

LA PUDOR DE L'AIGUA DE CONSUM DOMÈSTIC A VILADRAU  
Algunes característiques organolèptiques, químiques i biològiques de l'aigua  
d'aixeta. Juny-juliol 2019)

Per Miquel Alcaraz i Medrano  
Doctor en biologia.  
Professor d'Investigació, CSIC

## INTRODUCCIÓ

Fa setmanes que l'aigua domèstica a Viladrau no es pot utilitzar per beure o per cuinar degut a la pudor i gust d'humitat. Feta la corresponent reclamació a SOREA, ho atribueix a la *geosmina*, una substància que alliberen a l'aigua bacteries (actinomicets), cianobactèries (també conegudes com a cianofícies o algues blau-verdes) i clorofícies (Annex I). La geosmina es descriu com una substància amb olor a terra després de la pluja. En aquest cas, la pudor de l'aigua és més aviat d'humitat i florit, com correspondria al MIB (2-metil-isoborneol), malgrat que l'apreciació organolèptica del tipus de pudor és subjectiva, i tant aquest com la intensitat s'han d'avaluar seguint protocols especials.

Quan a finals de Juny es va suggerir al tècnic de SOREA que la pudor podria ser deguda a una proliferació d'algues nocives per un procés d'eutrofització, l'empresa va procedir a analitzar la concentració de microcistina. L'anàlisi (28/06/2019) va donar una concentració de microcistina  $<0.5 \mu\text{g/L}$  (Annex II), inferior a la concentració la faria no apta pel consum ( $\geq 1 \mu\text{g/L}$ , RD 140/2003) perquè la seva ingestió produeix lesions hepàtiques greus.

Degut a la persistència del problema, i considerant la possibilitat que les característiques de l'aigua no la facin apte per beure i cuinar (no consta que es facin controls), la segona setmana de juliol de 2019 es van prendre mostres directament de l'aixeta a una casa de Viladrau per tal d'analitzar una sèrie de variables químiques i biològiques. Les variables analitzades han estat: pH, sals minerals nutritives (nitrat, nitrit, amoni, i fosfat), pigments fotosintetitzadors (clorofil·la), concentració de microalgues i composició taxonòmica d'aquestes, i concentració de bacteries. Respecte a aquestes dues variables, s'ha fet el

mateix tipus d'anàlisi amb aigua d'aixeta de Barcelona, amb l'objectiu de comparar l'aigua que es subministra actualment a Viladrau amb un aigua domèstica sense aquest problema de pudors, però generalment considerada com de poca qualitat.

## **METODOLOGIA**

### Presa de mostres i mètodes d'anàlisi

Totes les mostres d'aigua de Viladrau es van prendre el dia 12 de juliol de 2019 al mig dia, de l'aixeta de la cuina a una casa del centre urbà, després de deixar rajar a flux baix durant 1 minut. Amb l'aigua de Barcelona es va procedir igual, però les mostres es van prendre el dia 13 de juliol de 2019.

pH: Aigua en un vas de precipitats de vidre, prèviament esbandit 3 vegades. Analitzat immediatament per colorimetria amb paper indicador LAB-BOX Universal de doble escala 1-14.

### Sals nutritives

Flascons FALCON® estèrils de 10 mL, congelats a -18°C immediatament després de prendre les mostres i mantinguts congelats fins les anàlisis. Les anàlisis s'han fet per colorimetria en un auto-analitzador SKALAR Seal AA500. Els mètodes emprats són els clàssics en l'anàlisi de l'aigua de mar, perfectament homologables amb els que s'usen en l'anàlisi d'aigua dolça.

### Nitrats i nitrits

(NO<sub>3</sub><sup>-</sup> i NO<sub>2</sub><sup>-</sup>): Es van analitzar segons el mètode descrit a Strickland i Parsons (1972), basat en la reducció del nitrat a nitrit (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> → NO<sub>2</sub><sup>-</sup>). El mètode d'anàlisi consisteix en una modificació de Armstrong et al. (1967). La mostra d'aigua passa a través d'una columna de cadmi on el nitrat es redueix a nitrit. Als nitrits totals obtinguts després de la reducció se li resten els nitrits previs a la reducció.

