relacional. Con dicho programa se tratan los datos y se describen la calidad de aguas.
- AcQua: Programa para representar los resultados obtenidos.
- Arc View: Es un software de sistema de información geográfica (GIS) y trazado de mapas para ordenadores desarrollado por la empresa ESRI. Permite la visualización, consulta y análisis de información, además de otras herramientas. La principal utilización en este proyecto es para la creación de mapas temáticos espaciales.
- Arc Map: Es una aplicación de ArcGIS que permite crear mapas .Es la aplicación central para todas las áreas que tengan que ver con mapas, incluyendo cartografía, análisis de mapas y edición. Se utiliza en este trabajo para crear un entorno donde las páginas de mapas contienen las vistas geográficas así como otros elementos cartográficos como barras de escala , leyendas , flechas de norte y mapas de referencia para su posterior presentación
- Stargraphics: Programa estadístico para tratar los resultados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Durante los cuatro meses que ha durado el trabajo de laboratorio se han realizado un total de 32 analíticas .En la tabla 1 del Anejo 5: *Resultados*, se presentan todos los resultados obtenidos además de aquellos parámetros indirectos calculados en base a los resultados obtenidos. Para complementar con lo que a continuación se va a comentar se han elaborado 32 fichas técnicas correspondientes a cada uno de los ocho puntos de muestreos y para cada uno de los meses en los que se trabajó. En dichas fichas se plasman los valores obtenidos y además se evalúa la calidad del agua para el riego. Éstos documentos se encuentran en el *Anejo 6:Fichas técnicas*.

4.1. pH

Como podemos ver en la tabla 2 del Anejo 5: *Resultados* los valores de pH oscilan entre 7,42 (punto 1, en Abril del 2014) y 8,39 (punto 4, en Enero, Febrero y Marzo del 2014) siendo el valor medio de 7,94 por lo que podemos decir que las aguas son de carácter básico, con una gran concentración de minerales disueltos. Esto tiene una explicación geológica sencilla: La cuenca hidrográfica de la rambla de Poyo está situada en la zona oriental de la Península Ibérica que se corresponde con terrenos calcícolas, obteniéndose así aguas de carácter básico. Otra prueba fehaciente del carácter básico del agua son los niveles elevados de sodio, elemento proporcional al aumento del pH. Valores elevados de pH también pueden ser un síntoma de eutrofización y por tanto de contaminación de las aguas.

Cabe destacar los valores ligeramente inferiores que se han obtenido en los puntos de muestreo 1 (Ribarroja) y 2 (Quart de Poblet) con un pH aproximado de 7,4 mientras que en los seis puntos restantes el valor medio de pH es de alrededor de 8. La explicación reside en el posible vertido de aguas residuales procedentes del Polígono Industrial de Ribarroja del Turia. Los puntos 1 y 2 están ubicados en la primera zona del tramo bajo en el cual el barranco vuelve a llevar agua durante todo el año. Gran parte de este caudal es aportado por aguas de origen industrial. Normalmente la temperatura del agua vertida al cauce suele ser mayor lo que se traducirá en una disminución del pH para los puntos que se acaban de nombrar, tal y como podemos observar en la figura 6:

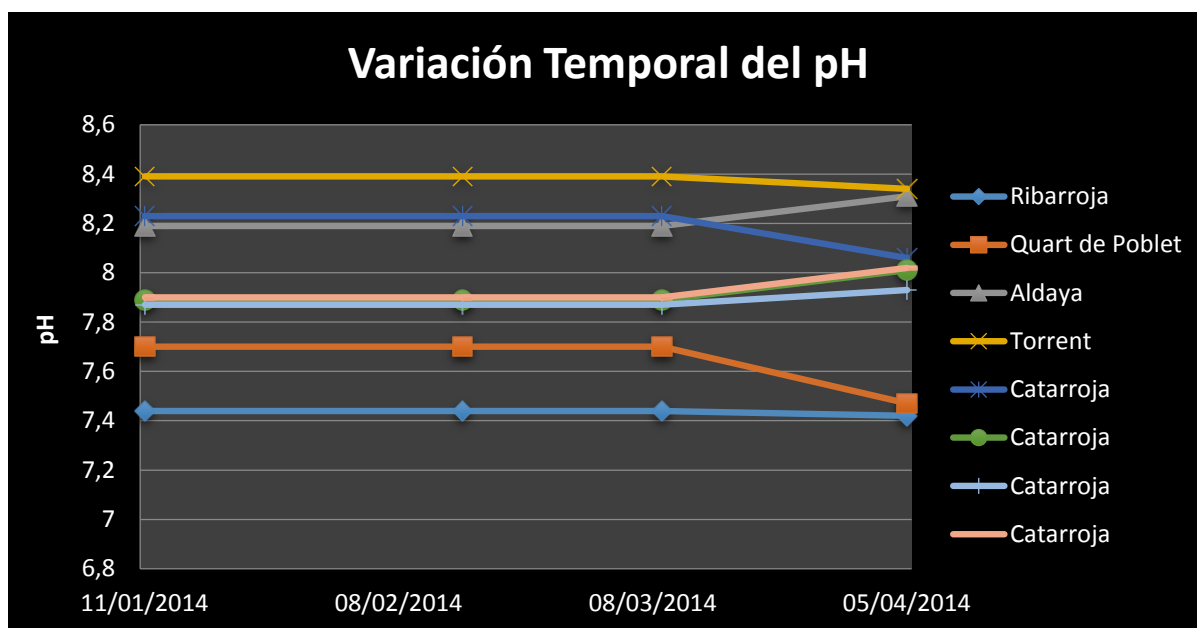


Figura 6: Evolución espacio-temporal del pH

Otro motivo por el cual ambos puntos presentan menor valor de pH puede venir dado por la falta de oxígeno de las aguas (elevada demanda biológica de oxígeno). En ambientes acuáticos anóxicos, se produce en muchas ocasiones sulfuro de hidrógeno (H_2S) un gas que da cierto olor fétido a las aguas, el cual se pudo comprobar durante los muestreos. Ciertas bacterias oxidan este gas originando H_2SO_4 y acidificando así el agua.

No obstante los valores de pH establecidos por la FAO de clasificación de la calidad de las aguas para regadío establecen un rango de entre 6,5 y 8,4 por lo que si sólo se tuviera en cuenta dicho aspecto las aguas de Poyo podrían tener un uso agrícola.

Si repasamos los resultados obtenidos en anteriores estudios como el de Boira (2012), quien estableció un valor medio de pH de 7,75 para los canales que vierten sus aguas a la Albufera, podemos decir que la media de nuestros resultados son muy similares.

4.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)

Como se puede observar en la tabla 2 *del* Anejo 5 (*Resultados*) la conductividad eléctrica varía entre 2,01 dS/m (Punto 7, en Abril del 2014) y 6,09 dS/m (Punto 1, en Abril del 2014) con un valor medio de conductividad de 3,17. Éste valor es ligeramente superior a la conductividad media del lago de la Albufera que vale 2,10 dS/m, y de valores comprendidos entre 1,00 y 3,00 del Barranco del Poyo desde enero de 2010 a septiembre de 2012 (Moreno, 2013)

La diferencia de conductividades entre los diferentes puntos de muestreo es bastante acusada, tal y como se representa en la figura 7, donde los mayores valores de conductividad eléctrica se encuentran en el punto de muestro 1 (Ribarroja) y 2 (Quart de Poblet), muy cercanos el uno del otro, con valores entorno a los 6 dS/cm. A medida que nos vamos acercando hacia la desembocadura la conductividad va disminuyendo hasta alcanzar valores aproximados de 2,5 muy similares a las aguas de la Albufera, que oscilan entre 1,33 y 3,1 dS/m.

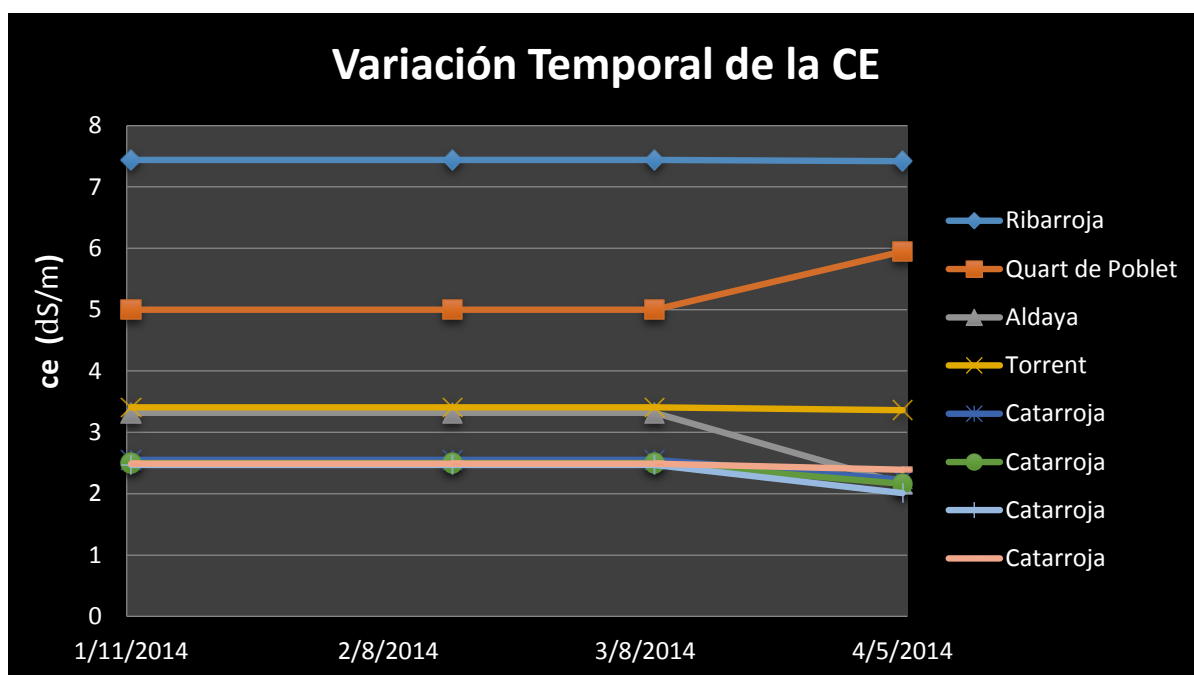


Figura 7: Evolución espacio-temporal conductividad eléctrica.

