

La duresa de l'aigua de la Muga

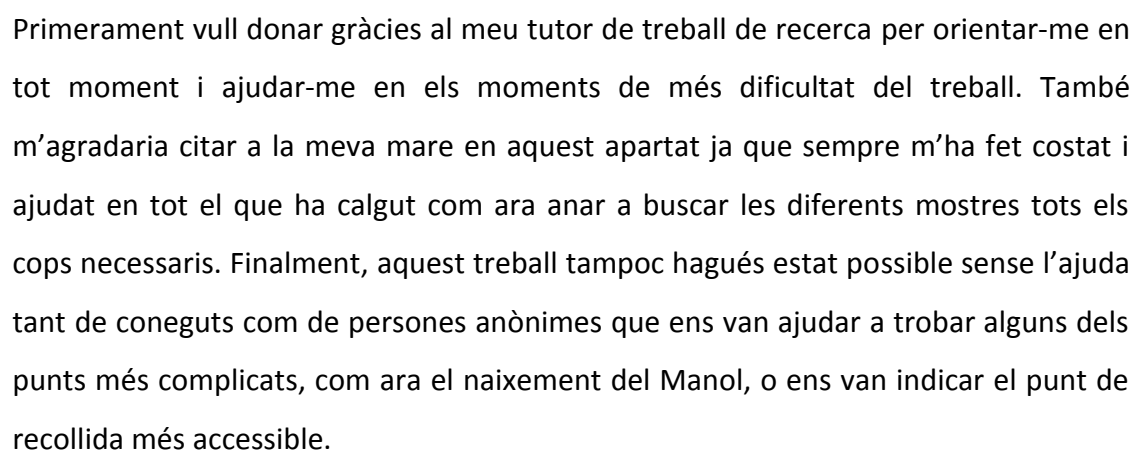


Institut Cendrassos

Data de lliurament: 28 octubre de 2013

“Si hi ha màgia en aquest planeta, està continguda en l’aigua.”

Loran Easley



Primerament vull donar gràcies al meu tutor de treball de recerca per orientar-me en tot moment i ajudar-me en els moments de més dificultat del treball. També m'agradaria citar a la meva mare en aquest apartat ja que sempre m'ha fet costat i ajudat en tot el que ha calgut com ara anar a buscar les diferents mostres tots els cops necessaris. Finalment, aquest treball tampoc hagués estat possible sense l'ajuda tant de coneguts com de persones anònimes que ens van ajudar a trobar alguns dels punts més complicats, com ara el naixement del Manol, o ens van indicar el punt de recollida més accessible.

Índex

1. INTRODUCCIÓ	6
2. ESTUDIS PREVIS	7
2.1 Situació geogràfica.....	7
2.2 Geologia	11
2.2.1 Els sòls	13
2.3. La climatologia	16
2.3.1 Les precipitacions	17
2.4 Geografia humana	19
2.4.2 Depuradores.....	22
2.5 La duresa de l'aigua	23
2.5.1 Quantificació de la duresa de l'aigua.	24
2.5.2 Efectes pràctics de la duresa de l'aigua	24
2.5.3 Tipus de dureses.....	25
3. PART PRÀCTICA.....	26
3.1 Punts de mostreig.....	26
3.2 Procés experimental que determina la duresa de l'aigua mitjançant la titulació amb E.D.T.A.....	28
3.2.1 Material necessari per realitzar el procés experimental	29
3.2.2 Procés experimental.....	29
3.2.3 Duresa a partir dels resultats obtinguts en la valoració.	30
3.3 Resultats extrets de l'anàlisi al laboratori en les diferents fases.	31
3.3.1 Primera fase:	31
3.3.2 Segona fase:.....	35

3.3.3. Tercera fase:.....	40
3.4. Estudis a partir dels resultats obtinguts	44
3.4.1 Llobregat d'Empordà	44
3.4.2. Arnera	44
3.4.3 La Muga	45
3.4.4. El Manol	46
4. CONCLUSIONS.....	47
5. WEBGRAFIA I BIBLIOGRAFIA.....	50
ANNEXOS	I
ANNEX 1: El pantà de Boadella	II
ANNEX 2: Temperatures	IV
ANNEX 3: Geografia humana.....	V
ANNEX 4: Depuradores.....	XII
ANNEX 5: Fitxes de mostreig	XX
ANNEX 6: Gràfics comparatius.....	XXXVII

1. INTRODUCCIÓ

L'objectiu d'aquest treball és l'estudi de la duresa de l'aigua de la conca de la Muga i dels factors que poden influir-hi.

Intentarem relacionar la geologia, la climatologia i la influència humana en la duresa de l'aigua de la conca del riu La Muga i els seus principals afluents.

Cada factor dels citats anteriorment s'estudiarà de la següent manera:

- En l'apartat de la geologia s'estudiarà si depenent de la composició del terreny pel que passa el riu varia la duresa de les seves aigües.
- Pel que fa a la climatologia observarem si depenent de l'estació meteorològica (primavera, estiu i tardor) en que ens trobem l'aigua és més o menys dura i, per tant, les mostres a analitzar s'agafaran al Maig, Juliol i Setembre.
- La geografia humana estudiarà els diferents nuclis de població, l'economia d'aquests i la presència o no de plantes potabilitzadores.

Tal i com es pot veure és un treball de tipus local que inclou els camps de la química, en l'anàlisi de l'aigua mitjançant el reactiu l'EDTA; la geologia, ja que és un dels camps a estudiar per mirar si té alguna relació amb la duresa de l'aigua; i a banda de l'aspecte més científic d'aquest treball també s'hi pot veure una part que estudia l'impacte humà i que per tant tracta una part més social.

El fet que sigui un treball local em permet conèixer més a fons el meu entorn ja fa que inicialment el treball resulti atractiu. A més a més tracta anàlisi al laboratori, encarat al camp que m'agradaria exercir en un futur, i aquest va ser el motiu principal que em va dur a escollir aquest treball. També fet que requereixi un treball de camp va motivar-me a escollir-lo.

Un dels límits que va necessitar el treball va ser l'acotació de les mostres i de les conques a analitzar, ja que inicialment estava previst analitzar l'aigua de les dues conques més importants de la comarca: La Muga i el Fluvià. Finalment es va veure que no era possible analitzar-les ambdues ja que eren masses quilòmetres de riu per cobrir i degut al llarg recorregut del riu Fluvià va ser aquest el que es va descartar.

2. ESTUDIS PREVIS

Per tal de poder treure les conclusions adequades de la relació entre la duresa de l'aigua i els camps que es volen estudiar calen una sèrie de coneixements previs de cada camp.

2.1 Situació geogràfica

Alhora de poder relacionar els diferents aspectes a analitzar amb els resultats obtinguts cal que primerament coneguem les conques dels rius i per tant a continuació trobarem una breu explicació de la situació geogràfica de la Muga i cada un dels seus afluents principals que són el Llobregat, l'Arnera i el Manol. A continuació podem veure un mapa de la situació dels rius dins la comarca.

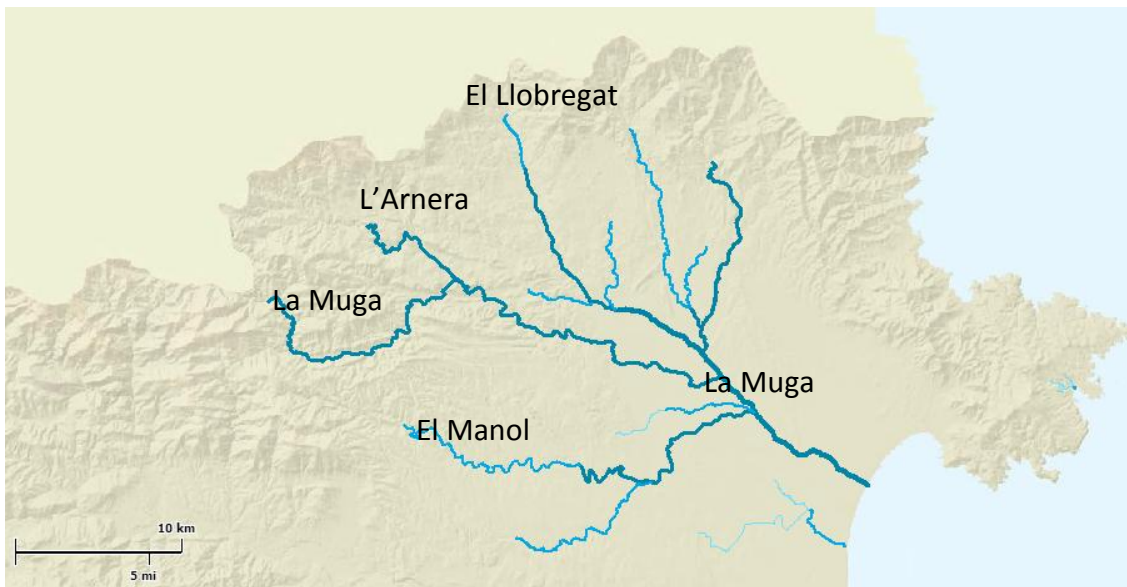


Figura 1. Mapa de la Xarxa hidrogràfica de l'Alt Empordà que avarca els rius a analitzar.

El Llobregat d'Empordà

El riu Llobregat neix al Pic del Llobregat, tal i com el seu nom ens indica, al terme municipal de la Jonquera fins al punt on conflueix amb la Muga al terme municipal de Pont de Molins. El seu recorregut total és de 23.9 quilòmetres. Els afluents d'aquest riu són el Ricardell que neix a Biure i té un recorregut de 4.5 quilòmetres i l'Anyet que neix a Sant Climent Sescebes i el seu recorregut és de 10.9 quilòmetres, l'Anyet alhora té dos afluents que són l'Orlina i el Merdanç. Les aigües del Llobregat provenen de la Serra de les Alberes i la part més oriental de les Salines. Aquesta gran zona de conca fa que el Llobregat d'Empordà tin-

gui un cabal semblant al de la mateixa Muga però al no tenir un embassament s'agreugen les inundacions, i la variabilitat del cabal d'aquest riu li dona un règim torrencial.

L'Arnera

El nom d'Arnera prové d'*arenaria* que vol dir riu sorrenc, un nom molt adequat pel riu degut a la gran quantitat de sorra que transporta al llarg de tot el seu recorregut. Aquest riu és l'afluent de la Muga que li arriba per la part occidental, de les muntanyes de les Salines, al municipi de Maçanet de Cabrenys. És el que es considera més important pel que fa a cabal d'aigua que porta ja que és el més abundant i el més regular durant tot l'any a causa de la importància de les precipitacions a la zona (veure apartat 2.3.1 Precipitacions). L'Arnera neix a la Font de l'Arç a 960 metres d'altitud i s'uneix a la Muga a l'embassament de Boadella. Aquest riu no té cap afluent destacat a excepció de petits torrents ocasionals.

El Manol

El nom que porta aquest riu té tres possibles orígens: *Amnis* que vol dir riu, *Amnolus* que significa riuet i finalment *Manare* que vol dir rajar. El riu Manol neix a les immediacions de Lliurona més concretament a la Tossa d'Espinar a 1.089 metres d'altitud, al terme municipal d'Albanyà. Desemboca a la Muga aigua avall del nucli urbà de Figueres, més concretament a Palol prop ja de Vila-Sacra. Té un recorregut total de 19 quilòmetres.

Pel que fa al seu cabal hem de dir que és un cabal molt irregular amb importants crescudes, les conegudes com a "Manolades", durant les èpoques de pluges i períodes, durant l'estiu, on hi ha trams sense aigua.

Els principals afluents del Manol no són rius pròpiament dits sinó que tenen un caràcter més torrencial i, per tant, tots són rieres. Els noms d'aquestes rieres són: La riera d'Alguema, la del Rissec i la de Cistella.

La Muga

La Muga és un dels principals rius de la comarca, juntament amb el Fluvià. L'origen del nom del riu prové del mot *Sambuca* o *Sambroca* provinent de la llengua basca o iber, que era la llengua present a la zona abans del llatí, i la seva traducció és límit o frontera. Un dels

motius que ens porten a que el riu tingui aquest nom és que en part del seu recorregut actua com una frontera natural entre la comarca de l'Alt Empordà i França.

Aquest riu neix al Pla de la Muga a les muntanyes del Montnegre situat a la zona denominada Garrotxa d'Empordà, a uns 1.240 metres d'altitud i té un recorregut total de 44.5 quilòmetres fins a la platja de Castelló d'Empúries on desemboca al Mar Mediterrani. Veient el recorregut que té podem dir que la conca del riu va de ponent a llevant. Aquest fet és degut a la disposició de les unitats estructurals de les plaques terrestres.

El règim hídric de la Muga està fortament influenciat pel control que exerceix el pantà de Boadella sobre aquest i per tant no es poden establir relacions entre precipitació de la zona i cabal del riu a partir de l'embassament. Tot i això si que podem apreciar variacions relacionades amb les precipitacions, ja que a l'estiu hi ha la menor quantitat de cabal de tot l'any de la mateixa manera que és quan hi ha menys precipitacions. Pel que fa al cabal que poden aportar els diferents afluents cal destacar els del Manol i el Llobregat d'Empordà, sobretot en les estacions d'hivern i primavera que és quan els rius aporten més quantitat d'aigua. La part del cabal que prové del desglaç de la neu que pugui haver-hi a les muntanyes és gairebé inapreciable la majoria dels anys ja que no es una fenomen meteorològic comú a la zona.

Els territoris pels quals passa aquest riu són l'Alt Empordà en la seva majoria (98.76%), agafant les aigües del Pirineu i Subpirineus de la comarca del nord-est català; la Garrotxa (0.07%), ja que és on neix, i França (1.26%), on rep una sèrie de torrents provinents del Vallespir.

Pel que fa als afluents que rep aquest riu, destaquem els més importants que són: l'Arnera, el Llobregat d'Empordà, i el Manol. Aquests afluents són els que utilitzarem per diferenciar quatre trams de la Muga que ens facilitaran l'estudi d'aquest.

El primer és el que va del naixement al pantà de Boadella, veure annex 1, on rep l'Arnera. En aquest primer tram el pendent és força elevat, sobretot a l'inici del riu, amb una mitjana del 3.6% i els quilòmetres que pertanyen a aquest tram són 36.1.

El segon tram que diferenciem a la Muga és aquell que situem des del pantà de Boadella fins a la confluència de la Muga amb el riu Llobregat d'Empordà, al terme municipal de Vila-

nova de la Muga. Aquest tram té una pendent considerablement menor del 0.42% a l'igual que la seva llargada que en aquest cas és de 21.4 quilòmetres.

El següent tram va des d'aquest últim punt fins a la seva confluència amb el Manol, passat Vilatenim. La pendent continua disminuint i en aquest cas és del 0.23% i els quilòmetres que comprenen aquest tram són només 3.4 quilòmetres.

Finalment distingim el tram final que és el que ens porta a la desembocadura. Com que aquest tram de 8.9 quilòmetres ja arriba a la desembocadura i degut a la geografia de l'Alt Empordà el pendent és gairebé inapreciable, del 0.1%.

2.2 Geologia



Figura 2. Mapa de la divisió territorial de la comarca.

Abans de conèixer quina és la geologia de l'Alt Empordà, cal recordar quin és el relleu d'aquest territori. En aquesta comarca trobem la part de La Plana de l'Empordà la qual està envoltada per muntanyes.

Encara que la comarca es divideixi principalment entre la plana i les muntanyes trobem terrenys intermedis entre aquestes dues unitats de relleu. Aquestes petites subdivisions dels diferents espais són les que trobem en la figura 2: Les Salines-Albera, Els aspres, Alta Garrotxa, Garrotxa d'Empordà, Plana de l'Empordà, Terraprimis i el Cap de Creus.

L'element geogràfic més característic de l'Alt Empordà és la seva gran plana, de 41500 hectàrees, de la qual cal dir que és una plana lleugerament inclinada cap al mar degut a que està formada pels sediments dels rius que hi passen i que desemboquen al Mar Mediterrani. Degut a l'extensió d'aquesta important plana en diferenciem la part litoral i l'interior. La part litoral o oriental era inicialment una zona d'albuferes que amb el pas del temps, i a conseqüència de la deposició dels sediments que porten els dos rius comarcals, la Muga i el Fluvià; s'ha substituït l'aigua de la zona per els sediments al·luvials que deixen els rius citats anteriorment. Tot i aquesta substitució progressiva, encara hi ha zones de caràcter més aquós com ara la zona de Castelló d'Empúries on hi trobem els aiguamolls de l'Empordà. La part interior o occidental de la plana és una zona més extensa que fa de pont d'unió entre la costa i les muntanyes que envolten la comarca. És per aquest motiu que la geologia de la zona és complexa i progressiva ja que com més ens acostem a les muntanyes menys materials sorrencs trobem i més sòl rocós hi ha.

La plana de l'Alt Empordà està envoltada per muntanyes (figura 3). Les agrupem segons la situació geogràfica d'aquestes i per tant trobem les del nord, les del sud i les de l'oest.

Les del nord són aquelles que van des del Pla de la Muga fins al Cap de Creus. Dins les muntanyes del nord hi trobem dues serralades, la de les Salines i la de l'Albera, separades pel coll del Pertús. La que ens queda a l'oest és la serra de les Salines i a l'est hi trobem l'Albera. Aquestes dues serralades són fruit del xoc entre dues plaques tectòniques: la placa eurasiàtica amb la placa ibèrica, placa on trobem l'Alt Empordà. Aquestes serralades es van començar a formar fa uns trenta milions d'anys i geològicament parlant podem dir que són unes serralades molt joves. Pel que fa als materials geològics podem dir-ne que són materials molt durs tot i que percebem lleugeres diferències pel que fa a la seva naturalesa.

