

INFORME DEL PROYECTO AQUA 2017

Fundación Ibercivis

DOCUMENTO BORRADOR SUJETO A CAMBIOS
Diciembre 2017

Objeto y alcance del documento

Este documento es el informe resultante del primer año de actividad del Proyecto AQUA. Su estado actual es de borrador sujeto a cambios, con fecha diciembre 2017.

En el proyecto se dejó abierto el proceso investigador a los centros participantes, invitando a que cada grupo buscase sus propias preguntas e hipótesis que poder trabajar con este proyecto. Complementariamente, Ibercivis presenta este informe como resultado de los análisis transversales y como resultado intermedio de esta actividad de ciencia ciudadana.

Autores

Rosa Arias, Fermín Serrano, Mari Carmen Ibáñez y Francisco Sanz.

Contacto persona responsable:

Fermín Serrano Sanz

Fundación Ibercivis

Edificio I+D 50018 Zaragoza

+34976762995

fermin@bifi.es

<http://www.bifi.es/~fermin>

@ferminserrano

DOI [10.5281/zenodo.1134265](https://doi.org/10.5281/zenodo.1134265)

Publicado bajo licencia abierta CC-BY-SA 4.0

Contenidos

El Proyecto	4
Introducción y diseminación	4
Objetivos y motivación	5
El experimento	5
Metodología	6
Uso de los datos	7
Uso de la app IberAqua	7
Análisis de los resultados obtenidos	8
Análisis de resultados de pH	9
Análisis de resultados de Cloro	10
Análisis de resultados de olor	10
Análisis de resultados de sabor	11
Comparación entre los olores y los sabores percibidos	12
Cambios observados en la calidad del agua analizada	14
Conclusiones	15

El Proyecto

El Proyecto de ciencia ciudadana AQUA, desarrollado por la Fundación Ibercivis gracias a la financiación de la FECYT del Ministerio de Economía y Competitividad, tiene como objetivo controlar la calidad del agua que bebemos en nuestras casas. Miles de estudiantes de toda España están creando un mapa con sus propias medidas de **calidad del agua**, que incluyen contenido de **cloro**, **pH**, **sabor y olor**. El mapa resultante está disponible a través de la web del proyecto: <https://aqua.ibercivis.es/#/>. Los datos son abiertos y de libre acceso para cualquier persona que visite la web.

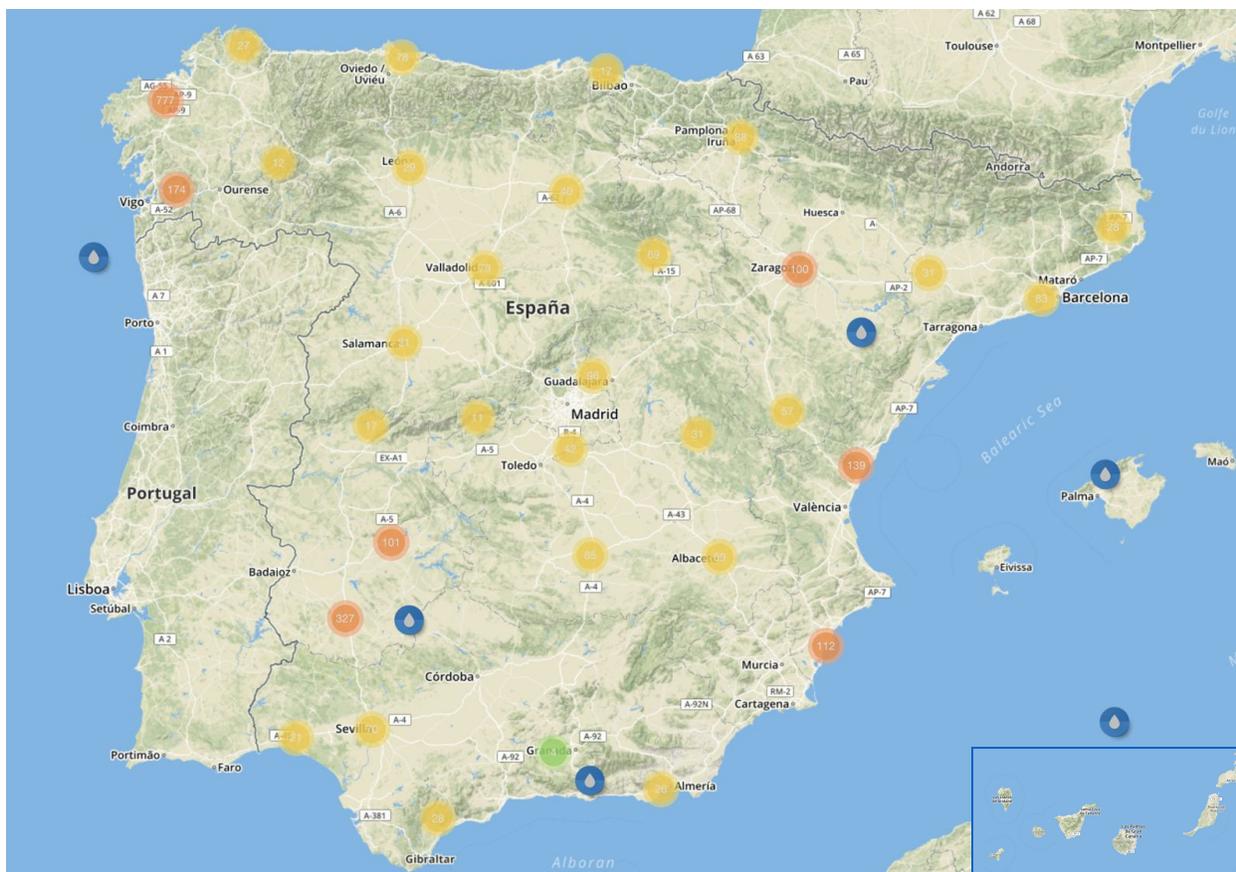


Figura 1 Mapa disponible en la web en el que se agrupa geográficamente las muestras compartidas. Al hacer zoom mayor o menor se vuelven a agrupar a escalas más grandes o pequeñas.