(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>): S'ha seguit el mètode fenol-hipoclorit, també seguint Strickland i Parsons (1972).

## Fosfats

PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>: L'ortofosfat s'analitza mitjançant una modificació (Strickland i Parsons, 1972) del mètode descrit per Bernhardt and Wilhelms (1967).

En tots els casos, els resultats s'han expressat en µmol/L.

## Pigments fotosintètics (Clorofil·la)

Filtrats 250 ml d'aigua per gravetat amb filtres de fibra de vidre GF/F de 2.5 cm de diàmetre, immediatament congelats a -18° C i mantinguts congelats fins l'extracció dels pigments amb acetona al 90 %. L'extracte es va analitzar per fluorimetria segons el mètode de Yentsch i Menzel (1963).

## Concentració i taxonomia d'organismes planctònics

Microplàncton: Flascons FALCON® estèrils de 50 mL, fixats amb lugol i mantinguts en nevera a 6 °c. Analitzat seguint la tècnica de Utermöhl, per sedimentació durant 24 h en columnes de 50 mL de capacitat. Comptatge i identificació d'organismes amb microscopi invertit. Comptatge per camps a 40X (cèl·lules petites) i 20X (cianobacteris filamentoses). La concentració de espècies unicel·lulars s'ha expressat en cèl·lules/L. Els cianobacteris, pel seu caràcter filamentós, s'han quantificat com a nombre de filaments per litre i llargada dels mateixos

Bactèries i flagel·lats: Flascons FALCON® estèrils de 50 mL fixats amb glutaraldèhid. Filtrats 10 ml per filtres de policarbonat de 0.2 µm de diàmetre de porus i tenyits amb DAPI per anàlisi doble amb microscòpia d'epi-fluorescència (excitació: llum blava i UV). Comptatge de bactèries i flagel·lats per nombre en reticle, i micròmetre ocular.

## **RESULTATS**

Anàlisi organolèptic: La pudor d'humitat i florit de l'aigua d'ús domèstic a Viladrau sembla originada per geosmina i potser per MIB (2-metil-isoborneol. Respecte de la possible toxicitat de l'aigua, les concentracions de microcistina obtingudes en l'anàlisi del dia 28 de Juny són inferiors a **0.5** µg/L (Annex II). Malgrat ser conseqüència de l'eutrofització de l'aigua d'origen, que sembla

persistir com fa setmanes (veure les concentracions de microalgues planctòniques a l'aigua d'aixeta a l'apartat corresponent), no es té coneixement que s'hagin repetit les anàlisis, sobre tot tenint en compte la sospita de que a la proliferació de microalgues podrien contribuir cianobacteris.

pH: El valor de pH obtingut amb indicador colorimètric (Quadre I) és **pH= 6**, inferior al límit de potabilitat de **6.5** segons el RD 140/2003. Malgrat tot, la mesura s'hauria de comprovar amb un pH-metre.

Sals nutritives: Les concentracions de sals nutritives (nitrats, nitrits, amoni i fosfat són relativament baixes (Quadre In), amb valors mitjans pel nitrat de **25.4** µmol/L (equivalent a **1.6** mg/L. La baixa concentració de fosfat (amb un quocient N:P = 83.5, molt per sobre del valor estequiomètrics normals (N:P = 15), indica que a l'embassament ha arribat nutrients rics en nitrogen (nitrats, nitrits o amoni), que ha provocat la proliferació d'algues, s'ha consumit tot el fosfat i hi queda part del nitrat.

Pigments fotosintetitzadors: La concentració de pigments és molt baixa **0.0219** µg Chl<sub>a</sub>/L, degut a la permanència de l'aigua a les fosques en les canonades de distribució. La destrucció de pigments fotosintètics també és afavorida pel pH àcid del medi, i contrasta amb les altes concentracions de microalgues planctòniques que arriben al punt final de distribució al poble. A l'aigua de Barcelona els pigments són indetectables.