Les muntanyes de la zona sud de la comarca trobem el massís del Montgrí i són muntanyes de poca alçada si les comparem amb els massissos del Pirineu Empordanès. A la zona occidental de la comarca trobem les muntanyes que neixen al pla de la Muga i que van perdent alçada a mesura que baixen fins a la mare de Déu del món.



Figura 3. Mapa amb les diferents serralades que envolten la plana de l'Alt Empordà.

2.2.1 Els sòls

La geologia actual de l'Alt Empordà té una història breu d'uns 1.8 milions d'anys si tenim en compte que la Terra es va formar fa 4500 milions d'anys. Tot i això els antecedents importants de la seva forma actual es remunten 250 milions d'anys enrere. Una classificació pel que fa als diferents terrenys de la comarca és la que ens ofereix la classificació segons el tipus de roques i el seu origen. Els diferents terrenys que trobem a l'Alt Empordà estan distribuïts de la manera següent:

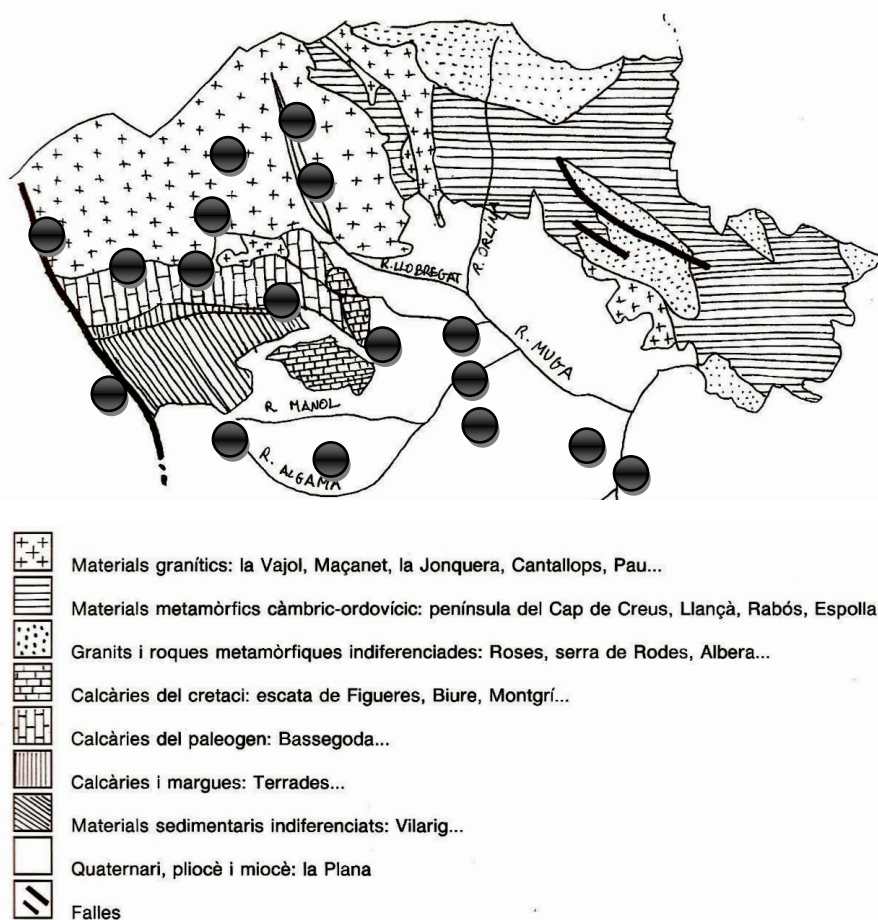


Figura 5. Mapa de la geologia de l'Alt Empordà. Font: Llibre Aprenent de Geòleg

Els materials que trobem al llarg de tota la comarca són:

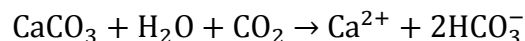
Materials granítics

Aquests materials deriven de la roca anomenada granit. El nom de granit deriva del llatí *granum* que vol dir gra, això prové de la textura de la roca ja que aquesta és de tacte granu-

lós. El seu origen geològic és de caràcter magmàtic plutònic el que vol dir que la seva formació deriva del lent refredament del magma més proper a l'escorça, de la zona denominada litosfera. La composició química del granit és la següent: 74,5% de sílice (SiO_2), 14% d'alúmina (Al_2O_3), 9,5% d'òxid de sodi (Na_2O) i òxid de potassi (K_2O) i un 2% d'altres òxids. El sílice que forma la major part de la seva composició li dona un caràcter àcid.

Calcàries

Les roques calcàries són aquelles formades com a mínim en un 50% per carbonat de calci (CaCO_3) i la resta de la seva composició està formada per impureses. Les impureses que podem trobar en les roques calcàries són: Silicats, argila, fosfats, carbonats de magnesi, guix, fluorita, òxid de ferro, òxid de magnesi i glauconita. El carbonat de calci és una sal ternària que té una fàcil dissolució amb àcid i amb presència de CO_2 . Els ions que forma aquesta sal són el ió calci Ca^{2+} i el ió carbonat que és CO_3^{2-} . La reacció de dissolució que té lloc en presència de diòxid de carboni (CO_2) i aigua (H_2O) és la següent:



Per tant veiem com quan es dona aquesta reacció en l'aigua queden solts ions calci que donen duresa a l'aigua.

Diferenciem dos períodes de roques calcàries el Cretaci, que forma part de l'era mesozoica, i el Paleogen, que forma part de l'era cenozoica. El cretaci que va iniciar-se fa 141 milions d'anys i va finalitzar fa 65 milions d'anys que va ser quan va començar l'època del paleocè la qual va finalitzar fa 37 milions d'anys.

Margues

Geològicament podem dir que les margues són un tipus de roques sedimentàries a mig camí entre les argiles i les calcàries. Les margues són un tipus de roques que estan formades per dues fraccions: la fracció argilosa i la fracció carbonatada. Aquestes fraccions estan entre el 35% i el 65% en cada una d'elles. La fracció argilosa, tal i com el seu nom indica, és aquella composta per argiles. Les argiles són uns materials granulars compostos per silicat d'alumini hidratat seguint la composició següent: $\text{Al}_2\text{SiO}_2\text{H}_2\text{O}$. La fracció carbonatada pot ésser de dos compostos diferents: el carbonat de calci (CaCO_3) o la dolomita [$\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$].

Roques metamòrfiques

Les roques metamòrfiques és una classificació sobre l'origen de formació de les roques. Aquest tipus de roques es formen a causa de la pressió i temperatura que exerceixen les altres roques sobre aquestes el que els hi produeix un canvi en la conformació i la disposició dels elements químics. Les roques metamòrfiques estan diferenciades en dos períodes, depenent de quan es van formar. Corresponen a l'era del Paleozoic (primari) i són els períodes del càmbric, que va dels 570 als 500 milions d'anys enrere, i del ordovíic que és el posterior al càmbric i que va durar 65 milions d'anys.

Roques sedimentàries

Les roques sedimentàries són aquelles formades a partir de la compressió dels sediments. Els sediments són aquells materials que els agents geològics externs dipositen a les conques de sedimentació. És en aquestes conques on els materials acumulats fan pressió de tal manera que els de les capes més baixes es comprimeixen tant que acaben formant una roca. Els materials que formen la plana de l'Empordà són sediments que han anat portant els rius Muga i Fluvià els quals pertanyen a l'era geològica més recent el Cenozoic. Dins els Cenozoic aquests materials són del Terciari més proper als nostres dies, anomenat Neogen (el qual va començar fa 22.5 milions d'anys i finalitzat fa 5 milions d'anys, i del període quaternari (iniciat fa 1.8 milions d'anys).

2.3. La climatologia

L'agència catalana de l'aigua (ACA) defineix la climatologia de la manera següent:

“La climatologia és la ciència que estudia els factors que produeixen els diferents climes, els seus elements, la seva distribució sobre la superfície de la Terra i la influència sobre els éssers vius”.

A l'hora de determinar el clima d'una regió hem de tenir en compte tres factors que el poden fer variar d'un lloc a un altre. El primer factor a tenir en compte és la proximitat del territori al mar ja que aquest suavitzava les temperatures per la influència de l'aigua i les seves propietats tèrmiques. Després també cal que pensem en l'altura per sobre el nivell del mar perquè a mesura que ens allunyem del mar l'aire es refreda, la condensació augmenta i consegüentment la probabilitat de precipitació augmenta. L'últim concepte a contemplar és la latitud ja que com més a prop de l'equador es troba la zona en qüestió, més perpendicularment incideixen els rajos sobre la superfície augmentant tant la temperatura com l'evaporació i per tant la humitat de la zona. A més a més, hem de tenir en compte si ens trobem a la zona de solell o als obacs ja que a les zones de solell les temperatures mitjanes seran més altes ja que estan durant més temps exposades al Sol, al contrari que als obacs on la menor presència d'hores de sol farà que la temperatura sigui més baixa i la humitat més alta degut també a que hi ha menys radiació solar.

Si hem d'analitzar el clima de l'Alt Empordà hem de saber a quina tipologia climàtica pertany. En aquest cas aquest territori com la resta del territori català, es classifica dins el clima Mediterrani amb la variant de mediterrani marítim de tendència subàrida. El clima Mediterrani és un clima de transició entre els més tropicals i els més freds propis de les zones més nòrdiques. El clima és bastant uniforme a tota la comarca; tot i que es poden apreciar petites diferències entre la zona més litoral i la que és més d'alta muntanya. Les temperatures solen ser suaus tot i que els estius són calorosos encara que les parts litorals i prelitorals estan refrescades per la marinada, vent que bufa de mar. Les precipitacions són irregulars tot i que es concentren a la primavera i a la tardor. Finalment no podem descriure el clima de l'Empordà sense tenir en compte el vent que bufa a la comarca per excel·lència: la Tramuntana.

A continuació podem veure els elements climatològics relacionats amb l'aigua; és a dir les precipitacions i els seu règim pluviomètric. Per veure les temperatures a l'Alt Empordà veure l'Annex 2.

2.3.1 Les precipitacions

Dels tres tipus de precipitacions que podem trobar: neu, calamarsa i pluja, aquesta última és la més abundant al territori alt empordanès. Tot i això, la neu és present sense gaire intensitat a les zones més altes de les Salines i l'Albera i en anys excepcionals pot arribar a totes les zones de la plana fins al litoral. Tampoc cal oblidar la calamarsa i la pedra que pot arribar a caure tot i que no és una precipitació massa freqüent a la zona. . Pel que fa a les precipitacions dominants a la comarca hi trobem la pluja; tot i això aquestes no són molt abundants degut al clima de la comarca amb tendència a clima sec; també cal dir que les precipitacions de la zona són més abundants que la mitjana espanyola. A diferència de les temperatures que són més regulars a tota la comarca, si que notem gran diferència entre les precipitacions de la zona oriental i les de l'occidental de la comarca, per l'accessibilitat de la mar a les diferents zones, tal i com es mostra en la figura 6.

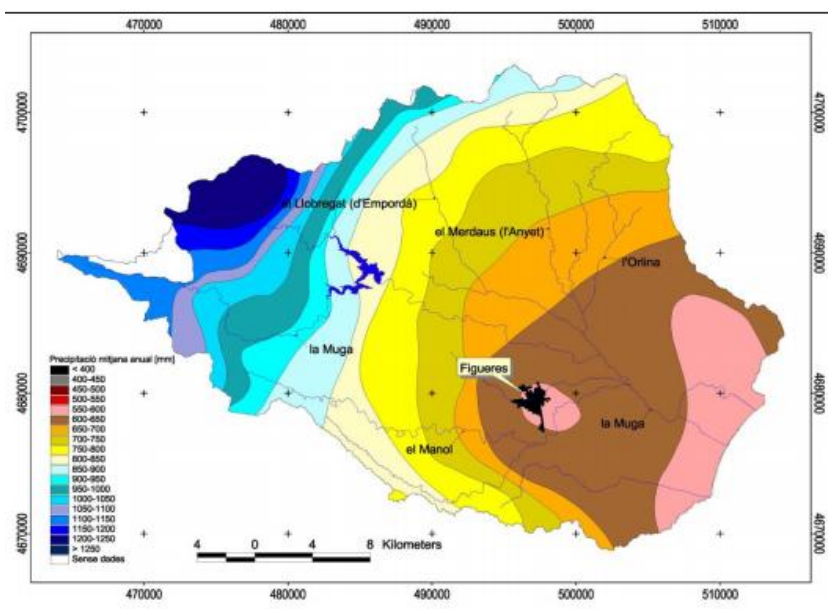


Figura 6 - Precipitació mitjana. Font: Atlas Climàtic de Catalunya

A l'hora d'analitzar la precipitació d'una zona no només hem de tenir en compte l'altitud a que ens trobem si no també l'arribada de llevantada que aporta la majoria de precipitacions a la comarca i per això punts de la serra de l'Albera que tenen més altitud que alguns de les Salines tenen menys precipitació mitjana que aquestes segones perquè són més inaccessibles als vents que bufen de mar. La part alta de la Muga té una precipitació mitjana de fins a 1000 mm. Des de Figueres fins al Golf de Roses la precipitació és inferior als 600 mm.

Si observem l'època de l'any en que es donen les precipitacions i la quantitat amb que es donen, l'anomenat ritme pluviomètric, podem apreciar que el règim seguit per la majoria de climes mediterranis com el nostre és TPHE (Tardor – Primavera – Hivern - Estiu). La distribució en la comarca és la que es mostra en la figura 7.

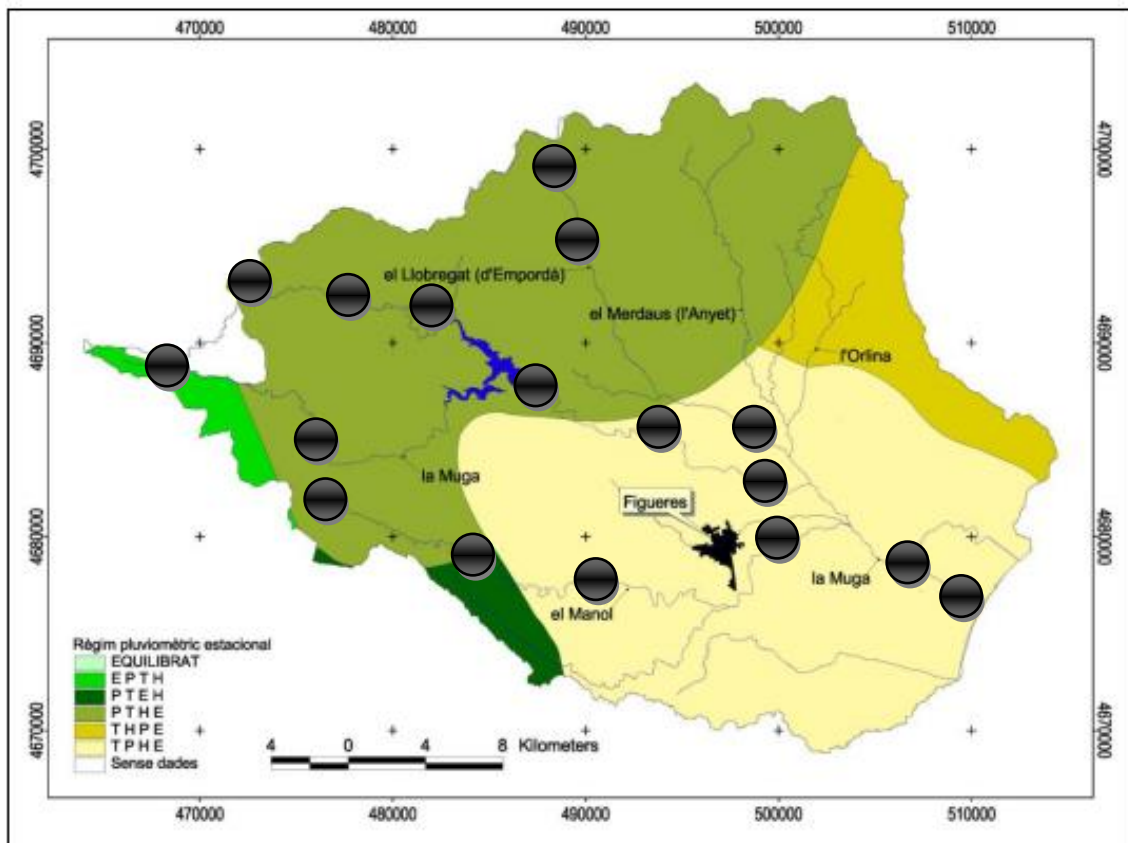


Figura 7 · Règim pluviomètric estacional. Font: Atlas Climàtic de Catalunya

A la tardor calen destacar els episodis de fortes pluges degudes a la llevanteda, més freqüent que a la resta de l'any per la diferència tèrmica entre el mar, que té una temperatura més alta, i la comarca. El mes que registra precipitacions més baixes és el més de juliol a causa del domini d'altres pressions subtropicals procedents del desert Sahrauí. A les zones més altes de la comarca, podem observar com les precipitacions de primavera superen les que trobem a la tardor i el règim que segueixen aquestes zones és PTHI. Aquest fet és degut a la regularitat de les pluges de primavera a diferència de les de tardor les quals són més irregulars. A les capçaleres dels rius també podem apreciar un augment de les pluges a l'estiu tot i que no són suficientment importants com per superar les precipitacions de l'hivern.

