

ANÀLISI DELS CONTAMINANTS PLÀSTICS A LA RIERA D'ARBÚCIES

Alumna : Elna Mateu Font

Tutors: Emma Cornellà i Francesc Ruaix

Curs 2021-2022



Aquest treball va sorgir una mica per casualitat, veient una entrevista a TV3 a la Dra. Helena Guasch sobre el projecte que encapçala des del CEAB-CSIC referent a l'anàlisi de microplàstics en ecosistemes d'aigües continentals. Mirant les imatges vaig pensar que seria una bona idea fer aquest estudi a la riera d'Arbúcies, però no sabia per on començar.

Gràcies a l'ajut rebut per l'equip del CEAB: Henar Margenat, Laura Amorós i Delfina Cornejo, així com el suport i la predisposició de la Dra. Helena Guasch, aquest treball va començar a prendre forma i consistència. També voldria agrair la tasca dels tutors de l'Ins Montsoriu, Francesc Ruaix i Emma Cornellà, per les revisions i punts de vista aportats.

El meu agraïment a l'Observatori de la Tordera i a la Sònia Sánchez per la informació aportada, així com al Centre de Documentació del Parc Natural del Montseny d'Arbúcies, per les referències bibliogràfiques.

Finalment, i com no podria ser de cap altra manera, vull agrair als meus pares el suport que m'han donat en la realització del treball i la paciència en el procés de recollida de mostres i el seu suport al llarg de tot l'any de preparació del TDR.

RESUM

Des de fa temps s'ha evidenciat la contaminació plàstica al medi natural. No obstant això, la presència de plàstics contaminants en rius i rieres de Catalunya encara és força desconeguda. Mitjançant un protocol de mostreig facilitat pel CEAB s'ha analitzat la presència de macro, meso i microplàstics en 4 punts de la riera d'Arbúcies, per així determinar el grau de contaminació per plàstics en aquest entorn natural.

Els resultats obtinguts mostren que, tal com es podia preveure, les zones de mostreig que corresponen al tram alt i alt-mitjà de la riera són les menys contaminades, mentre que les zones en contacte amb el nucli urbà presenten un nombre més elevat de plàstics. També cal subratllar que en totes les zones de mostreig es van localitzar microplàstics, fins i tot en les que presenten un bon estat de conservació mediambiental.

Els microplàstics trobats poden tenir un efecte nociu en els organismes que habiten els rius. A causa de la seva mida (> 5 mm) poden ser ingerits per un gran nombre d'animals. Aquests, filtradors no selectius, ingereixen els microplàstics i els transmeten, seguint la cadena alimentària, a animals superiors.

Paraules clau: riera d'Arbúcies, plàstics, contaminació, microplàstics, mesoplàstics, macroplàstics.

ABSTRACT

For a long time plastic pollution has been evident in the natural environment. However, the presence of polluting plastics in rivers and streams in Catalonia is still quite unknown. Through a sampling protocol facilitated by the CEAB, it has been analyzed the presence of macro, meso and microplastics in 4 points of the Arbúcies stream, in order to determine the degree of contamination by plastics in this natural environment.

The results obtained show that, as it could be expected, the sampling areas corresponding to the upper and upper-middle section of the stream are the least polluted, while the areas in contact with the town center have a higher number of plastics. It should also be noted that microplastics were found in all sampling areas, even in those with a good state of environmental conservation.

The microplastics found can have a detrimental effect on the organisms that inhabit rivers. Due to their size (> 5 mm) they can be ingested by a large number of animals. These non-selective filters ingest the microplastics and transmit them, following the food chain, to higher animals.

Keywords: Arbúcies stream, plastics, pollution, microplastics, mesoplastics, macroplastics.

ÍNDEX

RESUM

ABSTRACT

1. PRESENTACIÓ	8
2. ESTAT DE LA QÜESTIÓ	9
3. FONAMENTS TEÒRICS	11
3.1 QUÈ ÉS AIXÒ QUE ANOMENEM MICROPLÀSTICS ?	11
3.2 I... ELS MESOPLÀSTICS I ELS MACROPLÀSTICS, QUÈ SÓN?	11
3.3 TIPUS DE MICROPLÀSTICS I COM ELS CLASSIFIQUEM	12
3.3.1 Microplàstics primaris	12
3.3.1 Microplàstics secundaris	12
3.4 COM ES CLASSIFIQUEN ELS PLÀSTICS SEGONS EL SEU ORIGEN?	12
3.5 LA PRODUCCIÓ DE PLÀSTICS A NIVELL MUNDIAL	13
3.6 EL GRAN PERILL DELS MICROPLÀSTICS	14
3.7 LA DEGRADACIÓ DELS MICROPLÀSTICS	15
3.8 L'ENTORN ECOLÒGIC DE LA RIERA D'ARBÚCIES	15
4. DISSENY DE LA PART PRÀCTICA DEL TREBALL DE CAMP	18
4.1 ZONES DE MOSTREIG	18
4.2 PRESA DE MOSTRES	20
4.2.1 Tipus de mostres	20
4.2.2 Protocol de mostres de camp	21
4.2.2.1 Mesoplàstics	21
4.2.2.2 Macroplàstics	21
4.2.2.3 Microplàstics	22
4.2.3 Material per la presa de mostres	23
4.2.4 Etiquetatge de mostres	24
4.3 ANÀLISI DE LES MOSTRES	25
4.3.1.Zona de ribera: MacP (macroplàstics) i MesP (mesoplàstics)	25
4.3.1.1 MacP	25
4.3.1.2 MesP	26
4.3.2 Mostres d'aigua: MicP (microplàstics)	28
4.3.2.1 Columna d'aigua – tamís	28
4.3.2.2 Sediments	29
5. DESENVOLUPAMENT DE LA PART PRÀCTICA	32
5.1 ZONES DE MOSTREIG	32
5.1.1 Zona 1 Regàs	32
5.1.2 Zona 2 Prat Rodó	33
5.1.3 Zona 3 Depuradora	34
5.1.4 Zona 4 Can Pascual	34
5.2 ANÀLISI I RESULTATS DE LA PRESA DE MOSTRES	35
5.2.1 Macroplàstics	35
5.2.1.1 Registre de la Zona 1 El Regàs	36
5.2.1.2 Registre Zona 2 El Prat Rodó	37

5.2.1.3 Registre Zona 3 Depuradora	38
5.2.1.4 Registre Zona 4 Can Pascual	39
5.2.2 Mesoplàstics	41
5.2.2.1 Registre Zona 1 El Regàs	41
5.2.2.2 Registre Zona 2 El Prat Rodó	42
5.2.2.3 Registre Zona 3 Depuradora	42
5.2.2.4 Registre Zona 4 Can Pascual	42
5.2.3 Microplàstics	43
Mostres d'aigua	43
5.2.3.1 Registre Zona 1 El Regàs	44
5.2.3.2 Registre Zona 2 Prat Rodó	44
5.2.3.3 Registre Zona 3 Depuradora	45
5.2.3.4 Registre Zona 4 Can Pascual	45
Mostres de sediments	46
5.2.3.1 Registre zona 1 El Regàs	47
5.2.3.2 Registre Zona 2 Prat Rodó	47
5.2.3.3 Registre Zona 3 Depuradora	47
5.2.3.4 Registre Zona 4 Can Pascual	48
6. CÀLCULS I INTERPRETACIÓ DELS RESULTATS	49
6.1 MACROPLÀSTICS	49
6.2 MESOPLÀSTICS	51
6.3 MICROPLÀSTICS A L'AIGUA	51
6.3.1 Zona 1 El Regàs	52
6.3.2 Zona 2 Prat Rodó	53
6.3.3 Zona 3 Depuradora	53
6.3.4 Zona 4 Can Pascual	54
6.4 MICROPLÀSTICS ALS SEDIMENTS	54
6.4.1 Zona 1 El Regàs	55
6.4.2 Zona 2 Prat Rodó	55
6.4.3 Zona 3 Depuradora	56
6.4.4 Zona 4 Can Pascual	56
7. CONCLUSIONS	57
8. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA	60
9. ANNEXOS	62
9.1 MACROPLÀSTICS	62
9.1.1 Zona 1 El Regàs	62
9.1.2 Zona 2 Prat Rodó	62
9.1.3 Zona 3 Depuradora	62
9.1.4 Zona 4 Can Pascual	63
9.2 MESOPLÀSTICS	63
9.2.1 Zona 1 El Regàs	63
9.2.2 Zona 2 Prat Rodó	63
9.2.3 Zona 3 Depuradora	63
9.2.4 Zona 4 Can Pascual	63

9.3 MICROPLÀSTICS	63
9.3.1 Zona 1 El Regàs	63
9.3.2 Zona 2 Prat Rodó	64
9.3.3 Zona 3 Depuradora	64
9.3.4 Zona 4 Can Pascual	64
9.4 SEDIMENTS	64
9.4.1 Zona 1 El Regàs	64
9.4.2 Zona 2 Prat Rodó	64
9.4.3 Zona 3 Depuradora	64
9.4.4 Zona 4 Can Pascual	65

1. PRESENTACIÓ

Si mai heu visitat o heu passejat per l'entorn natural de la riera d'Arbúcies, segurament haureu observat l'encant del seu paisatge i el bon estat de conservació d'aquest entorn natural privilegiat.

La vegetació és frondosa, la fauna hi és ben present (només cal sentir el cant dels ocells al llarg de tot el recorregut de la riera) i les aigües són a simple vista transparents i netes.

Però aquest ecosistema únic de la riera d'Arbúcies no viu al marge de la nostra societat actual. Les persones hi interactuen en diversa mesura; sovint la petjada humana és considerada amb el medi natural, però en altres ocasions l'empremta de les activitats humanes a l'entorn del curs de la riera és ben evident i perjudicial per aquest medi aquàtic.

Una de les conseqüències més negativa d'aquesta activitat humana a l'entorn de la riera és precisament la presència de contaminants plàstics a les seves aigües i sediments. Així, si ens apropem i observem de prop l'estat de la riera podrem veure deixalles de plàstic, des de taps o ampolles d'un sol ús a embolcalls o bosses, entre altres. Aquest és un aspecte de l'altra cara d'aquest entorn natural.

Aquest treball analitza, seguint uns protocols científics, la presència de contaminants plàstics en quatre zones de la riera dins el municipi d'Arbúcies. L'objectiu, doncs, era determinar quina de les 4 zones analitzades mostrava una major presència de contaminants plàstics, i si aquest grau de contaminació es podia relacionar amb el grau de freqüentació humana d'una forma objectiva.

Per dur a terme aquest estudi es van seleccionar 4 zones al llarg de la riera d'Arbúcies, dos dins el nucli urbà, o molt properes, i dos més fora del nucli urbà (una en un tram superior de la riera i l'altra en una zona als afores). En aquestes 4 zones es van recollir mostres de macroplàstics, mesoplàstics i microplàstics seguint els protocols de recollida de mostres.

Malgrat que és fàcilment demostrable que en zones de recorregut urbà de la riera s'hi puguin trobar plàstics, una part important d'aquest treball ha consistit a determinar objectivament la presència d'aquests contaminants en zones allunyades de la presència o activitat humana.

Així doncs, l'impacte ambiental per contaminació de polímers, incloent els microplàstics, a la riera d'Arbúcies, a hores d'ara, ja s'ha estès més enllà del que podríem pensar en un primer moment. La contaminació plàstica és present en totes les zones analitzades, i la presència de microplàstics, contràriament al que en un principi es podria pensar degut a l'entorn natural privilegiat, és també prou evident.

2. ESTAT DE LA QÜESTIÓ

Des de fa uns anys la premsa escrita i els mitjans de comunicació parlen de l'evident presència de residus plàstics en el nostre entorn. Aquests residus són una nova forma de contaminació que trobem en tots els àmbits del medi natural (boscors, camps, mar i també cursos d'aigua de rius i rieres).

En l'actualitat, els plàstics són materials comuns en les nostres vides i seria molt difícil imaginar-nos qualsevol activitat de la nostra existència sense la seva presència. Es creu que la producció de plàstics en els darrers 65 anys ha superat a la producció de qualsevol altre material fabricat, amb una producció de 359 milions de tonelades (PlasticsEurope 2019). Imaginem-nos la quantitat de plàstics que com a residus, s'acumulen i interfereixen en la vida dels ecosistemes aquàtics... segurament serà en poc temps exponencial.

Així doncs, fent una cerca a internet sobre microplàstics es pot observar com es tracta d'una de les problemàtiques ambientals que més interès genera. El món científic està alerta sobre aquest tema, però tenim poques dades sobre la distribució, sobre els mètodes de detecció i la quantificació dels microplàstics, i encara menys sobre l'impacte en els éssers vius (incloent els efectes sobre la salut humana).

L'estudi de la presència de microplàstics (fragments inferiors als 5 mm) als rius i rieres de Catalunya tot just s'ha iniciat (del 2019 endavant). Alguns estudis parlen d'observacions de microplàstics a les conques del Besòs i la Tordera, on s'han localitzat en tots els punts mostrejats, tant circulant a l'aigua com als sediments i, majoritàriament, de mides d'entre 50 i 100 µm.¹

Els estudis sobre contaminació plàstica en rius és molt inferior als que trobem publicats sobre ecosistemes marins. A la revista *Ecosistemas* (2020), els científics fan un primer informe sobre la presència de microplàstics en rius i rieres d'Espanya.

Un dels pocs centres de recerca implicats en l'estudi dels microplàstics en rius de Catalunya és el Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB).

En el Telenotícies de TV3 del 30 de desembre de 2020 ², apareixia un equip de científics del CEAB agafant mostres als rius del Ripollès en el marc del projecte europeu Plasticopyr, que estudia com reduir la contaminació per plàstics als ecosistemes de muntanya. L'objectiu final del projecte del CEAB és veure com es pot fer compatible el turisme amb la conservació dels ecosistemes fluvials i evitar que els plàstics acabin sent transportats al mar. El projecte compta amb científics d'Andorra i França per desenvolupar plegats una metodologia per avaluar i divulgar l'impacte ambiental d'aquests residus i buscar solucions per reduir-ne la presència. L'estudi destaca per l'enfocament multidisciplinari i per buscar la forma de conscienciar els ciutadans.

