

FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES  
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

# CARACTERIZACIÓN DE LA SALINIDAD DE LA CUENCA ALTA Y MEDIA DEL RÍO VINALOPÓ

---

*SERGIO MÍNGUEZ PÉREZ*

TUTORES: ERNESTO GARCÍA SÁNCHEZ Y VICTORIA ARCENEGUI BALDÓ.



Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente

Área de Geodinámica Externa



2015/16

---

## RESUMEN

El río Vinalopó con una longitud de 89 km y una cuenca vertiente de 1705 km<sup>2</sup>, es uno de los ríos más importantes de la provincia de Alicante. Pese a que existen diversos estudios sobre los recursos hídricos de su cuenca, los registros sobre las características físico-químicas de sus aguas son escasos.

En este trabajo se realizan ocho campañas de muestreo del agua del río a lo largo de catorce localizaciones situadas en diferentes puntos con características diferenciadoras, en la zona comprendida entre el nacimiento y el pantano de Elche. De esta investigación se obtienen valores de temperatura, pH y conductividad eléctrica que analizaremos con el objetivo de caracterizar las aguas y entender el funcionamiento del río en nuestra zona de estudio.

Los resultados obtenidos muestran un río con una CE alta o muy alta en gran parte de su recorrido. A excepción del primer sector, el del nacimiento, que presenta unos valores acorde con la composición del agua subterránea que le da origen; el resto ofrece unos valores tan altos que solo pueden ser explicados por dos motivos principalmente, por un lado la presencia de manantiales salinos en el cauce y por otro, la incorporación de vertidos de aguas residuales urbanas e industriales al río.

Palabras clave: Salinidad, Vinalopó, Keuper, Salmuera, Muestreos.

## ABSTRACT

The Vinalopo river with a length of 89 km and a catchment area of 1705 km<sup>2</sup>, is one of the most important rivers of the Alicante region. Despite the existence of several studies of the Alicante region waters resources, the existence of the chemical-physical features of their waters are limited.

We conducted a study of the river for eight days and we collected water in fourteen locations situated in different points with different properties, within the zone between the spring and the Elche's dam. We analysed several measurements, which includes: temperature, pH and electric conductivity to characterize the waters and understand the development of the river along our study area.

Our showed that the river high or very high electrical conductivity in a large scale. With the exception of the first sector where the source, that has values of a natural development for mineral water. The rest provided higher values where we could propose that there are two main reasons which are the presence of saline sources in the river course, and also, the presence of various liquid waste from industrial wastewater in the river channel.

Keywords: Salinity, Vinalopó, Keuper, Brine, Sampling

# ÍNDICE

	Página
1. Introducción	3
1.1. Localización	4
1.2. Cuenca del río Vinalopó	6
1.2.1. Medio Físico	6
1.2.2. Red hidrográfica	10
1.3. Régimen hidrológico	10
1.3.1. Caudal	11
1.3.2. Demandas de agua	11
1.3.3. Calidad del agua	12
2. Objetivos	12
3. Materiales y métodos	13
3.1. Toma de muestras	13
3.1.1. Zona de estudio	13
3.1.2. Campaña de muestreo	27
3.2. Parámetros analizados	28
3.3. Análisis estadístico	30
4. Resultados	30
5. Discusión	33
6. Conclusiones	35
7. Bibliografía	36
Anexos	37
1.1 Tablas de datos	37
1.2 Fotografías de los puntos de muestreo	45

# 1. INTRODUCCIÓN

Ríos, lagos y mares siempre han sido lugares de gran importancia para el ser humano, tanto es así que el progreso y el desarrollo siempre ha estado unidos a la disponibilidad de agua siendo esta el factor limitante en algunas zonas donde sus condiciones climáticas son secas y el agua escasea.

En España hay 31 ríos principales, 3 de ellos se sitúan en la Comunidad Valenciana: el Mijares, Turia y Júcar. Si nos acercamos un poco más a nuestra zona de estudio, encontramos en la provincia de Alicante 6 ríos costeros el Algar, Girona, Amadorio, Gorgos, Serpis y el Vinalopó. De los cuales los más importantes son el Serpis y el Vinalopó ya que son los que más caudal presentan y los únicos que tienen agua durante todo el año.

En este estudio pretendemos obtener información de las aguas superficiales del río Vinalopó para poder conocer y entender el funcionamiento hídrico de este río. En concreto fijaremos nuestra zona de estudio en el Alto y Medio Vinalopó, desde el nacimiento en Bañeres de Mariola hasta la cola del pantano de Elche. En este caso se ha elegido estudiar los primeros dos sectores del río debido a que son los menos modificados, dentro de que existe un alto nivel de modificación de todo el río, pero es cierto que desde el pantano de Elche hasta su desembocadura, el Vinalopó transcurre encauzado en un canal de hormigón por tanto su interacción con el medio que le rodea es mínima.

El río Vinalopó como eje fluvial de la provincia de Alicante, es un sistema complejo de factores que interactúan para dar lugar a un flujo de agua que desemboca en una red de azarbes y canales hasta Santa Pola. Los factores que intervienen en el buen desarrollo del régimen hidrológico son por un lado de origen natural, ligados a la cuenca como precipitaciones, acuíferos, topografía, manantiales, entre otros; y por otro lado tienen un origen antrópico, extracciones de caudal ya sea directamente del río o mediante explotación de acuíferos, encauzamientos artificiales del río, aportes de caudal en forma de vertidos de aguas residuales industriales o urbanas, aportes de aguas tratadas provenientes de depuradoras de aguas residuales urbanas, etc. Todo esto genera un sistema abierto e interrelacionado que altera el régimen natural del río tanto cuantitativa como cualitativamente.

Para conocer de una manera más exacta que salinidad presentan las aguas del Vinalopó, diseñamos programación de toma de medidas en campo de algunas de las características físico-químicas más representativas como son la temperatura, el pH y la conductividad eléctrica. Y realizando tomas de muestras en distintos puntos y en distintas fechas hemos recogido unos resultados que se presentan en epígrafes siguientes.

## 1.1. LOCALIZACIÓN

El Río Vinalopó está situado al oeste de la provincia de Alicante, cruzándola de norte a sur con sus 81 km de longitud. Nace en la provincia de Valencia pero poco después y hasta su desembocadura el Vinalopó transcurre por tierras alicantinas, siendo uno de los principales ríos de la provincia. Nace en la Sierra de Mariola, en un manantial llamado La Font de la Coveta a 802 m.s.n.m que está situado en el término municipal de Bocairent, provincia de Valencia y su desembocadura natural no es en el Mar Mediterráneo, sino en una red de acequias y canales concretamente en el término municipal de Santa Pola. El río transcurre a través de los municipios de Bañeres, Benejama, Campo de Mirra, Cañada, Villena, Sax, Elda, Monóvar, Novelda, Aspe, Monforte del Cid, Elche y por último Santa Pola. Cabe decir que desde Benejama hasta la pedanía de Santa Eulalia (Villena) las aguas se infiltran, no existiendo escorrentía de superficie la mayor parte del año. En la figura 1 se puede ver la localización del río Vinalopó junto con sus dos únicos afluentes.

El nacimiento del Vinalopó realmente es un conjunto de varios manantiales cercanos, tradicionalmente se ha considerado la Font de la Coveta como la surgencia principal ya que el resto de manantiales están secos durante algunas épocas del año. Junto a la pequeña cueva por donde surge el agua aún permanece una antigua regla que se utilizaba para medir la altura de la lámina de agua, lo que permitía determinar el caudal. A partir de aquí el río transcurre por su cauce natural, cruza el término municipal de Bañeres de Mariola para infiltrarse bajo tierra unos metros después. El río se infiltra en materiales aluviales de gran permeabilidad atravesando las inmediaciones de las localidades de Benejama, Campo de Mirra, Cañada y Villena.

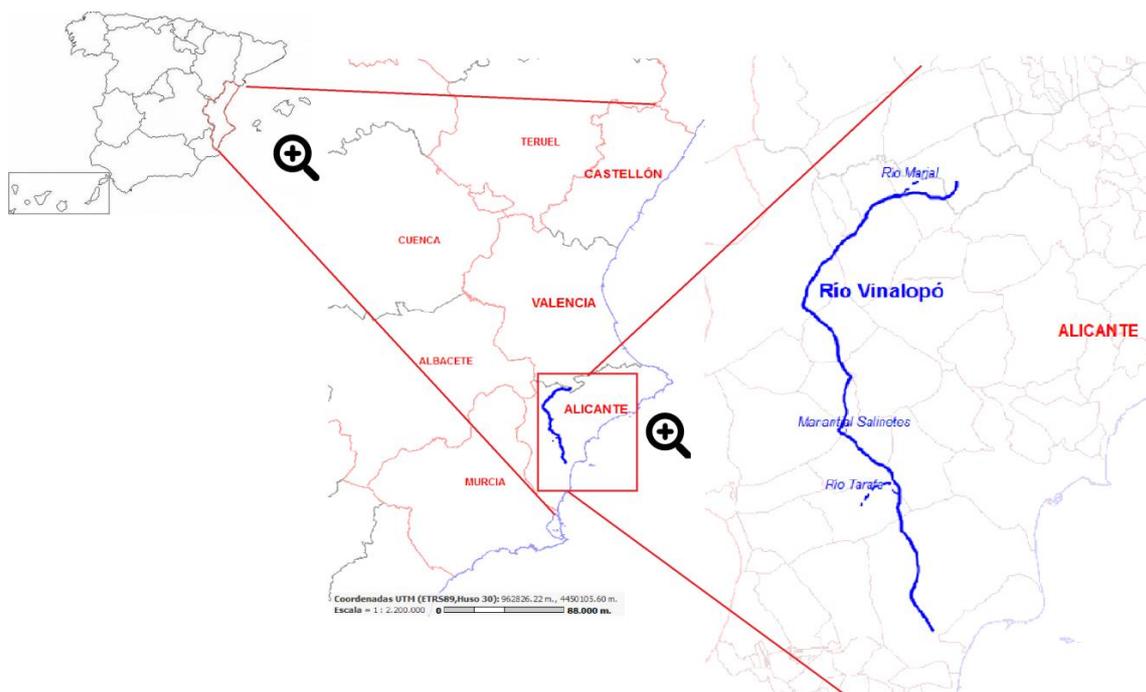


Figura 1. Localización del río Vinalopó.

Es esta última, más concretamente 1 km aguas arriba de la barriada de Colonia Santa Eulalia donde el agua vuelve a discurrir por la superficie. Este punto coincide con la unión del río Vinalopó con la Acequia del Rey, obra que destaca por conducir aguas con un alto contenido en sales. Poco después el Vinalopó atraviesa el municipio de Sax y de Elda, el río pasa prácticamente por el centro del núcleo urbano de ambos municipios y en las zonas urbanas está canalizado para mitigar los efectos de sus crecidas en la época de otoño especialmente.

Más o menos a mitad de camino entre Elda y Petrer, que es el siguiente municipio por donde pasa el Vinalopó, encontramos dos lagunas a escasos 20 m del cauce natural del río, estas se alimentan de surgencias muy salinas y destaca el color azul turquesa de las aguas de la primera y el color rojo de la segunda. Poco después de estas lagunas encontramos la unión entre la rambla Salinetas con el Vinalopó, esta rambla proviene de un manantial también muy salino situado a 2 km aguas arriba.



Como podemos ver en la figura 2 que muestra los municipios por los que transcurre el Vinalopó, Petrer es el siguiente pueblo, también aquí está encauzado en algunos tramos con una estructura de hormigón para facilitar el desagüe en las grandes crecidas. Aguas abajo, a 4 kilómetros aproximadamente encontramos la desembocadura al Vinalopó de otro de sus afluentes como es el río Tarafa. El pantano es la segunda gran obra hidráulica que posee el Vinalopó.

**Figura 2. Mapa de situación del Río Vinalopó por los términos municipales que atraviesa.**

A continuación, el río Vinalopó atraviesa la ciudad de Elche, al igual que en los municipios anteriores, en Elche también se encuentra encauzado en un canal de hormigón durante toda la zona urbana. Aguas abajo de Elche el río entra en un canal que lo dirige hacia Santa Pola, durante este trayecto el agua del canal se va diversificando para su utilización en el riego del campo de Elche y poco a poco se va perdiendo en un laberinto de canales. Si bien es cierto que la desembocadura natural del río se encontraba en la antigua albufera de Elche, cerca de las actuales salinas de Santa Pola,

actualmente es un río que no desemboca en el mar.

## 1.2. LA CUENCA DEL RÍO VINALOPÓ

El Vinalopó desde su nacimiento en el noroeste de la provincia de Alicante, hasta su desembocadura en las proximidades de Santa Pola tiene un total de 89 km de recorrido y una cuenca vertiente de 1705 km<sup>2</sup> de superficie (Bru, 1993).