2.4 Geografia humana

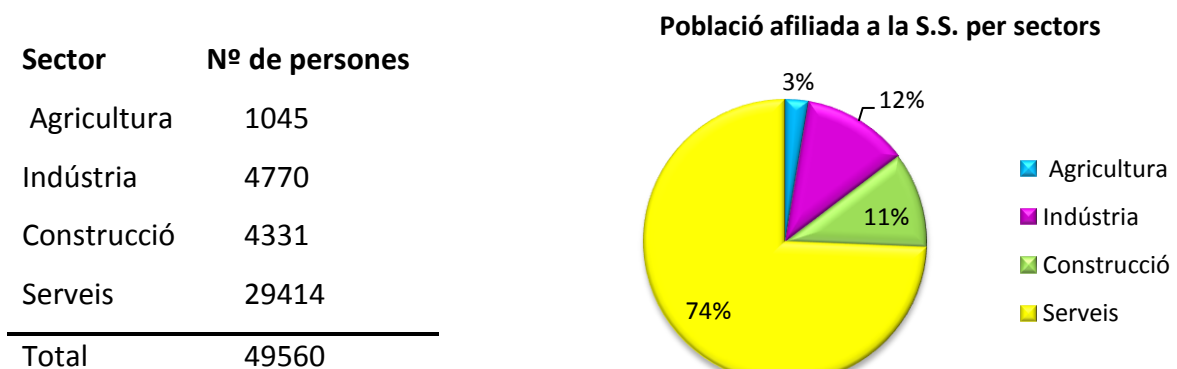
Segons Schillan la geografia humana es defineix de la següent manera:

“La geografia humana és la part de la Geografia que estudia l'organització, distribució i construcció de l'espai terrestre pels grups humans d'acord amb les variades i canviants condicions o circumstàncies socials, econòmiques, polítiques, culturals i ambientals.”

La manera en que s'encararà la geografia humana en aquest treball és en l'estudi de la geografia de la població i la socio-economia així com el tractament de les aigües. El que farem a continuació és observar tant la població de l'Alt Empordà com l'economia de manera general a tota la comarca. Per tal de veure cada una de les poblacions en detall veure annex 3.

L'any 2012 la població de la comarca va finalitzar amb 141517 habitants. D'aquests 71371 eren homes i 70146 dones.

Si volem estudiar l'economia de la comarca tenim diversos paràmetres a estudiar. En aquest cas hem seleccionat el nombre de persones afiliades a la seguretat social (S.S) tant en el règim general com en el dels autònoms. Per tal de poder apreciar millor quin percentatge ocupen els diferents sectors també s'ha incorporat un gràfic de circular.



A partir de les dades que veiem en la taula i al gràfic superior veiem clarament que l'Alt Empordà és una comarca de serveis degut a la gran influència del turisme que arriba d'arreu.

Tot i això veiem que tot i ser una comarca aparentment òptima per a l'agricultura i amb una denominació d'origen pròpia l'agricultura només ocupa un 3% de tota la ocupació comarcal.

Degut a la varietat territorial de l'Alt Empordà distingirem els sectors de muntanya els de la plana i els de la costa. Els municipis que distingim en els diferents sectors són els que podem veure en el mapa:

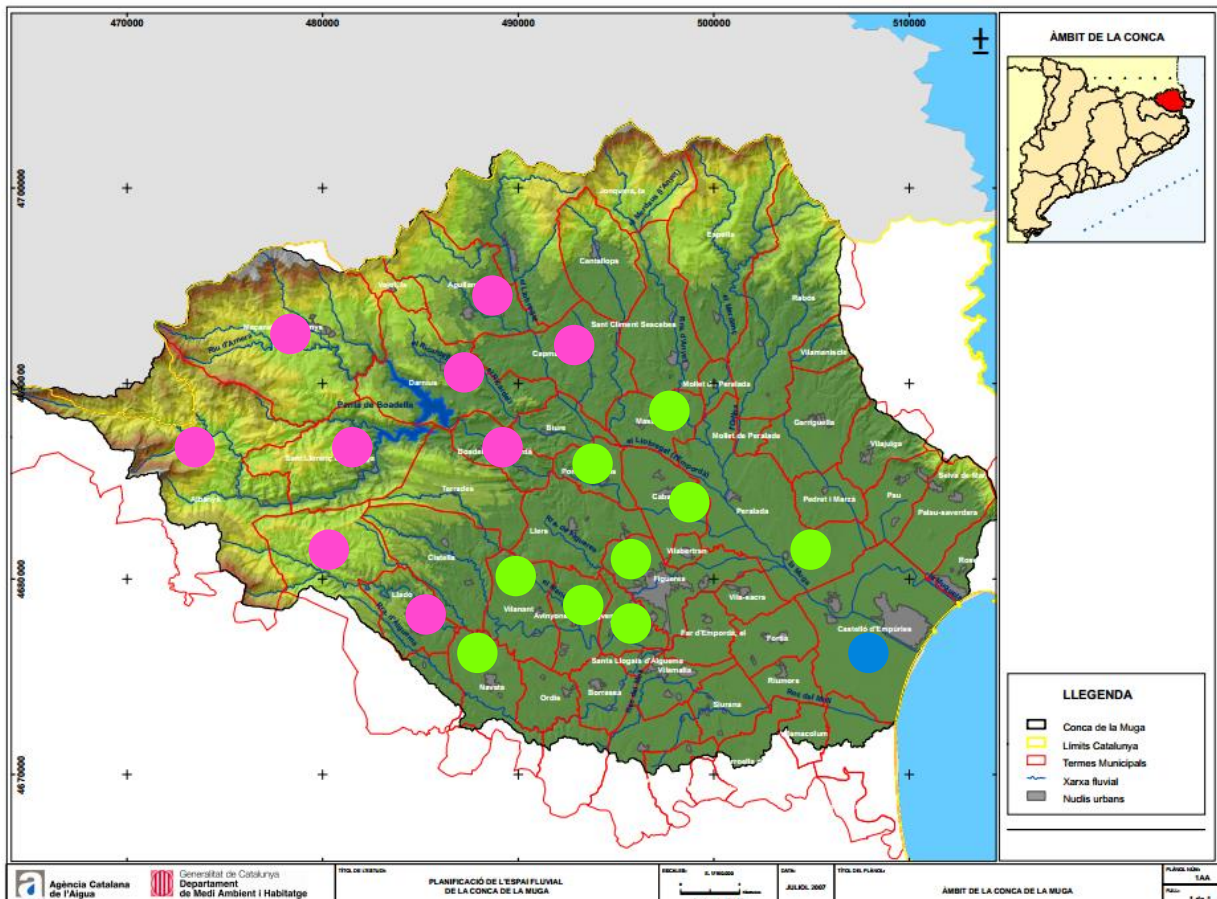


Figura 8. Municipis de les diferents zones a estudiar. Font: Elaboració pròpia

En cada zona distingim:

- **Muntanya:** Albanyà, Agullana, Boadella, Cabanelles, Darnius, Jonquera, Lladó, Maçanet de Cabrenys, Sant Climent Sescebes, Sant Llorenç de la Muga.
- **Plana:** Avinyonet de Puigventós, Cabanes, Figueres, Navata, Masarac, Peralada, Pont de Molins, Vilafant i Vilanant.
- **Costa:** Castelló d'Empúries, juntament amb la urbanització d'Empuriabrava.

Zona de muntanya

Engloba els municipis dits anteriorment i en la taula inferior podem veure la població total dels municipis citats i quin nombre total dels seus habitants participa en cada activitat.

Paràmetre	Població	Agricultura	Indústria	Construcció	Serveis	Total econo.
Nombre	7602	81	157	245	2754	3237

Podem veure com la tendència de la zona de muntanya és la mateixa que en tota la comarca sent el sector de serveis el que més ocupació té seguit de la construcció la indústria i finalment l'agricultura.

A partir d'aquestes dades veiem que la zona de muntanya que pertany a la conca de la Muga ocupa el 5.4% del total de població de l'Alt Empordà.

Zona de la plana

Engloba els municipis anomenats amb anterioritat i en la taula inferior podem veure la població total dels municipis citats i quin nombre total dels seus habitants participa en cada activitat. Cal recordar que és dins aquesta agrupació on trobem la capital de la comarca.

Paràmetre	Població	Agricultura	Indústria	Construcció	Serveis	Total econo.
Nombre	11794	45	452	418	2317	3232

Tal i com es veu en la taula superior és la part de la conca de la Muga amb més població, concretament té un 40.7% de tota la població d'aquesta. També podem apreciar una alta de representació del sector de serveis seguit per la indústria, la construcció i ja a molta distància trobem el sector de l'agricultura.

Zona de la costa

La zona de la costa que analitzarem, tenint en compte que estudiem la conca de la Muga, ens queda reduïda a un sol municipi: Castelló d'Empúries. Tot i això, cal destacar que aquest municipi té una important urbanització: Empuriabrava.

Paràmetre	Població	Agricultura	Indústria	Construcció	Serveis	Total econo.
Nombre	57588	263	1866	1539	12167	15835

Podem apreciar que degut a que només hi ha un municipi totes les dades tenen menor percentatge que la zona de la plana amb un nombre més elevat de municipis. Però, tot i això el tant per cent de la població de tota la comarca és del 8.33% el que suposa més que tota la zona de muntanya estudiada.

2.4.2 Depuradores

A la conca de la Muga hi ha un total de set depuradores. Les depuradores tenen la funció d'eliminar els diferents residus que té d'aigua després de ser utilitzada en les diferents poblacions. Aquestes poblacions són: La Jonquera (municipi que disposa de la depuradora del nucli urbà i de la dels límits), Agullana, Navata, Figueres, Peralada i Castelló d'Empúries. Cada una d'aquestes depuradores disposa d'una fitxa. Aquestes fitxes corresponen a l'Annex 4.

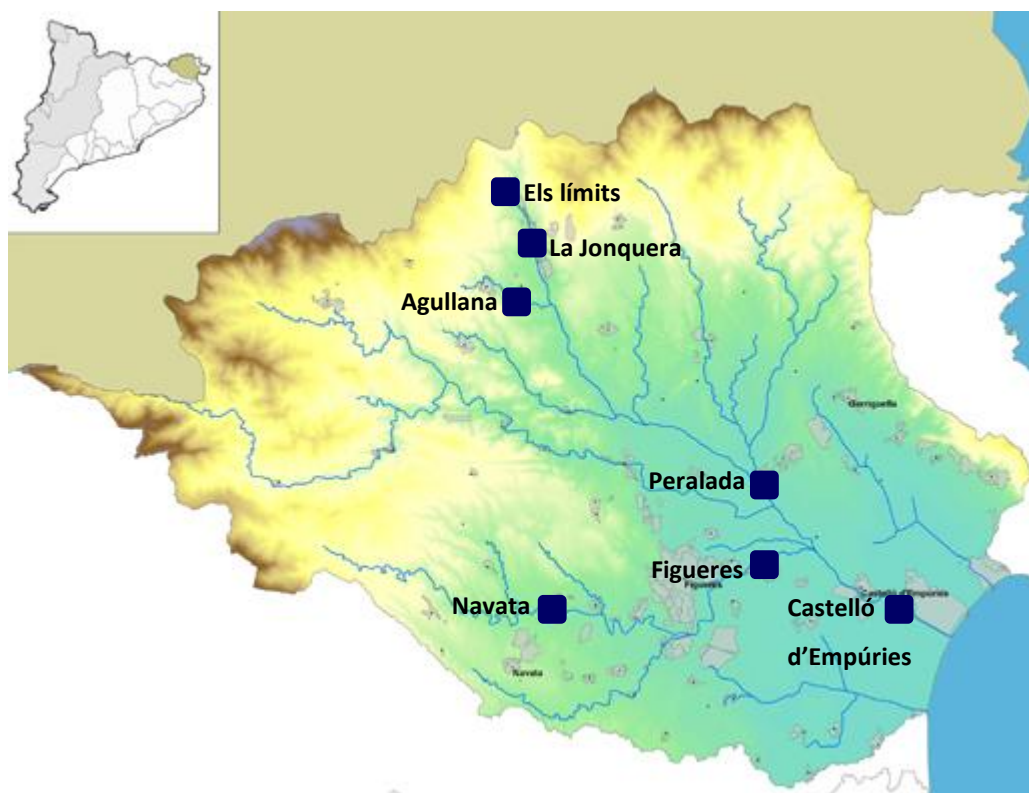


Figura 9. Mapa de la distribució de les depuradores a la comarca. Font: Elaboració pròpia

2.5 La duresa de l'aigua

La duresa de l'aigua és la concentració de tots els cations metàl·lics alcalins presents en aquesta, entenent com a ions metàl·lics alcalins ions de magnesi, calci, estronci i bari en forma de carbonats o bicarbonats. Però a la pràctica, la duresa de l'aigua es sol determinar amb el nombre de ions de calci i magnesi ja que aquests són els més abundants i els altres ions metàl·lics queden molt reduïts. És per aquesta diferència d'abundància entre els diferents ions metàl·lics alcalins que trobem tres grups de duresa en funció de quins elements volem trobar:

- **Duresa Total:** Analitza tots els ions metàl·lics polivalents, també anomenats alcalins, que podem trobar en l'aigua. La fórmula emprada per calcular la duresa total de l'aigua és la següent:

$$D_t(\text{mgCaCO}_3/\text{L}) = \left(\frac{\text{mgCa}^{2+}}{20} + \frac{\text{mgMg}^{2+}}{12} \right) \cdot 50$$

- **Duresa Càlcica:** Només estudia la presència de ions de calci.
- **Duresa Magnesià:** Només contempla els cations de magnesi.

La duresa de l'aigua està molt lligada a les formacions geològiques del seu entorn ja que l'aigua adquireix aquesta duresa quan passa a través de diferents formacions rocoses que estan formades per els elements citats anteriorment: ions metàl·lics alcalins. Al passar-hi l'aigua aconseguix dissoldre aquestes roques com ara les calcàries o el guix. Denominem aigua "dura" a aquella amb gran presència d'aquests ions i aigua "tova" a aquella que té poca concentració d'aquests elements.

Per tant, quan trobem una geologia de caràcter carbonatada l'aigua té tendència a ser més dura perquè aquestes roques estan formades per carbonats de calci i magnesi; en canvi, quan trobem una geologia de composició silicat, a com ara els granits, l'aigua no absorbeix tants ions metàl·lics polivalents i té tendència a ser més tova.

També cal dir que la formació d'incrustacions calcàries es dona quan aquests ions alcalinoterris es troben conjuntament amb ions de bicarbonat (HCO_3^-) i la qual es veu afavorida per temperatures i PH elevats.

2.5.1 Quantificació de la duresa de l'aigua.

La forma en que podem expressar la duresa de l'aigua no és única sinó que hi ha tres classificacions: la duresa U.S.A, la duresa alemanya i la duresa francesa. L'equivalència a establir entre les dues unitats és la següent:

$$1 \text{ ppm} \equiv \frac{1 \text{ mg}}{1 \text{ L}} = \frac{1 \mu\text{g}}{1 \text{ mL}}$$

A continuació estudiarem cada una de les dureses de manera independent.

La duresa alemanya és una de les més utilitzades juntament amb la duresa francesa. La duresa alemanya s'entén amb la següent equivalència: $1 \text{ }^\circ\text{DH} = 17,8 \text{ mg OCa/ L}$.

La duresa francesa la qual està expressada per el símbol $^\circ\text{FH}$ segueix la següent equivalència: $1 \text{ }^\circ\text{FH} = 17,8 \text{ mg CaCO}_3/\text{ L}$.

Pel que fa a la duresa USA cal dir que és la menys coneguda i utilitzada. En aquest cas per cada grau de duresa americana l'aigua té $178 \text{ mg de CaCO}_3/\text{ L}$.

2.5.2 Efectes pràctics de la duresa de l'aigua

Els efectes que té la duresa de l'aigua són moltes i molt diverses i són les següents:

- Pel que fa a les conseqüències sobre els humans cal dir que el que produeix la duresa de l'aigua és mal gust pel que fa a l'aigua de boca i provoca sequedat a la pell i als cabells. Tot i aquests petits detalls, la duresa de l'aigua no afecta a la salut dels humans en particular ni dels éssers vius en general.
- Si ens centrem en el medi ambient veurem que la duresa de l'aigua no té cap efecte negatiu però tampoc positiu de manera directe. El que si que ens podem trobar és que degut al mal gust que té aquesta si es molt dura pugui afectar a alguns ecosistemes ja que els animals evitaran aquella zona com a abeurador i conseqüentment es desplaçaran cap a altres zones, modificant la fauna de l'ecosistema en qüestió.
- Els efectes sobre els elements materials, com ara electrodomèstics o canonades, que pot tenir la duresa de l'aigua és l'efecte més important que aquesta ens pot produir.

Els efectes que té la duresa de l'aigua en els electrodomèstics és degut a la formació d'incrustacions. El rendiment dels electrodomèstics és reduït alhora que també disminueix la producció d'escuma de sabó i per tant l'eficàcia de neteja d'aquest. Aquest últim aspecte negatiu de la duresa de l'aigua es dona perquè, conjuntament amb els sabons, els radicals lliures formen sals insolubles.

2.5.3 Tipus de dureses

La definició de duresa donada anteriorment és allò que entenem per duresa total (°HT). Tot i això la duresa total no és l'únic tipus de duresa que coneixem sinó que també hi ha la duresa temporal i la permanent.

Duresa Total

La duresa total només contempla els ions alcalinoterris presents en l'aigua. És per això que no ens dona informació real del poder incrustant de l'aigua en qüestió ja que no té en compte els ions de carbonat.

Duresa Temporal

La duresa temporal és aquella que contempla els ions carbonats que es poden enllaçar amb els ions de calci i magnesi i que per tant poden formar incrustacions. La duresa Temporal sempre tindrà un valor igual o inferior a la duresa total.

Duresa Permanent

La duresa que anomenem permanent és aquella que contempla els altres elements que poden enllaçar-se amb els ions metàl·lics com ara els nitrats, sulfats, clorurs entre d'altres. Generalment no produeix incrustacions i és la diferència entre les dues dureses anteriors.

3. PART PRÀCTICA

La part pràctica d'aquest treball de recerca consisteix en analitzar l'aigua de la conca de la Muga i els seus principals efluents per tal de determinar-ne la duresa i poder observar si hi ha alguna relació entre aquesta i la geologia, la climatologia i/o la geografia humana amb els conceptes previs estudiats anteriorment.