De fet, l'estudi parteix de la hipòtesi que hi haurà més quantitat de plàstics on hi hagi més activitat turística.

¹ González, F.; Gomà, J.: *Microplàstics a les conques del Besòs i la Tordera*, a IV Trobada d'Estudiosos del Montnegre.

²<https://www.ccma.cat/324/investiguen-la-contaminacio-per-plastics-als-rius-del-pirineu-i-com-conscieciar-la-ciutadania-de-la-problematika/noticia/3068941/>

A la riera d'Arbúcies es concentra una gran activitat turística, especialment els mesos d'estiu, a la zona de Corbadora i al Prat Rodó. Per aquest motiu, un dels punts de l'estudi seria l'anàlisi de microplàstics en aquest indret. Caldria calibrar els resultats d'aquest punt d'estudi amb un altre on, a priori, es creu que la presència de microplàstics serà menor o inexistent (zona alta de la riera) i una altra en una zona que es creu que serà molt més elevada (passada la depuradora).

En la recollida de mostres s'analitzaran, d'una banda, els plàstics de grans dimensions, macroplàstics i mesoplàstics, (ampolles, bosses) que estan a l'entorn del riu, i, de l'altra, el treball aprofundirà en el coneixement dels microplàstics que hi ha a l'aigua i als sediments. Aquests darrers es recullen amb un tamisador, filtrant 360 L d'aigua, i agafant mostres de sediments per així localitzar microplàstics. La idea és quantificar els plàstics que queden acumulats a la llera i aquells que seran transportats aigües avall, els quals poden arribar, fins i tot, al mar.

Aquest serà un dels pocs treballs, juntament amb el de la Maria Aguilera a la riera d'Osor.³ que investigarà la contaminació per microplàstics en un curs d'aigua de la comarca de la Selva: la riera d'Arbúcies. Altres treballs analitzen els plàstics en ecosistemes marins com el TDR de M. Longàs ⁴

A partir d'aquesta informació, i després de fer una recerca al Google Scholar i altres plataformes com el catàleg dels Centres de Documentació de la Xarxa de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona, s'ha pogut comprovar que no s'ha fet cap estudi d'aquestes característiques a la conca de la riera d'Arbúcies.

La idea del TDR és compatible amb la investigació de la Dra. Helena Guasch del CEAB. A partir d'un primer contacte per correu electrònic la seva disponibilitat va ser total i va proposar aplicar els protocols d'estudi del seu projecte, així com establir un conveni de col·laboració i ús dels equipaments.

³ Aguilera, M.: Els intrusos de la riera d'Osor, els microplàstics. Ins. Montsoriu, 2020

⁴ Longàs, M.; Cuadrada, G.: La mar de plàstic, col·legi Kostka, 2019
https://repositori.upf.edu/bitstream/handle/10230/41756/Longas_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

3. FONAMENTS TEÒRICS

3.1 QUÈ ÉS AIXÒ QUE ANOMENEM MICROPLÀSTICS ?

Els microplàstics, com el seu nom indica, són petites partícules sintètiques fetes de material plàstic poc visibles, que s'introdueixen i contaminen el medi ambient ⁵. Són partícules sòlides de plàstic compostes per barreges de polímers i additius funcionals. Els microplàstics no provenen d'un únic tipus específic de plàstic, oficialment la característica comuna que han de complir per ser denominats microplàstics, és ser plàstics amb una mida menor a 5 mil·límetres. ⁶

3.2 I... ELS MESOPLÀSTICS I ELS MACROPLÀSTICS, QUÈ SÓN?

Tot i que sentim molt a parlar dels microplàstics, també hi han altres categories importants a destacar en la classificació dels plàstics.

Els plàstics de mida més gran, més grans de 5 cm, s'anomenen macroplàstics, i són totes aquelles deixalles visibles que trobem en el medi (bosses, caixes, recipients, ampolles d'un sol ús, fragments grans de contenidors...). Acostumen a viatjar molt lentament pels cursos fluvials, i poden arribar a provocar obstruccions, o bé descompondre's, amb el pas del temps en plàstics de mida més petita anomenats mesoplàstics.

L'altre categoria que s'estudia en aquest treball és la dels mesoplàstics, potser la menys coneguda. Aquesta categoria engloba a tots aquells residus plàstics de mida entre 5 cm i 5 mm. Per la seva mida poden ser ingerits per gran nombre d'animals que viuen o freqüenten el medi fluvial.

Les categories més habituals de mesoplàstics són les següents: *fibres, film, beads, foam i hard plastic fragments*.

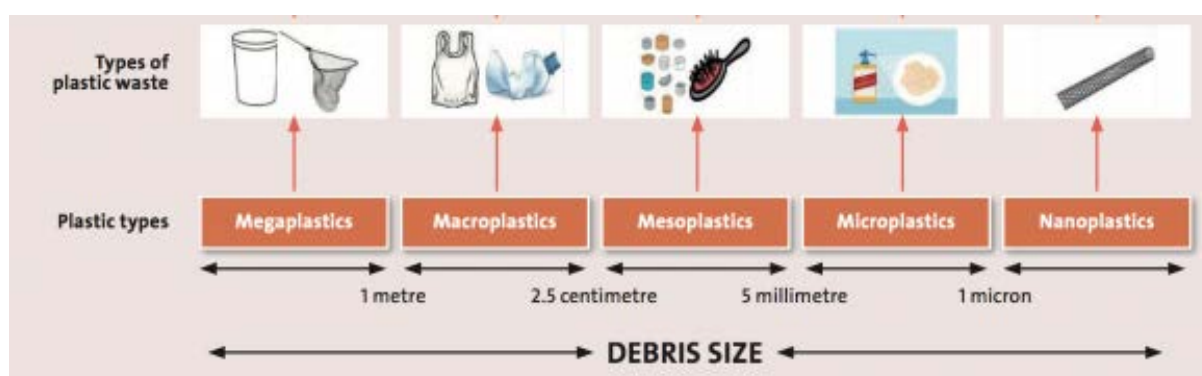


Figura 1 - Categories de plàstics segons la mida. Font: Microplastics in our ocean and marine health (open edition journals)

⁵ Lacerot, G., Lozoya, J. P., & Teixeira de Mello, F. (2020): Plásticos en ecosistemas acuáticos: presencia, transporte y efectos. *Ecosistemas*, 29(3), 2122. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2122>

⁶ Anèl·lides (2019): Microplàstics: petits fragments, gran problemàtica. <https://anellides.com/blog/microplastics-petits/>

3.3 TIPUS DE MICROPLÀSTICS I COM ELS CLASSIFIQUEM

Podem separar els microplàstics en diferents categories, segons el seu color, la seva mida, la seva composició química, la solubilitat en aigua o la presència en el medi ambient. Tanmateix, en funció de la manera com s'introdueixen en el medi i del seu origen, els microplàstics es poden classificar en microplàstics primaris i secundaris. Les quals són les dues categories més importants a l'hora de classificar els microplàstics.

3.3.1 Microplàstics primaris

Els microplàstics primaris són aquells que inicialment venen dissenyats amb una mida de 5 mm, per tant són petites partícules dissenyades per a ús comercial, com ara cosmètics o microfibras, que es desprenen de la roba i altres teixits.

3.3.1 Microplàstics secundaris

Els microplàstics secundaris són producte de la degradació de macroplàstics, els quals, una vegada abandonats a la natura, acaben erosionats per processos fisicoquímics o biològics. La major part es formen després que els plàstics de grans dimensions s'hagin abandonat en els cursos dels rius; és a dir, al litoral. Quan arriben a la costa, els plàstics queden exposats a la radiació solar, les onades i la salinitat; aquests factors els erosionen de tal manera que es decoloren, es modifica la seva estructura molecular i es fragmenten fins a adquirir mides per sota dels 5 mm.⁷



Figura 2 -Mostres de microplàstics. Font: *Microplastics in the oceans: the solutions lie on land* A. Abreu et M. L. Pedrotti



Figura 3 -Fotografia de microplàstics a mida real. Font: *WHO microplastic update calls for health impact research*

3.4 COM ES CLASSIFIQUEN ELS PLÀSTICS SEGONS EL SEU ORIGEN?

Els plàstics estan formats per monòmers que s'ajunten entre si, creant polímers en forma de cadena. Segons la forma de la cadena, poden sorgir plàstics amb diferents característiques. Els polímers són macromolècules o molècules gegants, constituïdes per una unitat fonamental anomenada monòmer, que es repeteix diverses vegades formant llargues cadenes.

⁷ Albalat Oliver, B. (2020): Ofegats en plàstic La contaminació per microplàstics en el medi marí. Revista Mètode <https://metode.cat/revistes-metode/article/ofegats-en-plastic-contaminacio-microplastics-medi-mari.html>

En funció del seu origen, els polímers poden ser:

- **Naturals:** són els que ja existeixen a la natura: cel·lulosa, cautxú, caseïna de la llet...
- **Artificials:** Obtenció industrial per modificació de polímers naturals com el cas del cel·luloïde.
- **Sintètics:** Obtenció industrial a partir dels seus elements orgànics. Polietilè, PVC, poliestirè...⁸

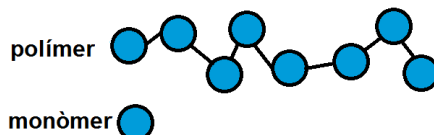


Figura 4 - Diferència entre monòmer i polímer

3.5 LA PRODUCCIÓ DE PLÀSTICS A NIVELL MUNDIAL

El consum i la producció de plàstics implica l'ús de grans quantitats de combustibles fòssils, fet que té implicacions negatives per al medi ambient i el canvi climàtic. A més, la reducció de l'activitat econòmica en la darrera crisi mundial ha suposat una forta caiguda dels preus del petroli, la qual cosa ha afavorit, poc o molt, la producció de productes plàstics a partir de materials verges basats en fòssils, i no pas la fabricació de materials plàstics a partir de plàstics reciclats. Si la producció i l'ús de plàstics continuen augmentant tal com es preveu, la indústria del plàstic representarà el 20% de l'ús mundial de petroli el 2050, un augment important respecte al 7% actual.⁹

Les dades de l'inventari de gasos d'efecte hivernacle de l'EEA mostren que les emissions anuals relacionades amb la producció de plàstics a la UE ascendeixen a uns 13,4 milions de tones de CO_2 , o aproximadament el 20% de les emissions de la indústria química a tota la UE. La viabilitat econòmica del mercat europeu i mundial de reciclatge de plàstics es troba actualment sota una pressió important. La menor demanda del mercat de plàstics reciclats també ha complicat els esforços de molts municipis europeus per gestionar de manera sostenible les seves pràctiques de residus i s'utilitzen opcions d'eliminació de residus menys desitjables per a quantitats significatives de residus plàstics.

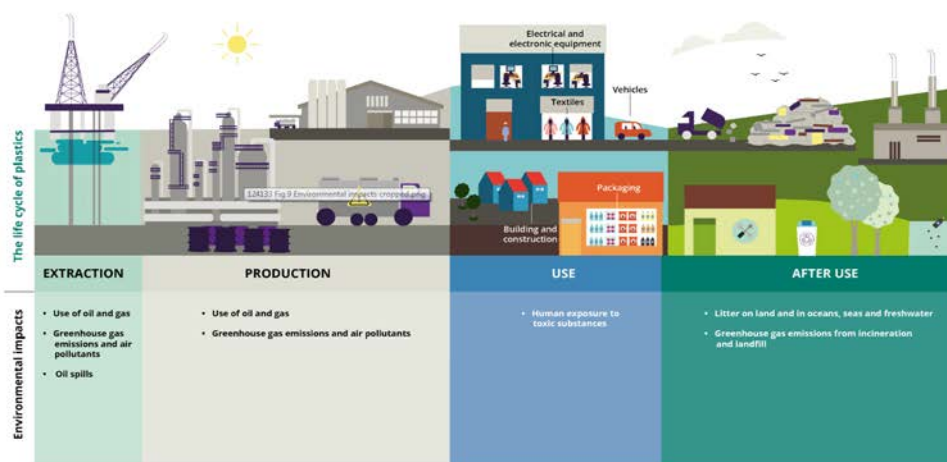


Figura 5 - Cicle de vida dels plàstics. Font: Plastics, a growing environmental and climate concern

⁸ Solsona, J.: Materials batxillerat. Els plàstics. Xtec.cat <http://www.xtec.cat/~jsolson7/batx/materials1/Plastics.htm>

⁹ European Environment Agency (2021): Plastics, a growing environmental and climate concern: how can Europe revert that trend?. <https://www.eea.europa.eu/highlights/plastics-environmental-concern>

3.6 EL GRAN PERILL DELS MICROPLÀSTICS

El problema dels microplàstics és que, igual que els articles de plàstic de qualsevol mida, no es descomponen fàcilment en molècules inofensives. Els plàstics poden trigar centenars o milers d'anys a descompondre's i, mentrestant, causen estralls en el medi ambient. A les platges, els microplàstics són visibles com a petits trossos de plàstic multicolor a la sorra. Als oceans, la contaminació microplàstica és sovint consumida pels animals marins.¹⁰

Una part d'aquesta contaminació ambiental provocada pels microplàstics prové d'escombraries, però gran part és el resultat de tempestes, escorrenties d'aigua i vents que transporten plàstics —tant objectes intactes com microplàstics— als nostres mars i oceans, molt sovint aportats pels cursos d'aigua fluvials. Els plàstics d'un sol ús (articles de plàstic destinats a ser utilitzats només una vegada i després rebutjats) com ara una palleta, són la font principal de plàstics secundaris al medi ambient.

S'han detectat microplàstics en organismes marins, des del plàncton fins a les balenes, en marisc comercial i, fins i tot, en aigua potable. De manera alarmant, les instal·lacions de tractament d'aigües estàndard no poden eliminar totes les traces de microplàstics. Per complicar encara més les coses, els microplàstics de l'oceà poden unir-se a altres productes químics nocius abans de ser ingerits pels organismes marins.