Introducción y diseminación

Se creó un video explicativo del proyecto para potenciar su difusión que puede verse aquí: <https://vimeo.com/96900047>. En el vídeo se explica la cantidad de **agua disponible en nuestro planeta**, y se llega a la conclusión de que tan sólo un 0,007%, de un total 1.386 km³ de agua, es apto para consumo humano. Y esta cantidad se reduce cada año por la contaminación, incluyendo como **principales contaminantes** o materias extrañas que deterioran su calidad (un total de 70.000 sustancias que contaminan el agua):

- ✓ Microorganismos patógenos
- ✓ Desechos orgánicos

- ✓ Sustancias químicas inorgánicas (plomo, mercurio, etc.)
- ✓ Compuestos químicos orgánicos
- ✓ Nutrientes vegetales inorgánicos
- ✓ Sedimentos y materiales suspendidos
- ✓ Sustancias radioactivas
- ✓ Además de la contaminación térmica

Esta contaminación hace necesario el **ciclo urbano del agua**, que consiste en las etapas de captación, o proceso de obtención de agua de la fuente natural, potabilización, o proceso físico-químico que hace que el agua sea apropiada para su consumo, transporte y distribución, incluyendo una etapa de control de calidad en la red de tuberías. Además, la red de alcantarillado facilita la recogida de las aguas residuales o pluviales y las conduce a **estaciones depuradoras**, donde se realiza un proceso de limpieza que reduce la carga contaminante del agua utilizada. Mediante el reciclaje se le puede dar al agua usada usos secundarios (por ejemplo, riego), mientras que el agua depurada que no se utiliza se devuelve al río o al mar.

El **proceso de potabilización** tiene varias etapas:

1. Coagulación
2. Sedimentación
3. Filtrado
4. **Desinfección (con cloro)**, para controlar los contaminantes gracias a su acción biocida): Esta etapa es la que suele dar el sabor y el olor al agua disponible en nuestras casas. Otros condicionantes suelen ser los acuíferos de donde se capta el agua y la propia red de tuberías que puede aportar sabor a hierro o a cobre.

Objetivos y motivación

El proyecto acerca herramientas bioquímicas y el método científico a los estudiantes participantes, que aprenden sobre el agua y su tratamiento a la vez que generan datos de control de calidad del agua. Se quiere controlar la calidad del agua en nuestros hogares a través de la **medición de cloro y pH**, que están íntimamente relacionados. De esta manera, se consigue **co-crear un mapa de nuevos datos** que puede ser comparado con los datos oficiales de control, y que presenta ventajas como la granularidad en el tiempo y en el espacio (pueblo a pueblo, calle a calle y de las tuberías a nuestros grifos) gracias al trabajo de los científicos ciudadanos.

El experimento

Se han distribuido 100 kits en cien centros educativos con todo lo necesario para distribuirlos a estudiantes y montar el set experimental, para que puedan realizar los análisis en sus casas. Cada kit incluía:

- ✓ 100 tabletas para medir cloro
- ✓ 100 tubos de plástico para medir cloro
- ✓ 100 discos de referencia de color para medir cloro
- ✓ 100 tiras de papel indicador para medir pH
- ✓ 100 papeles de referencia de color para medir pH
- ✓ 100 bolsas de plástico para reunir cada set de medida

Por tanto, en total se distribuyeron un total de **10.000 sets de medida** en 100 escuelas, de los que se han recibido un total de **2.993 medidas**, como se muestra en el mapa, hasta el 21 de diciembre de 2018, que se analizan en el presente informe. Esto representa una **participación de un 30%**, un porcentaje similar a otros proyectos de ciencia ciudadana realizados por Ibercivis (por ejemplo, el proyecto Vigilantes del cierzo, en el que se repartieron plantas de fresas entre los vecinos para medir contaminación ambiental a través de las hojas).