3.1 Punts de mostreig

Els criteris utilitzats per determinar els diferents punts de mostreig van ser els següents: accessibilitat, distància entre els diferents punts, importància dels nuclis de les diferents poblacions i les seves indústries i nombre de mostres.

A continuació podem veure un mapa, figura 10, de la conca hidrogràfica de la Muga amb els seus efluents i senyalats podem veure els diferents punts on es van agafar les mostres.

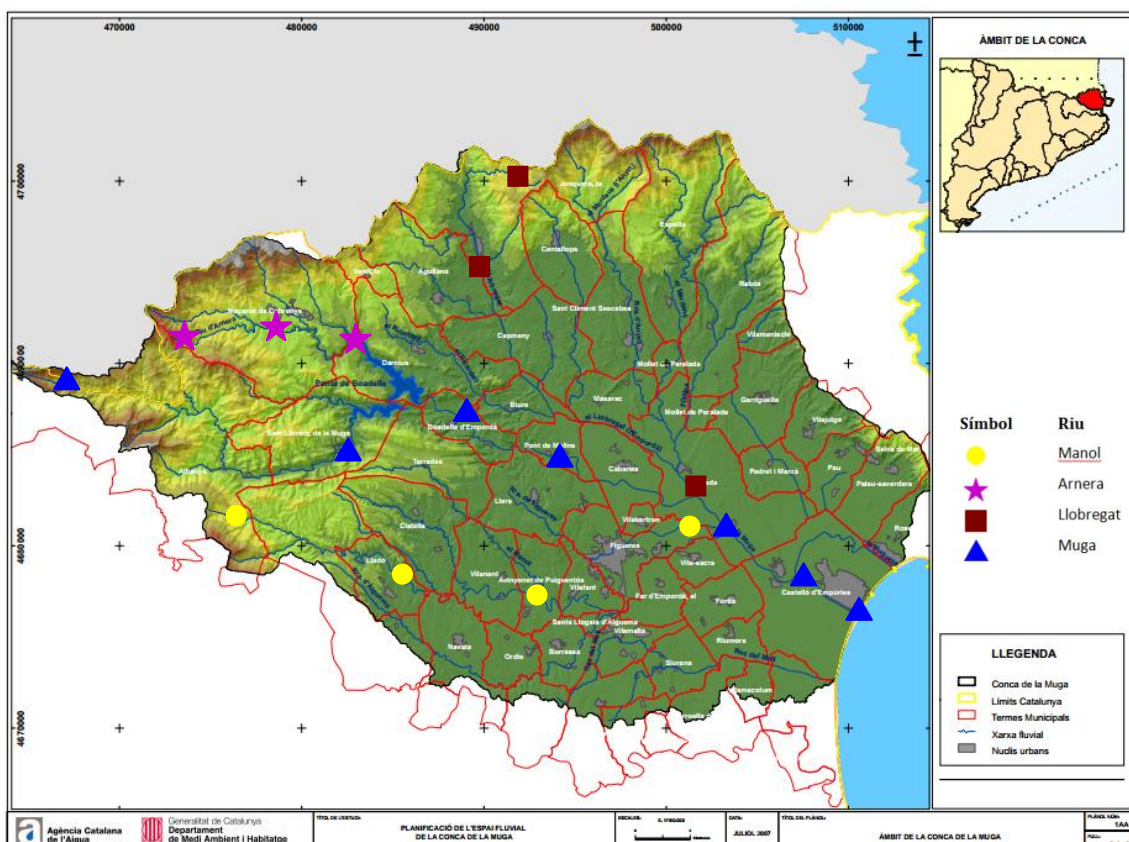


Figura 10. Mapa dels punts de mostreig. Font: Elaboració pròpia.

De cada riu s'agafaren les mostres següents:

- Manol: Lliurona, Lladó, Avinyonet de Puigventós i Palol.
- Arnera Tapis, Maçanet de Cabrenys i "La Central".
- Llobregat d'Empordà: El salt del Fitó, després de la Jonquera i després de Peralada.
- Muga: El Pincaró, Sant Llorenç de la Muga, Boadella d'Empordà, Pont de Molins, Vilanova de la Muga, Després de Castelló i a la desembocadura al mar.

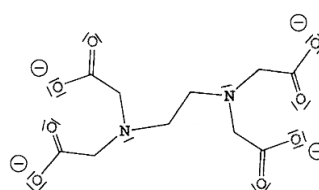
Per veure amb detall cada un dels punts de mostreig veure les fitxes de l'annex 5.

3.2 Procés experimental que determina la duresa de l'aigua mitjançant la titulació amb E.D.T.A.

El procés experimental que en aquest cas utilitzarem per determinar la duresa de l'aigua en una mostra és la volumetria de tipus complexomètric utilitzant EDTA (anió etilendiamintetraacetat) alhora que s'utilitza l'indicador NET (Negre d'ericrom T).

E.D.T.A

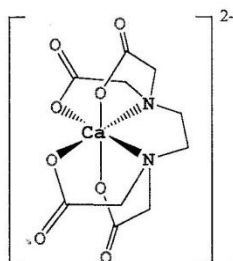
El producte denominat EDTA (anió etilendiamintetraacetat) és una molècula amb parells que no estan enllaçats i que per tant tenen la capacitat d'enllaçar-se amb les molècules iòniques lliures; és per



anió EDTA, Y^{4-}

Figura 11. Estructura de l'anió EDTA

això, que té la capacitat de lligar-se amb els cations metàl·lics lliures en l'aigua reduint-los d'aquesta manera. Degut a que el nombre de ions presents en l'EDTA, que són quatre, la molècula també es pot anomenar Y^{4-} . En presència de cations Ca^{2+} i Mg^{2+} la molècula EDTA envolta cada un d'aquests àtoms de la manera que es veu en la figura 10.



La reacció de formació del complex segueix una **estequiometria 1:1**:



Figura 12. Estructura de l'anió EDTA

N.E.T

El producte denominat NET, negre d'ericrom T, és un indicador orgànic utilitzat per la determinació de la duresa total de l'aigua. Els indicadors orgànics utilitzats en aquests casos són molècules que tenen colors diferents depenent de si estan complexats amb els cations o

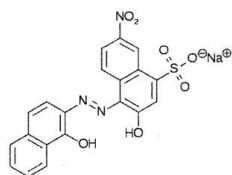


Figura 13. Estructura del NET

no complexats. En aquest cas observem com el color quan no està complexat és blavós i quan ho està té un to vermell.

3.2.1 Material necessari per realitzar el procés experimental

INSTRUMENTS

Pipeta
 Erlenmeyer de 100 mL
 Proveta
 Comptagotes
 Bureta de 50 mL
 Vas de precipitats
 Agitador magnètic

SUBSTÀNCIES

25 mL d'aigua
 2 mL de solució amortidora pH=10
 1 gota d'indicador NET
 EDTA concentració 0.01M

3.2.2 Procés experimental

Primerament, hem de prendre 25 mL d'aigua de les mostres que hem recollit als diferents punts mitjançant una bureta (1). Seguidament, aboquem els 25 mL d'aigua a un Erlenmeyer de 100 mL (2).



1



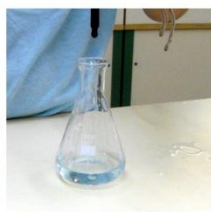
2



3



4



5



6



7



8

A continuació, amb una pipeta (3), afegim 2 mL de solució amortidora pH=10 a l'Erlenmeyer (4) i una gota de l'indicador NET (5). Cal agitar la mescla per homogenitzar-la.

Un cop la mescla està preparada procedim a valoritzar-la amb l'EDTA. 0,1 M que prèviament haurem col·locat a una bureta de 50 mL, amb l'agitador magnètic sota l'Erlenmeyer per tal d'anar mesclant correctament d'EDTA (6). Per valoritzar la dissolució hem d'observar el punt (7) en què la dissolució canvia de color i passa del vermell/morat al blau i just en aquell punt tancar la bureta(8).

3.2.3 Duresa a partir dels resultats obtinguts en la valoració.

En la valoració obtindrem els mL d'EDTA però aquesta dada no ens serveix per valorar la duresa de l'aigua ni la seva qualitat sinó que hem de passar aquesta dada a les unitats que tenim per valorar la duresa de l'aigua: Graus alemanys, graus francesos i graus USA.

La duresa U.S.A la trobem mitjançant la següent equació:

$$1^{\circ} \text{ Duresa USA.} = \frac{\text{Mil} \cdot \text{lilitres EDTA}}{\text{Mil} \cdot \text{lilitres d'aigua}} \cdot 1000$$

La duresa francesa la trobem mitjançant la següent fórmula:

$$1^{\circ} \text{ Duresa Francesa} = \frac{\text{Mil} \cdot \text{lilitres EDTA}}{\text{Mil} \cdot \text{lilitres d'aigua}} \cdot 100$$

La duresa alemanya la trobem mitjançant la següent equivalència:

$$1^{\circ} \text{ Duresa Alemanya} = \text{Mil} \cdot \text{lilitres d'EDTA} \cdot 2,24$$

En aquest cas hem fet cada un d'aquests càlculs amb totes les mostres recollides durant els tres períodes de mostratge.

3.3 Resultats extrets de l'anàlisi al laboratori en les diferents fases.

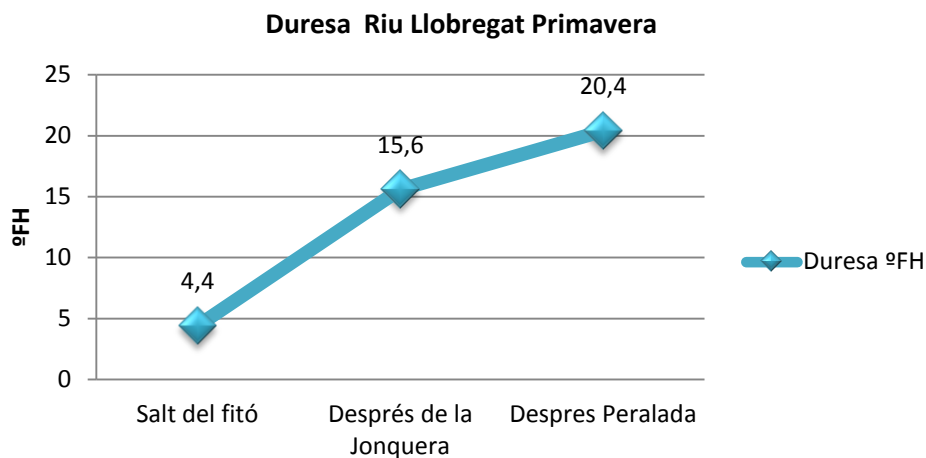
En aquest treball s'han dut a terme tres fases d'extracció, coincidint amb les estacions de l'any, de les mostres per tal de poder fer els estudis corresponents. Degut a les limitacions temporals que presentava el treball, no s'han pogut fer extraccions durant l'hivern.

3.3.1 Primera fase:

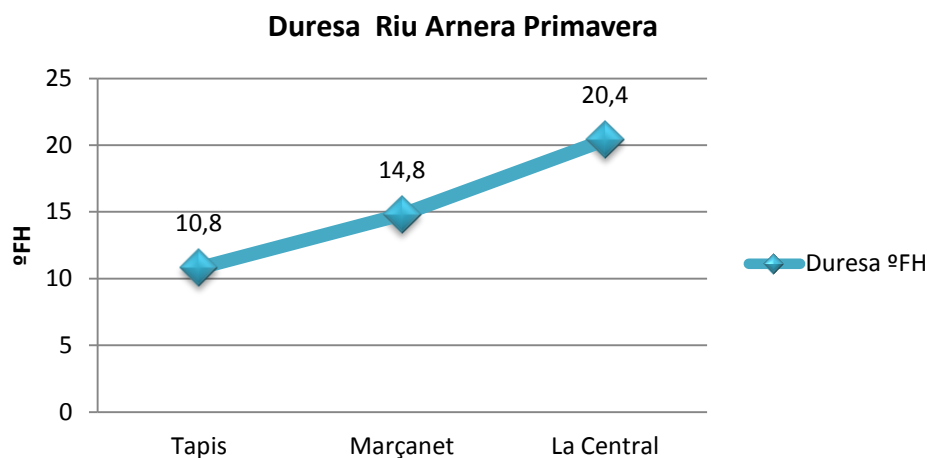
La primera fase d'anàlisi és la que engloba el període d'anàlisi corresponent a la primavera. A continuació podem veure els resultats exposats en una taula amb els diferents rius i els diferents tipus de dureses:

Riu	Mostra	V. EDTA mL	Duresa Usa	Duresa França	Duresa Alemanya
Llobregat	Salt del fitó	1,1	44	4,4	2,464
Llobregat	Després de la Jonquera	3,9	156	15,6	8,736
Llobregat	Despres Peralada	5,1	204	20,4	11,424
Manol	Lliurona	5,5	220	22	12,32
Manol	Lladó	6,1	244	24,4	13,664
Manol	Avinyonet de Puigventós	8	320	32	17,92
Manol	Palol	5,8	232	23,2	12,992
Muga	El pinaró	5,6	224	22,4	12,544
Muga	St. Llorenç de la Muga	5,9	236	23,6	13,216
Muga	Boadella d'Empordà	4,4	176	17,6	9,856
Muga	Pont de molins	4,7	188	18,8	10,528
Muga	Vilanova de la Muga	4,5	180	18	10,08
Muga	Després de Castelló	4,8	192	19,2	10,752
Muga	Desembocadura	5,2	208	20,8	11,648
Arnera	Tapis	2,7	108	10,8	6,048
Arnera	Maçanet de Cabrenys	3,7	148	14,8	8,288
Arnera	La Central	5,1	204	20,4	11,424

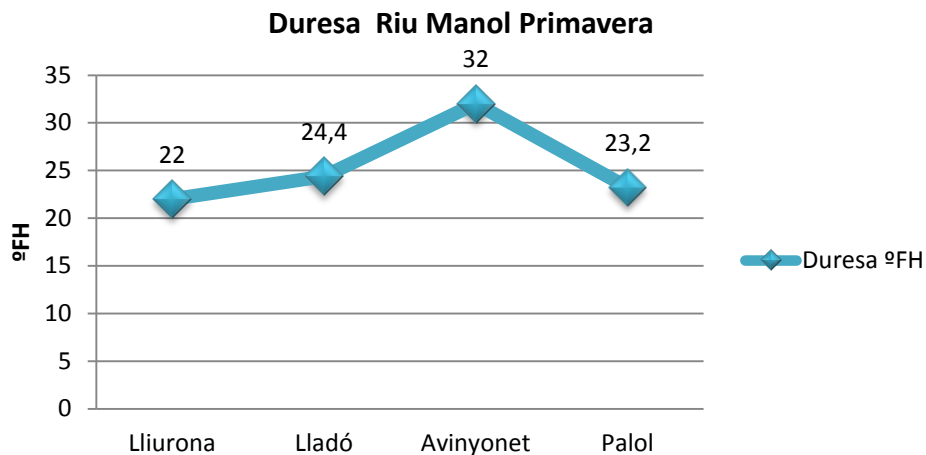
A continuació observarem cada un dels rius per separat.



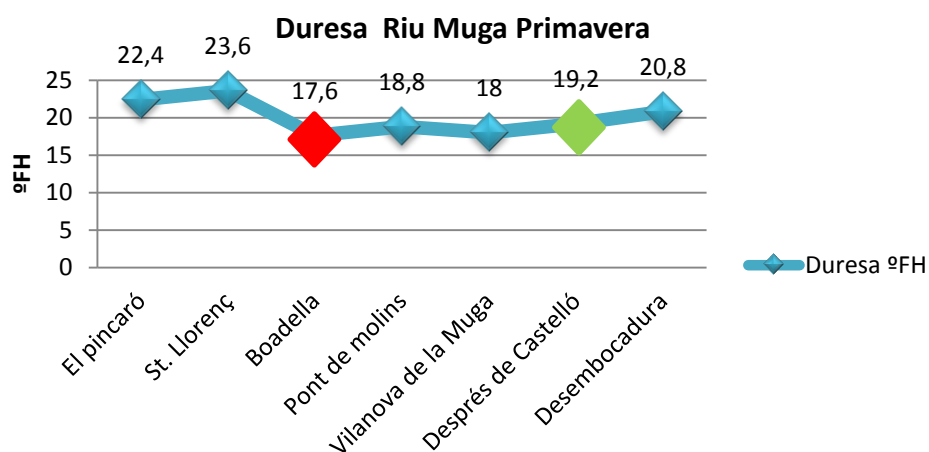
Tal i com podem observar en el gràfic la duresa de l'aigua del riu Llobregat és ascendent en tot el seu recorregut. Aquesta dada és lògica ja que a mesura que avança el curs del riu a part de portar els sediments anteriors en va recaptant de nous i per tant les concentracions de ions calci i magnesi augmenten i conseqüentment la seva duresa. Tot i això, si mirem el gràfic del mostratge podem veure que la distància entre els punts de recollida del Salt del Fitó i Després de la Jonquera és molt poca si la comparem amb la que hi ha entre aquest últim punt i després de Peralada; tot això la diferència entre els dos primers punts és de 11.2°FH i entre els dos segons 4.8°FH.



L'Arnera és un riu amb una duresa de creixement constant tot i que les pujades que fa si-
guin fortes i la duresa sigui molt elevada per un riu surt. Aquesta forta duresa i creixement
accelerat de la mateixa pot ésser a causa de la geologia de la zona on ens trobem.



Observant aquest gràfic podem veure que la duresa és molt forta i és ascendent en tot el
seu recorregut amb l'excepció de Palol, nucli urbà situat després de Vilatenim (entre Figue-
res i Vila-sacra).



