

Coneix l'aigua que beus:

La duresa de l'aigua

Chaima El Allam Kanice
Institut Cavall Bernat
2022

Xavier Bellés
Beatriz Escribano



“L'aigua és la força motriu de tota la natura”

Leonardo Da vinci

*“Si hi ha màgia en aquest planeta, està continguda a
l'aigua.”*

Loren Eiseley

AGRAÏMENTS

M'agradaria mostrar el més sincer agraïment a les persones que han fet possible la realització d'aquest treball.

En primer lloc, a en Xavier Bellés per la seva tasca com a tutor i per la dedicació i suport que ha brindat a aquest projecte. Així mateix, agraeixo també a Beatriz Escribano per la direcció i el rigor que ha facilitat al mateix. Gràcies a la meva mare i germana, pel seu suport personal i humà, i per a facilitar-me el material que necessitava per a l'execució el treball.

Han sigut una part molt essencial per a desenvolupar aquest treball de Recerca.

ÍNDEX

1. Introducció	1
2. Hipòtesi	3
3. Objectius	3
3.1. Generals	3
3.2. Específics	3
4. Metodologia de recerca	4
4.1. Articles científics i nivell d'interès	4
4.2. Articles en base a anys i regions	6
5. Marc teòric	8
5.1. Característiques generals de l'aigua	8
5.2. La duresa de l'aigua, què és?	9
5.2.1. Reaccions químiques	12
5.2.2. Com eliminar la duresa	12
5.3. Duresa arreu del món	13
5.3.1. Duresa al món	13
5.3.2. Duresa a Europa	14
5.3.3. Duresa a Espanya	14
5.3.4. Duresa a Catalunya	15
5.4. Impactes causats per la duresa	17
5.4.1. Domèstics	17
5.4.2. Higiènic	18
5.4.3. Mèdics	18
5.4.4. Industrials	20
5.4.5. Reg	21
5.5. Duresa de l'aigua a Terrassa i factors que la determinen	22
5.6. Les característiques de l'aigua a Terrassa	37
5.7. Quina aigua he de beure?	40
5.7.1. Cicles de producció de l'aigua:	40
5.7.2. Impactes ambientals:	42
5.7.3. Cost econòmic:	43
5.7.4. Quina aigua té més beneficis?	44
5.8. Aigües envasades	44

5.8.1.Orígens	45
6. Marc Pràctic	49
6.1. Síntesi del marc pràctic	49
6.2. Objectius i definició del plantejament experimental	49
6.3. Materials	49
6.4. Mètode experimental	50
6.4.1. Dia 0: Recollida del conductímetre a Barcelona	51
6.4.2. Dia 1: Obtenció de mostres d'aigua d'aixetes públiques	51
6.4.3. Dia 2: Recopilació d'aigua d'aixetes privades amb osmosi	53
6.4.4. Dia 3: Preparació i experimentació amb les mostres	54
6.5. Resultats	54
7. Conclusions	57
8. Bibliografia	59
9. Annexos	64
Annex 1. Taula d'articles a Scopus	64
Annex 2. Nombre d'articles segons l'any	87
Annex 3. Duresa de l'aigua a Terrassa entre els anys 2019-2022	89

ÍNDEX DE MAPES

Mapa 1. Nivell de duresa mundial	13
Mapa 2. Nivell de duresa a Europa	14
Mapa 3. Nivell de duresa a Espanya	15
Mapa 4. Nivell de duresa a Catalunya	16
Mapa 5. Duresa de l'aigua a Terrassa en 2019	34
Mapa 6. Duresa de l'aigua a Terrassa en 2020	35
Mapa 7. Duresa de l'aigua a Terrassa en 2021	35
Mapa 8. Duresa de l'aigua a Terrassa en 2022	36

ÍNDEX DE TAULES

Taula 1. Articles amb el nivell d'interès més alt	4
Taula 2. Escala de la duresa de l'aigua	11
Taula 3. Connexions entre els mesos i el nivell de duresa	26
Taula 4. Marques d'aigua envasada	45

ÍNDEX DE GRÀFICS

Gràfic 1. Nombre d'articles segons el territori	6
Gràfic 2. Nombre d'articles segons l'any	6
Gràfic 3. Duresa de l'aigua de Terrassa al 2019	30
Gràfic 4. Duresa de l'aigua de Terrassa al 2020	31
Gràfic 5. Duresa de l'aigua de Terrassa al 2021	32
Gràfic 6. Duresa de l'aigua de Terrassa al 2022	33
Gràfic 7. Cicle de l'aigua envasada	40
Gràfic 8. Cicle de l'aigua de l'aixeta	41

Gràfic 9. Total de volum d'aigua per ampolla	42
--	----

ÍNDIX D'IMATGES

Imatge 1. Molècula d'aigua	9
Imatge 2. Molècula de CaCO_3	11
Imatge 3. Aixeta amb incrustacions	17
Imatge 4. Canonada Neta	21
Imatge 5. Canonada amb incrustacions	21
Imatge 6. Tronc amb cal precipitada	22
Imatge 7. Xarxes de Terrassa	23
Imatge 8. Nivell de precipitació 2019-2021	25
Imatge 9. Recorregut de l'aigua del riu Llobregat	37
Imatge 10. ACP de la xarxa Llobregat	39
Imatge 11. Aigua Bronchales	45
Imatge 12. Aigua Bezoya	46
Imatge 13. Aigua Font Agudes	46
Imatge 14. Aigua Ribes	47
Imatge 15. Aigua Font Vella	48
Imatge 16. Aigua Viladrau	48
Imatge 17. Materials	50
Imatge 18. Conductímetre	51
Imatge 19. Font pública: Plaça Immaculada	52
Imatge 20. Font pública: Parc de Vallparadís	53
Imatge 21. Font pública: Plaça de Ricard Camí	53
Imatge 22. Sistema d'osmosis: consum	53

1. Introducció

Per a escollir el tema del treball tenia clar que en volia un que tractés sobre l'aigua. Com tots saben, l'aigua és essencial per al nostre dia a dia, però no qualsevol aigua és bona, és per això que sempre m'ha interessat l'aigua que consumim. Tanmateix, l'aigua és un tema molt ampli, i per aquest motiu vaig començar a tenir problemes amb l'enfocament del treball.

A classe una professora va venir a explicar que, des de l'institut, es disposava de l'oportunitat de participar en un programa organitzat per l'Observatori de l'Aigua de Terrassa (OAT), en el que es fa una proposta i se'ls proporciona l'oportunitat de desenvolupar el seu treball de recerca amb orientacions professionals. En donar una ullada a la seva pàgina web, em va semblar que en podria treure profit per escollir un tema més concret i poder fer un treball més adient, ja que em proporcionarien una orientació específica que facilitaria el desenvolupament del present treball.

Tan bon punt vaig decidir que participaria en aquest programa, vaig tenir la possibilitat de quedar amb Beatriz Escribano, presidenta de l'OAT i membre Càtedra UNESCO de Sostenibilitat de la UPC, encarregada a tutoritzar el treball en qüestió. Amb ella vam estar parlant fins que finalment vaig arribar a la conclusió de què escolliria un tema lligat a la duresa de l'aigua, més específicament de la d'aquí, Terrassa.

En aquesta ciutat es poden aconseguir dades de mostrejos de l'aigua amb certa facilitat, i aquests valors es poden extrapolar a quasi la totalitat de l'àrea metropolitana de Barcelona.

Sobre la duresa no se'n sol saber molt, i, a més, trobar informació per aprofundir sobre aquesta és una tasca complexa, a conseqüència de què és un tema del qual no se'n parla gaire. La duresa acostuma a relacionar-se amb característiques negatives, sense adonar-nos de què a on vivim, la duresa de l'aigua de les aixetes és molt elevada, i això és el que fa que les persones tinguin una percepció de gust desagradable.

És per aquest motiu que un elevat percentatge dels habitants de Terrassa opta per beure aigua envasada o per instal·lar sistemes d'osmosi inversa, cosa que al final acaba sent perjudicial per al medi ambient.

Per al referit treball de recerca partirem amb la següent pregunta: "L'aigua de Terrassa és molt elevada en duresa, la ciutadania pensa que aquesta característica és negativa per les activitats humanes. Aquesta afirmació té base científica?" sent aquesta la hipòtesi. Una pregunta que serà contestada amb els següents apartats, mitjançant conceptes bàsics com què és l'aigua, la seva duresa, i de quina manera aquesta ens afecta. Arran, de la qüestió principal, es mostraran les diferents connexions entre els valors meteorològics en diferents mesos per conèixer l'element clau en la determinació de la duresa de l'aigua.

El present treball és una gran oportunitat per conèixer l'aigua que bevem al dia a dia i per a ajudar també als ciutadans de Terrassa a advertir, des d'un punt de vista científic, què és el que ingereixen i què és aquesta duresa i quines implicacions pot comportar.

2. Hipòtesi

“L’aigua de Terrassa és molt elevada en duresa, la ciutadania pensa que aquesta característica és negativa per les activitats humanes. Aquesta afirmació té base científica?”

3. Objectius

3.1. Generals

- Diagnosticar els impactes de la duresa de l’aigua en les activitats humanes.

3.2. Específics

- Investigar els impactes de l’ús de l’aigua a nivell domèstic, agrícola i industrial buscant-ne els pros i contres.

- Estudiar la duresa de l’aigua en el sòl i aqüífers a nivell mundial, nacional, però més específicament, en l’aigua que utilitzen en el dia a dia els Terrassencs.

- Analitzar la duresa de l’aigua de Terrassa pel consum i salut humana.

4. Metodologia de recerca

Per a poder conèixer aquest tema, la duresa de l'aigua, i veure si és una qüestió que interessa a la gent, fem ús de *scopus*, una base de dades amb una gran varietat d'articles científics que són revisats per experts. Per a poder observar de quina manera ha anat variant l'interès sobre aquest tema al món de la ciència a mesura que han passat els anys.

4.1. Articles científics i nivell d'interès

Comencem revisant els articles que es mostren quan busquem la paraula "*waterhardness*" (Duresa de l'aigua en anglès) per a poder classificar-los segons el seu valor d'interès per a aquest treball, puntuant de l'1 al 5, sent 1 la puntuació més baixa i 5 la més alta.

A la Taula 1 es poden veure els articles amb les puntuacions més altes. La resta d'articles llegits es poden consultar a l'Annex 1:

Taula 1. Articles amb el nivell d'interès més alt

Títol de l'article	Categoria	Interès
4-Factors affecting the environmentally induced, chronic kidney disease of unknown aetiology in dry zonal regions in tropical countries	Salut i Agricultura	4
15-Environmental drivers of freshwater macrophyte diversity and community composition in calcareous warm-water rivers of America and Africa	Biològiques i Química	4
27-Climate change and human impact at Sacrower See (NE Germany) during the past 13,000 years: A geochemical record	Ciències biològiques	4
28-Seasonal dynamics of stable isotopes and element ratios in authigenic calcites during their precipitation and dissolution, Sacrower See (northeastern Germany)	Ciències biològiques	4

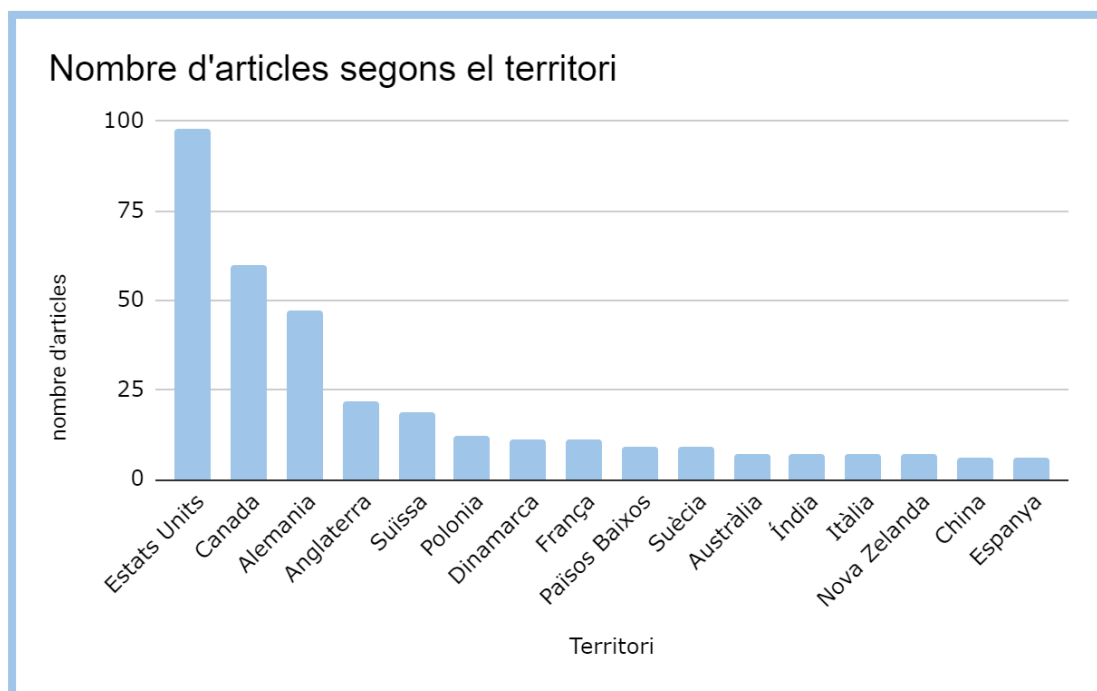
30-Chemical speciation of sedimentary nitrogen and phosphorous in integrated fish/pig farming system	Agricultura	4
31-Growth performance of carps in a hardwater seasonal pond	Agricultura	4
90-Tongan pottery chronology, 14C dates and the hardwater effect	Ciències biològiques	4
92-The effects of elevated winter temperature and sub-lethal pollutants (low pH, elevated ammonia) on protein turnover in the gill and liver of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss)	Ciències biològiques i Química	4
112-VARIABILITY OF THE HEPATOTOXIN MICROCYSTIN-LR IN HYPEREUTROPHIC DRINKING WATER LAKES	Ciències biològiques	4
128-Indirect effects of fish predation on calcite supersaturation, precipitation and turbidity in a shallow prairie lake	Ciències biològiques	4
174-Diurnal changes in dissolved organic and inorganic carbon and nitrogen in a hardwater stream	Ciències biològiques	4
175-Unsaponified and unsaponifiable determinations as applied to incompletely saponified soaps	Ciències biològiques	4
191-Dietary calcium induced cytological and biochemical changes in thyroid	Ciències ambientals i salut	4
280-Architecture of a bench-type carbonate lake margin and its relation to fluvially dominated deltas, Las Minas Basin, Upper Miocene, Spain	Ciències planetàries i de la terra	4
291-Parts cleaning clinic	Enginyeria	4
293-Hardwater/compiler codevelopment for an media processor	Enginyeria	4
295-Water treatment - the soft option	Enginyeria	4
303-Decrease in CO2 efflux from northern hardwater lakes with increasing atmospheric warming	Bioquímica	4

Elaboració pròpia. Font: Scopus 2022

4.2.Articles en base a anys i regions

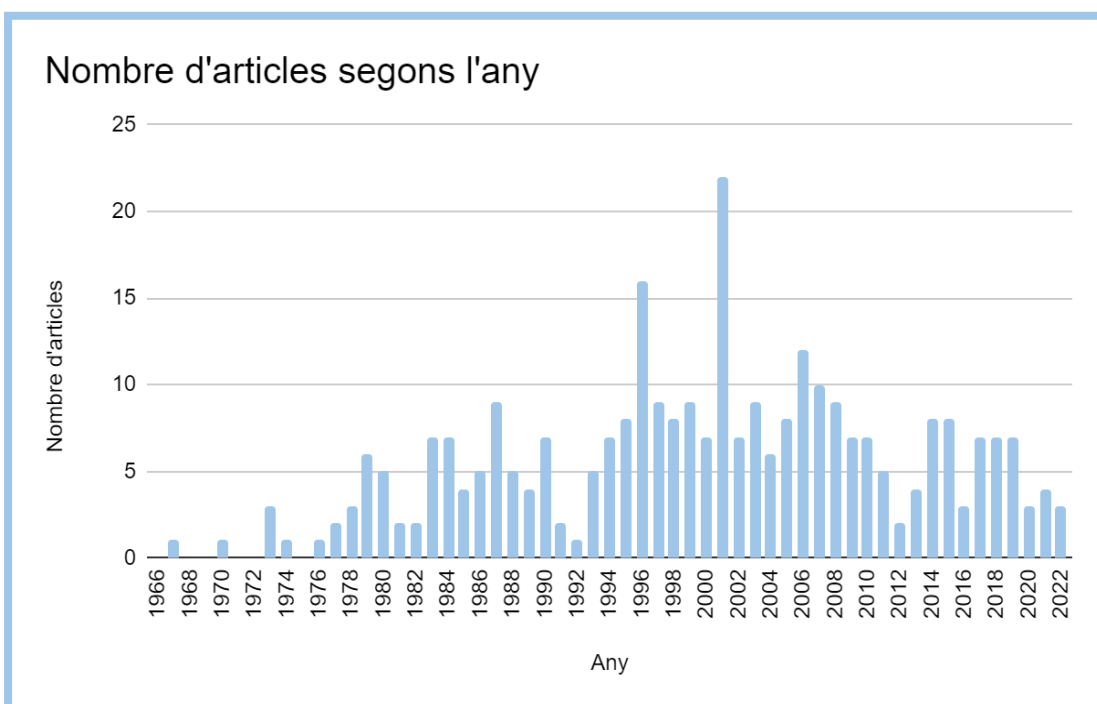
Ara que coneixem tots els articles científics més rellevants corresponents al tema de la duresa de l'aigua, estudiem la seva procedència. :

Gràfic 1. Nombre d'articles segons el territori



Elaboració pròpia. Font: Scopus 2022

Gràfic 2. Nombre d'articles segons l'any *Elaboració pròpia. Font: Scopus 2022*



En el gràfic 1 “Nombre d’articles segons el territori” podem observar com Estats Units és, amb gran diferència, el país on més articles sobre la duresa de l'aigua s'han publicat, mentre que Espanya està per sota la mitjana i només se'n publiquen 6.

Finalment, en el gràfic 2 “Nombre d’articles segons l’any”, queda palesa una gran irregularitat amb els nombres d'articles, ja que varien significativament. L'any 2002 s'assoleix el màxim de publicacions sobre aquest tema, amb un total de 22 articles, mentre que hi ha anys en els que se n'ha publicat 1 com a màxim, com en els anys 1992, 1976, 1974, 1970, i en el 1967.

Aquest tema, la duresa de l'aigua, és molt poc estudiat, i, per tant, això significa que a la gent no li interessa i no se'n parla molt. Això es pot observar en els gràfics, ja que podem veure que el màxim nombre d'articles per any és una xifra molt baixa.

5. Marc teòric

5.1. Característiques generals de l'aigua

La molècula de l'aigua està formada per dos àtoms d'hidrogen i un d'oxigen, és a dir, la seva fórmula és H_2O , una partícula aparentment simple, però amb unes propietats úniques que constitueixen el fonament mateix de la vida terrestre.

Aquesta és determinant en els processos físics, químics i biològics que governen la natura. L'aigua és un líquid inodor i incolor, que significa que no presenta olor ni té color. En estat pur és completament transparent i insípida, ja que no té cap sabor en concret. Tanmateix, totes aquestes característiques poden variar si l'aigua es troba en una dissolució o depenent de factors com les sals minerals que trobem en aquesta.

Des del punt de vista químic l'aigua és excepcionalment important, a causa que la majoria dels processos químics de la naturalesa tenen lloc en substàncies dissoltes en aquesta mateixa.

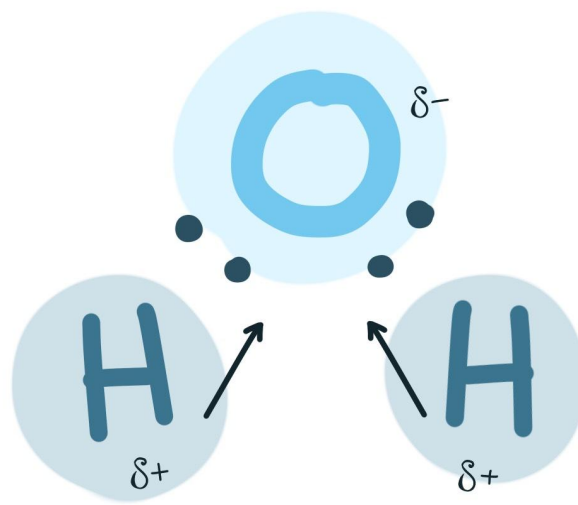
L'aigua és un dissolvent universal, és a dir, en ella es poden dissoldre gran varietat de químics. Això es deu a la polaritat que conté cada molècula d'aigua. Aquesta característica implica que al costat dels àtoms l'H trobem una lleugera càrrega elèctrica positiva, en canvi, el costat de l'O conté una càrrega negativa (com es pot veure representat a la imatge 1 "Molècula d'aigua").

Aquest fet té una importància cabdal, ja que facilita la dissolució de substàncies iòniques, en les que la part positiva s'atrau amb l'O de l'aigua, mentre que la part negativa s'atrau amb l'H. L'extrema estabilitat que té la molècula de l'aigua és a causa que en l'enllaç entre l'oxigen i l'hidrogen s'origina una associació d'electrons (enllaç que anomenem covalent). Això fa que sigui quasi impossible dissociar aquesta molècula, fent que aquesta tingui la capacitat d'existir en condicions extremes i en diferents llocs de l'univers.

Altra de les característiques de l'aigua són les seves anomalies en els punts d'ebullició i congelació, ja que encara que tots sabem que aquesta molècula bull als $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ i es congela als $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, si aquesta es troba en

condicions diferents, aquesta norma pot canviar; un exemple són els núvols situats a una altitud entre 2.000 i 3.000 m, perquè en aquests és possible trobar gotes d'aigua fredes en temperatures entre 0 i -25 °C. L'aigua té moltes propietats, com la seva capacitat de pujar pels tubs capil·lars i mullar-los, la seva capacitat calorífica que fa que el seu vapor tingui una gran importància com a regulador del clima del planeta... entre moltes altres. L'aigua és vital per a la vida a la Terra.

Imatge 1. Molècula d'aigua



Elaboració pròpia

5.2. La duresa de l'aigua, què és?

L'aigua de l'aixeta conté diferents sals, les més habituals són:

Hidrogencarbonat de calci (Bicarbonat de calci) **Ca(HCO₃)₂**

Clorur de calci (Clorur de calci) **CaCl₂**

Sulfat de calci **CaSO₄**

Clorur de sodi (Clorur de sodi) **NaCl**

Bicarbonat de magnesi **Mg(HCO₃)₂**

Clorur de magnesi (Clorur de magnesi) **MgCl₂**

Sulfat de magnesi **MgSO₄**

Diòxid de silici (Óxido de silicio) **SiO₂**

Entenem per duresa de l'aigua la concentració de compostos minerals que s'hi troben dissolts, però sobretot parlem d'ions de calci (Ca²⁺) i d'ions de magnesi (Mg²⁺) dissolts en l'aigua. Aquests ions varien en funció de les formacions geològiques que l'aigua travessa prèviament a la seva captació. La duresa és un component natural de l'aigua que minimitza la corrosió de les canonades actuant com a protector de les mateixes.

L'aigua que es coneix com a "dura" (com la de Terrassa) és aquella que hi té dissoltes una elevada concentració d'aquestes sals, en canvi, l'aigua "tova" és aquella que conté poca concentració de sals de magnesi i calci.