La cuenca del río Vinalopó pertenece al ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Júcar, situándose al sur de esta demarcación cuenta con una población permanente de 1020851 personas. Según estima la CHJ, la cuenca del Vinalopó tiene unas aportaciones medias en régimen natural de 60.4 hm<sup>3</sup>/año (1980/81- 2008/09), siendo así uno de los datos más bajos de aportaciones anuales en comparación con el resto de cuencas pertenecientes a la CHJ (2009).

Respecto a la meteorología, podemos dividir la cuenca en tres áreas, la cuenca alta, la media y la baja. En este trabajo nos interesa sobre todo la cuenca alta y la media. En primer lugar la cuenca alta cuenta con unas precipitaciones medias que oscilan entre 400 y 600 mm/año, el clima es mediterráneo seco con unos ligeros rasgos oceánicos aunque el régimen térmico puede variar entre el templado cálido y el continental cálido debido a la variación de altitud. La temperatura media anual oscila entre 11 y 15°C y la evapotranspiración potencial media es de 750 mm/año (IGME-DPA, 2009). En segundo lugar, la cuenca media presenta unas precipitaciones del orden de 350 mm/año y la evapotranspiración potencial de 950 mm/año en algunas zonas interiores, la temperatura media anual se sitúa en 18°C, el clima es de tipo termomediterráneo semiárido, pasando a mesomediterráneo seco en la zona septentrional (Gómez et al. 2004).

Además del río Vinalopó, la red hidrográfica presenta barrancos y ramblas de carácter esporádico y de escasa longitud. Son pocas las ocasiones en las que estas ramblas presentan, agua sin embargo, cuando se dan lluvias torrenciales las crecidas moldean el paisaje en forma de badlands (García, 2004), que son cárcavas, barrancos, canales o chimeneas de hadas de diferentes profundidades que se dan en zona de rocas sedimentarias fácilmente erosionables por el agua.

### 1.2.1. MEDIO FÍSICO

#### **Alto Vinalopó**

La comarca del Alto Vinalopó se encuentra enclavada dentro del conjunto estructural del sistema bético, en su zona oriental, y de esta situación se derivan un conjunto de rasgos geológicos y geomorfológicos que han influido en la puesta en valor del territorio. Los plegamientos, de orientación SO-NE, típica del dominio prebético, representan un obstáculo para las comunicaciones en sentido

perpendicular. Predominan los materiales secundarios, sobre todo calizas cretácicas, que a veces originan formas abruptas. En medio de estos relieves, se documenta la existencia de corredores paralelos recubiertos de materiales cuaternarios (Belando y Martínez, 1995).

Una vez atravesamos las sierras prebéticas en dirección perpendicular NO-SE encontramos la fosa tectónica que sigue el Vinalopó, en esta línea geológica se encuentran afloramientos del Trias-Keuper que participan en la configuración de las elevaciones que dividen el corredor de Villena en dos áreas; una hacia el sudeste en la que se encuentra el Vinalopó y la otra en la que originariamente se situó la Laguna de Villena (García, 2004). El acuífero Pinar de Camús, figura 3, da origen al río Vinalopó y se localiza en uno de estos afloramientos del Trias-Keuper.

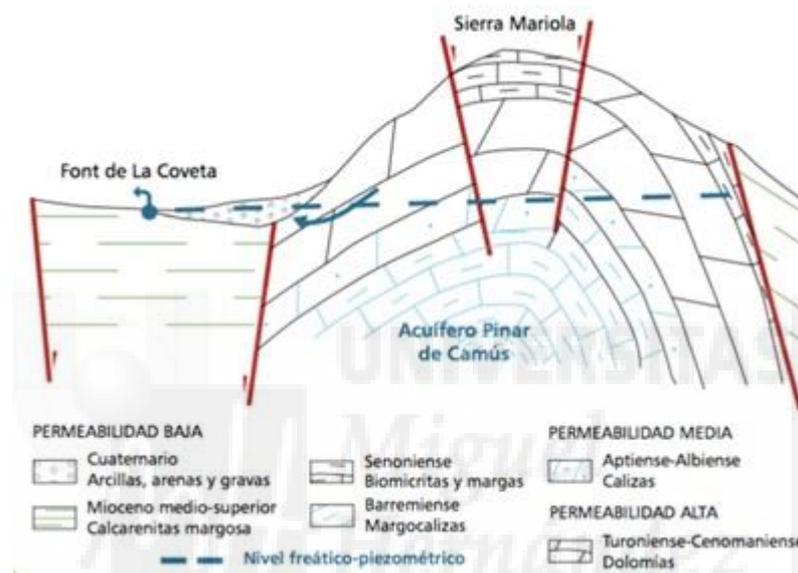


Figura 3. Esquema geológico del manantial de la Font de la Coveta, origen del Río Vinalopó.

También podemos encontrar cubriendo buena parte de los corredores naturales formaciones de glacis formados por materiales detríticos en la parte más próxima a las sierras pero más abajo se convierten en suelos arcillosos. Los glacis son superficies aplanadas de escasa pendiente que aparecen en las laderas y pie de montes de las sierras y que convergen hacia las partes bajas de las cubetas endorreicas y de los valles que sirven como corredores. Ejemplo de estos lugares son la zona de Villena-Biar y las proximidades de la cuenca endorreica de Salinas (García, 2004).

El sector más oriental del Alto Vinalopó, el sinclinal Villena-Bocairent, es una gran estructura de dirección SO-NE enmarcada en dos anticlinales, el de la Solana al norte y el de la sierra de Fontanelles al sur. Hacia el sudoeste, en el centro del sinclinal, se levanta otro anticlinal, la sierra de la Villa que por su situación introduce un problema de drenaje y provoca el desdoblamiento del valle. Hacia el norte con la gran fosa de Villena-Banyeres y al sur con la fosa Villena-Biar por donde pasa el Vinalopó. Estas dos fosas vuelven a juntarse una vez superados los contrafuerte más orientales de la sierra de la Villa (García, 2004).

Al oeste, en la frontera entre Villena y Sax se localizan los contrafuertes occidentales de la sierra de Peñarubia, donde el Keuper ha contribuido al levantamiento de esta estructura escénica y también del macizo de la Algueña. En la zona más septentrional de Villena, el alto de El Rocín cierra por el extremo norte la llanura aluvial de Caudete-Villena. La parte más occidental de este municipio la ocupan una serie de levantamientos montañosos que en su conjunto reciben el nombre de El Castellar y que delimitan por el lado oeste el valle del Vinalopó (García, 2004).

Siguiendo hacia el sur, al oeste de Sax se encuentra la sierra de Cabrera, borde nord-oriental de la zona de las Salinas y divisoria de aguas que regula su evacuación hacia el Vinalopó. Entre las sierras de Cabrera y de Cámara existe un pasadizo recubierto de materiales cuaternarios que permiten la comunicación con el sector endorreico de Salinas (García, 2004).

### **Medio Vinalopó**

La cuenca media del Vinalopó forma parte del gran accidente tectónico de origen alpino que se extiende entre Caudete y Elche. Con dirección NNO-SSE ha seccionado transversalmente las alineaciones del Prebético generando un corredor que divide el conjunto de valles y sierras prebéticas de orientación SO-NE, dejando al este las elevaciones del macizo de Alcoi y al oeste los amplios valles corredores que conectan con el interior marciano. Este sector constituye pues el área más meridional del Prebético Interno, ya en contacto con el Subbético (Ponce y Salazón, 1995).

El río Vinalopó se sitúa como el elemento principal del relieve pasando a través de los pliegues montañosos aprovechando la gran cicatriz que ha seccionado los levantamientos del Prebético. Existe una sucesión desde el interior más elevado hacia las tierras más bajas de un conjunto de alineaciones montañosas que cierran la comarca. Por el oeste, la Sierra del Carche - sierra de Salinas, a los pies de la sierra de Salinas discurre el valle de Lel - Salinas, que queda delimitado al sur por la sierra de la Umbría. Entre esta alineación y las sierras del Reclot y de las Pedrizas se abre el valle de Pinós-Monóver. El valle de los Hondones - Aspe se abre entre la sierra de los Frailes y la alineación montañosa de la sierra de Crevillente - El Tabayá que hace de linde con respecto a la fosa intrabética del Segura. Por el nordeste, la comarca queda cerrada por las sierras de la Argueña, de Castalla, del Maigmó y del Cid. A los pies de estas dos últimas sierras se localiza el valle de Novelda-Agost (García, 2004).

Frente al origen terciario de las zonas elevadas, la orografía del fondo del valle se formaron durante el Cuaternario. El fondo del valle presenta una típica formación originada en la convergencia de glaciares y conos de deyección hacia el fondo de una depresión procedentes de los distintos agentes erosivos que han actuado sobre las estructuras de relieve periféricas (García, 2004).

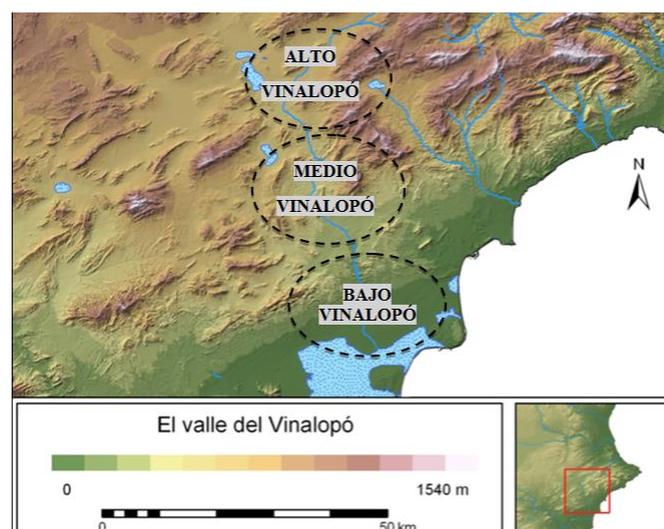
## Bajo Vinalopó

La mayor parte de la comarca del Bajo Vinalopó se extiende a través de un amplio glacis pleistoceno que va desde el sur de la sierra de Crevillente hasta la franja costera que en la actualidad se encuentra ocupada por terrenos pantanosos que alternan con sinclinales de reciente emersión como la sierra de Santa Pola y la sierra del Molar. En la alineación montañosa septentrional destaca el anticlinal jurásico de la sierra de Crevillente, complejo subbético extremadamente fracturado y replegado (Gozálvez Pérez, 1995).

La llanura aluvial está formada principalmente por el cono aluvial del Vinalopó y los glacis que se acumulan a ambos lados y se extiende entre los 100 y los 10 m.s.n.m. La franja costera del Bajo Vinalopó es la zona geológicamente más joven, exceptuando la sierra de Santa Pola emergida en el Plioceno inferior, el resto es un relieve de origen cuaternario. El cono aluvial del Vinalopó comienza a partir del casco urbano de Elche y presenta un radio de 9 km, a la altura de la línea de cota 40 m se dibuja un segundo cono superpuesto al primero. Los dos conos quedan recortados por la isohipsa 8-10 m, que es la que transcurre por el perímetro de los terrenos pantanosos que se adentran hasta 20 km de la línea de costa (García, 2004).

En la figura 4 podemos ver una imagen de satélite en la que se muestran las comarcas citadas anteriormente y la altitud que presenta el valle del Vinalopó.

En la costa, de norte a sur, encontramos pequeñas cuenca de hundimiento cuaternario separadas por anticlinales como el Fondo de la Senieta, la depresión del Senial- Clot de Galvany, el anticlinal de Santa Pola y el Hondo de Elche-Crevillente (García, 2004).



**Figura 4.** Imagen de satélite en la que se muestra la altitud del valle del Vinalopó, en el centro de la imagen se puede observar el Río Vinalopó y referencias a las tres comarcas que comprende. Fuente: GARCÍA ATIÉNZAR, G.(2004).Hábitat y territorio

## 1.2.2. RED HIDROGRÁFICA

El río Vinalopó presenta dos afluentes que aportan caudal la mayor parte del año y una serie de ramblas con aportaciones estacionales. Ambos afluentes son cortos y contribuyen con poca cantidad de agua al río principal. En primer lugar, el río Marjal, situado en el municipio de Bañeres y que desemboca al Vinalopó dentro del término municipal del mismo pueblo. Y en segundo lugar el río Tarafa que nace en el manantial de La Romana, cerca de Aspe y desemboca en el Vinalopó aguas arriba del pantano de Elche. Por otro lado se encuentran una serie de ramblas que presentan las características típicas de los cauces intermitentes mediterráneos con lechos pedregosos y cursos cortos y secos durante la mayor parte del año. Algunas de las más importantes son: Barranco de Vit de Canals y de la Solana en la parte del Alto Vinalopó, ramblas del Sapo, Melva y Derramador en Elda, la rambla del Charco y el barranco de Salinetes en Monóvar.