Organismes en suspensió: L'anàlisi de les microalgues en suspensió a l'aigua d'aixeta a Viladrau demostra l'existència de condicions eutròfiques a l'aigua crua que no s'han corregit abans de la distribució de l'aigua pel seu consum i, per tant, arriben a l'aigua de boca. Les concentracions d'una de les espècies, és de més de 1.6 mil·lions de cèl·lules per litre, i a aquestes microalgues s'han d'afegir les cianobactèries. La flora identificada indica el predomini d'euclorofícies fitoplanctòniques del gènere *Chotadella*, sobre tot de l'espècie *Ch. subsalsa*, amb més de 1630000 cèl·lules per litre (Quadre II i Fig. 1), seguida d'algunes espècies de cianobacteris filamentosos, possiblement

*Lyngbya sp.*, *Oscillatoria sp.* i *Anabaena sp.* També es veuen cianobacteris morfològicament compatibles amb *Planktothrix agardhii*, cianobacteri filamentós productor de microcistina. Algunes espècies d'aquests gèneres de cianobacteris són productores d'altres toxines (anatoxina, microcistina, o aplysiatoxina). També s'han identificat diatomees (*Navicula*, *Staurastrum*), conjugades (*Scenedesmus*) i dinoflagel·lades (Fig. 1). Contràriament, a l'aigua de Barcelona no apareixen cèl·lules de microalgues planctòniques.

Nano-flagel·lats i bacteris: Les dades corresponents a les concentracions de nano-flagel·lats i bacteris a l'aigua d'aixeta de Viladrau s'han obtingut de mostres de 20 ml filtrats sobre filtres de policarbonat de 0.6 µm de porus, i mostres de 10 ml filtrats sobre filtres del mateix tipus, però de 0.2 µm de porus respectivament.

Les concentracions mitjanes  $\pm$  la desviació estàndard de bacteris + nano-flagel·lats a l'aigua d'aixeta de Viladrau son els següents:  $\geq 0.6 \mu$ : mitjana 1102037  $\pm$  168037 cel/mL;  $\geq 0.2 \mu$ : 2131213  $\pm$  198429 cel/mL. Aquestes concentracions de flagel·lats i bacteris són com a mínim entre un ordre de magnitud i 30 vegades superiors a les de l'aigua d'aixeta de Barcelona:  $\geq 0.6 \mu$ : mitjana 32180  $\pm$  5332 cel/mL;  $\geq 0.2 \mu$ : Mitjana 147545  $\pm$  31268 cel/mL. Les concentracions corresponents als filtres de 0.6 µm de porus són, com s'esperava, menors que pels filtres de 0.2 µm, degut a la pèrdua per falta de retenció de bacteris petits, de mida inferior a 0.5 µm, en el filtre de porus més gran, que és sobre tot important per la mida menor dels bacteris de l'aigua d'aixeta de Barcelona (Quadre III). Cal destacar la concentració, mida gran i diversitat morfològica dels flagel·lats i bacteris a l'agua d'aixeta de Viladrau (Fig. 2), amb formes tipus *Streptomyces*, que serien en part el responsable de la pudor. Cal comparar les microfotografies corresponents a l'aigua d'aixeta de Viladrau i Barcelona, fetes en les mateixes condicions (Fig., 2) on es veu l'abundància i diversitat de la flora bacteriana que ingerim amb l'aigua d'aixeta a Viladrau.