La duresa de l'aigua es classifica en:

- **Duresa temporal o carbonàtica (Dt):** és aquella duresa formada per bicarbonats de calci i magnesi, aquests precipiten quan escalfem l'aigua, i és la principal causant de les incrustacions de carbonat de calci, CaCO₃ en els contenidors on passa aigua calenta.
- **Duresa permanent (Dp):** aquella formada per sulfats de calci i magnesi, es diferencia de la temporal perquè al escalfar-se no precipiten, així que per eliminar-los han de passar per unes membranes que tinguin cations i atrapin el calci i el magnesi.
- **Duresa total (DT):** la suma de les dues anteriors **DT=Dt + Dp**

L'unitat de mesura de la duresa que s'utilitza habitualment són els graus hidromètrics francesos (° H F), i el càlcul d'aquest paràmetre correspon a la següent fórmula:

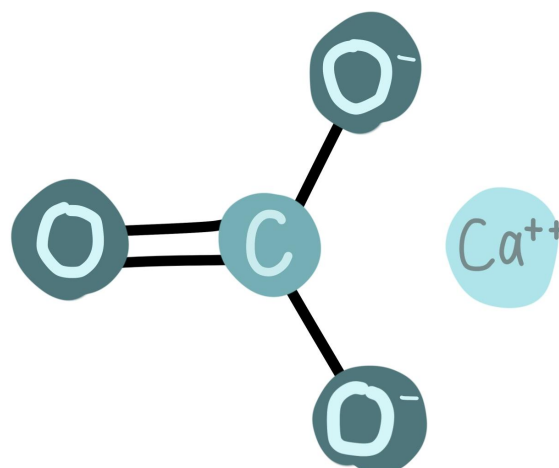
$$(mg/l \text{ Ca} \times 2.5 + mg/l \text{ Mg} \times 4.2) / 10$$

També es pot expressar en altres unitats com:

- mmols/l de CaCO_3 (mil·limols per litre de carbonat càlcic)
- graus francesos ($^\circ\text{F,TH}$)
- graus alemanys ($^\circ\text{dH, dGH}$)
- graus anglesos ($^\circ\text{e}$).

Imatge 2. Molècula de CaCO_3 *Elaboració pròpia*

En la gran majoria d'aquest treball farem servir la unitat de mg/l CaCO_3 ja que la majoria de gràfiques, mapes i taules trobades a internet i llibres fan ús d'aquesta unitat de mesura, i així ens assegurem de no fer errors a l'hora de la conversió d'unitats i som tan rigurosos com sigui possible.



Considerem:

Taula 2. Escala de la duresa de l'aigua

Elaboració pròpia. Font:proain 2022

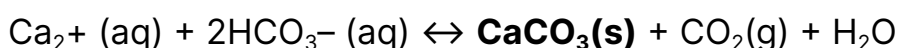
Determinació	$\text{mg CaCO}_3/\text{l}$	$^\circ\text{f}$	$^\circ\text{e}$	$^\circ\text{dH}$
Aigua molt tova	0 - 79	0 - 7,9	0 - 5,5	0 - 4,4
Aigua tova	80 - 149	8 - 14,9	5,6 - 10,4	4,5 - 8,3
Aigua semi dura	150 - 329	15 - 32,9	10,5 - 23	8,4 - 18,4
Aigua dura	330 - 549	33 - 54,9	23,1 - 38,3	18,5 - 30,8
Aigua molt dura	més de 550	+55	+38,4	+30.9

5.2.1. Reaccions químiques

Quan dissolem substàncies iòniques en aigua, aquestes es separen en els ions que la formen.

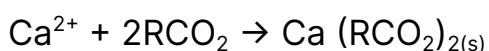
Un dels exemples més habituals és quan el clorur de sodi, NaCl és dissolt a l'aigua, es forma el ió sodi Na⁺ (catió) i el ió clorur Cl⁻ (anió). Aquests ions perduren en la solució a no ser que succeeixi alguna cosa que els faci precipitar, com per exemple, l'evaporació de l'aigua en una solució salina.

Una conseqüència de les aigües dures, és quan s'escalfen, degut a la presència de bicarbonats en elles, es produeix la següent reacció química:



Aquest carbonat càlcic sòlid que es forma, s'acumula en forma de dipòsits calcaris allà per on passa aigua calenta. Per a eliminar aquestes incrustacions, s'ha de provocar una reacció química inversa a l'anterior. Per exemple, afegint CO₂ o l'ús d'un àcid dèbil (això explica que la majoria de productes de neteja per a eliminar la cals estiguin compostos per un pH¹ lleugerament àcid)

Una de les reaccions més conegudes és la del sabó, ja que utilitzar-lo amb aigua dura provoca la formació d'un precipitat sòlid. Els sabons són carboxilats de metalls alcalins (sals d'àcids grassos carboxílics), al reaccionar amb l'ió Ca²⁺ es forma un precipitat sòlid segons aquesta reacció genèrica:



5.2.2. Com eliminar la duresa

La forma d'eliminació de la duresa de l'aigua dependrà de si aquesta és temporal o permanent.

¹ Coeficient per a mesurar l'acidesa o basicitat d'una dissolució.

En el cas de duresa temporal, és tan fàcil com escalfar l'aigua fins al punt d'ebullició, perquè el calci i magnesi precipitin. Després es fa una filtració perquè desapareguin els ions de dissolució, i així disminueix considerablement la duresa.

Per altra banda, per a l'eliminació de duresa permanent, es necessita un procés més complex, per això s'utilitzen resines intercambiadores d'ions.

5.3. Duresa arreu del món

5.3.1. Duresa al món

La roca calcària, la qual és rica en calci i magnesi, es troba present en la major part de Nord Amèrica, i és per això que 85% de l'aigua que hi trobem, és molt dura. Sobre sud Amèrica, desgraciadament no és possible trobar res a causa de la manca d'informació.

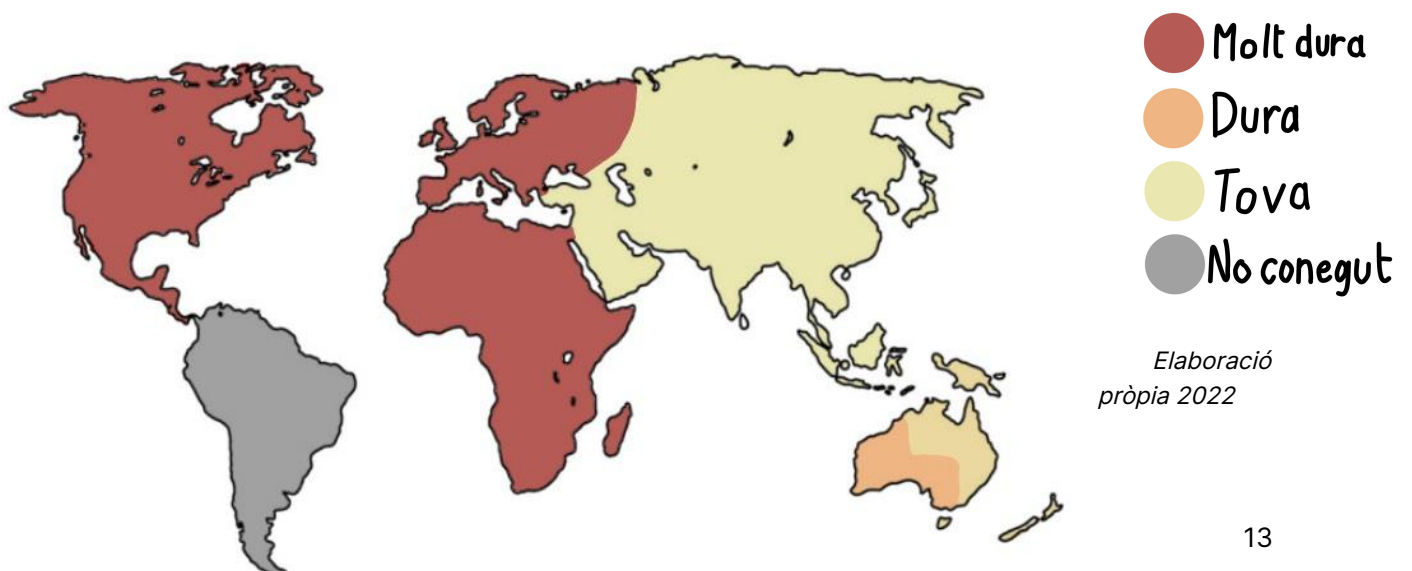
A Europa l'aigua és també dura, ja que la majoria de l'aigua procedeix de rius i aigües subterrànies.

A Àfrica la majoria de l'aigua per al consum humà conté una duresa molt alta.

A diferència d'aquests territoris, Àsia es troba amb una majoria d'aigua menys dura, però, en ser un continent tan gran, podem trobar moltes variacions segons la regió.

L'aigua d'Austràlia té valors de duresa molt variats, Victòria i Tasmània tenen l'aigua més tova, mentre que Austràlia Occidental i Austràlia Meridional en tenen algunes de les més dures.

Mapa 1. Nivell de duresa mundial

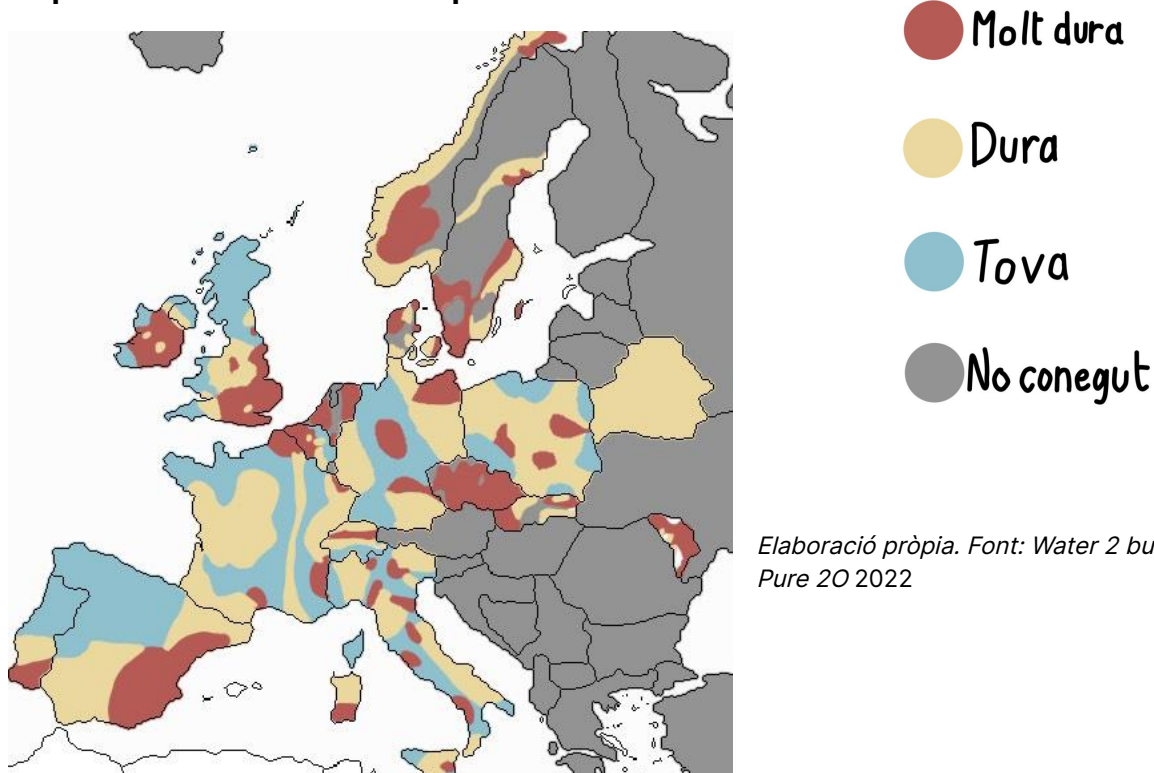


5.3.2.Duresa a Europa

La major part de l'aigua consumida a Europa procedeix de rius i aigües subterrànies, i , a causa dels minerals i calci que conté l'aigua, 85% d'aquesta és dura.

L'actual Directiva d'Aigua Potable de la Unió Europea no estipula límits en la concentració d'ions de calci i de magnesi en l'aigua, així doncs, la majoria dels estats membres regulen aquests paràmetres a través de lleis (12 països) o guies tècniques (7 països).

Mapa 2. Nivell de duresa a Europa



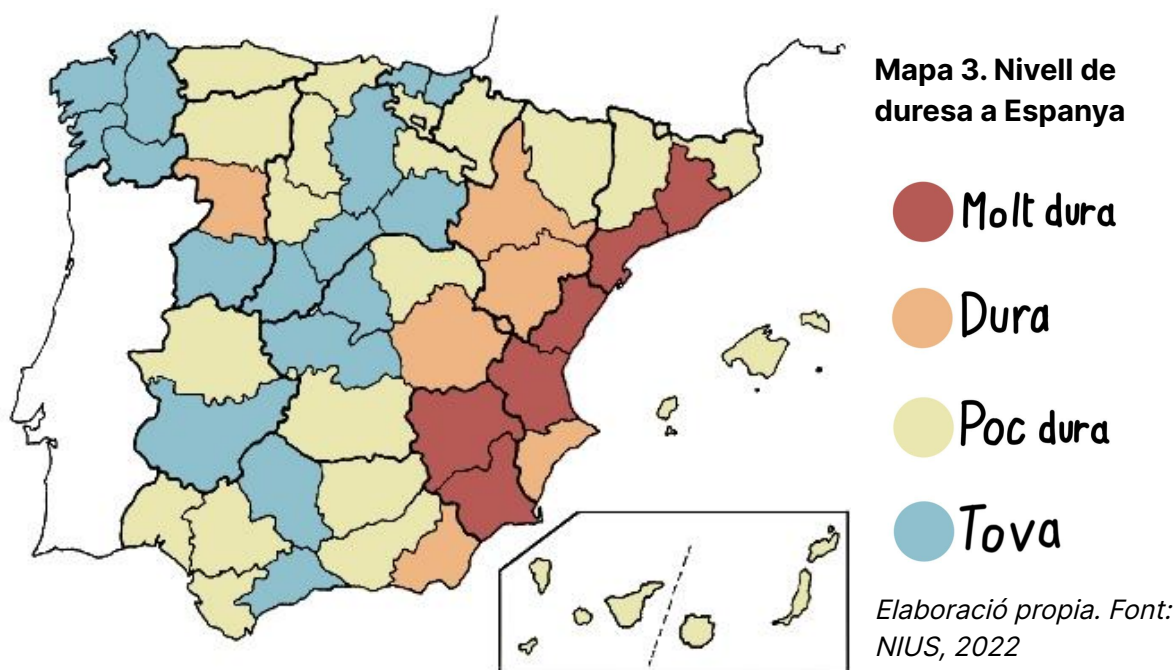
5.3.3. Duresa a Espanya

Fernando Morcillo, president de l'Associació Espanyola de Abastiments d'Aigua i Sanejaments (AEAS) afirma que totes les aigües de l'aixeta d'Espanya són aptes per al consum humà, no obstant, a causa de la diferència de la duresa de cada localitat, els sabors van variant.

L'OCU (Organització de Consumidors i Usuaris) va realitzar un estudi fent un anàlisi de les aigües més i menys dures d'Espanya, amb això es van obtenir els resultats següents:

A la costa del Mediterrani trobem les zones amb aigües més dures, les quals són Barcelona, Tarragona, Castelló, València, Murcia i Albacete.

D'altra banda, les zones on la duresa de l'aigua es mitjana o alta, són les que es troben en la meitat est i sur. Y finalment, les aigües més dèbils d'Espanya, es situen a les zones en el centre nord-oest, com podrien ser Madrid, Burgos o Vitoria. En el cas de les illes Balears i les Canàries, que encara que no són dures, són salobres (és a dir, que tenen més sal que l'aigua dolça però menys que el mar).



5.3.4. Duresa a Catalunya

A causa de l'abundància d'afloraments calcaris i la seva proximitat amb la costa, l'aigua que es troba en les províncies de Catalunya és caracteritzada per ser dura, especialment a Barcelona i Tarragona. Les províncies de Lleida i Girona també són dures, tot i que en menor mesura si ho comparem amb les anteriors.

La duresa en mg/l de CaCO_3 de les províncies de Catalunya és de: (dades de 2021)

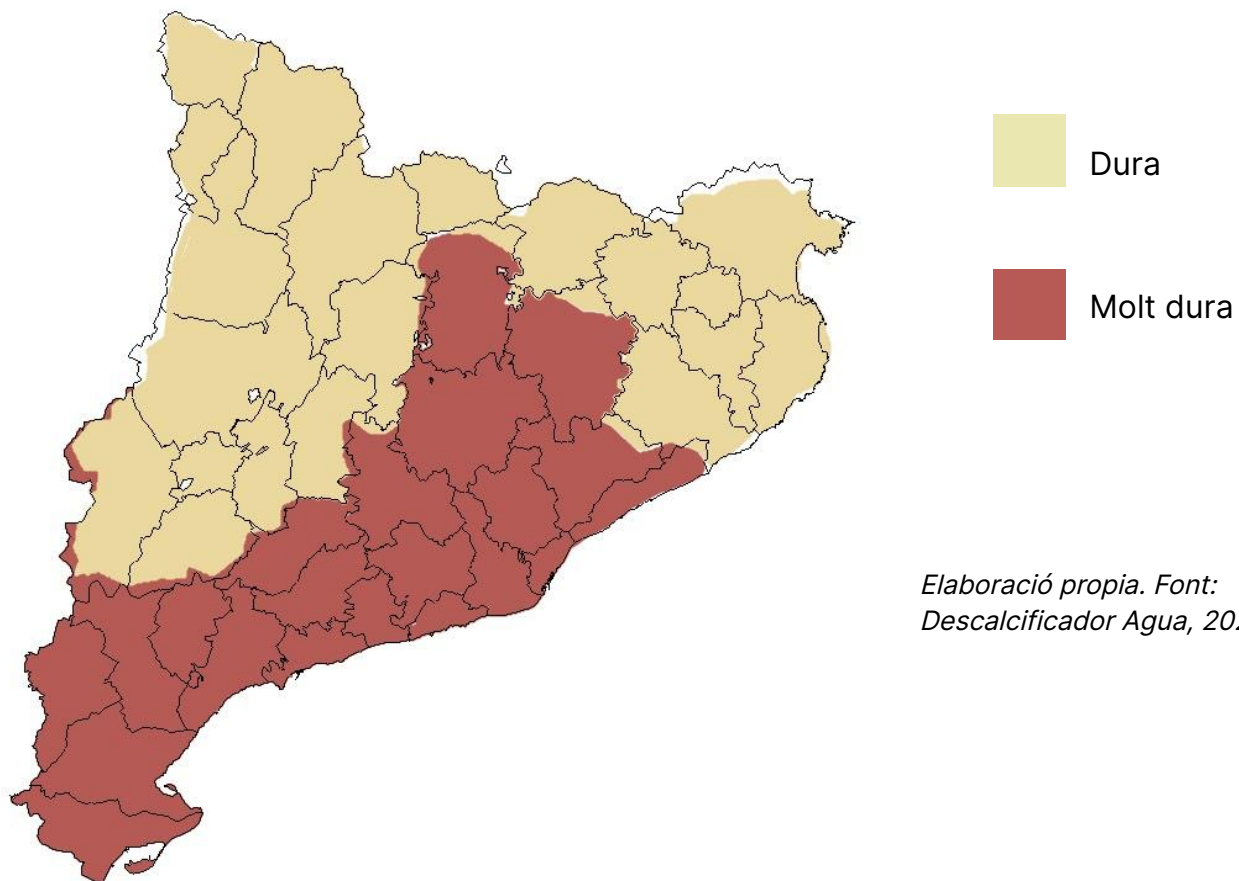
Barcelona 251 mg

Tarragona 440 mg

Girona 200 mg

Lleida 135 mg

Mapa 4. Nivell de duresa a Catalunya



5.4. Impactes causats per la duresa

5.4.1. Domèstics

Imatge 3. Aixeta amb incrustacions Font:Renovables Verdes



Un dels efectes més evidents que trobem a les aigües que mostren diferents quantitats de duresa, és com es comporten a l'hora d'agregar sabó en rentar-nos les mans, dutxar-nos... Si féssim una prova, amb la mateixa quantitat de sabó, podríem observar que com més dura és l'aigua, menys escuma farà, i això és degut a com reaccionen el calci i el magnesi amb els compostos químics que hi ha als sabons, aquesta reacció fa que aquests compostos no tinguin tanta efectivitat. Els anions (o surfactants), reaccionen amb els ions calci Ca^{2+} i magnesi Mg^{2+} en comptes

de retindre les partícules de brutícia en suspensió. I així doncs, com ja s'ha mencionat abans, es produeix la reacció esmentada prèviament. L'elevada duresa a l'aigua forma incrustacions calcàries, aquestes les podem veure perfectament en netejar una cassola en la qual hi afegim aigua amb freqüència. És per això que és molt important ser conscients de la duresa de l'aigua d'on vivim, per així estar preparats i ajustar alguns electrodomèstics que es poden veure afectats si no són regulats segons la duresa de la nostra localitat, és per aquest motiu que es venen productes de neteja especialitzats en descalcificar i minimitzar els estralls que pot ocasionar.

Hi ha varis aliments (sobretot els fesols i els xínxers) que quan són cuinats en aigua molt dura, s'endureixen. Això és degut a que els ions de calci alteren algunes molècules dins dels fesols, cosa que fa que es formi una estructura que dificulta el pas de l'aigua i el fesol es queda dur. Una manera senzilla d'evitar això és l'addició de bicarbonat de sodi (NaHCO_3) a l'aigua on es cuinen els fesols.

Tot i això, no tot són efectes negatius quan es cuina amb aigua dura, ja que cada menjar és diferent, i no tots els aliments exigeixen ser preparats en les mateixes condicions que altres. Un gran exemple és la famosa paella valenciana. Aquest plat tradicional es recomana cuinar amb aigua de mineralització dura, atès que, encara que no varí la cocció, el sabor sí ho fa.

5.4.2. Higienics

L'aigua és essencial per a la nostra rutina higiènica; rentar-nos les mans, dutxar-nos... És important conèixer l'aigua dura i els inconvenients que pot aportar aquesta, per a poder evitar problemes.

Alison Moseley, doctorada en medicina i dermatòloga, afirma que en entrar en contacte amb la nostra pell, els minerals que conté l'aigua s'adheriran a la superfície i assecaran i causaran irritació, és per això que els nens petits amb èczema (trastorn que provoca picor i envermelliment a la pell) són molt sensibles a l'aigua dura. Un altre motiu d'aquesta raspor és l'incapacitat d'aquesta aigua per a dissoldre el sabó, ja que l'aigua dura extrau olis naturals de la pell, fent que es torni seca i escamosa. D'altra banda, rentar-nos el cabell amb aigua amb mineralització alta és poc recomanable, ja que aquesta el que fa, a part de no saponificar bé, l'asseca.

5.4.3. Mèdics

Durant els últims seixanta anys s'ha demostrat, amb evidències científiques irrefutables, els problemes de salut atribuïts a la duresa de l'aigua, ja sigui per la manca o per l'excés de sals dissoltes amb gran consens científic.

Per una banda, l'aigua desmineralitzada incrementa significativament la mortalitat cardiovascular. Altres efectes subaguts són l'augment de fatiga excessiva, mals de cap, fragilitat en les ungles, cabell i cames, nàusees, rampes abdominals, preeclàmpsia, espasmes, acidosi metabòlica, arrítmia o diüresis elevada i malestars en general (Kozisek, 2005). A més, aquestes afeccions són majoritàriament independents a l'estat nutricional de la persona afectada. Una revisió molt completa de quasi 2 mil articles,

amb més de 100 estudis amb dades primàries, va ser completada per la Universitat d'East Anglia en Norwich, l'any 2005.

Una metaanàlisi de 14 estudis observacionals analítics que van investigar la connexió entre la malaltia cardiovascular i la duresa de l'aigua potable. En aquest estudi es van obtenir proves convincentes de la utilitat del Mg com a protector en l'aigua. La relació de probabilitat agrupada va indicar una associació inversa estadísticament distintiva entre el Mg i la mortalitat cardiovascular (OR, 0,75; IC del 95%: 0,68; 0,82; $p = 0,001$). S'ha trobat que les persones que consumeixen aigua potable amb un contingut de 8,3 a 19,4 mg/l de Mg disminueix la probabilitat de mortalitat cardiovascular en un 25%, en comparació amb la gent que consumeix aigua amb un contingut de Mg de 2,5 a 8,2 mg/l (Catling et al., 2008).

Dos metaanàlisis independents que es van basar en estudis més recents van obtenir unes conclusions similars (Jiang et al., 2016; Gianfredi et al., 2017). Gianfredi et al. també van observar l'efecte protector del calci de l'aigua sobre les malalties cardiovasculars. L'Organització Mundial de la Salut afirma que no hi ha prou evidència per a proposar pautes per al Ca, Mg o duresa de l'aigua en específic. Malgrat això, en una altra publicació de l'OMS, Calderón i Hunter (2009) van concloure: "Hi ha un consens creixent entre els epidemiòlegs que l'evidència epidemiològica, juntament amb l'evidència clínica i nutricional, ja és prou forta com per suggerir que s'haurien d'emetre noves guies."