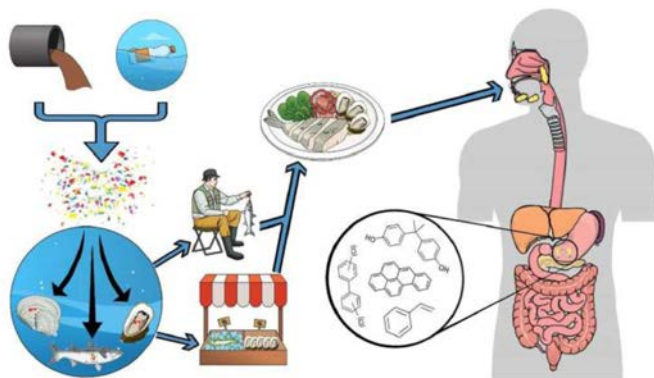


Figura 6 - Un model que mostra com l'activitat antropogènica fa que els microplàstics entrin a la cadena alimentària. Font: J. Food Sci. Technol. 2019, 1-8. Copyright 2019 Springer Link

A causa de la seva mida petita, gran part dels organismes es veuen afectats per la presència de microplàstics. Els polímers i els seus productes de degradació són consumits per una gran varietat d'organismes aquàtics, des d'invertebrats fins a peixos, que accidentalment ingereixen aquests polímers introduint els microplàstics a la cadena tròfica. Els efectes causats en la fauna estan relacionats amb lesions mecàniques, reducció en el creixement i disminució de la fecundació.

Tenint present que els humans som l'últim consumidor de la xarxa tròfica, la introducció de microplàstics en els humans és possible a causa del consum de peixos i marisc, però també via l'aigua de consum. Darrerament s'han detectat aquests components a la placenta de fetus humans en gestació, que es poden incorporar al torrent sanguini de la mare i el nadó.

¹¹

Els científics encara no saben si els microplàstics consumits són perjudicials per a la salut humana o animal i, en cas afirmatiu, quins perills específics poden representar. Tot i això,

¹⁰ National Geographic (2019): Microplastics. <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/microplastics/>

¹¹ Pujol, X. (2021): Detecten microplàstics a la placenta humana. a: Diari ARA. https://www.ara.cat/societat/microplastics-placenta-humana-contaminacio_1_2544825.html

molts països estan prenent mesures per reduir els microplàstics al medi ambient. Una resolució de les Nacions Unides del 2017 va discutir els microplàstics i la necessitat de disposicions per reduir aquest perill per als nostres oceans, la seva vida salvatge i la salut humana.

3.7 LA DEGRADACIÓ DELS MICROPLÀSTICS

Actualment podem saber aproximadament el temps que tarda un microplàstic secundari en descompondre's observant les taules de descomposició d'objectes de plàstic que s'han analitzat.

Plásticos: ¿cuánto tiempo tardan en descomponerse?		
HILO DE PESCA		± 600 años
BOTELLA		± 500 años
CUBIERTOS		± 400 años
MECHERO		100 años
VASO		65- 75 años
BOLSA		55 años
SUELA DE ZAPATO		10- 20 años
COLILLA		1- 5 años
GLOBO		6 meses

Així, segons la taula que es mostra, una vegada els objectes de plàstic arriben al medi marí tarden entre dècades i centenars d'anys a degradar-se. El temps de degradació depèn del tipus de plàstic i de les condicions ambientals a les quals s'exposa (llum solar, oxigen, agents mecànics...). En el cas dels oceans, la radiació UV procedent de la llum solar és l'agent principal que degrada el plàstic. L'acció de l'onatge accelera aquest procés i, com a resultat, els fragments més grans es van trencant en trossos més petits, per la qual cosa es generen microplàstics secundaris. Una vegada el plàstic és soterrat al fons marí o queda cobert per matèria orgànica o inorgànica (que és molt freqüent al medi marí) queda menys exposat a la llum solar i disminueix la temperatura i l'oxigen, fets que en retarden la degradació.

Figura 7 - Temps de degradació de cada tipus de plàstic. Font: GREENPEACE: com arriba el plàstic als oceans i què hi passa?

Durant tot aquest temps, els objectes de plàstic que arriben a la mar poden causar danys greus a la fauna marina. Actualment, unes 700 espècies d'organismes marins es veuen afectats per aquest tipus de contaminació. Cada any, més d'un milió d'aus i més de 100.000 mamífers marins moren com a conseqüència de tots els plàstics que arriben a la mar.

3.8 L'ENTORN ECOLÒGIC DE LA RIERA D'ARBÚCIES

La riera d'Arbúcies neix sota el coll Sesportadores, entre el Matagalls i Sant Marçal, a 1450 m d'altitud. El seu curs marca una direcció nord-oest primer, passant per la vall de Lliors, i girant després cap a sud-oest, encaixant en la vall d'Arbúcies. La riera d'Arbúcies pren les aigües de nombrosos sots i torrents de la vessant oriental del massís del Montseny fins a desembocar al riu Tordera. La conca de la riera d'Arbúcies té una superfície de 44,3 km² i actualment, el seu tram alt i mig, es troba protegit per la normativa del Parc Natural del Montseny.

El seu règim fluvial és típicament mediterrani, irregular depenent de les precipitacions, i presenta una variació estacional molt marcada, així mentre el cabal mínim el trobem a l'estiu, el màxim s'aconsegueix a la primavera i a la tardor.

Un dels trets ecològics més rellevants de la riera d'Arbúcies és la seva variada vegetació, amb boscos de ribera amb presència de vern (*Alnus glutinosa*) freixes de fulla gran (*Fraxinus excelsior*) i pollancre (*Populus*), la noguera (*Juglans regia*), l'om (*Ulmus minor*), salze (*Salix alba*). L'ecosistema aquàtic de la riera es troba en bon estat, però es considera amenaçat per la introducció d'espècies al·lòctones, la contaminació antròpica en el curs mitjà i baix i, sobretot, per l'aprofitament hídric excessiu.

L'espai de la riera d'Arbúcies no és únicament un entorn natural privilegiat, sinó que també hi han tingut, i encara hi tenen, presència les interaccions de les persones amb el medi. En l'actualitat, la pressió per a l'ús de lleure o turístic dels espais a l'entorn de la riera és innegable i suposa una alteració d'aquest entorn natural que sovint no tenim en compte.

Els antics molins, basses, fargues i indústries que aprofitaven la força de l'aigua per a generar energia avui dia han pràcticament desaparegut, però la riera no ha quedat oblidada sinó que aquests antics usos preindustrials o industrials han estat substituïts per altres a l'entorn de l'aigua, especialment avui dia pels usos del sector terciari: rutes a peu i en bicicleta per l'entorn de la riera, passeig turístic, punts de trobada i pícnic, parcs infantils... i han convertit especialment, el tram de la riera que creua el nucli urbà de la vila d'Arbúcies en un espai d'oci.

No podem negar que el paisatge de calma i el so del corrent de l'aigua continu atrau les persones a gaudir d'aquest entorn, però aquest fet provoca sovint una alteració en l'equilibri de la convivència entre humans i natura en aquest espai ecològic tant fràgil que és la riera d'Arbúcies.



Figura 8- Fotografia de la riera d'arbúcies. Font: Visita la vall d'arbúcies

En els darrers 30 anys s'han produït canvis en el tipus d'aprofitament hídric de la riera d'Arbúcies, antigament de gran importància per a l'agricultura i per al desenvolupament de les noves indústries, principalment com a font d'energia i, posteriorment, a partir dels anys 1970, també com a producte comercial (4 plantes embotelladores a Arbúcies). A inicis del

segle XX, el consum industrial d'aigua (49%) era el més important, seguit per l'agrícola (27%) i un creixent consum domèstic (23%).

El canvi ambiental dels últims anys també ha afectat el paisatge que envolta la riera: han desaparegut els camps de dall i els camps de pomeres, i augmentat ha la presència de bosc de ribera. Segons un estudi sobre el canvi ambiental global al municipi d'Arbúcies, es pot observar que el bosc de ribera augmenta (d'1 a 5,4%) gràcies a la disminució de l'explotació tradicional i al gran nombre de plantacions recents destinades a la indústria paperera.¹²

Algunes de les problemàtiques pendents que té la riera d'Arbúcies són l'eliminació de la vegetació autòctona de ribera i la seva substitució per plantacions de fusta, la baixada de sorres per la riera de la Pineda procedents de desmunts i talussos construïts amb motiu de l'Eix Transversal, el mal funcionament de la xarxa de clavegueram que en moments puntuals ha provocat abocaments descontrolats, neteges no prou acurades de la llera, poc control de les activitats d'oci que es fan als seus marges, una falta de control i regulació de les captacions d'aigua per a rec i a les embotelladores o la falta de la redacció d'un Pla especial de protecció...¹³. A tot plegat, actualment hi podem afegir un nou element de contaminació antròpica: la presència de plàstics i especialment microplàstics que es filtren a la seva llera i contaminen les aigües i, en general, tot l'ecosistema de la riera.

¹² Andrés et al: (2003): Canvi ambiental Global al municipi d'Arbúcies. A: *Diagnosi ambiental al Parc Natural del Montseny*, Diputació de Barcelona, Barcelona

¹³ Tura J. (2002): *Entorns naturals humanitzats: el cas de la Riera d'Arbúcies*, Ajuntament d'Arbúcies, Museu Etnològic del Montseny, Arbúcies

4. DISSENY DE LA PART PRÀCTICA DEL TREBALL DE CAMP

4.1 ZONES DE MOSTREIG

Des de l'any 1999 l'Observatori de la Tordera ¹⁴ realitza el seguiment i monitoratge a llarg termini d'indicadors socioecològics (ecològics, hídrics i socials) per avaluar la qualitat de l'entorn fluvial i la sostenibilitat a la conca de la Tordera, en la qual hi trobem la Riera d'Arbúcies.

En aquest treball s'establiran dues zones de mostreig de microplàstics en les àrees establertes per l'Observatori com a punts de presa de mostres per tal d'utilitzar els resultats del treball com a futur indicador de contaminants al riu i veure com pot afectar a l'ecologia de la riera d'Arbúcies. També s'analitzaran les mostres de dos altres punts, amb més presència de contaminació.

Concretament es preveu treure mostres de les zones següents de la Riera d'Arbúcies dins el terme municipal d'Arbúcies:

CURS ALT - **Zona 1 El Regàs (Z1R)**

CURS MIG - **Zona 2 Prat Rodó (Z2P)**

CURS MIG - **Zona 3 sota Depuradora (Z3D)**

CURS MIG - **Zona 4 El Rieral - Can Pasqual (Z4Q)**

S'han escollit aquestes zones per dos motius. El primer és per poder analitzar científicament la presència de microplàstics, i plàstics en general, a la riera d'Arbúcies i el segon és per poder comparar la presència d'aquests contaminants en el curs alt i el curs mitjà de la riera, abans i després de travessar el poble i la depuradora.

Segons l'estudi de l'Observatori de la Tordera, el tram del curs alt de la Riera d'Arbúcies, a la **Zona del Regàs**, obté el màxim valor de l'índex de Qualitat Biològica de la Riera (QBR) pel que fa a la vegetació (verneda amb freixe de fulla gran), és una zona bastant aïllada sense gaire presència humana i, per tant, podem presuposar que l'aigua no està tan contaminada.

La següent zona serà el tram de la riera que passa pel **Prat Rodó**, una zona més concorreguda, situada a l'entrada del poble per la cara nord, i amb molta presència humana a causa de la ubicació d'una zona de lleure infantil i pícnic. En aquest tram es preveu una recollida més important de plàstics de mida mitjana i gran (meso i macro plàstics) a causa de l'ús d'aquest tram de la riera per a bany i jocs.

La tercera mostra es prendrà al tram de la riera que passa per sota la **Depuradora**, situada a la sortida del poble i amb contacte amb zones industrials. La depuradora tracta les aigües residuals de la població d'Arbúcies i les retorna de nou al cicle de l'aigua. El mostreig permetrà determinar si els microplàstics són presents a l'aigua de la riera un cop passat aquest tractament o no.

¹⁴ Seguiment d'indicadors socioecològics en conques fluvials mediterrànies
<https://fundaciorivus.cat/linies-actuacio/observatori-rivus/#memories>

Finalment, s'ha escollit també un altre tram del curs mitjà a la zona del Rieral, prop de **Can Pasqual**, perquè és un dels altres punts de seguiment de fauna de l'Observatori de la Tordera, i és interessant poder observar el grau de contaminació en aquest indret.

En aquest tram, la fauna de la riera és molt sensible a la disminució del cabal a l'estiu i segons els resultats de l'Observatori de l'any 2018, pel que fa a la presència d'algues, la tendència històrica d'aquest punt mostra una fluctuació amb millores i empitjoraments de la qualitat. Actualment, però, manté la millora de qualitat. Els indicadors de macroinvertebrats en aquest tram mostren també una qualitat bona de la riera. D'altra banda, pel que fa als peixos, en aquest punt és l'únic on es conserva una població de barbs amb bona salut. Finalment, pel que fa als ocells, en aquest tram el cabal és força baix a l'estiu i presenta una coberta d'arbres molt elevada, això fa que dominin les espècies d'ocells de tipus forestal per sobre d'altres categories, com les de bosc de ribera ¹⁵. Prendre mostres de microplàstics en aquest tram pot ajudar a obtenir una imatge més clara de la contaminació per plàstics i com pot afectar a les formes de vida i a l'ecologia de la riera.