## CONCLUSIONS

- 1) Les condicions eutròfiques es deuen a l'increment de les concentracions de nutrients a l'embasament o embasaments que proporcionen l'aigua al poble. Això ha provocat una proliferació de microalgues planctòniques nocives (pudor), i possiblement també tòxiques (cianobacteris filamentosos compatibles amb espècies productores de toxines, vegis quadre II i Fig. 1).
- 2) Malgrat que la concentració de microcistina el dia 28 de juny de 2019 no arribava a concentracions considerades legalment com a tòxiques, amb un anàlisi d'aquest compost positiu s'hauria d'haver posat en marxa immediatament el seguiment de l'evolució de les condicions tròfiques a l'embasament així com el control bacterià de l'aigua d'us domèstic a Viladrau.
- 3) L'augment del nombre de bacteris (la concentració de bacteris el dia 12 de juliol era de més de  $10^6$  cel/mL) va ser afavorida per l'augment de la concentració de matèria orgànica dissolta alliberada pel bloom de fitoplàncton.
- 4) La caiguda del pH a valors inferior a 6.5 segurament és deguda a processos respiratoris microbians, que poden haver conduït a condicions d'hipòxia (concentracions d'oxigen dissolt a l'aigua inferiors a les normals) i a un augment de la concentració de  $\text{CO}_2$  dissolt a l'aigua.
- 5) Per tot això, i tenint en compte la persistència del problema i la compatibilitat de les formes microbianes i planctòniques presents a l'aigua d'aixeta (*Streptomyces* i cianobacteris filamentosos, i la concentració de microalgues, cianobacteris i bacteris a l'aigua de boca, tots ells susceptibles de segregar al medi substàncies tòxiques), la gestió del problema de la qualitat de l'aigua a Viladrau per SOREA em sembla poc rigorosa, preocupant i irresponsable.

Viladrau, 24 de juliol de 2019

Miquel Alcaraz i Medrano

Doctor en Biologia

Professor d'Investigació, CSIC.

**QUADRE I.-** Valors de pH i concentracions mitjana de mostres triplicades de sals nutritives a l'aigua de Viladrau el dia 12/07/2019. Unitats de pH obtingudes amb paper indicador. Concentracions de sals nutritives en  $\mu\text{mol/L}$ . En parèntesi, desviació estàndard.

pH.....6

$\text{NO}_3^-$ ..... 25.24 (0.58)

$\text{NO}_2^-$ ..... 0.06 (0.03)

$\text{NH}_4^-$  ..... 0.77 (0.38)

$\text{PO}_4^{3-}$  ..... 0.30 (0.26)

Quocient estequiomètric N:P = 83.05 (àtoms)

## **QUADRE II.-**

Microalgues: Concentració mitjana (cel/L) de *Chodatella subsalsa* i cianobacteris filamentoses (filaments/L) i longitud total ( $\mu\text{m/L}$ ), i llista de tàxons identificats a l'aigua de boca (aixeta) de Viladrau (VIL) i Barcelona (BAR).

Valors mitjans i desviació estàndard (en parèntesi).

VIL

*Chodatella subsalsa*.....1633166 cel/L (66751)

Cianobacteris (no identificats).....1040 filam./L, 103200  $\mu\text{m/L}$

*Scenedesmus sp.*.... presència

*Navicula sp.*..... presència

*Staurastrum sp.*.....presència

BAR

Indetectable

**Quadre III.-** Concentració de bacteris + nanoflagel·lats a l'aigua de l'aixeta de Viladrau (VIL) i Barcelona (BAR). Filtres de porus 0.6  $\mu\text{m}$  i 0.2  $\mu\text{m}$ .

Concentració en cèl·lules/mL. Valors mitjans  $\pm$  desviació estàndard.

	<b>Cel/mL</b>	
	<b>&gt; 0.6 <math>\mu\text{m}</math></b>	<b>&gt; 0.2 <math>\mu\text{m}</math></b>
<b>VIL</b>	1102037	2131213
	$\pm$ 168037	$\pm$ 198429
<b>BAR</b>	32180	147545
	$\pm$ 5332	$\pm$ 31268