Altres estudis d'investigació també han suggerit un efecte protector beneficiós del Ca i el Mg de l'aigua associat amb altres malalties cròniques, com trastorns neurològics, esclerosi lateral amiotròfica, preeclàmpsia en dones embarassades, pressió arterial alta, síndrome metabòlic (Rosborg y Kozisek, 2020). La falta de minerals en l'aigua que bevem causa una menor densitat de òssia, és a dir, una major incidència de fractures resultant en un desenvolupament alterat en els nens petits (Verd et al., 1992; Costi et al., 1999; Dahl et al., 2013, 2015).

Per altra part, l'aigua amb nivells alts de Ca i Mg sol ser evitada degut al seu sabor, i a més, si hi afegim un nivell alt de TDS², aquesta aigua pot incrementar el risc de problemes renals i d'altres tipus de càlculs i artritis. L'aigua potable amb alts nivells de Ca és successible a causar

² Sòlids dissolts totals

descamació i l'aigua amb nivells alts de Mg i de sulfat, causa diarrea transitòria.

Tot i això, la càrrega d'aquesta malaltia és molt menor que els riscos de mortalitat per malaltia cardiovascular associats amb l'aigua amb baix contingut de Mg i Ca, i hi ha evidència que el Ca pot reduir el risc d'alguns tipus de càlculs renals en reduir l'excreció urinària d'oxalat (Curhan et al., 1993).

5.4.4. Industrials

L'aigua és una substància utilitzada freqüentment en la indústria, ja que és capaç de desenvolupar moltes funcions; transferència de calor, transport de matèries primeres, producció d'energia a partir de l'evaporació... és per aquest motiu que és essencial que aquesta aigua passi per una sèrie de processos per a poder ser utilitzada degudament i sense problemes.

En aquest camp, l'aigua dura comporta molts inconvenients, sobretot en equips on és necessària l'aigua calenta, ja que aquesta provoca incrustacions, cosa que produeix una eficiència menor a causa de la reducció de conductivitat tèrmica i un major consum d'energia. Fins i tot nivells baixos com 5-8 mg/L són extrems per a algunes aplicacions de l'aigua en la indústria (com és el cas de l'aigua d'alimentació a calderes).

Altres problemes que provoquen els residus dels minerals que es queden en les calderes i tuberies són:

- Reducció de flux, cosa que comporta a majors costos de bombejos derivats de la pèrdua de càrrega associada, finalment comportant l'obligatorietat de netejar les canonades o canviar-les.

- En les calderes, quan es genera una capa addicional de material calcari, aquest impedeix una bona transferència de calor a través del metall cap a l'aigua. Això derivarà a "punts calents" i trencaments. Produint l'increment dels costos productius i de manteniment.

- El mateix passa amb les torres de refredament, l'aigua dura redueix la transferència de calor augmentant els costos associats. Portant-les a necessitar manteniments costosos o el reemplaçament dels equips.

Imatge 4. Canonada neta



Imatge 5. Canonada amb incrustacions



Font: Arveng training & engineering

5.4.5. Reg

En alguns pocs casos, el reg de les plantes utilitzant aigua dura pot ser beneficiós, ja que així poden rebre una quantitat de minerals beneficiosos per al seu desenvolupament (com per exemple l'alumini , zinc...).

En canvi, alguns tipus de plantes resulten afectades quan són regades amb aigua dura, perquè aquesta altera el seu pH, aquestes plantes són les acidòfiles, hortènsies i camèlies. L'excés de nutrients en les plantes, pot causar problemes com: fulles grogues, creixement lent, o fins i tot, poden arribar a morir. Les arrels saturades no absorbiran els nutrients necessaris; ja que es forma un bloqueig a la xarxa de reg, a causa de que al sòl es generen unes molècules complexes que aquesta planta no pot absorbir.

Depenent del sòl on es troben plantades es necessita un tipus d'aigua o altra; per als sòls sòdics és necessària l'aigua dura, perquè aquesta compensa la negativitat del catió sodi del sòl (Na^+). Per altra banda, en sòls compactes (sòls durs) és recomanable el reg amb aigua tova, perquè si utilitzéssim aigua dura, aquesta afectaria la permeabilitat del sòl. També existeixen riscos d'obturacions dels emissors de reg, ja que s'acumulen les sals al seu interior i això disminueix la uniformitat del reg i es produeix una minva en la producció.

És recomanable conèixer la qualitat de l'aigua que usem a l'hora de realitzar tractaments fitosanitaris en els cultius, pel fet que l'eficiència d'aquest dependrà de la concentració de minerals que aquesta conté.

Imatge 6. Tronc amb cal precipitada

Font: GrowMax Water

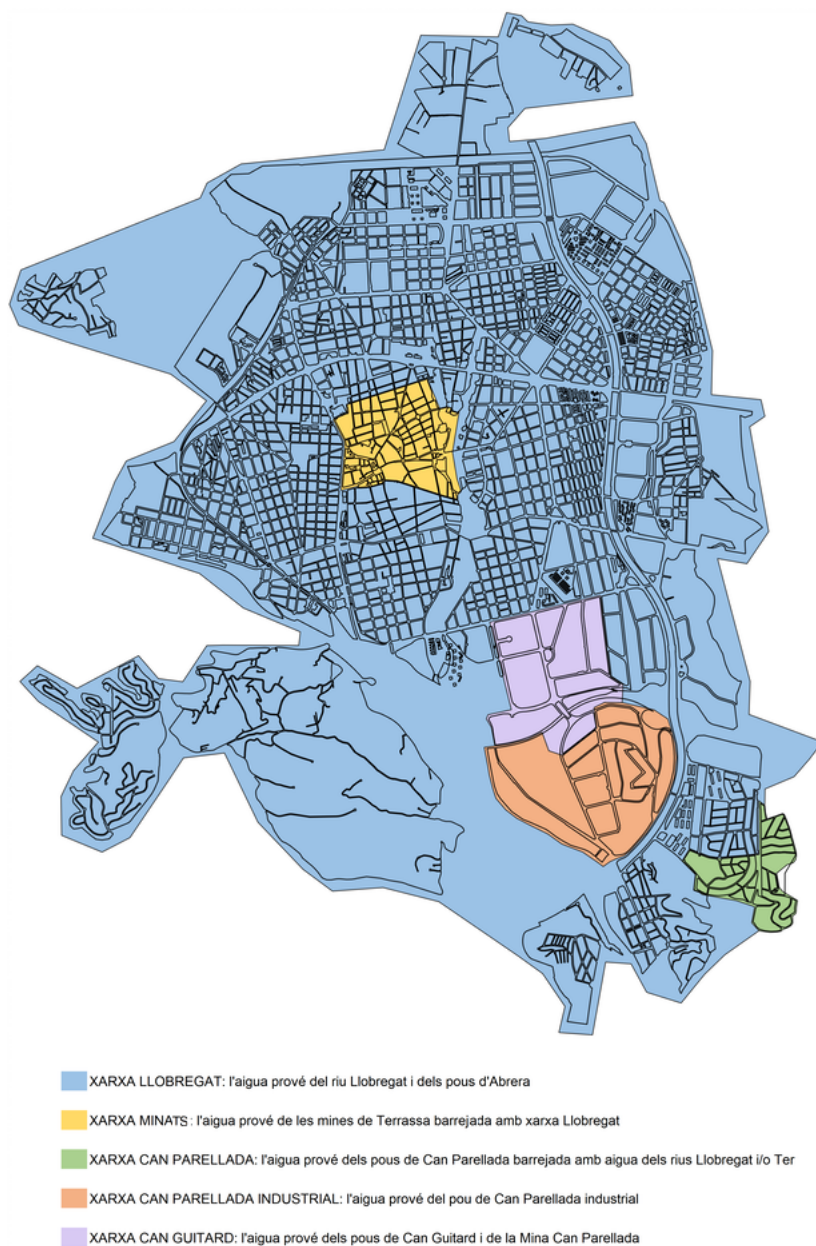


5.5. Duresa de l'aigua a Terrassa i factors que la determinen

Terrassa es troba a la província de Barcelona, una de les províncies amb l'aigua més dura de Catalunya. L'aigua d'aquesta ciutat es pot classificar segons la xarxa de la qual prové, i depenent de quina és, els valors de la duresa varien.

A continuació es detallaran les característiques de l'aigua de les diferents xarxes d'abastiment de la ciutat de Terrassa, començant amb les aigües més toves i acabant amb les més dures.

Imatge 7. Xarxes de Terrassa



Font: Taigua

La zona amb l'aigua menys dura correspon a la xarxa de Can Parellada. Aquesta aigua prové dels pous de Can Parellada barrejada amb aigua dels rius Llobregat i/o Ter. En aquests últims anys, gràcies a la informació proporcionada per l'empresa Taigua, hem pogut observar que l'any 2019 hi ha hagut una mitjana de duresa més alta en aquesta zona, amb 250 mg/l CaCO_3 en total, un mínim de 192 mg/l CaCO_3 al desembre i un màxim de 366 mg/l CaCO_3 al juliol.

Seguidament, trobem la xarxa Llobregat, l'aigua d'aquesta és més dura que l'anterior i prové del riu Llobregat i dels pous d'Abrera. En el 2019, igual que l'anterior, va ser quan més alta va ser la seva duresa, amb una mitjana de 364 mg/l CaCO_3 , amb 463 mg/l CaCO_3 de màxim al mes de març i un mínim de 197 mg/l CaCO_3 al juliol.

L'aigua de la xarxa Cant Guitard prové dels pous de Can Guitard i de la Mina Can Parellada, és una de les tres zones amb aigua més dura de Terrassa, amb una mitjana de 452 mg/l CaCO_3 a l'any 2019, l'any en el qual l'aigua es va trobar més dura, i amb un màxim de 507 mg/l CaCO_3 al juliol i un mínim de 335 mg/l CaCO_3 a l'octubre.

La segona xarxa amb l'aigua més dura d'aquesta ciutat es diu xarxa Can Parellada Industrial, l'aigua d'aquesta prové del pou de Can Parellada Industrial i igual que les anteriors, en 2019 va tenir una mitjana més alta, de 456 mg/l CaCO_3 amb un màxim de 475 mg/l CaCO_3 al juny i un mínim de 428 mg/l CaCO_3 a l'octubre.

Finalment, la zona amb duresa més alta és la xarxa Minats, on l'aigua d'aquesta ve de les mines de Terrassa barrejades amb xarxa Llobregat, a diferència de les altres, la mitjana més alta va ser al 2020, amb 481 mg/l CaCO_3 , un màxim de 523 mg/l CaCO_3 al febrer i un mínim de 410 mg/l CaCO_3 al març.

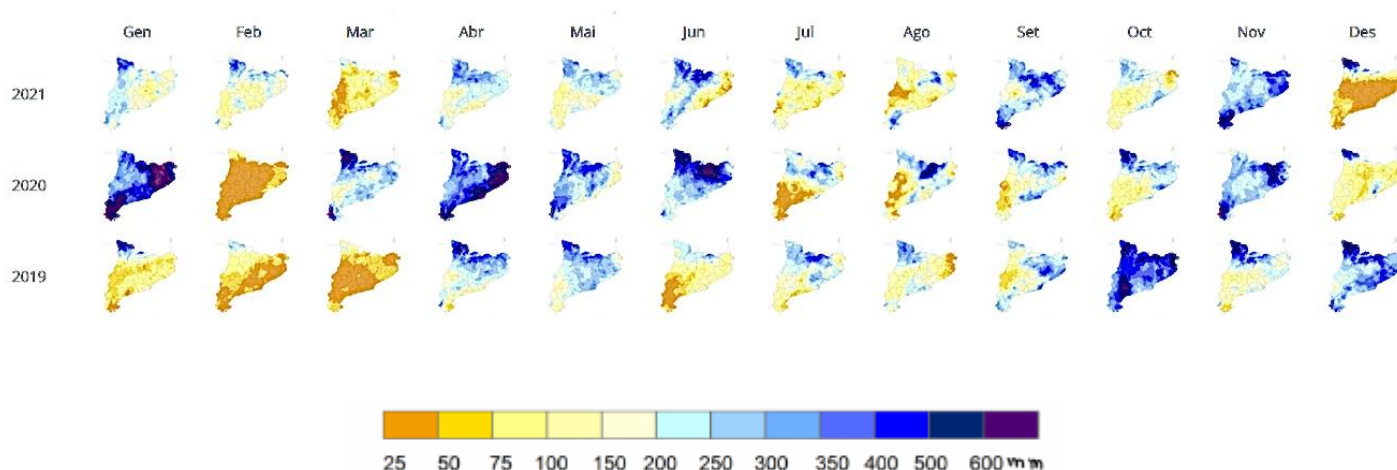
S'ha de tenir en compte, però, que a l'abril de 2020, no hem pogut trobar dades de cap xarxa per raons desconegudes, que podrien ser a causa del confinament degut al Covid-19.

Aquestes dades es poden observar a l'Annex 3.

Després d'observar les similituds entre aquestes dades, podem observar que al 2019 a Terrassa la duresa de l'aigua va ser molt elevada en comparació als altres anys, seguidament, intentarem trobar el causant de l'increment de la duresa durant 2019:

Ramon Navarro, un meteoròleg Terrassenc ens ofereix un resum de les dades meteorològiques de Terrassa a l'any 2019. Al juny va arribar la temperatura màxima, que va ser de 39,6 graus. La màxima ratxa de vent va arribar als 89 quilòmetres per hora al desembre, mentre que el mes més plujós va ser l'octubre, amb un total de 124,7 litres, i el mes més sec va ser març, on la pluja quasi no es veia. Una altra cosa important de 2019, és que ha plogut un 40% menys de la mitjana anual. Com es pot observar en la figura següent:

Imatge 8. Nivell de precipitació 2019-2021



Font:meteo.cat

- Amb aquesta informació, es pot arribar a la conclusió de què hi ha connexions:

Taula 3. Connexions entre els mesos i el nivell de duresa

Mes	Duresa
Març	Màxima duresa a la xarxa de Llobregat.
Juny	Màxima duresa a la xarxa de Can Parellada Industrial.
Juliol	Màxima duresa la xarxa de Can Guitard i de Can Parellada. Mínima duresa a la xarxa de Llobregat.
Octubre	Mínim de duresa a la xarxa de Can Guitard i de Can Parellada Industrial.
Desembre	Mínim de duresa a la xarxa de Can Parellada.

Elaboració propia. Font: Taigua 2022

- Per trobar el factor essencial que ens determina el perquè d'aquestes xifres de duresa, hem de trobar les semblances entre aquests mesos i els seus agents meteorològics.

◇Al març de 2019 on la xarxa Llobregat va arribar a la seva màxima duresa:

Valors mitjans:

- > Temperatura: **12.4 °C**
- > Humitat: **62 %**
- > Precipitació: **1.2 mm**

Extrems:

- > Temperatura màxima: **22.9 °C** dia 23 a les 16:00

- > Temperatura mínima: **4.4 °C** dia 20 a les 07:00
- > Humitat màxima: **92 %** dia 6 a les 22:00
- > Humitat mínima: **9 %** dia 26 a les 12:30
- > Precipitació màxima: **1.2 mm** dia 6

◇Al Juny de 2019 on la xarxa de Can Parellada Industrial va arribar a la seva màxima duresa:

Valors mitjans:

- > Temperatura: **22.2 °C**
- > Humitat: **57 %**
- > Precipitació: **26.4 mm**

Extrems:

- > Temperatura màxima: **39.4 °C** dia 28 a les 16:00
- > Temperatura mínima: **9.2 °C** dia 12 a les 05:30
- > Humitat màxima: **94 %** dia 12 a les 05:30
- > Humitat mínima: **17 %** dia 24 a les 17:00
- > Precipitació màxima: **26.4 mm** dia 1

◇Al juliol de 2019 on la xarxa de Can Guitard i la de Can Parellada van arribar a la seva màxima duresa. La xarxa de Llobregat va arribar a la seva mínima duresa:

Valors mitjans:

- > Temperatura: **25.6 °C**
- > Humitat: **63 %**
- > Precipitació: **71.0 mm**

Extrems:

- > Temperatura màxima: **35.9 °C** dia 23 a les 17:00
- > Temperatura mínima: **16.7 °C** dia 28 a les 07:00
- > Humitat màxima: **91 %** dia 17 a les 20:00
- > Humitat mínima: **28 %** dia 23 a les 16:30
- > Precipitació màxima: **40.0 mm** dia 9

◇A l'octubre de 2019 on van arribar al mínim de duresa la xarxa de Can Guitard i Can Parellada Industrial:

Valors mitjans:

- > Temperatura: **18.0 °C**
- > Humitat: **75 %**
- > Precipitació: **102.2 mm**

Extrems:

- > Temperatura màxima: **29.2 °C** dia 1 a les 15:30
- > Temperatura mínima: **10.1 °C** dia 16 a les 05:30
- > Humitat màxima: **95 %** dia 22 a les 24:00
- > Humitat mínima: **33 %** dia 7 a les 17:30
- > Precipitació màxima: **75.2 mm** dia 22

◇I finalment del 2019, tenim desembre, on va arribar al seu mínim de duresa la xarxa de Can Parellada:

Valors mitjans:

- > Temperatura: **10.8 °C**
- > Humitat: **77 %**

> Precipitació: **108.2 mm**

Extrems:

> Temperatura màxima: **18.1 °C** dia 13 a les 15:30

> Temperatura mínima: **3.7 °C** dia 11 a les 08:30

> Humitat màxima: **95 %** dia 20 a les 04:30

> Humitat mínima: **46 %** dia 22 a les 15:00

> Precipitació màxima: **66.8 mm** dia 4

- Ara que tenim totes les informacions meteorològiques necessàries, podem començar a veure les similituds:

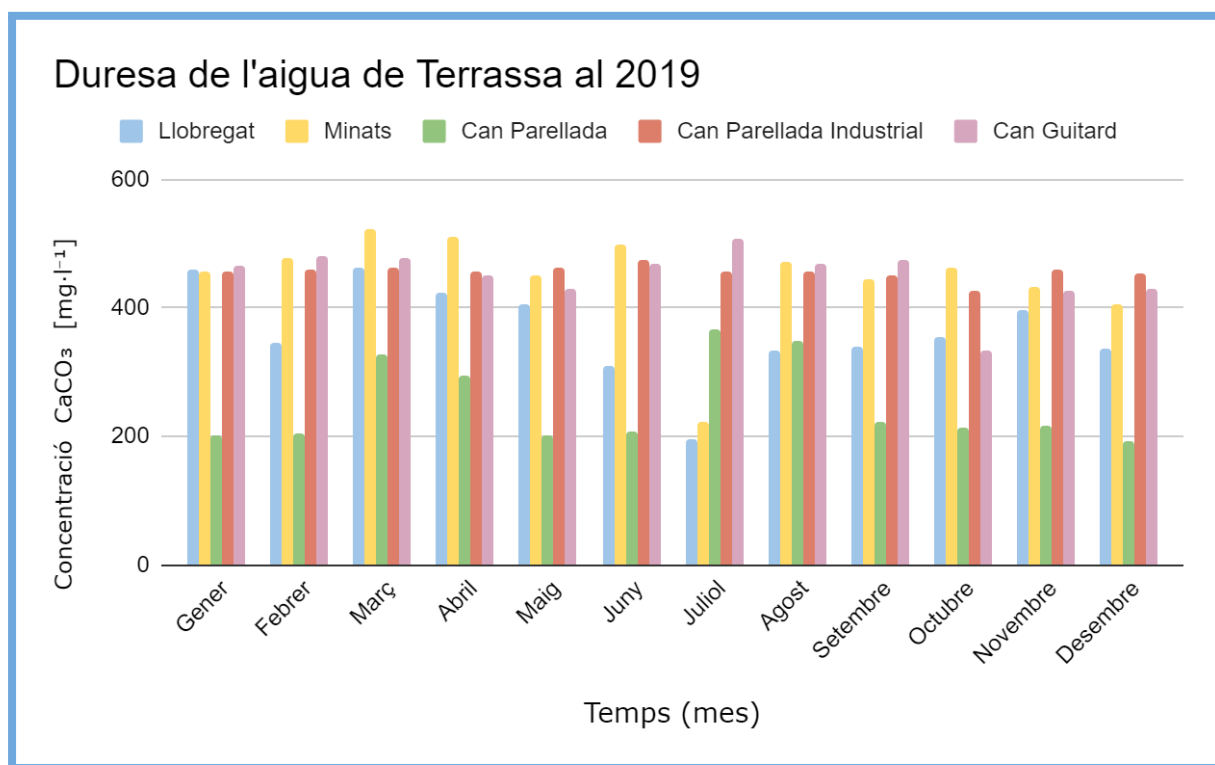
Màxima duresa	Mínima duresa
Març, juny, juliol	Juliol, octubre, desembre

Al març, juny i juliol hi ha hagut com a mínim una xarxa la qual va arribar a la seva màxima duresa (Al juliol hi ha hagut dues xarxes les quals han arribat a màxima i mínima duresa), tanmateix, aquests mesos no tenen molt en comú, excepte pels valors mitjans de la humitat que ronden pel 60%. Factors com la precipitació, que ens poden fer pensar que afecten d'alguna manera, en aquests mesos s'ha demostrat amb molta diferència, ja que mentre el mes de març va ser molt sec, al juliol passa tot el contrari. Això és degut al clima mediterrani, en el qual plou a la tardor i la primavera, mentre que a l'estiu i a l'hivern hi plou poc (tanmateix, sempre hi poden haver excepcions). Per altra banda, al juliol, octubre i desembre s'ha arribat al mínim de duresa d'algunes xarxes. En aquests mesos la precipitació, comparant amb els mesos de màxima duresa, ha estat molt elevada.

Així arribem a la conclusió que la pluja és el factor més significatiu a l'hora de determinar la duresa de les aixetes. Com més precipitació, menys duresa, i tenint en compte que 2019 va ser un any tan sec i amb valors mitjans de duresa massa alts, reforça aquest estudi. Hem de tenir en compte, però, que la pluja que determina la duresa de l'aigua a Terrassa és la que cau al llarg del riu de Llobregat, ja que el 80% prové d'aquest riu.

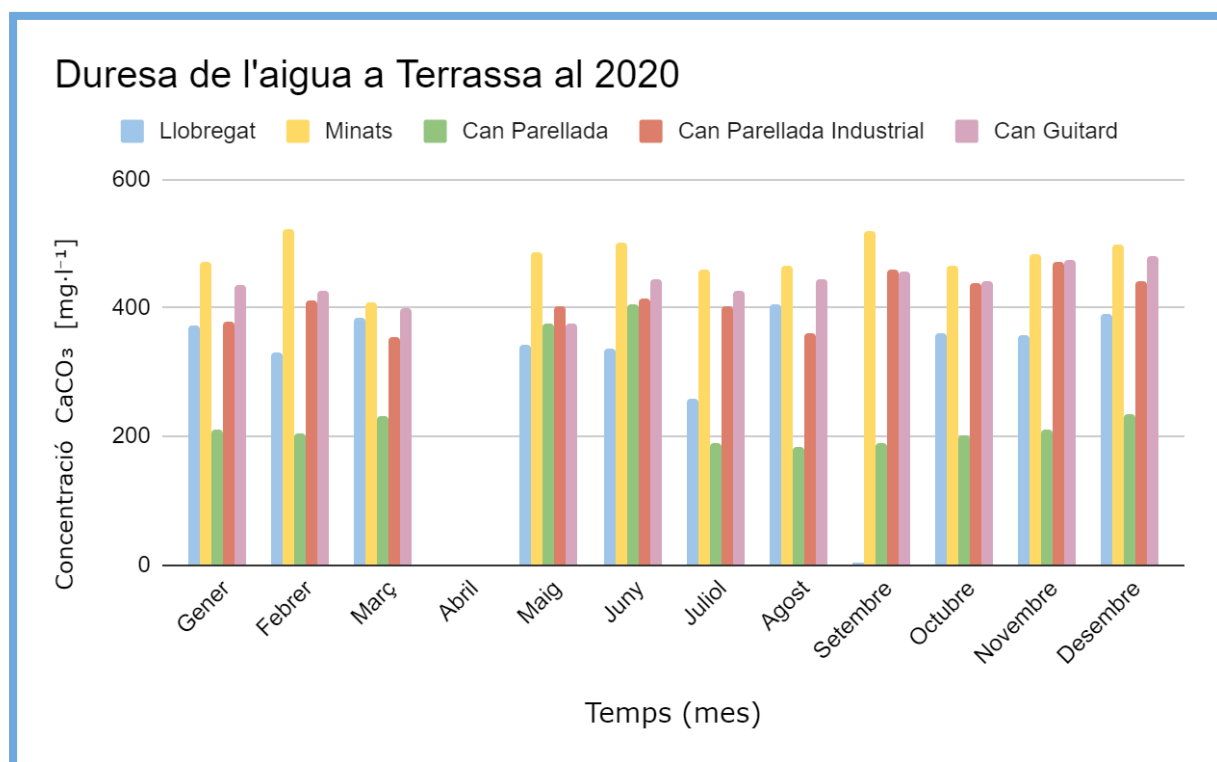
- A continuació observarem unes gràfiques dels nivells de duresa a Terrassa des del 2019 fins al 2022:

Gràfic 3. Duresa de l'aigua de Terrassa al 2019 *Elaboració pròpia. Font: Taigua, 2019*



El gràfic 3 correspon al 2019 on/i s'hi poden apreciar algunes connexions entre la xarxa Minats, Llobregat, Can Parellada Industrial i Can Guitard, ja que en la majoria es troben amb una duresa similar (menys al juliol). En canvi, la xarxa Can Parellada es troba molt per baix, quasi cada mes, a causa de la poca concentració de minerals en comparació amb les altres.