La Muga és el principal riu a analitzar i, si deixem de banda el punt de confluència amb
l'Arnera, podem veure com en el seu recorregut va augmentant la seva duresa fins a arribar
la desembocadura al mar. La peculiaritat d'aquest riu és que té els quatre grans efluents que

poden modificar la seva duresa ja que porten aigua procedent d'indrets molt diferents dins la comarca. És per això que a continuació estudiarem la influència de la confluència entre la Muga, el Llobregat i el Manol i la Muga i l'Arnera.

La Muga, el Llobregat d'Empordà i el Manol

Aquests tres rius s'analitzen de manera conjunta ja que els seus punts de confluència són molt propers i amb les mostres obtingudes no podem diferenciar els diferents trams. El punt anterior a la unió dels rius Manol i Llobregat amb la Muga és Vilanova de la Muga i el posterior a la confluència és el punt de després de Castelló d'Empúries.

La variació de la duresa francesa entre aquests dos punts és la següent:

La Muga, el Llobregat d'Empordà i el Manol

Muga	Llobregat	Manol	Muga
18 ^o FH	20.4 ^o FH	23.2 ^o FH	19.2 ^o FH
Vilanova de la Muga	Després de Peralada	Palol	Després de Castelló

Tal i com podem veure en la figura superior la influència d'aquest dos rius a la Muga és poc apreciable ja que després de la seva unió la duresa de l'aigua continua amb una duresa normal i una pujada d'aquesta també normal si ho comparem amb els altres punts on no hi ha cap confluència entre dos rius.

La Muga i l'Arnera

Aquests dos rius que conflueixen a la part alta - mitjana del curs de la Muga amb la particularitat de que no ho fan directament sinó que es troben a l'embassament de Boadella. El fet de que es trobin en un lloc estancat fa que la duresa de l'aigua no variï només per la unió d'aquests dos elements hídrics sinó que el fet de que l'aigua estigui durant un temps prolongat a un lloc on les sals minerals, com serien el calci i el magnesi, puguin ser absorbides pel terreny del pantà i per tant la duresa tendeix a baixar. Tot i aquest fet, l'Arnera també té una importància a tenir en compte pel que fa a la modificació de la duresa de l'aigua i per tant a

continuació podem observar la variació de la duresa de la Muga abans i després de la confluència amb l'Arnera.

La Muga i l'Arnera

Muga	Arnera	Muga
23.6 ^o FH	20.4 ^o FH	17.6 ^o FH
Sant Llorenç	“La central”	Boadella

Observant aquesta figura veiem que l'aigua provinent de l'Arnera té una duresa més baixa i per tant això és un dels factors que fa que l'aigua de la Muga tingui una concentració de ions calci i magnesi més baixa després de confluïr amb l'efluent. Tot i això no cal oblidar la repercussió en la duresa de l'aigua del pantà de Boadella.

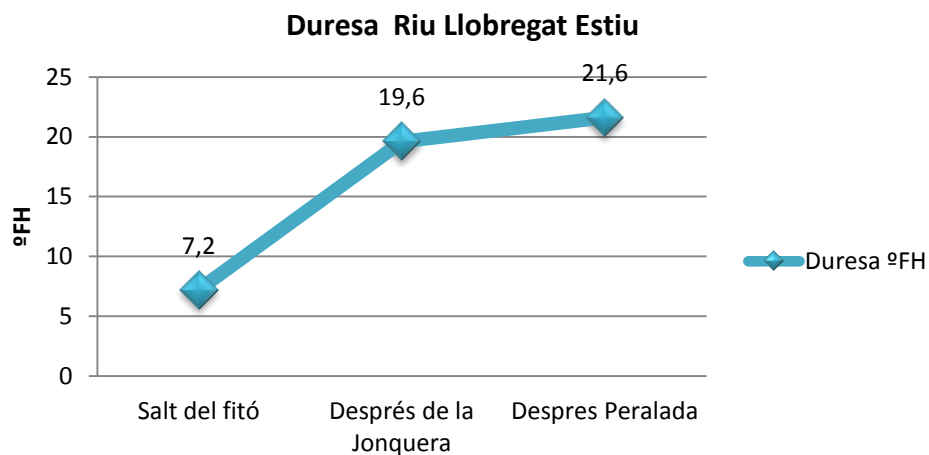
3.3.2 Segona fase:

La segona fase d'anàlisi és la que engloba el període d'anàlisi corresponent a l'estiu. A continuació podem veure els resultats exposats en una taula amb els diferents rius i els diferents tipus de dureses tal i com estava exposat a la primera fase:

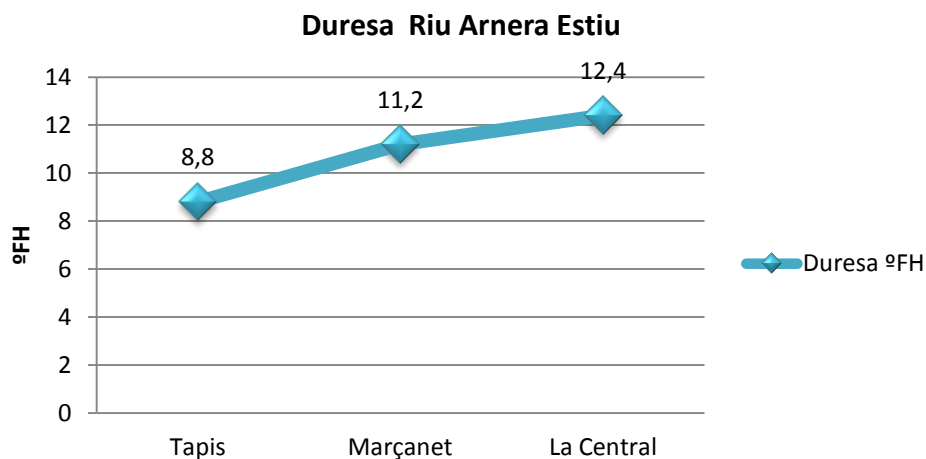
Riu	Mostra	V. EDTA mL	Duresa USA	Duresa França	Duresa Alemanya
Llobregat	Salt del fitó	1,8	72	7,2	4,032
Llobregat	Després de la Jonquera	4,9	196	19,6	10,976
Llobregat	Després Peralada	5,4	216	21,6	12,096
Manol	Lliurona	4,7	188	18,8	10,528
Manol	Lladó	5,4	216	21,6	12,096
Manol	Avinyonet de Puigventós	6	240	24	13,44
Manol	Palol	4,3	172	17,2	9,632
Muga	El pinaró	5,3	212	21,2	11,872

Muga	St. Llorenç de la Muga	6	240	24	13,44
Muga	Boadella	4	160	16	8,96
Muga	Pont de molins	5,2	208	20,8	11,648
Muga	Vilanova de la Muga	5,1	204	20,4	11,424
Muga	Després de Castelló	6,1	244	24,4	13,664
Muga	Desembocadura	6,3	252	25,2	14,112
Arnera	Tapis	2,2	88	8,8	4,928
Arnera	Maçanet de Cabrenys	2,8	112	11,2	6,272
Arnera	La Central	3,1	124	12,4	6,944

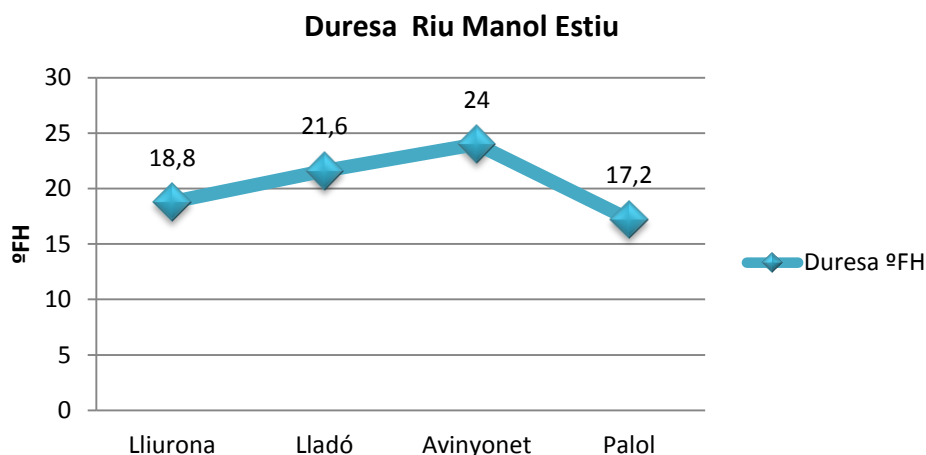
A continuació observarem cada un dels rius per separat per tal de veure el seu comportament i poder treure dades individuals en cada una de les estacions meteorològiques corresponents.



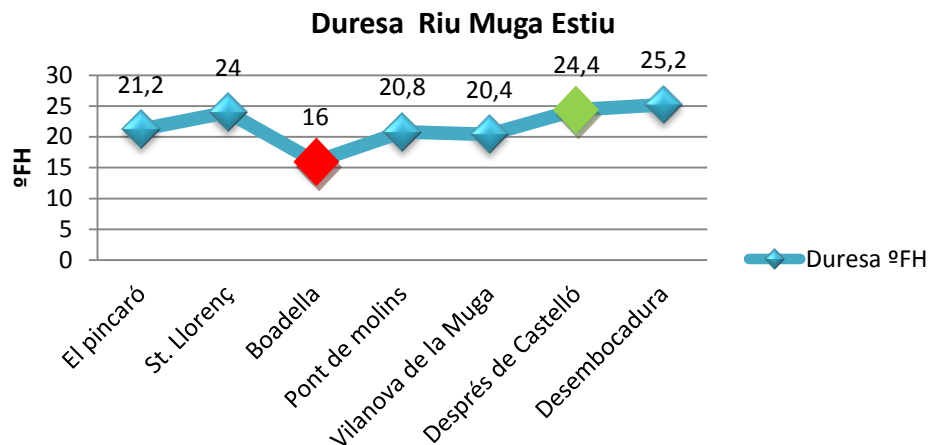
L'aigua del riu Llobregat segueix la mateixa tendència que presentava a la primavera. Per tant veiem com la duresa és ascendent en tot el seu recorregut tot i que en el primer tram de riu aquesta augmenta més bruscament si ho comparem en com augmenta en el segon tram de riu.



L'Arnera és el primer dels efluents que s'uneixen amb la Muga. L'augment de la duresa d'aquest riu, el qual és el més curts dels efluents de la Muga, veiem que és sempre ascendent i més o menys regular, sense pujades brusques.



Del riu Manol en podem observar una ascendència en la seva duresa molt regular. Tot i això, cal destacar que un cop passat el nucli urbà de Figueres i Vilatenim, a Palol, la duresa baixa bruscament. En aquest punt de Palol ens vam trobar que gairebé no ho havia aigua i el terra en la majoria del llit del riu era completament sec. Tot i això vam poder observar uns petits tolls d'aigua en algunes zones més ombrívols i va ser allà on vam poder agafar les mostres d'aquest punt.



La duresa de l'aigua de la Muga no és sempre ascendent degut a les arribades d'aigua dels seus efluents. Però si mirem aquells trams on no hi ha confluència veiem que aquesta ascendeix amb normalitat. És per aquestes arribades d'aigües que a continuació estudiarem la influència de la confluència entre la Muga, el Llobregat i el Manol i la Muga i l'Arnera.

La Muga, el Llobregat d'Empordà i el Manol

Aquests dos rius efluents de la Muga trobem que s'uneixen a aquest entre dues mostres d'aigua de la Muga i per tant no els podem separar a l'hora d'intentar veure si influencien l'aigua de la Muga d'alguna manera. Tal i com s'ha dit anteriorment, el punt anterior a la unió dels rius Manol i Llobregat amb la Muga és Vilanova de la Muga i el posterior a la confluència és el punt de després de Castelló d'Empúries.

La variació de la duresa francesa entre aquests dos punts és la següent:

La Muga, el Llobregat d'Empordà i el Manol

Muga	Llobregat	Manol	Muga
20.4°FH	21.6°FH	17.2 °FH	24.4 °FH
Vilanova	Després	Palol	Després
de la Muga	de Peralada		de Castelló

Cal destacar que en aquest cas el cabal que presentava el riu Manol a Palol era gairebé inexistent i això fa que la seva influència en aquest cas sigui mínima.

Un cop vistes les dades exposades al quadre superior veiem com el riu Llobregat té una duresa lleugerament més llevada que la que tenia la Muga a Vilanova de la Muga i per tant tendeix a augmentar-la. Si a aquest fet hi sumem l'augment de sals dissoltes en l'aigua provocat pel recorregut del riu veiem que aquest augment és lògic. Tot i això, degut a la poca diferència entre la duresa de la Muga amb el Llobregat i el fet de que, encara que sigui poca, l'aigua que arriba del Manol és bastant més tova fan que no hi hagi una clara influència dels rius pel que fa a augment de la duresa de l'aigua de Muga.

La Muga i l'Arnera

L'Arnera és l'altre efluent important que trobem a la conca de la Muga i és anterior als dos rius explicats prèviament. A continuació podem observar la variació de la duresa de la Muga abans i després de la confluència amb l'Arnera, és a dir abans de l'embassament a Sant Llorenç de la Muga i després a Boadella d'Empordà.

La Muga i l'Arnera

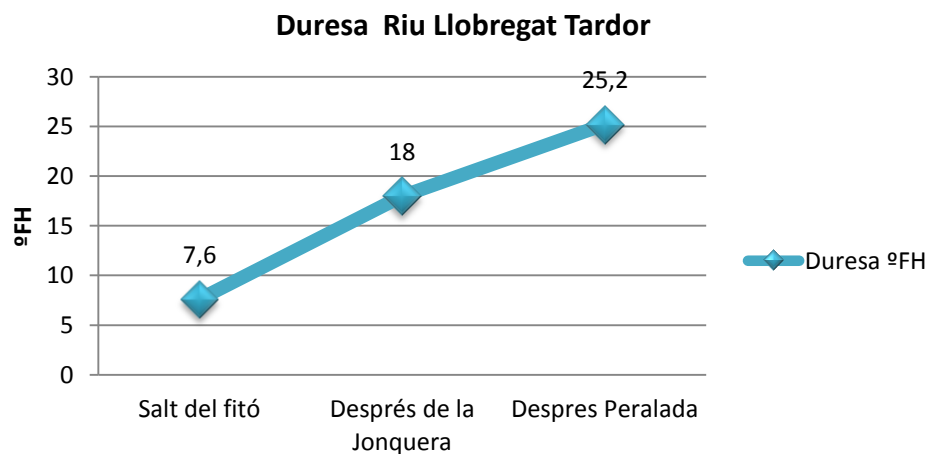
Muga		Arnera		Muga
24 ^o FH	—————	12.4 ^o FH	—————	16 ^o FH
Sant Llorenç		"La central"		Boadella

Observant aquesta figura veiem que l'aigua provinent de l'Arnera té una duresa notablement més baixa, hi ha una diferència de 11.6^oFH, respecte la de la Muga. Aquesta aigua procedent de l'Arnera fa que l'aigua de la Muga sigui més tova. També cal sumar-hi l'efecte que té el pantà de Boadella degut a l'estancament d'aigua que proporciona. En aquest cas, a diferència del cas anterior, si que podem veure una clara influència de l'Arnera sobre la duresa de la Muga.