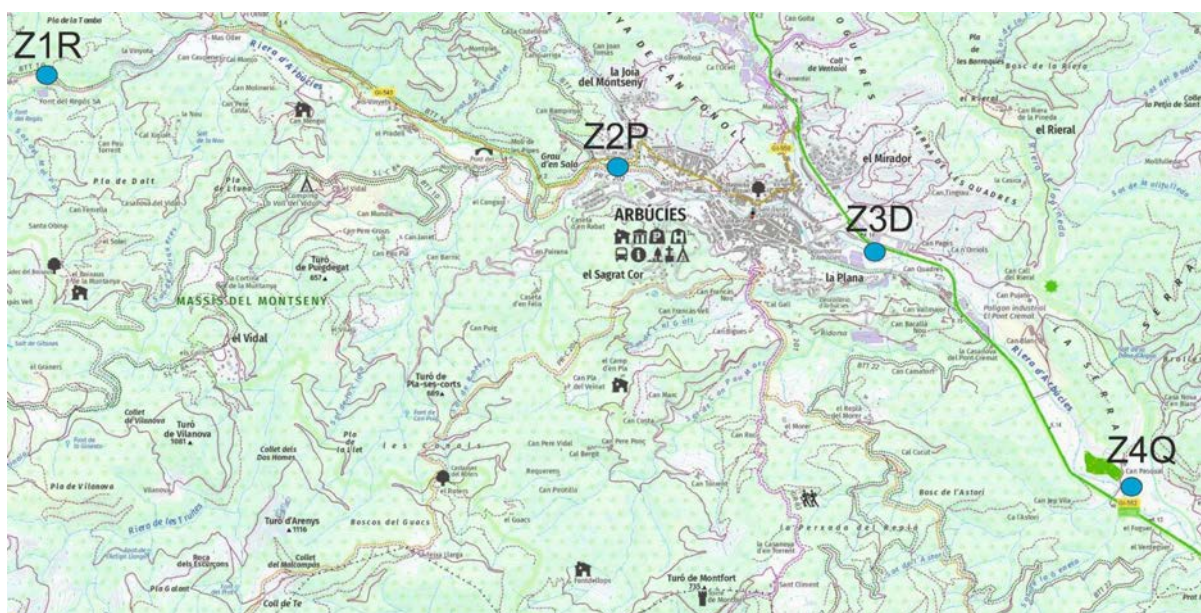


Figura 9 - Mapa de situació dels punts de mostreig a la Riera d'Arbúcies. Font: modificat a partir del mapa de l'ICC

¹⁵ Memòria 2018 <https://fundadorivus.cat/wp-content/uploads/2019/11/observatori-memoria-2018.pdf>

4.2 PRESA DE MOSTRES

4.2.1 Tipus de mostres

En el treball de camp es recolliran manualment mostres d'aigua, sediment i de plàstics a l'entorn de la riera, seguint un protocol científic de mostreig i classificació de plàstics de diferents tipus i mides segons el model del **projecte del CEAB** ¹⁶.

La recollida de mostres consistirà, d' banda, en una recollida de macroplàstics i mesoplàstics, és a dir, plàstics que es vegin a ull nu a l'entorn de la riera, de l' altra , s'agafaran mostres d'aigua i sorres que puguin contenir microplàstics (inferiors a 5 mm). També s'aprofitarà el treball de camp per recollir qualsevol tipus de deixalla.

S'analitzaran microplàstics i mesoplàstics i es classificaran en base a la forma i la textura (figura 10)

MICROPLÀSTICS		
pellets petites boletes 	fragments rígids procedents de la fragmentació de plàstics 	fragments esponjosos tipus porexpan o gomes toves 
MESOPLÀSTICS		
fragments rígids trossos durs procedents de trencaments de plàstics grans 	fragments laminars procedents de bosses o embolcalls 	varetes palets o tubets de plàstics (bastonets...) 
fibres fils, restes de xarxes, nylon i teixits plàstics 	burilles la part de la boquilla conté acetat, un tipus de plàstic 	fragments esponjosos porexpan i gomes toves 

¹⁶ Plasticopyr: Field Sampling guidelines, february 2021

Figura 10. Categories de macro i mesoplàstics. Font Microplastics watchers: categorías de micro y meso plásticos. <https://www.observadoresdelmar.es/>

4.2.2 Protocol de mostres de camp

4.2.2.1 Mesoplàstics

La recollida de mostres de mesoplàstics (0,5 cm - < 5 cm) es realitzarà en cada zona de mostreig segons el protocol següent:

- Es delimitarà en cada zona de mostreig un tram de 50 m al llarg del riu, i a banda i banda del curs d'aigua d'una amplada de 6 m. Aquestes mesures es faran a mida del possible, ja que no sempre els punts triats tindran les dimensions necessàries per dur-ho a terme (condicionat pel pendent de la vora de la riera).
- S'utilitzarà una plantilla de mostreig, o quadre, numerat segons la zona de mostreig, de 40 x 40 cm al llarg del tram, i es prendran 6 mostres cada 10 metres.
- Els mesoplàstics trobats es guardaran en pots de vidre, numerats segons la zona de mostreig on s'han trobat (figura 11)

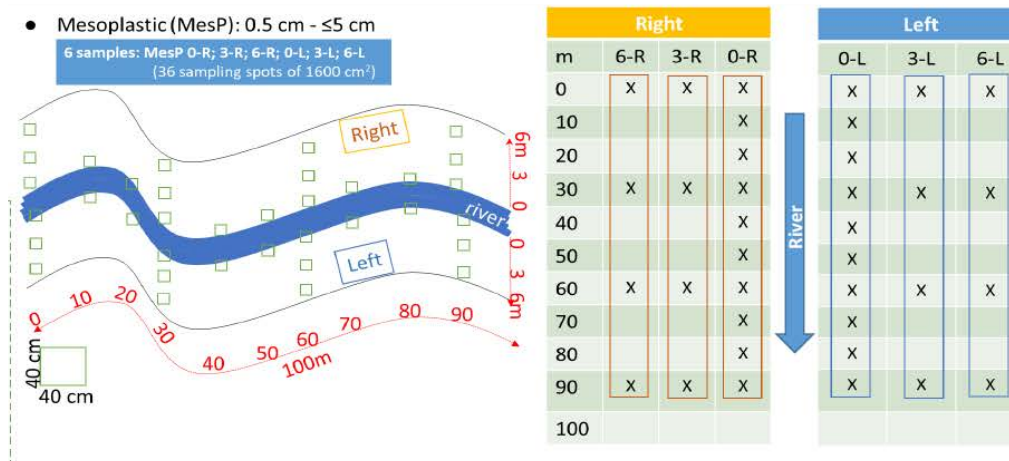


Figura 11 - Esquema de presa de mostres de mesoplàstics. Font: Field sampling guidelines (Plasticopyr)

4.2.2.2 Macroplàstics

La recollida de mostres de macroplàstics (més grans de 5 cm) es realitzarà en cada punt segons els protocol següent:

- Es delimitarà en cada zona de mostreig un tram de 50 m al llarg del riu, i a banda i banda del curs d'aigua d'una amplada de 6 m. Aquesta tasca es farà en la mesura que es pugui, ja que no sempre els punts triats tindran les dimensions necessàries per dur-ho a terme (segons la pendent de la llera de la riera).
- Degut a les seves dimensions no serà necessari utilitzar un quadre de mostreig, i la cerca es farà a simple vista. (figura 12)

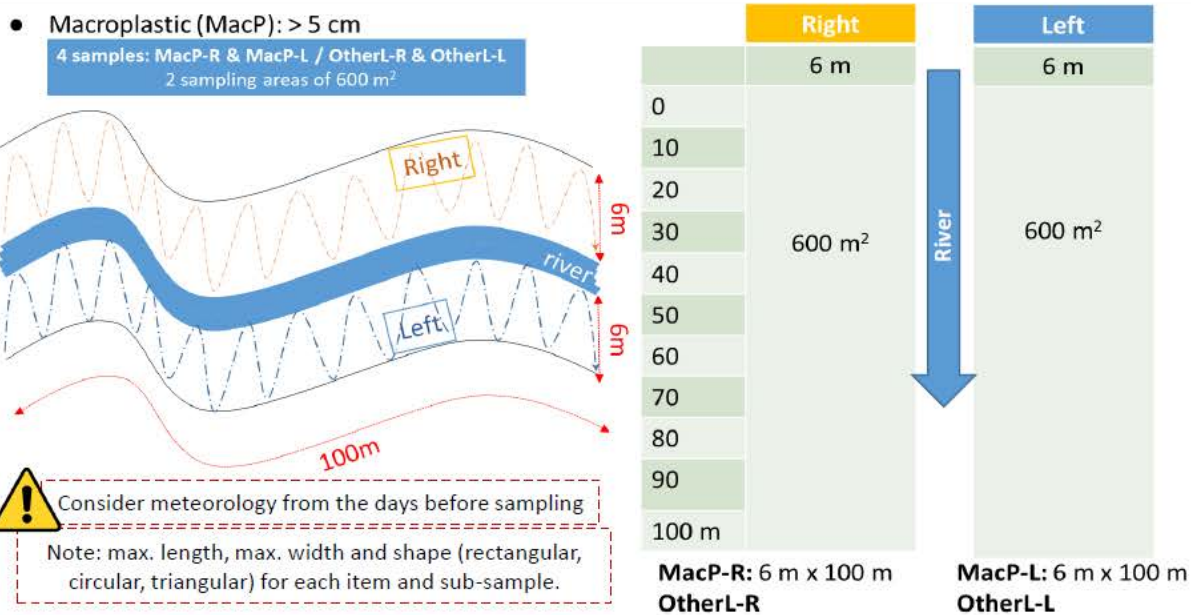


Figura 12 - Esquema de presa de mostres de macroplàstics. Font: Field sampling guidelines (Plasticopyr)

4.2.2.3 Microplàstics

La recollida de mostres de microplàstics (menors de 5 mm) es realitzarà de dues formes diferents:

- per filtració activa
- per mostres de sediments

Mostres d'aigua per filtració

La presa de mostres en l'aigua (**filtració activa**) consistirà en agafar 3 mostres d'aigua de 120 litres d'aigua cadascuna i es filtrarà. Després de cada filtració es posaran els materials recol·lectats en pots de vidre de 25 ml. (figura 13)

WATER COLUMN. Grab sampling

! Clean the sieve and the bucket before filtering the sample. Rinse the filter counterflow for 30 seconds. Rinse the bucket with the water stream.

PROCEDURE

- ✓ Filter 120 L through 63 µm metal sieve
- ✓ Keep the collected material in a 25 ml glass vial
- ✓ Repeat the process two more time. You must fill 3 vials.

tip

Save 1/3 part of the streamwater taken with the bucket to help you to rinse the collected material into the glass vial.

Interreg POCTEFA PLASTICOPYR

Proyecto cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)

**FOR ONE SITE:
120 L X 3 TIMES!**

Figura 13 - Esquema de presa de mostres de microplàstics per filtració. Font: Field sampling guidelines (Plasticopyr)

Mostres de sediments

La recollida de mostres de microplàstics en el sediment de la riera es realitzarà de la següent manera:

- Al llarg de 60 metres en cada zona es prendran mostres en 3 punts (cada 20 metres).
- S'agafaran mostres de sediments a uns 2-3 cm de profunditat i s'introduiran en un pot de vidre. (figura 14)

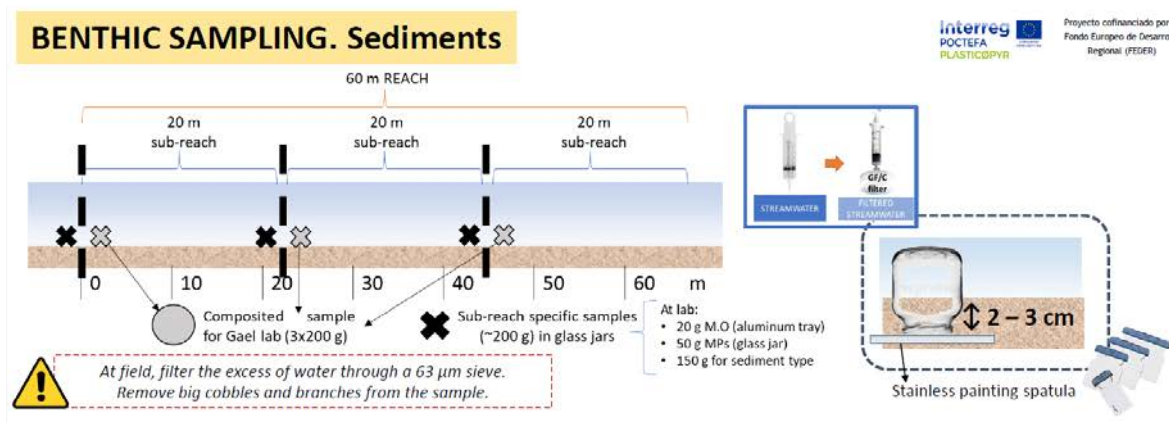


Figura 14 - Esquema de presa de mostres de sediments. Font: Field sampling guidelines (Plasticopyr)

4.2.3 Material per la presa de mostres

Per cada tipus de plàstic, s'utilitzen diferents materials per la presa de mostres, evitant sempre l'ús de materials de plàstic (Taula 1. Font: elaboració pròpia).

MESOPLASTICS	MACROPLASTICS	MICROPLASTICS MOSTRES D'AIGUA 2	MICROPLASTICS SEDIMENTS
metre / cinta de mesura	cinta de mesura	botes d'aigua	metre / regla
guants	guants	vials de vidre de 25 ml	raspall de dents
pots de vidre de 0,25 l	tisores o cúter / pinces grans	pinces / espàtula	pot de vidre de 1 l i 0,5 l
pinces / tisores	fitxes de camp	raspall de dents	espàtula
fitxes de camp	bosses	paper de plata	
	cinta per etiquetar	cubell metàl·lic	

4.2.4 Etiquetatge de mostres

Cada mostra s'identificarà amb una etiqueta on constarà la procedència i el tipus de plàstics, com en el següent exemple:

Mesoplàstics

MesP
Lloc : 3 lletres (ex. Z1R)
Data : yr /month/day
Metre: 0, 3 or 6
Vora:dreta (D) o esquerra (E)
ex: MesP Z1R 2021/09/03

En el cas dels macroplàstics, cada ítem serà etiquetat:

MacP
Lloc : 3 lletres (ex Z2P)
Número de la mostra : ex. MacP_Z2P_1

La totalitat dels macroplàstics recollits seran guardats en bosses d'escombraries de plàstic etiquetades com:

MacP
Lloc : 3 lletres (ex. Z2P)
Data: yr /month/day
Vora:Dreta(D) o Esquerra (E)
ex. : MacP Z2P 2021/09/03

Per l'etiquetatge de mostres de microplàstics seguirem el procediment següent:
En les mostres d'aigua:

GRAB
Lloc : 3 lletres (ex. Z3D)
Data : yr /month/day
ex.:GRAB Z3D 2021/07/03

En les mostres de sediment:

Sed
Lloc : 3 lletres (ex. Z3D)
Llargada : 20, 40, 60 m
Data: yr /month/day
ex: Sed Z3R 20m 2021/07/03

4.3 ANÀLISI DE LES MOSTRES

4.3.1.Zona de ribera: MacP (macroplàstics) i MesP (mesoplàstics)

4.3.1.1 MacP

Els plàstics que es troben a la zona de ribera poden ser arrossegats al riu per escorrentia en moments de pluja. La fragmentació de macroplàstics (MacP, > 5 cm) degut a forces naturals (pluja, vent, erosió, animals...) i al seu propi envelliment, donarà lloc a fragments de plàstics més petits (mesoplàstics i microplàstics).