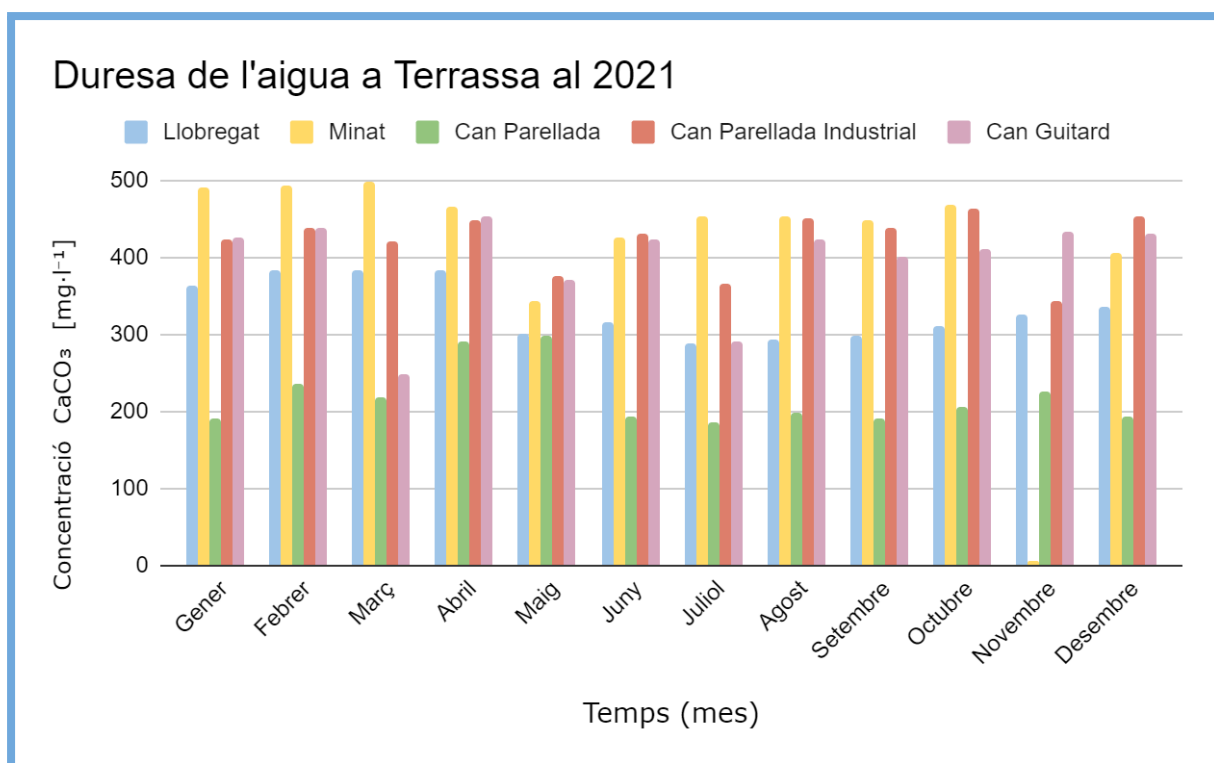
Gràfic 4. Duresa de l'aigua de Terrassa al 2020



Elaboració pròpia. Font: Taigua, 2020

En el gràfic 4, de 2020, com s'ha mencionat prèviament, no hem obtingut els resultats del mes d'abril. Exceptuant aquest mes, es pot contemplar com la xarxa Minats és amb diferència la zona amb aigua més dura d'aquest any. Les xarxes de Llobregat, Can Parellada Industrial i Can Guitard la segueixen, i per últim trobem la xarxa Can Parellada, que de nou, és la xarxa amb aigua més tova de totes.

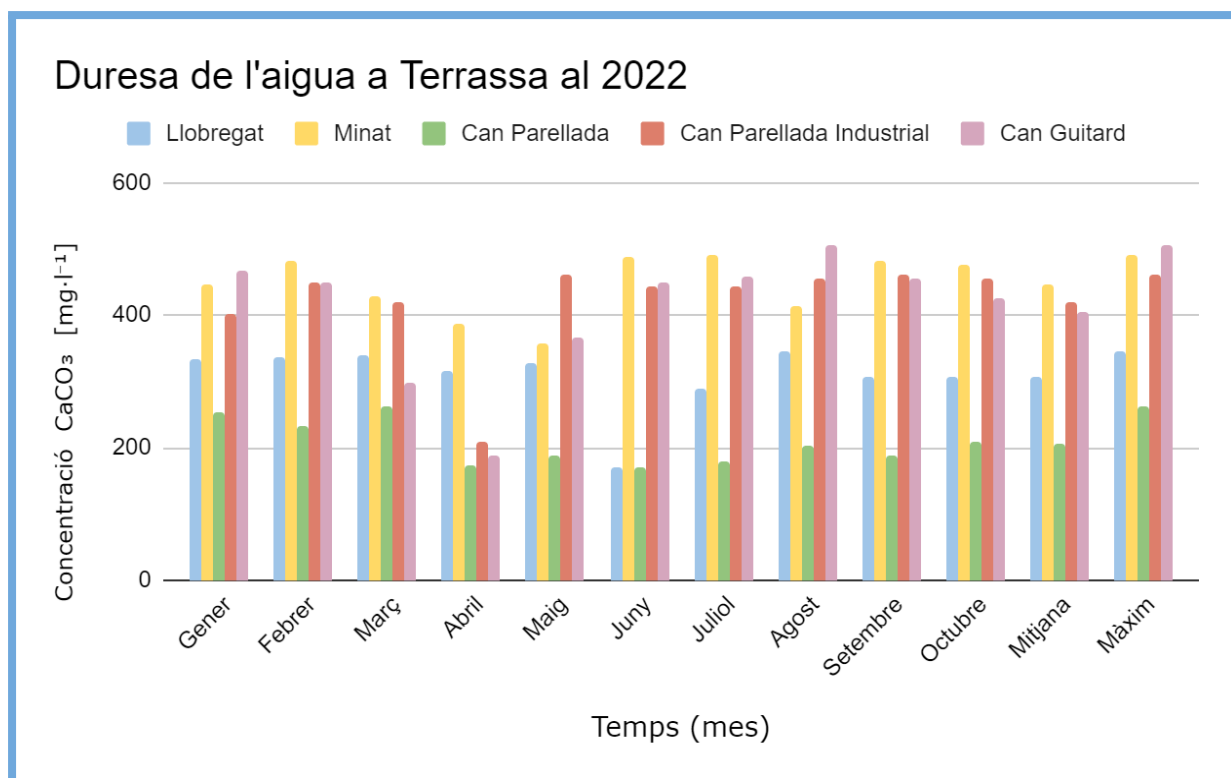
Gràfic 5. Duresa de l'aigua de Terrassa al 2021



Elaboració pròpia. Font: Taigua, 2021

A 2021, passa igual que als altres anys, la xarxa Can Guitard i Can Parellada Industrial se segueixen mútuament, no es troba massa diferència entre elles. En canvi, Minats, es troba amb una duresa significativament alta. Les xarxes amb aigua més tova han sigut Llobregat i com els previs anys, Can Parellada.

Gràfic 6. Duresa de l'aigua de Terrassa al 2022

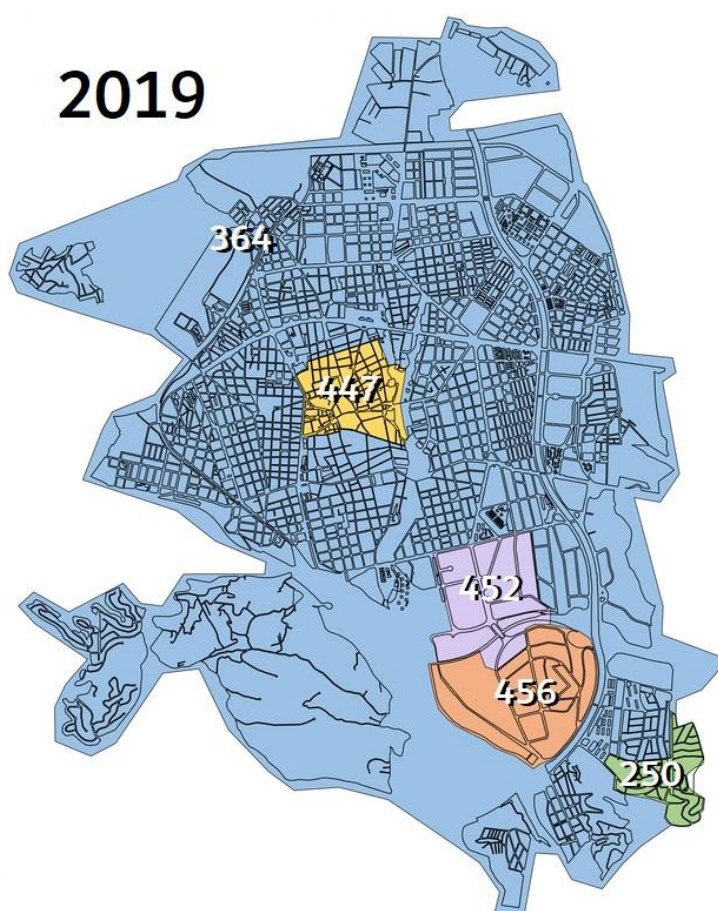


Elaboració pròpia. Font: Taigua, 2022

En 2022, només mostrem la informació sobre aquests últims mesos i fins a finals d'octubre. Es pot veure fàcilment que en general les dureses han sigut molt baixes, però hem de tenir en compte que falten alguns dies d'octubre i els mesos de desembre i novembre. La xarxa Minats ha sigut la zona amb aigua més dura, mentre que la zona amb aigua més tova ha sigut la xarxa de Can Parellada.

- Finalment, per a tenir una perspectiva més visual de les diferents xarxes i nivells de duresa (expressada en mg/l CaCO_3), facilitem els següents mapes:

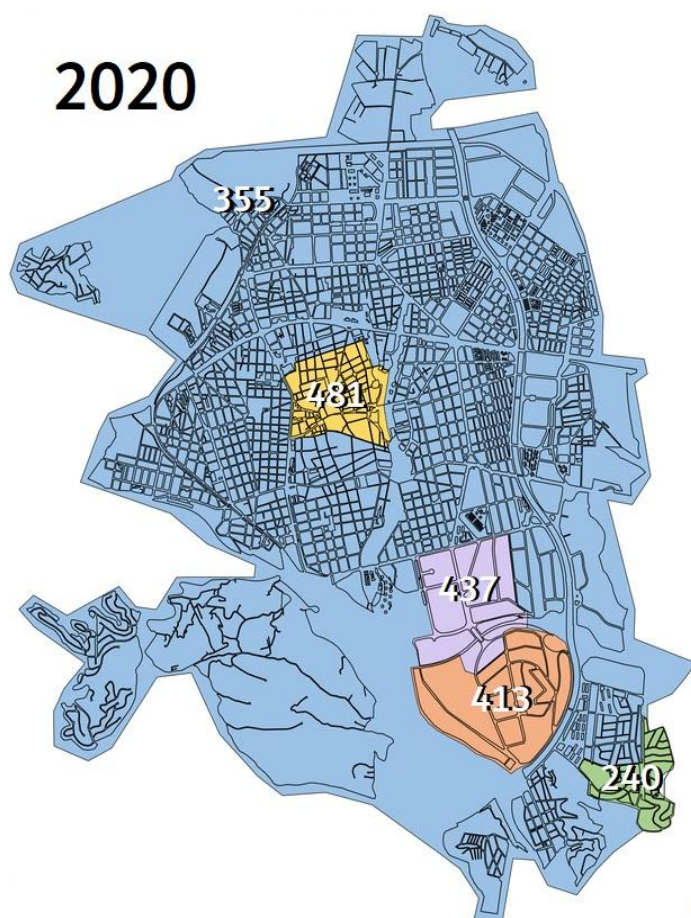
Mapa 5. Duresa de l'aigua a Terrassa en 2019



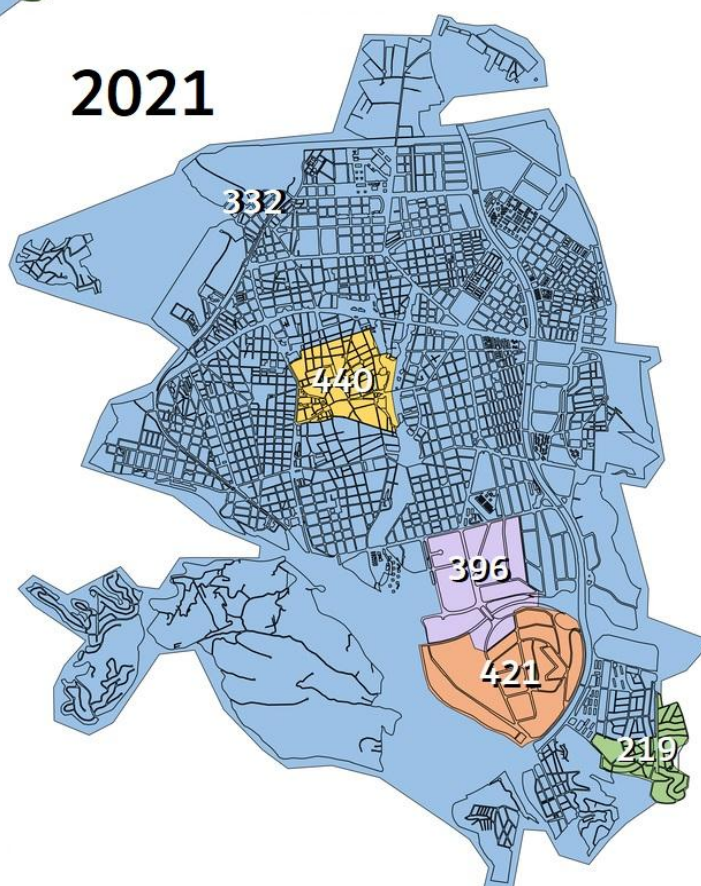
Elaboració pròpia. Font: Taigua, 2019

- XARXA LLOBREGAT: l'aigua prové del riu Llobregat i dels pous d'Abrera
- XARXA MINATS: l'aigua prové de les mines de Terrassa barrejada amb xarxa Llobregat
- XARXA CAN PARELLADA: l'aigua prové dels pous de Can Parellada barrejada amb aigua dels rius Llobregat i/o Ter
- XARXA CAN PARELLADA INDUSTRIAL: l'aigua prové del pou de Can Parellada industrial
- XARXA CAN GUITARD: l'aigua prové dels pous de Can Guitard i de la Mina Can Parellada

Mapa 6. Duresa de l'aigua a Terrassa en 2020

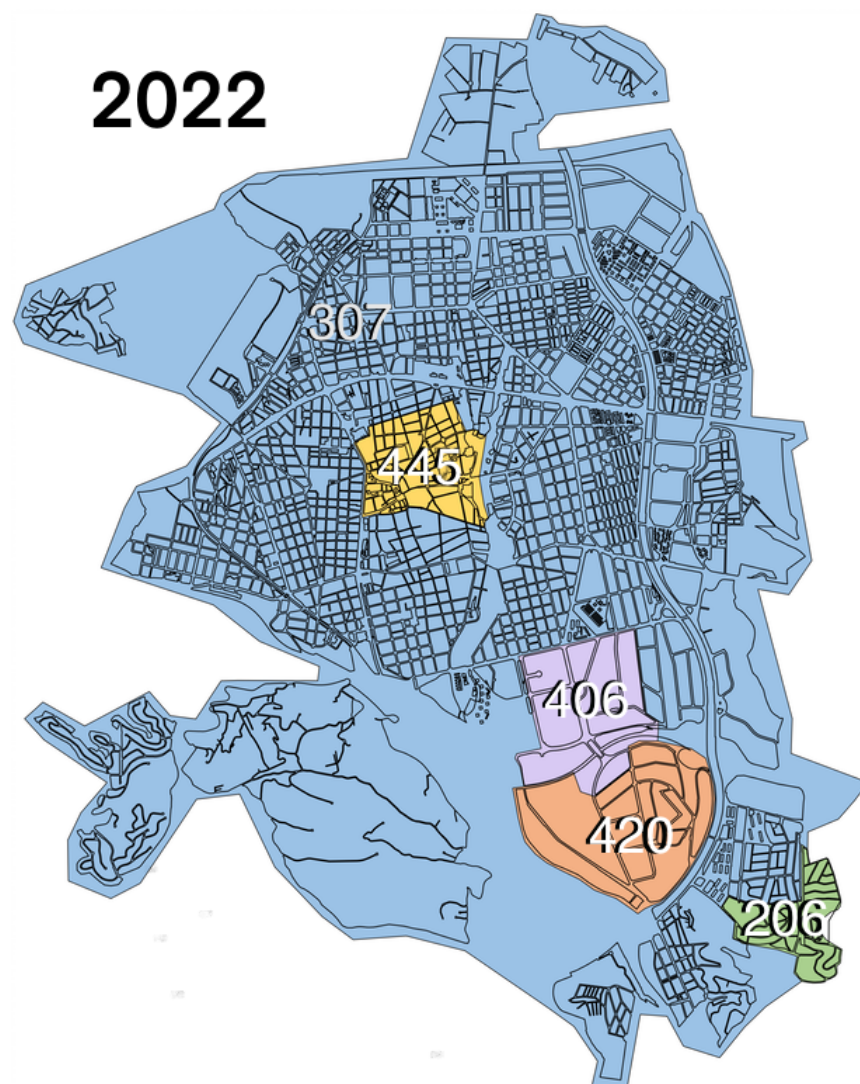


Mapa 7. Duresa de l'aigua a Terrassa en 2021



Elaboració pròpia. Font: Taigua, 2020 i 2021

Mapa 8. Duresa de l'aigua a Terrassa en 2022



Elaboració pròpia. Font: Taigua, 2022

- XARXA LLOBREGAT: l'aigua prové del riu Llobregat i dels pous d'Abrera
- XARXA MINATS: l'aigua prové de les mines de Terrassa barrejada amb xarxa Llobregat
- XARXA CAN PARELLADA: l'aigua prové dels pous de Can Parellada barrejada amb aigua dels rius Llobregat i/o Ter
- XARXA CAN PARELLADA INDUSTRIAL: l'aigua prové del pou de Can Parellada industrial
- XARXA CAN GUITARD: l'aigua prové dels pous de Can Guitard i de la Mina Can Parellada

5.6. Les característiques de l'aigua a Terrassa

Com ja s'ha mencionat prèviament, l'aigua de Terrassa prové de diversos aqüífers, però principalment s'obté del riu de Llobregat. Aquest riu recorre part de Catalunya i el seu sabor característic ve quan passa per un punt en concret. Aquest es tracta de les mines de potassa de Sallent i Súria (comarca del Bages i marcades amb blau en la imatge 8). Aquestes són unes zones riques en sal, i és per això que el riu Llobregat es caracteritza per la seva salinitat elevada. Junt amb la seva duresa elevada, aquestes característiques són les que fan que els ciutadans creguin que aquesta aigua no és bona.

Imatge 9. Recorregut de l'aigua del riu Llobregat



Font: EL PAÍS

Després de conèixer aquesta informació, és realment segur beure de l'aigua de l'aixeta?

Per a poder respondre a aquesta pregunta, hem d'endinsar-nos en les analítiques de control, uns documents amb informació sobre l'aigua d'algun territori, aquestes són importants, ja que amb elles es pot veure si els resultats dels seus valors paramètrics sobrepassen el límit establert. També existeixen les analítiques completes, aquestes donen informació més extensa, un millor estudi de l'aigua.

Per a poder fer una millor anàlisi de l'aigua de Terrassa, s'han de conèixer abans aquests límits establerts:

La llei que regeix els paràmetres pels quals cal regir la qualitat de l'aigua de consum humà és el Reial decret 140/2003. Aquest decret enumera almenys els següents paràmetres: color, olor, sabor, terbolesa, conductivitat, pH, amoni, bacteris coliformes i *Escherichia coli* (E. coli).

pH: Sent un dels paràmetres químics de qualitat de l'aigua més importants, aquest mesura l'acidesa de l'aigua. L'aigua pura és neutra, 7,0 a 25 °C, però l'aigua de consum difícilment s'ajusta a aquest valor.

Clor residual: Per a desinfectar l'aigua se li afegeix Cl_2 . Aquest és un gas tòxic que en una solució aquosa no resulta perjudicial. El límit acceptable de Cl_2 per a aigües de consum humà és una concentració d' 1,0 mg/l.

Clorur: El límit màxim permès d'ions de clorur a l'aigua potable és de 250 mg/l

Nitrits: El nivell de nitrits a l'aigua potable no ha de ser superior als 0,5 mg/l a la xarxa de distribució i 0,1 mg/l a la sortida de l'Estació de Tractament d'Aigua Potable.

Nitrat: La seva concentració a l'aigua prové de la descomposició de la matèria orgànica i de la fixació del nitrogen de l'atmosfera. El Reial decret 140/2003 recull que el nitrat no ha d'excedir els 50 mg/l en aigua potable.

Fosfat: El fosfat no és tòxic per a les persones, però la concentració és un indicador d'importància.

Ferro i manganès: No han de superar els 200 µg/l en ferro, i 50 µg/l en manganès.

Coure i zinc: Són essencials i beneficiosos per a la salut de les persones, així com el desenvolupament de plantes i animals. No obstant això, poden produir sabors desagradables a l'aigua quan es troben en altes concentracions.

Oxigen dissolt: L'oxidabilitat de l'aigua no ha de superar els 5,0 mg d'O₂/l.

En aquesta imatge d'una analítica completa (ACP) de les aigües de la zona de Llobregat d'agost de 2022, es pot apreciar com els valors estan ben regulats, aquesta aigua és medicament saludable:

Imatge 10. ACP de la xarxa de Llobregat Font: Taigua, 2022

PARÀMETRES	MÈTODES	RD 140/2003	RESULTATS	UNITATS
Caràcters organolèptics				
Color	P17PN001/Espectrofotometria UV-VIS	15	< 5 ± 14%	mg/L Pt/Co
* Gust	P17PN004/Índex dilució	3 a 25 °C	1.0	Índ. de dil.
* Olor	P17PN003/Índex dilució	3 a 25°C	1.0	Índ. de dil.
Terbolesa	P17PN002/Nefelometria	5	< 0.30 ± 28%	UNF
Caràcters Físico-Químics				
Amoni	P17PN022 / Espectrofotometria UV-VIS	0.5	< 0.10 ± 18%	mg/L
Carbó orgànic total	P17PN207/Detecció infraroigs no dispersius (NDIR)		1.0 ± 22%	mg/L
* Cianurs totals	Laboratori extern (1)	50	< 15 ± 12%	µg/L
Clor residual combinat	P17PN204 / Espectrofotometria. UV-VIS	2	< 0.10 ± 20%	mg/L
Clor residual lliure	P17PN204 / Espectrofotometria. UV-VIS	1.0	0.82 ± 20%	mg/L
Clor residual total	P17PN204 / Espectrofotometria. UV-VIS		0.91 ± 20%	mg/L
Nitrits	P17PN021/ Espectrofotometria. UV-VIS	0.5	< 0.01 ± 17%	mg/L
* Oxidabilitat	P17PN024/Valoració redox	5.0	1.9 ± 46%	mg O ₂ /L
* Índex de Langelier	P17PN103/Valoració àcid-base.		0.47	—
* Bicarbonats	P17PN103/Valoració àcid-base.		226	mg/L CO ₃ Ca
Calci	P17PN631/Espectr. ICP-OES		92 ± 11%	mg/L
* Carbonats	P17PN103/Valoració àcid-base.		< 2	mg/L CO ₃ Ca
Conductivitat a 20°C	P17PN007/Conductimetria	2500	1019 ± 5%	µS/cm
pH	P17PN006/Potenciometria	6.5-9.5	7.8 ± 0.2	U. pH.
* Temperatura	P17PN214/Termometria		17.4	°C
Cations Majoritaris				
Magnesi	P17PN631/Espectr. ICP-OES		23 ± 10%	mg/L
Potassi	P17PN631/Espectr. ICP-OES		18 ± 16%	mg/L
Sodi	P17PN631/Espectr. ICP-OES	200	88 ± 12%	mg/L
Anions				
Clorurs	P17PN108/Cromatografia iònica	250	192.7 ± 15%	mg/L
Fluorurs	P17PN108/Cromatografia iònica	1.5	0.14 ± 16%	mg/L
Nitrats	P17PN108/Cromatografia iònica	50	4.9 ± 19%	mg/L
Sulfats	P17PN108/Cromatografia iònica	250	112.2 ± 14%	mg/L

5.7. Quina aigua he de beure?

A l'hora de beure aigua, s'ha de fer amb precaució, és a dir, s'ha de conèixer els impactes que té aquesta aigua, ja no només sobre el nostre consum, sinó per al medi ambient, en l'economia...