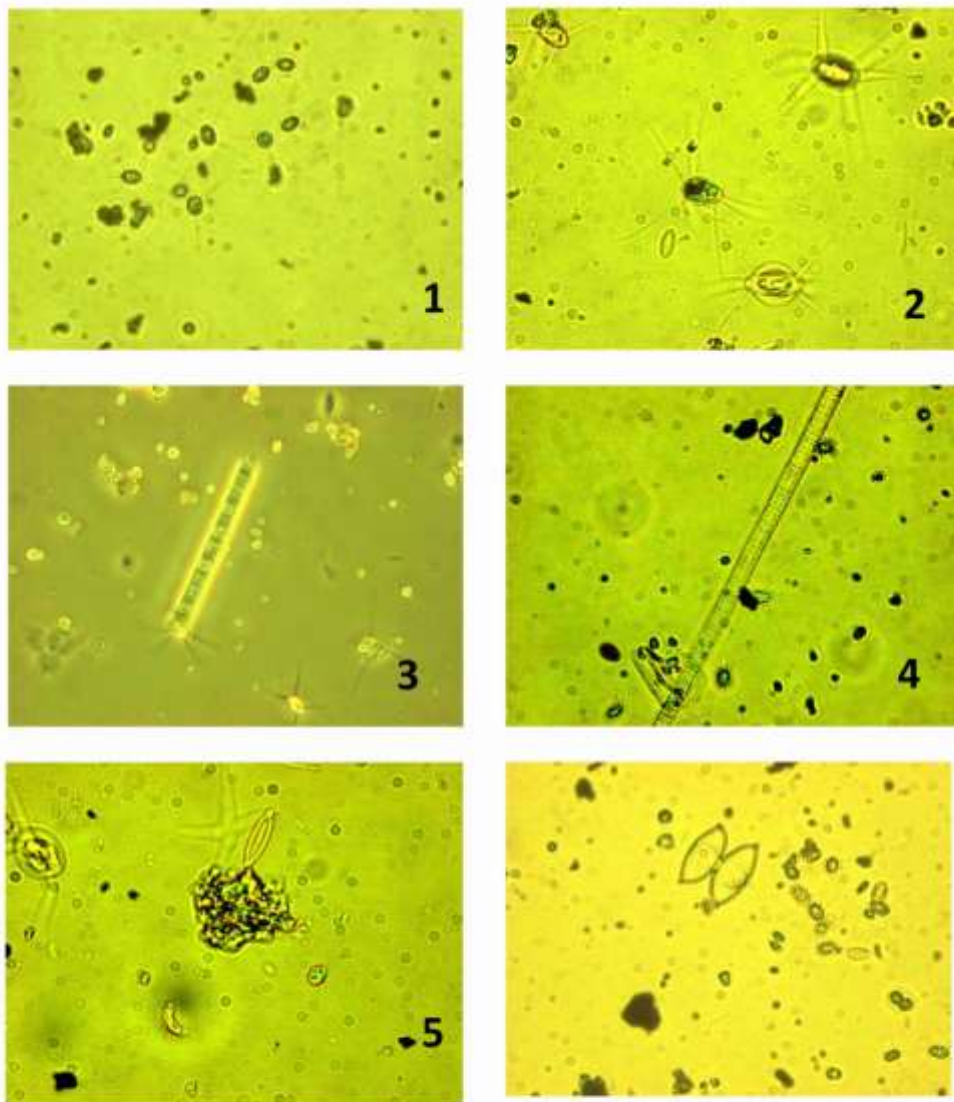


Fig. 1.- Microalgues planctòniques presents a l'aigua de l'aixeta a Viladrau el dia 12 de Juliol de 2019. Tècnica d'Hutermöhl. Microscopi invertit. 1) *Chotadella subsalsa* i d'altres microflagel·lats i cèl·lules de cianobacteris; 2) Detall de *Ch. subsalsa*; 3) Filament de cianobacteri i *Ch. sub.*; 4) Cianobacteri, *Ch. sub.* i microflagel·lats; 5) *Navicula sp.*; 6) *Scenedesmus sp.*