Metodología

En la web del proyecto se incluyen procedimientos para realizar correctamente las medidas de los diferentes parámetros de calidad del agua. En concreto:

- **Para analizar cloro:**
 - ✓ Abre el grifo en posición de “agua fría” y deja correr el agua durante 5 segundos
 - ✓ Llena el tubo de plástico con 10 mL de agua
 - ✓ Introduce la pastilla en el tubo
 - ✓ Cierra el tubo y agítalo hasta que la pastilla se disuelva
 - ✓ Compara el resultado (color) con tu disco de referencia y anota el resultado
 - ✓ Elimina el agua de muestra por el desagüe
- **Para analizar pH:**
 - ✓ Abre el grifo en posición de “agua fría” y deja correr el agua durante 5 segundos
 - ✓ Llena un vaso
 - ✓ Introduce la tira de papel indicador en el agua y espera 5 segundos
 - ✓ Compara el color con la referencia y anota el resultado
 - ✓ Elimina el agua de muestra por el desagüe
- **Para analizar el olor:**
 - ✓ Abre el grifo en posición de “agua fría” y deja correr el agua durante 5 segundos
 - ✓ Llena un vaso
 - ✓ Huele el agua con tu nariz tan cerca como puedas
 - ✓ Anota el resultado
 - ✓ Elimina el agua de muestra por el desagüe
- **Para analizar el sabor:**
 - ✓ Abre el grifo en posición de “agua fría” y deja correr el agua durante 5 segundos
 - ✓ Llena un vaso
 - ✓ Toma un sorbo y saboréalo sin tragarlo
 - ✓ Anota el resultado
 - ✓ Elimina el agua de muestra por el desagüe

Notas: También se puede usar el agua de muestra para regar las plantas. Si se realizan todos los tests seguidos, no hace falta eliminar el agua cada vez (por ejemplo, para observar el olor y el sabor).

A continuación, se dan las instrucciones para compartir los resultados a través de la web del proyecto y ayudar a construir los mapas de calidad de agua colaborativos.

- Regístrate en la web (aqua.ibercivis.es) o descárgate la App IberAqua
- Clica el botón con el símbolo “+”

- Indica tu posición: Usa la geolocalización automática o escoge sobre el mapa el lugar donde has tomado las muestras
- Introduce los valores de calidad de agua obtenidos:
 - ✓ pH (introduce un valor numérico)
 - ✓ cloro (introduce un valor numérico)
 - ✓ olor (si has percibido un olor, puntúa la intensidad e introduce un texto explicando la calidad del olor – a qué huele)
 - ✓ sabor (si has percibido un sabor, puntúa la intensidad e introduce un texto explicando la calidad del sabor – a qué sabe)
 - ✓ “cambios inesperados”: dínos si últimamente has notado algún cambio en estos parámetros

Uso de los datos

Con el fin de utilizar los datos de calidad de agua obtenidos para investigación, se incluyen los siguientes términos de uso tanto en la web como en la App del proyecto:

“Tu participación implica que investigadores asociados a Ibercivis tendrán acceso a los datos que proveas. Los datos serán anonimizados y utilizados para investigación científica usando estadísticas, modelos matemáticos y visualizaciones gráficas. Tu dirección de correo sólo se utilizará para usos estrictamente relacionados con el proyecto de ciencia ciudadana.

El sistema te pedirá rellenar un cuestionario con datos personales. Al registrarte, aceptas que tus datos personales se incluyan en un archivo propiedad de Ibercivis que se usará sólo con fines relacionados con la presente investigación. Ningún dato será compartido con terceras partes. Puedes modificar o cancelar estos términos de uso enviando un e-mail a info@ibercivis.es o enviando una carta a Fundación Ibercivis, Calle Mariano Esquillor, s/n, 50018 Zaragoza.”

Uso de la app IberAqua

Presentamos las estadísticas de instalación y uso de la aplicación móvil disponible para Android. En total hay 369 descargas y 110 usuarios activos a final de diciembre de 2017.

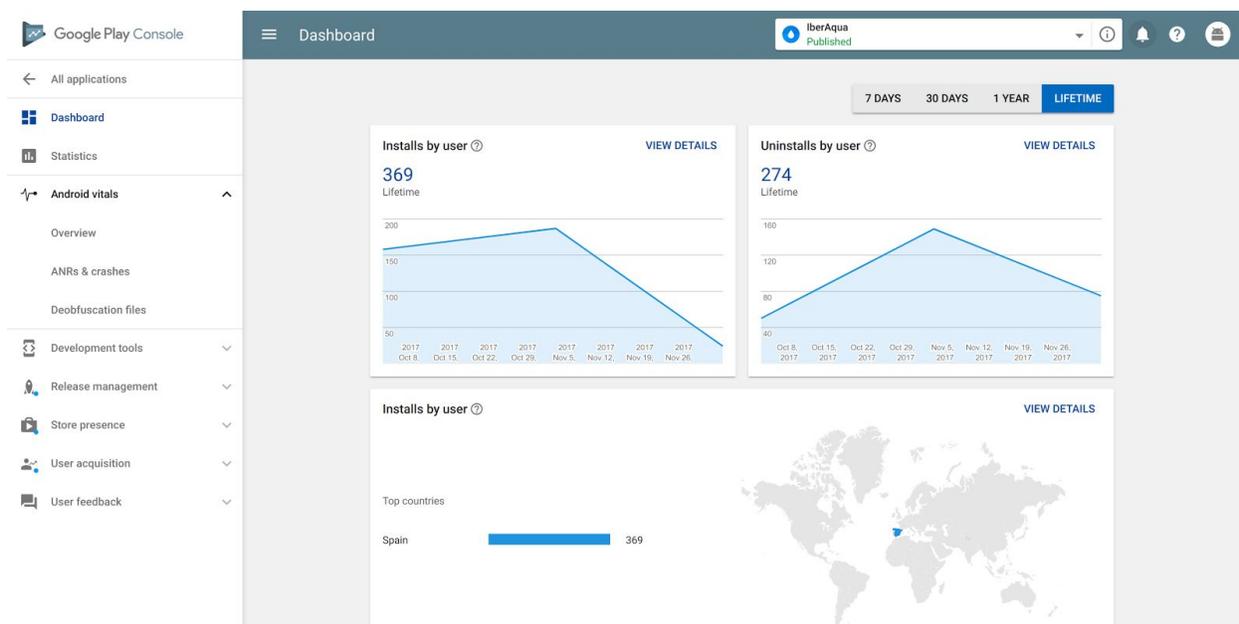


Figura 2 Estadísticas de uso, instalaciones y desinstalaciones de la app IberAqua