Identificar el tipus de residu i la composició d'aquest és important de cara a gestió de la contaminació per plàstics. D'aquesta manera es poden conèixer les fonts que són l'origen de la generació de plàstics contaminants. A més, el tipus de material, és a dir, la seva composició química, permetrà deduir la possible composició dels microplàstics que es poden trobar en altres hàbitats fluvials i, també, els possibles impactes per contaminació que aquests puguin tenir en el funcionament de l'ecosistema.

Procediment al laboratori

Al laboratori, es procedirà a classificar cadascun dels residus plàstics (macroplàstics, >5 cm) i també els no plàstics, si se n'ha recollit algun (vidre, metall, paper...) . Tots ells els anomenarem "ítems". Ja hem esmentat en l'apartat de treball de camp com s'etiquetarien els residus o mostres en el moment de recollir-los.

Un cop les mostres arribin al laboratori se seguirà el procediment següent:

Procediment:

- Revisar l'etiqueta de cada ítem segons la zona de mostreig i el marge del riu (dret/esquerra) on ha estat recollit, i el número d'ítem corresponent (ex: Z2D-1, Z2E-1 etc.).
- Categoritzar cadascun dels ítems recollits segons: categoria de la **Marine Debris Tracker** (MDT) app <https://debristracker.org/>
- Netejar l'ítem per treure l'excés de sorra. Assecar l'ítem amb un tros de paper o, en cas d'estar molt humit, deixar-lo assecar al sol.
- Fotografiar l'ítem.
- Mesurar la longitud (cm), l'amplada (cm), i calcular l'àrea (cm^2) segons la geometria de l'ítem.
- Pesar l'ítem net i sec.
- Finalment s'anotaran les dades recollides a la fulla de treball següent:

Taula 2 - Full de treball de camp per la recollida de MacP. Font: protocol laboratori (Plasticopyr)

- Regla
- Balança
- Càmera de fotos
- MDT app <https://debristracker.org/>

Els mesoplàstics (MesP) són aquells residus plàstics d'entre 1 i 5 cm que, o bé poden tenir aquesta mida des del moment de la seva producció (ex: peces de joguines), o bé poden provenir de la degradació de plàstics més grans.

Els MesP provinents de la degradació de plàstics més grans a la zona de ribera també poden acabar al riu en moments de pluges. Aquests poden quedar retinguts en zones d'acumulació de la ribera o bé atrapats per macròfits.



Procediment al laboratori

Al laboratori, es procedirà a descriure els mesoplàstics (MesP, 1-5 cm) trobats seguint el següent procediment:

- Categoritzar cadascun dels MesP (ítems) recollits segons: Categoria de la **Marine Debris Tracker** (MDT) app <https://debristracker.org/>
- Netejar l'ítem per treure l'excés de sorra. Assecar l'ítem amb un tros de paper o, en cas d'estar molt humit, deixar-lo assecar al sol.
- Fotografiar l'ítem
- Mesurar la longitud (cm), l'amplada (cm), i calcular l'àrea (cm^2) segons la geometria de l'ítem.
- Pesar l'ítem net i sec. Expressar el resultat en grams (g). En cas que el pes individual estigui per sota del límit de detecció de la balança, es pesaran tots els MesP junts.
- Anotar les dades recollides al full de treball:

ZONA DE RIBERA: MesP



Lloc de mostreig: _____ Data: ____/____/____

Marge del riu: ☐ dret ☐ esquerra

Punt de mostreig (0;3;6 metres)	ITEM #	CATEGORIA MesP (MDT APP)	DESCRIPCIÓ ITEM	RETENCIÓ (si/no)	LONGITUD MAX. (cm)	AMPLADA MAX. (cm)	FORMA ITEM	AREA (cm ²)	PES (g)

Taula 3 - Full de treball de camp per la recollida de MesP. Font: protocol laboratori (Plasticopyr)

Material:

- Regla
- Balança
- Pinces
- Càmera de fotos
- MDT app <https://debristracker.org/>

4.3.2 Mostres d'aigua: MicP (microplàstics)

Els microplàstics són aquells residus plàstics menors de 5 mm que són difícilment visibles a ull nu. Aquest tipus de plàstics provenen de la degradació o fragmentació d'elements més grans procedents de deixalles, fibres, embalatges, embolcalls, tubs.

Aquest tipus de plàstics poden ser presents en els entorns fluvials transportats per l'aigua de la riera o bé dipositats en els sediments.

Els microplàstics s'han mostrejat mitjançant dos sistemes: la columna d'aigua - tamís i el filtratge de sediments.

4.3.2.1 Columna d'aigua – tamís

El mostreig amb tamís o filtració activa permet cercar els MicP que són transportats per la columna d'aigua del riu.

En ecosistemes fluvials, una de les majors fonts d'aportació de microplàstics són les depuradores, que no aconsegueixen filtrar tots aquests minúsculs elements, però com bé s'ha comentat anteriorment, també poden provenir de la fragmentació o degradació de residus més grans abocats a l'entorn fluvial.

Per identificar de manera visual els MicP, ens fixarem en la seva forma i color.

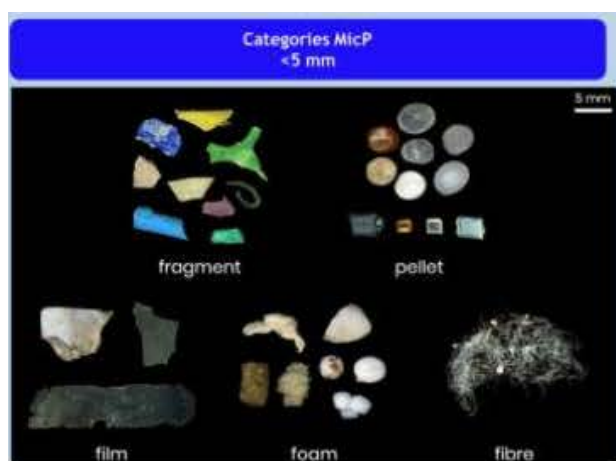


Figura 15 - Classificació dels MicP. Font: protocol laboratori (Plasticopyr)

Procediment al laboratori:

- Filtrar la mostra pel tamís petit (0,5 mm de llum)
- Intentar recollir amb ajuda d'una espàtula petita/cullereta de cafè i posar la mostra en una safata d'alumini, cobrir-la amb paper d'alumini foradat i deixar-la assecar en un lloc a solei unes 24 h.
- Observar la presència de MicP >0,5 mm. Es recomana fer-ho sobre un fons blanc, o de color segons les mostres.
- Anotar les dades recollides a la fulla de treball

COLUMNA D'AIGUA: TAMÍS

Lloc de mostreig: _____ Data: ____/____/____

ITEM #	CATEGORIA	COLOR	LONGITUD MAX. (mm)

Taula 4 - Full de treball de camp per la recollida de MicP per sistema de columna d'aigua / Tamis. Font: protocol laboratori (Plasticopyr)

Material:

- Colador petit, llum 0.5 mm (o qualsevol ≤ 1 mm).
- Safates petites d'alumini
- Paper d'impressió (blanc)
- Paper d'alumini
- Pipeta Pasteur, pinces, espàtula i lupa



Figura 16 - Resum visual del procés de laboratori dels MicP. Font: protocol laboratori (Plasticopyr)

4.3.2.2 Sediments

Els sediments es troben en el llit fluvial i estan compostos de partícules fines, com sorra, argila i llim.

Grans quantitats de microplàstics poden acumular-se en els sediments fluvials. Aquests processos de deposició depenen de diversos factors, com el cabal (a menor cabal major probabilitat de deposició) i la densitat de les partícules.

Els MicP poden ser retinguts en el fons del riu i ser remobilitzats cap a la columna d'aigua un altre cop en moments de riudes.

Per analitzar els sediments, el mostreig es pot dur a terme seguint dos mètodes diferents: **separació física** (tamís) i **separació per densitat** (NaCl). En aquest cas es realitzarà la separació física, per tamisos.

SEPARACIÓ FÍSICA (tamisos)

Per tal d'identificar els plàstics és necessari separar-los dels sediments. El primer mètode consisteix en separar la mostra fent servir tamisos de diferents mides.

El procediment a seguir és el següent:

- Posar la mostra en una safata d'alumini tapada amb paper d'alumini foradat i assecar al sol durant 48 h, o fins que estigui completament seca (sabrem que està completament seca quan no hi hagi canvis en el pes).
- Pesar els sediments i extrauren 100 g.
- Separar la mostra en 3 fraccions, passant-les pels tamisos de diferents obertures en sec.
- Recollir les tres fraccions en tres safates amb un paper blanc.
- Observar i anotar la presència / absència de plàstics (MesP/MicP)
- En cas de presència de plàstics, categoritzar segons la categoria corresponent:
MesP: anotar nombre ítems, i classificar segons les categories de la MDT
MicP: anotar nombre ítems i classificar.

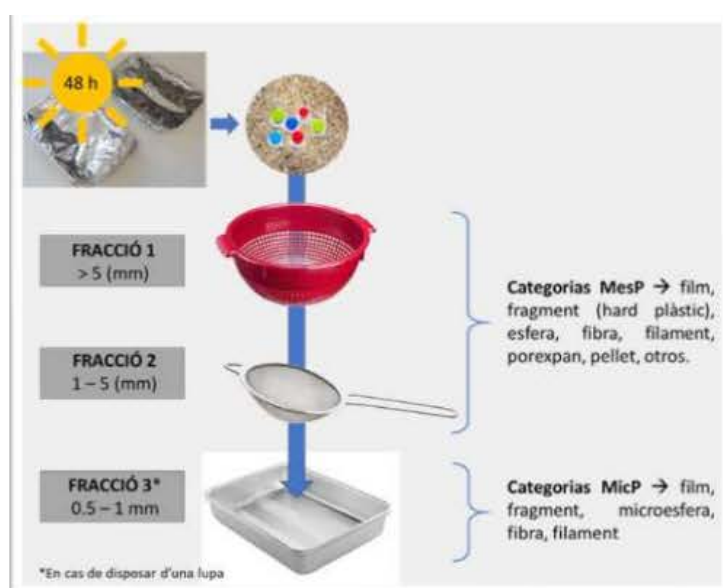


Figura 17 - Procés de tamisatge de les mostres. Font: protocol laboratori (Plasticopyr)

Material:

- Colador gran (llum 5 mm)
- Colador petit (llum 0,5 mm)
- Safata gran d'alumini
- Safates petites d'alumini
- Paper d'alumini
- Pinces, espàtula, balança

Per últim, cal anotar le dades recollides en la taula següent:

BENTOS: SEDIMENTS		    Project co-funded by the European Regional Development Fund (ERDF)		
Lloc de mostreig: _____		Data: ____ / ____ / ____		
ITEM #	MesP / MicP	CATEGORIA	COLOR	LONGITUD MAX. (mm)

Taula 5 - Full de treball de camp per la recollida de MicP, per mostres de sediments. Font: protocol laboratori (Plasticopyr)

5. DESENVOLUPAMENT DE LA PART PRÀCTICA

5.1 ZONES DE MOSTREIG

Com ja es va determinar en el disseny de la part pràctica el mostreig es va dur a terme en 4 zones localitzades al llarg de la riera dins el municipi d'Arbúcies. El treball de camp i presa de mostres es va fer durant el mes de juliol de 2021.

Cal tenir en compte que, aquesta primavera i estiu, la pluviometria ha estat escassa i la riera ja començava a patir un forta davallada del seu cabal, per la qual cosa la contaminació per plàstics era més evident.

En cada zona escollida es va determinar una llargada de 50 metres, aproximadament, en els quals es van recollir, en cada zona, les mostres següents: macroplàstics, mesoplàstics i mostres d'aigua filtrada i mostres de sediments, que posteriorment es va analitzar per identificar la presència de microplàstics.

5.1.1 Zona 1 Regàs

La primera mostra es va prendre al tram de la riera que transcorre per la vall de Lliors, en un punt situat carretera amunt del mas Regàs, prop de l'antic molí vell. Es tracta d'una zona allunyada del centre del poble o de cap nucli habitat, per tant es pressuposa que no hi ha d'haver tanta contaminació humana.

Ecològicament aquesta zona és la que presenta un millor estat de conservació de la natura, segons l'observatori de la Tordera, entitat que analitza l'evolució ecològica de la riera anualment.

En el moment de fer el treball de camp, es va observar que el punt escollit per dur a terme la mostra havia patit les conseqüències del gran temporal Glòria (2019), fet que va comportar que sobretot les lleres del riu estiguessin molt remogudes, plenes de pedres de mida mitjana i gran, còdols, i amb presència de matèria vegetal com fulles, branques i força restes d'arbres caiguts.



Figura 18 - Zona de mostreig 1 - El Regàs. Font: pròpia

Degut a l'afectació pel temporal Glòria i a l'estat de la riera, la presa de mostres de mesoplàstics va ser complicada ja que el terreny estava molt malmès i la visibilitat era quasi nul·la, ja que el tram estava cobert per pedres i restes vegetals.

Malgrat tot, es pot deduir que, per les restes de macroplàstics trobats, no hi haurien d'haver mesoplàstics per aquella zona ja que els macroplàstics recollits eren de mida molt gran, resistents i d'aportació recent (amb poc desgast o erosió), per exemple, restes de canonades de conducció de recs. Possiblement havien estat arrossegats per la tempesta i, per tant, no haurien tingut temps de fragmentar-se.

5.1.2 Zona 2 Prat Rodó

La segona presa de mostres es va dur a terme a la zona del *Passeig del Montseny* coneguda com a Prat Rodó, un espai bastant concorregut per famílies, turistes i vilatans (especialment els mesos de primavera i estiu), situada molt a prop del nucli urbà d'Arbúcies.