Por tanto, los elevados valores de conductividad eléctrica en los puntos 1 y 2 se deberán a factores exógenos.

Cabe destacar que valores de conductividad elevados (>5 dS/m) se corresponderán con una elevada concentración de sólidos disueltos (elevada mineralización), lo que se traduce en una posible contaminación de las aguas.

Con esto queda demostrado lo que a priori se supuso antes de realizar los análisis de laboratorio: El polígono industrial de Ribarroja del Turia, conocido como el polígono de l'Oliveral, es la principal fuente de contaminación para la Rambla de Poyo, ya que conforme nos alejamos de los puntos 1 y 2 la conductividad eléctrica va decreciendo y adquiere valores más corrientes hasta asemejarse a conductividades eléctricas típicas de las aguas del Parque Natural de la Albufera.

Además la conductividad eléctrica está relacionada con la salinidad de las aguas. Urbano Terrón (1995) establece dicha relación suponiendo la salinidad en función de la conductividad:

Tabla 4: Relación conductividad eléctrica-salinidad

$CE \leq 0,7$ dS/m	No hay salinización
$0,7 < CE \leq 3$ dS/m	Salinización media
$CE > 3$ dS/m	Salinización alta

Se puede decir pues, que la salinidad para todos los puntos será elevada. No obstante este tema se comentará con más detalle en el punto *Clasificación de las aguas* donde se habla de la salinidad.

4.3. CATIONES Y ANIONES PRINCIPALES

Tal y como se representa en el diagrama radial (figura 8) todas las muestras presentan una distribución muy similar de los principales cationes y aniones. Así pues los cationes predominantes son el sodio y el potasio, mientras que el anión más abundante es el cloruro. Para el potasio, el valor máximo (0,48 meq/l) se encuentra en el punto 4 para el muestreo realizado en Enero del 2014. En el caso del sodio el valor máximo (47,61 meq/l) se encuentra en el punto 2 para el muestreo de Abril de 2014. La mayor concentración de cloruro (50,93 meq/l) se da en el punto 1 en Abril del 2014 (*Anejo 5. Tabla 2*). Por tanto se puede decir que las aguas son cloruro-sódicas.

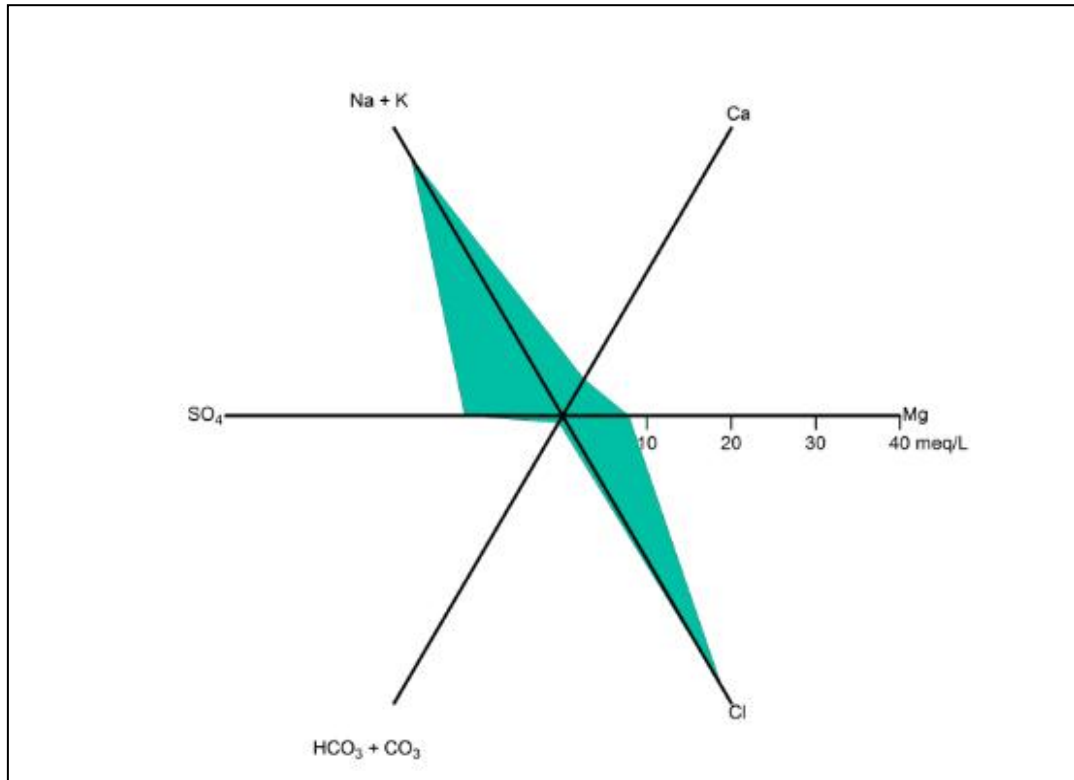


Figura 8: Diagrama radial

En 1995, Chebotarev propuso un modelo de evolución de las aguas (tabla 5), en el cual se observaba la tendencia de las aguas a adquirir composiciones similares a las de las aguas del mar. En el caso de las aguas del Barranco del Poyo nos encontramos en los últimos estados de esta secuencia puesto que el ión predominante es el cloro.

Tabla 5: Secuencia de Chebotarev

	Recorrido de las aguas >>>				
Aniones predominantes	HCO_3^-	$\text{HCO}_3^- \gg \text{SO}_4^{2-}$	SO_4^{2-}	$\text{SO}_4^{2-} \gg \text{Cl}^-$	Cl^-
	Aumento de la salinidad >>>				

4.4. SODIO

Las concentraciones de sodio registran valores desde los 4,79 meq/l (Punto 8 en Enero del 2014) hasta los 48,87 meq/l (punto 2 en Abril del 2014) con un valor medio de 16,53 meq/l. Este valor es muy similar a los 13,10 meq/l que establece Moreno en el 2013 para las aguas de lámina libre del Parque Natural de la Albufera.

Tal y como puede observarse en la figura 9 en los dos primeros puntos de muestreo (Ribarroja y Quart de Poblet) se produce un desequilibrio en las concentraciones para los diferentes

muestreos con picos muy acusados. Para los siguientes puntos de muestreo las concentraciones de sodio van a ser bastante homogéneas en los cuatro muestreos realizados con valores que tendrán una desviación de menos de 10 meq/l.

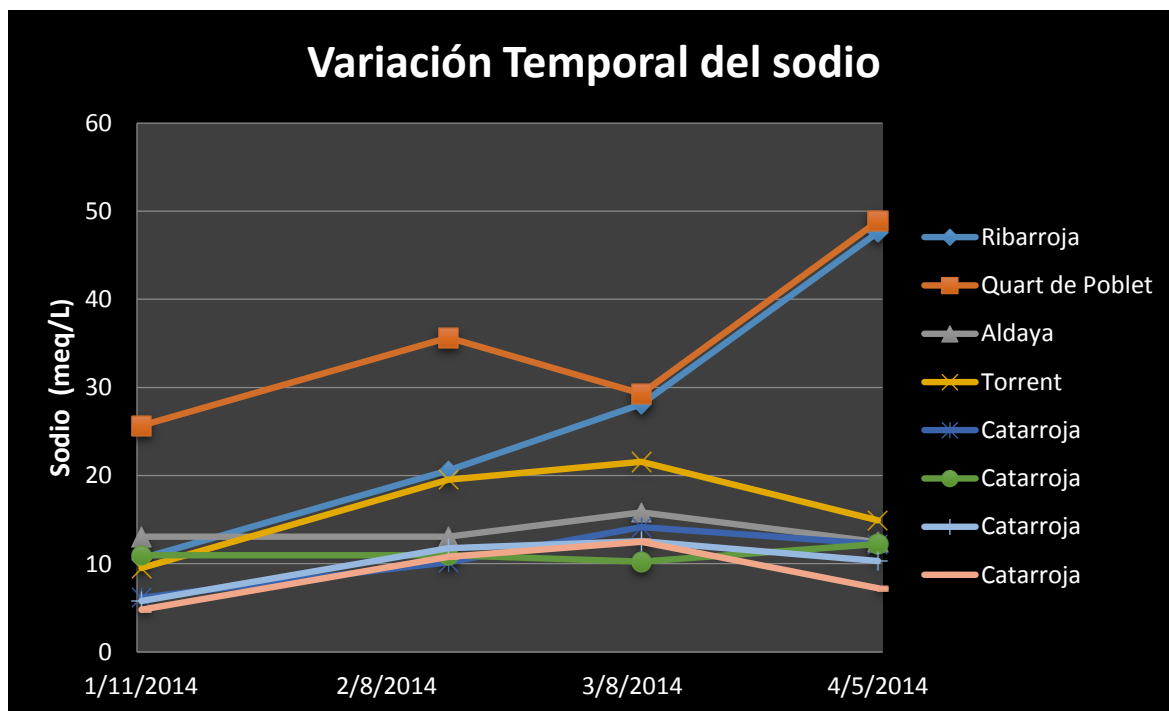


Figura 9: Evolución espacio-temporal del sodio

4.5. POTASIO

Según el análisis estadístico de los resultados (tabla 2 *del* Anejo 5: *Resultados*) las concentraciones de ión potasio en agua varían entre valores mínimos de 0 (Puntos del 4 al 8, en Abril del 2014) y máximos de 0,48 meq/l (Punto 4 en Enero del 2014) con un valor medio de 0,24 meq/l, ligeramente inferior a los 0,33 meq/l que obtiene Moreno (2013) para las aguas de lámina libre de la Albufera.

Las concentraciones de potasio varían para un mismo punto de muestreo de modo que se hace difícil establecer un criterio para los puntos de muestreo. No obstante se puede observar que en el muestreo realizado en Abril las concentraciones de potasio son de 0 meq/l para todos los puntos de muestreo lo que hace pensar que puede tratarse de un error en laboratorio. Dichas variaciones se representan en la figura 10.