A Terrassa, l'empresa Taigua al llarg del 2022 va fer un estudi sobre quin aigua beuen els habitants d'aquesta ciutat, i es van arribar als resultats de que 8% de la població beu aigua de l'aixeta, la resta compra aigua envasada.

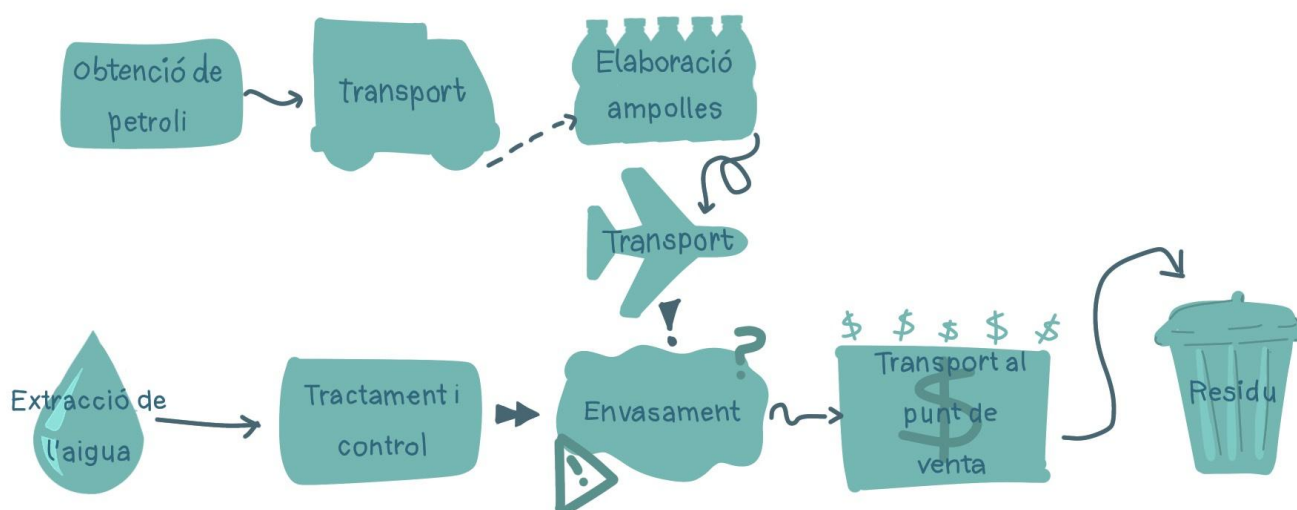
Aquest 92% està fent lo correcte?

5.7.1. Cicles de producció de l'aigua:

Aigua Envasada

Per a començar la producció d'una ampolla d'aigua, hem d'iniciar obtenint la matèria primera, per a procedir al següent pas, produir l'envasament de l'aigua, l'ampolla, i finalment es transporta, on es distribuirà als supermercats i es consumirà.

Gràfic 7. Cicle de l'aigua envasada



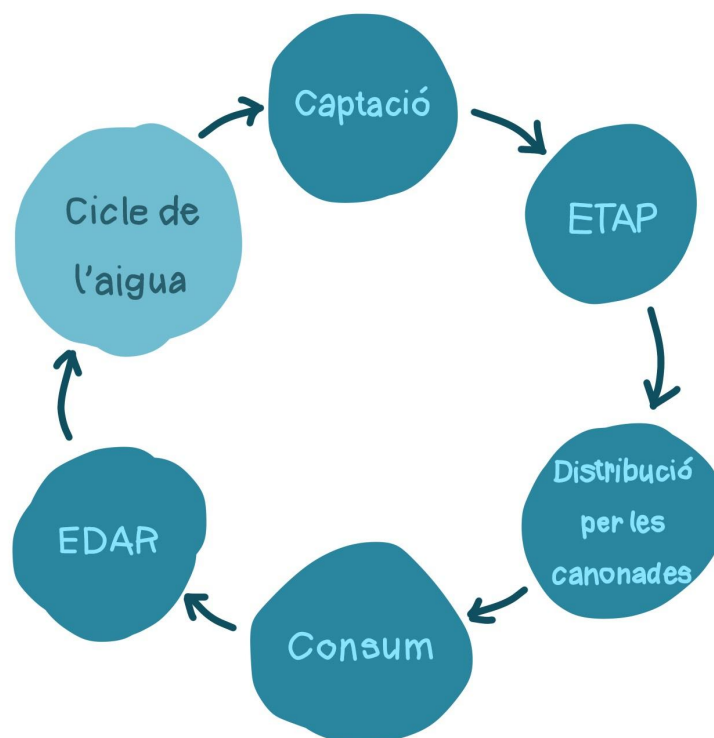
Elaboració pròpia. Font: Autors: Saucedo A. , Czerwińska A. , Roig M. , Wybraniec B.

Com es pot observar, no es tracta d'un procés senzill, i a més, perquè una ampolla pugui arribar fins al punt de venda, hi han d'intervenir tres indústries molt potents: La indústria petroliera és la que construeix la matèria primera per a poder fabricar una ampolla, seguidament, la indústria química produeix els envasos i finalment la indústria de l'aigua els omple i els distribueix. I per si fossi poc, aquest no és un cicle tancat, al final trobem els residus, a vegades es reciclen, és a dir, es converteixen en rPET (polietilentereftalat reciclat) i altres no, i es comença el cicle de nou.

Aigua de l'aixeta

En el gràfic 8 es pot apreciar com el cicle de l'aigua de l'aixeta no només és més curt, sinó també és tancat, és a dir, no es produeixen residus. Aquesta aigua a més, passa per diferents llocs on es neteja, primer passa per ETAP, que és l'Estació de Tractament de l'Aigua Potable, allà és on es potabilitza l'aigua, i més endavant, després d'una sèrie de passos, acaba en EDAR, l'estació depuradora d'aigües residuals, on el seu objectiu és la reducció de la contaminació de les aigües residuals fins a límits acceptables per a la llera receptora.

Gràfic 8. Cicle de l'aigua de l'aixeta



Elaboració pròpia.

*Font: Autors: Saucedo A. ,
Czerwińska A. , Roig M. ,
Wybraniec B.*

5.7.2. Impactes ambientals:

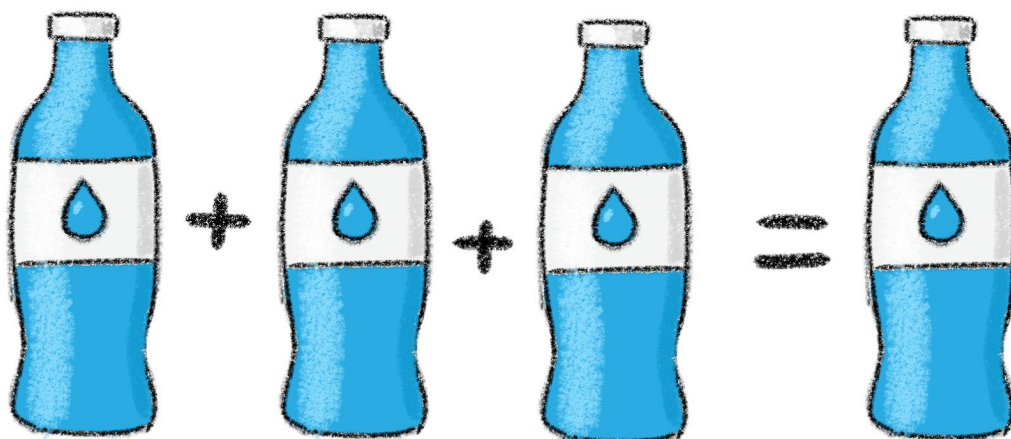
Ampolles d'aigua

Per a poder fer una bona anàlisi dels impactes ambientals que dona a lloc l'aigua embotellada, s'ha d'observar el gràfic 7. Com ja s'ha mencionat, el procés comença amb l'extracció del petroli, la matèria primera del plàstic. Aquest procés és molt contaminant, ja que emet gasos d'efecte hivernacle. El 4% del petroli s'utilitza per fabricar plàstic, així doncs, per a produir 1000 milions d'ampolles de plàstic es necessiten 91 milions de barrils de petroli. Per a convertir aquest petroli en PET (polietilentereftalat) es requereix un procés que també té un impacte en el planeta, perquè com abans, també es produeixen gasos d'efecte hivernacle. I un fet del qual no es parla molt, és que per a produir les ampolles en si es necessita aigua, així que resulta necessitant tres vegades el seu volum mateix.

Una vegada preparats els contenidors, es transporten a les àrees d'embotellament, i aquest transport produeix emissions.

Gràfic 9. Total de volum d'aigua per ampolla

Elaboració pròpia. Font: Autors: Saucedo A. , Czerwińska A. , Roig M. , Wybraniec B.



A Terrassa es va realitzar una estimació de les emissions solament associades al transport d'aquesta aigua fins a Terrassa:

Primer es van escollir 4 marques d'aigua conegudes les quals tenen la seva planta d'extracció i embotellament en diferents llocs de Catalunya, es va fer la mitja de distancia d'aquestes 4 marques fins a Terrassa i va donar el resultat de 137km.

A Terrassa viuen 223.011 habitants, i com ja s'ha mencionat, consumeixen aigua envasada el 92%, és dir unes 201.052 persones. Si cada persona consumeix un promig de 1,5 L al dia (una mica per sota de la quantitat recomanada) resultaria en 301,578 L consumits al dia, és a dir, 37.697 garrafes de 8 L o 201,052 ampolles d'1,5 L. Passant aquests consums diaris a mensuals, s'obté que al mes es consumeixen 9.047.340 litres d'aigua. Per fer aquests càlculs s'han utilitzat les especificacions d'un camió que és capaç de transportar un màxim de 26.000 kg. Un camió d'aquestes dimensions emet al voltant 2680 g de CO₂ per litre de combustible Dièsel 3 i consumeix entre 30 i 40 litres de combustible para recórrer 100 km considerem 35 L.

Cada mes s'emeten aproximadament 44,71 tones mètriques de carboni a l'atmosfera només per transportar aigua de diferents punts de Catalunya fins a Terrassa. L'impacte ambiental del consum de l'aigua embotellada és molt gran i molt perjudicial per al medi ambient.

Aigua de l'aixeta

Observant de nou el gràfic 8, és difícil trobar gaires impactes ambientals, ja que no es generen residus (a causa que és un cicle tancat) i no es necessiten grans indústries que transportin aquesta aigua a grans distàncies. El consum d'aigua de l'aixeta és molt més net per al medi ambient i més econòmic.

5.7.3. Cost econòmic:

El preu d'un litre d'aigua embotellada varia segons el format en el qual es compra, però oscil·la entre els 0,2 € fins a 1 €. D'altra banda, el preu de l'aigua de l'aixeta de Terrassa varia segons el consum, hi ha tres trams, el

primer tram consisteix en un consum de fins a 15 m³ per trimestre, és a dir, 15.000 litres d'aigua, equivalent a 161 litres d'aigua per dia, suficient per a autoconsum i ús domèstic. A més, cada litre costa 0,0003339 €, és a dir, un litre d'aigua embotellada és com a mínim 600 vegades més car. Un altre tram consisteix en una facturació en la qual es cobra 0,8583 € per metre cúbic, el preu d'una ampolla d'aigua és 233 vegades més car. Algú que beu 1,5 litres al dia, es gasta entre 108 € i 432 € a l'any en aigua. Comparant amb els 18 cèntims que li costaria si consumirà la mateixa quantitat d'aigua de l'aixeta, la diferència, és molt significativa, tenint en compte el nombre d'habitants de Terrassa, es gasten en aigua com a mínim 21.713.616 €.

5.7.4. Quina aigua té més beneficis?

Després d'aquesta anàlisi, hem pogut veure que l'aigua de l'aixeta és molt més econòmica que l'aigua envasada. També és més beneficiosa per al medi ambient (a causa del seu cicle curt i tancat sense residus). I fins i tot resulta ser més saludable que l'aigua embotellada, però, encara que a Terrassa l'aigua està molt controlada i és totalment segura per al consum humà, la gent decideix no veure-la. Aquestes indústries d'aigua tan conegudes han fet creure a la ciutadania que l'aigua de l'aixeta és dolenta, i aquesta gent s'ho creu més si el sabor d'aquesta no és molt agradable.

5.8. Aigües envasades

Fent un recull de les aigües envasades més venudes als supermercats de Terrassa, hem seleccionat les marques més conegudes per als ciutadans, per fer un estudi de la seva duresa i procedència:

Taula 4. Marques d'aigua envasada

Marca	Calci (mg/l)	Magnesi(mg/l)	Duresa (mg/l CaCO ₃)
Bronchales	3,08	3,35	6,43
Bezoya	6,32	0,83	7,15
Font Agudes	57,2	16,5	73,7
Ribes	45,8	8,3	54,1
Font Vella	42	11,3	53,3
Viladrau	28,9	6	34,9

Elaboració pròpia

5.8.1.Orígens

Aigua Bronchales: L'aigua Bronchales, coneguda per estar composta d'una mineralització molt dèbil, neix a 1.720m d'altitud en la Serra d'Albarrasí, on es troba la seva font, protegida per un espai natural de bosc i en un aquífer de quarsites roses.

D'altra banda, els productes d'aquesta marca es poden aconseguir en diferents formats, tots amb tipus d'embalatge PET. Amb 24,60 mg/l de bicarbonats, 3,08 mg/l de calci i 3,35 mg/l de magnesi, l'aigua Bronchales està composta per 44 mg/l de residus secs.

Imatge 11. Aigua Bronchales



1,5 L = 0,34€

Imatge 12. Aigua Bezoya



Aigua Bezoya: En el cor de la terra en el Parc Natural de la Serra de Guadarrama, un espai protegit de qualsevol agent extern, recorre l'aigua Bezoya, també coneguda per ser una aigua molt dèbil. La roca del deu de l'aigua Bezoya és pràcticament insoluble, i és per això que el seu residu sec és molt baix (27 mg/l), tenint 21 mg/l de Bicarbonats, 5,26 mg/l de Calci i 0,91 mg/l de magnesi. Amb una alta gamma de productes, Bezoya utilitza plàstic reciclat per a les seves

ampolles, és a dir rPET

1,5 L = 0,66€

Imatge 13. Aigua Font Agudes

Aigua Font Agudes: Al Parc Natural del Montseny, a la localitat d'Arbúcies, província de Girona, neix la font Ballanes, d'on s'origina i s'envasa l'aigua de Font Agudes. Sent propietat de Font Agudes del Montseny, S.A., en aquesta aigua es troben 318 mg/l de residus secs, amb 252,2 mg/l de bicarbonats, 53,8 mg/l de Calci i 14,3 mg/l de Magnesi. Aquesta és considerada una aigua dèbil i els seus diferents productes estan fets amb un embalatge PET.



1,5 L = 0,19€

Aigua Ribes: L'aigua Ribes origina a la deu que està situada a Ribes de Freser, Girona, on és envasada en diferents formats i és propietat de Fontaga S.A. Especialitzada en dietes baixes en sodi, és una aigua dèbil, amb 195 mg/l de residus secs, 137 mg/l de bicarbonats, 45,8 mg/l de calci i 8,3 mg/l de magnesi, amb productes fets amb un embalatge PET.

1,5 L = 0,49€

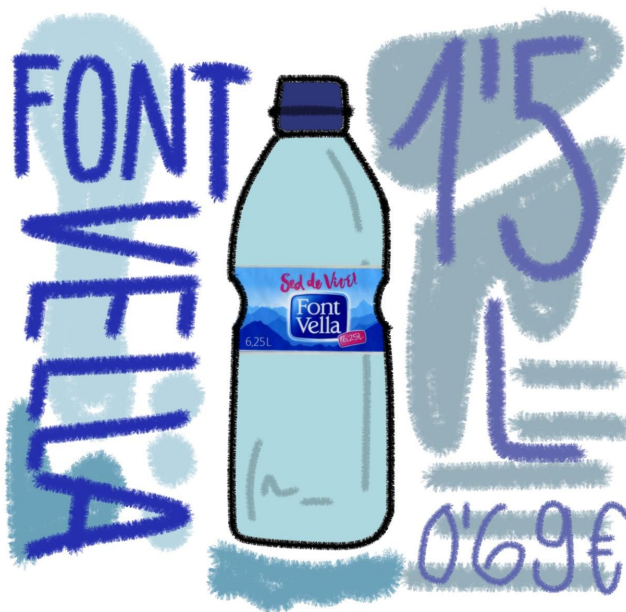
Imatge 14. Aigua Ribes



Aigua Font Vella: Sent propietat d'Aigües Danone, SA, l'aigua Font Vella procedeix del deu Sacalm, situat a en Sant Hilarió Sacalm, Girona on també n'és envasada. També coneguda per ser una aigua de mineralització dèbil, s'especialitza en dietes per als infants i dietes pobres en sodi. Amb 190 mg/l de residus secs, 143 mg/l de bicarbonats, 42 mg/l de calci i 11,3 mg/l de magnesi, aquesta és una aigua considerada dèbil, i amb embalatge fet de plàstic reciclat, rPET.

1,5 L = 0,69€

Imatge 15. Aigua Font Vella



Imatge 16. Aigua Viladrau

Aigua Viladrau: Viladrau, l'aigua del Parc Natural del Montseny, situat al cor de Catalunya, a la Serra Prelitoral Catalana, consta d'una mineralització dèbil i és declarada aigua mineromedicinal. Propietat de Nestlé Waters Espanya S.A. en aquesta aigua es troben 139 mg/l de residu sec, 118 mg/l de bicarbonats, 28,9 mg/l de calci i 6 mg/l de magnesi. En 2022 s'han començat a produir ampolles amb plàstic 50% rPET. 1,5 L = 0,58€



6. Marc Pràctic

6.1. Síntesi del marc pràctic

Per a conèixer millor les xarxes d'aigua de Terrassa i la diferència entre la duresa de l'aigua de l'aixeta pública i la d'una amb sistema d'osmosi, he tingut l'oportunitat de fer un experiment que consisteix a calcular la duresa de mostres d'aigua a partir de la conductivitat elèctrica. Aquestes mostres pertanyen a algunes aixetes públiques de Terrassa i a dos sistemes d'osmosis, un dedicat a les funcions domèstiques i l'altre destinat a ser consumit.

Aquesta pràctica ha sigut possible gràcies als utensilis proporcionats pel centre de recursos pedagògics específics de suport a la innovació i la recerca educativa (CESIRE).

6.2. Objectius i definició del plantejament experimental

L'objectiu principal d'aquesta pràctica és poder comprovar si la duresa de l'aigua de Terrassa és realment dura i identificar les principals diferències entre tres fonts de dues xarxes d'aigua de Terrassa i comparar-les amb dos diferents sistemes d'osmosi.

Com tot estudi científic és important tenir en compte les variables dependent i independent; la variable independent, la que podem controlar, seria la quantitat d'aigua per mostra i d'on l'agafem. Després d'analitzar-la i fer els càlculs necessaris, esperem que la variable dependent, la concentració de duresa per mostra, variï segons la zona d'on l'hem extreta.

6.3. Materials

Per a treballar amb aigua no he hagut de fer servir massa materials. Les mostres d'aigua han sigut tretes d'aixetes públiques i d'aixetes amb sistema d'osmosis privades. Aquesta aigua ha sigut mantinguda en petits

pots de vidre per a poder estar ben tancats i que no entri res. Els altres aparells necessaris han sigut un conductímetre facilitat, com ja he dit prèviament, pel CESIRE. Amb això juntament amb el programa "Logger Lite" he pogut calcular la conductivitat elèctrica de totes les mostres.

Imatge 17. Materials



6.4. Mètode experimental

Aquest procés experimental, tot i no ser molt complex, va constar de diverses etapes:

Dia 0: Recollida del conductímetre del CESIRE, a Barcelona

Dia 1: Obtenció de mostres d'aigua d'aixetes públiques

Dia 2: Recopilació d'aigua d'aixetes privades amb osmosi

Dia 3: Preparació i experimentació amb les mostres

6.4.1. Dia 0: Recollida del conductímetre a Barcelona

Per a calcular la conductivitat elèctrica de l'aigua, és necessari l'equipament específic per aquest treball. És per això que gràcies al centre de recursos pedagògics específics de suport a la innovació i la recerca educativa vaig poder tenir la possibilitat d'usar el material adequat. El centre del CESIRE es troba a Barcelona, en l'avinguda de les Drassanes, 10, 08001. A causa de la meua poca flexibilitat horària, la meua mare em va ajudar amb aquesta part, sent la que es va desplaçar fins a Barcelona per obtenir aquest instrument.

Imatge 18. Conductímetre



6.4.2. Dia 1: Obtenció de mostres d'aigua d'aixetes públiques

Un cop obtingut el conductímetre, per a l'experiment vaig escollir dues xarxes per a agafar aigua; la xarxa de Llobregat i la de Minats. L'elecció d'aquestes dues xarxes va ser deguda al fet que encara que la duresa no sigui la mateixa, són bastant similars, però la de Llobregat acostuma a presentar aigua més tova que la de Minats. El dia que es van recollir les mostres va ser el 22 de setembre de 2022. La primera font pública de la

qual s'ha extret aigua es troba a la Plaça Immaculada, 08226, formant part de la xarxa de Llobregat:

Imatge 19. Font pública : Plaça Immaculada



Un cop obtinguda l'aigua necessària, va ser hora de dirigir-se a la següent font, també de la xarxa de Llobregat. Aquesta font era una de les moltes localitzades en el Parc de Vallparadís, 08222. Va ser la segona i última mostra que es va agafar d'aquesta xarxa.

Finalment, va arribar el moment de desplaçar-se fins a l'última font. Aquesta es tracta d'una aixeta pública pertanyent a la xarxa de Minats, a la Plaça de Ricard Camí.

Imatge 20. Font pública :

Parc de Vallparadís



Imatge 21. Font pública :

Plaça de Ricard Camí



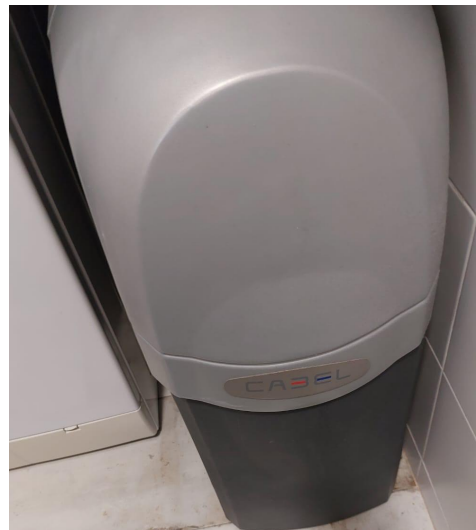
6.4.3. Dia 2: Recopilació d'aigua d'aixetes privades amb osmosi

Les últimes mostres que necessitava eren d'aixetes amb sistema d'osmosis. Per a la realització d'aquest mostreig s'han pogut obtenir mostres d'un particular que disposava de dos sistemes d'osmosis, un destinat a ser consumit i l'altre a l'ús domèstic.