Cabe mencionar como un aporte artificial la Acequia del Rey que tiene una longitud de 10 km y desemboca en la margen derecha el río a la altura de Colonia Santa Eulalia en el municipio de Villena. Esta obra hidráulica se construyó en 1803 para desecar y desaguar la laguna de Villena. En la actualidad la acequia sigue constituyendo un desagüe de la cuenca endorreica que conformaba la laguna de Villena, aportando agua salobre eventualmente dada la naturaleza salina de los terrenos que atraviesa (IGME-DPA, 2013).

Las aguas del río Vinalopó se infiltran a unos pocos kilómetros aguas abajo de la unión del río Marjal con el Vinalopó, las aguas de este último se infiltran bajo tierra y de esta manera circulan a través de materiales muy permeables que forman los aluviales bajo los valles de Beneajama, el Campo de Mirra, Cañada y parte de Villena donde vuelve a salir a la superficie una pequeña corriente de agua en las inmediaciones de la desembocadura de la Acequia del Rey.

## 1.3. RÉGIMEN HIDROLÓGICO

Podemos considerar un río como un sistema abierto que puede crecer, cambiar y adaptarse al ambiente, con principio y fin, en el cual hay un volumen de entrada y otro de salida de agua. En condiciones naturales, el sistema abierto se regula por sí mismo manteniendo siempre el sistema vivo y en funcionamiento pero en condiciones controladas de manera antrópica (régimen influenciado) el sistema abierto puede verse desequilibrado e incluso desaparecer. En el caso de un río si las demandas de agua son superiores a las aportaciones, el río sufrirá mermas en su canal, incluso llegando a secarse.

Como ya sabemos el Río Vinalopó está situado en un territorio en el cual los aportes por precipitaciones son escasos, a esto se le suma que sus aguas transcurren por una gran cantidad de

poblaciones y asentamientos los cuales demandan unas cantidades de agua para usos agrícolas, urbanos e industriales. Por tanto, es muy importante conocer el volumen de agua que transporta el río y las extracciones y aportes que se llevan a cabo. En este apartado vamos a tratar las características cuantitativas del río Vinalopó, empezando por los primeros datos de que disponemos recogidos en periodos en los que la acción humana sobre el río era mínima, y terminado por los registros actuales.

### **1.3.1. CAUDAL**

El río Vinalopó es uno de los ríos de España con más alteraciones producidas por el ser humano. En la actualidad, multitud de acciones intervienen aportando o detrayendo caudal del río como las acequias de riego de Bocairente y la acequia Real de Villena, por ejemplo, captaciones de los acuíferos colindantes al río durante todo su recorrido, vertidos de diferentes industrias, aportes de estaciones depuradoras de aguas residuales, entre otras. Por tanto, sería conveniente recurrir a registros históricos de caudales, los más antiguos posibles, para poder hacernos una idea de cuál sería el caudal en régimen natural del río.

Disponemos de escasos datos históricos sobre el caudal del río Vinalopó, los primeros registros son de una estación de aforo, la 8081, situada a la salida de las depresiones de Villena-Benejama y Villena-Biar antes del término municipal de Sax. Esta estación recoge los recursos superficiales que se generan en la comarca del Alto Vinalopó. Los primeros datos corresponden al periodo comprendido entre los años hidrológicos 1912-13 y 1930-31 y nos permiten tener la referencia de una época en la que las actividades antrópicas sobre el río eran mínimas. En aquel periodo a la altura del final del Alto Vinalopó el río llevaba en torno a  $14 \text{ hm}^3/\text{año}$  de caudal medio (DPA, 2009).

No he localizado ninguna fuente oficial que proporcione datos sobre el caudal actual del río, hecho que pone en evidencia la dificultad con que nos encontramos para poder completar el análisis de caracterización expuesto en este trabajo

### **1.3.2. DEMANDAS DE AGUA**

El área por donde transcurre el río Vinalopó se encuentra habitada permanentemente por más de un millón de personas y como ocurre en otros ríos de zonas desarrolladas existe un elevado número de demandantes de agua, tanto entidades públicas, privadas como agrupaciones de regantes, entre otras. La comunidad de usuarios más importante del Alto Vinalopó es la Comunidad General de Usuarios del Alto Vinalopó (CGUAV) y con su constitución se pretendía mantener un control de la distribución de los recursos hídricos disponibles. Según datos de la CGUAV y estudios del balance de agua en el suelo realizados por IGME-DPA se llega a la conclusión de que el volumen teórico de agua necesario

para riego en la comarca se encuentra comprendido entre 22.9 hm<sup>3</sup>/año y de 47.5 hm<sup>3</sup>/año. En cuanto a la demanda urbana, se estima una demanda de 5 hm<sup>3</sup>/año para cada uno de los siguientes municipios: Banyeres de Mariola, Benejama, Campo de Mirra, Cañada, Salinas, Sax, Villena y Elda; y se estima una demanda de 1.2 hm<sup>3</sup>/año para Monóvar (DPA, 2009).

Las aguas superficiales que transcurren por el río Vinalopó a su paso por la comarca del Medio Vinalopó son escasas y tienen muy mala calidad, tanto por su procedencia de vertidos residuales (urbanos e industriales) como por su alto contenido. Por el contrario las aguas de cabecera de la cuenca si son captadas y utilizadas en el Alto Vinalopó ya que aunque no están exentas de vertidos, presentan unas características cuantitativas aptas para su uso. En el caso del Bajo Vinalopó, la totalidad de las aguas que transcurren por el cauce del río son utilizadas para el riego de terrenos agrícolas de Elche y de Guardamar del Segura. Esto es posible gracias a que en esta zona se ha encauzado artificialmente el río para distribuir su caudal en dos acequias que abastecen una extensa red de canales secundarios. (DPA, 2009)

### 1.3.3. CALIDAD DEL AGUA

Respecto a la calidad del agua del río Vinalopó, al igual que ocurre con el caudal, encontramos escasos datos. Solo tenemos referencias de dos manantiales que aportan agua al Vinalopó, por un lado el nacimiento, la Font de la Coveta que está situado en el acuífero Pinar de Camus que se extiende por un área de 174 km<sup>2</sup> y presenta una facies del agua subterránea bicarbonatada cálcico-magnésica o magnésico-cálcica y las CE están en torno a 300 y 500 µS/cm. Por otro lado está el manantial de la Font Salada que aporta agua a la rambla de Salinetes y tiene las siguientes características físico-químicas: T (20.7 °C), pH (6.6), CE (39600 µS/cm), de facies clorurada sódica (DPA, 2003).

## 2. OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es conocer el estado de la salinidad de la parte alta y media de la cuenca del Río Vinalopó, por ello, junto con la conductividad eléctrica se midieron los parámetros de temperatura y pH, de tal forma que podamos que zonas del río presentan elevada salinidad, intentando caracterizar el origen de la misma.

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. TOMA DE MUESTRAS

En un estudio de estas características resulta de vital importancia plantear unas directrices metodológicas que seguir para conseguir resultados homogéneos que puedan ser comparados. A la hora de medir la calidad del agua del río se plantean ciertas preguntas sobre cómo, cuándo y dónde se deben tomar las muestras de agua para obtener resultados representativos.

Diseñamos previamente al inicio de toma de datos una metodología que consta de unos procedimientos de toma de muestras regularizados para todas las tomas, un calendario de muestreo y un mapa de los puntos donde se realizaran los mismos.

La utilización de sondas de fácil transporte y rápida lectura nos permite realizar las medidas en un espacio de 15 minutos para cada punto de muestreo y así tener la mayor homogeneidad posible en los datos medidos.

Para la obtención de la muestra utilizamos un recipiente de plástico de 1 litro el cual introducimos en el agua buscando captar el líquido de la parte central tanto en profundidad como en anchura del curso de agua. A continuación, se procede a la medida “in situ” de los tres parámetros elegidos. Este procedimiento se repite en tres ocasiones variando 1 metro aguas arriba cada vez. En los lugares donde el acceso al cauce es complicado se cogerán también tres muestras pero se variará el punto de captación de las réplicas según lo permita el terreno. Una vez tomado el dato las sondas se enjuagan con agua destilada.

#### 3.1.1. ZONA DE ESTUDIO. ANÁLISIS ESPACIAL

La elección de los puntos de muestreo también es un aspecto clave en este estudio por ese motivo lo primero fue realizar un análisis preliminar del estado del río en nuestra zona de estudio para poder hacer un diseño de las localizaciones en las que creemos que vamos a obtener la mejor información. De esta forma se escogieron las zonas adecuadas que son puntos donde debido a sus características geológicas, sociales o económicas puede haber un cambio en la salinidad de las aguas. Se tuvieron en cuenta el nacimiento, los núcleos de población por los que pasa el cauce, los ingresos de agua por medio de afluentes, las zonas industriales cercanas al río y las depuradoras de aguas residuales. Una vez en el terreno se replantearon los puntos exactos de para adecuarlos al acceso en vehículo, ya que de otra forma no sería posible recorrer todo el trayecto de muestreo en un solo día.

Posteriormente procedemos a delimitar sectores de estudio, de esta manera agrupamos una serie de puntos de muestreo con unas características físico-químicas similares y contiguos espacialmente para disponer de áreas con una cantidad suficiente de datos que nos permiten tomar conclusiones.

De esta forma creamos 6 sectores que engloban 14 puntos de muestreo que van desde el nacimiento del río hasta la cola del pantano de Elche y se muestran en la tabla 1. La localización de los puntos de muestreo se muestra en la figura 5.

**Tabla 1. Puntos de muestreo con sus coordenadas UTM y el sector al que pertenecen.**

<b>Sector</b>	<b>Punto de muestreo</b>	<b>Coordendas UTM</b>
1	P1: Font de la Coveta	706391m 4288277m
	P 2: Molino de Blanes	706284m 4287921m
	P 3: Molino de Pont	702207m 4287151m
2	P 4: Aguas arriba de Sta. Eulalia	687007m 4271543m
	P 5: Sax	690388m 4268156m
	P 6: Estación Monovar	691016m 4256669m
3	P 7: Laguna azul	691775m 4254685m
	P 8: Laguna roja	692076m 4254396m
	P 9: Rambla Salinetes	692268m 4254264m
4	P 10: Aguas arriba de Novelda	694363m 4252155m
	P 11: Aguas abajo de Novelda	696553m 4250686m
5	P 12: Río Tarafa	697971m 4247433m
	P 13: EDAR Monforte	698797m 4247771m
6	P 14 Aguas arriba pantano de Elche	698684m 4246470m

A continuación vamos a explicar las características principales de los sectores que hemos delimitado para el estudio, además enumeraremos las 14 localizaciones de muestreo, localizándolas y describiéndolas brevemente para justificar porque han sido seleccionadas.

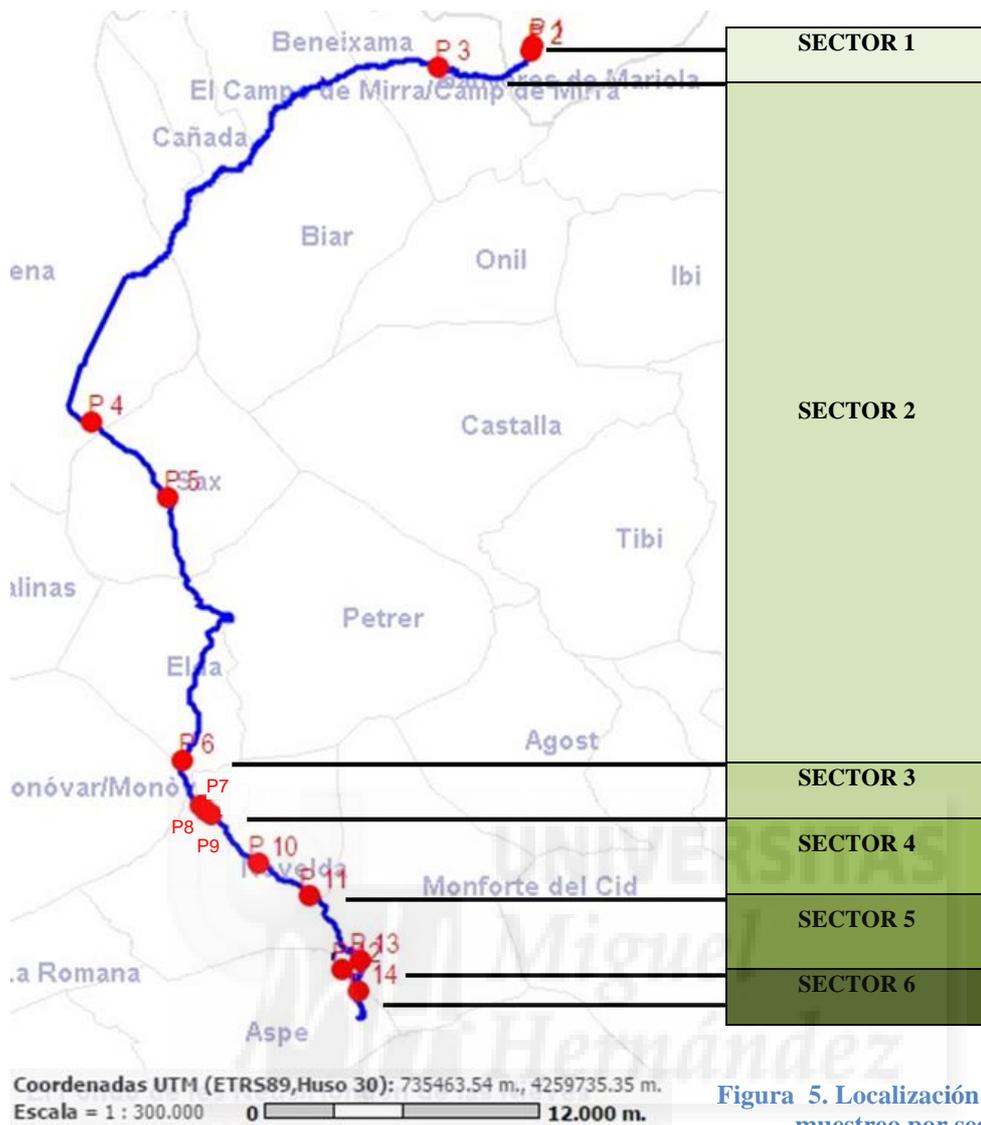


Figura 5. Localización de puntos de muestreo por sectores.