Análisis de los resultados obtenidos

Se han obtenido un total de **2.993 medidas de calidad de agua** de un total de **1.908 usuarios diferentes**, a partir de los 10,000 kits repartidos a través de 100 escuelas distribuidas a lo largo del territorio español. El mapa colaborativo resultante puede consultarse a través de la página web del proyecto.

Las observaciones se realizaron entre **septiembre de 2017 hasta el 21/12/2017**. Las fechas reflejadas en la base de datos se corresponden con el momento en que se subieron los datos a la web o a la App del proyecto. En la mayoría de los casos, aunque el usuario haya realizado más de una medida, se han subido los datos obtenidos a la vez, por lo que no es posible conocer de manera precisa cuándo se tomaron esos datos ni, por tanto, observar las posibles variaciones de la calidad del agua correspondientes a un periodo de tiempo determinado, ya que este se desconoce.

Un **77% de los usuarios** (1.478 de un total de 1.908 usuarios) han realizado **una única observación**, por lo que sus medidas no permiten verificar potenciales cambios de la calidad del agua en el tiempo. En cuanto al resto, un **15% de los usuarios (295)** realizaron un total de **dos observaciones**, un 3% (61 usuarios) realizaron tres observaciones y un 1% (25 usuarios) realizaron cuatro observaciones. Puntualmente, varios usuarios realizaron un mayor número de observaciones, como se refleja en el siguiente gráfico: 6 usuarios realizaron 5 observaciones, 11 usuarios realizaron 6 observaciones, y, excepcionalmente, 3 usuarios realizaron 19 y 25 observaciones, y usuarios únicos realizaron 21, 22, 24, 32, 34, 35 y 48 observaciones, respectivamente. Sería interesante analizar las causas de esta variación en el número de observaciones por usuario, así como las motivaciones que se esconden detrás de los números más elevados.



Figura 3 Número de medidas de calidad de agua realizadas por usuario en el proyecto AQUA.

Análisis de resultados de pH

De las 2.993 medidas de pH realizadas por los estudiantes participantes, los valores mayoritarios (con un total del 85,83% de las medidas) se han encontrado:

- Entre 4 y 5 (1.065 medidas, o un 35,58%)
- Entre 5 y 6 (1.054 medidas, o un 35,33%)
- Entre 6 y 7 (450 medidas, o un 15,04%)

Se han obtenido valores de 0 (21 medidas), entre 0 y 1 (181 medidas) y entre 1 y 2 (13 medidas) que probablemente son erróneos, al ser valores demasiado ácidos para el agua de nuestros grifos. La explicación más probable es algún problema con la pastilla de cloro. Estos valores deberían de ser descartados como válidos y representan un total del 7,18%.

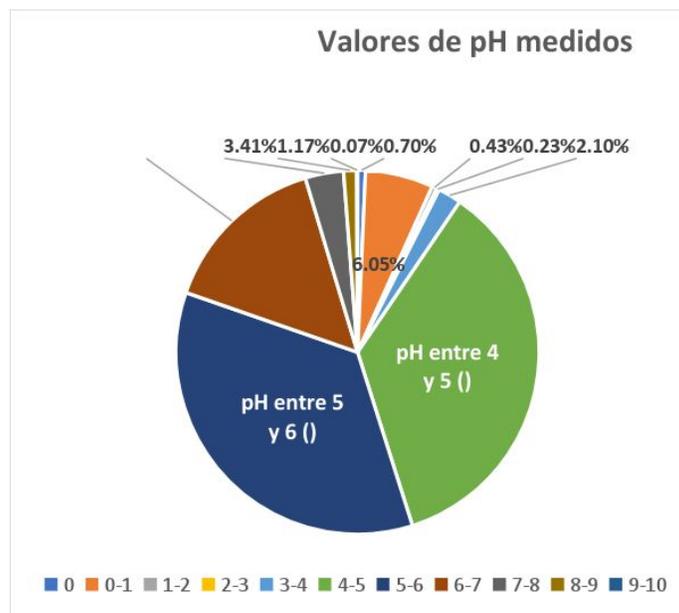


Figura 4 Resumen de las medidas de pH obtenidas en el proyecto AQUA.

Análisis de resultados de Cloro

Los valores de cloro obtenidos están comprendidos mayoritariamente en el rango de 0 a 1 (2.444 medidas de 2.993, es decir, un 81,66%) o 0 (395 medidas o un 13,2%). El resto de valores (un 5,15%) están comprendidos entre 1 y 10. Los resultados se corresponden con la percepción de olor en el agua analizada (un 14,17% del tiempo a cloro) y de sabor (un 17,37% del tiempo a cloro), como se describe en los siguientes apartados.

