

# PROYECTO IBERAQUA



**AUTORES:** Sara Agudo Da Silva  
María Barriga Romero  
Samuel Gamero Guzmán  
María Martín Borrego  
Carlos Zambrano Sánchez

**TUTORA:** Raquel Muñoz Vara  
**CENTRO:** IES VIRGEN DE SOTERRAÑO (BARCARROTA)  
**CONCURSO “DIVIÉRTETE CON LA ESTADÍSTICA”**  
**2017 - 2018**



<b>1. RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN: EL AGUA POTABLE Y EL PROYECTO IBERAQUA</b>	<b>3</b>
2.1 PROPIEDADES	3
2.1.1 CLORO	3
2.1.2 PH	4
2.1.3 DUREZA	4
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>5</b>
<b>4. METODOLOGÍA</b>	<b>5</b>
4.1 MEDICIÓN DEL pH	6
4.2 MEDICIÓN DEL CLORO	7
4.3 MEDICIÓN DE LA DUREZA DEL AGUA	8
4.4 MEDICIÓN DEL OLOR Y SABOR	8
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>9</b>
5.1 ESTUDIO A NIVEL LOCAL	9
5.1.1 COLOR DEL AGUA	9
5.1.2 OLOR DEL AGUA	10
5.1.3 SABOR DEL AGUA	10
5.1.4 CLORO	11
5.1.5 pH	13
5.1.6 DUREZA DEL AGUA	15
5.2 ESTUDIO A NIVEL NACIONAL	17
5.2.1 OLOR DEL AGUA	17
5.2.2 SABOR DEL AGUA	18
5.2.3 CLORO	19
5.2.4 pH	21
5.3 ESTUDIO A NIVEL NACIONAL POR PROVINCIAS	23
5.3.1 MAPA DE ESPAÑA DEL NIVEL DE PH POR PROVINCIAS	23
5.3.1 MAPA DE ESPAÑA DEL NIVEL DE CLORO POR PROVINCIAS	24
5.4 EVOLUCIÓN DEL PROYECTO IBERAQUA	26
5.5 CORRELACIONES	27
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>28</b>
<b>7. BIBLIO/WEBGRAFÍA</b>	<b>29</b>

## 1. RESUMEN

En este trabajo, hemos realizado un estudio de las aguas que se consumen en nuestra comarca para determinar la calidad de las mismas. Nuestro análisis se centró en los siguientes parámetros químico-físicos del agua: olor, sabor, color, cloro, conductividad eléctrica y pH.

También, a partir de los datos proporcionados por el proyecto IberAqua, hemos estudiado las propiedades del agua potable a nivel nacional y hemos comparado entre distintas provincias.

Por último, hemos intentado discutir la conveniencia del consumo de las mismas.

## 2. INTRODUCCIÓN: EL AGUA POTABLE Y EL PROYECTO IBERAQUA

El agua ( $H_2O$ ) es el componente líquido sin olor e insípido que aparece con mayor abundancia en la superficie terrestre (aprox. cubre el 71 % de la corteza de la Tierra). Forma ríos, mares, océanos y la mayor parte de todos los organismos vivos. Está constituida por hidrógeno y oxígeno.

Pero sólo un 0,007% del total de agua, es apta para el consumo humano, por lo que es imprescindible el proceso de potabilización. Realizado esto, a nuestras casas llega “agua potable” que usamos para cocinar, mantenernos limpios, beber, regar...

Siendo muy conscientes de la importancia de la calidad del agua encontramos nuestra manera de participar a través de la fundación Ibercivis.

La Fundación Ibercivis, es una fundación privada sin ánimo de lucro que reúne a diferentes instituciones relacionadas con la ciencia como la universidad de Zaragoza, el CSIC, el Gobierno de Aragón, etc. Su objetivo principal es fomentar la participación de la ciudadanía en proyectos de investigación científica.

Dentro de esta fundación en los últimos años se han desarrollado diferentes iniciativas para controlar la calidad del agua potable en nuestro país. El proyecto que engloba las mismas se ha denominado Aqua y establece un mapa indicativo de la concentración de cloro en el agua que consumimos en España y se comenzó en 2014 en Zaragoza. Aqua pretende acercar la bioquímica a la sociedad y promover la participación activa desde los hogares y los centros docentes.

La colaboración suponía realizar dos tipos de tareas: una en la cual se aprende a utilizar un kit de análisis físico-químico del agua siguiendo un protocolo y otra, en la cual los datos obtenidos se suben a una app en la que quedan recogidas las muestras analizadas por cada participante, que pasan a formar parte del mapa de la calidad de agua del país.

Posteriormente, después de participar en el proyecto Aqua, hemos analizado los datos obtenidos y extraído conclusiones sobre la calidad del agua que consumimos.

A continuación describimos las propiedades del agua que vamos a estudiar:

### 2.1 PROPIEDADES

#### 2.1.1 CLORO

El **cloro** es uno de los desinfectantes más utilizados en la actualidad tanto en la industria de alimentos y bebidas de procesamiento, así como en las plantas municipales de agua para controlar los olores y mejorar el sabor del agua potable, además de eliminar los patógenos en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Según la Organización Mundial de la Salud, el **nivel óptimo de cloro debe estar en el rango de 0,3 a 0,5 mg/L**, aunque en el R.D.140/2003, de 7 de febrero, se permite un nivel máximo de 1 mg/L. El cloro del agua se puede medir mediante un kit químico con pastillas, como lo hemos hecho nosotros o con un medidor de cloro digital. Esta es la regla fundamental que hemos seguido. Después de echar la pastilla al agua dependiendo del color que nos saliese tendría más o menos cloro.



Figura 1. Disco medidor de cloro

### 2.1.2 PH

Este factor indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, pero es en realidad una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno (H<sup>+</sup>). El pH se calcula como el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno en una solución: **pH = -log H<sup>+</sup>**. Las mediciones de pH se ejecutan en una escala de 0 a 14, con 7,0 considerado neutro. Las soluciones con un pH inferior a 7,0 se consideran ácidos. Las soluciones con un pH por encima de 7,0 se consideran bases o alcalinos.

Como la escala de pH es logarítmica, cada cambio de la unidad del pH en realidad representa un cambio de diez veces en la acidez. En otras palabras, pH 6,0 es diez veces más ácido que el pH 7,0; pH 5,0 es cien veces más ácido que el 7,0.

La escala se representa mediante colores y dependiendo del color que nos salga al meter un tipo de cartulina especial en el agua, podremos comprobar que pH tiene el agua que llega a nuestros hogares.

**El pH del agua potable debe estar comprendido entre 6,5 y 9,5** según el Real Decreto mencionado anteriormente.



Figura 2. Escala de nivel de pH

### 2.1.3 DUREZA

Se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. El agua denominada

comúnmente como "dura" tiene una elevada concentración de dichas sales y el agua "blanda" las contiene en muy poca cantidad.

La unidad de medida de la dureza que se utiliza más habitualmente son los grados hidrométricos franceses (° H F), definido como: 1 °f = 10 ppm de CaCO<sub>3</sub>

Según el Real Decreto de referencia, la **dureza máxima permitida es 1750 ppm**.

### **\_ ¿En qué influye la dureza del agua en nuestro día a día?**

Un efecto muy visible en aguas de distinta dureza es su diferente comportamiento ante la adición de jabón. Es importante conocer la dureza del agua de abastecimiento de nuestra localidad, ya que ese dato nos permite ajustar el funcionamiento de determinados electrodomésticos que ofrecen dicha posibilidad (lavadoras, lavavajillas...)

### **Clasificación de la dureza del agua:**

ppm	°f	Dureza
0 - 70	0-7	Muy blanda
70-150	7-15	Blanda
150-250	15-25	Ligeramente dura
250-320	25-32	Moderadamente dura
320-420	32-42	Dura
> 420	> 42	Muy Dura



Figura 3. Instrumento de medida de la dureza del agua

### **3. OBJETIVOS**

Los objetivos que hemos perseguido en la realización de este proyecto han sido:

- Participar en un proyecto de colaboración ciudadana en la ciencia a través de la fundación "Ibercivis".
- Estudiar la calidad del agua de consumo humano en la comarca de influencia de nuestro instituto y también, a nivel nacional.
- Profundizar en diferentes técnicas de análisis físico-químicos del agua.
- Ampliar nuestros conocimientos de herramientas matemáticas estadísticas.
- Poner en práctica los fundamentos del "Método Científico" en un trabajo real.

### **4. METODOLOGÍA**

Nuestro trabajo ha consistido en:

1º.- Medir la calidad del agua del grifo de los cuatro pueblos de nuestra zona: Almendral, La Torre de Miguel Sesmero, Barcarrota y Salvaleón. Se ha realizado un análisis cualitativo (olor y sabor) y cuantitativo (pH, dureza y cloro) del agua gracias a los kits proporcionados por la fundación

## 6

Ibercivis, dentro del proyecto Aqua. En total, se han tomado 28 muestras de agua potable, correspondientes a 28 hogares.

2°.- Medir la calidad del agua de los grifos de algunas provincias de España. Para ello hemos recogido los datos de la página del proyecto Iberaqua: <https://agua.ibercivis.es/#!/lastentries> . En total hemos obtenido datos de 2700 muestras, de las cuales tenemos el nivel de cloro, pH y la intensidad de olor y sabor a cloro en el agua. Además, hemos comparado el pH y cloro entre las distintas provincias de España.

3°.- Observar la evolución del proyecto desde 2014 hasta 2017 con algunos datos que nos ha proporcionado la página citada anteriormente.