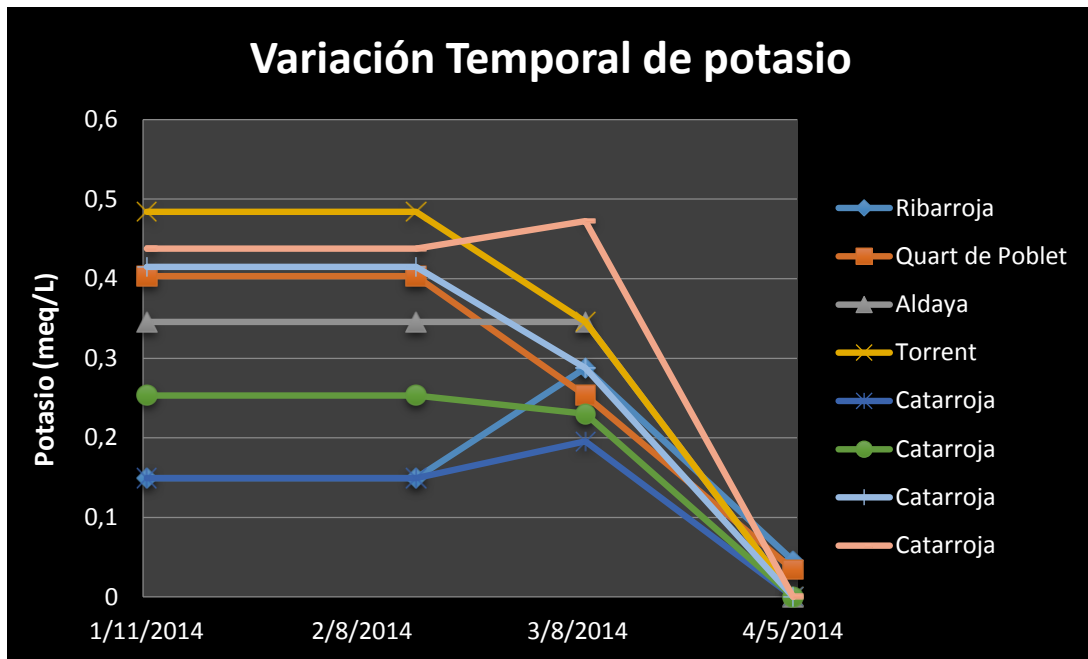


Figura 10: Evolución espacio temporal del potasio

Cabe destacar que los niveles de tolerancia de potasio varían en función del cultivo, el estado de desarrollo de este y de las condiciones climáticas (Camacho Ferre, 2003) por lo que no se ha establecido una concentración límite para el uso de agua en agricultura.

Tal y como se observa en la figura 11 los aumentos y disminuciones en la concentración de potasio guardan una relación con la concentración de sodio, ya que los aumentos de ión potasio en agua se corresponden con disminuciones de ión sodio en agua. Esto tiene una explicación científica y es que los iones potasio tienden a sustituir a los iones de sodio.

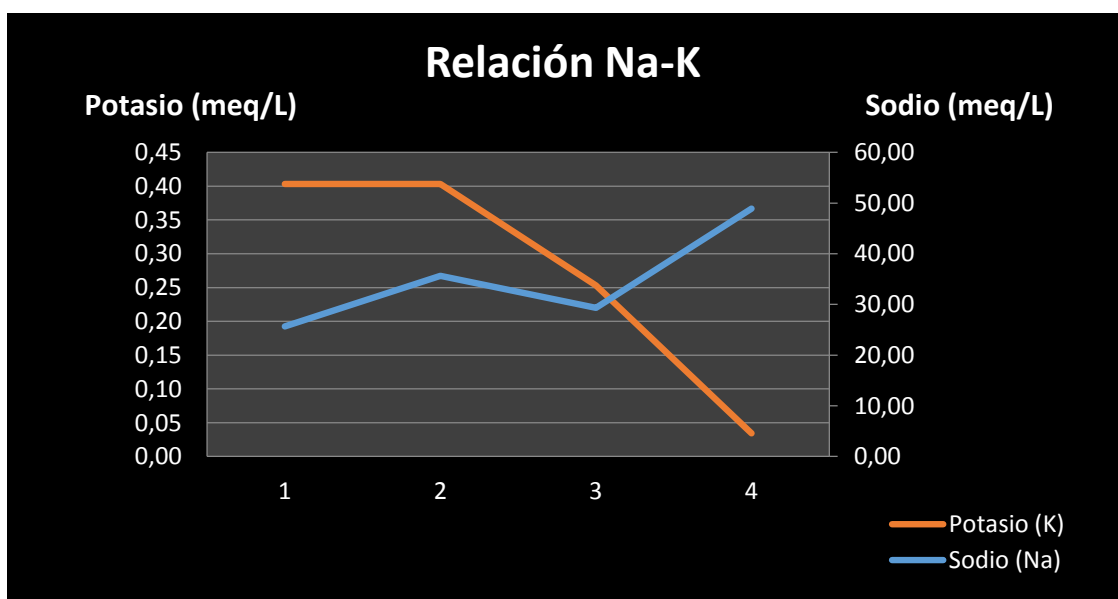


Figura 11: Relación Na-K

4.6. CALCIO

Tanto el calcio como el magnesio, son elementos indicadores de la dureza de las aguas. La concentración de estos componentes vendrá en función principalmente del tipo de lecho geológico. Puesto que toda la cuenca hidrográfica de la Rambla está ubicada sobre terreno calcáreo la concentración de calcio será elevada.

Analizando los datos estadísticos (tabla 2 del Anejo 5) se puede observar que dichas concentraciones son bastante regulares para los ocho puntos de muestreo, entre los 3,5 meq/l como mínimo (punto 2 para el mes de Enero) y 7 meq/l como máximo (punto 7, para el mes de Marzo) con un valor medio de 5,30 meq/l, ligeramente superior al propuesto por Goberna (2002) de 3,52 meq/l para la Albufera.

Tal y como podemos observar en la figura 12 en el primer muestreo, realizado en Enero, los valores obtenidos para el punto 1 y 2 son ligeramente inferiores al resto de puntos. La explicación puede deberse a un error de laboratorio, ya que éstas fueron las primeras muestras que se analizaron y para las cuales no se tenía todavía la suficiente práctica analítica.

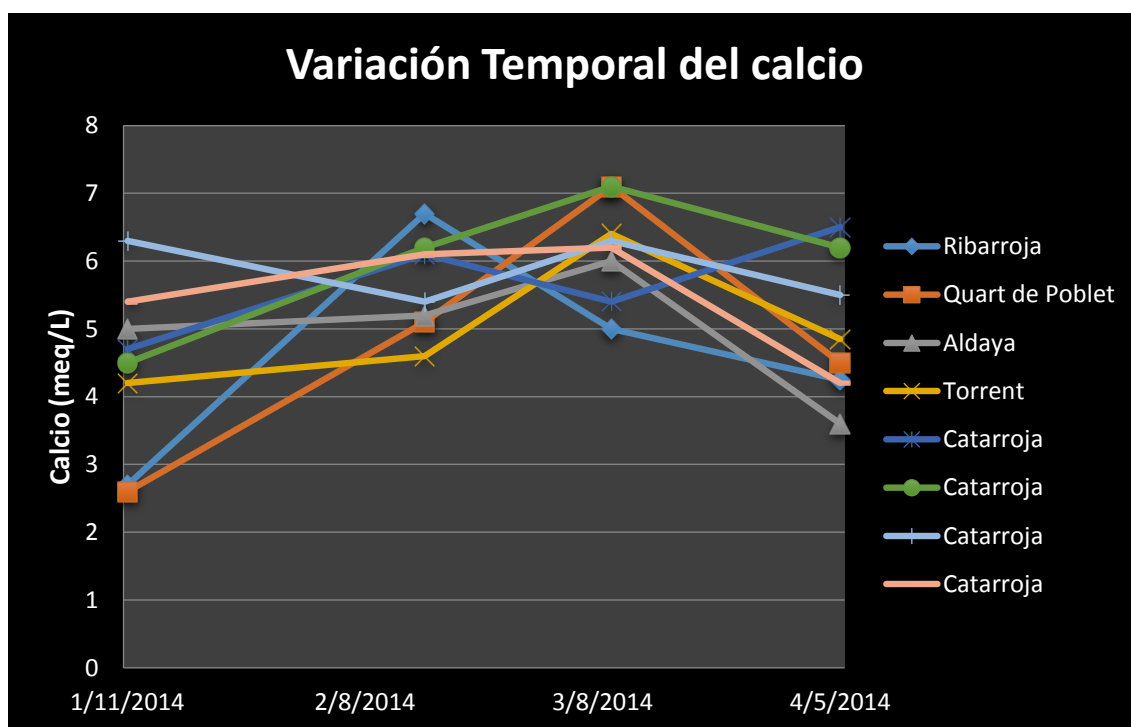


Figura 12: Evolución espacio-temporal calcio

No obstante los valores de calcio obtenidos en todos los puntos y durante los cuatro muestreos son elevados, de ahí que el pH sea alcalino.

La reglamentación técnico-sanitaria española establece como valor límite de calidad de aguas hasta un contenido de 6-6,5 meq/l para riego, por lo que podemos decir que nuestras aguas se encuentran en el límite incluso sobrepasan ligeramente dichos valores ya que en los puntos 2 y 6 para el muestreo realizado en Marzo las concentraciones se aproximan a los 7 meq/l.

4.7. MAGNESIO

Los valores de magnesio para los diferentes puntos de muestro van desde los 3,16 meq/l como mínimo (Punto 4 en Abril del 2014) hasta aproximadamente los 9 meq/l (Punto 4 en Enero del 2014) con una concentración media de 6,15 meq/l (Anejo 5: *Resultados. Tabla 1*), superior a la propuesta por Goberna (2002) de 2,76 meq/l para la Albufera.

Tal y como podemos observar en la figura 13 en los primeros cuatro puntos las variaciones son muy bruscas encontrándose aquí los mínimos y máximos absolutos.

Para todos los puntos de muestreo se observa un comportamiento común, y es que la concentración de magnesio disminuye a medida que van realizándose los muestreos. Se observa pues un descenso de magnesio en Abril (4º muestreo) y Marzo (3º muestreo) respecto a Febrero (2º muestreo).