**SECTOR 1:** “Nacimiento”. Comprende los puntos de muestreo 1, 2 y 3. Es el primer tramo del Río Vinalopó y también el que presenta un régimen más parecido al natural. Las aportaciones principales pertenecen al manantial de la Font de la Coveta. Se define claramente desde su nacimiento hasta donde el río pasa a infiltrarse y desaparece las escorrentías de superficie. Comprende los siguientes puntos de muestreo:

**Punto 1:** Nacimiento del río Vinalopó

Situado en la Font de la Coveta, perteneciente al término municipal de Bocairent, es el nacimiento oficial del Río Vinalopó. Aguas arriba se pueden encontrar otras surgencias pero son de carácter estacional. El punto de muestreo se encuentra exactamente junto a una pequeña cueva por la que emana el agua como se puede observar en la figura 6.



Figura 6. Localización vista ortofoto (izquierda) y fotografía (derecha) del punto de muestreo 1.

**Punto 2: Molino de Blanes**

Este punto de muestreo se encuentra frente al molino de Blanes (figura 7) que antiguamente fue una fábrica de papel, hoy en día las instalaciones están cerradas. En este punto podemos medir el agua del nacimiento una vez unida con las posibles surgencias estacionales de aguas arriba de la Font de la Coveta.



Figura 7. Localización vista ortofoto (izquierda) y fotografía (derecha) del punto de muestreo 2.

### Punto 3: Molino de Pont

En las cercanías de Bañeres de Mariola encontramos este molino abandonado (figura 8). La elección de este punto de muestreo es debida a que se encuentra aguas abajo del núcleo de población de Bañeres de Mariola, pudiendo ser punto de control de posibles vertidos de este núcleo de población. Además aguas abajo el caudal superficial desaparece para circular de forma subterránea.



**Figura 8. Localización vista ortofoto (izquierda) y fotografía (derecha) del punto de muestreo 3.**

**SECTOR 2:** “Villena”. Comprende los puntos de muestreo 4, 5 y 6. En la primera parte de este tramo no aparece escorrentía superficial por lo que no es posible tomar muestras de aguas. El primer lugar donde el agua vuelve a fluir en superficie coincide con el punto de muestreo 4, su localización se puede ver en la figura 9. En este sector observamos un empobrecimiento de la calidad ambiental del río apreciable en la vegetación de los márgenes del río, además se pueden intuir la presencia de aportes salinos a través de la Acequia del Rey. Comprende los siguientes puntos de muestreo:

### Punto 4: Aguas arriba de Colonia Santa Eulalia

En la calle Santa Rita de Colonia Santa Eulalia (figura 10) está el punto donde se localiza de nuevo escorrentía superficial en el cauce del río, además es un lugar importante porque pocos metros aguas arriba se anexa al cauce del Vinalopó la Acequia del Rey. Es el primer punto desde que el río pasa por Bañeres de Mariola en el que se puede medir la calidad de las aguas.

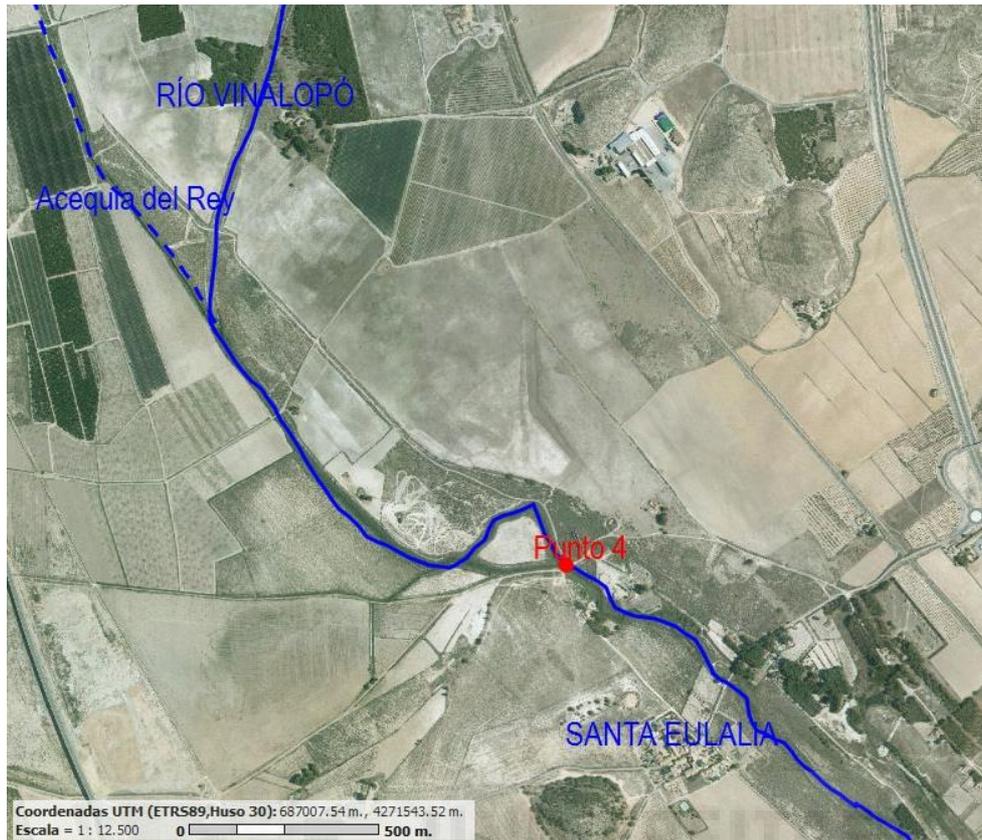


Figura 9. Localización vista ortofoto del punto de muestreo 4.



Figura 10. Localización vista ortofoto (izquierda) y fotografía del cauce (derecha) del punto de muestreo 4 en detalle.

### Punto 5: Sax

Situado bajo el puente de la CV-830 que atraviesa el río, este punto se encuentra en el término municipal de Sax. En este punto como en otros a lo largo de los municipios de Sax, Elda y Novelda el cauce del río se encuentra enmarcado en un canal de hormigón, tal y como se muestra en la figura 11.



Figura 11. Localización vista ortofoto (izquierda) y fotografía del cauce (derecha) del punto de muestreo 5.

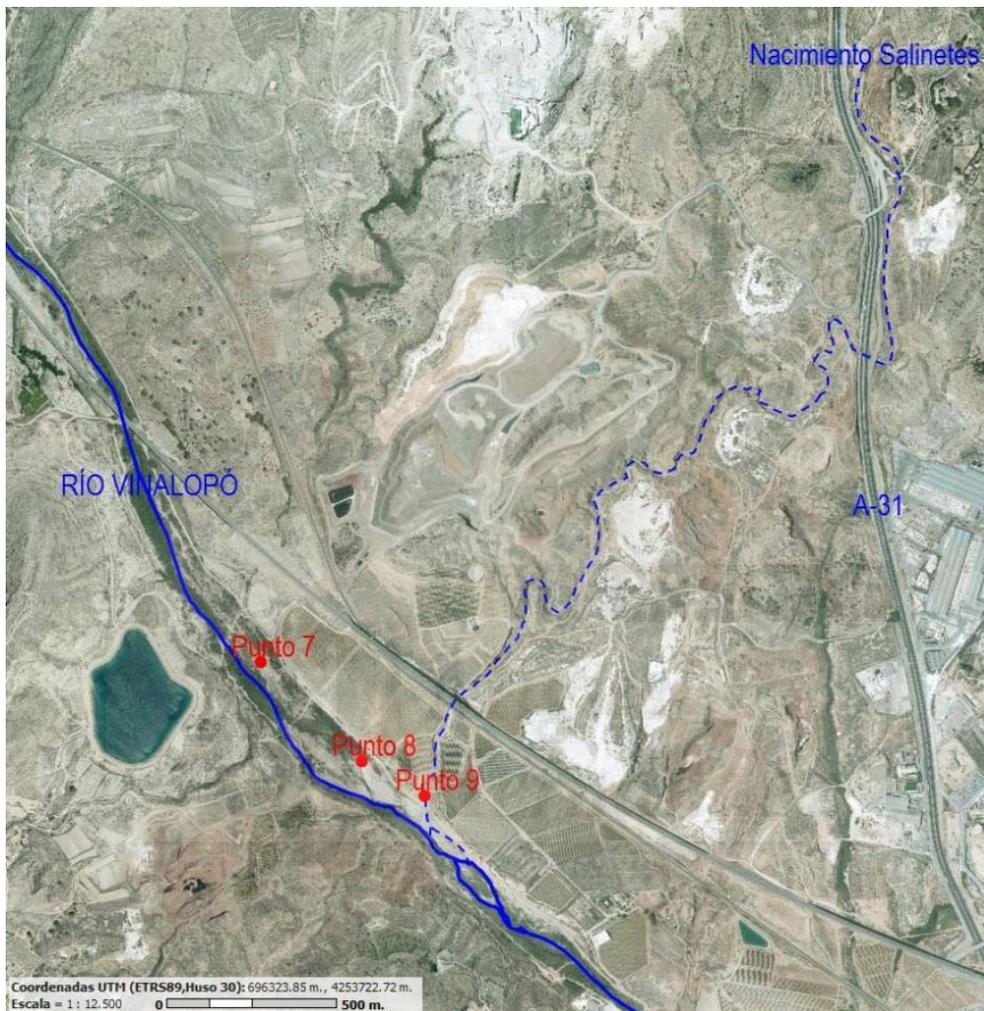
### Punto 6: Estación Monovar

Este punto está situado aguas abajo de la población de Elda (figura 12) y nos sirve como referencia de la calidad del agua a la salida de este municipio.



Figura 12. Localización vista ortofoto (izquierda) y fotografía (derecha) del punto de muestreo 6.

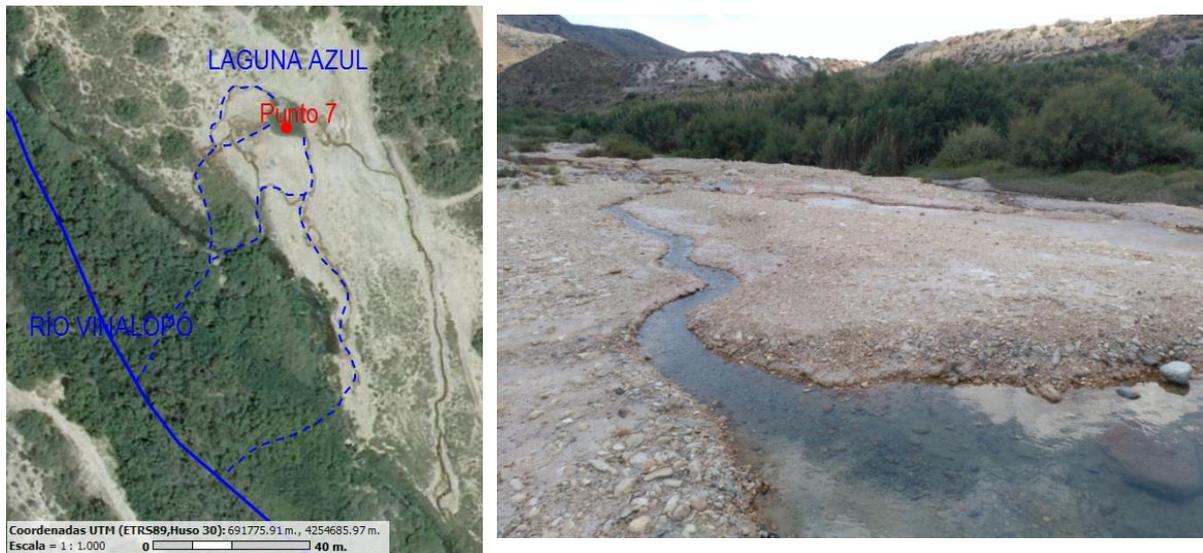
**SECTOR 3:** “Salinetes”. Este sector incluye los puntos de muestreo de 7 a 9. Se trata de tres manantiales que se encuentran a escasos metros del cauce del río y aportan sus aguas directamente al mismo, excepto Salinetes que las conduce a través de un barranco hasta llegar al río, como se puede ver en la figura 13. Este sector de estudio comprende los siguientes puntos de muestreo:



**Figura 13. Localización vista ortofoto de puntos de muestreo 7, 8 y 9.**

#### **Punto 7: Laguna azul**

Encontramos una laguna circular de unos 5 metros de diámetro que se ha formado debido a una surgencia de agua que se encuentra en el centro de la laguna. Está situada a 10 metros del cauce principal del río con el que se comunica a través de unos pequeños canales que van desde el punto más alto que es la laguna hasta el punto más bajo, el río figura 14. Destaca por un característico color del agua azul turquesa.