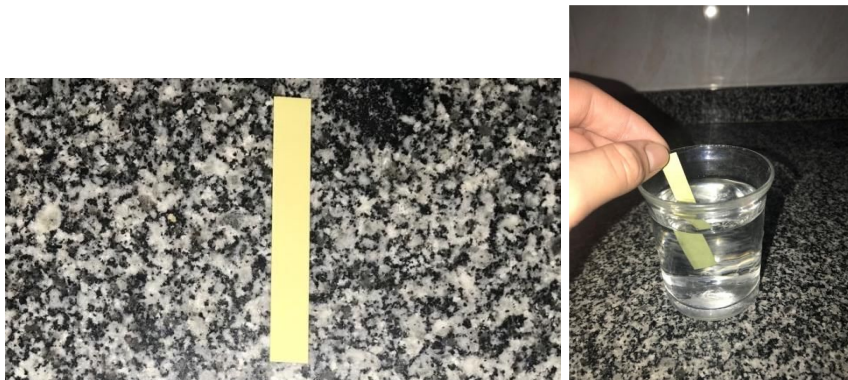
4°.- Comprobar si existe correlación entre las variables pH y cloro.

Las herramientas utilizadas ha sido la hoja de cálculo LibreOffice Calc, programa de estadística Geogebra, la web <http://mapinseconds.com/> y <https://piktochart.com/> para realizar el análisis de datos y diagramas correspondientes.

A continuación describimos las mediciones de cloro, pH, dureza, olor, color y sabor que hemos realizado:

### 4.1 MEDICIÓN DEL pH

1. Se dejó correr el agua del grifo sobre unos 5 segundos en posición fría y posteriormente, se llenó un vaso con agua.
2. Una vez llenado el vaso de agua, se introdujo la tira reactiva para medir el pH en el vaso.



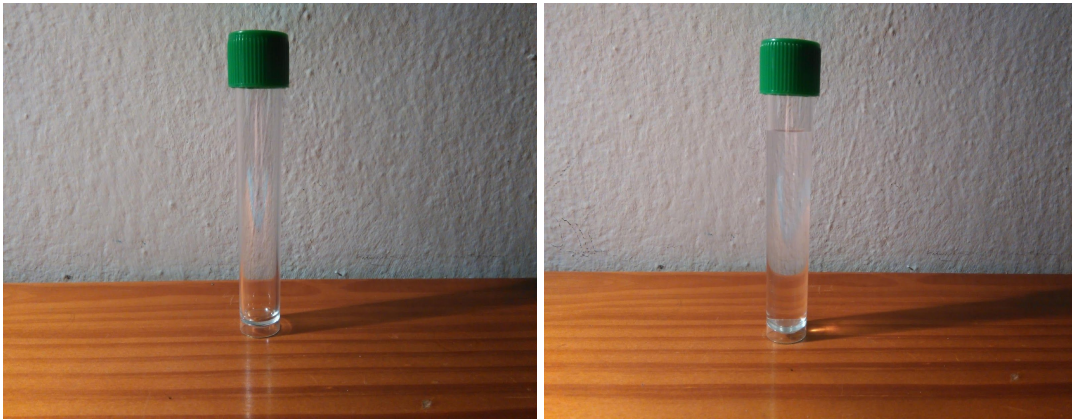
3. A continuación, se cogió el medidor de pH y se comparó la tira amarilla con el medidor de pH. En este caso, el agua tiene un 6 de pH.





## 4.2 MEDICIÓN DEL CLORO

1. En primer lugar, se introdujo agua fría en el tubo de plástico.



2. En segundo lugar, metimos la siguiente pastilla en el tubo de plástico.



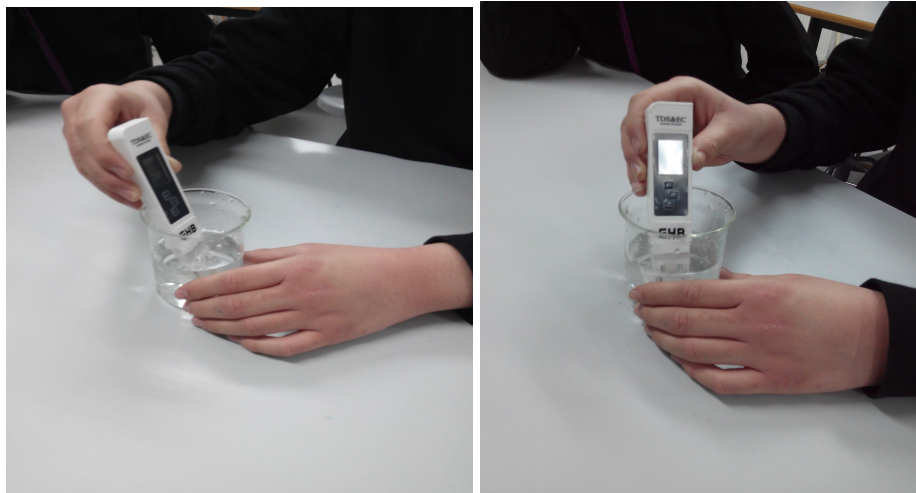
3. En tercer lugar, se esperó a que se disolviera la pastilla. Es conveniente agitar el bote para que se disuelva mejor.

4. Por último, se comprobó los resultados del bote con el disco de referencia.



### 4.3 MEDICIÓN DE LA DUREZA DEL AGUA

1. Llenamos un vaso de agua e introducimos el aparato con el cual medimos la dureza del agua.
2. Al cabo de unos segundos, este aparato nos marca la temperatura en grados y la dureza del agua en partes por millón, es decir, la concentración de sales de calcio y magnesio.



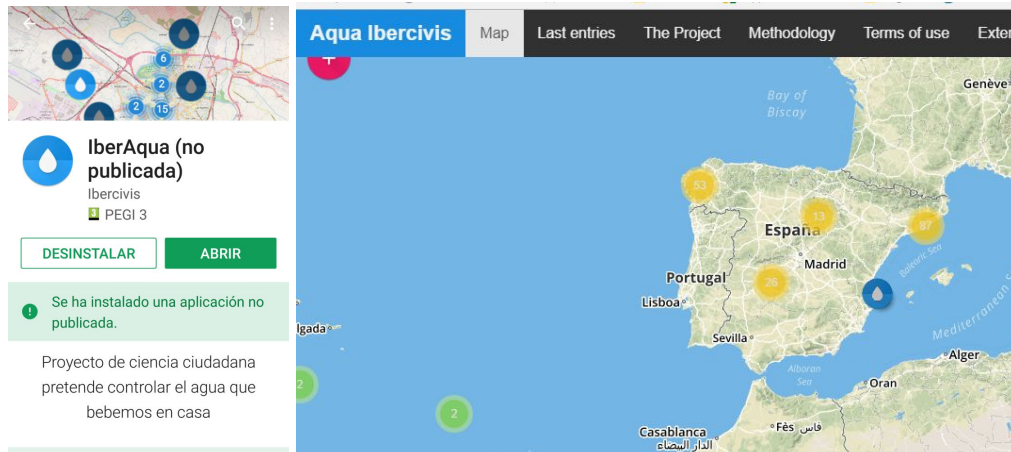
### 4.4 MEDICIÓN DEL OLOR Y SABOR

1. En primer lugar, dejamos correr el agua del grifo unos 5 segundos.
2. A continuación, llenamos un vaso con agua.
3. Primero, olemos el agua e indicamos la intensidad del olor a cloro de 0 a 2 ( siendo 0 suave y 2 fuerte) y describimos el olor.
4. Probamos el agua e indicamos si tiene un sabor fuerte a cloro ( siendo 0 suave y 2 fuerte) y describimos el sabor.

### 4.5 APLICACIÓN "IberAqua"



Una vez que recogimos todos los datos sobre el agua, los introducimos en la aplicación móvil "IberAqua" de la Fundación Ibercivis en la que, aparece una gota de agua en la localidad en que te encuentres.



## 5. RESULTADOS

### 5.1 ESTUDIO A NIVEL LOCAL

A continuación, detallamos los resultados obtenidos de las muestras de los 28 hogares de nuestra zona, procedentes de Almendral, Barcarrota, La Torre de Miguel Sesmero y Salvaleón. Primero, realizaremos el análisis de las variables cualitativas: olor, sabor y color, y posteriormente, el análisis de las variables cuantitativas: pH, cloro y dureza del agua.

#### 5.1.1 COLOR DEL AGUA

En todas las muestras analizadas, se considera que el agua tiene un color normal. Es decir, esto supone el 100% de las muestras. Hemos elaborado un pictograma que refleja esa situación con la web Piktochart.

### COLOR



■ normal (100%)

### 5.1.2 OLOR DEL AGUA

Se ha analizado la intensidad del olor del agua a cloro. Así, las respuestas han sido normal, suave olor a cloro, intermedio y fuerte olor a cloro. Con la hoja de cálculo, hemos obtenido la tabla de frecuencias absolutas, relativas y porcentajes. Después, se ha realizado el siguiente pictograma.

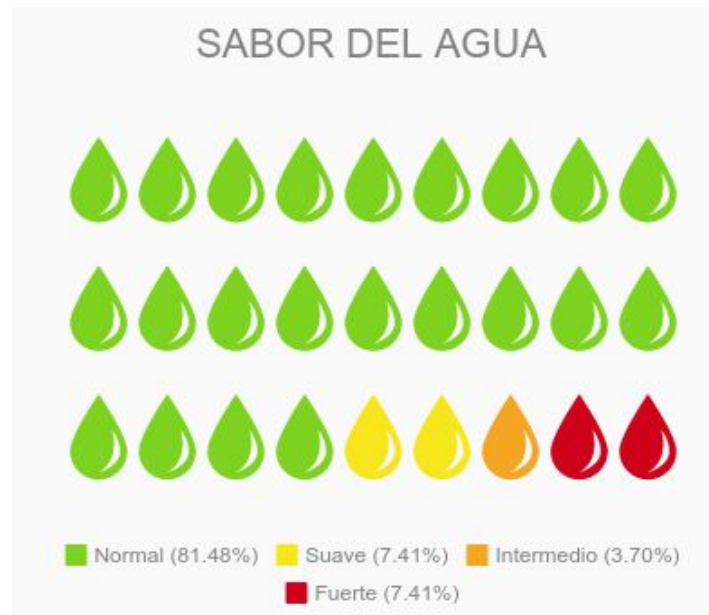
OLOR	Frecuencias absolutas	Frecuencias relativas	Porcentaje
Normal	23	0,82	82%
Suave	3	0,10	11%
Intermedio	0	0	0%
Fuerte	2	0,07	7%



Como puede observarse, el 82% de las muestras analizadas tienen un olor normal, aunque destacamos que en un 7% de ellas, hay un fuerte olor a cloro.