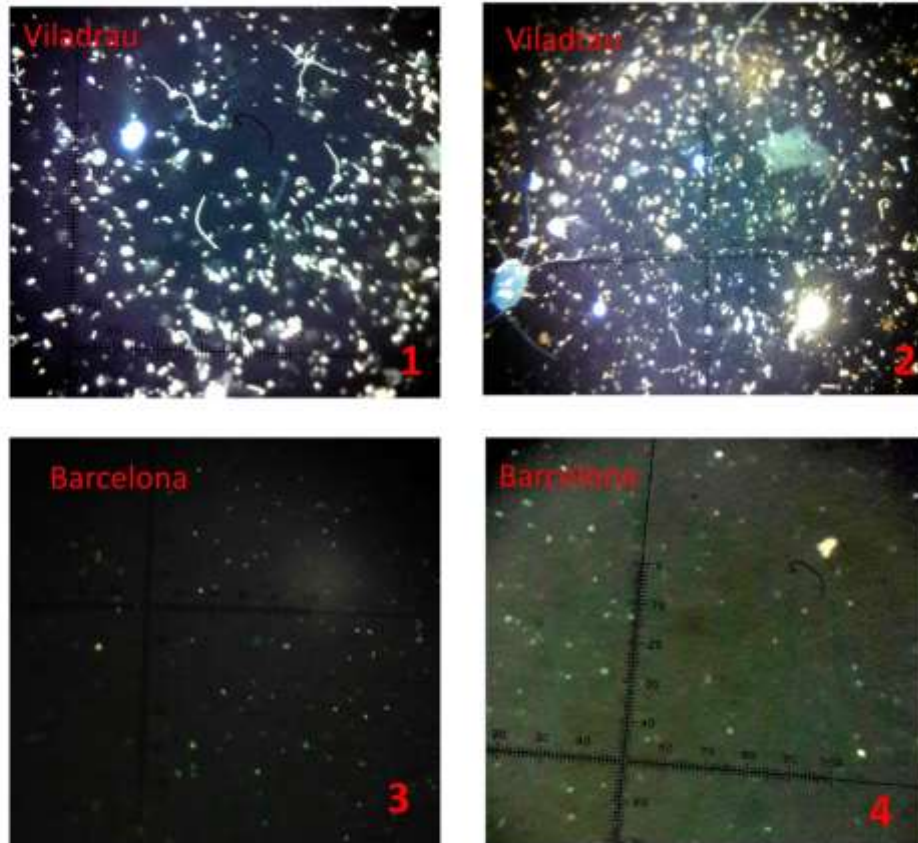


Fig. 2.- Bacteris i Nanoflagel·lats presents a l'aigua de l'aixeta a Viladrau i Barcelona els dies 12 i 13 de Juliol de 2019 respectivament. 20 i 10 ml filtrats sobre filtres de policarbonat de 0.6 i 0.2  $\mu\text{m}$  de diàmetre de porus. Tinció DAPI (ADN nuclear). Objectiu d'immersió 100 X. Epifluorescència, excitació UV. A les escales de les fotografies, les divisions petites igual a 1  $\mu\text{m}$ . 1) Viladrau, amb morfologies bacterianes compatibles amb *Streptomyces*. 2) Viladrau, diversitat morfològica, i una cèl·lula de *Chodatella*. 3) i 4): Barcelona, mostres tractades com les de Viladrau.

## ANNEX I

### RESPOSTA DE SOREA A LA QUEIXA SOBRE LA PUDOR DE L'AIGUA

(He destacat alguns paràgrafs en groc)



SERVEI MUNICIPAL D'AIGUA POTABLE DE VILADRAU

900 405 070 ATENCIÓ AL CLIENT (DE 8 A 21H) 900 304 070 AVARIES 24 HORES

[www.sorea.cat](http://www.sorea.cat) @sorea

#### QUALITAT AIGUA SUBMINISTRADA – VILADRAU.

Apreciat client,

Em poso en contacte amb vostè en relació a la reclamació del passat 5 de juliol, a la inquietud sobre el mal gust i olor de l'aigua distribuïda al municipi de Viladrau.

L'aigua subministrada prové de diferents aiguaneixos, mines i del pou, l'aigua de les captacions és emmagatzemada en dos embassaments on després rep el tractament de desinfecció i és distribuïda al poble. Aquesta aigua té unes característiques químiques i organolèptiques pròpies que la fan variable en el seu gust, d'acord amb el seu origen natural. Actualment, i des de principis del mes de març ens trobem que l'aigua de consum té una olor i gust característic com a terrós o a terra mullada. L'olor es potencia quan l'aigua és calenta a l'hora de dutxar-se degut a la seva volatilitat.

Aquesta situació és típica de l'aigua superficial a la primavera-estiu quan augmenten les hores d'insolació, i és degut a la presència temporal d'un compost molt volàtil anomenat Geosmina, que alliberen certes algues de riu.