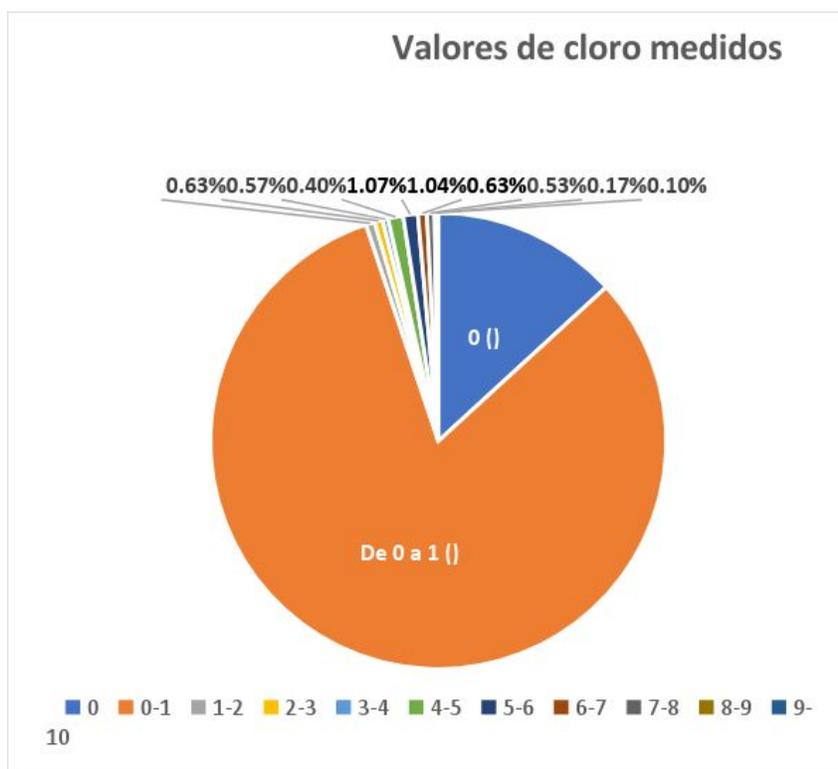


Figura 5 Resumen de las medidas de cloro obtenidas en el proyecto AQUA.

Análisis de resultados de olor

De las 2.993 medidas realizadas, los diferentes científicos ciudadanos han identificado un total de **29 olores diferentes** en el agua analizada. **En la mayoría de los casos (2.320 medidas o un 77,51%) el agua era inodora.**

Los olores mayoritarios han sido el olor a cloro (en un 14,17% de los casos, con 424 percepciones) y el olor a mineral (en un 3,64% de los casos). El resto de olores han estado por debajo del 1% de percepciones. El olor a lejía (19 percepciones) o a producto químico (2 observaciones) se puede asociar también a olor a cloro. Otros olores destacables por la calidad son a metal (22 observaciones), a tierra (16 observaciones), a cañería (13 observaciones), a cal (11 observaciones) o a hierro (10 observaciones).