### 5.1.3 SABOR DEL AGUA

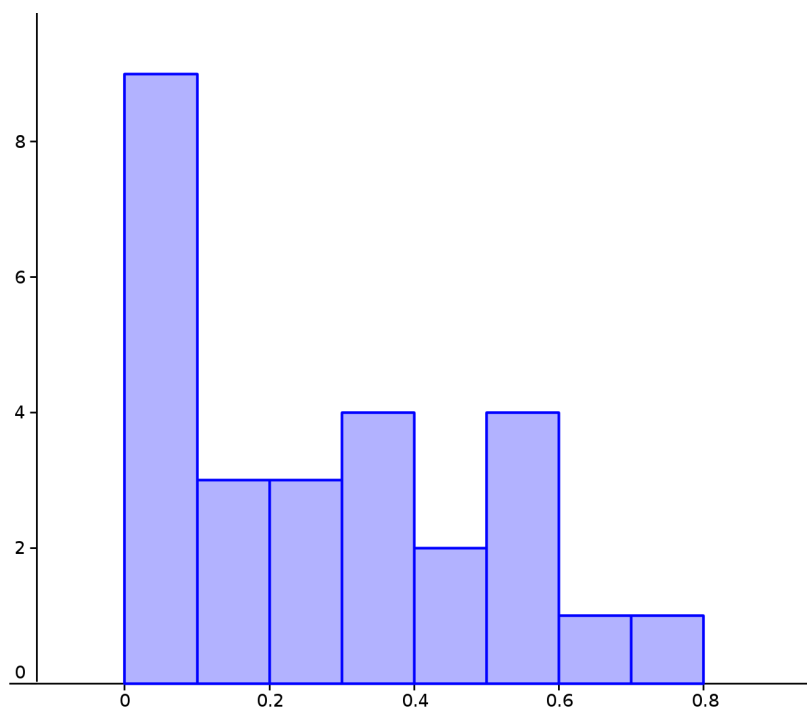
En este caso, se ha analizado el sabor del agua a cloro. Hemos distinguido entre un sabor normal, suave sabor a cloro, intermedio y fuerte sabor a cloro.



En el 81,48% de las muestras obtenidas, el sabor del agua es normal, es decir, de manera general, el agua potable tiene un sabor normal. Aunque destaca un 7% de las tomas que tienen un sabor fuerte a cloro. Estos porcentajes coinciden con los del olor, es decir hay un 7% de muestras que tienen olor y sabor fuerte a cloro, mientras que casi 82% del agua analizada, tienen olor y sabor, normal.

#### 5.1.4 CLORO

Realizamos ahora el estudio de la variable cuantitativa Cloro calculando las medidas estadísticas y gráficos correspondientes con la hoja de cálculo y el programa Geogebra:

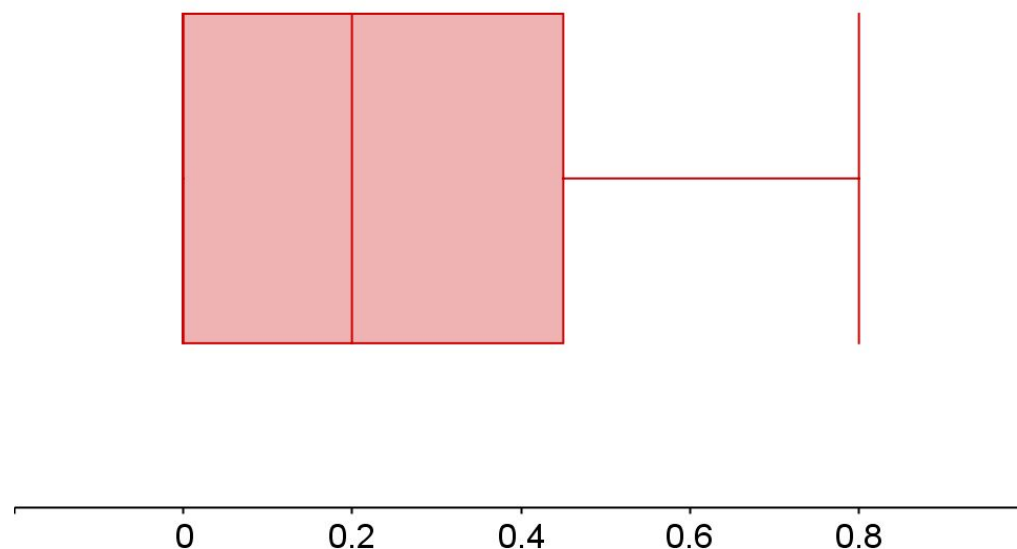


Este gráfico es un histograma de frecuencias absolutas, en el que podemos observar que 10 de las muestras analizadas indican que el nivel de cloro del agua está entre 0 y 0,1 y entre 0,1 y 0,3, hay 6 muestras. Por otra parte, superior a 0,5, (límite máximo recomendado) hay 6 muestras.

**En el 75% de las muestras, el nivel de cloro es inferior o igual a 0,4, lo que indica un nivel de cloro aceptable para el consumo humano.**

Las medidas estadísticas obtenidas de las 28 muestras de agua analizadas son:

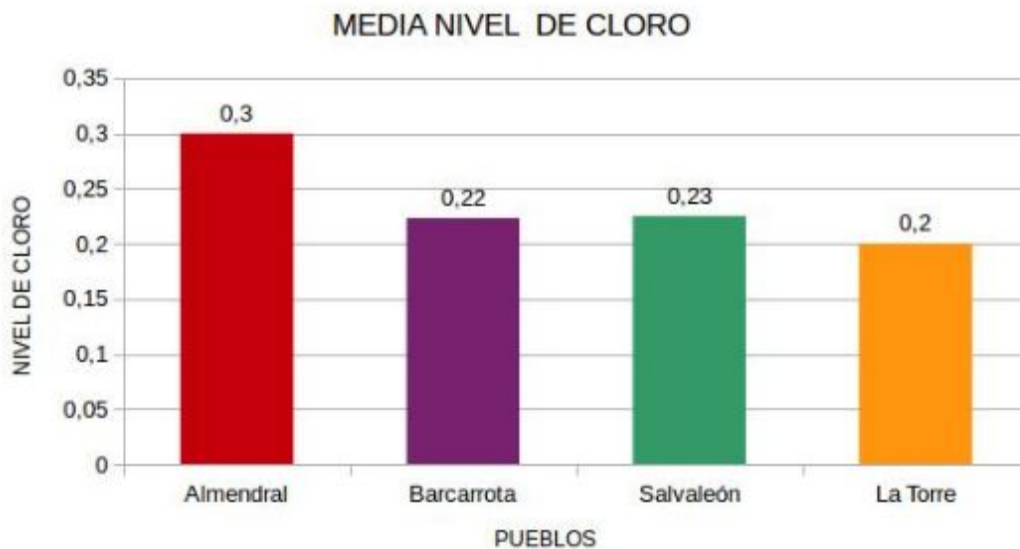
Cloro	mg/l		mg/l
Media	0,25	Cuartil 1	0,00
Desviación	0,24	Mediana	0,2
Mínimo	0,00	Cuartil 3	0,43
Máximo	0,8		



Vemos que la mediana es 0,2, y el mínimo coincide con el primer cuartil, por lo que un 50% de los datos están entre 0 y 0,2 de cloro y otro 25% entre 0,2 y 0,4.

Mientras que el mínimo coincide con datos del primer cuartil (por eso no hay dos bigotes), el máximo de los datos está en 0,8.

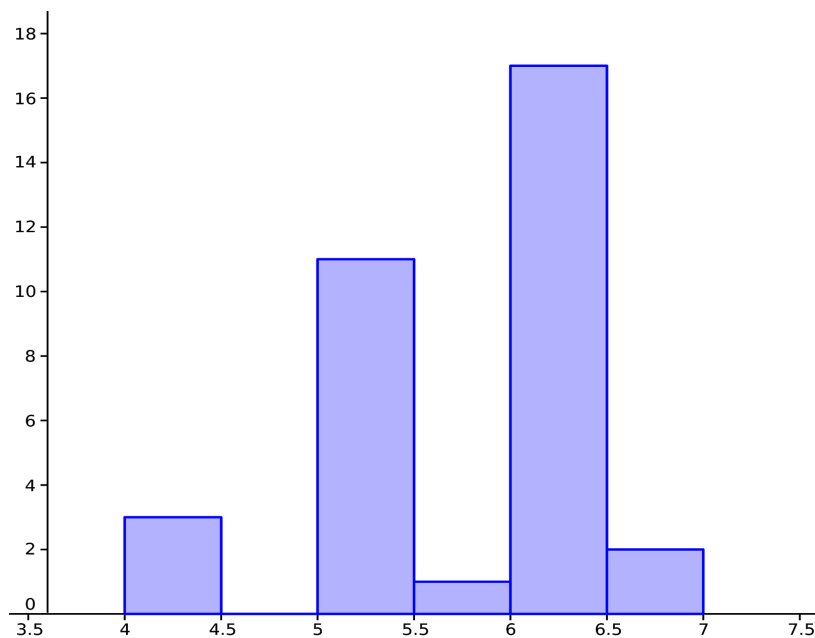
Ahora, comparamos el nivel de cloro entre los pueblos de la zona:



Comprobamos que el nivel más alto se encuentra en Almendral, pero los cuatro pueblos tienen de media un nivel de cloro dentro del rango establecido por ley, que debe ser entre 0,2 y 0,5 mg/l.