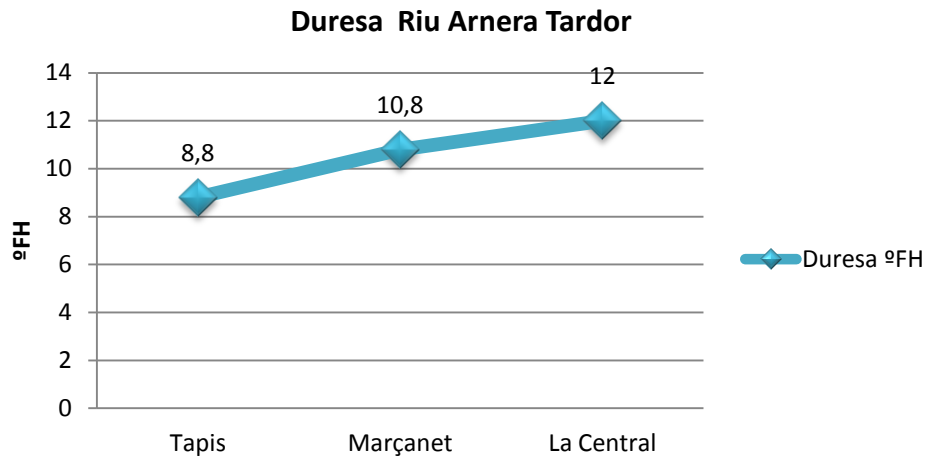
3.3.3. Tercera fase:

La tercera fase d'anàlisi és la que engloba el període d'anàlisi corresponent a l'estiu. Seguidament tenim els resultats exposats en una taula com a la primera i a la segona fase:

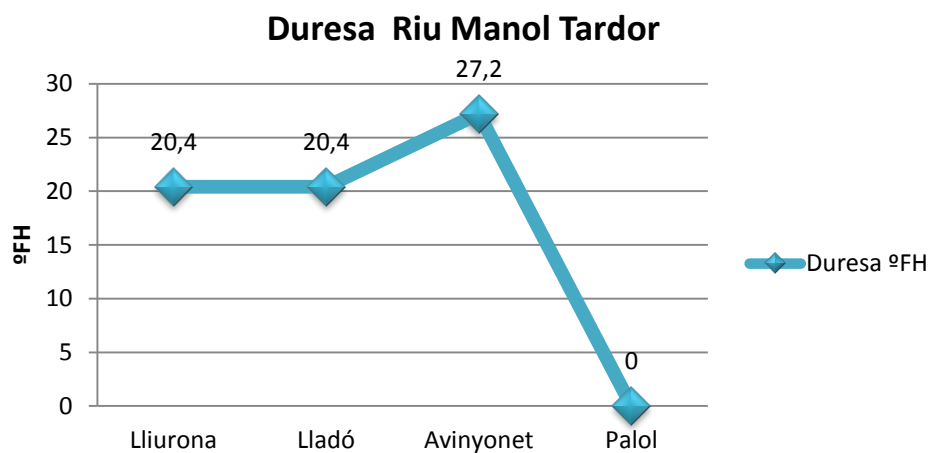
Riu	Mostra	V.EDTA mL	Duresa USA	Duresa °FH	Duresa °DH
Llobregat	Salt del fitó	1,9	76	7,6	4,256
Llobregat	Després de la Jonquera	4,5	180	18	10,08
Llobregat	Després Peralada	6,3	252	25,2	14,112
Manol	Lliurona	5,1	204	20,4	11,424
Manol	Lladó	5,1	204	20,4	11,424
Manol	Avinyonet de Puigventós	6,8	272	27,2	15,232
Manol	Palol	---	0	0	0
Muga	El pincaró	6	240	24	13,44
Muga	St. Llorenç de la Muga	6,6	264	26,4	14,784
Muga	Boadella	5,3	212	21,2	11,872
Muga	Pont de Molins	4,8	192	19,2	10,752
Muga	Vilanova de la Muga	6,5	260	26	14,56
Muga	Després de Castelló	6,3	252	25,2	14,112
Muga	Desembocadura	8,4	336	33,6	18,816
Arnera	Tapis	3	120	12	6,72
Arnera	Maçanet de Cabrenys	2,7	108	10,8	6,048
Arnera	La Central	2,2	88	8,8	4,928



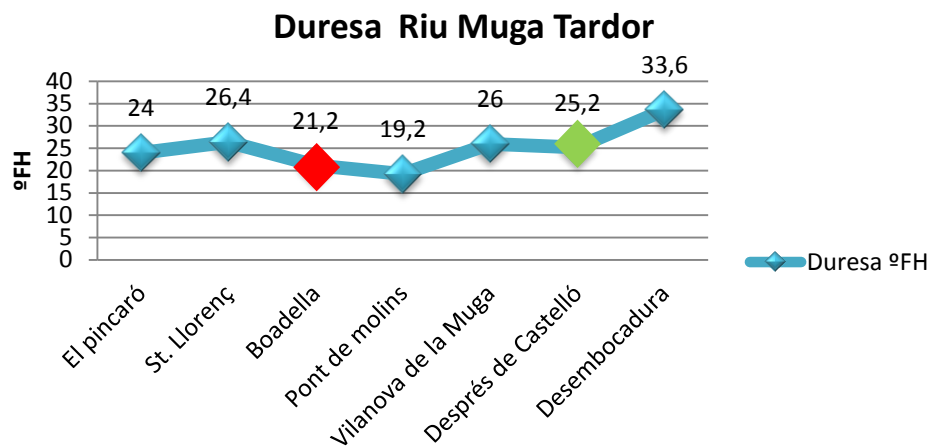
El riu Llobregat d'Empordà té una clara tendència ascendent tal i com ja hem vist en les dues estacions anteriors a aquesta. Per tant, té el mateix comportament.



Aquest riu tot i la seva reduïda llargada veiem com té una duresa elevada. També podem observar com és constant pel que fa a l'augment gradual de duresa i sempre es ascendent.



El riu Manol, degut al seu règim més torrencial, ens presenta el problema de la manca d'aigua en el punt de Palol així com l'escassetat d'aigua que ens vam trobar a la capçalera del riu.



La duresa de l'aigua de la Muga a la tardor té el mateix comportament que ens les dues estacions anteriors. A més a més podem veure com en els punts amb resclosa o aigua estancada la duresa baixa.

La Muga, el Llobregat d'Empordà i el Manol

Aquests dos rius efluents de la Muga trobem que s'uneixen a aquest entre dues mostres d'aigua de la Muga ja que la confluència d'aquests rius amb la Muga és molt propera el que implica que no els podem separar a l'hora d'intentar veure si influencien l'aigua de la Muga d'alguna manera. És per això que s'estudiaran els punts d'abans i després de la confluència.

La Muga, el Llobregat d'Empordà i el Manol

Muga	Llobregat	Manol	Muga
20.4°FH	25.2°FH	---	24.4 °FH
Vilanova de la Muga	Després de Peralada	Palol	Després de Castelló

Aquí veiem com l'aigua de la Muga puja lleugerament després de confluir amb el Llobregat però la quantitat d'aigua que porta aquest és molt més reduït que el que porta la Muga, per tant l'augment no és tant gran.

La Muga i l'Arnera

En la confluència entre la Muga i l'Arnera, estudiant els punts anterior i posterior a la unió dels dos rius, la duresa varia de la següent manera:

La Muga i l'Arnera


Muga		Arnera		Muga
24ºFH	—————	12.4ºFH	—————	16 ºFH
Sant Llorenç		“La central”		Boadella

Tal i com s'aprecia a la taula superior l'aigua després de l'arribada de la Muga té una duresa bastant inferior. Com que l'aigua que aporta l'Arnera és inferior a la que porta la Muga la duresa tot i que baixi mai arribarà a igualar la de l'Arnera. No sabem si només l'arribada d'aquest riu ens fa baixar la duresa o també afecta d'alguna manera el fet de que ens trobem en un punt d'embassament.


3.4. Estudis a partir dels resultats obtinguts

A partir de les dades de duresa de l'aigua obtingudes amb el procés experimental es faran diferents estudis tenint en compte les dades teòriques.

3.4.1 Llobregat d'Empordà

Curs Fluvial	Mostra	Geologia	Precipitació	Població	Duresa °USH		
					P	E	T
	1.Salt del Fitó	Metamòrfics	PTEH	---	44	72	76
	2.Després de la Jonquera	Calcaris	PTEH	3202	115	196	180
	3.Després de Peralada	Sedimentaris	TPHE	1888	204	216	252

3.4.2. Arnera


Curs Fluvial	Mostra	Geologia	Precipitació	Població	Duresa °USH		
					P	E	T
	1.Tapis	Calcaris	PTHE	29	108	88	88
	2.Maçanet de Cabrenys	Calcaris	PTHE	639	148	112	108
	3."La Central"	Calcaris	PTHE	---	204	124	120

3.4.3 La Muga

Curs Fluvial	Mostra	Geologia	Precipitació	Població	Duresa °USH		
					P	E	T
	1.El Pincaró	Granítica	ETPH	---	244	212	240
	2.Sant Llorenç	Granítica	PTHE	248	236	240	264
	3.Boadella d'Empordà	Granítica	PTHE	256	176	160	212
	4.Pont de Molins	Plana	TPHE	538	188	208	192
	5.Vilanova de la Muga	Plana	TPHE	244	180	204	260
	6.Després de Castelló	Plana	PTHE	4012	192	244	252
	7.Desembocadura	Plana	PTHE	7873	208	252	366

- A. L'Arnera conflueix amb la Muga dins el pantà.
- B. El Llobregat s'uneix al curs fluvial de la Muga.
- C. El Manol es troba amb la Muga.

3.4.4. El Manol

Curs Fluvial	Mostra	Geologia	Precipitació	Població	Duresa °USH		
					P	E	T
	1.Lliurona	Calcaris	PTEH	244	220	188	204
	2.Lladó	Calcaris	PTEH	736	244	216	204
	3.Avinyonet de Puigventós	Sedimentaris	TPHE	1523	320	240	272
	4. Palol	Plana	TPHE	---	232	172	---

4. CONCLUSIONS

Les conclusions es duran a terme en els camps estudiats anteriorment i les dades que ens ofereixen.

Conclusions: influència de la geologia.

Per tal de concloure si hi ha alguna relació entre la duresa de l'aigua i la geologia del terreny analitzarem les aigües de les capçaleres. S'han escollit aquestes ja que són les menys contaminades per altres influències com ara el recorregut, aigües subterrànies o pous dels rius. D'aquesta manera apreciem com la capçalera del Llobregat d'Empordà té una duresa de 44^oUSH a la primavera mentre que la capçalera de l'Arnera, amb materials calcaris, té una duresa de 108^oUSH a la primavera. La Muga, del mateix origen geològic que l'Arnera, té una duresa del 224 ^oUSH. Aquest canvi entre els dos rius és deu al punt de mostratge ja que és diferent . El Manol és d'origen calcari i té una duresa del 224^oUSH.

Per tant, les conclusions que podem treure sobre aquest apartat són:

- La geologia influeix en la duresa de l'aigua.
- Les aigües que passen per roques d'origen calcari són les que presenten més duresa. Aquestes van seguides de les que passen per roques granítiques i finalment les metamòrfiques.

Conclusions respecte a la climatologia

Les conclusions que fan referència a aquest apartat són les següents:

- No hi ha una relació entre el règim pluviomètric de les diferents zones i la duresa de l'aigua.

Aquesta manca de relació es pot veure comparant les dureses de zones amb el mateix règim pluviomètric. Un exemple n'és el règim TPHE. Si comparem els valors d'aquesta zona veiem que per exemple Després de Peralada l'estació amb més duresa és lla tardor; al punt d'Avinyonet de Puigventós és la primavera; i al punt de Pont de Molins és l'estiu. En aquest punt es veu la variabilitat màxima que ens indica que no hi ha relació entre les estacions meteorològiques i la duresa de l'aigua.

Conclusions respecte la geologia humana

Si observem els estudis respecte la geologia humana veiem com el sector majoritari en la població no es pot estudiar ja que tot l'Alt Empordà té el mateix: el sector de serveis. Pel que fa a la presència o no de depuradores en els diferents punts veiem com les dureses no tenen pics ni de pujades ni de baixades per tant tampoc influeixen en la duresa de l'aigua dels rius de la conca de la Muga. Finalment, si estudiem la població de les diferents poblacions per les quals passen els rius veiem que en aquelles poblacions grans com serien La Jonquera, Figueres i Castelló amb Empuriabrava tendeixen a variar o no la seva duresa en funció del lloc de procedència de l'aigua que utilitzen.

Si ens fixem en la Jonquera veiem que la duresa de l'aigua abans del municipi, per exemple, és de 44^ºUSH a la primavera. Després del municipi la duresa de l'aigua ha augmentat fins als 115^ºUSH, un augment molt gran pel poc tram recorregut pel riu. Aquest augment és degut a que la Jonquera agafa la seva aigua dels pous de Peralada. La duresa a Peralada és de 204^ºUSH per tant aquesta duresa accentuada del punt després de la Jonquera té relació amb el punt on agafa l'aigua.

Un altre cas és el de Figueres l'aigua prové del pantà de Boadella. Per tant, l'aigua que aboca al Manol procedeix del pantà i això té un clar efecte en la duresa de l'aigua del Manol. Aquesta duresa la veiem modificada de la següent manera: abans del nucli urbà de Figueres la mostra que s'agafa és la d'Avinyonet, la qual té una duresa del 320^ºUSH a la primavera, i la posterior la que s'agafa de Palol amb una duresa de 232^ºUSH. Tal i com es veu la duresa ha disminuït de manera considerable. Aquest fet es deu a la gran quantitat d'aigua que aboca la capital de la comarca a la riera de Figueres que desemboca al Manol. Si tenim en compte que aquesta aigua prové de Boadella i que la duresa de la seva aigua és de 176^ºUSH, podem veure que aquesta duresa afecta directament a l'aigua del Manol.

Per tant, les conclusions d'aquest apartat són:

- No podem apreciar si la duresa de l'aigua té relació amb l'activitat econòmica.
- La duresa té relació amb la quantitat i la procedència d'aigua que aboca una població al riu. Aquesta depèn de la quantitat d'aigua utilitzada la qual va en funció dels habitants.

- La duresa de l'aigua de la Muga i els seus afluents no observem té relació amb les depuradores.

Altres conclusions sorgides durant els estudis

Observant les dades dels punt on d'aigua està més estancada com serien les mostres de Boadella i Pont de Molins l'aigua és menys dura que en els punts sense resclosa.

Això suposem que és així degut a l'estancament d'aigua i a la conseqüent falta de moviment que fa que les sals dissoltes en l'aigua tendeixin a precipitar i per aquest motiu les aigües podrien perdre duresa. Tot i això, aquesta hipòtesi s'hauria d'estudiar per tal de saber si és certa o no.

5. WEBGRAFIA I BIBLIOGRAFIA

Webgrafia

Consulta de dades de l'aigua al medi. (en línia). Agència catalana de l'aigua.

<http://aca-web.gencat.cat/recursos/sig/public/VisorPEF.html> (Consulta: 07 juliol 2013)

La dureza del agua. (en línia) Facsa.

<http://www.facsa.com/el-agua/calidad/La%20dureza%20del%20agua#.UfIKaI3TqSo> (Consulta: 31 Juliol 2013).

Dureza del agua (en línia). Química del agua.

<http://www.quimicadelagua.com/Conceptos.Analiticos.Dureza.html> (Consulta: 31 Juliol 2013).

Tipos de dureza. (en línia). Química del agua.

<http://www.quimicadelagua.com/Conceptos.Analiticos.Dureza.2.html> (Consulta: 31 Juliol 2013).

Unidades de dureza. (en línia). Química del agua.

<http://www.quimicadelagua.com/Conceptos.Analiticos.Dureza.3.html> (Consulta: 31 Juliol 2013).

Determinación de la dureza del agua mediante titulación con EDTA. (en línia) UPRH

http://www.uprh.edu/~royola/3026/Titulacion_EDTA.pdf (Consulta: 31 Juliol 2013).

Análisis del agua (en línia). Sunass.

<http://bvs.per.paho.org/texcom/cd048437/electrod.pdf> (Consulta: 31 Juliol 2013).

El riu Manol. (en línia) Ajuntament de Figueres.

<http://www.figueres.cat/cat/content/697/el-riu-manol.html> (Consulta: 5 setembre 2013).

El riu Manol (en línia) Ajuntament de Vilafant.

<http://www.vilafant.com/asp/pdf/lilibre/lilibre24.pdf> (Consulta: 5 setembre 2013).

Gorgs i gorgues. (en línia) Bernat Sot.

<http://www.massanetdecabrenys.com/gorgs.html> (Consulta: 5 setembre 2013).

Dades tècniques (en línia) Ajuntament de Darnius.

<http://ca.darnius.cat/lembassament/dades-tecniques/> (Consulta: 5 setembre 2013).

Carta del paisatge de l'Alt Empordà. (en línia) Consell comarcal de l'Alt Empordà.

[http://www20.gencat.cat/docs/ptop/Home/Serveis%20i%20tramits/Biblioteca%20i%20documenta-
menta-
cio/Planificacio%20territorial/Publicacions/Paisatge/Carta%20del%20paisatge%20de%20Alt
%20Emporda/documents/diagnosi_emporda_CAP_1_7.pdf](http://www20.gencat.cat/docs/ptop/Home/Serveis%20i%20tramits/Biblioteca%20i%20documenta-
menta-
cio/Planificacio%20territorial/Publicacions/Paisatge/Carta%20del%20paisatge%20de%20Alt
%20Emporda/documents/diagnosi_emporda_CAP_1_7.pdf) (Consulta: 5 setembre 2013).

Observatoris (en línia) Associació catalana d'observatoris meteorològics

<http://www.acom.cat/observatoris.html> (Consulta: 5 setembre 2013).

Depuradores en servei (en línia) Agència catalana de l'aigua.

[http://aca-
web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca?_nfpb=true&_pageLabel=P122555446120820154
0084](http://aca-
web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca?_nfpb=true&_pageLabel=P122555446120820154
0084) (Consulta: 5 setembre 2013).

Conca alta de la Muga (en línia) Agència catalana de l'aigua.

[http://aca-
web.gencat.cat/aca/documents/ca/fitxes_masses_aigua_subterrania/mas_03_def.pdf](http://aca-
web.gencat.cat/aca/documents/ca/fitxes_masses_aigua_subterrania/mas_03_def.pdf)

(Consulta: 5 setembre 2013).

Alt Empordà (en línia) Idescat.

<http://www.idescat.cat/emex/?id=02> (Consulta: 10 setembre 2013).

Memòria pla d'ordenació urbanística municipal (en línia) Ajuntament de la Jonquera.

http://webspobles.ddgi.cat/sites/la_jonquera/Shared%20Documents/POUM/memoria.pdf

(Consulta: 13 octubre 2013).

Bibliografia

Autors: Fita, Albert; Gifré, Josep; Malé, María; Mallén, Miquel; Serra, Marta. *Geografia de l'Alt Empordà*. Barcelona: Teide, 1983.

Autors: [direcció i coordinació tècniques: Institut Cartogràfic de Catalunya ; direcció i coordinació científiques: Universitat de Girona.] *Atles de l'Alt Empordà*. Barcelona : Institut Cartogràfic de Catalunya ; [Girona] : Diputació de Girona, 2000.

Autor: Dacosta Oliveres, Josep M. *L'Aprenent de geòleg : itineraris geològics per l'Alt Empordà*. Figueres : l'Ajuntament de Figueres, 1991.

Autors: textos i fotografies terrestres Agustí i Bassols, Joaquim ; fotografies aèries Prat i Riera, Robert. *La Muga : exposició : novembre-desembre 2003*. Girona : Fundació Caixa de Girona, 2003.

ANNEXOS

ANNEX 1: El pantà de Boadella

El pantà de Boadella que contràriament al que el seu nom indica no el trobem situat a Boadella d'Empordà; sinó que compren els termes municipals de Darnius, Sant Llorenç de la Muga i Terrades. La seva situació no es casual sinó que per construir-lo es va aprofitar un engorjat natural que s'anomenava Muga Torta.

L'embassament, construït entre 1959 i 1969, té una capacitat de 61.10 hm³ (uns 61.100.000.000 litres). La presa del pantà té una alçada de 62.98 metres.