En aquest cas, com ja s'havia explicat al disseny de la part pràctica, la presa de mostres, tant de macroplàstics com de mesoplàstics, es va fer només en una llera del riu ja que l'altre per les seves condicions físicogeològiques era impracticable, ja que la riera passa encaixonada pel seu cantó dret per un tram de penya vertical.



Figura 19 - Zona de mostreig 2 - El Prat Rodó. Font: pròpia

En aquesta segona zona, cal destacar que en ser un espai semiurbà i amb més presència humana es van trobar residus majoritàriament d'ús quotidià i deixalles, com per exemple, envoltoris d'aliments, mascaretes... També cal dir que aquesta zona va estar molt afectada pel temporal Glòria i que en els mesos anteriors a la presa de mostres s'hi havien fet obres amb maquinària per arreglar el tram del passeig i la vora esquerra del riu.

En aquesta zona, a diferència de l'anterior, sí que s'hi van trobar mesoplàstics. Creiem que és degut a la presència d'un major nombre de macroplàstics, els quals portaven més temps allà (o bé havien estat arrossegats pel corrent des del tram superior de la riera) i, per tant, haurien tingut més temps per fragmentar-se.

5.1.3 Zona 3 Depuradora

La tercera zona que es va analitzar es troba situat just en el punt passada la Depuradora Municipal, després de la seva confluència amb la riera Xica. En aquest punt, vam poder observar i recollir gran quantitat de deixalles de plàstic i no plàstic, i cal dir que la zona estava greument contaminada i bruta. També es pot observar que hi havia molta vegetació de matoll i herbàcies.



Figura 20 - Zona de mostreig 3 - Depuradora. Font: pròpia

La zona 3 de la Depuradora és la zona on es van localitzar més residus plàstics de totes les categories analitzades. El nombre de mesoplàstics localitzats indica un alt grau de descomposició dels plàstics grans d'aquell tram i, per tant, l'antiguitat de la presència d'aquells residus.

5.1.4 Zona 4 Can Pascual

L'última zona de presa de mostres de la riera es situa en el sector del Rieral, prop de la masia de Can Pasqual, punt situat fora del nucli urbà d'Arbúcies.

En aquesta zona, la llera del riu es presenta molt irregular i la incipient sequera feia que fossin molt visibles els grans còdols i blocs de la llera de la riera. La vegetació és també molt densa, cosa que el pas i la visibilitat i va fer més difícil la presa de mostres de macro i mesoplàstics. Malgrat tot, es va aconseguir recollir un gran nombre de residus plàstics.



Figura 21 - Zona de mostreig 4 - Can Pasqual - El Rieral. Font: pròpia

5.2 ANÀLISI I RESULTATS DE LA PRESA DE MOSTRES

Un cop finalitzat el procés de recollida de mostres i treball de camp en totes les zones anteriorment determinades, els residus recollits es van analitzar visualment i es van anotar en taules segons la seva mida i categoria.

5.2.1 Macroplàstics

Els macroplàstics, i altres residus recollits de les lleres del riu de cada zona, es van guardar en bosses de plàstic transparent i van ser classificats i numerats individualment, just després de ser recollits. En alguns casos, els MacP eren tan voluminosos que no va ser possible recollir-los.

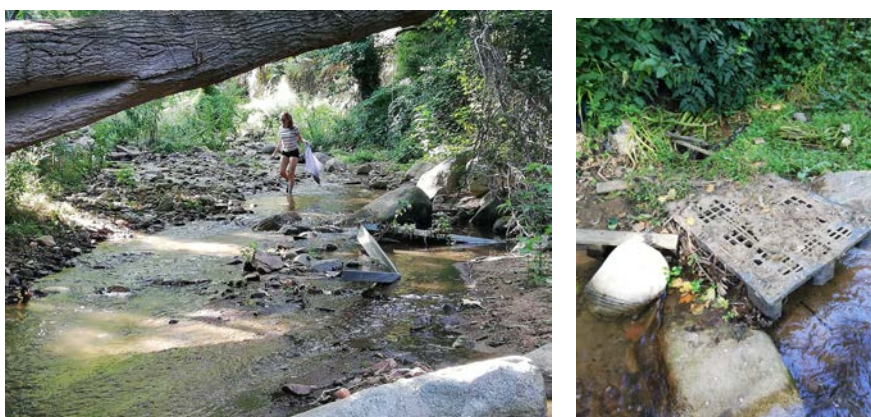


Figura 22 - MacP abandonats a la riera Zona 3 - Depuradora. Font: pròpia

Un cop al laboratori, cada ítem es va pesar, mesurar i classificar i es van anotar els resultats a les fitxes de treball.



Figura 23 - presa de mesures dels macroplàstics al laboratori. Font: pròpia

Seguidament, els resultats es van anotar en els fulls de treball de cada zona.

5.2.1.1 Registre de la Zona 1 El Regàs

ZONA DE RIBERA: MacP								
Lloc de mostreig: Z1R			Data: 3 / 7 / 2021			Marge del riu: ☐ dret ☒ esquerra		
ITEM #	CATEGORIA (MDT APP)	DESCRIPCIÓ ITEM	PLASTIC O NO PLASTIC	LONGITUD MAX. (cm)	AMPLADA MAX. (cm)	FORMA ITEM	AREA (cm²)	PES (g)
1	film fragment	bossa	plàstic	60 cm	40 cm	rectangle	240 cm²	36 g
2	film fragment	bossa	plàstic	51 cm	22 cm	rectangle	1122 cm²	11,5 g

ZONA DE RIBERA: MacP								
Lloc de mostreig: Z1R			Data: 3 / 7 / 2021			Marge del riu: ☒ dret ☐ esquerra		
ITEM #	CATEGORIA (MDT APP)	DESCRIPCIÓ ITEM	PLASTIC O NO PLASTIC	LONGITUD MAX. (cm)	AMPLADA MAX. (cm)	FORMA ITEM	AREA (cm²)	PES (g)
1	film fragment	bossa	plàstic	10 cm	6 cm	rectangle	60 cm²	0,4 g
2	hard fragment	gris	plàstic	12,5 cm	3,5 cm	rectangle	43,7cm²	8 g
3	aluminium can	llauna	No	12,5 cm	4 cm	rectangle	50 cm²	11,6 g
4	film fragment		plàstic	118 cm	15 cm	ectangle	1770 cm²	5 g
5	film fragment	vermell	plàstic	22 cm	13 cm	rectangle	286 cm²	1,3 g
6	film fragment	xarxa	plàstic	30 cm	5 cm	rectangle	150 cm²	0,8 g
7	film fragment		plàstic	42 cm	24cm	rectangle	1008 cm²	16,5 g



Figura 24 - Zona 1 Regàs. Recull de MacP. Font: pròpia

5.2.1.2 Registre Zona 2 El Prat Rodó

ZONA DE RIBERA: MacP								
Lloc de mostreig: Z2P			Data: 14 / 7 / 2021			Marge del riu: ☐ dret ☒ esquerra		
ITEM #	CATEGORIA (MDT APP)	DESCRIPCIÓ ITEM	PLÀSTIC O NO PLÀSTIC	LONGITUD MAX. (cm)	AMPLADA MAX. (cm)	FORMA ITEM	ÀREA (cm²)	PES (g)
1	plastic cup	got	plàstic	11 cm	6,5 cm	rectangle	71,5 cm²	6,8 g
2	plastic bag	bossa	plàstic	55 cm	21,5 cm	rectangle	1182,5 cm²	22,2 g
3	food wrapper		plàstic	24 cm	11 cm	rectangle	264 cm²	1,7 g
4	food wrapper		plàstic	18 cm	10 cm	rectangle	180 cm²	3,2 g
5	hard fragment		plàstic	14 cm	4 cm	rectangle	56 cm²	4,1 g
6	food wrapper		plàstic	8 cm	7,5 cm	rectangle	60 cm²	16,4 g
7	film fragment		plàstic	9 cm	2 cm	rectangle	18 cm²	0,2 g

ZONA DE RIBERA: MacP								
Lloc de mostreig: Z2P			Data: 14 / 7 / 2021			Marge del riu: ☒ dret ☐ esquerra		
ITEM #	CATEGORIA (MDT APP)	DESCRIPCIÓ ITEM	PLÀSTIC O NO PLÀSTIC	LONGITUD MAX. (cm)	AMPLADA MAX. (cm)	FORMA ITEM	ÀREA (cm²)	PES (g)
1	mask		plàstic	30 cm	10 cm	rectangle	300 cm²	13,3 g
2	food wrapper		plàstic	12 cm	2 cm	rectangle	24 cm²	0,1 g
3	net	xarxa	plàstic	50 cm	10 cm	rectangle	500 cm²	11,8 g
4	food wrapper		plàstic	70 cm	4 cm	rectangle	280 cm²	0,2 g
5	film fragment		plàstic	18 cm	9 cm	rectangle	162 cm²	0,4 g
6	film fragment		plàstic	28 cm	7 cm	rectangle	196 cm²	4,1 g
7	clothing	peça de roba	NO	25 cm	8 cm	rectangle	200 cm²	4,6 g
8	fil fragment		plàstic	102 cm	17 cm	rectangle	1734 cm²	16,5 g

5.2.1.3 Registre Zona 3 Depuradora

ZONA DE RIBERA: MacP								
Lloc de mostreig: Z3D			Data: 7 / 7 / 2021			Marge del riu: ☒ dret ☐ esquerra		
ITEM #	CATEGORIA (MDT APP)	DESCRIPCIÓ ITEM	PLÀSTIC O NO PLÀSTIC	LONGITUD MAX. (cm)	AMPLADA MAX. (cm)	FORMA ITEM	AREA (cm²)	PES (g)
1	hard fragment		plàstic	41 cm	0,5 cm	rectangle	20,5 cm²	21,2 g
2	film fragment		plàstic	48 cm	23,5 cm	rectangle	1128cm²	35,5 g
3	film fragment		plàstic	14,5 cm	5 cm	rectangle	735 cm²	0,7 g
4	food wrapper		plàstic	20 cm	12 cm	rectangle	240 cm²	7,4 g
5	film fragment		plàstic	36 cm	20 cm	rectangle	720 cm²	12,9 g
6	film fragment		plàstic	40 cm	5 cm	rectangle	200 cm²	2 g
7	film fragment		plàstic	30 cm	6,5 cm	rectangle	195 cm²	1 g
8	film fragment		plàstic	30 cm	19 cm	rectangle	540 cm²	4,8 g
9	film fragment		plàstic	8 cm	7 cm	rectangle	56 cm²	3 g
10	film fragment		plàstic	20 cm	11,5 cm	rectangle	230 cm²	2,6 g
11	film fragment		plàstic	23,5 cm	16 cm	rectangle	360 cm²	5,9 g
12	film fragment		plàstic	18 cm	7 cm	rectangle	126 cm²	8,1g

ZONA DE RIBERA: MacP								
Lloc de mostreig: Z3D			Data: 7 / 7 / 2021			Marge del riu: ☒ dret ☐ esquerra		
ITEM #	CATEGORIA (MDT APP)	DESCRIPCIÓ ITEM	PLÀSTIC O NO PLÀSTIC	LONGITUD MAX. (cm)	AMPLADA MAX. (cm)	FORMA ITEM	AREA (cm²)	PES (g)
13	film fragment		plàstic	36 cm	28 cm	rectangle	1008 cm²	52,5 g
14	hard fragment		plàstic	9,5 (diametre)		rodó	59,6 cm²	13,1 g
15	food wrapper		plàstic	32 cm	18,5cm	rectangle	592 cm²	23,7 g
16	hard fragment		plàstic	17 cm	3,5 cm	rectangle	59,5 cm²	12,5 g
17	film fragment		plàstic	58 cm	10 cm	rectangle	580 cm²	5,2 g
18	film fragment		plàstic	16 cm	7 cm	rectangle	112 cm²	9,9 g
19	net		plàstic	15 cm	6,5 cm	rectangle	97,5 cm²	0,9 g
20	film fragment		plàstic	36 cm	2 cm	rectangle	252 cm²	11,1 g
21	film fragment		plàstic	19 cm	14 cm	rectangle	266 cm²	4,3 g
22	film fragment		plàstic	5 cm	3 cm	rectangle	15 cm²	0,2 g
23	clothing		NO	51 cm	6 cm	rectangle	306 cm²	45,9 g
24	towel		NO	21 cm	17 cm	rectangle	357 cm²	32,3 g

ZONA DE RIBERA: MacP

CEAB    Project co-funded by the European Regional Development Fund (ERDF)

Lloc de mostreig: Z3D Data: 7 / 7 / 2021

Marge del riu: ☐ dret ☒ esquerra

ITEM #	CATEGORIA (MDT APP)	DESCRIPCIÓ ITEM	PLASTIC O NO PLASTIC	LONGITUD MAX. (cm)	AMPLADA MAX. (cm)	FORMA ITEM	AREA (cm²)	PES (g)
1	hard fragment		plàstic	73 cm	1 cm	rectangle	73 cm²	6,3 g
2	hard fragment		plàstic	63 cm	1 cm	rectangle	63 cm²	10,7 g
3	aluminium		NO	10 cm	6 cm	rectangle	60 cm²	0,9 g
4	aluminium		NO	28 cm	22 cm	rectangle	616 cm²	66,4 g
5	hard fragment		plàstic	27,5 cm	12cm	rectangle	330 cm²	43,5 g
6	hard fragment		plàstic	13,2 cm	6,5 cm	rectangle	85,8 cm²	5,5 g
7	aluminium can		NO	12 cm	5 cm	rectangle	60 cm²	28,4 g
8	hard fragment		plàstic	111 cm	1 cm	rectangle	111 cm²	5,9 g
9	hard fragment		plàstic	7 cm	2cm	rectangle	49 cm²	19 g
10	food wrapper		plàstic	26 cm	7 cm	rectangle	182 cm²	12,2 g
11	film fragment		plàstic	28 cm	4 cm	rectangle	112 cm²	8,6 g
12	film fragment		plàstic	27,5 cm	3 cm	rectangle	82,5 cm²	3,5 g

ZONA DE RIBERA: MacP

CEAB    Project co-funded by the European Regional Development Fund (ERDF)