### 5.1.5 pH

Ahora realizamos el estudio con los datos obtenidos al medir el pH de las 28 tomas de agua.



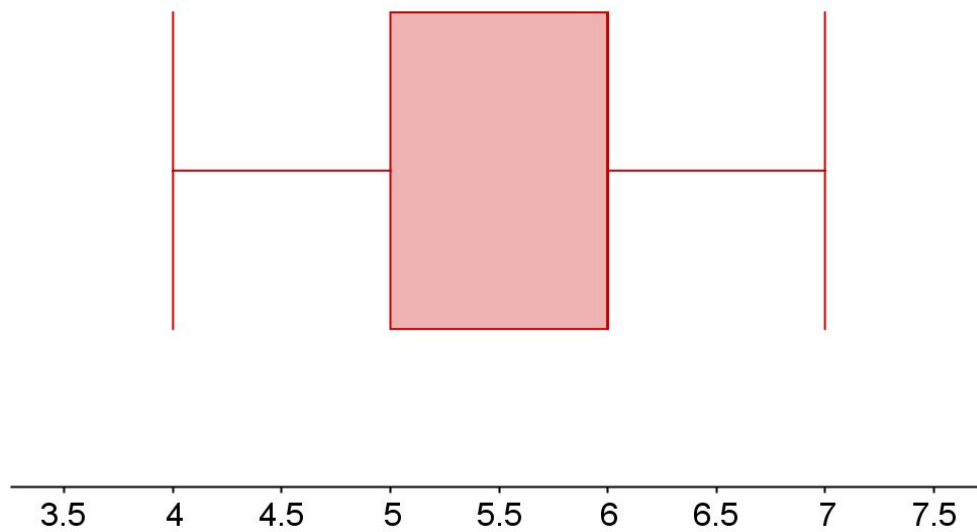
En este histograma de frecuencias absolutas podemos ver los niveles de pH en agua. Se observa que el nivel de pH de la mayoría de las muestras se encuentra entre 5 y 6.5 y sólo dos tomas de agua están por encima de 6.5.

Es decir, que **la mayoría de las muestras tienen un nivel de pH inferior al valor mínimo permitido** según BOE, que es de 6.5.

Calculamos las medidas estadísticas del nivel de pH:



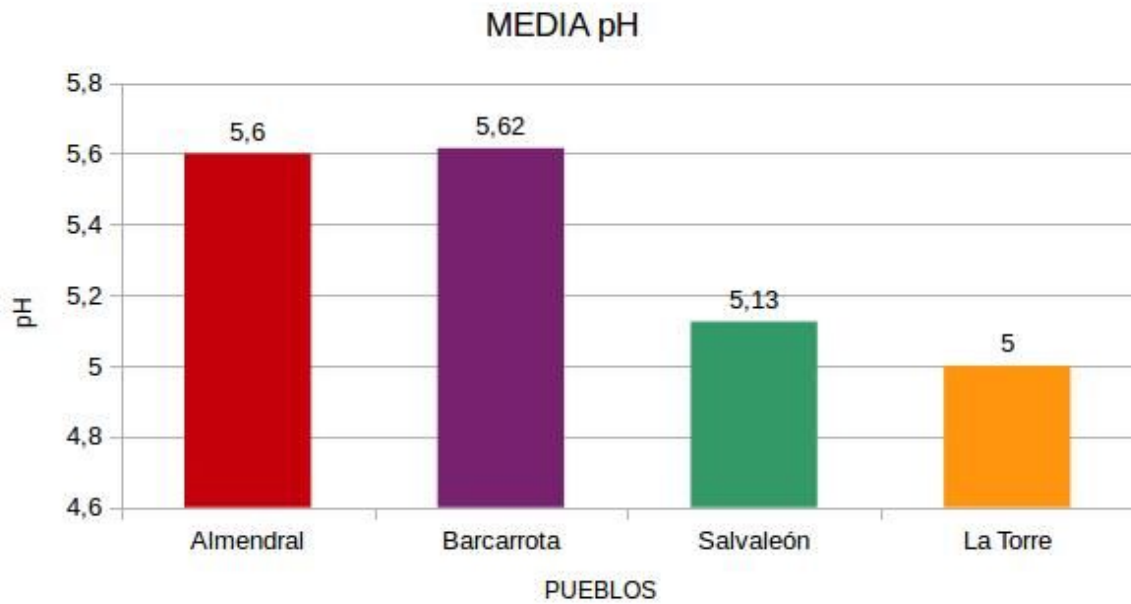
	Nivel de pH		Nivel de pH
<b>Media</b>	<b>5,54</b>	<b>Cuartil 1</b>	<b>5</b>
<b>Desviación</b>	<b>0,74</b>	<b>Mediana</b>	<b>6</b>
<b>Mínimo</b>	<b>4</b>	<b>Cuartil 3</b>	<b>6</b>
<b>Máximo</b>	<b>7</b>		



Lo primero que destacamos del diagrama es que no tiene parte superior, ya que la mediana y el tercer cuartil, coinciden. La caja representa que el primer cuartil, es decir, el 25 % de las muestras están entre 5 y 6, siendo la línea más gruesa la mediana y el tercer cuartil (6). Por lo tanto, el 50% de las muestras tienen un nivel de pH comprendido entre 5 y 6.

El mínimo de los datos es 4 y el máximo 7, lo cual queda representado por los bigotes de la caja.

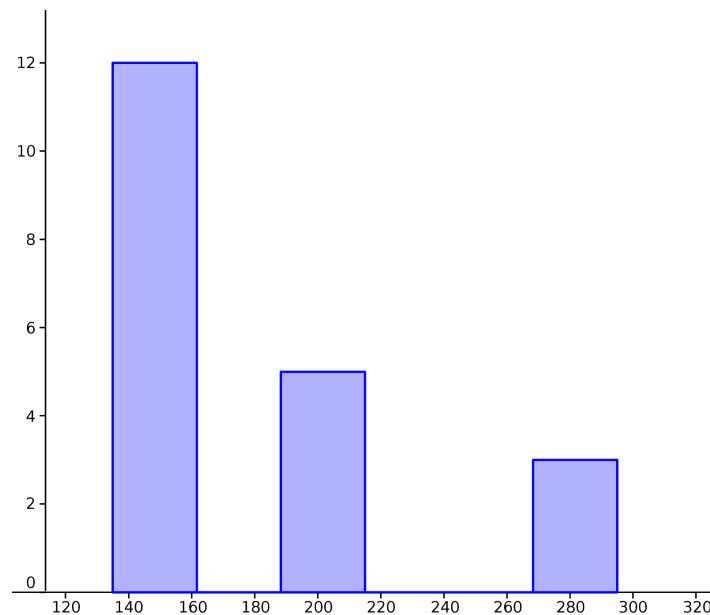
Comparando entre los pueblos:



En este caso, Almendral y Barcarrota tienen un pH similar y más alto que en el resto de pueblos. Pero aún así, no llegan al mínimo recomendado por la legislación.

#### 5.1.6 DUREZA DEL AGUA

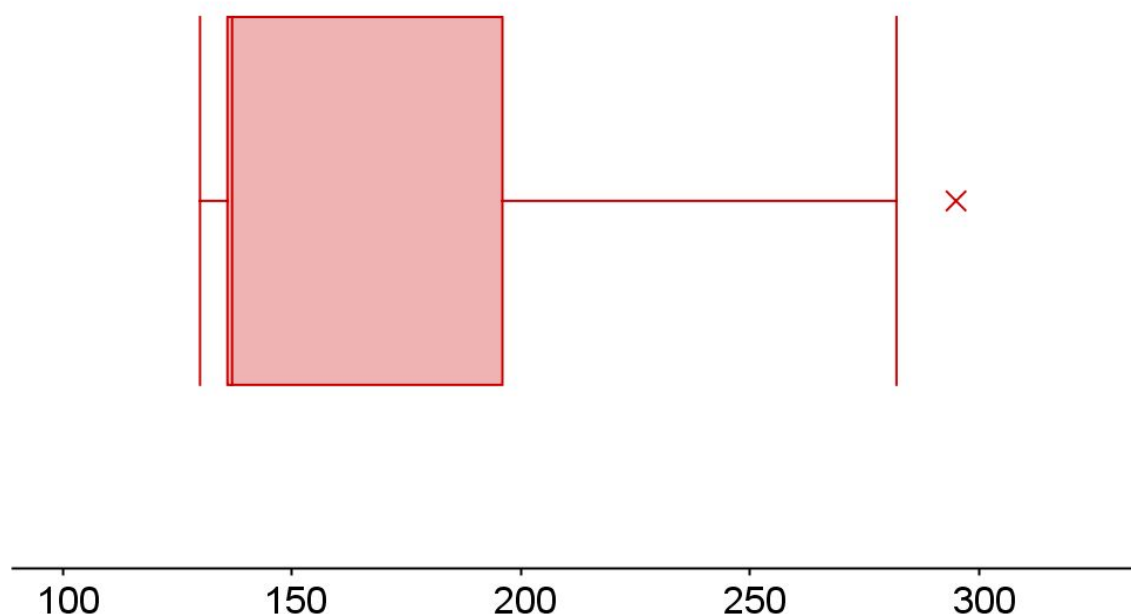
Hemos calculado las medidas estadísticas de la dureza del agua como puede observarse en la tabla y realizado los gráficos correspondientes:



Según las medidas calculadas, la dureza media del agua de la zona es 175,15 ppm, aunque la mediana es de 137 ppm, es decir, que hay mucha diferencia entre estos dos valores, lo que nos da una idea de que los datos están bastante dispersos. Como sabemos, la mediana es el valor central, el 50%. También observamos que el máximo es de 285 ppm y el mínimo es de 135 ppm, es decir son datos que están muy alejados entre sí, en concreto 150 ppm hay de diferencia entre ellos.