**Figura 14. Localización vista ortofoto (izquierda) y fotografía (derecha) de punto de muestreo 7.**

**Punto 8: Laguna roja**

La podemos encontrar a unos 500 metros aguas abajo de la laguna azul (figura 15), tiene un origen similar a está pero en este caso es más pequeña, tiene unos 3 metros de diámetro y el agua presenta tonalidades rojizas. También está comunicada con el río.



**Figura 15. Localización vista ortofoto (izquierda) y fotografía (derecha) de punto de muestreo 8.**

### **Punto 9: Rambla Salinetes**

La rambla Salinetes es alimentada por el manantial de la Fuente Salada y como se ve en la figura 16, dispone de varios canales por donde se une con el cauce principal del río Vinalopó aguas arriba de Novelda.



**Figura 16. Localización vista ortofoto (izquierda) y fotografía (derecha) del punto de muestreo 9.**

**SECTOR 4:** “Novelda”. En él se han seleccionado los puntos de muestreo 10 y 11. Este tramo cubre desde el norte de Novelda, punto donde se mezclan las aguas de los manantiales aguas arriba hasta el sur de Novelda. Este sector comprende los siguientes puntos de muestreo:

### **Punto 10: Aguas arriba de Novelda**

Este punto está situado antes del municipio de Novelda y en una zona con una gran cantidad de industria transformadora de roca además de diversas viviendas aisladas. Además, en este punto figura 17, las aguas provenientes de los tres manantiales salinos aguas arriba ya se han mezclado completamente.



Figura 17. Localización vista ortofoto (izquierda) y fotografía (derecha) del punto de muestreo 10.

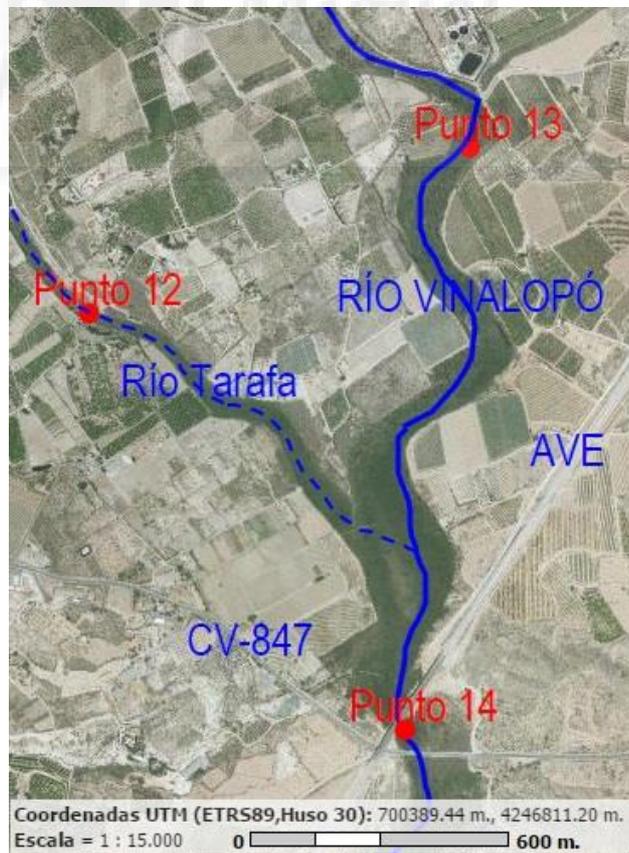
**Punto 11: Aguas abajo de Novelda**

Situado bajo el puente de la CV-84 que cruza el río, este punto se encuentra aguas abajo del municipio de Novelda (figura 18). Es una zona de posibles vertidos por su gran industrialización, aunque las aguas residuales son conducidas por un colector hasta la depuradora de Novelda-Monforte, es posible que existan vertidos de aguas residuales urbanas de forma ocasional e incontrolada.



**Figura 18. Localización vista ortofoto (izquierda) y fotografía (derecha) del punto de muestreo 11.**

**SECTOR 5:** “EDAR de Monforte. En este tramo se han seleccionado los puntos 12 y 13. En este sector se encuentra un afluente del Vinalopó como es el Río Tarafa, además de la EDAR de Monforte del Cid, planta depuradora que está situada en el margen izquierdo del río Vinalopó, como se puede ver en la figura 19.



**Figura 19. Localización vista ortofoto de punto de puntos de muestreo 12, 13 y 14.**

### **Punto 12: Río Tarafa**

Este río que nace en las proximidades de la población de La Romana, rápidamente pierde sus escorrentías superficiales y no es hasta las inmediaciones de Aspe donde presenta caudales permanentes. El Tarafa es un afluente del río Vinalopó y desemboca en el poco antes del pantano de Elche. El punto exacto de muestreo se puede ver en la figura 20.



**Figura 20.** Localización vista ortofoto (izquierda) y fotografía (derecha) de punto de muestreo 12.

### **Punto 13: EDAR de Monforte del Cid**

Aguas abajo de la estación depuradora de aguas residuales situamos este punto de muestreo (figura 21) con el fin de caracterizar la salinidad del río aguas debajo de los vertidos de la depuradora.



**Figura 21.** Localización vista ortofoto (izquierda) y fotografía (derecha) de punto de muestreo 13.

**SECTOR 6:** “Aguas arriba del pantano de Elche”. Este es el último sector de nuestra zona de estudio y trata de analizar la calidad del agua que entra al embalse. Este sector comprende el siguiente punto de muestreo:

**Punto 14:** Aguas arriba del pantano de Elche

Aquí confluyen las aguas del río Tarafa y del río Vinalopó. En este punto el río tiene un cauce con mucha vegetación (figura 22) y es complejo definir con exactitud los canales preferentes de circulación del agua. Aparecen frecuentemente zonas de encharcamiento, donde el flujo se ralentiza y la renovación del agua se hace lenta.



**Figura 22. Localización vista ortofoto (izquierda) y fotografía (derecha) del punto de muestreo 14.**

### 3.1.2. CAMPAÑA DE MUESTREO. ANÁLISIS TEMPORAL

Los muestreos se realizaron tratando de mantener una temporalidad de unos 15 días aproximadamente entre una muestra y la siguiente, tuvieron lugar durante los meses de Abril, Mayo, Junio y Septiembre del año 2015.

Muestreo 1.....	07/04/15	Muestreo 5.....	05/06/15
Muestreo 2.....	22/04/15	Muestreo 6.....	18/06/15
Muestreo 3.....	08/05/15	Muestreo 7.....	29/06/15
Muestreo 4.....	21/05/15	Muestreo 8.....	10/09/15

Para tener una mayor precisión a la hora de interpretar los resultados es necesario conocer la presencia o ausencia de precipitaciones en el momento de muestreo y en los días previos. Por tanto hemos obtenido de las bases de datos del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) los registros referentes a las precipitaciones en el día del muestreo y en los dos días previos. Estos valores están registrados en tres estaciones pluviométricas situadas en Campo de Mirra, Villena y Elche. De esta manera encontramos que por un lado que durante los muestreos 1, 2, 3, 5, 7 y sus días previos no se dan precipitaciones, mientras que durante los muestreos 4, 6 y 8 si se registraron precipitaciones. A continuación se muestran dichas precipitaciones cuantificadas en las siguientes figuras:

Como podemos observar en la figura 23, el día 19 de Mayo, dos días antes del muestreo 4, se presentaron precipitaciones de 2.57 mm en Campo de Mirra y 6.43 mm en Villena. El día previo al muestreo también se dieron unas precipitaciones escasas de 0.2 mm en Elche; al no disponer de registro próximo a la cola del pantano de Elche, se decidió seleccionar la situación disponible más próxima, resultando ser la de Elche.



Figura 23. Precipitaciones en los dos días previos al muestreo 4 (IVIA).

En la figura 24, se observa que las precipitaciones que se dieron en Villena en el día previo al

muestreo 6 fueron de 0.6 mm.



Figura 24. Precipitaciones en el día previo al muestreo 6 (IVIA).

En la figura 25 podemos observar las lluvias en los días previos al muestreo 8. Dos días antes del muestreo las precipitaciones fueron de 0.2 mm en Campo de Mirra, 6 mm en Elche y 0.2 mm en Villena. El día previo al muestreo se dan 0.1 mm en Elche y finalmente el día del muestreo encontramos 0.2 mm caídos en Campo de Mirra y 0.2 mm en Villena.



Figura 25. Precipitaciones en los dos días previos y durante el muestreo 8. Fuente: IVIA

En conclusión, lo escaso de las precipitaciones registradas los días previos a la toma de datos, permiten afirmar que la cantidad de lluvia no llega a generar escorrentías de superficie que lleguen al cauce del río de forma significativa debido a que el mayor volumen de agua queda retenido en la capacidad de campo de los suelos.

## 3.2. PARÁMETROS ANALIZADOS

De los diferentes parámetros del agua posibles de determinar mediante métodos directos y de acuerdo con la consecución de los objetivos marcados, se decidió utilizar tres parámetros físico-químicos como son temperatura, pH y conductividad eléctrica. La elección de estos fue debida por un lado a la disponibilidad de sondas ligeras y de fácil transporte capaces de medir estos parámetros sobre el campo de forma rápida y precisa, y por ser buenos indicadores frente a vertidos contaminantes de carácter industrial.

### a) Temperatura

Animales y plantas acuáticas son sensibles a los cambios de este parámetro físico y requieren que se mantenga dentro de unos intervalos determinados. Las variaciones de temperaturas afectan a la solubilidad de las sales y gases en el agua, y en general a todas sus propiedades. Por otro lado, la temperatura del agua influye en la fotosíntesis de las plantas, además de en la sensibilidad de los organismos frente a los residuos tóxicos.

La temperatura de un efluente a un cauce natural puede afectar drásticamente a su biología y microbiología produciendo cambios en las poblaciones. El aumento de la temperatura del agua en los ríos suele deberse a vertidos de aguas residuales industriales, en particular procedentes de aguas de refrigeración; también puede deberse a aguas de escorrentía urbana o a falta de sombra en los márgenes del río debida a la ausencia de arbolado (Marín, 2009).

Conocer la temperatura del agua puede ayudar a predecir otras condiciones del agua al tener una relación directa con ellas como por ejemplo el oxígeno disuelto y la demanda biológica de oxígeno, además de la supervivencia de algunas especies biológicas que sirven de indicadores.

### b) pH

El pH es uno de los factores más importantes para caracterizar un agua. Tanto los seres humanos como la flora y la fauna dependen de la disponibilidad de agua con niveles de pH cercanos al valor neutro. Por otro lado, el pH también es un factor abiótico que determinará la solubilidad de ciertas sustancias químicas orgánicas e inorgánicas en el agua.

El pH regula procesos mediados por enzimas como por ejemplo la fotosíntesis; la disponibilidad de nutrientes esenciales que regulan el crecimiento microbiano; la movilidad de metales pesados como el cobre; afecta o regula la estructura o función de macromoléculas como los ácidos nucleicos,

proteínas estructurales y membranas celulares. La mayoría de las plantas y animales acuáticos se han adaptado a vivir entre intervalos de pH entre 6 y 8, lo que significa que cambios por encima o por debajo de los intervalos que cada especie acepta pueden suponer daños de distinta magnitud, tanto a nivel individual como a nivel ecosistémico.