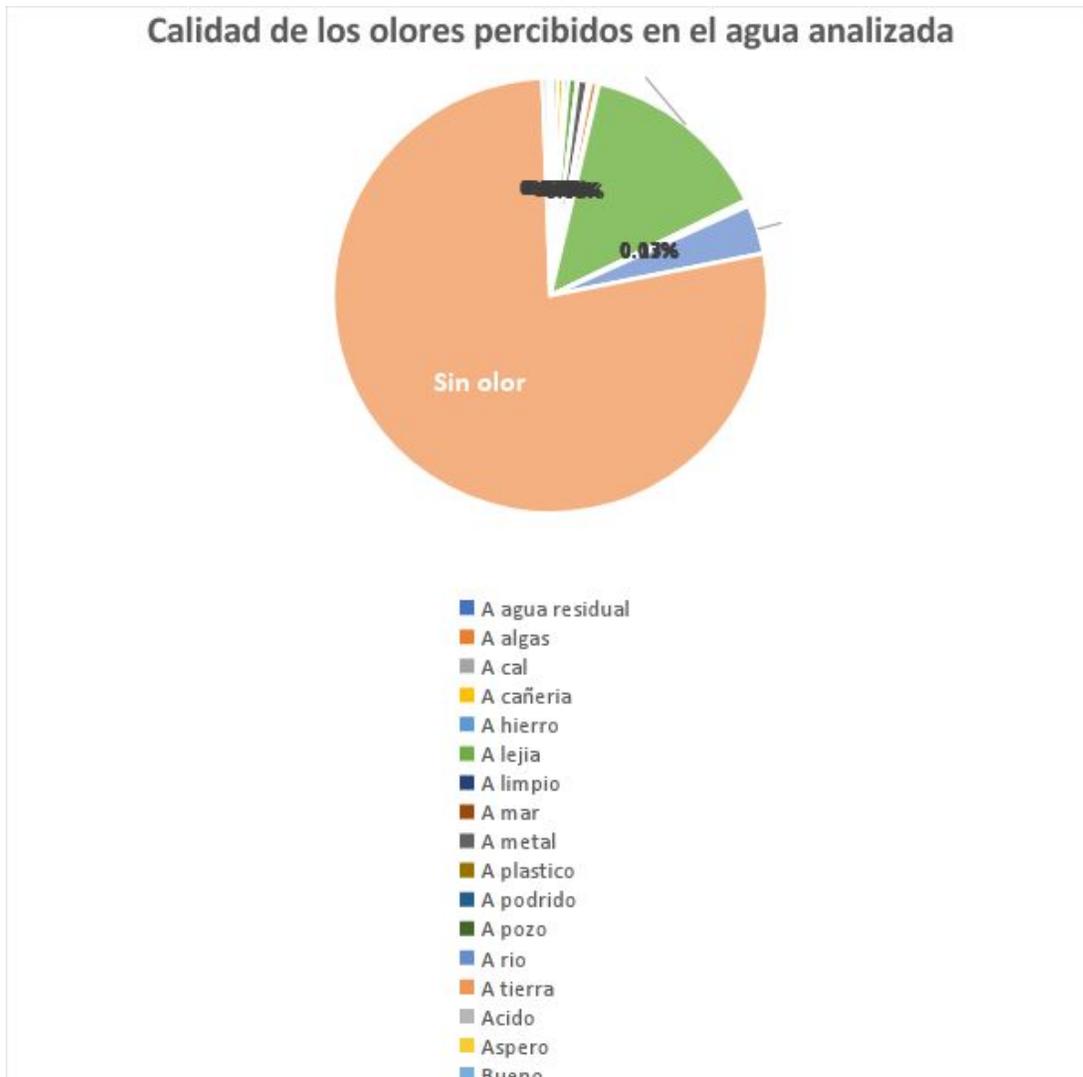


Figura 6 Percepciones de olor en el agua analizada en el proyecto AQUA.

Análisis de resultados de sabor

De las 2.993 medidas realizadas, los diferentes científicos ciudadanos han identificado un total de **35 sabores diferentes** en el agua analizada. **En la mayoría de los casos (2.142 medidas o un 71,57%) el agua era insabora.**

Los sabores mayoritarios han sido el sabor a cloro (en un 17,37% de los casos, con 520 percepciones) y el sabor a metal (1,97%, con 59 percepciones), a tierra (1,27% y 38 observaciones), el sabor a cal (1,10% y 33 observaciones) y el sabor a hierro (0,70% y 21 percepciones). Los sabores ácido (21 percepciones) y a lejía (9 observaciones) se asocian con el sabor a cloro. En este caso, aparecen descriptores de sabor más ricos que en el caso del olor, al ser más comunes, como el sabor amargo (12 observaciones), dulce (13 observaciones), salado (13 observaciones), malo (13 observaciones) o bueno (8 observaciones).