En los gráficos podemos observar algo muy curioso. Se observa en el histograma, que no hay datos intermedios, esto puede explicarse a que las muestras de agua proceden de tres pueblos distintos y podemos comprobar cómo en estos pueblos tan cercanos y partiendo de que hay un reglamento que regula la calidad del agua para ser potable, encontramos datos de la dureza con tanta dispersión.

	PARTES POR MILLÓN		PARTES POR MILLÓN
Media	175,15	Cuartil 1	136,75
Desviación	56,42	Mediana	137
Mínimo	135	Cuartil 3	198,5
Máximo	295		



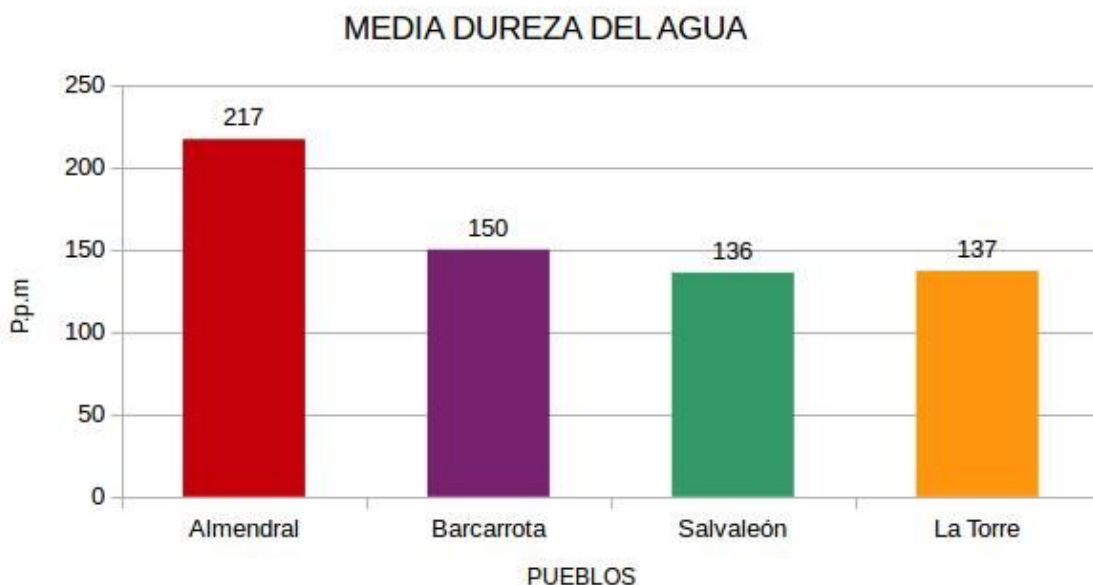
Respecto a la dureza del agua, en este diagrama podemos ver que los datos del primer cuartil no están dispersos, por ello casi no se puede diferenciar la primera parte de la caja. La mediana está alrededor de 135 p.p.m y en el tercer cuartil los datos se encuentran muy dispersos (caja grande).

Además nos encontramos con un valor atípico representado con una x, es un valor bastante grande a comparación con el resto. Está fuera del máximo, es un dato muy raro y no es habitual encontrarnos agua con esa dureza.

Hablando en términos de dureza del agua, como la mediana es de 137 ppm, el 50% de las muestras corresponden a agua "blanda", sin embargo, entre la mediana y el tercer cuartil, 25% de

las muestras son de agua “ligeramente dura” y hay otro 25% de muestras de agua “moderadamente dura”.

Distinguiendo por pueblos obtenemos:



Como se puede observar en este diagrama destaca la gran dureza del agua de Almendral. Mientras que los pueblos Barcarrota, Salvaleón y la Torre tienen datos semejantes y diríamos que el agua es “blanda” en esas localidades.

## 5.2 ESTUDIO A NIVEL NACIONAL

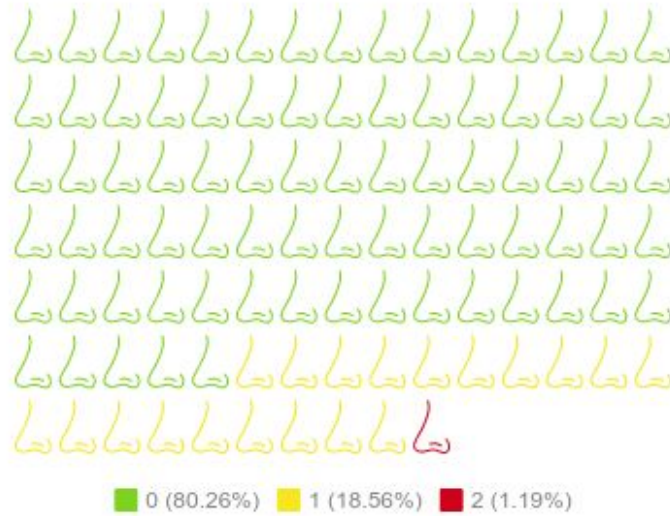
A continuación, a partir de los datos del proyecto IberAqua analizaremos las propiedades del agua de las distintas provincias que han participado en dicho proyecto. En total, hemos conseguido 2700 datos, tras descartar datos con errores.

### 5.2.1 OLOR DEL AGUA

Hemos estudiado el olor y el sabor del agua a nivel nacional, medidos en una escala de 0 a 2, siendo 0 olor y sabor normal y 2 olor y sabor fuerte a cloro. Para ello, hemos realizado la tabla de frecuencias y los correspondientes pictogramas.

OLOR	Frecuencias absolutas	Frecuencias relativas	Porcentajes
Normal 0	2167	0,80	80,25
Intermedio 1	501	0,18	18,55
Fuerte 2	32	0,01	1,18

## OLOR DEL AGUA



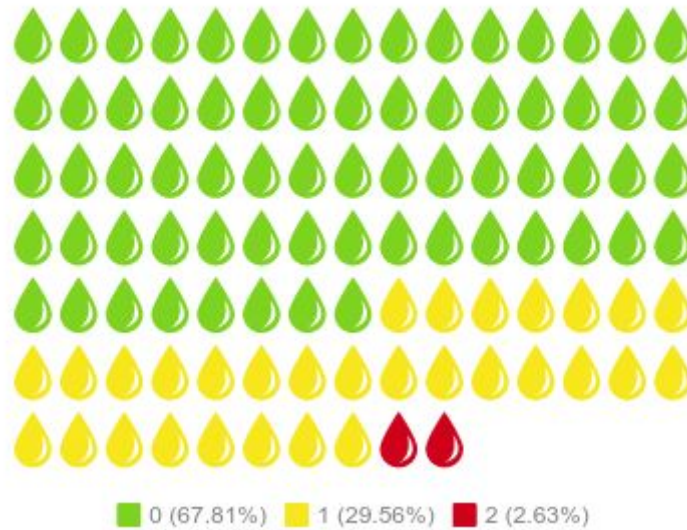
En este gráfico se aprecia la variedad del olor del agua a cloro. Como podemos observar el 80,26% de las muestras analizadas tienen un olor normal, y tan sólo el 1,19% de las muestras tienen un olor fuerte.

### 5.2.2 SABOR DEL AGUA

SABOR	Frecuencias absolutas	Frecuencias relativas	Porcentajes
Normal 0	1831	0,67	67,81
Intermedio 1	798	0,29	29,55
Fuerte 2	71	0,02	2,62



## SABOR DEL AGUA

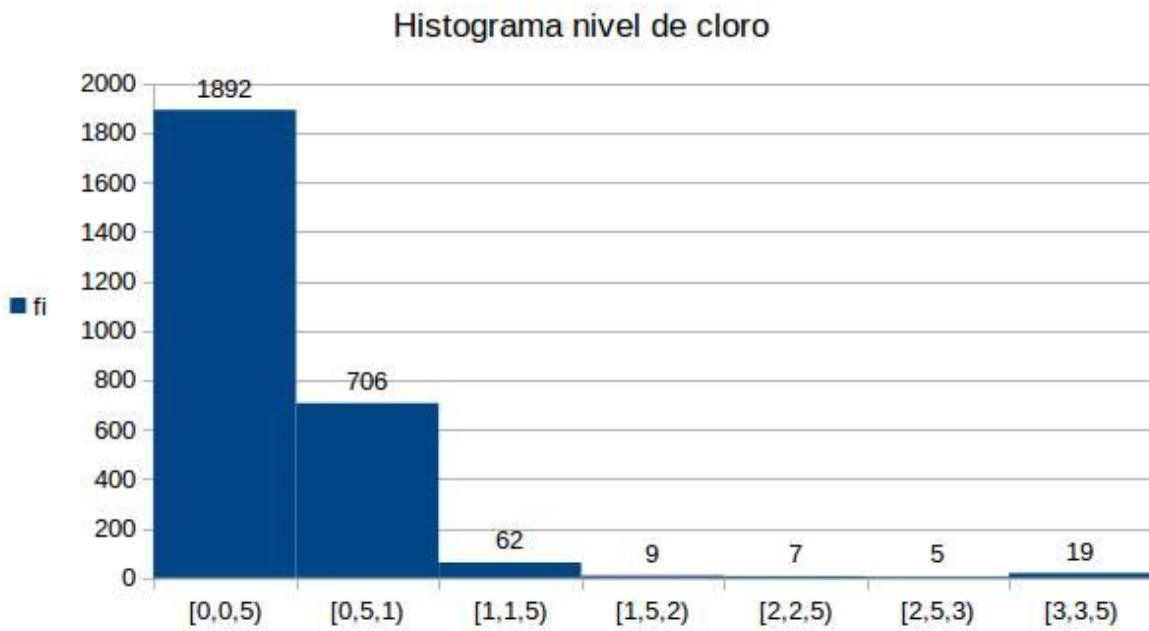


En este gráfico observamos que gran parte de las muestras, alrededor del 68%, tienen un sabor normal (representadas con número 0) pero cabe destacar que casi un 30% de ellas, presentan un ligero sabor a cloro y sólo una minoría de las muestras tienen un sabor fuerte a cloro (representadas con número 2).