És important assenyalar que aquesta substància, la Geosmina no té risc sanitari i de fet, la normativa no estableix a Catalunya un valor màxim a l'aigua de consum humà. L'aigua és perfectament apta pel consum humà i tots els usos domèstics (cuinar, rentar, dutxar-se, etc.).

Malgrat que la presència de Geosmina és temporal i preveiem la seva remissió en els propers dies, des de Sorea estem treballant intensament en l'operativa de procés de la potabilitzadora, i

ja hem establert operacions a la línia de tractament per atenuar aquesta presència.  
Continuarem treballant per a resoldre aquesta situació en la major brevetat possible.

En aquests casos el Reglament de Servei no preveu cap indemnització: la Geosmina no té risc sanitari i la normativa no estableix a Catalunya un valor màxim a l'aigua de consum humà.  
L'aigua distribuïda és perfectament apta per tots els usos domèstics.

Resto a la vostra disposició per a qualsevol dubte o aclariment que ens vulgui adreçar.  
Atentament,

David Bosch i Petit Responsable de Clients Catalunya Nord. SOREA SAU. Passeig Sant Joan,  
102, bxs. 08560 Manlleu

Manlleu, a 8 de juliol de 2019

Sorea, Sociedad Regional de Abastecimiento de Aguas, S.A.U. Domicili Social: Pg Zona Franca, 48, 08038 Barcelona, Insc. en el Reg. Merc. Barcelona, T. 21073, F. 97, H. B-16139, Insc. 85 a- NIF A-08146367

## ANNEX II

I



## INFORME D'ASSAIG

DADES GENERALS:		19-07747	
DADES SOL-LICITANT:	<b>SOREA VILADRAU</b> C. Canigó, 37 08560 Manlleu	CODI MOSTRA / INFORME:	87023
MOSTRA PRESA PER:	Propi interessat	DATA DE PRESA DE MOSTRA:	28/06/2019
PROCEDIMENT DE PRESA:	-		
TIPUS DE MOSTRA:	Aigua de consum humà RD140/03		
IDENTIFICACIÓ:	Xarxa de Viladrau		
ZONA ABASTAMENT:	-	DATA RECEPCIÓ MOSTRA:	28/06/2019
LOCALITAT:	-	DATA INICI ANÀLISI:	28/06/2019
MUNICIPI:	-	DATA VALIDACIÓ ANÀLISI:	29/06/2019
VERSIO D'INFORME:	1		

PARÀMETRES	TÈCNICA/PROCEDIMENT	V.P. RD140/2003	INCERTESA EN EL V.P.	RESULTAT	UNITATS
Microcistina	Immunoassaig / PNA219	<= 1	-	<0,5	µg/L

### OBSERVACIONS:

Tarragona, 29/06/2019

Pilar Caballero Colao  
CAP DE SERVEI

Ginés Sánchez Pérez  
RESPONSABLE UNITAT  
TECNICA DE LABORATORI

L'Informe d'Assaig només afecta a la mostra analitzada i no es pot reproduir parcialment sense l'aprovació per escrit del Laboratori.

La mostra presa per EMATSA és puntual excepte que s'indiqui el contrari.

Els paràmetres acreditats de les mostres preses per EMATSA estan coberts per la presa de mostra acreditada.

La incertesa de la mesura dels procediments d'anàlisi quantitativs i acreditats es troba a disposició del client.

Tota versió del present informe substitueix i anul·la la versió anterior, excepte la versió 1 que és foriginal.

El Laboratori d'EMATSA està habilitat per l'OAEC, en l'àmbit sectorial d'aigües, com a Laboratori amb el codi 048-LA-AIG-R

El Laboratori d'EMATSA està habilitat per l'OAEC, en l'àmbit sectorial d'aigües, com a Entitat Col·laboradora amb el codi 048-EC-AIG-R

SEU SOCIAL  
Muntanyeta S.Pere i S.Pau, s/n - 43007 Tarragona  
Tel. 977 25 09 12

1 / 1

LABORATORI  
Ctra. N-240, km 3 - 43130 Tarragona  
Tel. 977 29 30 00