El pH del agua de los cursos fluviales puede verse afectado por causas antrópicas como contaminación con aguas residuales urbanas o industriales, lluvia ácida, entre otras. Por otro lado, también puede verse afectado el pH de una forma natural por cambios en la temperatura, el régimen de circulación del agua, composiciones de los suelos de la cuenca fluvial, entre otros.

c) **Conductividad eléctrica del agua.**

Este es otro factor de gran importancia para caracterizar las aguas de un río, ya que valores altos de este parámetro condicionan al medio natural que rodea el río y a los usos del agua. Se define como la capacidad de un agua para conducir electricidad y se mide como la conductividad que existe entre dos electrodos paralelos de 1 cm<sup>2</sup> de superficie cada uno separado por 1 cm situados en el seno del agua. La conductividad crece con el contenido en iones disueltos, para aguas de composición química semejante en cuanto a distribución de aniones y cationes, como por ejemplo las que lleva un mismo río puede establecerse una correlación lineal. (Llamas y Custodio, 2003)

La relación entre sólidos disueltos totales (SDT) y conductividad eléctrica (CE) es útil para caracterizar el tipo de iones presentes y para estimar la salinidad total (SDT) a partir de las medidas de CE, mucho más simples y frecuentes.

### **3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Mediante el test Kolmogorov-Smirnov se verificó el ajuste de los datos a una distribución normal. Para conocer la evolución temporal y espacial de los parámetros analizados se realizó un test ANOVA, la separación de las medias se realiza mediante el test Post-Hoc de Tukey ( $P < 0,05$ ) asumiendo varianzas iguales. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS 11.5 (1989).

## **4. RESULTADOS**

En la figura 26 se muestran la media y desviación estándar de los datos obtenidos en los muestreos de campo. Cada gráfica está titulada con dos números, el primer número hace referencia a

la fila, que corresponde con los sectores estudiados y el segundo número hace referencia a la columna que es el parámetro analizado. En cada columna viene representada la media con su desviación estándar de los datos obtenidos en los puntos de muestreo que conforman cada sector. Esto está calculado para cada fecha de muestreo (M1- M8). Se han ordenado los gráficos de esta forma con el fin de que pueda verse la evolución temporal y espacial.

En primer lugar, mirando la columna de la temperatura que va desde el nacimiento al pantano de Elche, vemos que ambas normalmente aumentan en función de la estación del año, además la temperatura del agua suele estar igual o por debajo de la temperatura ambiental en la mayoría de los casos, siendo la temperatura del agua siempre más constante. Por otra parte, no se observa una variabilidad importante de los datos de temperatura.

Respecto al pH, no se observan cambios significativos en la evolución temporal. Los valores más bajos se encuentran en el sector 3 pero no representan una disminución significativa. Vemos que en la zona de estudio el agua del río tiene un pH básico, siempre por encima de 7. En la parte con un régimen hídrico menos influenciado, el sector 1 (nacimiento), ya encontramos un valor medio de 8.5 (figura 27), y este solo se ve superado por el sector 4 con un valor medio de 9. Por otro lado, en el sector 3, donde se encuentran los manantiales salinos, encontramos un pH medio de 7.6. Al comparar los valores de pH obtenidos en el sector 2 y el sector 4, tras los aportes salinos al cauce principal del río, se observa un ligero aumento de valor, que pasa de 8.3 a 9 sin ninguna causa que se haya podido evidenciar; por tanto, atribuimos esta variación a la existencia de vertidos de aguas residuales al río en el tramo 4 (Novelda).

En cuanto a la conductividad eléctrica del agua, la primera parte del río (sector 1) muestra un rango de valores mucho más estrecho que el resto de sectores. En la gráfica 3.3 (figura 26), que muestra la conductividad eléctrica del sector 3 (lagos salinos y Salinetes), hay que considerar que ciertos valores se salen del rango de medición de la sonda con la que se efectuaron las medidas ya que tenía un rango de medición de 0 a 200000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , por tanto la conductividad en esta gráfica debe entenderse como  $> 200000 \mu\text{S}/\text{cm}$ . En el sector 4, 5 y 6 se observan cambios significativos, mientras que algunos tramos tienen una CE baja, en otros este parámetro se eleva mucho.

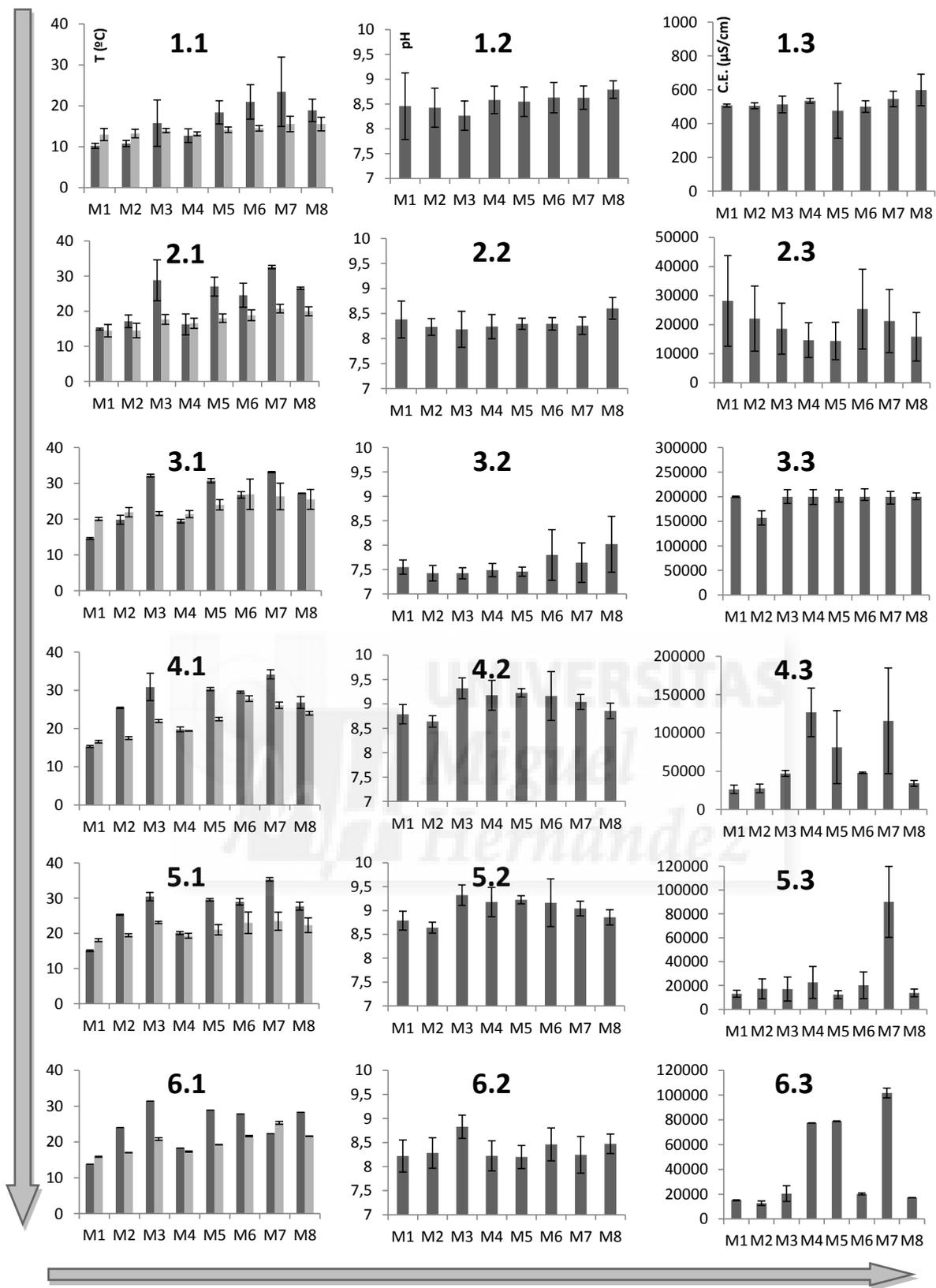


Figura 26. Representación gráfica de los datos obtenidos en los muestreos, ordenados por sectores (filas) y por parámetro (columnas). En cada columna viene representada la media con su desviación estándar de los datos obtenidos en los puntos de muestreo que conforman cada sector, esto está calculado para cada fecha de muestreo, de M1 a M8. En la primera columna, las barras gris oscuro hacen referencia a la temperatura ambiental y las barras gris claro a la temperatura de agua.

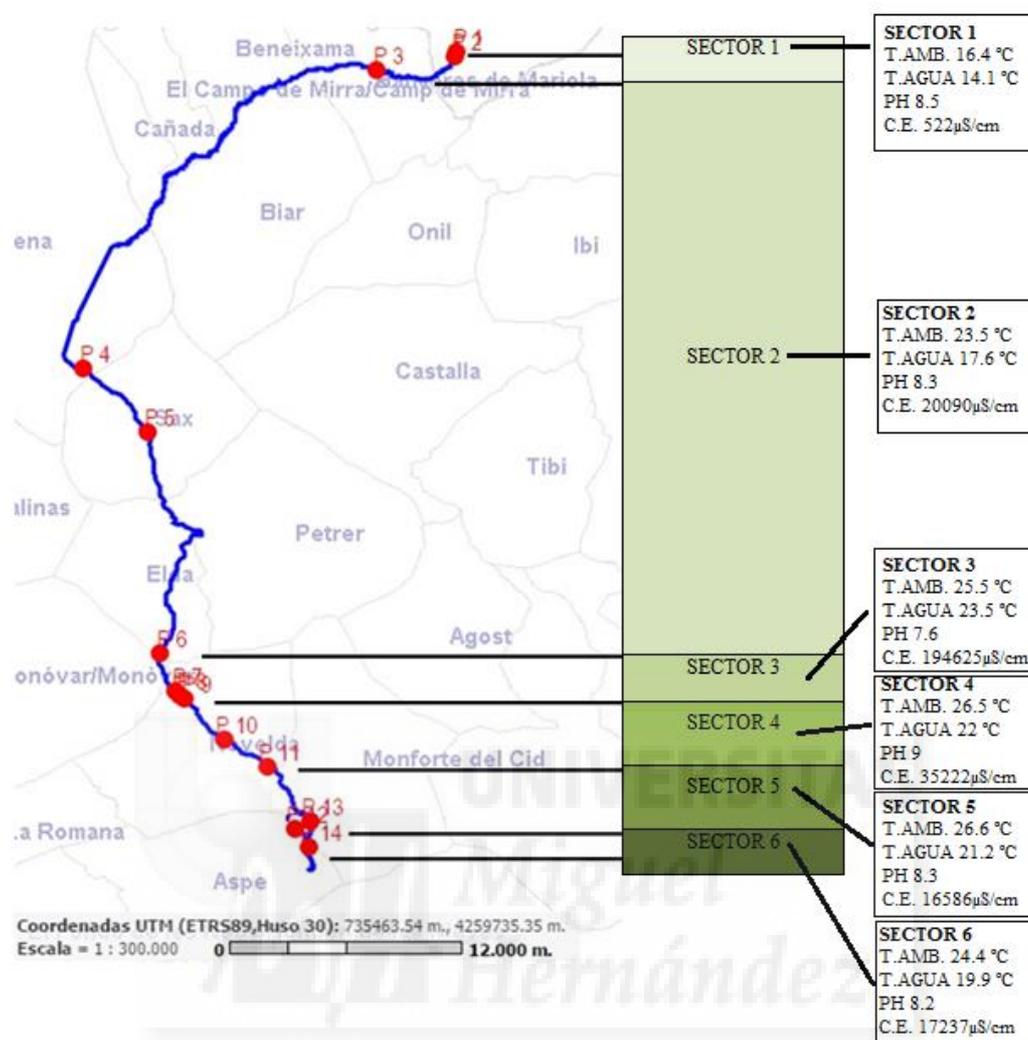


Figura 27. Parámetros medios obtenidos para cada sector de estudio. Para su cálculo no se han contemplado algunos datos de C.E. con valores anormales.

## 5. DISCUSIÓN

Respecto a la temperatura del agua, se observa un aumento coherente con la temperatura ambiente. Como cabría esperar a medida que aumentan las temperaturas ambiente, según vamos acercándonos a los meses de verano, la temperatura del agua del río aumenta. Por otro lado, cabe destacar que la escasa variabilidad de la temperatura del agua en el sector 1 es debida a que los tres primeros puntos de muestreo se encuentran en las proximidades del manantial. El agua subterránea al no estar sometida de forma directa a las condiciones ambientales mantiene una temperatura más o menos estable a lo largo del tiempo; en este caso con un valor de la media de 14.0 °C. La temperatura ambiental es más alta que la temperatura del agua, excepto en los meses más fríos. Hay que considerar el componente regulador que posee el agua debido a su elevada capacidad calorífica, manteniendo por tanto la temperatura del agua por debajo de la ambiental.

El pH no presenta cambios temporales significativos, sin embargo cabe mencionar que el aumento que se da en el sector 4 puede estar ocasionado por la presencia de vertidos de aguas residuales en la zona del municipio de Novelda.

Los valores más bajos de CE encontrados en el sector 1 son congruentes con la composición del agua subterránea del acuífero del que procede. Por otra parte, no se han encontrado variaciones importantes en su mineralización, presentando una desviación estándar baja y estando dentro de los rangos normales para un río poco modificado por las actuaciones del hombre.