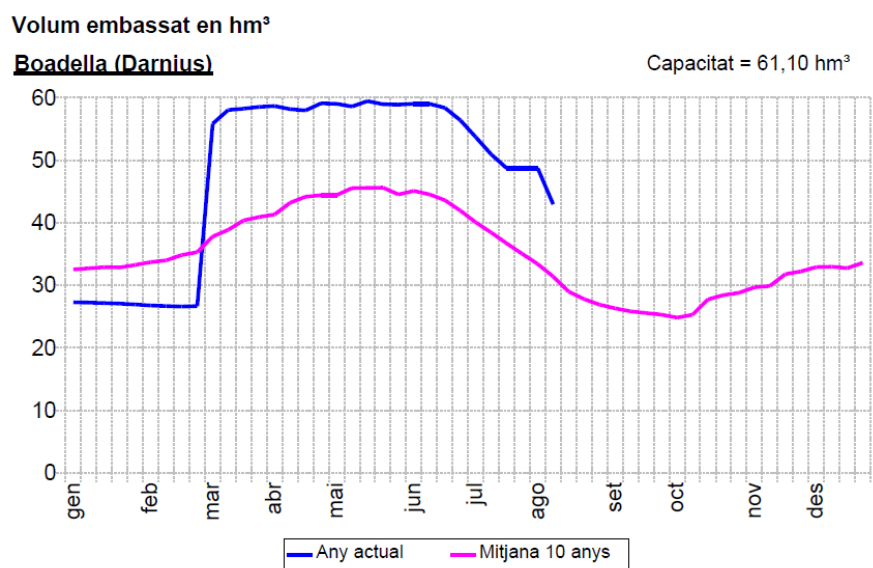
Les finalitats per les quals es va construir aquest pantà va ser les següents:

- Control de les inundacions que patia la plana empordanesa degut a la irregularitat del cabal del riu, les anomenades popularment “mugades”.
- Proveir la creixent ciutat de Figueres, capital de la comarca, d'aigua potable. Per tal de poder complir aquesta funció hi ha tres preses d'aigua que porten aquella aigua destinada a aquesta finalitat.
- Abastir d'aigua els pagesos de regadiu de la plana de l'Alt Empordà.
- La producció d'energia elèctrica. Això és possible gracies a la petita central hidroelèctrica que trobem situada a la presa del pantà de Boadella. Aquesta petita central no es va acabar de construir al mateix temps que l'embassament sinó que es va finalitzar quinze anys després el 1984. Aquesta energia elèctrica produïda es destina als municipis de La Jonquera, Sant Climent Sescebes i una part de Figueres.

Segons l'ACA (Agència catalana de l'aigua) els usos esmentats anteriorment es distribueixen de la següent manera: Agricultura 58%, abastament urbà 22%, requeriments ambientals 12% i usos industrials 8%.

El pantà de Boadella i les precipitacions

És un indicador de les precipitacions a les cotes altes de la Muga són les reserves d'aigua del pantà de Boadella. Si observem les dades d'aquest any podem apreciar que el 18.08.2013



té unes reserves de 41.18 hm³, que és el 67.40%. La mitjana de l'any passat en aquesta mateixa setmana va ser de 42.53%, que son 25.99 hm³, i la mitjana dels últims deu anys és del 46.07%, 27.15 hm³(Dades extretes de l'ACA). Observant aquestes dades podem veure com aquest any el riu ha portat un cabal extraordinari degut a unes precipitacions clarament per sobre de la mitjana.

ANNEX 2: Temperatures

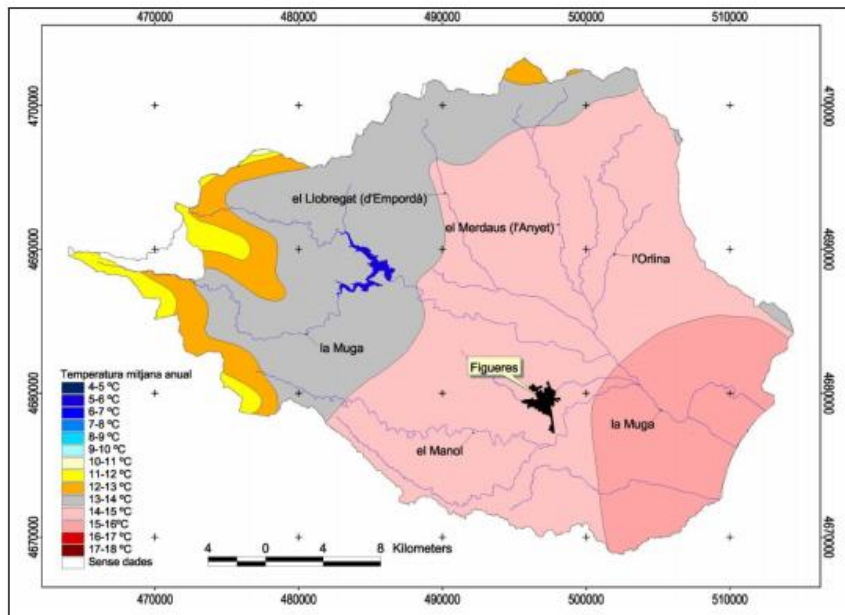


Figura 3.- Temperatura mitjana a la conca de la Muga. Font: Atlas Climàtic de Catalunya

Les temperatures són les pròpies de climes temperats. La mitjana anual de temperatures és de 17°C pel que fa a les temperatures màximes i de 6°C de mínima. Si ens centrem en cada una de les estacions de l'any observarem que a la primavera les temperatures augmenten pro-

gressivament però que de cop ens podem trobar baixades brusques, fet habitual en les regions temperades com la nostra; l'estiu és bastant càlid però el fet de que hi hagi el mar més o menys proper a tota la comarca fa que aquestes es vegin suavitzades per la marinada. A la tardor trobem temperatures encara força càlides per tant podem parlar més aviat d'un final d'estiu que d'un inici d'hivern; finalment, l'hivern no és un hivern amb fortes baixades de temperatura sinó que són temperatures que normalment baixen poc per sota dels zero graus.

En aquest mapa podem veure quines són les temperatures mitjanes anuals de la conca de la Muga i podem apreciar la variabilitat que hi ha entre les diverses zones alhora que podem veure una successió natural i unificada si tenim en compte la distància respecte al mar que té cadascuna de les zones i la seva alçada.

ANNEX 3: Geografia humana

Separem els municipis en funció de la conca que banyen. Per tant trobem els següents:

Llobregat d'Emporda

Agullana

Habitants: 858

Sector	Nº de persones
Agricultura	5
Indústria	22
Construcció	25
Serveis	115
<hr/>	
Total	167

Capmany

Habitants: 633

Sector	Nº de persones
Agricultura	6
Indústria	52
Construcció	34
Serveis	86
<hr/>	
Total	178

La Jonquera

Habitants: 3203

Sector	Nº de persones
Agricultura	1
Indústria	42
Construcció	82
Serveis	2158
<hr/>	

Total	2283
-------	------

Masarac

Habitants: 293

Sector	Nº de persones
Agricultura	25
Indústria	3
Construcció	15
Serveis	28
<hr/>	
Total	71

Peralada

Habitants: 1888

Sector	Nº de persones
Agricultura	62
Indústria	76
Construcció	70
Serveis	693
<hr/>	
Total	847

Arnera

Maçanet de Cabrenys

Habitants: 739

Sector	Nº de persones
Agricultura	8
Indústria	6
Construcció	36

Serveis	109
<hr/>	
Total	159

Manol

Avinyonet de Puigventós

Habitants: 1523

Sector	Nº de persones
Agricultura	10
Indústria	39
Construcció	109
Serveis	154
<hr/>	
Total	312

Cabanelles

Habitants: 244

Sector	Nº de persones
Agricultura	16
Indústria	11
Construcció	4
Serveis	39
<hr/>	
Total	70

Figueres

Habitants: 1888

Sector	Nº de persones
Agricultura	62
Indústria	76
Construcció	70

Serveis	693
<hr/>	
Total	847

Lladó

Habitants: 736

Sector	Nº de persones
Agricultura	32
Indústria	17
Construcció	23
Serveis	95
<hr/>	
Total	167

Navata

Habitants: 1254

Sector	Nº de persones
Agricultura	24
Indústria	15
Construcció	76
Serveis	221
<hr/>	
Total	336

Vilafant

Habitants: 5532

Sector	Nº de persones
Agricultura	20
Indústria	325
Construcció	253
Serveis	762
<hr/>	

Total	1360
-------	------

Vilanant

Habitants: 376

Sector	Nº de persones
Agricultura	13
Indústria	18
Construcció	34
Serveis	34
<hr/>	
Total	99

Muga

Albanyà

Habitants: 153

Sector	Nº de persones
Agricultura	2
Indústria	1
Construcció	4
Serveis	23
<hr/>	
Total	30

Boadella d'Empordà

Habitants: 256

Sector	Nº de persones
Agricultura	8
Indústria	4
Construcció	1

Serveis	37
<hr/>	
Total	50

Cabanes

Habitants: 931

Sector	Nº de persones
Agricultura	29
Indústria	37
Construcció	50
Serveis	115
<hr/>	
Total	241

Castelló d'Empúries

Habitants: 11794

Sector	Nº de persones
Agricultura	45
Indústria	452
Construcció	418
Serveis	2317
<hr/>	
Total	3232

Darnius

Habitants: 532

Sector	Nº de persones
Agricultura	3
Indústria	2
Construcció	14
Serveis	53
<hr/>	

Total	72
-------	----

Pont de Molins

Habitants: 538

Sector	Nº de persones
Agricultura	2
Indústria	6
Construcció	18
Serveis	277
<hr/>	
Total	303

Sant Llorenç de la Muga

Habitants: 248

Sector	Nº de persones
Agricultura	0
Indústria	0
Construcció	12
Serveis	38
<hr/>	
Total	50

ANNEX 4: Depuradores



SISTEMA DE SANEJAMENT

AGULLANA

Dades generals

Administració actuant:	Agència Catalana de l'Aigua
Empresa explotadora:	Companyia General d'Aigües de Catalunya, S.A
Any posada en marxa:	2006
Any ampliació:	no aplica
Conca:	la Muga
Punt abocament:	Riera del Gou (Muga)



Municipi assessorat:	AGULLANA (Agullana)
----------------------	---------------------

Km col·lectors:	0,00	Nombre emissaris:	0
Nombre bombaments:	0	Km emissaris:	0,00
Nº fosses sèptiques:	0		
Nom fosses sèptiques:	nd		

Dades de disseny

Tipus tractament:	Biològic amb eliminació de Nitrogen				
Cabal disseny (m³/dia):	204	Població eq. disseny (h-e)	1.000		
ME8 disseny (mg/l):	144	DBO5 disseny (mg/l):	295	DQO disseny (mg/l):	612
N disseny (mg/l):	38	P disseny (mg/l):	n/		

Dades de procés

Nº línies pretractament:	1		
Primari:		Secundari	fangs activats: baixa càrrega
Especciment:	gravetat	Digestió:	
Deshidratació:			



SISTEMA DE SANEJAMENT

EMPURIABRAVA

Dades generals

Administració actuant:	Consorci Costa Brava
Empresa explotadora:	Empresa Mixta d'Aigües de la Costa Brava, SA
Any posada en marxa:	1995
Any ampliació:	2007
Conca:	la Muga
Punt abocament:	Riu Muga / Aiguamolls de l'Empordà



Municipis associats: CASTELLÓ D'EMPÚRIES (Castelló d'Empúries, Castelló Nou, Empuriabrava)

Km col·lectors:	11,00	Nombre emissaris:	0
Nombre bombaments:	5	Km emissaris:	0,00
Nº fosses sèptiques:	0		
Nom fosses sèptiques:	nd		

Dades de disseny

Tipus tractament:	Biològic amb eliminació de Nitrogen i Fòsfor i amb tractament Terciari				
Cabal disseny (m ³ /dia):	16.750	Població eq. disseny (h-e)	67.000		
ME8 disseny (mg/l):	300	DBO6 disseny (mg/l):	240	DQO disseny (mg/l):	ni
N disseny (mg/l):	ni	P disseny (mg/l):	ni		

Dades de procés

Nº línies pretractament:	2		
Primari:		Secundari:	fangs activats: baixa càrrega
Espeïment:	espeïdor mecànic	Digestió:	
Deshidratació:	centrífuga		



SISTEMA DE SANEJAMENT

FIGUERES

Dades generals

Administració actuant:	Ajuntament Figueres
Empresa explotadora:	Fisrsa
Any posada en marxa:	1982
Any ampliació:	1993
Conca:	la Muga
Punt abocament:	Rec del Malpas (aboca a Riera de Figueres)



Municipis assistits:	FIGUERES(Figueres;Vilatenim);VILAFANT(Arengades;Camp dels Enginyers,e);Closes d'en Clara,les;Palol Sabadòria-Les Forques;Parc Obres Públiques;Vilafant(Casc Antic)
----------------------	--

Km col·lectors:	15,28	Nombre emissors:	0
Nombre bombaments:	6	Km emissors:	0,00
Nº fosses sèptiques:	2		
Nom fosses sèptiques:	nd		

Dades de disseny

Tipus tractament:	Biològic				
Cabal disseny (m ³ /dia):	22.128	Població eq. disseny (h-e)	110.640		
ME8 disseny (mg/l):	325	DBO6 disseny (mg/l):	300	DQO disseny (mg/l):	ni
N disseny (mg/l):	ni	P disseny (mg/l):	ni		

Dades de procés

Nº línies pretractament:	2		
Primari:	decantador primari	Secundari	fangs activats: mitja càrrega
Especciment:	gravetat	Digestió:	aeròbia
Dehidratació:	centrífuga		



SISTEMA DE SANEJAMENT

JONQUERA ELS LÍMITS

Dades generals

Administració actuant:	Ajuntament La Jonquera
Empresa explotadora:	AQUALOGY MEDIO AMBIENTE, S.A.
Any posada en marxa:	2007
Any ampliació:	no aplica
Conca:	la Muga
Punt abocament:	Torrent de la Comtesa



Municipi assistit:	LA JONQUERA(els Límits)
--------------------	-------------------------

Km col·lectors:	0,41	Nombre emissors:	0
Nombre bombaments:	1	Km emissors:	0,00
Nº fosses sèptiques:	0		
Nom fosses sèptiques:	nd		

Dades de disseny

Tipus tractament:	Biològic amb eliminació de Nitrogen				
Cabal disseny (m ³ /dia):	482	Població eq. disseny (h-e)	1.946		
ME8 disseny (mg/l):	325	DBO6 disseny (mg/l):	244	DQO disseny (mg/l):	488
N disseny (mg/l):	49	P disseny (mg/l):	8		

Dades de procés

Nº línies pretractament:	1		
Primari:		Secundari	fangs activats: baixa càrrega
Especímen:	gravetat	Digestió:	
Deshidratació:	centrífuga		



SISTEMA DE SANEJAMENT

JONQUERA, LA

Dades generals

Administració actuant:	Ajuntament La Jonquera
Empresa explotadora:	UTE EDAR LA JONQUERA (UTE ACSA-SAV-DAM)
Any posada en marxa:	1981
Any ampliació:	2009
Conca:	la Muga
Punt abocament:	Riu Llobregat d'Empordà



Municipis assistits:	LA JONQUERA(la Jonquera)
----------------------	--------------------------

Km col·lectors:	3,15	Nombre emissaris:	0
Nombre bombaments:	0	Km emissaris:	0,00
Nº fosses sèptiques:	0		
Nom fosses sèptiques:	nd		

Dades de disseny

Tipus tractament:	Biològic amb eliminació de Nitrogen i Fòsfor				
Cabal disseny (m ³ /dia):	3.572	Població eq. disseny (h-e)	25.421		
ME8 disseny (mg/l):	330	DBO6 disseny (mg/l):	427	DQO disseny (mg/l):	870
N disseny (mg/l):	65	P disseny (mg/l):	10		

Dades de procés

Nº línies pretractament:	1		
Primari:		Secundari	fangs activats: baixa càrrega
Especiment:	gravetat	Digestió:	
Dehidratació:	centrífuga		



SISTEMA DE SANEJAMENT

NAVATA

Dades generals

Administració actuant:	Agència Catalana de l'Aigua
Empresa explotadora:	Companyia General d'Aigües de Catalunya, S.A.
Any posada en marxa:	2008
Any ampliació:	no aplica
Conca:	la Muga
Punt abocament:	Torrent del Regató



Municipis assistits:	NAVATA (Navata, Urbanització Golf Torremirons)
----------------------	--

Km col·lectors:	4,00	Nombre emisaris:	0
Nombre bombaments:	2	Km emisaris:	0,00
Nº fosses sèptiques:	0		
Nom fosses sèptiques:	nd		

Dades de disseny

Tipus tractament:	Biològic amb eliminació de Nitrogen				
Cabal disseny (m ³ /dia):	790	Població eq. disseny (h-e)	3.950		
ME8 disseny (mg/l):	300	DBO6 disseny (mg/l):	300	DGO disseny (mg/l):	600
N disseny (mg/l):	40	P disseny (mg/l):	14		

Dades de procés

Nº línies pretractament:	1		
Primari:		Secundari:	fangs activats: baixa càrrega
Espessiment:	gravetat	Digestió:	
Deshidratació:	centrífuga		



SISTEMA DE SANEJAMENT

PERALADA

Dades generals

Administració actuant:	Agència Catalana de l'Aigua
Empresa explotadora:	Companyia General d'Aigües de Catalunya, S.A.
Any posada en marxa:	2006
Any ampliació:	no aplica
Conca:	la Muga
Punt abocament:	Riu La Muga



Municipi assessorat: PERALADA

Km col·lectors:	0,78	Nombre emissors:	0
Nombre bombaments:	1	Km emissors:	0,00
Nº fosses sèptiques:	0		
Nom fosses sèptiques:	nd		

Dades de disseny

Tipus tractament:	Biològic amb eliminació de Nitrogen i Fòsfor				
Cabal disseny (m ³ /dia):	696	Població eq. disseny (h-e)	4.002		
ME8 disseny (mg/l):	200	DBO6 disseny (mg/l):	345	DQO disseny (mg/l):	675
N disseny (mg/l):	35	P disseny (mg/l):	ni		

Dades de procés

Nº línies pretractament:	1		
Primari:		Secundari:	fangs activats: baixa càrrega
Especiment:	gravetat	Digestió:	
Deshidratació:	centrífuga		

ANNEX 5: Fitxes de mostreig

Lliurona- Manol

Situació: Terme municipal de Lladó. A la muntanya de Bassegoda.