Imatge 22. Sistema d'osmosis: consum



Imatge 23. Sistema d'osmosis: domèstic



6.4.4. Dia 3: Preparació i experimentació amb les mostres

Finalment, una vegada recopilades totes les mostres preparades va començar l'experiment. Per a utilitzar el conductímetre s'havia de connectar a l'ordinador amb el programa Logger Lite. Una a una es van anar analitzant les mostres d'aigua, netejant bé el conductímetre entre mostra i mostra. Per acabar per a calcular la duresa de l'aigua es van necessitar els resultats de conductivitat elèctrica, la qual en ser dividida entre 20 s'aconsegueix la duresa en graus francesos.

6.5. Resultats

➤Analitzant la primera mostra, d'aigua de la xarxa de llobregat de la Plaça Immaculada s'han obtingut els següents resultats:

Xarxa Llobregat

En 30 segons:

Mínim: 271,1(μS / cm)

Maxim: 274,9(μS / cm)

Mitjana:271,5(μS / cm)

Duresa= 135,75 mg/l CaCO₃

➤La següent mostra, d'aigua de la xarxa de Llobregat d'una font pública de Parc Vallparadis, hem obtingut aquests resultats:

Xarxa Llobregat

En 30 segons:

Mínim: 271,0(μS / cm)

Maxim: 274,4(μS / cm)

Mitjana: 271,4 (µS / cm)

Duresa = 135,7 mg/l CaCO₃

Podem observar que al ser de la mateixa xarxa, tot i ser fonts diferents i allunyades, la duresa de les seves aigües és quasi exactament la mateixa. Comparada amb la duresa obtinguda d'aquestes xarxes en altres anys, aquesta ha resultat ser molt baixa.

➤ Saltant a l'altre xarxa, tenim la mostra de Minats, agafada de la Plaça de Ricard Camí:

Xarxa Minats

En 30 segons:

Mínim: 272,0 (µS / cm)

Maxim: 275,0 (µS / cm)

Mitjana: 273,3 (µS / cm)

Duresa = 136,65 mg/l CaCO₃

El resultat d'aquesta xarxa també ha donat menys del que esperàvem, però en comparació amb les altres, aquest ha augmentat una mica.

Comparat amb la duresa d'aquesta xarxa durant altres anys no ens encaixa del tot.

Comparem-les amb els resultats amb l'aigua amb sistema d'osmosis:

➤ Sistema d'osmosis d'ús domèstic:

En 30 segons:

Mínim: 268,3($\mu\text{S} / \text{cm}$)

Maxim: 268,7($\mu\text{S} / \text{cm}$)

Mitjana: 268,5($\mu\text{S} / \text{cm}$)

Duresa= 134,25 mg/l CaCO_3

➤ Sistema d'osmosis de consum:

En 30 segons:

Mínim: 46,56($\mu\text{S} / \text{cm}$)

Maxim: 46,94($\mu\text{S} / \text{cm}$)

Mitjana: 46,72($\mu\text{S} / \text{cm}$)

Duresa= 23,36 mg/l CaCO_3

L'aigua procedent de l'aixeta amb sistema d'osmosis per al ús domèstic no presenta grans diferències si la comparem amb l'aigua de les altres xarxes. En canvi, l'aigua destinada al consum presenta una duresa molt baixa, 23,36 mg/l CaCO_3 .

Les mostres d'aigua obtingudes presenten una quantitat de duresa molt disminuïda comparada amb la d'altres anys, però, hem de tenir en compte que són resultats puntuals, que per a obtenir uns valors més precisos haurien d'agafar més mostres i durant dies diferents. L'osmosi, però, sembla efectiva, la d'ús domèstic (neteja de plats, roba...) no presenta massa diferència entre les aigües de les fonts públiques analitzades, però la de consum (beure) ha demostrat ser sorprenentment baixa.

7. Conclusions

A partir dels resultats adquirits durant aquest estudi i anàlisis sobre diferents factors de la duresa de l'aigua hem recuperat la hipòtesi inicialment proposada, junt amb els objectius generals i específics per a comprovar la seva autenticitat.

Per començar, sobre la hipòtesi inicialment formulada, la qual parla de l'alta duresa a l'aigua a Terrassa i com la gent la rebutja, ha resultat negativa. L'aigua d'aquesta ciutat presenta una elevada quantitat de minerals dissolts, però, aquest rebuig no té cap base científica, ja que l'aigua dura, segons els nostres coneixements, comporta més beneficis que inconvenients (sobretot a nivell fisiològic o per la salut).

A nivell domèstic i higiènic l'aigua dura ha demostrat no ser del tot bona, ja que eixuga tant la roba com la nostra pell en entrar en contacte. La indústria i l'agricultura tampoc recomana del tot fer ús d'aquesta aigua per a aquests sectors, perquè pot danyar les canonades o alentir el creixement de les plantes.

No obstant això, per a cuinar alguns aliments per a obtenir un millor sabor i per a regar uns tipus de cultius en específic, l'aigua dura pot resultar beneficiosa, però per això hem de conèixer el plat que estem preparant i la condició de la plantació que volem regar.

El que m'ha fet arribar a la conclusió de què l'aigua dura és bona, són els impactes mèdics que té sobre nosaltres. Segons diversos estudis, l'aigua tova és altament perillosa per al consum humà. Aquesta incrementa el malestar en general; mals de cap, fatiga excessiva. Mentre que l'aigua amb alta concentració de minerals disminueix la probabilitat de mortalitat cardiovascular en un 25% (entre altres estats mèdics). Això és un factor molt important, ja que estem parlant d'un problema que pot posar fi a la nostra vida.

Pel que fa al segon objectiu específic, hem pogut observar, com, a la majoria de regions del món l'aigua es presenta amb una alta mineralització. Aquests resultats no són gaire representatius, a causa de

les fluctuacions intrínseques a cada regió i per la falta de mostrejos sistemàtics a molts països.

Espanya és un país amb una duresa molt variada, amb una part amb aigua tova i una amb aigua dura. Catalunya junt amb Terrassa estan dins d'aquesta part amb la gran quantitat de minerals dissolts a l'aigua. Això provoca un sabor peculiar a l'aigua, és per això que la gent rebutja l'aigua de l'aixeta de Terrassa, com s'ha mencionat en la hipòtesi.

Finalment, fent un estudi sobre l'aigua a Terrassa, vaig pensar que seria important també tenir en compte l'aigua envasada, ja que només 8% de la gent d'aquesta ciutat consumeix aigua de l'aixeta. Després d'aquest llarg procés, puc concloure que l'aigua de l'aixeta és, sens dubte, molt més saludable, més econòmica i millor per al medi ambient. A partir d'una analítica completa (ACP) hem pogut determinar que l'aigua de les xarxes de Terrassa compleixen tots els requisits saludables per al consum humà, però, la gent la rebutja, a causa del seu mal sabor.

8. Bibliografia

Agroclm. *¿Qué problemas ocasiona el uso de agua dura para riego?* [en línea] 26 Desembre 2021

<<https://www.agroclm.com/2021/12/26/que-problemas-ocasiona-el-uso-de-agua-dura-para-riego/>> [Consulta:13 Agost 2022]

Aigües de Mataró. *Dureza del agua* [en línea]

<<https://www.aiguesmataro.com/es/dureza-del-agua>> [Consulta:22 Octubre 2022]

BALTÀ VILA, Irene i MARTIN SANTORO, Cristina . *La qualitat i el sabor de l'aigua de Terrassa* [en línea] 14 Setembre 2020

<<https://www.oat.cat/Oat/wp-content/uploads/2020/05/TDR-%E2%80%99CLa-qualitat-i-el-sabor-de-l%E2%80%99aigua-de-Terrassa-2.pdf>> [Consulta:03 Setembre 2022]

Bezoya. *El Viaje del Agua* [en línea] 2022 <<https://bezoya.es/el-viaje-del-agua/>> [Consulta:13 Juliol 2022]

Bronchales. *Agua de Bronchales* [en línea] 2022 < <https://www.aguadebronchales.es/>> [Consulta:13 Juliol 2022]

Descalcificador agua. *La calidad del agua de consumo en Cataluña* [en línea] 2021 <<https://www.descalcificadores-agua.com/descalcificadores/calidad-agua-consumo-catalunya/>> [Consulta:22 Agost 2022]

ESCUDE, Roser. FRAILE, Josep. Jordana, Salvador. Ribera, Fidel. Sanchez-Vila, Xavier. Vázquez-Suñé, Enric. *Hidrogeología*.

1era ed. Barcelona, Espanya: FCIHS. Març 2009. 768 p. ISBN: 978-84-921469-1-8.

Etrlaboratories. *Top 6 Hard Water Problems Every Homeowner Should Know* [en línea]

<<https://etrlabs.com/top-hard-water-problems-every-homeowner-should-know/>>

[Consulta:22 Agost 2022]

Facsa. *La dureza del agua* [en línea] 23 Gener 2017
<<https://www.facsa.com/la-dureza-del-agua/>> [Consulta: 20 març 2022]

Font Agudes. *Font Agudes- Aigua Mineral Natural* [en línea] 2022
<<http://www.fontagudes.com/?lang=ca>> [Consulta: 13 Juliol 2022]

Font Vella. *Font Vella* [en línea] <<https://fontvella.es/>> [Consulta: 14 Juliol 2022]

GrowMax. *Blog GrowMax Wteraggua dura* [en línea] 8 Juliol 2016
<<http://growmaxwater.com/blog/es/etiqueta/agua-dura/>> [Consulta: 13 Agost 2022]

HELMENSTINE, Ph.D, Anne Marie. *Per què l'aigua és el dissolvent universal?* [en línea]
<<https://ca.eferrit.com/per-que-laigua-es-el-dissolvent-universal/>> [Consulta: 10 Agost 2022]

HERRERO, Rubén . *Dureza del agua* [en línea] 30 Novembre 2016
<<https://triplenlace.com/2016/11/30/10727/>> [Consulta: 08 Setembre 2022]

Introducción [en línea]
<http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/leip/valenzuela_m_td/capitulo1.pdf>
[Consulta: 22 Agost 2022]

Kozisek F. Regulations for calcium, magnesium or hardness in drinking water
in the European Union member states. A: *Regulatory Toxicology and
Pharmacology*. 2020. Vol. 112, núm 104589 Doi:10.1016/j.yrtph.2020.104589

LEYVA, Pablo «El medioambiente en Colombia»

A: *El agua*. Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales,
IDEAM.

2na edició, Bogotá, Agost de 2001, p. 114-190. ISBN 958-95850-94

Laura F. Zarza. *¿Qué es una ETAP?* [en línea] <<https://www.iagua.es/respuestas/que-es-etap>> [Consulta:01 Setembre 2022]

Mayumi Hori, Katsumi Shozugawa, Kenji Sugimori i Yuichiro Watanabe. *A survey of monitoring tap water hardness in Japan and its distribution patterns* [en línea] 29 Juny 2021 <<https://www.nature.com/articles/s41598-021-92949-8>> [Consulta:30 Agost 2022]

Mina. *Qualitat de l'aigua de l'aixeta* [en línea] 2020 <https://www.minaserveisdaigua.com/wp-content/uploads/2019/02/duresa_2017.pdf> [Consulta:20 març 2022]

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. *Estación depuradora de aguas residuales (EDAR)* [en línea] <<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/saneamiento-depuracion/sistemas/edar/default.aspx>> [Consulta:01 Setembre 2022]

MonTerrassa. *El resum del temps de 2019 a Terrassa, en un sol gràfic* [en línea] <<https://monterrasa.cat/general/resum-del-temps-2019-terrassa-sol-grafic-141828/>> [Consulta:29 Agost 2022]

MOSELEY, MD, Alison. *Is hard water harming your skin?* [en línea] 15 Agost 2018 <<https://www.westlakedermatology.com/blog/how-hard-water-can-damage-the-skin/>> [Consulta:17 Setembre 2022]

Mundo Riego. *Riego con aguas duras, Qué es y mucho más* [en línea] <<https://mundoriego.es/riego-con-aguas-duras/>> [Consulta:13 Agost 2022]

PÉREZ LÓPEZ, Esteban. *Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica* [en línea] 3 març 2016 <https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822016000300003> [Consulta:31 Agost 2022]

Pure2o. *Water Hardness Maps* [en línea] <<https://www.pure2o.co.uk/water-hardness-maps/>> [Consulta:08 Setembre 2022]

Pure water systems. *Soft Water vs Hard Water* [en línea] <<https://purewatersystems.com.au/pages/soft-vs-hard-water>> [Consulta:30 Agost 2022]

Ribes. *Aigua de Ribes* [en línea] 2019 <<http://www.aiguaderibes.com/>> [Consulta:14 Juliol 2022]

ROQUE, Adrián . *El tipus d'aigua amb la que cuines sí importa* [en línea] 15 Febrer 2022 <https://www.cuina.cat/receptes/tipus-aigua-cuines-si-importa_205381_102.html> [Consulta:16 Setembre 2022]

SAUCEDO, Alexia , CZERWIŃSKA, Adrianna , ROIG, Martí , WYBRANIEC, Bartosz. *Research-Action Workshop on Sustainability Science and Technologies* [en línea] <https://www.oat.cat/Oat/wp-content/uploads/2020/05/FINAL-REPORT_OAT-Responsible-Water-Consumption.pdf> [Consulta:03 Setembre 2022]

Servei Meteorològic de Catalunya. *Suport a la interpretació de la cartografia climàtica* [en línea] 8 Setembre 2022 <<https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/recerca-i-divulgacio/divulgacio-clima/suport-a-l-a-interpretacio-dels-mapes/>> [Consulta:17 Setembre 2022]

Sham Karunanidhi. *85% of Europe is affected by hard water. Protect your skin & hair from it!* [en línea] 05 Febrer 2020 <<https://www.linkedin.com/pulse/85-europe-affected-hard-water-protect-your-skin-hair-from-sham>> [Consulta:10 Agost 2022]

Taigua. *Evolución de la dureza del agua a Terrassa* [en línea] <<https://taigua.cat/wp-content/uploads/2022/10/2019-2022-CAST-1.pdf>> [Consulta 26 octubre 2022]

Una Introducció a la Dureza del Agua [en línia] Decembre 2004
<<https://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%206%20Tratamiento%20de%20agua/durezaagua/Agua%20dura.pdf>> [Consulta 11 abril 2022]

Universitat de Barcelona. *Dades meteorològiques de Terrassa-centre* [en línia] 26 Agost 2022 <<http://infomet.meteo.ub.edu/clima/terrassa/>> [Consulta:29 Agost 2022]

Universitat Politecnica de Madrid. *¿Cómo eliminar la dureza del agua?* [en línia] 20 Octubre 2015
<<https://www.iagua.es/noticias/espana/universidad-politecnica-madrid/15/10/20/como-eliminar-dureza-agua>> [Consulta:29 Octubre 2022]

Viladrau. *Aigua Viladrau* [en línia] 2020 <<https://www.viladrau.com/ca-es>> [Consulta:14 Juliol 2022]

Wellington water. *European Appliances - Hard or Soft Water?* [en línia]
<<https://www.wellingtonwater.co.nz/faqs/wastewater/european-appliances-hard-or-soft-water>> [Consulta 09 agost 2022]

9. Annexos

Annex 1. Taula d'articles a Scopus

Títol de l'article	Categoria	Interès
1-Whiting Events in a Large Peri-Alpine Lake: Evidence of a Catchment-Scale Process	Agricultura i Ciències biològiques	1
2-Seasonal variation in effects of urea and phosphorus on phytoplankton abundance and community composition in a hypereutrophic hardwater lake	Agricultura i Ciències biològiques	1
3-Seasonal Variation of the Calcifying Green Alga <i>Phacotus Lenticularis</i> (Ehrenb.) Stein in Water Bodies under Human Influence (Mid-Western Poland)	Agricultura i Ciències biològiques	1
4-Factors affecting the environmentally induced, chronic kidney disease of unknown aetiology in dry zonal regions in tropical countries	Salut i agricultura	4
5- Spatial and temporal variation in nitrogen fixation and its importance to phytoplankton in phosphorus-rich lakes.	Ciències biològiques i química	3
6-Initial decomposition of floating leaf blades of waterlilies: Causes, damage types and impacts	Ciències biològiques	1
7-Differential stimulation and suppression of phytoplankton growth by ammonium enrichment in eutrophic hardwater lakes over 16 years	Ciències biològiques	1
8-Photosynthesis and calcification of charophytes	Ciències biològiques	1
9-The Holocene isotopic record of aquatic cellulose from Lake Äntu Sinijärv, Estonia: Influence of changing climate and organic-matter sources	Ciències biològiques	1
10-Generalized Additive Models of Climatic and Metabolic Controls of Subannual Variation in pCO ₂ in Productive Hardwater Lakes	Ciències biològiques	1
11-Cyanobacteria–phosphate–calcite interactions in limestone (hardwater) streams of England	Ciències biològiques	3

12-Does an increase in water color intensity affect the lake trophic status and phytoplankton metrics	Ciències biològiques	1
13-Effects of experimental nitrogen fertilization on planktonic metabolism and CO2 flux in a hypereutrophic hardwater lake	Ciències biològiques i química	1
14-Photosynthetically-mediated calcite and phosphorus precipitation by submersed aquatic vascular plants in Lake Pleasant, Pennsylvania	Ciències biològiques i química	1
15-Environmental drivers of freshwater macrophyte diversity and community composition in calcareous warm-water rivers of America and Africa	Ciències biològiques i química	4
16-Seventeen years of grass carp: an examination of vegetation management and collateral impacts in Ball Pond, New Fairfield, Connecticut	Ciències biològiques	1
17-Monitoring of calcite precipitation in hardwater lakes with multi-spectral remote sensing archives	Ciències biològiques	1
18-Prevalence of indirect toxicity effects of aluminium flakes on a shredder-fungal-leaf decomposition system	Ciències biològiques i química	1
19-Modern limnology and varve-formation processes in lake Żabińskie, northeastern Poland: Comprehensive process studies as a key to understand the sediment record	Ciències biològiques i química	1
20-The drainage of Lake Ojibway in glaciolacustrine sediments of Northern Ontario and Quebec, Canada	Ciències biològiques i química	1
21-Luminescence dating of lacustrine sediments from Tangra Yumco (southern Tibetan Plateau) using post-IR IRSL signals from polymineral grains	Ciències biològiques	1
22-Carbon dynamics in a hardwater lake: Effect of charophyte biomass on carbonate deposition	Ciències biològiques i química	1
23-Comparing the effect of phytoplankton and a charophyte on calcite precipitation in lake water: Experimental approach	Ciències biològiques i química	3
24-Evidence for consumer regulation of biofilm-nutrient interactions among hardwater streams (Pennsylvania, USA)	Ciències biològiques i química	1
25-Fifty years of eutrophication and lake restoration reflected in sedimentary carbon and nitrogen isotopes of a small, hardwater lake	Ciències biològiques	1

(South Germany)		
26-Magnitudes and controls of organic and inorganic carbon flux through a chain of hardwater lakes on the northern Great Plains	Ciències biològiques	1
27-Climate change and human impact at Sacrower See (NE Germany) during the past 13,000 years: A geochemical record	Ciències biològiques	4
28-Seasonal dynamics of stable isotopes and element ratios in authigenic calcites during their precipitation and dissolution, Sacrower See (northeastern Germany)	Ciències biològiques	4
29-Effect of magnesium on charophytes calcification: Implications for phosphorus speciation stored in biomass and sediment in Myall Lake (Australia)	Ciències biològiques	1
30-Chemical speciation of sedimentary nitrogen and phosphorous in integrated fish/pig farming system	agricultura	4
31-Growth performance of carps in a hardwater seasonal pond	agricultura	4
32-Distribution of stoneworts (Characeae) in the sand-area of the Równina Charzykowska (NW Poland) [Rozmieszczenie ramienic (Characeae) na obszarach sandrowych Równiny Charzykowskiej (NW Polska)]	geologia	1
33-Holocene vegetation and climate records from Lake Sibaya, KwaZulu-Natal (South Africa)	Ciències biològiques	1
34-Morphological variation of oospores in the population of Chara rudis A. Braun in a mesotrophic lake	Ciències biològiques	1
35-High phylogenetic diversity of Flavobacterium spp. isolated from a hardwater creek, Harz Mountains, Germany	Ciències biològiques	1
36-Response of planktonic communities to calcium hydroxide addition in a hardwater eutrophic lake: Results from a mesocosm experiment	Ciències biològiques	1
37-A stable isotope record from freshwater lake shells of the eastern Tibetan Plateau, China, during the past two centuries	Ciències biològiques	3
38-Changes in phosphorus content of two aquatic macrophytes according to water velocity, trophic status and time period in	Ciències biològiques	1

hardwater streams		
39-Periphyton response to nutrient addition in 3 lakes of different benthic productivity	Ciències biològiques	1
40-Factors affecting the current status of a eutrophic shallow lake (Lake Uluabat, Turkey): Relationships between water physical and chemical variables	Ciències biològiques	1
41-Palaeoenvironmental reconstructions based on geochemical parameters from annually laminated sediments of Sacrower See (northeastern Germany) since the 17th century	Ciències biològiques	1
42-Sedimentary phosphate fractions related to calcite precipitation in an eutrophic hardwater lake (Lake Alserio, northern Italy)	química	1
43-Long-term limnological changes in six lakes with differing human impacts from a limestone region in southwestern Ontario, Canada	Ciències biològiques	1
44-The influence of calcium on the chlorophyll-phosphorus relationship and lake Secchi depths	Ciències biològiques	1
45-Middle holocene hydrologic change and hypolimnion formation in Lake Erie	Ciències biològiques	1
46-The effect of dissolved organic carbon on pelagial and near-sediment water traits in lakes	Ciències biològiques	1
47-Diatom-environmental relationships and nutrient transfer functions from contrasting shallow and deep limestone lakes in Ontario, Canada	Ciències biològiques	1
48-The occurrence of the cyanobacterium <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> in Constance Lake: An exotic cyanoprokaryote new to Canada	Ciències biològiques i química	1
49-Physiological action of dissolved organic matter in rainbow trout in the presence and absence of copper: Sodium uptake kinetics and unidirectional flux rates in hard and softwater	Ciències biològiques i química	1
50-Respiration and annual fungal production associated with decomposing leaf litter in two streams	Ciències biològiques	1
51-Dimorphism in <i>Cyclotella pseudocomensis</i> (Heterokontophyta, Bacillariophyceae) as revealed by morphological, ecological and	Ciències biològiques	1

molecular methods		
52-Development of cyanobacterial build-up and evolution of river bed morphology in the chalk stream Eaulne (Upper-Normandy, France)	Ciències biològiques	1
53-Aquatic hyphomycetes in the Morgó stream system, Hungary Tributary communities	Ciències biològiques	1
54- An artificially induced planktothrix rubescens surface bloom in a small kettle lake in Southern ontario compared to blooms world-wide	Ciències biològiques	1
55-Technologies for lake restoration	tecnologia i Ciències biològiques	1
56-In situ trace metal speciation in a eutrophic lake using the technique of diffusion gradients in thin films (DGT)	Ciències biològiques	1
57-Characteristics of oligotrophic hardwater lakes in a postglacial land-rise area in mid-Sweden	Ciències biològiques	1
58-Characteristics of oligotrophic hardwater lakes in a postglacial land-rise area in mid-Sweden	Ciències biològiques	1
59-Infering long-term nutrient changes in southeastern Ontario lakes: Comparing paleolimnological and mass-balance models	Ciències biològiques	1
60-Intensity of mineralization processes in mountain lakes in NW Slovenia	Ciències biològiques	1
61-Interactions between calcite precipitation (natural and artificial) and phosphorus cycle in the hardwater lake	Ciències biològiques	1
62-Contrasting ontogeny among ephemeral hardwater lakes as revealed by sediment P-fractionation	Ciències biològiques	1
63-Effects of fertiliser and crayfish on plankton and nutrient dynamics in hardwater ponds	Ciències biològiques	1
64-Effects of single Ca(OH) ₂ doses on phosphorus concentration and macrophyte biomass of two boreal eutrophic lakes over 2 years	Ciències biològiques	3
65-Response of plankton communities to whole-lake Ca(OH) ₂ and	Ciències biològiques	1