### 5.2.3 CLORO

Hemos elaborado la tabla de frecuencias utilizando una función (Contar.si.conjunto) y estos son los resultados obtenidos:

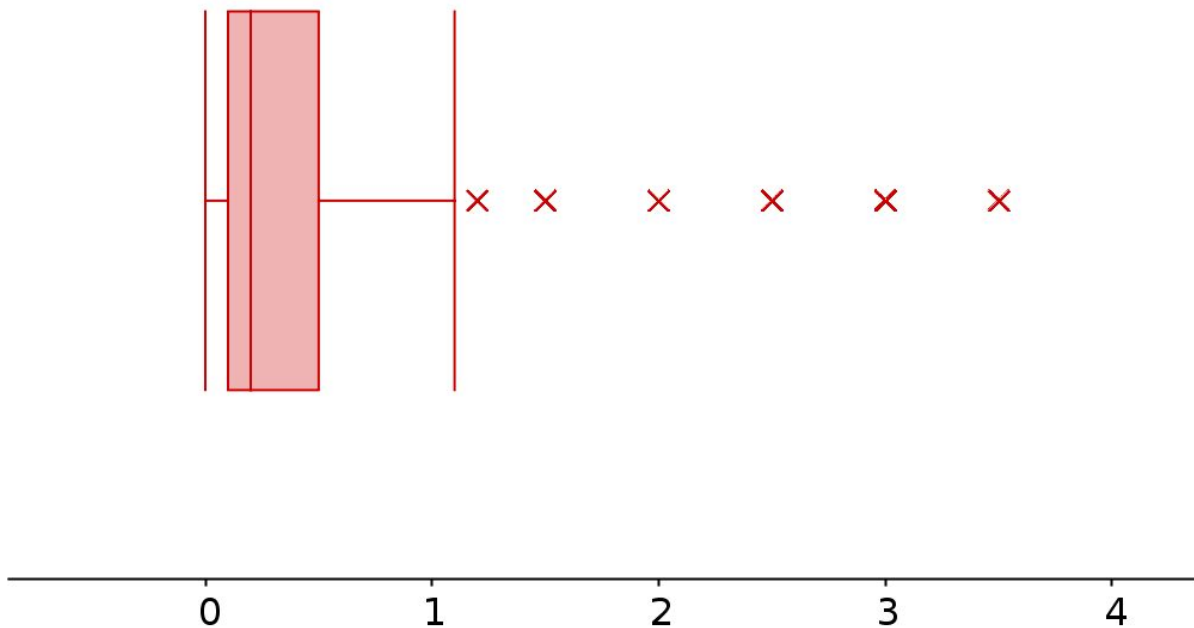
Cl (mg/l)	fi: frecuencias absolutas	#: porcentajes
[0,0,5)	1892	70,07
[0,5,1)	706	26,15
[1,1,5)	62	2,3
[1,5,2)	9	0,33
[2,2,5)	7	0,26
[2,5,3)	5	0,18
[3,3,5)	19	0,70



Podemos observar que el 70% de las muestras no superan el 0,5 de cloro. Pero en general, el 96% de las muestras están dentro del nivel de cloro permitido máximo que es de 1 mg/l.

Las medidas estadísticas obtenidas de las 2700 muestras analizadas en España son:

	Cloro (mg/l)		Cloro (mg/l)
<b>Media</b>	<b>0,34</b>	<b>Cuartil 1</b>	<b>0,1</b>
<b>Desviación</b>	<b>0,39</b>	<b>Mediana</b>	<b>0,2</b>
<b>Mínimo</b>	<b>0</b>	<b>Cuartil 3</b>	<b>0,5</b>
<b>Máximo</b>	<b>3,5</b>		



En este diagrama de cajas y bigotes podemos observar que los datos sobre el nivel de cloro no están muy dispersos, por ello la primera caja que pertenece al primer cuartil es pequeña. La mediana está alrededor de 0,2 y el tercer cuartil es 0,5 aproximadamente (lo representa la línea que cierra la segunda caja).

Los bigotes muestran que el mínimo de los datos está en torno a 0 y el máximo de los datos "normales" aproximadamente sobre 1.

Habiendo dicho esto de "normales" podemos hablar sobre las cruces que nos indican datos atípicos, es decir, raros, que han salido pocas veces. Suponemos que esas cifras se habrán subido mal a la aplicación o se ha cometido algún fallo al tomarlas, debido a que no son cifras habituales, no es frecuente que el agua tenga esos niveles de cloro, pues son muy altos.

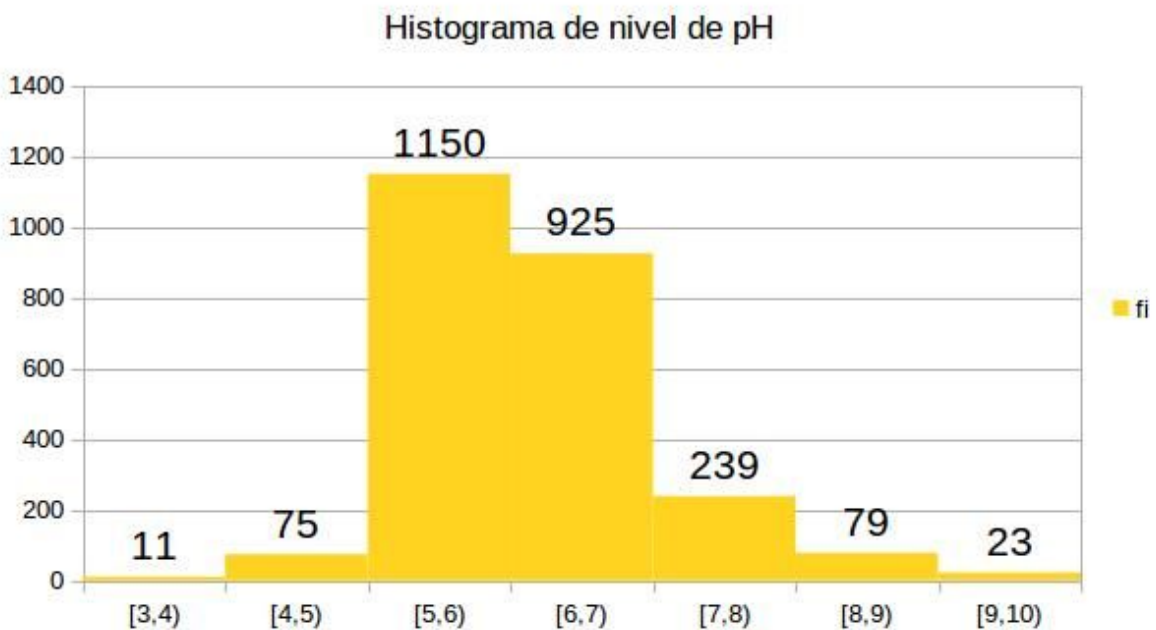
#### 5.2.4 pH

Procedemos al estudio de los niveles de pH a nivel nacional:

Nivel de pH	fi: frecuencia absoluta	#: porcentaje
[0,3)	198	7,33
[3,4)	11	0,40
[4,5)	75	2,70

[5,6)	1150	42,60
[6,7)	925	34,26
[7,8)	239	8,85
[8,9)	79	2,93
[9,10)	23	0,85

Las muestras que tienen un pH entre 0 y 3 no las consideramos válidas porque son muy ácidas para proceder de aguas potables, debe haberse cometido un error, por lo que no las vamos a tener en cuenta a la hora de hacer nuestro estudio.

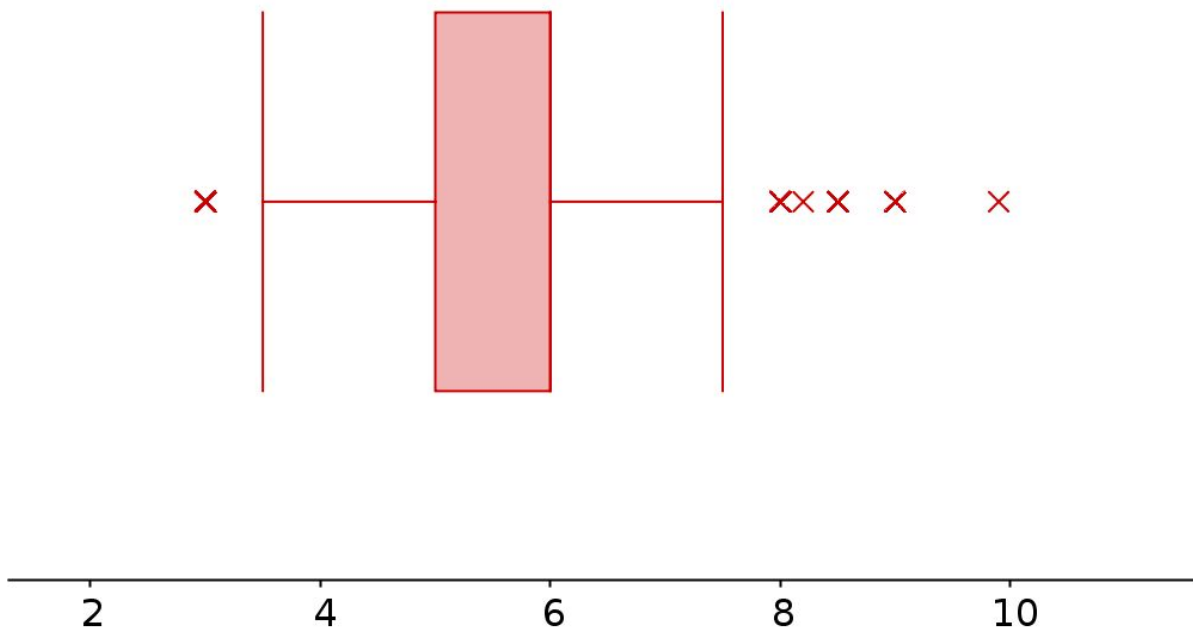


Podemos observar que las muestras comprendidas entre 5 y 7, representan el 76% de los datos y que casi la mitad de las muestras (42,6 %) tienen el pH entre 5 y 6, lo que significa que están por debajo del mínimo legal recomendado que es de 6,5.