En el sector 2 encontramos un aumento significativo de los valores de CE, pasan de 522  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 20090  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Esta subida tan repentina se explica por la existencia de la Acequia del Rey, obra hidráulica que se construyó para drenar las aguas salinas de la laguna de Villena, hoy en día este canal está en desuso pero las evidencias de que continúan llegando aportes salinos esporádicos al cauce del Vinalopó son claras.

El sector 3 representa una importancia determinante en la salinidad de las aguas del río Vinalopó; la CE en este sector sufre un aumento realmente importante llegando a tener valores por encima de los 200000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , estos son valores de CE muy altos difícilmente compatibles con la vida animal o vegetal. En este sector la gráfica presenta datos con la imprecisión debida a la elevada salinidad de las muestras que estaban fuera del rango de medición del aparato de medida. El agua tiene una cantidad muy elevada de sales, entre las que el cloruro sódico es mayoritario (DPA, 2003) debido a las aportaciones de las surgencias salinas que están lavando los terrenos evaporíticos de Triásico Keuper por el que circulan las aguas subterráneas que provienen del acuífero carbonático del Cid. Pese a tratarse de una formación de calizas y dolomías cretácicas, que le aportan bicarbonatos y cálcico, conforme el flujo circula por las margas yesíferas del Triásico se va cargando de sales, y de forma muy importante de cloruro sódico. Motivo por el cual presenta las características de una salmuera.

El sector 4 se pueden agrupar los resultados en dos grupos, los que presentan un valor bajo, siguiendo la tendencia que se podría esperar, y los que muestran una elevación de la CE. En el primer grupo de muestreos el nivel medio de CE es coherente con los datos correspondientes a la unión de los sectores anteriores. Sin embargo para entender la CE en M4, M5 y M7 tenemos que ponernos en contexto, teniendo en cuenta que estamos en la zona de Novelda, una región con una presión urbanística muy alta y con una industria de transformación de piedra entre otros sectores, muy desarrollada. Por tanto se abre la hipótesis de durante estos tres días de muestreo se hubieran producido vertidos de aguas residuales al cauce del río, de hecho se ha localizado al menos una zona

aguas abajo de Novelda (figura 28) donde se encuentra un colector de desagüe que durante el muestreo 5 se encontraba vertiendo aguas residuales al cauce.



**Figura 28. Colector vertiendo aguas residuales al cauce del Río Vinalopó, situado aguas abajo de Novelda. Detectado durante el muestreo 5. Autor: Sergio Mínguez Pérez**

El sector 5 presenta un valor medio de CE de 16586  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , excluyendo M7, con una desviación estándar más alta que en otros sectores. En M7 encontramos otra vez un aumento significativo de la CE, este hecho debe estar relacionado el sector anterior, teóricamente causado por un vertido. No obstante, conviene indicar que durante la realización de este trabajo no se pudo localizar los colectores que pudieran realizar vertidos procedentes de la EDAR de Novelda - Monforte del Cid.

El sector 6 vuelve a mostrar resultados dispares, por un lado M1, M2, M3, M6 y M8; y por otro M4, M5 y M7. Siendo la causa más probable de estas variaciones la elevada anchura del cauce en este tramo junto con la gran variabilidad de corrientes presentes que generan zonas con distinta salinidad.

## 6. CONCLUSIONES

El Río Vinalopó presenta una salinidad alta o muy alta en gran parte de su recorrido exceptuando la zona de su nacimiento donde presenta unos valores acordes con las aguas subterráneas del acuífero del que proceden. En el resto de la zona de estudio encontramos fuertes subidas de la CE que se deben principalmente a dos factores: uno de origen antrópico y otro de origen natural. El primero es consecuencia de las aportaciones esporádicas de la Acequia del Rey situada en Villena y el segundo reside en las aportaciones de agua altamente salina procedente de materiales evaporíticos triásicos en la zona aguas arriba de Novelda.

Por otro lado, se han identificado vertidos de aguas residuales aguas abajo de la población de Novelda que están produciendo una disminución en la salinidad de las aguas del río, aunque signifiquen un deterioro en la calidad de la misma.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- BELANDO, R. Y MARTÍNEZ, A. (1995). *L'Alt Vinalopó*. En Belando R. et al.: *Geografía de les comarques valencianes, VI. Les comarques meridionals (II)* pp. 77-105. Valencia.
- BRU RONDA, C. (1993). "La sobreexplotación de acuíferos y los planes de ordenación hidráulica en la cuenca del río Vinalopó, Alicante". *Investigaciones geográficas.*, nº 11, pp. 93-107
- CHJ (2009). *Memoria de actuación 2004-2009*. Confederación Hidrográfica del Júcar. Valencia.
- DPA (2003). *Los manantiales provinciales. Primera parte*. Diputación Provincial de Alicante.
- DPA (2009). *Alternativas de gestión en el sistema de explotación Vinalopó-L'Alacantí*. Colección el agua en Alicante. Aportaciones al sistema de explotación del Río Vinalopó. Diputación Provincial de Alicante.
- DPA-IGME (2009). *Actualización y mejora del conocimiento hidrogeológico y funcionamiento de los acuíferos de Alicante. Caracterización hidrogeológica de la U.H. 0.8.40 (Sierra de Mariola)*. Diputación Provincial de Alicante.
- DPA-IGME (2013). *Atlas hidrogeológico de la Provincia de Alicante. Los recursos hídricos superficiales y su regulación. Los recursos hídricos superficiales y su regulación*. Diputación Provincial de Alicante.
- GARCÍA ATIÉNZAR, G. (2004). "Hábitat y territorio". Aproximación a la ocupación y explotación del territorio en las comarcas centro-meridionales valencianas durante el Neolítico cardial. *Fundación municipal "José María Soler"*. Villena.
- GÓMEZ GÓMEZ, J.D.; GURILLO DIAZ, J.M.; LÓPEZ GETA, J.A.; RODRIGUEZ HERNÁNDEZ, L. (2004). *Modelo de gestión conjunta en la Comarca del Medio Vinalopó (Alicante)*. VIII Simposio de Hidrogeología. Alicante.
- GOZÁLVEZ PÉREZ, V. (1995). *El Baix Vinalopó*. En Belando R. et al.: *Geografía de les comarques valencianes, VI. Les comarques meridionals (II)*. pp. 283-321. Valencia.
- LLAMAS, M. R. Y CUSTODIO, E. (1983). *Hidrología subterránea*. Editorial Omega.
- Marín Galvin, Rafael (2003). *Físico-química y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de las aguas*. Ediciones Díaz de Santos.
- PONCE, G. y PALAZÓN, S. (1995). *El Vinalopó Mitjà*. En Belando R. et al.: *Geografía de les comarques valencianes, VI. Les comarques meridionals (II)*. pp. 107-137. Valencia.
- SPSS (1989). *IBM SPSS Statistics 1.5*. Chicago

## ANEXOS

### ANEXO 1.1 TABLAS DE DATOS

Tabla 2. Datos obtenidos en el muestreo 1.

Punto Muestreo	Temp. Amb (°C)	Temp. Agua (°C)	N° Muestreo:		Fecha: 07.04.15
			1		
			pH	C.E. (µS/cm)	Observaciones
1	10.8	14.2	7.81	504	
		14.2	7.37	500	
		14.5	7.61	511	
2	10.3	13.6	8.66	521	
		13.5	8.7	501	
		13.7	8.83	490	
3	9.6	11.1	9.03	514	
		11	9.04	508	
		11.1	9.05	510	
4	14.7	13.2	8.06	40400	
		13.2	8.09	41100	Flujo muy lento y poco caudal
		13.2	8.09	41100	
5	15.2	13.2	8.73	35700	
		13.7	8.91	36300	Muy poco caudal
		13.3	8.94	36400	
6	14.8	16.9	8.19	7600	
		16.7	8.2	7620	
		16.8	8.22	7640	
7	14.9	19.9	7.53	200000	
		19.8	7.57	196000	
		19.8	7.53	200000	
8	14.5	20.1	7.6	200000	
		20.3	7.71	199000	
		20	7.7	200000	
9	14.4	20.1	7.22	200000	
		20.9	7.47	200000	
		19.3	7.6	200000	
10	15.5	17.1	8.63	21300	
		16.3	8.67	21200	Flujo rápido y mucho caudal
		16.7	8.64	21300	
11	15.1	16.6	9.05	31600	
		16.3	8.71	31500	
		16.3	9.03	31100	
12	14.9	17.9	7.92	10400	
		17.7	7.93	10600	Flujo lento
		17.5	7.91	10600	
13	15.2	18.6	8.44	15100	
		18.3	8.53	16700	
		18.3	8.59	15300	
14	13.8	15.9	8.2	15500	
		16	8.17	14700	Lecho del río muy amplio
		15.7	8.15	15200	

Tabla 3. Datos obtenidos en el muestreo 2.

			Nº Muestreo:	2	Fecha: 22.04.15
Punto Muestreo	Temp. Amb (°C)	Temp. Agua (°C)	pH	C.E. (µS/cm)	Observaciones
1	10.1	14.4	7.9	463	
		14.1	7.93	505	
		14.1	7.94	517	
2	10.7	13.6	8.55	509	
		13.6	8.55	493	
		13.6	8.56	510	
3	11.6	11.5	8.73	516	
		12.3	8.82	515	
		11.9	8.85	517	
4	15.8	13.2	8.12	25300	
		13.3	8.01	29500	
		13.1	8.11	27700	
5	16.5	13.2	8.45	29100	
		13	8.47	29900	
		13.1	8.28	34900	
6	19.2	17.3	8.2	7500	
		17.2	8.37	7600	
		17.2	8.09	7700	
7	19.2	23.1	7.27	157000	
		23.2	7.36	200000	
		23.1	7.4	200000	
8	19.1	22.3	7.57	186400	
		23.1	7.56	200000	
		21.9	7.45	200000	
9	21.3	20.3	7.11	200000	
		20.3	7.5	200000	
		20.3	7.59	200000	
10	25.5	17.7	8.51	32100	
		17.9	8.7	35600	
		17.7	8.53	29800	
11	25.3	17.4	8.59	21500	
		17.3	8.81	23100	
		16.9	8.7	23500	
12	25.4	19	8.31	10200	
		19.1	8.1	9900	
		19.2	7.73	9300	
13	25.2	20.1	8.51	21300	
		19.7	8.53	23500	
		19.7	8.51	28700	
14	24	17	8.1	10700	
		17	8	13100	
		17.1	8.22	14300	

Tabla 4. Datos obtenidos en el muestreo 3.

			Nº Muestreo:	3	Fecha: 08.05.15
Punto Muestreo	Temp. Amb (°C)	Temp. Agua (°C)	pH	C.E. (µS/cm)	Observaciones
1	12.1	14.2	7.88	440	
		14.1	7.93	498	
		13.9	7.96	461	
2	12.9	13.6	8.22	505	
		13.1	8.43	493	
		13.5	8.28	505	
3	22.3	14.7	8.65	575	
		14	8.66	571	
		14.5	8.37	569	
4	23.6	16.1	7.9	23200	
		16	7.85	20700	
		16.2	8.12	20600	
5	27.8	17.6	8.15	24300	
		17.6	8.45	25500	
		17.6	8.33	30600	
6	35.1	19.3	8.75	7800	
		19.2	8.5	8150	
		19.4	7.62	6950	
7	32.3	21.5	7.33	200000	
		21.6	7.34	163000	
		21.7	7.33	200000	
8	32.5	20.7	7.41	200000	
		21.3	7.45	200000	
		20.9	7.63	177000	
9	31.7	22.1	7.56	200000	
		22.1	7.46	183000	
		22.2	7.29	200000	
10	28.3	21.5	9.56	47200	
		21.6	9.4	44000	
		21.7	9.15	52200	
11	33.4	22.3	9.56	44500	
		22.3	9.1	43300	
		22.3	9.15	51700	
12	29.6	23.2	9.05	8900	
		22.6	9.12	9100	
		22.9	8.92	8100	
13	31.3	23.5	8.61	21900	
		23	8.52	33100	
		23.4	8.75	20700	
14	31.4	20.5	7.99	25700	
		20.7	7.85	22300	
		21.2	7.81	13500	

Tabla 5. Datos obtenidos en el muestreo 4.