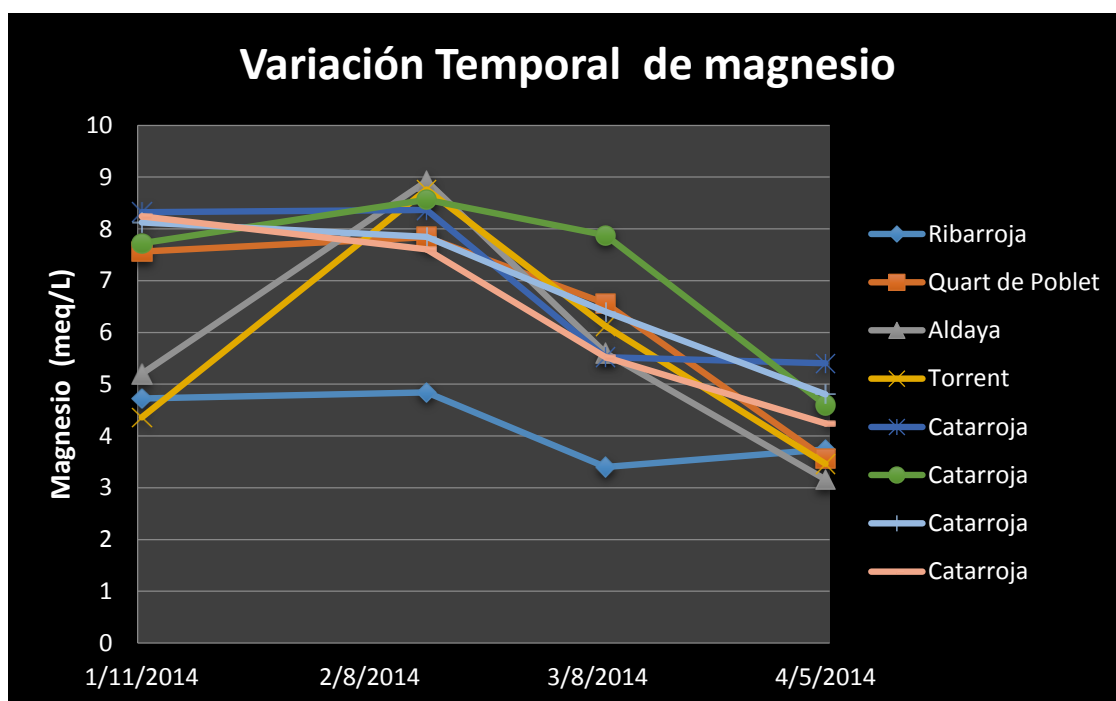


Figura 13: Evolución espacio-temporal magnesio

No obstante, la concentración de magnesio es más bien alta ya que nos encontramos en terrenos con pH básico y en zonas con precipitación baja, por lo que no hay lavado de suelos que haría que el magnesio disminuyera.

La Ley General de Aguas establece para el Magnesio una concentración, de 12,5 meq/l para Aguas destinadas al riego de vegetales, por tanto ningún momento se supera dicha cantidad.

4.8. CARBONATOS Y BICARBONATOS

Puesto que el pH no es superior de 8,4 en ninguno de los puntos muestreados se considera que el valor de carbonatos será cero.

Por lo que a bicarbonatos se refiere la concentración de bicarbonatos variará entre 0,3 meq/l (Punto 8 en Abril del 2014) y 2 meq/l (Punto 4, Febrero del 2014) con un valor medio de 0,99 meq/l. Tal y como ocurría con el pH, en aquellos puntos donde el agua tuviera un carácter más básico mayor será la concentración de bicarbonatos.

Una concentración elevada puede suponer un problema para el riego ya que pueden precipitarse tanto el calcio como magnesio incrementando así el pH del suelo y haciendo que los elementos no puedan ser absorbidos por la planta. Por lo general los valores de bicarbonatos no son elevados, si tenemos en cuenta concentraciones de otros análisis como los 4,44 meq/l de media que establece Moreno (2013) para las aguas de la Albufera.

La legislación española establece que la concentración de carbonatos y bicarbonatos de las aguas destinadas para riego no deben superar los 1,2 meq/l y 5,57 meq/l respectivamente. Por tanto nos encontramos lejos de los valores límites establecidos por ley para el bicarbonato. A continuación se adjunta la gráfica de variación temporal de bicarbonatos para cada punto de muestreo.

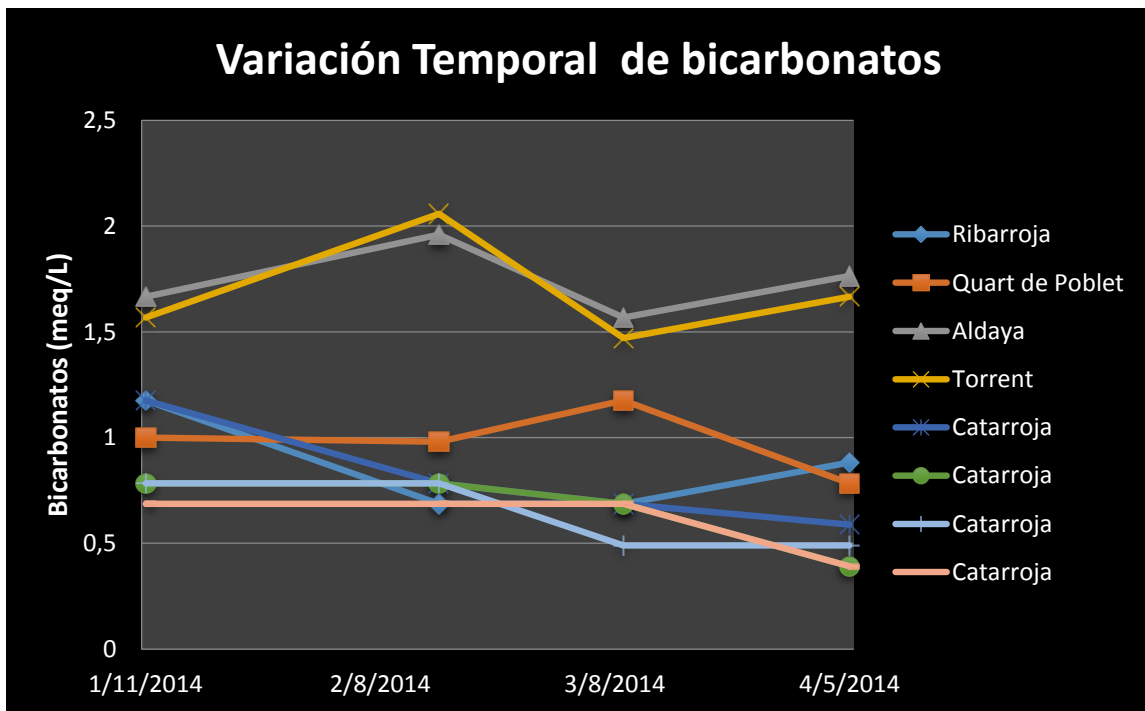


Figura 14: Evolución espacio-temporal bicarbonatos

4.9. CARBONATO SÓDICO RESIDUAL (CSR)

A raíz de la concentración de carbonatos y bicarbonatos surge el término CSR que pretende evaluar el agua de riego en función de estos dos compuestos. Es importante conocer este

parámetro ya que un exceso de carbonatos puede degradar tanto el suelo como el cultivo en sí. El CRS se calcula como:

$$C.S.R = (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$$

A priori, puesto que el pH es básico, se puede pensar que los valores de C.S.R serán elevados. No obstante, tal y como se representa en las fichas técnicas (Anejo 6. *Fichas técnicas*) el carbonato residual llegar a ser negativo. Esto se debe a la elevada concentración de ión calcio y en menor medida del ión magnesio.

Por tanto, en ninguno de los ocho puntos de muestreo existe riesgo de carbonato sódico residual.

4.10. CLORO

Tal y como se observa en el análisis estadístico de los resultados (Anejo 5: *Tabla 2*) las concentraciones de cloro van desde los 8,98 meq/l (Punto 8, en el mes de Abril) hasta los 50,92 meq/l (Punto 1, en el mes de Abril). El valor medio de concentración oscila alrededor de los 20,03 meq/l.

La presencia de cloro en las aguas puede condicionar al funcionamiento del cultivo afectando principalmente a cítricos y otra serie de frutales de hueso produciendo necrosis foliar. No obstante no supone un serio problema para las especies hortícolas que tanto abundan en el área estudiada.

Como se observa en la figura 15 la mayor concentración de ión cloruro se encuentra en los puntos 1 y 2 en los cuales, para el mes de Abril, se llega a multiplicar por cinco el valor obtenido aguas abajo.

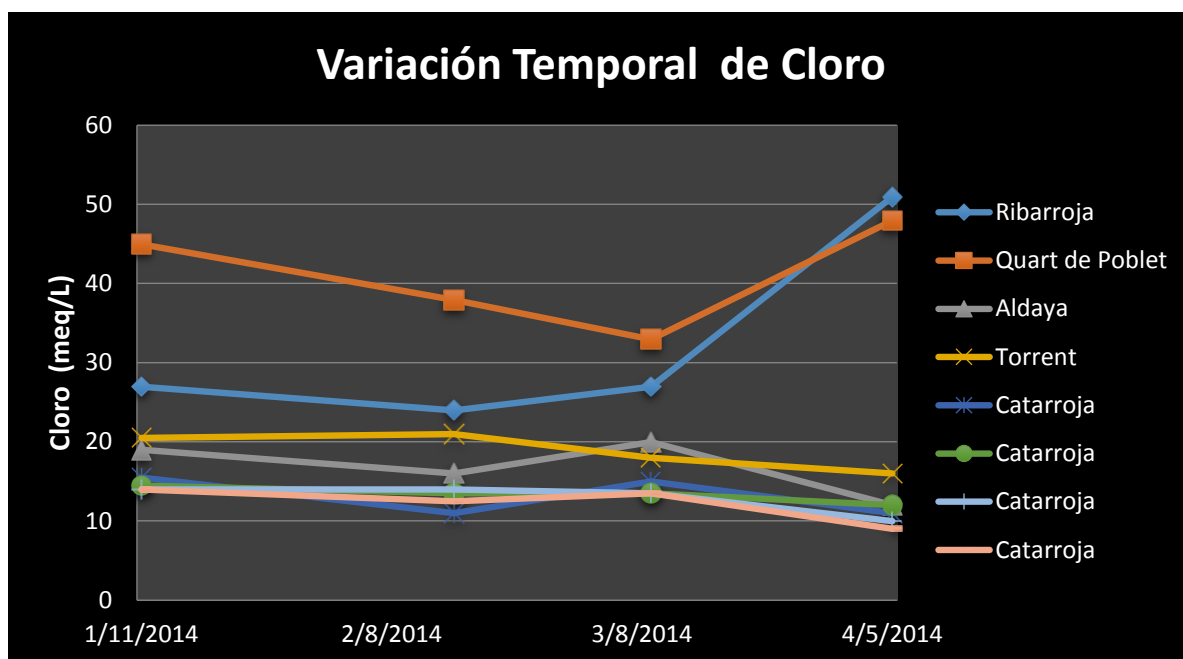


Figura 15: Evolución espacio temporal Cloro

A medida que nos alejamos de la zona conflictiva, que abarcaría los cuatro primeros puntos, dicha concentración desciende de manera considerable adquiriendo valores más parecidos a los que se podrían obtener en la Albufera aproximándose a los 15meq/l (Moreno, 2013). Por tanto, las aguas procedentes del Polígono Industrial de Ribarroja que se vierten a la Rambla serán las causantes de las elevadas concentraciones de cloro.