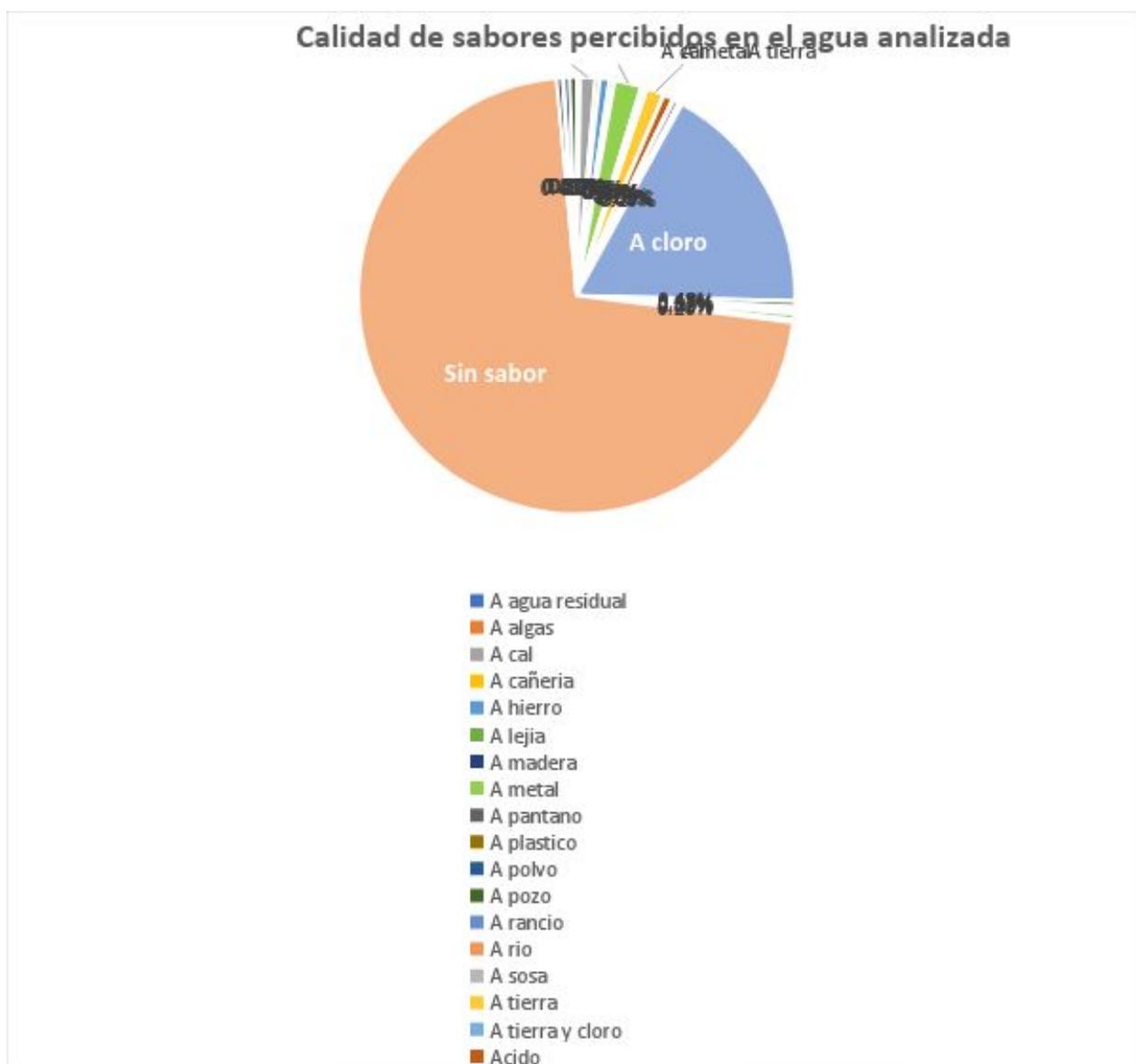


Figura 7 Percepciones de sabor en el agua analizada en el proyecto AQUA.

Comparación entre los olores y los sabores percibidos

A continuación, se comparan los olores y sabores percibidos en el agua analizada, muchas veces relacionados entre sí, y también con las medidas de cloro. En el caso de los olores, se han distinguido 29 tipos de olor, mientras que en el caso de los sabores se han llegado a distinguir hasta 35 calidades. En muchos casos, las calidades de olor y sabor percibidas coinciden (marcadas en verde en la siguiente figura, con un total de **25 coincidencias**, mientras que en el resto de los casos se han percibido sabores u olores únicos.

En ambos casos, **la medida predominante ha sido el no olor** (2.320 observaciones o un 77,51%) o **el no sabor** (2.142 observaciones o un 71,57%), lo que indica un nivel de calidad de agua global alto en el territorio español.

OLORES				SABORES			
#	CALIDAD DEL OLOR	Núm.	%	#	CALIDAD DEL SABOR	Núm.	%
1	A agua residual	2	0.07%	1	A agua residual	3	0.10%
2	A algas	4	0.13%	2	A algas	5	0.17%
3	A cal	11	0.37%	3	A cal	33	1.10%
4	A cañeria	13	0.43%	4	A cañeria	10	0.33%
5	A hierro	10	0.33%	5	A hierro	21	0.70%
6	A lejía	19	0.63%	6	A lejía	9	0.30%
7	A limpio	1	0.03%				
				7	A madera	3	0.10%
8	A mar	1	0.03%				
9	A metal	22	0.74%	8	A metal	59	1.97%
				9	A pantano	1	0.03%
10	A plástico	3	0.10%	10	A plástico	6	0.20%
11	A podrido	1	0.03%				
				11	A polvo	2	0.07%
12	A pozo	1	0.03%	12	A pozo	1	0.03%
				13	A rancio	1	0.03%
13	A río	1	0.03%	14	A río	2	0.07%
				15	A sosa	1	0.03%
14	A tierra	16	0.53%	16	A tierra	38	1.27%
				17	A tierra y cloro	1	0.03%
15	Acido	1	0.03%	18	Acido	21	0.70%
				19	Afrutado	2	0.07%
				20	Agrio	1	0.03%
				21	Amargo	12	0.40%
16	Aspero	1	0.03%				
17	Bueno	1	0.03%	22	Bueno	8	0.27%
18	Cloro	424	14.17%	23	Cloro	520	17.37%
19	Dulce	1	0.03%	24	Dulce	13	0.43%
				25	Extraño	5	0.17%
20	Fresco	2	0.07%	26	Fresco	3	0.10%
21	Fuerte	4	0.13%	27	Fuerte	5	0.17%
22	Goma encerrada	1	0.03%	28	Goma vieja encerrada	1	0.03%
23	Insecticida	1	0.03%	29	Insecticida	1	0.03%
24	Malo	5	0.17%	30	Malo	13	0.43%
25	Mineral	109	3.64%	31	Mineral	6	0.20%
26	No huele	2320	77.51%	32	No sabe	2142	71.57%
27	Normal	12	0.40%	33	Normal	13	0.43%
28	Químico	2	0.07%	34	Químico	3	0.10%
29	Salado	2	0.07%	35	Salado	13	0.43%
30	Suave	2	0.07%	36	Suave	15	0.50%
	TOTAL	2993	100.00%		TOTAL	2993	100.00%

Cambios observados en la calidad del agua analizada

En la mayoría de los casos (2.922 observaciones de un total de 2.993, es decir, un 97,63% de los casos) no se han observado cambios en el agua analizada. Sin embargo, de estas medidas se tiene que descontar los casos de usuarios únicos (1.477 usuarios), que sólo han realizado una única observación y que, por tanto, no pudieron realizar observaciones de cambios en la calidad del agua en el tiempo. Si restamos estos casos, tenemos **431 usuarios que realizaron más de una observación** y que observaron los posibles cambios.

Entre estos usuarios, los **cambios** observados han sido pocos (**71 observaciones o un 16,47% de los casos**), lo que indica que, en general, la calidad del agua en nuestras casas se mantiene estable en el tiempo. Los cambios observados se asocian principalmente a cambios de color, de olor, de sabor, de concentración de cloro o de pH.