			N° Muestreo:	4	Fecha: 21.05.15
Punto Muestreo	Temp. Amb (°C)	Temp. Agua (°C)	pH	C.E. (µS/cm)	Observaciones
1	12	13.5	8.25	556	
		13.6	8.3	528	
		13.5	8.27	542	
2	11.5	12.4	8.75	535	
		13	8.43	551	
		12.4	8.86	534	
3	14.6	13.3	8.59	529	
		13.3	8.83	510	
		13.4	8.95	521	
4	14.7	15.6	8.09	16400	
		15.6	7.85	15200	
		15.6	8.36	16000	
5	14.4	15.7	8.43	20200	
		15.3	8.4	22800	
		15.8	7.85	19900	
6	19.7	18.8	8.39	7250	
		18.3	8.39	7530	
		18.4	8.39	7390	
7	18.9	21.3	7.38	200000	
		23.7	7.41	152000	
		22	7.23	200000	
8	19.5	20.5	7.61	200000	
		21.3	7.59	200000	
		21.2	7.58	200000	
9	19.9	20.7	7.64	200000	
		20.5	7.42	188400	
		21.5	7.53	200000	
10	20.2	19.4	9.24	154900	
		19.3	8.75	150500	
		19.3	9.68	161100	
11	19.3	19.3	9.15	98000	
		19.4	9.01	97900	
		19.5	9.23	98300	
12	20.4	18.5	7.93	10300	
		19.2	7.93	10700	
		18.4	7.95	9900	
13	19.8	19.8	8.52	35200	
		19.9	8.51	34700	
		19.9	8.5	34500	
14	18.3	17.2	8.19	77600	
		17.5	8.21	77500	
		17.2	8.33	77300	

Tabla 6. Datos obtenidos en el muestreo 5.

			N° Muestreo:	5	Fecha: 05.06.15
Punto Muestreo	Temp. Amb (°C)	Temp. Agua (°C)	pH	C.E. (µS/cm)	Observaciones
1	16.2	13.8	8.3	533	
		14.2	8.06	580	
		14	8.18	556	
2	17.4	13.6	8.52	51	
		13.3	8.65	521	
		13.6	8.89	553	
3	21.6	14.9	8.76	489	
		14.9	8.79	501	
		15.1	8.76	495	
4	25.1	16.9	8.12	13900	
		16.8	8.13	13900	
		16.7	8.32	13800	
5	25.9	17.7	8.39	22400	
		17.9	8.36	21800	
		17.8	8.43	22100	
6	30.1	18.7	8.22	7510	
		19.2	8.35	7260	
		20.3	8.34	7190	
7	30.1	25.7	7.31	200000	
		26.1	7.37	200000	
		25.7	7.38	200000	
8	30.8	23.5	7.43	168000	
		23.3	7.44	200000	
		23.7	7.51	200000	
9	31.3	22.9	7.51	200000	
		23.1	7.58	200000	
		22.1	7.57	200000	
10	30.6	21.9	9.15	37800	
		22.1	9.14	38000	
		22.1	9.15	37900	
11	30	22.8	9.3	123700	
		22.9	9.3	125100	
		22.9	9.31	125900	
12	29.3	19.6	7.99	9790	
		19.5	7.97	8950	
		20	7.98	9250	
13	29.8	22.6	8.4	15200	
		22.3	8.46	15300	
		22.2	8.39	15700	
14	28.9	19.2	8.21	78500	
		19.3	8.27	78900	
		19.3	8.17	79100	

Tabla 7. Datos obtenidos en el muestreo 6.

			Nº Muestreo:	6	Fecha: 18.06.15
Punto Muestreo	Temp. Amb (°C)	Temp. Agua (°C)	pH	C.E. (µS/cm)	Observaciones
1	18.4	14.2	8.3	412	
		14.1	8.25	493	
		14.1	8.15	498	
2	18.7	14.1	8.75	510	
		14.1	8.76	509	
		13.9	8.76	512	
3	25.8	15.4	8.93	525	
		15.8	8.89	520	
		14.9	8.87	522	
4	21.8	17.4	8.2	15760	
		17.3	8.18	15050	
		17.3	8.12	16270	
5	23.5	18.4	8.43	16370	
		18.3	8.45	18800	
		18.6	8.46	15200	
6	28.4	20.7	8.29	43700	
		20.9	8.29	43500	
		20.8	8.23	43800	
7	27.3	21.2	8.66	95400	
		22.5	7.16	200000	Medido en diferentes manantiales de la laguna
		24.1	7.25	177000	
8	27.3	23.1	7.78	200000	
		30.4	7.42	200000	
		27.1	7.41	200000	
9	25.7	31.5	8.19	200000	
		31.2	8.1	200000	
		31.3	8.21	200000	
10	29.3	27.5	9.16	48600	
		27.3	8.19	48600	
		29.3	9.18	48900	
11	29.7	27.4	9.44	47500	
		27.5	9.53	46900	
		27.8	9.47	46900	
12	29.6	20.6	8.22	10050	
		20.1	8.06	9960	
		19.9	8.17	9820	
13	28.3	25.6	8.75	29800	
		25.9	8.79	29900	
		25.8	8.77	31500	
14	27.8	21.5	8.24	20500	
		21.6	8.13	21300	
		21.8	8.23	21900	

Tabla 8. Datos obtenidos en el muestreo 7.

			Nº Muestreo:	7	Fecha: 29.06.15
Punto Muestreo	Temp. Amb (°C)	Temp. Agua (°C)	pH	C.E. (µS/cm)	Observaciones
1	18.4	14.2	8.27	556	
		14.3	8.35	596	
		14.2	8.39	539	
2	18.7	14.3	8.67	574	
		14.5	8.66	597	
		14.3	8.69	581	
3	33.2	18	8.83	487	
		18.1	8.85	489	
		18.2	8.92	494	
4	32	19.7	7.98	17800	
		19.4	8.03	18400	
		19.3	8.09	17900	
5	32.9	22	8.41	26600	
		22.2	8.41	27300	
		22.2	8.41	26900	
6	32.8	20.8	8.31	7300	
		20	8.37	7600	Corriente 1
		21	8.29	42000	Corriente 2
7	33	23.9	7.23	90200	
		23.2	7.4	200000	
		23.5	7.27	200000	
8	33.1	25.4	7.43	200000	
		23.3	7.46	155000	
		24.1	7.46	200000	
9	33.3	31.3	8.21	200000	
		31.2	8.17	200000	
		31.3	8.12	200000	
10	33.3	26.7	9.17	174900	
		26.8	9.17	181200	
		26.9	9.2	180400	
11	35	25.3	8.9	53200	
		25.4	8.89	52700	
		25.3	8.91	52900	
12	35	23.3	7.89	62400	
		20.4	7.91	63100	
		20.3	7.89	63500	
13	35.7	25.4	8.61	114800	
		25.7	8.59	120400	
		25.6	8.58	116100	
14	22.3	24.9	8.37	98000	
		25.3	8.41	105800	
		25.7	8.27	101300	

Tabla 9. Datos obtenidos en el muestreo 8.

			N° Muestreo:	8	Fecha: 10.09.15
Punto Muestreo	Temp. Amb (°C)	Temp. Agua (°C)	pH	C.E. (µS/cm)	Observaciones
1	16	14.3	8.44	523	
		14.5	8.68	554	
		14.3	8.59	567	
2	19.3	14.7	8.91	501	
		14.4	8.85	568	
		14.5	8.89	542	
3	21.4	17.8	8.96	784	
		17.7	8.89	659	
		17.8	8.88	691	
4	26.7	19.3	8.39	21400	
		19.5	8.36	22100	
		19.5	8.36	21900	
5	26.2	19.1	8.85	20900	
		19.1	8.82	21100	
		19.1	8.87	21100	
6	26.8	22.9	8.74	3960	
		20.9	8.56	3720	
		20.4	8.49	6640	
7	27.2	29.2	8.34	200000	
		29.1	8.36	200000	
		29.1	8.37	200000	
8	27.2	23.8	7.46	186500	
		24.1	7.42	186300	
		22.7	8.72	200000	
9	27.3	24.3	7.4	191900	
		24.9	7.44	191800	
		22.6	8.66	200000	
10	25.7	23.6	8.75	37200	
		23.6	8.7	37800	
		23.5	8.69	37900	
11	27.9	24.4	8.97	30600	
		24.6	9.02	31100	
		24.2	9.01	30400	
12	26.9	20.4	8.38	11300	
		20.5	8.27	10500	
		20.4	8.24	10600	
13	28.5	24.2	8.73	16800	
		24.1	8.63	16700	
		24.3	8.59	16800	
14	28.3	21.6	8.54	17300	
		21.6	8.41	17200	
		21.7	8.42	17300	

## ANEXO 1.2. FOTOGRAFÍAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

### Punto de muestreo 1: Nacimiento del Río Vinalopó



Figura 29. Regla con la que antiguamente se medía el caudal del agua que emana de la Font de la Coveta.



Figura 30. Font de la Coveta, nacimiento del Río Vinalopó.

**Punto de muestreo 2: Molino de Blanes.**



**Figura 31. Río Vinalopó a su paso por el molino de Blanes.**

### **Punto de muestreo 3: Molino de Pont**



**Figura 32. Río Vinalopó a su paso por el molino de Pont.**

### **Punto de muestreo 4: Aguas arriba de la Colonia Santa Eulalia**



**Figura 33. Cauce del Río Vinalopó aguas arriba de Colonia Santa Eulalia.**

## Punto de muestreo 5: Sax



Figura 34. Río Vinalopó a su paso por el municipio de Sax.

Figura 35. Detalle del cauce.

## **Punto de muestreo 6: Estación Monovar**



**Figura 36. Camino que atraviesa el Río Vinalopó en las inmediaciones de Estación de Monovar.**

## **Punto de muestreo 7: Laguna azul**



**Figura 37. Laguna salina de color azul turquesa situada a escasos metros del cauce del Vinalopó, aguas arriba de Novelda.**



Figura 38. Detalle del burbujeo que produce el agua al emanar en la laguna.

### **Punto de muestreo 8: Laguna roja**



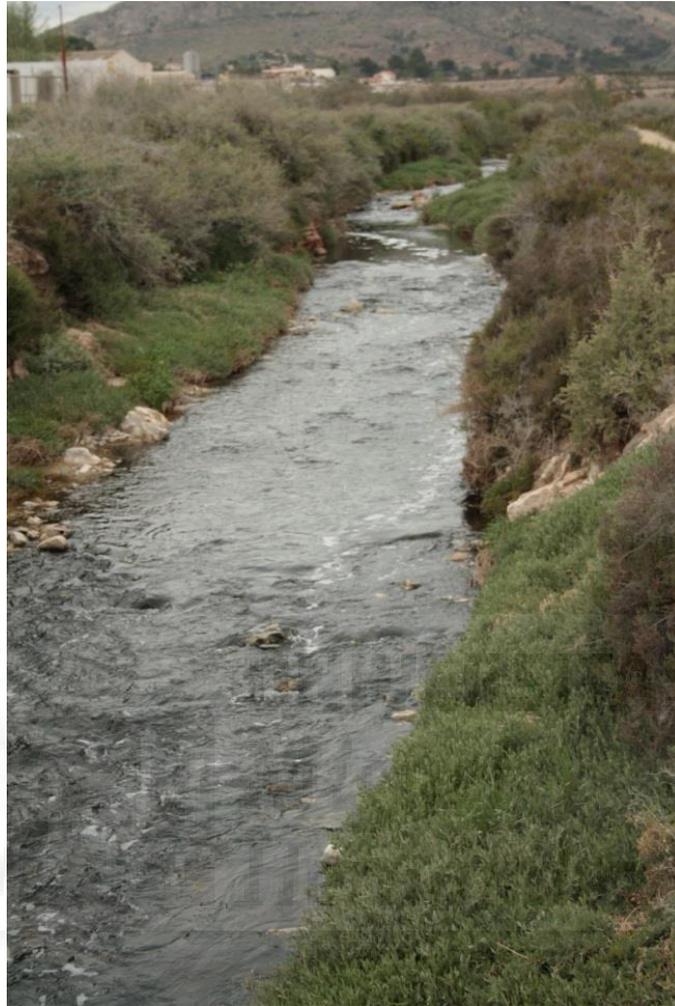
Figura 39. Laguna salina de color rojo situada a 100 metros aguas abajo de la laguna azul.

## Punto de muestreo 9: Rambla Salinetes



Figura 40. Rambla Salinetes unos metros antes de desembocar en el Vinalopó.

## Punto de muestreo 10: Aguas arriba de Novelda



**Figura 41. Río Vinalopó 1km aguas arriba del casco urbano de Novelda.**

## Punto de muestreo 11: Aguas abajo de Novelda



Figura 42. Río Vinalopó 50 metros aguas arriba del puente de la carretera CV-84.



Figura 43. Río Vinalopó bajo puente de la carretera CV-84.

## Punto de muestreo 12: Río Tarafa



Figura 44. Río Tarafa 2 km aguas arriba de la unión con el cauce del Río Vinalopó.

### **Punto de muestreo 13: EDAR de Monforte del Cid**



**Figura 45.** Cauce del Río Vinalopó 500 m aguas abajo de la EDAR de Monforte del Cid.

### **Punto de muestreo 14: Aguas arriba del pantano de Elche.**



**Figura 36.** Río Vinalopó aguas arriba del pantano de Elche, exactamente bajo el puente del AVE, junto a CV-847.