CaCO ₃ additions in eutrophic hardwater lakes		
66-Phosphorus release from sediments in hardwater eutrophic lakes: The effects of redox-sensitive and -insensitive chemical treatments	Ciències biològiques	1
67-Lime treatment and its effects on the chemistry and biota of hardwater eutrophic lakes	Ciències biològiques	3
68-The effects of lime addition on aquatic macrophytes in hard water: In situ and microcosm experiments	Ciències biològiques	1
69-Long-term effects of successive CA(OH) ₂ and CaCO ₃ treatments on the water quality of two eutrophic hardwater lakes	Ciències biològiques	1
70-Species-environmental relationships of aquatic macrophytes in Northern Ireland	Ciències biològiques	1
71-Distribution and ecology of copepods in mountainous regions of the Eastern Alps	Ciències biològiques	1
72-Effects of nutrient enrichment and leaf quality on the breakdown of leaves in a hardwater stream	Ciències biològiques	1
73-Mass loss, fungal colonisation and nutrient dynamics of phragmites australis leaves during senescence and early aerial decay	Ciències biològiques	1
74-Oligochaete distribution patterns in two German hardwater lakes of different trophic state	Ciències biològiques	1
75-Precipitation and dissolution of calcite in a Swiss high Alpine lake	Ciències biològiques	1
76-Species-level and community-level data analyses reveal spatial differences and temporal change in the crustacean zooplankton of a large Canadian lake (Lake Simcoe, Ontario)	Ciències biològiques	1
77-Fungal Growth, Production, and Sporulation during Leaf Decomposition in Two Streams	Ciències biològiques	1
78-Application of fuzzy cluster analysis to Lake Simcoe crustacean zooplankton community structure	Ciències biològiques	1
79-Role of humic substances in the determination of Sphagnum denticulatum Brid. and Myriophyllum spicatum L. habitat conditions	Ciències biològiques	1

80-Impact of Ca(OH) ₂ treatment on macroinvertebrate communities in eutrophic hardwater lakes in the Boreal Plain region of Alberta: In situ and laboratory experiments	Ciències biològiques	1
81-Breakdown and nutrient dynamics of submerged phragmites shoots in the littoral zone of a temperate hardwater lake	Ciències biològiques	1
82-Role of chemical and physical variables in regulating microcystin-LR concentration in phytoplankton of eutrophic lakes	Ciències biològiques i química	1
83-Variability of calcification of <i>Phacotus lenticularis</i> (Chlorophyta, Chlamydomonadales) in nature and culture	Ciències biològiques	1
84-A note on the stable carbon isotope composition of bryophytes in calcareous aquatic habits and its relationship to carbon dioxide assimilation	Ciències biològiques	1
85-Oligochaeta and Aphanoneura in two Northern German hardwater lakes of different trophic state	Ciències biològiques	1
86-Processing of native and exotic leaf litter in two Idaho (U.S.A.) streams	Ciències biològiques	1
87-The effects of elevated summer temperature and sublethal pollutants (ammonia, low pH) on protein turnover in the gill and liver of rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) on a limited food ration	Ciències biològiques	1
88-A stable carbon isotope study of dissolved inorganic carbon in hardwater Lake Kinneret (Sea of Galilee)	Ciències biològiques	1
89-Seasonal development and morphological variability of <i>Cyclotella ocellata</i> (Bacillariophyceae) in the eutrophic Lake Dagow (Germany)	Ciències biològiques	1
90-Tongan pottery chronology, 14C dates and the hardwater effect	Ciències biològiques	4
91-Relationships between zooplankton community structure and phytoplankton in two lime-treated eutrophic hardwater lakes	Ciències biològiques	1
92-The effects of elevated winter temperature and sub-lethal pollutants (low pH, elevated ammonia) on protein turnover in the gill and liver of rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Ciències biològiques i química	4
93-Long-term exposure to small temperature increase and sublethal ammonia in hardwater acclimated rainbow trout: Does acclimation	Ciències biològiques	1

occur?		
94-Effects of chronic sublethal ammonia and a simulated summer global warming scenario: Protein synthesis in juvenile rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Ciències biològiques	1
95-In situ evaluation of options for chemical treatment of hepatotoxic cyanobacterial blooms	Ciències biològiques	1
96-Chrysophyte cyst biogeographical and ecological distributions: A synthesis	Ciències biològiques	1
97-Effects of Ca(OH)_2 additions on phytoplankton communities under ice cover in eutrophic hardwater lakes	Ciències biològiques i química	1
98- <i>Phacotus lenticularis</i> (Chlamydomonadales, Phacotaceae) zoospores require external supersaturation of calcium carbonate for calcification in culture	Ciències biològiques	1
99-Inorganic carbon limitation of photosynthesis in lake phytoplankton	Ciències biològiques	1
100-Depth profiles of the kinetics of phosphatase activity in hardwater lakes of different trophic level	Ciències biològiques	1
101-A partial budget of primary organic carbon flows in the littoral zone of a hardwater lake	Ciències biològiques	1
102-Fungal and bacterial production during the breakdown of yellow poplar leaves in 2 streams	Ciències biològiques	1
103-Seasonal dynamics of aufwuchs Naididae (Oligochaeta) on <i>Phragmites australis</i> in a eutrophic lake	Ciències biològiques	1
104-Concentration and distribution of copper and cadmium in water, sediments, detritus, plants and animals in a hardwater lowland river	Ciències biològiques	1
105-P-release from DOP by phosphatase activity in comparison to P excretion by zooplankton. Studies in hardwater lakes of different trophic level	Ciències biològiques i química	1
106-Regulation of the dominance of planktonic diatoms and cyanobacteria in four eutrophic hardwater lakes by nutrients, water column stability, and temperature	Ciències biològiques	1

107-Long term study on the influence of eutrophication, restoration and biomanipulation on the structure and development of phytoplankton communities in Feldberger Haussee (Baltic Lake District, Germany)	Ciències biològiques	1
108-Trophic state of clear and colored, soft- and hardwater lakes with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and fish	Ciències biològiques	1
109-Calcite patchiness in Lake Constance as viewed by LANDSAT-TM	Ciències biològiques	1
110-Effect of inhibitors on calcium carbonate deposition mediated by freshwater algae	Ciències biològiques	1
111-Radiocarbon ages of pre-bomb clams and the hard-water effect in Lakes Michigan and Huron	Ciències biològiques	1
112-VARIABILITY OF THE HEPATOTOXIN MICROCYSTIN-LR IN HYPEREUTROPHIC DRINKING WATER LAKES	Ciències biològiques	4
113-The influence of water chemistry on the enzymatic degradation of leaves in streams	Ciències biològiques	1
114-Effects of a summer temperature regime representative of a global warming scenario on growth and protein synthesis in hardwater- and softwater-acclimated juvenile rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Ciències biològiques	1
115-Field ecology of freshwater macroalgae in pools and ditches, with special attention to eutrophication	Ciències biològiques	1
116- <i>Terpsinoe musica</i> Ehrenberg (Bacillariophyceae, centrales), with emphasis on protoplast and cell division	Ciències biològiques	1
117-Historical changes in sediments of Pyramid Lake, Nevada, USA: consequences of changes in the water balance of a terminal desert lake	Ciències biològiques	1
118-Macrophytes from lakes in the eastern Pyrenees: community composition and ordination in relation to environmental factors	ciències biològiques	1
119-Impact of lime on sediment phosphorus release in hard water lakes: The case of hypereutrophic halfmoon lake, alberta	Ciències biològiques	1

120-Supply of phosphorus to the water column of a productive hardwater lake: controlling mechanisms and management considerations	Ciències biològiques	1
121-Palaeolimnological Niche Characterization with Selected Algae: I. Planktonic Diatoms from a Hardwater Habitat	Ciències biològiques	1
122-Late Quaternary palaeolimnology of a tropical marl lake: Wallywash Great Pond, Jamaica	Ciències biològiques	1
123-Kinetic changes in surface phosphatase activity of <i>Synedra acus</i> (Bacillariophyceae) in relation to pH variation	Ciències biològiques	1
124-Relationships between growth and sporulation of aquatic hyphomycetes on decomposing leaf litter	Ciències biològiques	1
125-Cyclostephanos delicatus (Genkal) Casper et Scheffler comb. nov. from Waters in the Northern Part of Germany	Ciències biològiques	1
126-Photosynthesis, photorespiration, and organic carbon release in <i>Nymphaea tuberosa</i> paine and <i>Nuphar variegatum</i> engelm	Ciències biològiques	1
127-Spirogyra species and accompanying algae from pools and ditches in The Netherlands	Ciències biològiques	1
128-Indirect effects of fish predation on calcite supersaturation, precipitation and turbidity in a shallow prairie lake	Ciències biològiques	4
129-Resource limitation in a stream community: phosphorus enrichment effects on periphyton and grazers	Ciències biològiques	1
130-Evaluation of calcium carbonate and calcium hydroxide treatments of prairie drinking water dugouts	Ciències biològiques	1
131-MICROBIAL COLONIZATION ON NATURAL AND ARTIFICIAL MACROPHYTES IN A PHOSPHORUS-LIMITED, HARDWATER LAKE	Ciències biològiques	1
132-A test of the effects of lime on algal biomass and total phosphorus concentrations in edmonton stormwater retention lakes	Ciències biològiques	1
133-Ecology and production of invertebrates in a Canadian coldwater spring-springbrook system	Ciències biològiques	1
134-Ecology and production of invertebrates in a Canadian	Ciències biològiques	1

coldwater spring-springbrook system		
135-Lime treatment of a hardwater lake to reduce eutrophication	Ciències biològiques	1
136-Factors influencing photosynthetic productivity of chara vulgaris L. In a moderately productive hardwater lake	Ciències biològiques	1
137-Ecological observations on aquatic hyphomycetes of Hungary, III	ciències biològiques	1
138-Cyclostephanos species newly reported from north america: C. tholiformis sp. nov. and c. costatilibus comb. nov.	Ciències biològiques	1
139-Macroinvertebrate assemblages in Pennsylvania (U.S.A.) springs	Ciències biològiques	1
140-Effects of the lampricide, 3-trifluoromethyl-4-nitrophenol (TFM) on the macroinvertebrates of Wilmot Creek	Ciències biològiques	1
141-Responses of stream algae to grazing minnows and nutrients: a field test for interactions	Ciències biològiques	1
142-Geostatistics in ecology: interpolating with known variance.	Ciències biològiques	1
143-Effects of the lampricide, 3-trifluoromethyl-4-nitrophenol (TFM) on the macroinvertebrates of a hardwater river	Ciències biològiques	1
144-Late holocene diatoms in lake poukawa: Effects of airfall tephra and changes in depth	Ciències biològiques	1
145-Morphology and taxonomy of Stephanodiscus vestibulis sp. nov. (Bacillariophyta)	Ciències biològiques	1
146-Vegetation patterns in and among pannes (calcareous intradunal ponds) at the Indiana Dunes National Lakeshore, Indiana.	Ciències biològiques	1
147-Analysis of the phytoplankton composition of 95 Labrador lakes, with special reference to natural and anthropogenic acidification.	Ciències biològiques	1
148-Effects of copper on branchial ionoregulation in the rainbow trout, Salmo gairdneri Richardson - Modulation by water hardness and pH	Ciències biològiques	1
149-Patterns of macroinvertebrate colonization on fresh and	Ciències biològiques	1

senescent alder leaves in two Michigan streams		
150-Spatial variations in and controls on the calcite saturation index in Acton Lake, Ohio	Ciències biològiques	1
151-The effect of coprecipitation of CaCO_3 and phosphorus on the trophic state of Bear Lake	Ciències biològiques	1
152-Productivity of <i>Podostemum ceratophyllum</i> in the New River, Virginia.	Ciències biològiques	1
153-Accumulation of sediment organic matter in a hardwater lake with reference to lake ontogeny.	Ciències biològiques	1
154-The physiological ecology of cyclic adenosine 3':5'-monophosphate (cAMP) in vascular aquatic plants. I. In situ dynamics and relationship to primary production in a hardwater lake	Ciències biològiques	1
155-Changes in populations and drift of stream invertebrates following lampricide treatment.	Ciències biològiques	1
156-Photosynthetic carbon sources of stream macrophytes	Ciències biològiques	1
157-Paleoecology of a fossil plant assemblage from a pre-Wisconsinan till in Southern Illinois.	Ciències biològiques	1
158-Epilimnetic and metalimnetic primary production in an Indiana hardwater lake.	Ciències biològiques	1
159-Seasonal variation of standing crop and digestibility of CPOM in a Swiss Jura stream.	Ciències biològiques	1
160-Aquatic plants in Lake Superior Provincial Park in relation to water chemistry.	Ciències biològiques	1
161-Periphyton production in an Appalachian river	Ciències biològiques	1
162-Aluminum sulfate treatment: Short-term effect on complex phosphorus compounds in a eutrophic lake	Ciències biològiques	1
163-Leaf-eating invertebrates as competitors of aquatic hyphomycetes	Ciències biològiques	1

164-Spatial and temporal patterns of temperature, alkalinity, dissolved oxygen and conductivity in an oligo-mesotrophic, deep-storage reservoir in central Texas	Ciències biològiques	1
165-The influence of chironomus plumosus larvae on the exchange of dissolved substances between sediment and water	Ciències biològiques	1
166-Photolithotrophy, photoheterotrophy, and chemoheterotrophy: Patterns of resource utilization on an annual and a diurnal basis within a pelagic microbial community	Ciències biològiques	1
167-Effectiveness of submersed angiosperm-epiphyte complexes on exchange of nutrients and organic carbon in littoral systems. III. Refractory organic carbon	Ciències biològiques	1
168-Effectiveness of submersed angiosperm-epiphyte complexes on exchange of nutrients and organic carbon in littoral systems. II. Dissolved organic carbon	Ciències biològiques	1
169-Effectiveness of submersed angiosperm-epiphyte complexes on exchange of nutrients and organic carbon in littoral systems. I. Inorganic nutrients	Ciències biològiques	1
170-Photosynthetic pathways of some aquatic plants	Ciències biològiques	1
171-The macrophyte tissue nutrient pool of a hardwater eutrophic lake: Implications for macrophyte harvesting	Ciències biològiques	1
172-Nitrogen nutrition of Myriophyllum spicatum: variation of plant tissue nitrogen concentration with season and site in Lake Wingra	Ciències biològiques	1
173-Leaf processing in a woodland stream	Ciències biològiques	1
174-Diurnal changes in dissolved organic and inorganic carbon and nitrogen in a hardwater stream	Ciències biològiques	4
175-Unsaponified and unsaponifiable determinations as applied to incompletely saponified soaps	Ciències biològiques	4
176-Paleolimnological assessment of past hydro-ecological variation at a shallow hardwater lake in the Athabasca Oil Sands Region before potential onset of industrial development	ciències ambientals	1
177-A state-of-the-art review on microbial desalination cells	ciències ambientals	1

178-Stability of Oxygen Nanobubbles under Freshwater Conditions	ciencias ambientales	1
179-Evaluation of <i>Aspergillus fumigatus</i> NTCC1222 as a source of enzymes for detergent industry: <i>Aspergillus fumigatus</i> for detergent industry	ciencias ambientales	1
180-Stable isotope geochemistry of the modern shinka river, northwestern ethiopian lowlands: A potential model for interpreting ancient environments of the middle stone age	ciencias ambientales i geoquímica	1
181-Seasonal Variation of the Calcifying Green Alga <i>Phacotus Lenticularis</i> (Ehrenb.) Stein in Water Bodies under Human Influence (Mid-Western Poland)	ciencias ambientales	1
182-A Comparison between the Oil Removal Capacity of Polymer-Coated Magnetic Nanoparticles in Natural and Synthetic Environmental Samples	ciencias ambientales	1
183-An over 200-year environmental change record from the highly impacted small, hardwater lake Pniówno (Chełm Hills)	ciencias ambientales	1
184-Does an increase in water color intensity affect the lake trophic status and phytoplankton metrics	ciencias ambientales	1
185-Interplay between sea level rise and tectonics in the Holocene evolution of the St. Eufemia Plain (Calabria, Italy)	ciencias ambientales	1
186- Evaluation of charge and agglomeration behavior of TiO ₂ nanoparticles in ecotoxicological media	ciencias ambientales	1
187-Comparing the effect of phytoplankton and a charophyte on calcite precipitation in lake water: Experimental approach	ciencias ambientales	1
188-Seasonality of water chemistry, carbonate production, and biometric features of two species of chara in a shallow Clear Water Lake	ciencias ambientales	1
189-Assessment of potential risks associated with heavy metal contamination in sediment in Aobaopao Lake, China, determined from sediment cores	ciencias ambientales	1
190-Toxicity and genotoxicity of organic and inorganic nanoparticles to the bacteria <i>Vibrio fischeri</i> and <i>Salmonella typhimurium</i>	ciencias ambientales	1

191-Dietary calcium induced cytological and biochemical changes in thyroid	ciencies ambientals i salut	4
192-Risk of acute toxicity for fish during aluminium application to hardwater lakes	ciencies ambientals	3
193-Spatial bacterial diversity in a recent freshwater tufa deposit	ciencies ambientals	1
194-Stable isotopic composition of the freshwater gastropod viviparus georgianus, central New York State: Evaluation as a proxy for summer climate	ciencies ambientals	
195-Morphological variation of oospores in the population of Chara rudis A. Braun in a mesotrophic lake	ciencies ambientals	1
196-Cadmium accumulation in Scenedesmus vacuolatus under freshwater conditions	ciencies ambientals	1
197-Management perspectives of the calcareous cyanobacterial build-ups in the hardwater rivers of Haute-Normandie (France) [Constructions cyanobactériennes calcaires dans les rivières de Haute-Normandie: Perspectives de gestion]	ciencies ambientals	1
198-Optimization of metalworking fluid microemulsion surfactant concentrations for microfiltration recycling	ciencies ambientals	1
199-Low-Nitrate-Days (LND), a potential indicator of cyanobacteria blooms in a eutrophic hardwater reservoir	ciencies ambientals	1
200-Comparison of a mass balance and an ecosystem model approach when evaluating the carbon cycling in a lake ecosystem	ciencies ambientals	1
201-Factors affecting the current status of a eutrophic shallow lake (Lake Uluabat, Turkey): Relationships between water physical and chemical variables	ciencies ambientals	1
202-Model predictions of metal speciation in freshwaters compared to measurements by in situ techniques	ciencies ambientals	1
203-Comparison of analytical techniques for dynamic trace metal speciation in natural freshwaters	ciencies ambientals	1
204-Long-term limnological changes in six lakes with differing human impacts from a limestone region in southwestern Ontario,	ciencies ambientals	1

Canada		
205-Hydrogeology and geochemistry of the multilayered confined aquifer of the Pisa plain (Tuscany - Central Italy)	ciencias ambientales	1
206-Middle holocene hydrologic change and hypolimnion formation in Lake Erie	ciencias ambientales	1
207-Magnetic water treatment	ciencias ambientales	1
208-Efficiency of natural calcite precipitation compared to lake marl application used for water quality improvement in an eutrophic lake	ciencias ambientales	1
209-Physiological action of dissolved organic matter in rainbow trout in the presence and absence of copper: Sodium uptake kinetics and unidirectional flux rates in hard and softwater	ciencias ambientales	1
210-The role of autotrophic picocyanobacteria in calcite precipitation in an oligotrophic lake	ciencias ambientales	1
211-Geochemical cycling of phosphorus in rivers	ciencias ambientales	1
212-Technologies for lake restoration	ciencias ambientales	1
213-Long term effects of phosphorus precipitations with alum in hypereutrophic Lake Süsser See (Germany)	ciencias ambientales	1
214-Late glacial beech forest: An 18, 000-5000-BP pollen record from Auckland, New Zealand	ciencias ambientales	1
215-Toxicity of acidic post-mining lake water to early life stages of tench, <i>Tinca tinca</i> (cyprinidae)	ciencias ambientales	1
216-Land use influence on ¹³⁷ Cs levels in perch (<i>Perca fluviatilis</i> L.) and roach (<i>Rutilus rutilus</i> L.)	ciencias ambientales	1
217-Colonization dynamics of an encrusting cyanobacterial mat in a hardwater river (Eaulne, France)	ciencias ambientales	1
218-Phosphorus-binding forms in the sediment of an oligotrophic and an eutrophic hardwater lake of the Baltic Lake District (Germany)	ciencias ambientales	1
219-Biogeochemical characteristics of the Everglades sloughs	ciencias ambientales	1

220-Evaluation of a high-hardness COMBO medium and frozen algae for <i>Daphnia magna</i>	ciencias ambientales	1
221-Identification of processes regulating the colour and colour change in an oligotrophic, hardwater, groundwater-fed lake, Blue Lake, Mount Gambier, South Australia	ciencias ambientales	1
222-Diel cycles in calcite production and dissolution in a eutrophic basin	ciencias ambientales	1
223-A balance analysis of phosphorus elimination by artificial calcite precipitation in a stratified hardwater lake (71)	ciencias ambientales	1
224-Biomass and production of amphipods in low alkalinity lakes affected by acid precipitation	ciencias ambientales	1
225-Softening hard wellwaters with <i>Moringa oleifera</i> seed extracts	ciencias ambientales	1
226-Modelling orthophosphate evolution in a high rate algal pond	ciencias ambientales	1
227-Calcium carbonate deposition in Ca^{2+} polluted Onondaga Lake, New York, USA	ciencias ambientales	1
228-Short-term effects of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ additions on phytoplankton biomass: A comparison of laboratory and in situ experiments	ciencias ambientales	1
229-Responses of phytoplankton photosynthesis and phosphorus kinetics to resuspended sediments in copper sulfate-treated ponds	ciencias ambientales	1
230-Coagulation of turbid water and softening of hardwater with <i>Moringa oleifera</i> seeds	ciencias ambientales	1
231- <i>Moringa oleifera</i> seeds for softening hardwater	ciencias ambientales	1
232-Zebra Mussel (<i>Dreissena polymorpha</i>) Populations in the Seneca River, New York: Impact on Oxygen Resources	ciencias ambientales	1
233-Zooplankton community structure in hardwater hypertrophic lakes of Alberta	ciencias ambientales	1
234-Radiocarbon dates from the Antarctic Peninsula region - problems and potential	ciencias ambientales	1

235-The effect of hexavalent chromium on the critical thermal maximum and body burden of <i>Clioperla clio</i> (Plecoptera:Perlodidae)	ciencias ambientales	1
236-Oocyte atresia and reproductive success in fathead minnows (<i>Pimephales promelas</i>) exposed to acidified hardwater environments	ciencias ambientales	1
237-Spatial structure of zooplankton in Quebec lakes: relation to acidity [Structure spatiale du zooplancton des lacs du Quebec: relation avec l'acidite]	ciencias ambientales	1
238-Effects of subacute cadmium exposure on a hardwater mountain stream microcosm	ciencias ambientales	1
239-Radiocarbon dating of marl deposits - can we assess the hard water effect? (Article)	ciencias ambientales	1
240-Biogenic regulation of iron availability in a eutrophic hardwater lake	ciencias ambientales	1
241-Distribution and habitat of <i>Etheostoma atripinne</i> in Kentucky.	ciencias ambientales	1
241-The effects of hardness, alkalinity and pH of test water on the toxicity of copper to rainbow trout (<i>Salmo gairdneri</i>)	ciencias ambientales	1
243-The effect of heavy metals and other pollutants on the sediments of Onondaga Lake	ciencias ambientales	1
244-Photolithotrophy, photoheterotrophy, and chemoheterotrophy: Patterns of resource utilization on an annual and a diurnal basis within a pelagic microbial community	ciencias ambientales	1
245-Mechanical cutting of submersed macrophytes: Immediate effects on littoral water chemistry and metabolism	ciencias ambientales	1
246-METHANE FORMATION BY LAKE SEDIMENTS DURING IN VITRO INCUBATION	ciencias ambientales	1
247-Acetylene reduction assay of anaerobic nitrogen fixation by sediments of selected Wisconsin lakes	ciencias ambientales	1
248-NITROGEN AND CARBON DISTRIBUTION IN SEDIMENT CORES OF SELECTED WISCONSIN LAKES	ciencias ambientales	1
249-Surface Chloride distribution in Maine lakes	ciencias ambientales	1