Calculando las medidas estadísticas tenemos:

	Nivel de pH		Nivel de pH
<b>Media</b>	5,7	<b>Cuartil 1</b>	5
<b>Desviación</b>	0,89	<b>Mediana</b>	6
<b>Mínimo</b>	3	<b>Cuartil 3</b>	6

Máximo	9,9		
--------	-----	--	--



Lo primero que destacamos es que no tenemos parte superior de la caja debido a que la mediana coincide con el 3º cuartil, que es pH 6.

Como podemos observar los datos no están muy dispersos. El 50% de los datos se encuentran entre 5 siendo este el primer cuartil y 6, que es la mediana y el tercer cuartil.

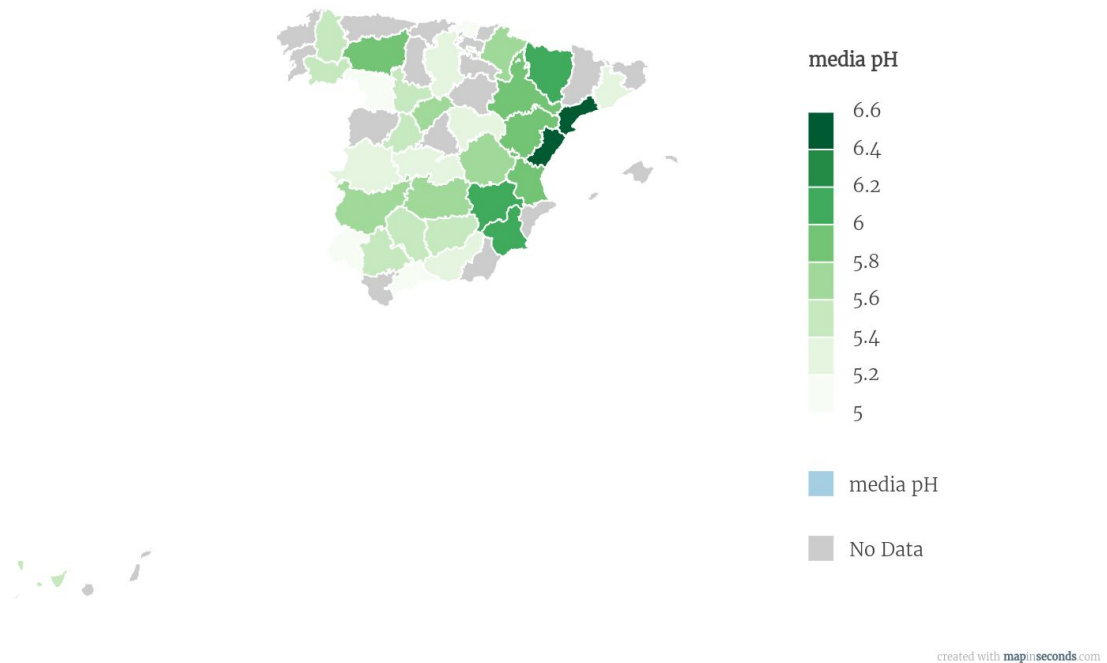
También aparecen valores atípicos, muestras con valores fuera de lo normal con un pH entre ocho y diez, y otras con un pH muy bajo, que pueden indicar errores a la hora de haber medido.

### 5.3 ESTUDIO A NIVEL NACIONAL POR PROVINCIAS

#### 5.3.1 MAPA DE ESPAÑA DEL NIVEL DE PH POR PROVINCIAS

En el mapa de España que presentamos a continuación podemos observar la media del nivel de pH por provincias.



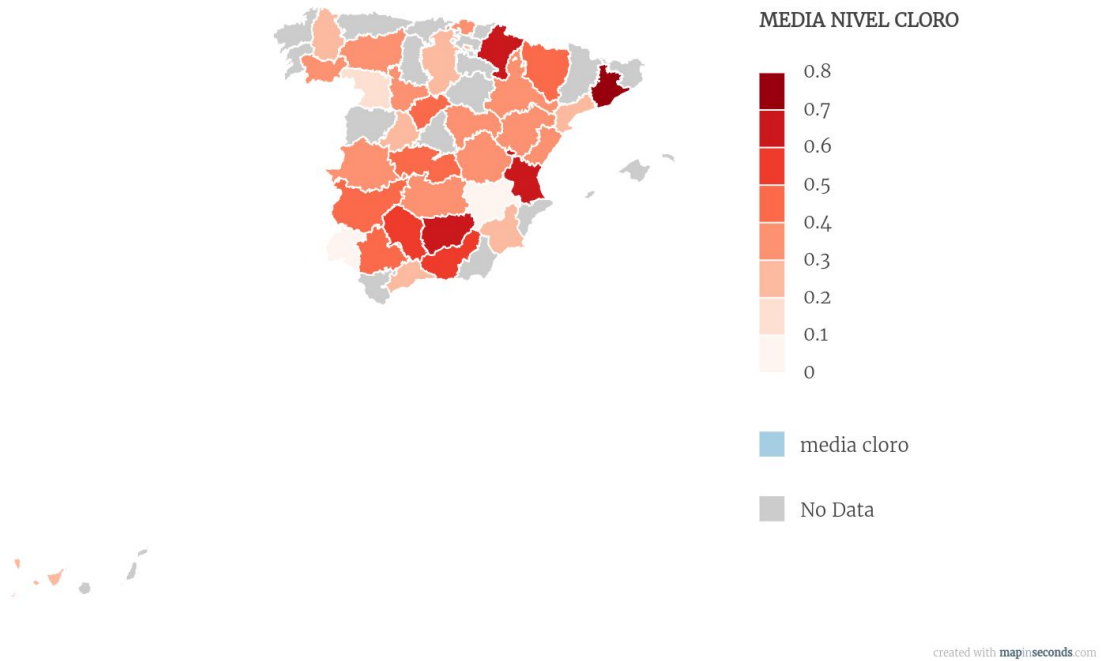


Las provincias con mayor nivel de pH son Tarragona (6,5) y Castellón de la Plana (6,42), mientras que las que tienen menor nivel de pH son Huelva (5), Málaga (5) y Zamora (5).

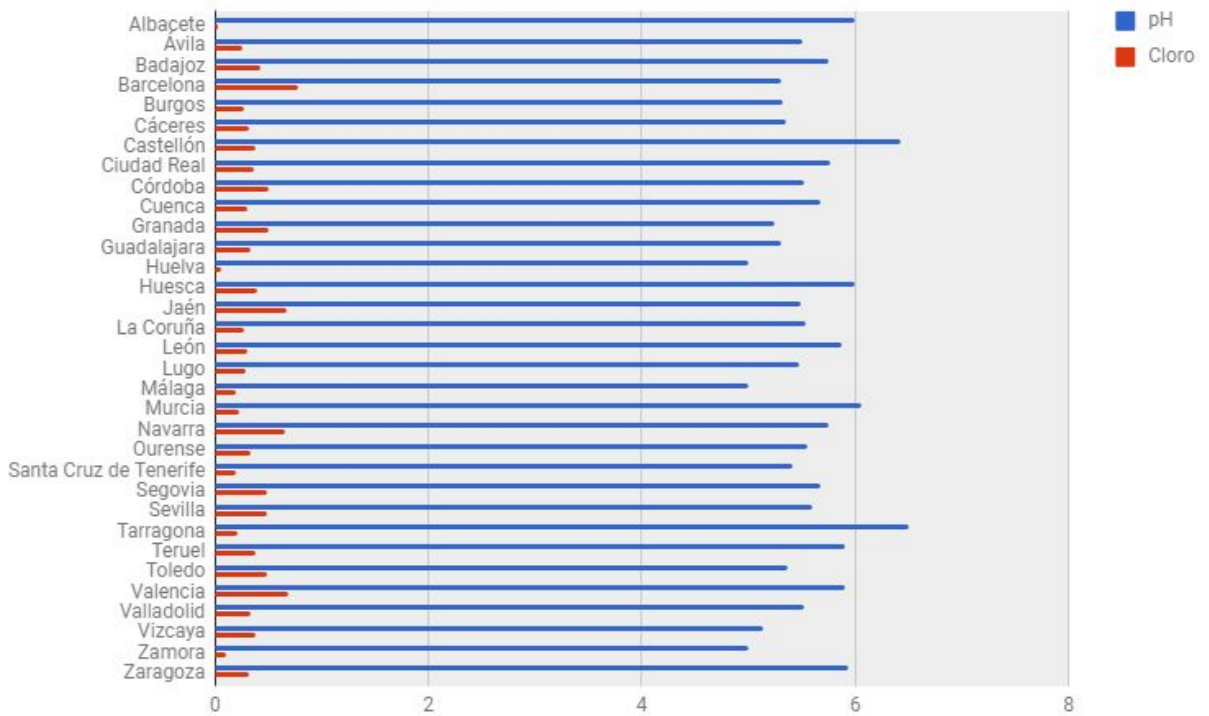
En nuestro caso, Badajoz posee un nivel de pH un poco por encima de la media (5,75).

### 5.3.1 MAPA DE ESPAÑA DEL NIVEL DE CLORO POR PROVINCIAS

El siguiente mapa de España nos permite observar la media del nivel de cloro por provincia. Las provincias con mayor nivel de cloro son Barcelona (0,78), Jaén (0,67) y Valencia(0,69), mientras que las provincias que poseen menor nivel de cloro son Albacete (0,03), Huelva (0,05) y Zamora(0,1). Sin embargo Badajoz posee un nivel de cloro intermedio(0,42).