El motivo por el cual en los dos primeros puntos esta concentración es tan elevada puede deberse a dos factores: En primer lugar, el uso excesivo de detergentes y productos derivados del jabón utilizados en algún momento del proceso industrial.

Otro motivo por el cual la concentración es tan elevada puede deberse al tratamiento de las aguas utilizadas por las empresas de dicho polígono, que se conducen a la estación depuradora con el fin del eliminar parte de la carga contaminante de las aguas antes de verterlas al barranco. Una de las características de las aguas tratadas en estaciones depuradoras es que sufren un aumento en la concentración de cloro.

Si nos basamos en el modelo de Urbano Terrón (2002), los tres niveles en los que clasifica la aptitud de las aguas para riego en función de la concentración de cloro son:

Tabla 6: Concentración de cloro para riego

Cl- (meq/l)	Riesgo cultivo
≤ 4	No hay problema
$4 < Cl- \leq 10$	Problema creciente
> 10	Problema grave

Por tanto tal y como se observa en la figura 14 los cuatro primeros puntos sobrepasarían los límites establecidos para el cultivo dándose en los puntos 1 y 2 las mayores concentraciones, 5 veces superior al tope permitido.

Los últimos cuatro puntos, estarían en el límite entre aguas con un problema grave y aguas con un problema creciente para el cultivo.

4.11. SULFATOS

La concentración de sulfatos en las aguas de Poyo va desde los 4,64 meq/l como mínimo (Punto 3, en Abril del 2014) llegando hasta valores cercanos a 17,5 meq/l (Punto 7, en el mes de Abril del 2014) teniendo una concentración media de 11,20 meq/l. Anteriormente Goberna (2002) había establecido el valor medio de sulfatos para la Albufera en 10,38 meq/l por lo que los resultados son prácticamente iguales

Tal y como se observa en la figura 16 la tendencia para prácticamente todos los puntos es a disminuir la concentración para cada los tres primeros meses de muestreo a excepción del punto 4 (Torrent).

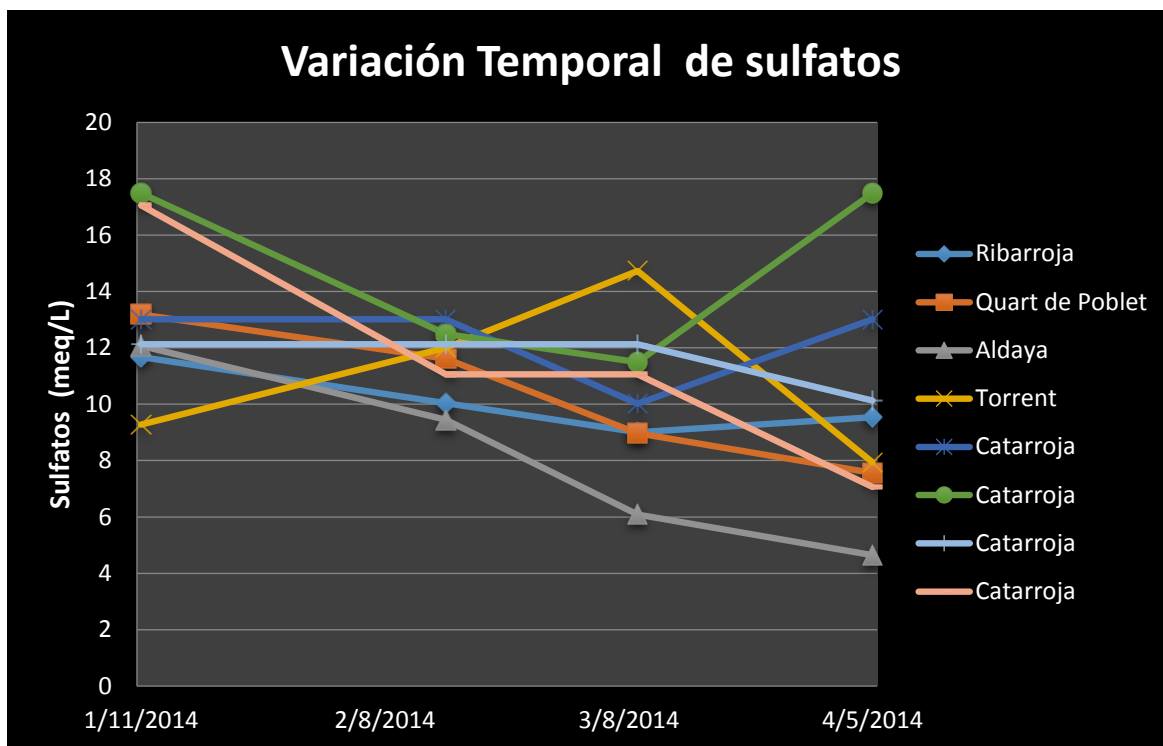


Figura 16: Evolución espacio-temporal sulfatos

Diversos autores han establecido unos límites en la concentración de sulfatos para riego que varían entre los 12,5 mg/l que cita Moya Talens (2002) a los 52,5 meq/l que cita Giménez Montesinos (Universidad Miguel Hernández – E.T.S. de Orihuela).

Por tanto si tuviéramos en consideración el límite propuesto por Moya Talens tan sólo en un punto se estaría sobrepasando dicha concentración. En cambio para Gimenez Montesinos las concentraciones de sulfatos del Barranco de Poyo serían aptas para riego.

Los valores entre los cuales se encuentra la concentración de sulfatos de la Albufera según Boira (Universitat Politècnica de València) rondan entre 7,81 y los 18,75 meq/l, valores muy similares a los obtenidos en los ocho puntos donde se ha muestreado.

4.12. SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS

Los valores de residuos sólidos suspendidos en las aguas de la Rambla de Poyo se aproximan a los 19,97 mg/l de media, presentando valores muy superiores tanto en el punto 1 como en el 2 donde la cantidad de sólidos se encuentra alrededor de los 49 mg/l. Las concentraciones mínimas se han obtenido en el punto 8 durante los cuatro meses. (Anejo 5: *Tabla 1*)

Cabe destacar que los valores obtenidos pueden verse influenciados por diversos factores que habrá que tener en cuenta. El principal factor será el caudal del barranco, por tanto, para períodos en los cuales circule más agua por el cauce los sólidos, aun estando en la misma proporción, se verán reducidos respecto al volumen total de agua. Además, la colocación y profundidad de los botes a la hora de la recogida del agua puede influir en la cantidad de sólidos, ya que cuanto más cerca se coloque el recipiente del fondo, mayor porcentaje de residuos sólidos.

Al igual que ocurría con la conductividad eléctrica, la cantidad de sólidos disueltos es un indicador del nivel de contaminación de las aguas. Por lo que se consolida la idea inicial de que en los puntos 1 y 2 hay un exceso de vertidos contaminantes y que a medida que el cauce se aleja de dicha zona va reduciéndose la cantidad de residuos disueltos.

Según el reglamento de Dominio Público Hidráulico, modificado por el Real Decreto 606/2003, del 23 de Mayo establece que los valores máximos en el vertido de residuos de origen industrial, doméstico o de depuradoras no debe superar los 35 mg/l de sólidos en suspensión. Por tanto en los dos primeros puntos de muestreo se han obtenido valores de sólidos disueltos que sobrepasan los límites establecidos por la ley. En la siguiente figura se representa la evolución de dicha concentración para cada punto.

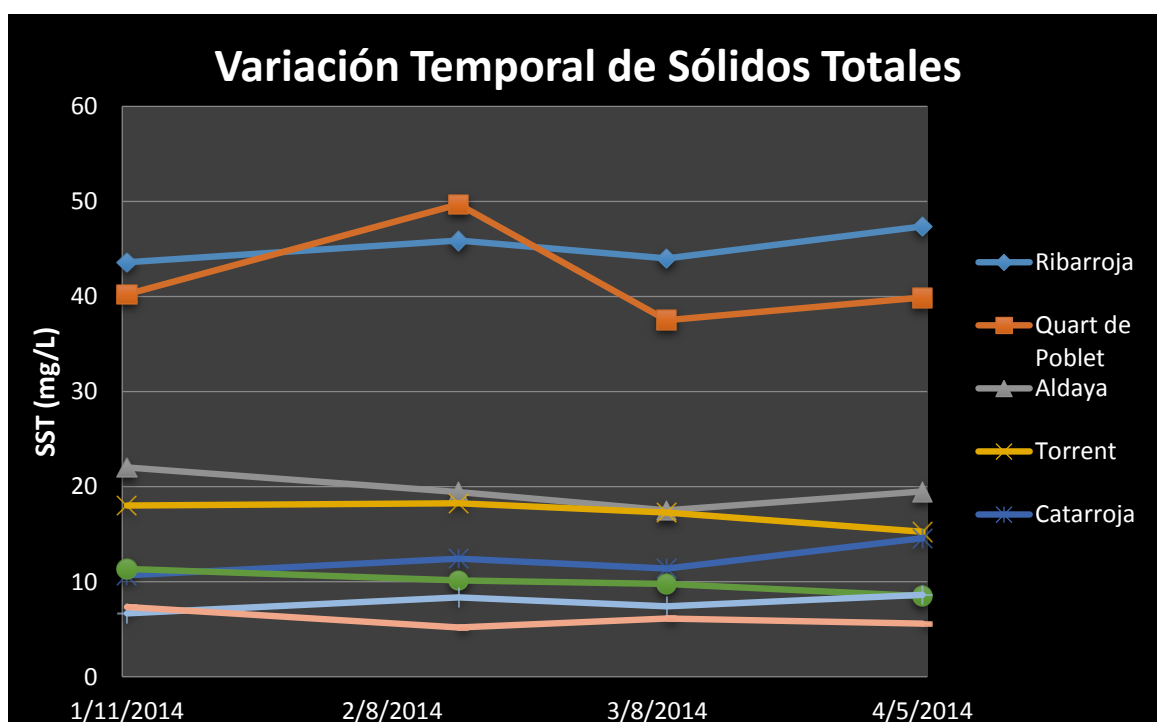


Figura 17: Evolución espacio-temporal sólidos totales

4.13. CLOROFILA

La concentración de clorofila en aguas del Poyo oscila entre valores cercanos a los 43 g/m³ (Punto 1, en Marzo del 2014) y valores de concentración nulos (Puntos 3 y 4, meses de Febrero y Abril del 2014). (Anejo 5: *Tabla 1*)

Se hace difícil establecer un patrón común en la variación de la clorofila, puesto que para cada uno de los ocho puntos la concentración es muy diferente. No obstante se puede apreciar que en los puntos donde la concentración de clorofila se mantiene más o menos constante es en el punto 1 y en menor medida en el punto 2, con valores medios de 27,64 mg/m³ y 16,97 mg/m³ (Figura 18).