Lloc de mostreig: Z3D Data: 7 / 7 / 2021

Marge del riu: ☐ dret ☒ esquerra

ITEM #	CATEGORIA (MDT APP)	DESCRIPCIÓ ITEM	PLASTIC O NO PLASTIC	LONGITUD MAX. (cm)	AMPLADA MAX. (cm)	FORMA ITEM	AREA (cm²)	PES (g)
13	film fragment		plàstic	30 cm	11 cm	rectangle	330 cm²	8,1 g
14	film fragment		plàstic	22 cm	4 cm	rectangle	112 cm²	4,4 g
15	food wrapper		plàstic	6 cm	2,3 cm	rectangle	15 cm²	0,7 g
16	film fragment		plàstic	6 cm	5 cm	rectangle	30 cm²	11 g
17	foam		plàstic	3,5 cm	2 cm	rectangle	7 cm²	5,8 g
18	aluminum		NO	5 cm	5 cm	rectangle	25 cm²	2,1 g
19	cup	got	plàstic	7,3cm	9 cm	rectangle	67,5 cm²	3,6 g
20	film fragment		plàstic	11,5 cm	2,3 cm	rectangle	28,73 cm²	0,6 g
21	hard fragment		plàstic	7 cm	5,3 cm	rectangle	38,3 cm²	1,3 g
22	film fragment		plàstic	15 cm	5 cm	rectangle	75 cm²	3,9 g

5.2.1.4 Registre Zona 4 Can Pascual

ZONA DE RIBERA: MacP

CEAB    Project co-funded by the European Regional Development Fund (ERDF)

Lloc de mostreig: Z4P Data: 4 / 7 / 2021

Marge del riu: ☐ dret ☒ esquerra

ITEM #	CATEGORIA (MDT APP)	DESCRIPCIÓ ITEM	PLASTIC O NO PLASTIC	LONGITUD MAX. (cm)	AMPLADA MAX. (cm)	FORMA ITEM	AREA (cm²)	PES (g)
1	aluminium		NO	14 cm	5 cm	rectangle	70 cm²	17 g
2	hard fragment		plàstic	91,5 cm	1 cm	rectangle	91,5 cm²	6,6 g
3	hard fragment		plàstic	15 cm	9 cm	rectangle	135 cm²	43,2 g
4	hard fragment		plàstic	18 cm	8 cm	rectangle	144 cm²	76,7 g
5	hard fragment		plàstic	7 cm	4 cm	rectangle	28 cm²	11,7 g

ZONA DE RIBERA: MacP

 Lloc de mostreig: **Z4Q** Data: **4 / 7 / 2021**

 CEAB CSIC  Project co-funded by the European Regional Development Fund (ERDF)

 Marge del riu: ☒ dret ☐ esquerra

ITEM #	CATEGORIA (MDT APP)	DESCRIPCIÓ ITEM	PLÀSTIC O NO PLÀSTIC	LONGITUD MAX. (cm)	AMPLADA MAX. (cm)	FORMA ITEM	AREA (cm²)	PES (g)
1	hard fragment	llarg	plàstic	72 cm	1,5 cm	rectangle	108 cm²	4,8 g
2	film fragment		plàstic	7,5 cm	2 cm	rectangle	15 cm²	0,1 g
3	towel		NO	43 cm	5 cm	rectangle	215 cm²	22,1 g
4	film fragment		plàstic	32 cm	25 cm	rectangle	800 cm²	5,9 g
5	clothing		NO	71,5 cm	1 cm	rectangle	71,5 cm²	7,9 g
6	plastic bag		plàstic	33 cm	23 cm	rectangle	759 cm²	25 g
7	plastic rope		plàstic	18 cm	1 cm	rectangle	18 cm²	2,5 g
8	towel		NO	54 cm	5 cm	rectangle	270 cm²	28,8 g
9	aluminum		NO	10 cm	4 cm	rectangle	40 cm²	6,2 g
10	film fragment		plàstic	10 cm	7,5 cm	rectangle	75 cm²	0,4 g
11	film fragment		plàstic	27 cm	12,5 cm	rectangle	337,5 cm²	3,3 g
12	film fragment		plàstic	73 cm	22 cm	rectangle	1606 cm²	23 g

ZONA DE RIBERA: MacP

 Lloc de mostreig: **Z4Q** Data: **4 / 7 / 2021**

 CEAB CSIC  Project co-funded by the European Regional Development Fund (ERDF)

 Marge del riu: ☒ dret ☐ esquerra

ITEM #	CATEGORIA (MDT APP)	DESCRIPCIÓ ITEM	PLÀSTIC O NO PLÀSTIC	LONGITUD MAX. (cm)	AMPLADA MAX. (cm)	FORMA ITEM	AREA (cm²)	PES (g)
13	clothing		NO	60 cm	52 cm	rectangle	3120 cm²	71,3 g
14	film fragment		plàstic	7,5 cm	9,5 cm	rectangle	71,23cm²	0,7 g
15	container		plàstic	16 cm	5 cm	rectangle	80 cm²	10,7 g
16	hard fragment		plàstic	11,5 cm	2,5 cm	rectangle	28,75cm²	6,8 g
17	hard fragment		plàstic	14 cm	1 cm	rectangle	14 cm²	4 g
18	glass	fragment vidre	NO	2 cm	1 cm	rectangle	2 cm²	4 g
19	film fragment		plàstic	7 cm	5,5 cm	triangle	14,25 cm²	0,4 g
20	film fragment		plàstic	50 cm	20 cm	rectangle	1000 cm²	11,1 g
21	film fragment		plàstic	11 cm	8 cm	rectangle	88 cm²	0,8 g
22	film fragment		plàstic	64 cm	4 cm	rectangle	256 cm²	15,8 g
23	film fragment		plàstic	58 cm	20 cm	rectangle	1160 cm²	16,9 g
24	film fragment		plàstic	23 cm	20 cm	rectangle	460 cm²	5,4 g



Figura 25 - Registre de MacP. Font: pròpia

L'anàlisi de mesoplàstics, com ja es va especificar en el disseny de la part pràctica del treball, es va dur a terme amb un quadrat de 40x40cm. A causa de la irregularitat de les lleres d'alguns trams de la riera (presència blocs de granit grans) i de vegetació i arbres caiguts, aquest sistema de presa de mostres va ser una mica complicat, tot i això es van poder trobar diferents mesoplàstics, els quals van ser guardats en pots de vidre etiquetats segons la zona on es van trobar.



Un cop al laboratori els mesoplàstics van ser mesurats i classificats.

En aquest tram, no es va trobar presència de mesoplàstics.

[illegible]

5.2.2.2 Registre Zona 2 El Prat Rodó

ZONA DE RIBERA: MesP

Lloc de mostreig: Z2P Data: 13 / 7 / 2021

Marge del riu: ☐ dret ☒ esquerra

Punt de mostreig (0,3;6 metres)	ITEM #	CATEGORIA MesP (MDT APP)	DESCRIPCIÓ ITEM	RETENCIÓ (sí/no)	LONGITUD MAX. (cm)	AMPLADA MAX. (cm)	FORMA ITEM	AREA (cm ²)
6 m	1	hard fragment	blau	no	1 cm	0,5 cm	rectangle	0,5 cm ²
6 m	2	hard fragment	blau	no	1 cm	0,5 cm	rectangle	0,5 cm ²
6 m	3	hard fragment	blau	no	1 cm	0,5 cm	triangle	0,25 cm ²
6 m	4	hard fragment	blau	no	1 cm	1 cm	rectangle	0,5 cm ²
0 m	5	film fragment	dorat	no	2,5 cm	1 cm	rectangle	2,5 cm ²

5.2.2.3 Registre Zona 3 Depuradora

ZONA DE RIBERA: MesP

Lloc de mostreig: Z3D Data: 7 / 7 / 2021

Marge del riu: ☒ dret ☐ esquerra

Punt de mostreig (0,3;6 metres)	ITEM #	CATEGORIA MesP (MDT APP)	DESCRIPCIÓ ITEM	RETENCIÓ (sí/no)	LONGITUD MAX. (cm)	AMPLADA MAX. (cm)	FORMA ITEM	AREA (cm ²)
3 m	1	film fragment	blanc	sí	1,5 cm	1 cm	triangle	0,75 cm ²

5.2.2.4 Registre Zona 4 Can Pascual

ZONA DE RIBERA: MesP

Lloc de mostreig: Z4Q Data: 4 / 7 / 2021

Marge del riu: ☒ dret ☐ esquerra

Punt de mostreig (0,3;6 metres)	ITEM #	CATEGORIA MesP (MDT APP)	DESCRIPCIÓ ITEM	RETENCIÓ (sí/no)	LONGITUD MAX. (cm)	AMPLADA MAX. (cm)	FORMA ITEM	AREA (cm ²)
0 m	1	film fragment	negre	sí	1 cm	0,5 cm	rectangle	0,5 cm ²
0 m	2	film fragment	trans.	no	2 cm	1 cm	rectangle	2 cm ²
3 m	3	film fragment	negre	sí	1 cm	1 cm	rectangle	1 cm ²
3 m	4	film fragment	trans	sí	1,5 cm	1 cm	rectangle	1,5 cm ²
3 m	5	film fragment	trans.	sí	1 cm	0,5 cm	rectangle	0,5 cm ²
3 m	6	film fragment	trans.	sí	2 cm	0,5 cm	rectangle	1 cm ²
3 m	7	towel fragment	negre	sí	2 cm	1 cm	rectangle	2 cm ²
3 m	8	film fragment	negre	sí	2 cm	0,5 cm	rectangle	1 cm ²

5.2.3 Microplàstics

Per l'anàlisi de microplàstics es van agafar mostres d'aigua i de sediments en cadascuna de les zones analitzades segons la metodologia anteriorment descrita.

Mostres d'aigua

Les mostres d'aigua, com ja s'ha explicat anteriorment, es van prendre filtrant 360 litres d'aigua. Aquest procés, en què es filtraven 120 L d'aigua cada vegada i es recollia el dipòsit que quedava en el sedàs, es va dur a terme tres cops. . Seguidament es dipositava en un pot de vidre amb aigua i així s'obtenien tres pots de mostra d'aigua per cada zona analitzada.



Figura 27 - Presa de mostres en el procés de filtració d'aigua. Font: pròpia

Aquestes mostres més tard es van filtrar novament amb un filtre de cafè per tal d'obtenir el dipòsit totalment sec.

Un cop obtingut el sediment en sec, es va traslladar al laboratori, i allà es va col·locar el dipòsit en plaques de vidre i es va analitzar amb una lupa binocular.

Un cop es van analitzar totes les mostres del tamís de les diferents zones es van apuntar els resultats en taules, on s'especifiquen les característiques de cada possible microplàstic trobat.



Figura 28 - procediment de filtració d'aigua per tamís. Font: pròpia

5.2.3.1 Registre Zona 1 El Regàs

COLUMNA D'AIGUA: TAMÍS			
Lloc de mostreig: <u>Z1R</u> Data: <u>3</u> / <u>7</u> / 2021			
ITEM #	CATEGORIA	COLOR	LONGITUD MAX. (mm)
1	foam	blanc	> 0,15 mm
2	fibre	vermell	> 0,15 mm
3	film fragment	vermell	> 0,15 mm
4	film fragment	transparent	> 0,15 mm
5	fibre	vermell	> 0,15 mm
6	film fragment	transparent	> 0,15 mm

5.2.3.2 Registre Zona 2 Prat Rodó

COLUMNA D'AIGUA: TAMÍS			
Lloc de mostreig: <u>Z2P</u> Data: <u>13</u> / <u>7</u> / 2021			
ITEM #	CATEGORIA	COLOR	LONGITUD MAX. (mm)
1	fibre	transparent	> 0,15 mm
2	fibre	negra	> 0,15 mm
3	fibre	negra	> 0,15 mm
4	fibre	transparent	> 0,15 mm
5	film fragment	transparent	> 0,15 mm
6	fibre	transparent	> 0,15 mm
7	fibre	transparent	> 0,15 mm
8	fibre	transparent	> 0,15 mm

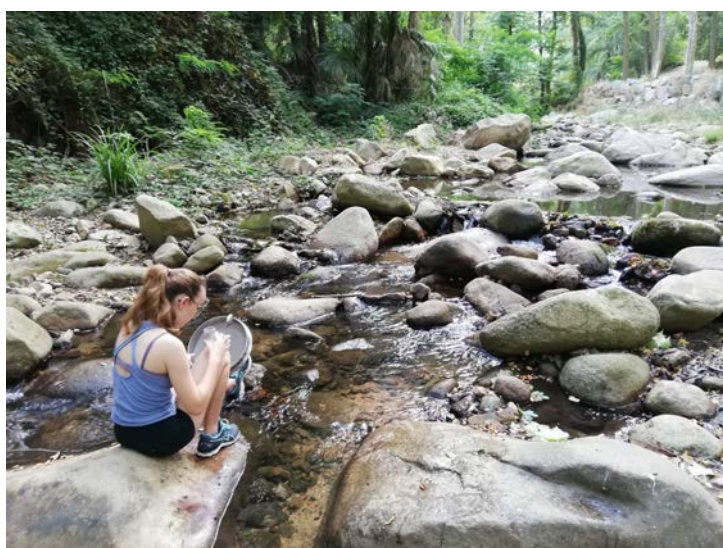


Figura 29 - Filtratge d'aigua a la Zona 2 - Prat Rodó. Font: pròpia

5.2.3.3 Registre Zona 3 Depuradora

COLUMNA D'AIGUA: TAMÍS			
Lloc de mostreig: Z3D Data: 7 / 7 / 2021			
ITEM #	CATEGORIA	COLOR	LONGITUD MAX. (mm)
1	foam	blanc	> 0,15 mm
2	film fragment	transparent	> 0,15 mm
3	fibre	transparent	> 0,15 mm
4	fibre	transparent	> 0,15 mm
5	foam	blanc	> 0,15 mm
6	film fragment	transparent	> 0,15 mm
7	hard fragment	blau	> 0,15 mm
8	fibre	transparent	> 0,15 mm
9	hard fragment	lila	> 0,15 mm
10	fibre	transparent	> 0,15 mm
11	film fragment	transparent	> 0,15 mm
12	fibre	transparent	> 0,15 mm

COLUMNA D'AIGUA: TAMÍS			
Lloc de mostreig: Z3D Data: 7 / 7 / 2021			
ITEM #	CATEGORIA	COLOR	LONGITUD MAX. (mm)
13	fibre	negre	> 0,15 mm
14	fibre	trasparent	> 0,15 mm

5.2.3.4 Registre Zona 4 Can Pascual

COLUMNA D'AIGUA: TAMÍS			
Lloc de mostreig: Z4Q Data: 4 / 7 / 2021			
ITEM #	CATEGORIA	COLOR	LONGITUD MAX. (mm)
1	film fragment	blanc	> 0,15 mm
2	film fragment	transparent	> 0,15 mm
3	fibre	blanc	> 0,15 mm
4	film fragment	transparent	> 0,15 mm
5	fibre	transparent	> 0,15 mm
6	film fragment	vermell	> 0,15 mm
7	fibre	blanc	> 0,15 mm
8	fibre	transparent	> 0,15 mm
9	film fragment	transparent	> 0,15 mm
10	fibre	transparent	> 0,15 mm
11	fibre	transparent	> 0,15 mm

Mostres de sediments

Les mostres de sediments, d'altra banda es van recollir amb pots de vidre directament de la riera.