A continuación, hemos realizado un gráfico de barras para comparar los niveles de cloro y ph en las provincias estudiadas. Podemos ver que Albacete posee un nivel de cloro bajo y un nivel de ph alto mientras que provincias como Huelva y Zamora presentan niveles bajos en ambos parámetros.



#### 5.4 EVOLUCIÓN DEL PROYECTO IBERAQUA

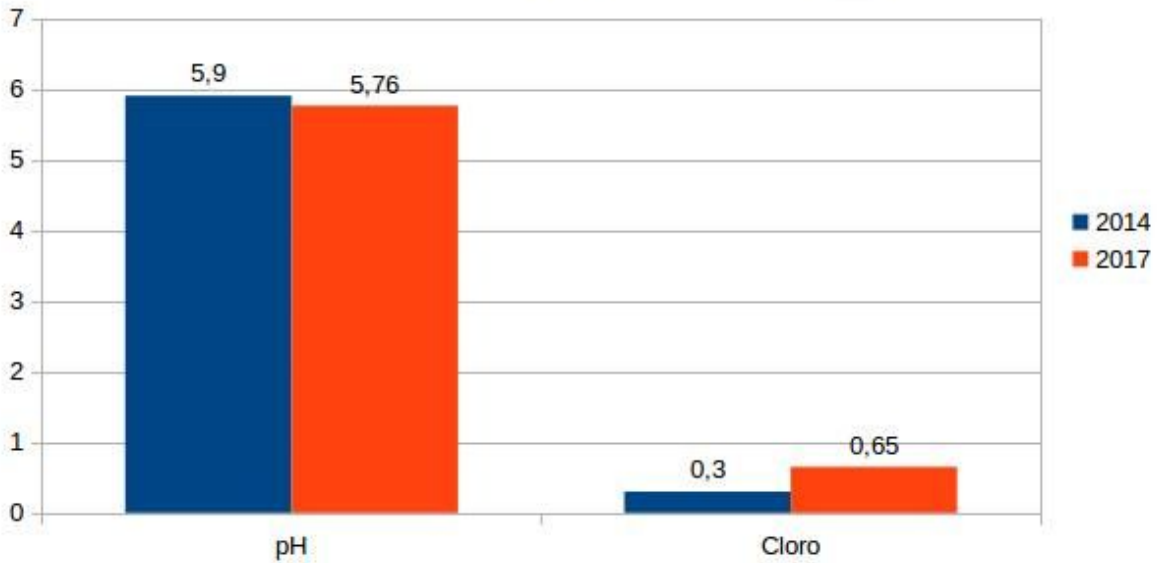
En esta tabla podemos ver el número de participantes en el proyecto iberagua desde 2014 hasta 2017. Se aprecia que en el primer año, 2014, la participación prácticamente se redujo a la provincia de Zaragoza, de la cual parte el proyecto.

En los sucesivos años, se ha ido ampliando a otras provincias, aunque como vemos en el año 2016, apenas hubo participación y ha sido este último año, 2017, en el cual ha aumentado bastante.

	2014	2015	2016	2017
Huesca	35	37		2
Tarragona	1			28
Teruel	24			181
Zaragoza	277	96	7	96
A Coruña		224	9	459
Asturias		1		
Ciudad Real		1		48
Pontevedra		8		
León		1		83
Lugo		3		82
Madrid		1		
Badajoz				248

Como se ve en la tabla anterior, no disponemos de datos para comprobar la evolución de los niveles de pH y cloro en las distintas provincias, pero sí podemos ver la evolución de esas variables en la provincia de Zaragoza con los datos del año 2014 y los del 2017.

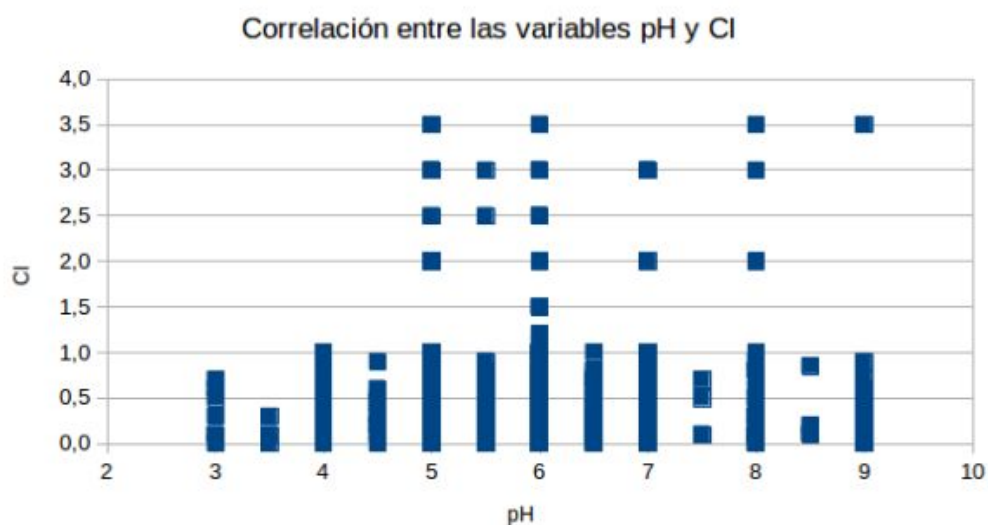
### Evolución niveles pH y cloro en Zaragoza



Como podemos ver los niveles de pH no han cambiado mucho, a comparación del cloro que hay mucha diferencia de un año a otro. No sabemos a qué se debe esta variación del cloro, pensamos que esta duda se podría resolver con la obtención de más datos o que realmente el nivel de cloro ha aumentado el doble.

### 5.5 CORRELACIONES

Hemos querido comprobar si existe alguna correlación lineal entre las dos variables del estudio, pH y cloro. Para ello, hemos representado la nube de puntos y calculado el coeficiente de correlación.



Como vemos en el gráfico no existe relación lineal entre estas variables, ya que se observa que los datos no siguen ninguna línea recta ni ascendente ni descendente. Además hemos calculado el

coeficiente de correlación de Pearson obteniendo un 0,10 aproximadamente, por lo que podemos decir que son dos variables independientes.

## 6. CONCLUSIONES

- En el estudio a nivel local:
  - Del análisis cualitativo no podemos extraer conclusiones muy significativas, ya que en la mayoría de las muestras el color, el sabor y el olor es normal.
  - En cuanto al cloro, podemos destacar que el nivel de cloro es inferior o igual a 0,4 lo que indica un nivel aceptable para el consumo humano. Más bien su nivel es bajo, lo que nos llama la atención. Los datos están en el mínimo recomendado por la legislación de la OMS. En Almendral, Salvaleón y la Torre, la media es de 0,2.
  - El pH siempre se encuentra por debajo del rango recomendado que es de 6,5 a 9,5. La media en todos los pueblos está en el intervalo entre 5 y 5,6.
  - La dureza del agua se encuentra en los límites que la legislación establece aunque hemos observado que en Almendral la dureza del agua es mayor.
- En el estudio a nivel nacional:
  - Al estudiar el olor y el sabor del agua a nivel nacional, hemos podido observar que la mayoría de las muestras tienen tanto un olor como un sabor normal, destacando un 30% de las muestras con un sabor ligero a cloro y solo una minoría, en torno al 2% de las muestras tienen un olor y sabor fuerte.
  - Con respecto al cloro, el 70% de las muestras del cloro no alcanzan el máximo recomendado por ley, 0,5 mg/l y el 96% de las muestras del cloro están dentro de los niveles de cloro permitidos, es decir, menos de 1 mg/l.
  - En cuanto al nivel de pH de las muestras analizadas, obtenemos que el 42% de las muestras de pH están entre 5 y 6, lo que significa que se encuentran por debajo del límite inferior permitido por ley, que es 6,5.
  - Según nuestros datos, las provincias con mayor nivel de pH se encuentran al este de España, siendo Tarragona con 6,5 y Castellón con 6,42, las que tienen un nivel más alto. Badajoz se situaría cercana a la media con 5,75.
  - Respecto al cloro, podemos decir algo similar, las provincias con mayor nivel de cloro se sitúan al este de España, como Barcelona con 0,78, Jaén con 0,67 y Valencia con 0,69 y en este caso, Badajoz con 0,42 posee un nivel intermedio.
  - La participación en el proyecto desde el año 2014 al 2017 ha sido irregular, aunque se ve un repunte en este último año.
  - Sólo hemos podido comprobar la evolución de las variables pH y cloro en la provincia de Zaragoza y hemos observado que mientras el pH se ha mantenido sin cambios, el cloro ha aumentado su valor al doble.
  - Y por último, no podemos afirmar que existe correlación lineal entre las variables pH y cloro.
- Señalamos como limitaciones del estudio, la necesidad de tomar más muestras de agua y realizar un estudio en el tiempo para comprobar si las condiciones del agua varían. También, sería interesante investigar las condiciones del transporte del agua desde la



potabilizadora hasta el grifo de casa, para comprobar si los parámetros de calidad cambian de un sitio a otro.

- Podríamos ampliar el estudio, viendo los procesos de potabilización que se utilizan en las diferentes provincias para así comprender las diferencias existentes entre los niveles de pH y cloro.

## 7. BIBLIO/WEBGRAFÍA

\_ Proyecto Aqua Ibercivis. <https://aqua.ibercivis.es/#/>

\_ Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero. Recuperado 21 febrero 2003, desde <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-3596>

\_ *El Cloro y su medición en el agua*. Recuperado 9 noviembre 2015, desde <https://medidordeph.com/blog/2015/11/como-medir-el-cloro-en-el-agua/>

\_ FACSA. *La dureza del agua, desde* <https://www.facsa.com/municipios/wp-content/uploads/2016/02/Facsa-dureza-del-agua-Alcora.pdf>

\_ Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Académicas. 4º ESO. Editorial Oxford.