Según CHJ valores próximos a 408mg/m^3 de clorofila indican un nivel de eutrofización severo de las aguas. No obstante estos datos están propuestos para el lago de la Albufera. Como es lógico en ninguno de los puntos muestreados se llega a estos valores de concentración puesto que las aguas del barranco no están estancadas como sí ocurre en el lago. En la bibliografía consultada se comenta que la eutrofización depende de otros factores además de la clorofila (nitrógeno total, nitratos, nitritos, DBO o DQO), por lo que niveles bajos de ésta no indica que las aguas no estén contaminadas.

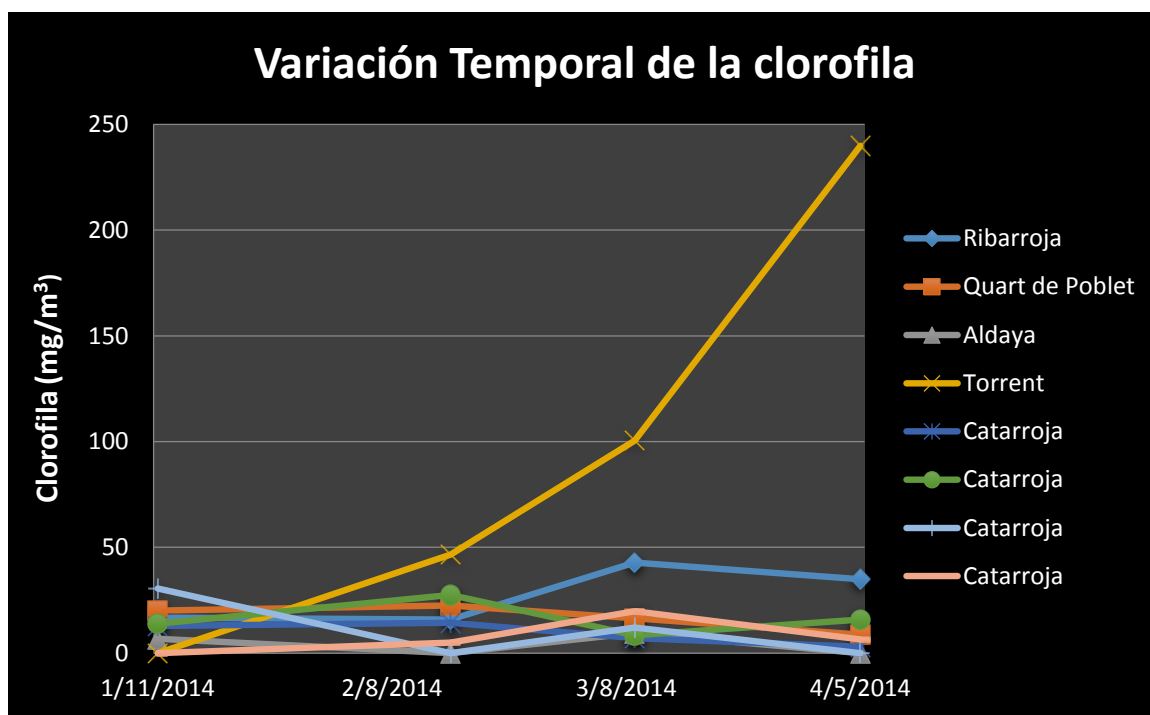


Figura 18: Evolución espacio-temporal clorofila

4.14. CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS

Puesto que las aguas de la Rambla van a tener una finalidad agrícola conviene relacionar dicha concentración con la capacidad para poderse utilizar como agua de riego. Para ello se ha estudiado la clasificación de *Riverside, del US Salinity Laboratory*. Los dos parámetros con los que trabaja éste método son: La sodicidad y la salinidad. A continuación se describe cada uno de ellos:

La sodicidad se deduce a partir de la relación de adsorción de sodio del agua (SAR) que clasifica la concentración de sodio en cuatro niveles, representados en la tabla 7:

Tabla 7: Clasificación sodicidad según Riverside.

Sodicidad	Tipo	Calidad agua
S1	Baja	Sodicidad baja para casi todos los cultivos menos para los sensibles a Na (frutales de hueso).
S2	Media	Peligro apreciable de sodicidad.
S3	Alta	Necesario lavado. Suelos de yeso aptos
S4	Muy alta	Aguas no aptas para el cultivo excepto que la salinidad sea baja.

Tal y como se aprecia en las fichas técnicas (Anejo 6. *Fichas técnicas*) para cada punto de muestro el SAR se ve modificado dependiendo de la fecha de muestreo .No obstante el valor más repetido es el S2 (sodicidad media) como se puede observar en la figura 19.

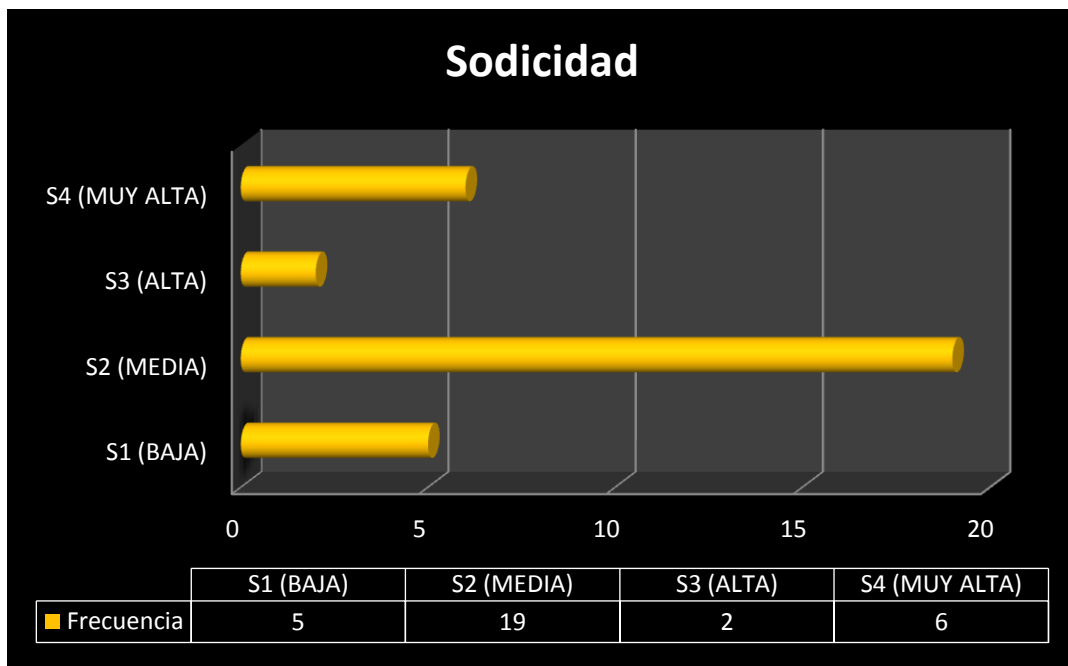


Figura 19: Niveles de sodicidad.

Además de la sodicidad (RAS), el otro parámetro utilizado en la clasificación de Riverside es la salinidad. En dicho método se clasifican las aguas en cuatro niveles que son los siguientes:

Tabla 8: Clasificación salinidad según Riverside.

Salinidad	Tipo	Calidad agua
C1 (0-0,25 dS/m)	Baja	Apta para el riego en todos los casos. Únicamente problemas en suelos con baja permeabilidad
C2 (0,25-0,75 dS/m)	Media	Apta para el riego en cultivos tolerantes a la salinidad y con elevados volúmenes de agua.
C3 (0,75-2,25 dS/m)	Alta	En suelos con elevada permeabilidad y cultivos muy tolerantes. Elevados volúmenes de agua.
C4 (2,25-5,00 dS/m)	Muy alta	Salinidad excesiva. Necesario suelos muy lavados.

Como se puede observar en la figura 20, de los treinta y dos muestreos realizados en veintinueve de ellos el tipo de salinidad era C4 (2,25-5,00 dS/m) y únicamente en tres la salinidad era de tipo C3 (0,75-2,25 dS/m) lo que significa que las aguas del barranco de Poyo presentan una salinidad muy elevada.