250-Exploring the niche of a highly effective biocalcifier: calcification of the eukaryotic microalga <i>Oocardium stratum</i> Nägeli 1849 in a spring stream of the Eastern Alps	ciències planetàries i de la terra	1
251-14C age offset in the Mar Piccolo Sea basin in Taranto (southern Italy) estimated on <i>Cerastoderma glaucum</i> (Poiret, 1789)	ciències planetàries i de la terra	1
252-Forgotten news: Shellfish isotopic insight into changing sea-level and associated impact on the first settlers of the Mariana Archipelago	ciències planetàries i de la terra	1
253-Projections for Future Radiocarbon Content in Dissolved Inorganic Carbon in Hardwater Lakes: A Retrospective Approach	ciències planetàries i de la terra	1
254-Cycling of calcite and hydrous metal oxides and chemical changes of major element and REE chemistry in monomictic hardwater lake: Impact on sedimentation	ciències planetàries i de la terra	1
255-A note on reporting of reservoir 14C disequilibria and age offsets	ciències planetàries i de la terra	1
256-Late Neolithic Subsistence Strategy And Reservoir Effects In 14C Dating of artifacts at the pile-dwelling site Serteya II (NW Russia)	ciències planetàries i de la terra	1
257-14C chronostratigraphy for Qinghai lake in China	ciències planetàries i de la terra	1
258-Variation in radiocarbon age determinations from the crystal river archaeological site, Florida	ciències planetàries i de la terra	1
259-Non-Marine ostracod records of holocene environmental change (Book Chapter)	ciències planetàries i de la terra	1
260-Freshwater reservoir effect variability in Northern Germany	ciències planetàries i de la terra	1
261-Calcium, magnesium and strontium cycling in stratified, hardwater lakes: Lake Kinneret (Sea of Galilee), Israel	ciències planetàries i de la terra	1
262-Tongatapu hardwater: Investigation into the 14C marine reservoir offset in lagoon, reef and open ocean environments of a limestone island	ciències planetàries i de la terra	1
263-Monsoon variability and chemical weathering during the late	ciències planetàries i de la terra	1

Pleistocene in the Goriganga basin, higher central Himalaya, India	de la terra	
264-Possible factors causing older radiocarbon age for bulk organic matter in sediment from Daihai Lake, North China	ciencies planetàries i de la terra	1
265-High-resolution age model based on AMS radiocarbon ages for Kettle Lake, North Dakota, USA	ciencies planetàries i de la terra	1
266-Effect of hardwater on selective flocculation of diasporic-bauxite	ciencies planetàries i de la terra	1
267-Oxygen-isotope geothermometers in lacustrine sediments: New insights through combined $\delta^{18}\text{O}$ analyses of aquatic cellulose, authigenic calcite and biogenic silica in Lake Gościaz, central Poland	ciencies planetàries i de la terra	1
268-The magnitude of error in conventional bulk-sediment radiocarbon dates from central North America	ciencies planetàries i de la terra	1
269-Global radiation and onset of stratification as forcing factors of seasonal carbonate and organic matter flux dynamics in a hypertrophic hardwater lake (Sacrower See, Northeastern Germany)	ciencies planetàries i de la terra	1
270-Estimated reservoir ages of the black sea since the last glacial	ciencies planetàries i de la terra	1
271-New marine δR values for the south pacific subtropical gyre region	ciencies planetàries i de la terra	1
272-Radiocarbon reservoir ages and hardwater effect for the northeastern coastal waters of Argentina	ciencies planetàries i de la terra	1
273-New groundwater-level rise data from the Rhine-Meuse delta - Implications for the reconstruction of Holocene relative mean sea-level rise and differential land-level movements	ciencies planetàries i de la terra	1
274-Effects of pH and Ca competition on complexation of cadmium by fulvic acids and by natural organic ligands from a river and a lake	ciencies planetàries i de la terra	1
275-A 14,000-year environmental change history revealed by mineral magnetic data from White Lake, New Jersey, USA	ciencies planetàries i de la terra	1
276-Seasonal water-column dynamics of dissolved inorganic carbon stable isotopic compositions ($\delta^{13}\text{CDIC}$) in small hardwater lakes in Minnesota and Montana	ciencies planetàries i de la terra	1

277-Carbonate stable isotopes Lake sediments (Book Chapter)	ciències planetàries i de la terra	1
278-Freshwater reservoir effect in 14C dates of food residue on pottery	ciències planetàries i de la terra	1
279-Fluvial tufa formation in a hard-water creek (Deinschwanger Bach, Franconian Alb, Germany)	ciències planetàries i de la terra	1
280-Architecture of a bench-type carbonate lake margin and its relation to fluvially dominated deltas, Las Minas Basin, Upper Miocene, Spain	ciències planetàries i de la terra	4
281-Recognition and implications of Eocene tufas and travertines in the Chadron Formation, White River group, Badlands of South Dakota	ciències planetàries i de la terra	1
282-Evidence for a hardwater radiocarbon dating effect, Wonder Lake, Denali National Park and Preserve, Alaska, U.S.A.	ciències planetàries i de la terra	1
283-Holocene Fluctuations of a Meromictic Lake in Southern British Columbia	ciències planetàries i de la terra	1
284-Accurate dating of organic deposits by AMS 14C measurement of macrofossils	ciències planetàries i de la terra	1
285-Mammals of the Bridgerian (middle Eocene) elderberry canyon local fauna of eastern Nevada	ciències planetàries i de la terra	1
286-Holocene environmental changes in Lily Lake, minnesota inferred from fossil diatom and pollen assemblages	ciències planetàries i de la terra	1
287-Late Quaternary diatom and chemical profiles from a meromictic lake in Quebec, Canada	ciències planetàries i de la terra	1
288-Isotopic and geochemical composition of marl lake waters and implications for radiocarbon dating of marl lake sediments.	ciències planetàries i de la terra	1
289-The peterson limestone — early cretaceous lacustrine carbonate deposition in western wyoming and southeastern idaho	ciències planetàries i de la terra	1
290-Evaluation of a well-established sequential phosphorus fractionation technique for use in calcite-rich lake sediments: Identification and prevention of artifacts due to apatite formation	enginyeria	1

291-Parts cleaning clinic	enginyeria	4
292-Self-emulsifying esters for metalworking fluids	enginyeria	1
293-Hardwater/compiler codevelopment for an media processor	enginyeria	4
294-Huntsman presents diglycolamine as an alternative in MWF formulations	enginyeria	1
295-Water treatment - the soft option	enginyeria	4
296-RELIABILITY IMPROVEMENT OF A THREE-ELEMENT FEEDWATER CONTROL SYSTEM FOR A PRESSURIZED WATER REACTOR.	enginyeria	1
297-Hard-on-hardwater lubricated bearings for marine applications. (Article)	enginyeria	1
298-NEW TITRATION METHOD FOR DETERMINING THE ALKALINITY IN FOOD ASH AND A STUDY ON HEALTH EFFECTS OF ALKALINITY IN FOOD AND DRINKING WATER.	enginyeria	1
299- Concentrations of Cd, Cu, Mn, Pb, and Zn in fishes in a highly organic softwater pond	enginyeria	1
300-Preparation and application of bio-adsorbent for the removal of water hardness: conversion of a waste to a value-added material	química	1
301-Colonisation of Remote Oceania: New dates for the Bapot-1 site in the Mariana Islands	bioquímica	1
302-Experimental assessment of the water quality influence on the phosphorus uptake of an invasive aquatic plant: Biological responses throughout its phenological stage	bioquímica	1
303-Decrease in CO2 efflux from northern hardwater lakes with increasing atmospheric warming	bioquímica	4
304-Hard water and old food. The freshwater reservoir effect in radiocarbon dating of food residues on pottery	multidisciplinari	1
305-The freshwater reservoir effect in radiocarbon dating	bioquímica	1

306-Hydrometeorological parameters and aquatic chemistry of Lake Engure: Trends of changes due to human impact and natural variability	bioquímica	1
--	------------	---

Annex 2. Nombre d'articles segons l'any

Any	Nombre d'articles	Any	Nombre d'articles
2022	3	1993	5
2021	4	1992	1
2020	3	1991	2
2019	7	1990	7
2018	7	1989	4
2017	7	1988	5
2016	3	1987	9
2015	8	1986	5
2014	8	1985	4
2013	4	1984	7
2012	2	1983	7
2011	5	1982	2
2010	7	1981	2
2009	7	1980	5
2008	9	1979	6
2007	10	1978	3
2006	12	1977	2
2005	8	1976	1
2004	6	1975	0

2003	9	1974	1
2002	7	1973	3
2001	22	1972	0
2000	7	1971	0
1999	9	1970	1
1998	8	1969	0
1997	9	1968	0
1996	16	1967	1
1995	8	1966-1939	0
1994	7		

Annex 3. Duresa de l'aigua a Terrassa entre els anys 2019-2022

Duresa al 2019, Xarxa Llobregat

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	461	4,6	46,1	25,9	32,2
Febrer	347	3,5	34,7	19,5	24,3
Març	463	4,6	46,3	26	32,4
Abril	424	4,2	42,4	23,8	29,7
Maig	406	4,1	40,6	22,8	28,4
Juny	310	3,1	31	17,4	21,7
Juliol	197	2	19,7	11,1	13,8
Agost	334	3,3	33,4	18,8	23,4
Setembre	339	3,4	33,9	19	23,7
Octubre	356	3,6	35,6	20	24,9
Novembre	397	4	39,7	22,3	27,8
Desembre	336	3,4	33,6	18,9	23,5
Mitjana	364	3,6	36,4	20,5	25,5
Màxim	463	4,6	46,3	26	32,4
Mínim	197	2	19,7	11,1	13,8

Duresa al 2019, Xarxa Minats

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	456	4,6	45,6	25,6	31,9
Febrer	479	4,8	47,9	26,9	33,5
Març	523	5,2	52,3	29,4	36,6
Abril	512	5,1	51,2	28,8	35,8
Maig	450	4,5	45	25,3	31,5
Juny	499	5	49,9	28	34,9
Juliol	224	2,2	22,4	12,6	15,7
Agost	471	4,7	47,1	26,5	32,9
Setembre	445	4,5	44,5	25	31,1
Octubre	462	4,6	46,2	26	32,3
Novembre	434	4,3	43,4	24,4	30,3
Desembre	405	4,1	40,5	22,8	28,3
Mitjana	447	4,5	44,7	25,1	31,2
Màxim	523	5,2	52,3	29,4	36,6
Mínim	224	2,2	22,4	12,6	15,7

Duresa al 2019, Can Parellada

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	202	2	20,2	11,3	14,1
Febrer	204	2	20,4	11,5	14,3
Març	329	3,3	32,9	18,5	23
Abril	296	3	29,6	16,6	20,7
Maig	202	2	20,2	11,3	14,1
Juny	208	2,1	20,8	11,7	14,5
Juliol	366	3,7	36,6	20,6	25,6
Agost	349	3,5	34,9	19,6	24,4
Setembre	224	2,2	22,4	12,6	15,7
Octubre	214	2,1	21,4	12	15
Novembre	217	2,2	21,7	12,2	15,2
Desembre	192	1,9	19,2	10,8	13,4
Mitjana	250	2,5	25	14,1	17,5
Màxim	366	3,7	36,6	20,6	25,6
Mínim	192	1,9	19,2	10,8	13,4

Duresa al 2019, Can Parellada Industrial

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	456	4,6	45,6	25,6	31,9
Febrer	461	4,6	46,1	25,9	32,2
Març	462	4,6	46,2	26	32,3
Abril	456	4,6	45,6	25,6	31,9
Maig	463	4,6	46,3	26	32,4
Juny	475	4,8	47,5	26,7	33,2
Juliol	456	4,6	45,6	25,6	31,9
Agost	456	4,6	45,6	25,6	31,9
Setembre	450	4,5	45	25,3	31,5
Octubre	428	4,3	42,8	24	29,9
Novembre	460	4,6	46	25,8	32,2
Desembre	454	4,5	45,4	25,5	31,7
Mitjana	456	4,6	45,6	25,6	31,9
Màxim	475	4,8	47,5	26,7	33,2
Mínim	428	4,3	42,8	24	29,9

Duresa al 2019, Can Guitard

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	465	4,7	46,5	26,1	32,5
Febrer	481	4,8	48,1	27	33,6
Març	479	4,8	47,9	26,9	33,5
Abril	452	4,5	45,2	25,4	31,6
Maig	430	4,3	43	24,2	30,1
Juny	469	4,7	46,9	26,3	32,8
Juliol	507	5,1	50,7	28,5	35,5
Agost	468	4,7	46,8	26,3	32,7
Setembre	474	4,7	47,4	26,6	33,1
Octubre	335	3,4	33,5	18,8	23,4
Novembre	428	4,3	42,8	24	29,9
Desembre	431	4,3	43,1	24,2	30,1
Mitjana	452	4,5	45,2	25,4	31,6
Màxim	507	5,1	50,7	28,5	35,5
Mínim	335	3,4	33,5	18,8	23,4

Duresa al 2020, xarxa Llobregat

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	373	3,7	37,3	21	26,1
Febrer	332	3,3	33,2	18,7	23,2
Març	384	3,8	38,4	21,6	26,9
Abril					
Maig	343	3,4	34,3	19,3	24
Juny	336	3,4	33,6	18,9	23,5
Juliol	260	2,6	26	14,6	18,2
Agost	407	4,1	40,7	22,9	28,5
Setembre	3,6	3,6	35,8	20,1	25
Octubre	362	3,6	36,2	20,3	25,3
Novembre	357	3,6	35,7	20,1	25
Desembre	392	3,9	39,2	22	27,4
Mitjana	355	3,5	35,5	19,9	24,8
Màxim	407	4,1	40,7	22,9	28,5
Mínim	260	2,6	26	14,6	18,2

Duresa al 2020, xarxa Minats

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	471	4,7	47,1	26,5	32,9
Febrer	523	5,2	52,3	29,4	36,6
Març	410	4,1	41	23	28,7
Abril					
Maig	488	4,9	48,8	27,4	34,1
Juny	502	5	50,2	28,2	35,1
Juliol	460	4,6	46	25,8	32,2
Agost	465	4,7	46,5	26,1	32,5
Setembre	520	5,2	52	29,2	36,4
Octubre	466	4,7	46,6	26,2	32,6
Novembre	484	4,8	48,4	27,2	33,8
Desembre	499	5	49,9	28	34,9
Mitjana	481	4,8	48,1	27	33,6
Màxim	523	5,2	54,3	29,4	36,6
Mínim	410	4,1	41	23	28,7

Duresa al 2020, xarxa Can Parellada

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	211	2,1	21,1	11,9	14,8
Febrer	205	2,1	20,5	11,5	14,3
Març	232	2,3	23,2	13	16,2
Abril					
Maig	375	3,8	37,5	21,1	26,2
Juny	407	4,1	40,7	22,9	28,5
Juliol	191	1,9	19,1	10,7	13,4
Agost	183	1,8	18,3	10,3	12,8
Setembre	190	1,9	19	10,7	13,3
Octubre	202	2	20,2	11,3	14,1
Novembre	211	2,1	21,1	11,9	14,8
Desembre	235	2,4	23,5	13,2	16,4
Mitjana	240	2,4	24	13,5	16,8
Màxim	407	4,1	40,07	22,9	28,5
Mínim	183	1,8	18,3	10,3	12,8

Duresa al 2020, xarxa Can Parellada Industrial

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	380	3,8	38	21,3	26,6
Febrer	413	4,1	41,3	23,2	28,9
Març	356	3,6	35,6	20	24,9
Abril					
Maig	404	4	40,4	22,7	28,3
Juny	416	4,2	41,6	23,4	29,1
Juliol	402	4	40,2	22,6	28,1
Agost	362	3,6	36,2	20,3	25,3
Setembre	459	4,6	45,9	25,8	32,1
Octubre	440	4,4	44	24,7	30,8
Novembre	473	4,7	47,3	26,6	33,1
Desembre	443	4,4	44,3	24,9	31
Mitjana	413	4,1	41,3	23,2	28,9
Màxim	473	4,7	47,3	26,6	33,1
Mínim	356	3,6	35,6	20	24,9

Duresa al 2020, xarxa Can Guitard

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	435	4,4	43,5	24,4	30,4
Febrer	428	4,3	42,8	24	29,9
Març	400	4	40	22,5	28
Abril					
Maig	376	3,8	37,6	21,1	26,3
Juny	444	4,4	44,4	24,9	31
Juliol	428	4,3	42,8	24	29,9
Agost	446	4,5	44,6	25,1	31,2
Setembre	456	4,6	45,6	25,6	31,9
Octubre	442	4,4	44,2	24,8	30,9
Novembre	474	4,7	47,4	26,6	33,1
Desembre	481	4,8	48,1	27	33,6
Mitjana	437	4,4	43,7	24,6	30,6
Màxim	481	4,8	48,1	27	33,6
Mínim	376	3,8	37,6	21,1	26,3

Duresa al 2021, xarxa Llobregat

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	364	3,6	36,4	20,4	25,5
Febrer	382	3,8	38,2	21,5	26,7
Març	382	3,8	38,2	21,5	26,7
Abril	383	3,8	38,3	21,5	26,8
Maig	301	3	30,1	16,9	21
Juny	315	3,2	31,5	17,7	22
Juliol	288	2,9	28,8	16,2	21,01
Agost	293	2,9	29,3	16,5	20,5
Setembre	299	3	29,9	16,8	20,9
Octubre	311	3,1	31,1	17,5	21,7
Novembre	326	3,3	32,6	18,3	22,8
Desembre	336	3,4	33,6	18,9	23,5
Mitjana	332	3,3	33,2	18,6	23,2
Màxim	383	3,8	38,3	21,5	26,8
Mínim	288	2,9	28,8	16,2	20,1

Duresa al 2021, xarxa Minats

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	490	4,9	49	27,5	34,3
Febrer	494	4,9	49,4	27,8	34,5
Març	497	5	49,7	27,9	34,8
Abril	465	4,7	46,5	26,1	32,5
Maig	342	3,4	34,2	19,2	23,9
Juny	425	4,3	42,5	23,9	29,7
Juliol	452	4,5	45,2	25,4	31,6
Agost	452	4,5	45,2	25,4	31,6
Setembre	449	4,5	44,9	25,2	31,4
Octubre	469	4,7	46,9	26,3	32,8
Novembre	4,7	3,5	34,5	19,4	24,1
Desembre	405	4,1	40,5	22,8	28,3
Mitjana	440	4,4	44	24,7	30,8
Màxim	497	5	49,7	27,9	34,8
Mínim	342	3,4	34,2	19,2	23,9

Duresa al 2021, xarxa Can Parellada

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	190	1,9	19	10,7	13,3
Febrer	236	2,4	23,6	13,3	16,5
Març	218	2,2	21,8	12,2	15,2
Abril	291	2,9	29,1	16,3	20,3
Maig	297	3	29,7	16,7	20,8
Juny	193	1,9	19,3	10,8	13,5
Juliol	185	1,9	18,5	10,4	12,9
Agost	198	2	19,8	11,1	13,8
Setembre	191	1,9	19,1	10,7	13,4
Octubre	206	2,1	20,6	11,6	14,4
Novembre	226	2,3	22,6	12,7	15,8
Desembre	192	1,9	19,2	10,8	13,4
Mitjana	219	2,2	21,9	12,3	15,3
Màxim	297	3	29,7	16,7	20,8
Mínim	185	1,9	18,5	10,4	12,9

Duresa al 2021, xarxa Can Parellada Industrial

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	422	4,2	42,2	23,7	29,5
Febrer	437	4,4	43,7	24,6	30,6
Març	421	4,2	42,1	23,7	29,4
Abril	447	4,5	44,7	25,1	31,3
Maig	376	3,8	37,6	21,1	26,3
Juny	430	4,3	43	24,2	30,1
Juliol	365	3,7	36,5	20,5	25,5
Agost	451	4,5	45,1	25,3	31,5
Setembre	439	4,4	43,9	24,7	30,7
Octubre	463	4,6	46,3	26	32,4
Novembre	343	3,4	34,3	19,3	24
Desembre	454	4,5	45,4	25,5	31,7
Mitjana	421	4,2	42,1	23,6	29,4
Màxim	463	4,6	46,3	26	32,4
Mínim	343	3,4	34,3	19,3	24

Duresa al 2021, xarxa Can Guitard

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	426	4,3	42,6	23,9	29,8
Febrer	437	4,4	43,7	24,6	30,6
Març	249	2,5	24,9	14	17,4
Abril	452	4,5	45,2	25,4	31,6
Maig	370	3,7	37	20,8	25,9
Juny	423	4,2	42,3	23,8	29,6
Juliol	290	2,9	29	16,3	20,3
Agost	424	4,2	42,4	23,8	29,7
Setembre	401	4	40,1	22,5	28
Octubre	411	4,1	41,1	23,1	28,7
Novembre	434	4,3	43,4	24,4	30,3
Desembre	431	4,3	43,1	24,2	30,1
Mitjana	396	4	39,6	22,2	27,7
Màxim	452	4,5	45,2	25,4	31,6
Mínim	249	2,5	24,9	14	17,4

Duresa al 2022, xarxa Llobregat

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	334	3,3	33,4	18,8	23,4
Febrer	336	3,4	33,6	18,9	23,5
Març	339	3,4	33,9	19	23,7
Abril	315	3,2	31,5	17,7	22
Maig	328	3,3	32,8	18,4	22,9
Juny	170	1,7	17	9,6	11,9
Juliol	289	2,9	28,9	16,2	20,2
Agost	345	3,5	34,5	19,4	24,1
Setembre	306	3,1	30,6	17,2	21,4
Octubre	306	3,1	30,6	17,2	21,4
Mitjana	307	3,1	30,7	17,2	21,5
Màxim	345	3,5	34,5	19,4	24,1
Mínim	170	1,7	17	9,6	11,9

Duresa al 2022, xarxa Minats

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	447	4,5	44,7	25,1	31,3
Febrer	481	4,8	48,1	27	33,6
Març	429	4,3	42,9	24,1	30
Abril	388	3,9	38,8	21,8	27,1
Maig	358	3,6	35,8	20,1	25
Juny	488	4,9	48,8	27,4	34,1
Juliol	490	4,9	49	27,5	34,3
Agost	414	4,1	41,4	23,3	29
Setembre	482	4,8	48,2	27,1	33,7
Octubre	477	4,8	47,7	26,8	33,4
Mitjana	445	4,5	44,5	25	31,1
Màxim	490	4,9	49	27,5	34,3
Mínim	358	3,6	35,8	20,1	25

Duresa al 2022, xarxa Can Parellada

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	255	2,6	25,5	14,3	17,8
Febrer	232	2,3	23,2	13	16,2
Març	264	2,6	26,4	14,8	18,5
Abril	174	1,7	17,4	9,8	12,2
Maig	189	1,9	18,9	10,6	13,2
Juny	170	1,7	17	9,6	11,9
Juliol	181	1,8	18,1	10,2	12,7
Agost	203	2	20,3	11,4	14,2
Setembre	188	1,9	18,8	10,6	13,1
Octubre	208	2,1	20,8	11,7	14,5
Mitjana	206	2,1	20,6	11,6	14,4
Màxim	264	2,6	26,4	14,8	18,5
Mínim	170	1,7	17	9,6	11,9

Duresa al 2022, xarxa Can Parellada Industrial

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	402	4	40,2	22,6	28,1
Febrer	450	4,5	45	25,3	31,5
Març	419	4,2	41,9	23,5	29,3
Abril	208	2,1	20,8	11,7	14,5
Maig	460	4,6	46	25,8	32,2
Juny	444	4,4	44,4	24,9	31
Juliol	444	4,4	44,4	24,9	31
Agost	455	4,6	45,5	25,6	31,8
Setembre	462	4,6	46,2	26	32,3
Octubre	455	4,6	45,5	25,6	31,8
Mitjana	420	4,2	42	23,6	29,4
Màxim	462	4,6	46	26	32,3
Mínim	208	2,1	20,8	11,7	14,5

Duresa al 2022, xarxa Can Guitard

Mes	mg/l CaCO ₃	mmol/l	°F	°DH	°eH
Gener	466	4,7	46,6	26,2	32,6
Febrer	450	4,5	45	25,3	31,5
Març	298	3	19,8	16,7	20,8
Abril	189	1,9	18,9	10,6	13,2
Maig	365	3,7	36,5	20,5	25,5
Juny	450	4,5	45	25,3	31,5
Juliol	458	4,6	45,8	25,7	32
Agost	506	5,1	50,6	28,4	35,4
Setembre	456	4,6	45,6	25,6	31,9
Octubre	425	4,3	42,5	23,9	29,7
Mitjana	406	4,1	40,6	22,8	28,4
Màxim	506	5,1	50,6	28,4	35,4
Mínim	189	1,9	18,9	10,6	13,2