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	19.05.2013	16.07.2013	21.09.2013
Hora	12:39	10:22	16:27
Temperatura	12°C	22° C	17°C

Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
Corre amb fluïdesa a través d'un torrent. L'aigua és neta i clara.	Menys aigua que a la primavera però corre amb fluïdesa.	Poca aigua però clara, transparent i fluida.

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
------------------	--------------	---------------

Lladó- Manol

Situació: Terme municipal de Lladó, carretera que porta a Cistella. Al camí cap a l'estela.

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	19.05.2013	16. 07. 2013	21.09.2013
Hora	13:05	11:05	17:19
Temperatura	14°C	28° C	24°C

Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
Més cabal que en el punt anterior. L'aigua corre amb fluïdesa	Més lenta que a la capçalera i el cabal és reduït.	Aigua clara però amb zones amb presència d'algues sobre les pedres.

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
------------------	--------------	---------------

Avinyonet de Puigventós - Manol

Situació: Terme municipal d'Avinyonet de Puigventós, carretera entre Avinyonet i l'urbanització de Mas Pau.

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	19.05.2013	15.07.2013	21.09.2012
Hora	13:42	19:00	17:43
Temperatura	15°C	30° C	25°C

Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
L'aigua, tot i que corre amb fluïdesa, és tèrbola.	Aigua molt estancada i poca profunditat. Gran presència d'algues.	Aigua estancada però amb menys algues. L'aigua és neta i clara.

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
------------------	--------------	---------------

Palol - Manol

Situació: Terme municipal de Figueres(Vilatenim), a la carretera entre Vila-Sacra i Palol.

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	19.05.2013	15.07.2013	21.09.2013
Hora	19.05.2013	13:34	19:21
Temperatura	15°C	29°C	22°C

Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
	Només queden petits tolls d'aigua.	No hi ha presència d'aigua. La zona està totalment seca.

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
------------------	--------------	---------------

Tapis - Arnera

Situació: Terme municipal de Maçanet de Cabrenys. Poble de Tapis, camí cap al Pont del Gat.

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	26.05.2013	15.07.2013	21.09.2013
Hora	11:53	17:40	12:35
Temperatura	16°C	25°C	24°C

Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
Aigua fluida, transparent i ràpida.	L'aigua corre amb molta fluïdesa i és molt transparent.	Poca aigua però neta i clara.

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
------------------	--------------	---------------

Maçanet de Cabrenys - Arnera

Situació: Terme municipal i poble de Maçanet de Cabrenys, Font de la Farga

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	26.05.2013	15.07.2013	21.09.2013
Hora	11:07	18:12	13:19
Temperatura	14°C	27°C	27°C

Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
L'aigua és transparent i té molta fluïdesa un cop ha fet el petit salt de la Farga.	Transparent i corre amb fluïdesa.	Menys aigua que en ocasions anteriors però igualment clara.

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
------------------	--------------	---------------

La Central - Arnera

Situació: Terme municipal de Maçanet de Cabrenys, a tocar el pantà de Boadella

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	26.05.2013	18.07.2013	21.09.2013
Hora	10:28	11:28	13:52
Temperatura	17°C	25°C	26°C

Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
Molt transparent, cristal·lina, i molt fluida.	Molt neta i fluida. Transparent i de cabal similar a l'altre cop.	Petita disminució del cabal però l'aigua és igual de neta i transparent

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
------------------	--------------	---------------

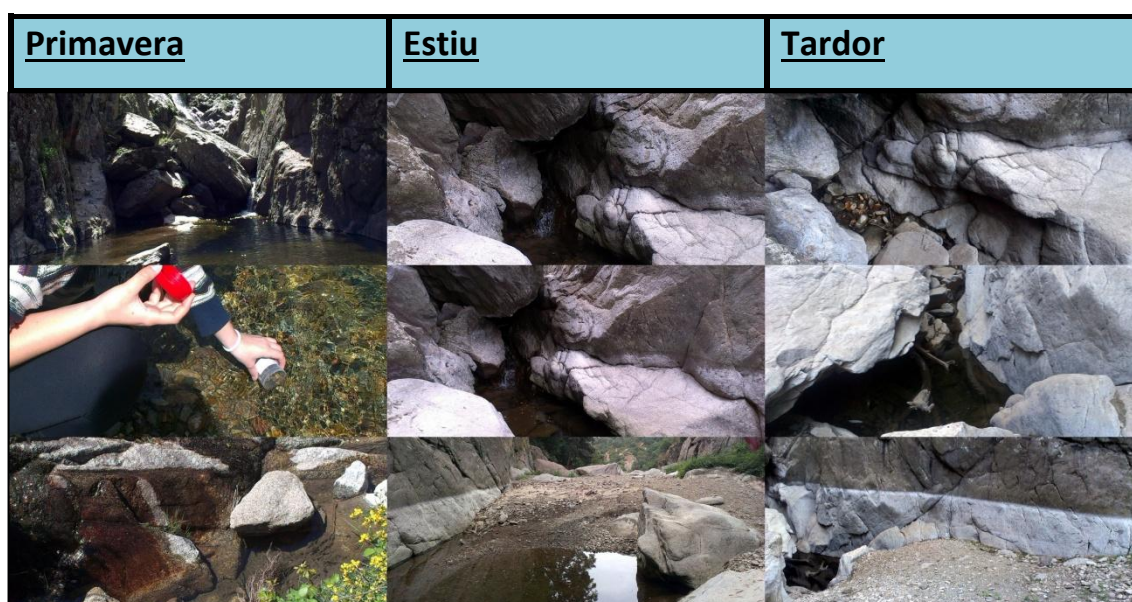
Salt del Fitó – Llobregat d'Empordà

Situació: Terme municipal de La Jonquera. Al massís de l'Albera.

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	12.05.2013	18.07.2013	22.09.2013
Hora	11:21	9:30	8:18
Temperatura	18°C	24°C	14°C

Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
L'aigua corre però no amb excés. Surt de la paret i s'escola per aquesta també.	Menys aigua que a la primavera. S'escola per sota les roques. És clara, neta i transparent.	L'aigua encara té menys cabal que en l'anterior cop però segueix igual de clara i transparent.



Després de la Jonquera - Llobregat d'Empordà

Situació: Terme municipal de la Jonquera. Sortida sud.

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	12.05.2013	18.07.2013	22.09.2013
Hora	13:20	10:59	9:07
Temperatura	21°C	25°C	14°C

Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
Flueix amb rapidesa però perd profunditat.	Trobem zones més fluides i zones amb presència d'algues però l'aigua és neta.	Menys cabal que en els casos anteriors però neta i clara.

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
------------------	--------------	---------------

Després de Peralada - Llobregat d'Empordà

Situació: Terme municipal de la Peralada.

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	13.05.2013	18.07.2013	22.09.2013
Hora	17:55	12:34	9:28
Temperatura	23°C	29°C	16°C

Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
Corre amb fluïdesa i és transparent	És tèrbola, no és clara, però si fluida.	L'aigua és més neta i fluïda però veiem poca profunditat.

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
------------------	--------------	---------------

Pincaró - Muga

Situació: Terme municipal d'Albanyà, prop de Sant Miquel del Pincaró

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	26.05.2013	16.07.2013	21.09.2013
Hora	14:59	12:28	10:38
Temperatura	11°C	31°C	15°C

Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
Poc cabalós amb molts salts d'aigua. Pel que fa l'aigua és neta i clara.	Fluida, clara i neta. El cabal és similar a la ocasió anterior.	Molt clara i transparent. Cabal lleugerament inferior a l'ocasió anterior.

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
------------------	--------------	---------------

Sant Llorenç de la Muga - Muga

Situació: Terme municipal de Sant Llorenç de la Muga. Punt en què des del poble es té accés al riu.

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	26.05.2013	16.07.2013	21.09.2013
Hora	16:04	13:19	11:32
Temperatura	13°C	34°C	20°C

Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
Aigua fluida i transparents. Hi ha molta amplada i poca profunditat.	No hi ha profunditat i l'aigua corre lentament.	Més fluida que en la mostra anterior però més presència d'algues a la llera del riu.

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
------------------	--------------	---------------

Boadella d'Empordà - Muga

Situació: Terme municipal de Boadella, davant el restaurant El Trull d'en Francesc.

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	26.05.2013	18.07.2013	21.09.2013
Hora	16:37	11:55	11:57
Temperatura	14°C	26°C	23°C

Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
L'aigua és clara i neta i molt ràpida.	L'aigua és neta clara i transparent.	Més cabal i profunditat. L'aigua segueix neta, clara i transparent.

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
------------------	--------------	---------------

Pont de Molins - Muga

Situació: Terme municipal de Pont de Molins, al costat de les pistes de bàsquet.

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	26.05.2013	18.07.2013	21.09.2013
Hora	16:58	12:16	20:10
Temperatura	15°C	28°C	19°C

Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
L'aigua passa molt lentament per la resclosa. És neta però amb algues.	L'aigua té aparença de bruta i està molt estancada.	Es pot apreciar que l'aigua té poc cabal però aquest és fluid.

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
------------------	--------------	---------------

Vilanova de la Muga - Muga

Situació: Terme municipal de Peralada. Poble de Vilanova de la Muga, carretera entre Vilanova de la Muga i Vila-sacra.

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	26.05.2013	15.07.2013	21.09.2013
Hora	17:32	13:20	19:41
Temperatura	15°C	30°C	20°C

Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
Aigua neta i transparent amb petits saltets d'aigua.	Corre amb molta fluïdesa i l'aigua és transparent.	L'aigua baixa clara, neta, transparent i fluida.

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
------------------	--------------	---------------

Després de Castelló - Muga

Situació: Terme municipal de Castelló d'Empúries. Sota el pont de la carretera entre Castelló i Empuriabrava.

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	19.05.2013	15.07.2013	21°C
Hora	14:52	13:00	19:31
Temperatura	14:52	28°C	21°C

Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
L'aigua ha guanyat cabal i tot i que flueix ho fa lentament. L'aigua és neta.	Corre molt poc i és tèrbola.	Aigua molt i molt bruta, estancada.

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
------------------	--------------	---------------

Desembocadura - Muga

Situació: Terme municipal de Castelló d'Empúries, platja d'Empuriabrava.

	Primavera	Estiu	Tardor
Data	19.05.2013	15.07.2013	21.09.2013
Hora	15:05	12:36	19:09
Temperatura	14°C	28°C	21°C

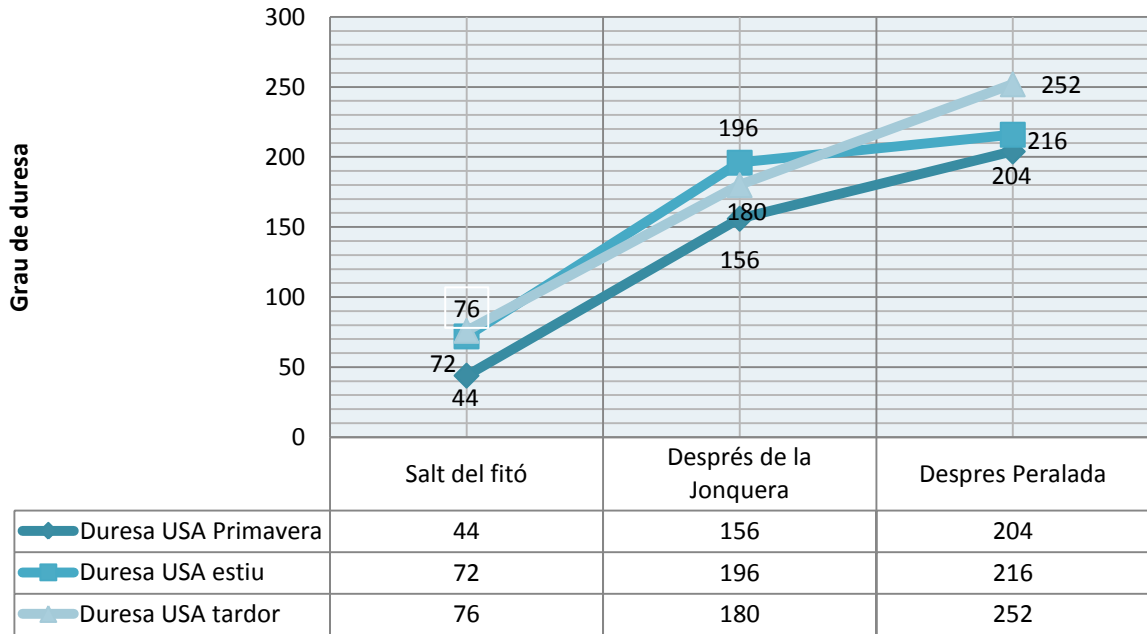
Estat de l'aigua

<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
L'aigua corre molt lentament cap al mar. És neta i clara.	Hi ha zones en que queden algues i per tant està parcialment estancada.	Aigua neta, clara i transparent. Queden petites zones amb algues.

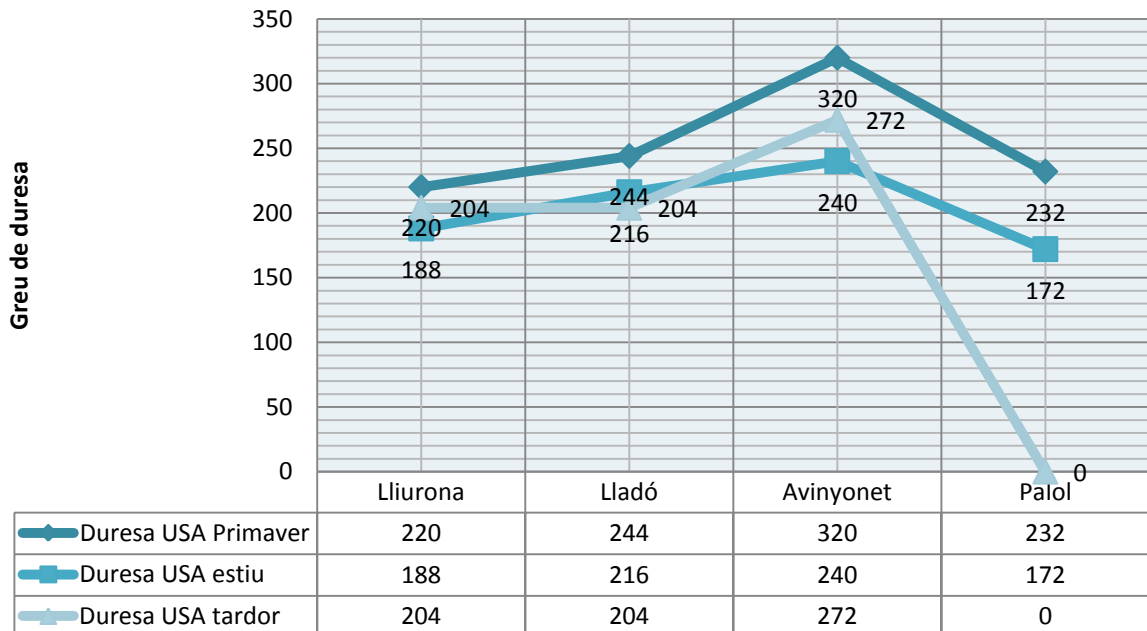
<u>Primavera</u>	<u>Estiu</u>	<u>Tardor</u>
------------------	--------------	---------------

ANNEX 6: Gràfics comparatius

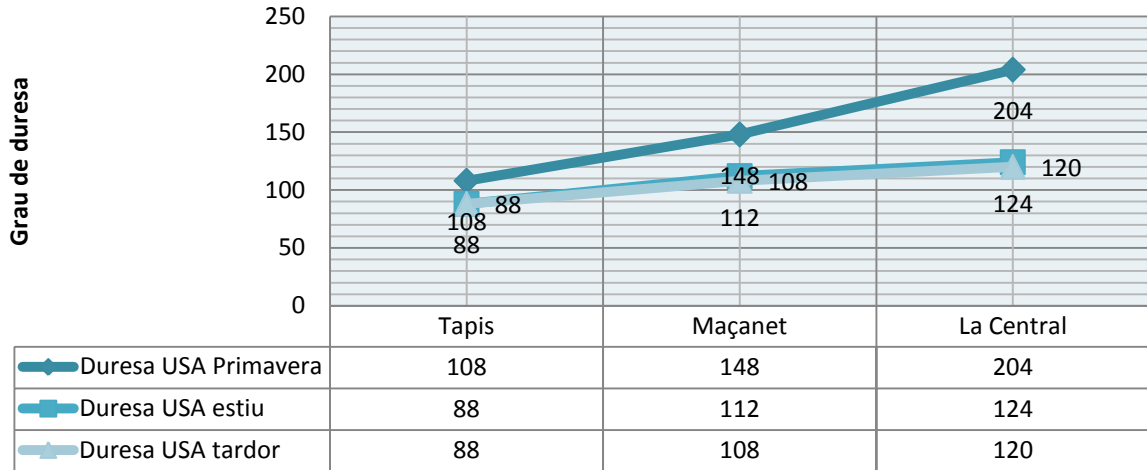
Duresa Aigua: Llobregat d'Empordà



Duresa Aigua: Manol



Duresa Aigua: Arnera



Duresa aigua: Muga