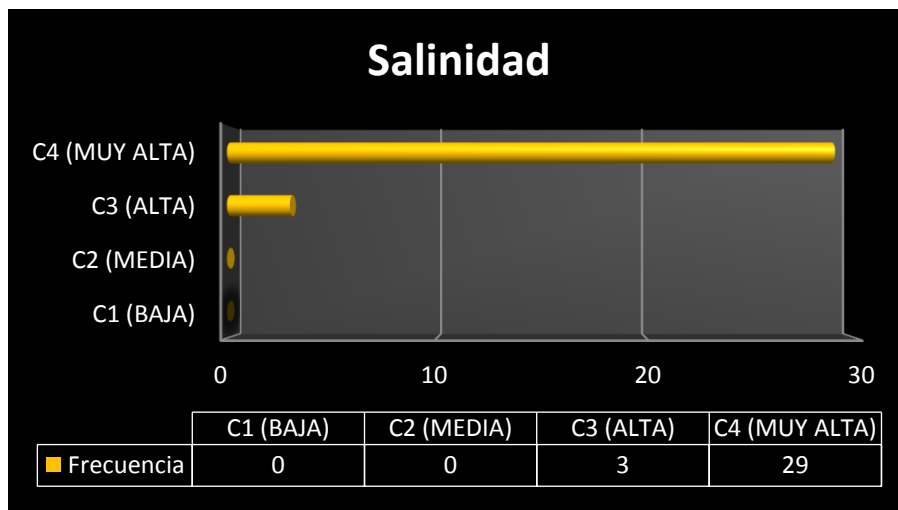


Tabla 20: Niveles salinidad

Considerando los valores de sodicidad y salinidad conjuntamente el 50 % de las muestras presentan una sodicidad media (S-2) y una salinidad muy elevada (C-4), seguido de un 19 % de muestras con una sodicidad muy elevada (S-4) y una salinidad muy elevada también (C-4). Esta distribución porcentual se representa en la figura 21.

Los resultados se asemejan bastantes a los obtenidos por Goberna (2002) para el Parque Natural de la Albufera quien estableció que el grupo que más predominante era el C4-S2 con un 42 % del total de muestras analizadas.

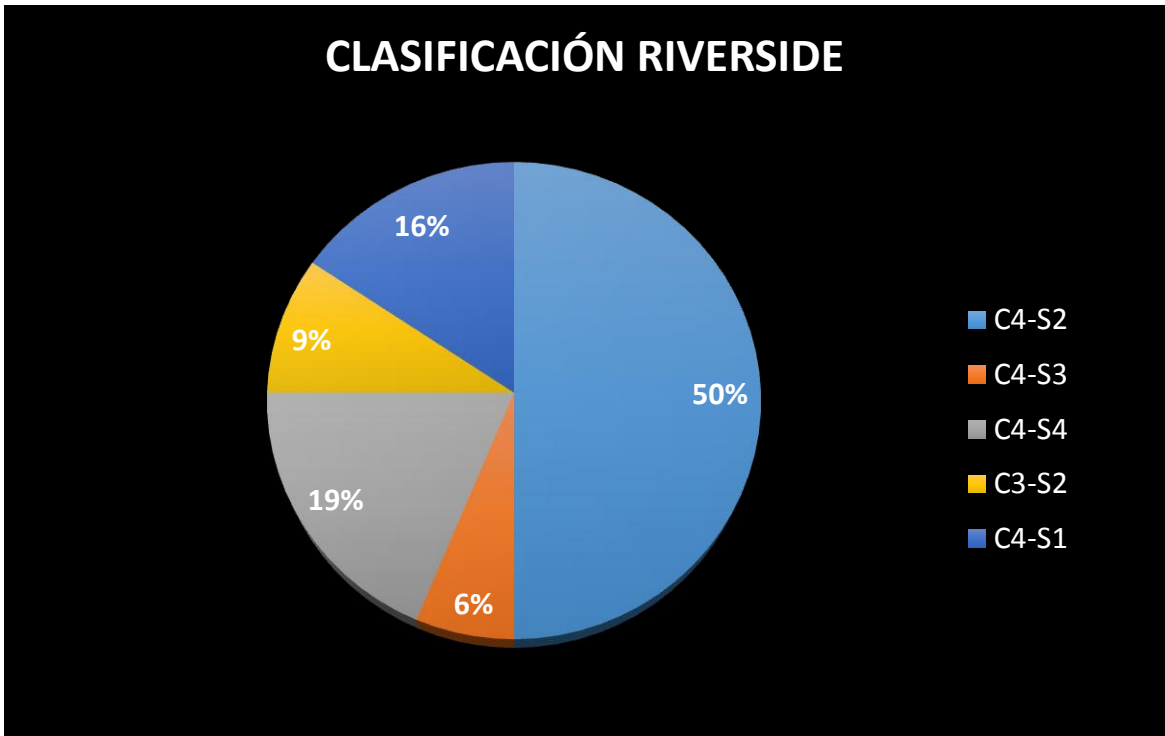


Tabla 21: Clasificación Riverside

4.15. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

La demanda química de oxígeno se define como la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica del agua. Por tanto a mayores concentraciones de DQO, mayor contaminación de las aguas ya que será la causante de dicha concentración.

Tal y como se representa en la tabla 2 del Anejo 5: *Resultados* el valor mínimo de DQO se registra en Febrero del 2014 para el punto 6 (Catarroja) con una concentración de 30,63 mg/l, siendo el valor máximo de 44,77 mg/l en Abril del 2014 para el punto 1 (Ribarroja). El valor medio es de 30,92 mg/l.

Para el primer muestreo, realizado en Enero, no se determinó la DQO por cuestiones de tiempo ya que no se tenía la suficiente habilidad en los otros parámetros analizados y por tanto no dio tiempo de poder obtenerla.

La evolución espacio-temporal de la demanda química de oxígeno aparece en la siguiente tabla:

Variación Temporal Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO)

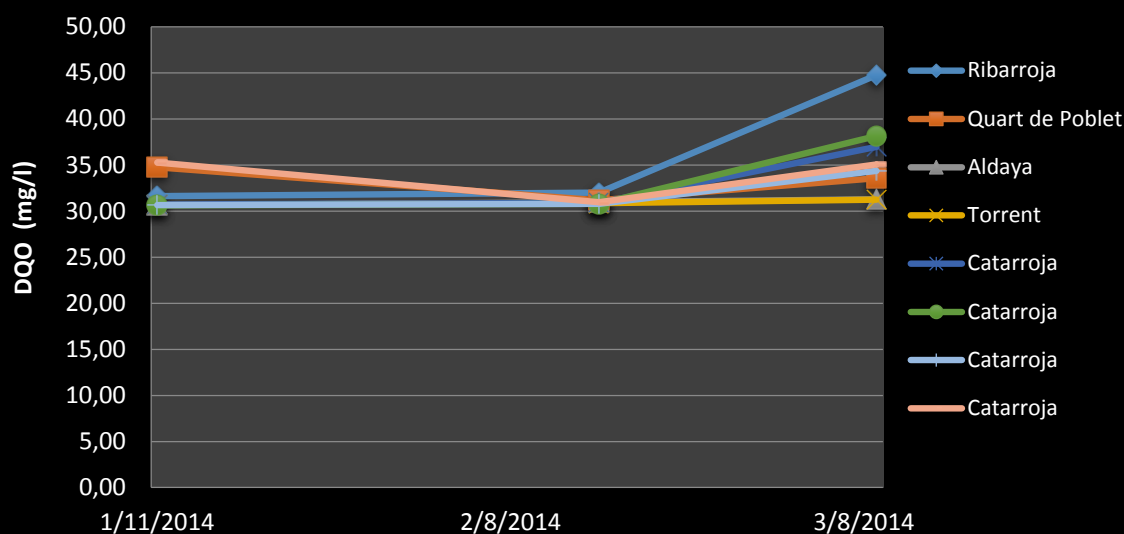


Tabla 22: Evolución temporal DQO

La Confederación Hidrográfica del Júcar establece cinco niveles de clasificación de las aguas en función de demanda química de oxígeno (Tabla 9).

Tabla 9: Niveles clasificación DQO

DQO (mg/l)	CALIDAD AGUAS
$DQO \leq 10$	Excelente (aguas no contaminadas).
$10 < DQO \leq 20$	Buena (muy baja concentración de materia orgánica).
$20 < DQO \leq 40$	Aceptable (indicios de contaminación).
$40 < DQO \leq 200$	Contaminadas. Aguas superficiales con descargas de aguas residuales
$DQO > 200$	Fuertemente contaminadas. Aguas superficiales con impactos fuertes de descargas de aguas residuales.

4.16. DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO

La demanda biológica de oxígeno DBO_5 mide el oxígeno requerido por los organismos en sus procesos metabólicos al consumir la materia orgánica presente en las aguas. Para una mayor concentración de materia orgánica mayor será la demanda por parte de los organismos. Que la concentración de materia orgánica sea elevada se puede deber al vertido de aguas

contaminadas al cauce del Barranco (fertilizantes, compuestos fenólicos, vertidos industriales, domésticos etc...), de ahí que se relacione una demanda biológica de oxígeno elevada con la contaminación de las aguas.

En nuestro caso este método se realizó únicamente en el cuarto y último muestreo con el fin de ampliar los conocimientos sobre análisis de agua. Además debido a limitaciones en cuanto a material sólo se realizó esta prueba en cuatro puntos de muestreo, elegidos por la posible existencia de alguna fuente de contaminación cercana que hiciera que la calidad de las aguas fuera peor.

Los puntos en los cuales se trabajó y os valores de DBO₅ obtenidos para cada uno de los puntos fueron:

Tabla 10: Lecturas DBO₅

PUNTO	1	3	4	5	8
DBO5(mg/L)	73	14	9	18	29

A continuación se representa gráficamente las concentraciones de DBO₅ (figura 23).