- En cuanto al color (27 observaciones), se observó un cambio de color (8 observaciones), el agua más oscura (4 observaciones), el agua menos rosa (2 observaciones), el agua más rosa (7 observaciones), o el agua más amarilla de lo normal (2 observaciones). El color rosa se asocia al uso de la pastilla para medir cloro.
- En cuanto al olor (3 observaciones), se observaron cambios poco significativos (disminución).
- En cuanto al sabor (7 observaciones), se observó un empeoramiento (1 observación), un sabor extraño (1 observación), un sabor más a tierra (1 observación) o un sabor más metálico (1 observación).
- En cuanto a la concentración de cloro (14 observaciones), se observó un aumento (5 observaciones) o una disminución (5 observaciones), en casos puntuales.
- En cuanto al pH (6 observaciones), también se observó un aumento (1 observación), o una disminución (3 observaciones), en algún caso asociado igualmente a un cambio en la concentración de cloro (1 observación).

La siguiente tabla resume los cambios observados.

CAMBIOS OBSERVADOS		
Cambio de color	27	6.26%
Cambio de olor	3	0.70%
Cambio de sabor	7	1.62%
Cambio en el cloro	14	3.25%
Cambio de pH	6	1.39%
Otros cambios	14	3.25%
Ningún cambio	360	83.53%
Usuarios con más de una observación	431	100.00%

Conclusiones

El proyecto de ciencia ciudadana AQUA de la Fundación Ibercivis ha repartido 10,000 kits de medida de la calidad de agua en 100 escuelas repartidas a lo largo del territorio español para monitorizar la calidad del agua en términos de pH, concentración de cloro, olor, sabor y cambios potenciales en el tiempo. Se ha puesto a disposición de los estudiantes participantes la web del proyecto (aqua.ibercivis.es) y una App para introducir el resultado de las medidas y obtener un mapa colaborativo con los valores de calidad del agua obtenidos. También se han creado y se han puesto a disposición de los participantes en este experimento de ciencia ciudadana procedimientos explicativos para realizar las medidas y un vídeo divulgativo del ciclo del agua para concienciar sobre el tema.

- De los **10,000 kits repartidos**, se han obtenido **2.993 observaciones** en la web y en la App del proyecto entre septiembre de 2017 y el 21/12/17, lo que significa un **30% de participación**, tasa similar a otros experimentos de ciencia ciudadana realizados por la Fundación Ibercivis. Normalmente estos datos se deben a problemas de compartición de los datos, problemas encontrados con los kits (e.g. pastillas de cloro desechas por traslados defectuosos), por inconvenientes a la hora de encajar de forma definitiva el experimento en el calendario docente, etc.
- Un **77% de los usuarios** (1.478 de un total de **1.908 usuarios**) han realizado **una única observación**, un **15% de los usuarios (295)** realizaron un total de **dos observaciones**, y en casos puntuales, se llegaron a realizar **hasta 48 observaciones**. Esto se debe a que fueron los propios centros quienes eligieron el método de participación: a través de una única cuenta para cada grupo escolar, repartiendo varios kits a cada alumno o solo un kit por alumno, etc.
- En cuanto al **análisis de pH**, la mayoría de los valores estuvieron comprendidos entre 4 y 5 (1.065 medidas, o un 35,58%), entre 5 y 6 (1.054 medidas, o un 35,33%) y entre 6 y 7 (450 medidas, o un 15,04%).
- En cuanto al **análisis de la concentración de cloro**, la mayoría de los valores están comprendidos mayoritariamente en el rango de 0 a 1 (2.444 medidas de 2.993, es decir, un 81,66%) o 0 (395 medidas o un 13,2%).
- En cuanto al **análisis del olor**, en la mayoría de los casos (**2.320 medidas o un 77,51%**) el agua **era inodora**. Los olores mayoritarios han sido el **olor a cloro** (en un **14,17%** de los casos, con 424 percepciones) y el **olor a mineral** (en un 3,64% de los casos).
- En cuanto al **análisis del sabor**, en la mayoría de los casos (**2.142 medidas o un 71,57%**) el agua **era insabora**. Los sabores mayoritarios han sido el **sabor a cloro** (en un **17,37%** de los casos, con 520 percepciones) y el **sabor a metal** (1,97%, con 59 percepciones), **a tierra** (1,27% y 38 observaciones), el **sabor a cal** (1,10% y 33 observaciones) y el **sabor a hierro** (0,70% y 21 percepciones).
- Se han identificado **29 calidades de olor** y **35 calidades de sabor**, con un total de **25 coincidencias** entre los descriptores.
- En ambos casos, **la medida predominante ha sido el no olor** (2.320 observaciones o un 77,51%) o **el no sabor** (2.142 observaciones o un 71,57).
- En cuanto a los cambios observados en el nivel de calidad de agua a lo largo del tiempo, 431 científicos ciudadanos realizaron más de una observación y se observaron **cambios 71 veces o un 16,47% de los casos**.

- Los cambios observados se asocian principalmente a cambios de color, de olor, de sabor, de concentración de cloro o de pH.

Las medidas obtenidas indican, como era de esperar, un nivel de calidad de agua global alto en el territorio español y sostenido en el tiempo. Posteriormente, se analizarán los datos en mayor profundidad para encontrar posibles variaciones entre zonas geográficas en el territorio español. Igualmente, se integrarán los trabajos investigadores de los propios centros a escala local en este informe para completar el proceso.