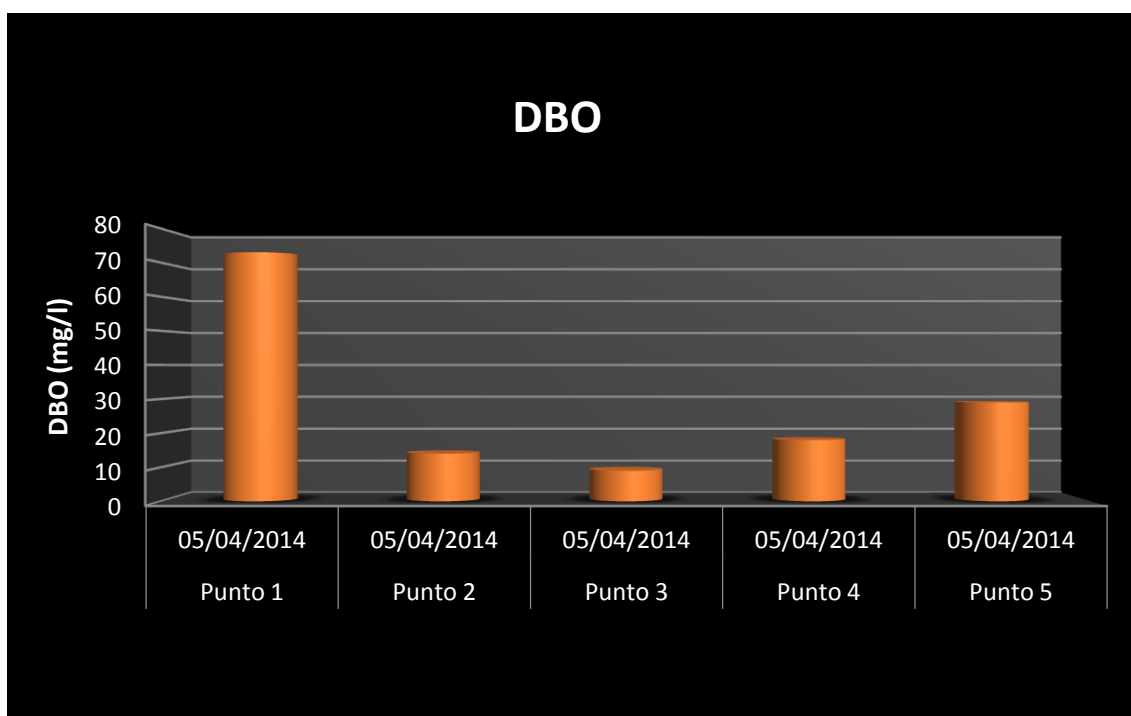


Figura 23: Concentraciones DBO₅

La carga contaminante del punto 1 y en la cercanía al lago del punto 5 registra los mayores valores. Esto se observa en los valores de DBO obtenidos y se debe en el punto 1 a la contaminación producida por el polígono industrial y en el punto 5 por el grado de eutrofización del lago de acuerdo a los datos reflejados por Tysa (2005)

La legislación española señala que aquellas aguas que presenten valores inferiores a 3 mg/l no presentarán contaminación. Valores superiores a los 10mg/l serán considerados como aguas muy contaminadas.

Analizando los resultados obtenidos se puede observar que únicamente en uno de los puntos de muestreo (4º) no se supera el umbral de contaminación, aunque este valor está prácticamente en el límite. En todos los demás puntos las aguas presentan demandas superiores, llegando a demandas siete veces mayores que lo establecido según la normativa.

5. CONCLUSIONES

Después de realizar el análisis y la posterior interpretación de los resultados obtenidos, las conclusiones que se pueden sacar son:

1. La concentración del catión sodio (Na^+) y del anión cloro (Cl^-) es mucho mayor que el resto de elementos. Las aguas son cloro- sódicas.
2. Los puntos de muestreo 1 y 2, situados en el término municipal de Ribarroja del Túria, receptores de aguas vertidas por el Polígono Industrial de l'Oliveral, presentan un elevado grado de contaminación ya que los parámetros analizados (conductividad eléctrica, pH, sólidos en suspensión, concentración de ión cloruro) así lo reflejan. Es por ello que se observa un origen de la contaminación industrial en cabecera, mientras que al final del barranco, la influencia en los parámetros de contaminación se debe al grado de eutrofización del lago.
3. Los valores indicadores de alteración de las aguas (sólidos disueltos, cloruros, sodio, DBO_5 , DQO) disminuyen paulatinamente a medida que el cauce de la Rambla se encuentra con el Parque Natural de la Albufera. No obstante dichos valores todavía deberían ser menores por lo que las consecuencias en el humedal pueden traducirse en una modificación en las características ecológicas.
4. Los resultados de salinidad y sodicidad, determinantes a la hora de valorar la aptitud de las aguas para riego reflejan que las aguas del Barranco de Poyo no son aptas para el riego pudiendo ocasionar serios problemas a los cultivos de cítricos y huerta, tan abundantes en la zona muestreada.
5. Los valores de salinidad pueden ocasionar un desplazamiento de las especies presentes en el Parque Natural de la Albufera hacia zonas con menor concentración salina dando paso a especies más halófitas. Actualmente se puede observar éste fenómeno creciente por la mayor presencia de especies como la *Suaeda marítima* , comúnmente conocida como "cañametes" propias de ambientes muy salinos .(Boira 2012)
6. El nivel general de eutrofización de las aguas es elevado, debido a la abundante concentración de elementos, lo cual repercutirá en la vegetación y fauna propias de la Albufera.
7. No se observa temporalmente una tendencia establecida en todos los puntos, por lo que el aumento de las concentraciones de cationes y aniones tienen más una vertiente espacial que temporal.

6. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- APHA; AWWA; WEF (American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation). 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22 st edition. Clesceri, L.S; Greenberg;A.E; Eaton, A.D; Rice E.W. Editorial Washington. USA 1496 pp*
- AENOR (1997) *Calidad del agua. Medio Ambiente - Tomo 1. Recopilación de Normas UNE. Madrid, 190-200.*
- BOIRA, H (2012). *La vegetación de los humedales litorales valencianos: Bases para su conservación. Editorial Universitat Politècnica de València.Valencia.175pp.*
- CAMARASA, A.M. (1990) *Génesis de Avenidas en pequeñas cuencas semiáridas: La rambla del Poyo. Cuadernos de Geografía 48: 81-104.*
- CHEVOTAREV, I (1995). *Metamorphism of natural water in the crust of weathering. Geochimica Acta, 8: 22-48*
- CONSELLERÍA D'AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓ (1995). *Catálogo de suelos de la Comunidad Valenciana. Editorial Servei d'estudis agraris. València. 199 pp.*
- GARCÍA GOMEZ, J (1979). *La contaminación en las acequias de la huerta valenciana. Editorial del Cenja al Segura .529pp.*
- GIMENEZ, M (2002). *Dossier fertirrigación. MAGRAMA .10pp*
- GOBERNA BURGUERA L .(2002). *Contaminación en la Albufera Análisis de sus aguas. Editorial .Centro Francisco Tomás y Valiente UNED. 116pp.*
- IVE (2013). *Instituto Valenciano de Estadística, visto el 28 de Abril del 2014. <http://www.ive.es>*
- MAGRAMA (1981). *Mapa de suelos del Proyecto de Lucha contra la Desertificación en el Mediterráneo (LUCDEME). Madrid*
- MORENO RAMÓN, H (2013). *“Evaluación espacio-temporal de las aguas y suelos de la zona colindante al lago de la Albufera de València: Intento de recuperación”. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de València. 546pp.*
- MOYA, J (2002). *Riego localizado y fertirrigación. Editorial Mundi- Prensa .Madrid. 564pp.*
- PASCUAL AGUILAR, J (2002) *Cambios del suelo y régimen hídrico en la Rambla de Poyo y el Barranc de Carraixet. Tesis doctoral .Universitat de València. 421pp*
- RIVAS MARTINEZ, S (2005). *Mapa de series de vegetación de España. Universidad Complutense de Madrid .1169pp*
- RIVAS MARTINEZ, S (2008). *Centro de Investigaciones Fitosociológicas, visto el 28 de Abril del 2014. <http://www.globalbioclimatics.org/data/index.htm>*
- UNE-EN ISO 5667-1 (2007). *Calidad del agua. Muestreo. Parte 1: Guía para el diseño de los programas de muestreo y técnicas de muestreo. (ISO 5667-1:2006)*

UNE-EN ISO 5667-3 (2004). Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía para la conservación y manipulación de las muestras de agua. (ISO 5667-1:2006).

URBANO TERRÓN, P (1995) Tratado de fitotecnia general. Editorial Mundi- Prensa. Madrid .836pp.

TYPSA (2005). Estudio para el desarrollo sostenible de la Albufera de Valencia. Ministerio DE Medio Ambiente- Confederación hidrográfica del Júcar. Valencia. Varios tomos.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ALMUDEVER AVIÓ, R (2012). “Análisis de los cambios de la vegetación del Barranco del Carraixet debidos a las obras de encauzamiento entre la carretera de Foios y Bonrepós”. Trabajo Final de Carrera. Universitat Politècnica de València. 117pp.

BOE (1988) Orden de 8 de febrero de 1988 relativa a los métodos de medición y a la frecuencia de muestreos y análisis de aguas superficiales que se destinen a la producción de agua potable. Editorial .Centro de Publicaciones Secretaria General Técnica.Madrid. 7pp.

CARMONA Y RUIZ (2008) Contexto geográfico e histórico de los regadíos de la huerta. Universitat de València .210pp

CONSELLERÍA DE INDÚSTRIA COMERÇ I ENERGÍA (2003) Legislación Medioambiental para la Industria.Vertido de Aguas Residuales.Editorial IMPIVA. 113pp.

CONSELLERÍA DE MEDI AMBIENT, AIGUA, URBANISME I HABITATGE (2011) Plan de acción territorial de infraestructura verde y paisaje de la Comunidad Valenciana. 146pp

DIRECCIÓN GENERAL SALUD AMBIENTAL ,2009.Estándares de calidad ambiental de agua, visto el 28 de Mayo del 2014. http://www.digesa.sld.pe/DEPA/informes_tecnicos/.pdf

E.F.A. ARAGÓN (2008) .Calidad agua de riego .140pp.

HERNANDEZ GIL, R ,2001 .Libro de botánica online, visto el 3 de Junio del 2014. <http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/nutricionmineral>.

I.G.M.E (1974) Mapa Geológico Nacional. 1/50.000, hoja 722 (Catarroja)

MAGRAMA (2012). Libro blanco del agua en España. Parte 2. Capítulo 3. La situación actual y problemas existentes y previsibles. Editorial Centro de Publicaciones Secretaria General Técnica. Madrid .217 pp.

MAGRAMA (2014). Legislación nacional de aguas, visto el 7 de junio del 2014. http://www.magrama.gob.es/es/agua/legislacion/legislacion_nacional.aspx

MARTÍNEZ SULLER, L (2010). Estudio de la calidad agronómica del agua de riego de las Islas Baleares. Consellería d’Agricultura Medi Ambient i Territori.48pp.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2007). Manual para la gestión de vertidos. Editorial .Centro de Publicaciones Secretaria General Técnica. Madrid. 270pp.

SÀNCHEZ Y PALES (2009). Anteproyecto de adecuación paisajística del Barranco de Chiva a su paso por el núcleo urbano de Chiva (Valencia).186pp

SEGURA Y ROLDÁN (2011). Plan general de ordenación urbana de Catarroja. Anejo 7: Estudio de inundabilidad.72pp