Figura 30 - recollida de mostres de sediments a la Zona 3 - Can Pascual. Font: pròpia

Posteriorment, els sediments es van deixar assecar totalment al sol. Un cop secs es van filtrar amb tamisos de diferents mides per obtenir 4 porcions de sediment, dos dels quals es van analitzar amb la lupa i els altres a ull nu.

Un cop es van obtenir els resultats es van anotar en taules determinant si el que s'ha trobat eren micro o mesoplàstics.



Figura 31 - procediment d'evaporació de l'aigua de les mostres de sediments. Font: pròpia

5.2.3.1 Registre zona 1 El Regàs

En aquest tram de la riera no es van trobar microplàstics als sediments.

BENTOS: SEDIMENTS				
Lloc de mostreig: _____		Data: ____/____/____		
ITEM #	MesP / MicP	CATEGORIA	COLOR	LONGITUD MAX. (mm)

5.2.3.2 Registre Zona 2 Prat Rodó

BENTOS: SEDIMENTS				
Lloc de mostreig: Z2P		Data: 13 / 7 / 2021		
ITEM #	MesP / MicP	CATEGORIA	COLOR	LONGITUD MAX. (mm)
1	MicP	fibre	transparent	5mm - 1mm
2	MicP	bead	transparent	5mm - 1mm
3	MicP	bead	transparent	5mm - 1mm
4	MicP	fibre	transparent	5mm - 1mm
5	MicP	fibre	transparent	5mm - 1mm
6	MicP	fibre	transparent	5mm - 1mm
7	MicP	fibre	transparent	1mm - 0,5 mm
8	MicP	fibre	transparent	1mm - 0,5 mm
9	MicP	fibre	transparent	1mm - 0,5 mm

5.2.3.3 Registre Zona 3 Depuradora

BENTOS: SEDIMENTS				
Lloc de mostreig: Z3D		Data: 7 / 7 / 2021		
ITEM #	MesP / MicP	CATEGORIA	COLOR	LONGITUD MAX. (mm)
1	MicP	fibre	transparent	1mm - 0,5 mm
2	MicP	fibre	marro	1mm - 0,5 mm
3	MicP	fibre	negre	1mm - 0,5 mm
4	MicP	fibre	transparent	1mm - 0,5 mm
5	MicP	fragment	vermell	1mm - 0,5 mm
6	MicP	fibre	transparent	1mm - 0,5 mm
7	MicP	fibre	transparent	1mm - 0,5 mm
8	MicP	fibre	transparent	1mm - 0,5 mm
9	MesP	glass fragment	transparent	5cm - 0,5 cm
10	MesP	film	blanc	5cm - 0,5 cm

5.2.3.4 Registre Zona 4 Can Pascual

BENTOS: SEDIMENTS				
Lloc de mostreig: <u>Z4Q</u> Data: <u>4</u> / <u>7</u> / 2021				
ITEM #	MesP / MicP	CATEGORIA	COLOR	LONGITUD MAX. (mm)
1	MicP	fibre	transparents	1mm - 0,5 mm
2	MicP	fibre	transparents	1mm - 0,5 mm
3	MicP	fragment	blanc	1mm - 0,5 mm
4	MicP	fibre	transparents	1mm - 0,5 mm
5	MicP	fibre	transparents	1mm - 0,5 mm
6	MicP	fibre	transparents	1mm - 0,5 mm
7	MicP	fibre	negre	1mm - 0,5 mm
8	MicP	fibre	blanca	1mm - 0,5 mm
9	MicP	fibre	transparents	1mm - 0,5 mm
10	MesP	alumini	platejat	5cm - 0,5 cm



Figura 32 - Observació d'un microplàstic amb la lupa binocular. Font: pròpia

6. CÀLCULS I INTERPRETACIÓ DELS RESULTATS

A partir de les mostres analitzades s'han realitzat una sèrie de càlculs per determinar la presència de plàstics en diferents graus i poder finalment establir el nivell de contaminació per plàstics en cada zona mostrejada.

6.1 MACROPLÀSTICS

En aquesta categoria de plàstics es van dur a terme els càlculs següents:

$$\frac{\text{número total d'ítems}}{m^2} = \text{ítem}/m^2$$

$$\frac{\text{número total de plàstics}}{m^2} = \text{plàstics}/m^2$$

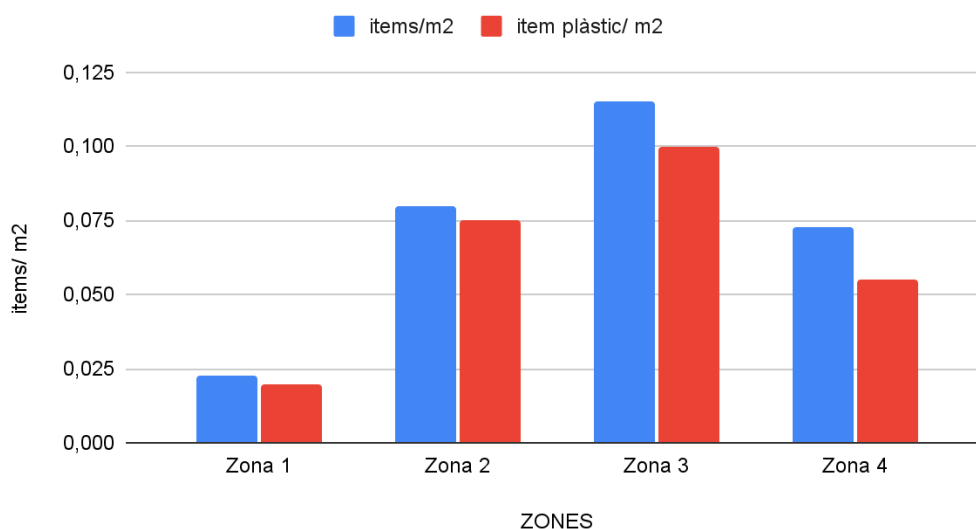
$$\frac{\text{àrea residus (m)}}{m^2} = \cdot 100 = \% \text{ àrea coberta per residus}$$

$$\frac{\text{àrea residus plàstics (m)}}{m^2} = \cdot 100 = \% \text{ àrea coberta per residus plàstics}$$

$$\frac{g}{m^2} = g/m^2$$

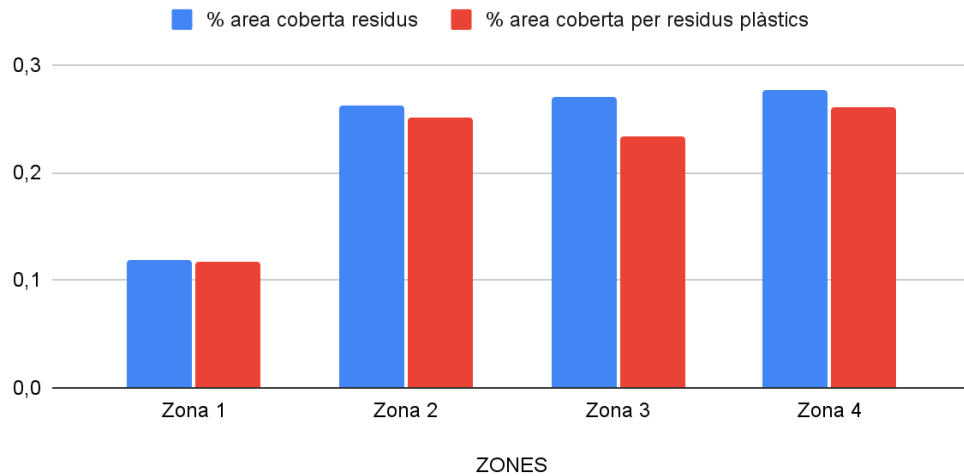
Amb els resultats obtinguts dels càlculs de macroplàstics per cada zona de la riera analitzada s'han elaborat els gràfics següents :

Gràfic 1 - Quantitat de macroplàstics per m2



En aquest gràfic es pot observar com en totes les zones de la riera analitzades, del total dels materials contaminants recuperats per m^2 , la majoria són plàstics. També observem que la zona 3 (Depuradora) és la zona amb més presència de contaminació de residus en aquesta categoria (tant plàstics com no plàstics), mentre que la zona 1 (El Regàs) és la que presenta un nombre menor de residus contaminants (no obstant pràcticament tots els recollits eren plàstics).

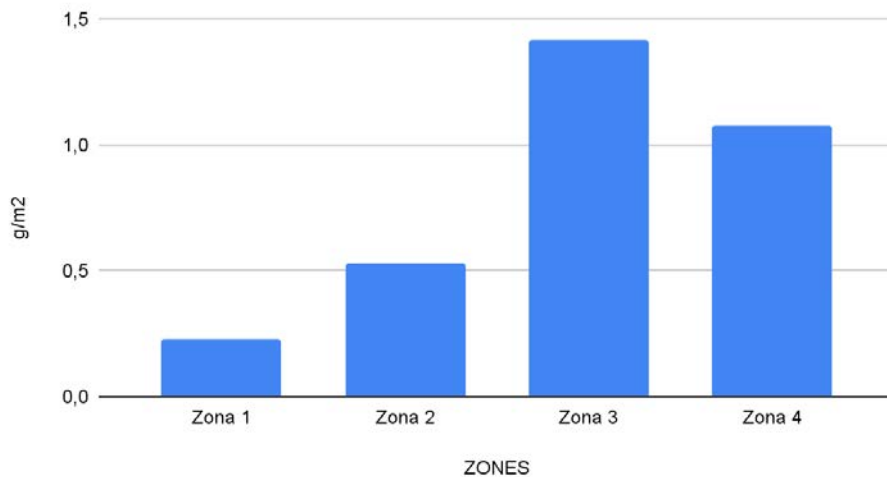
Gràfic 2- Percentatge d'àrea coberta per residus plàstics i no plàstics



Com podem observar, en aquest gràfic s'il·lustra el percentatge d'àrea coberta per macroplàstics respecte els 50 m mostrejats en cada zona. S'observa com el percentatge més alt de residus contaminants correspon a plàstics.

El percentatge d'àrea coberta per residus més elevada correspon a la zona 3 (Depuradora), seguida molt de prop per la zona 4 (Can Pascual) i la zona 2 (Prat Rodó), totes tres zones per sobre del 0,2%, mentre que la zona 1 (El Regàs) es manté molt per sota.

Gràfic 3 - Quantitat de grams de residus per m²



En aquest gràfic observem, comparativament en les 4 zones, la quantitat de grams de residus plàstics i no plàstics per m².

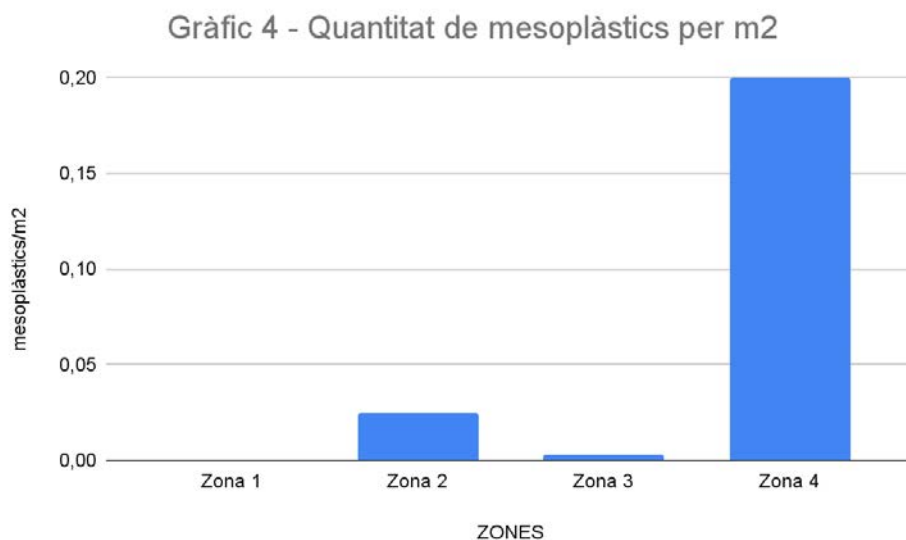
El tram de la riera amb una quantitat més gran de grams de residus per m² és el sector 3 (Depuradora), seguit la zona 4 (Can Pascual). La zona 1 (El Regàs) és la zona amb menys quantitat de grams de residus plàstics per m².

6.2 MESOPLÀSTICS

En aquesta categoria de plàstics es va dur a terme el càlcul següent:

$$\frac{\text{número de mesoplàstics}}{m^2} = \text{mesoplàstics}/m^2$$

Amb els resultats obtinguts d'aquest càlcul per cada tram, s'han realitzat els següents gràfics, que il·lustren la presència de mesoplàstics.



Com podem observar en el gràfic, la presència de mesoplàstics en els trams de la riera d'Arbúcies analitzats, en general, és molt baixa, però en el tram 4 (Can Pasqual) és on veiem una quantitat més elevada d'aquests ítems, possiblement per la presència de macroplàstics que s'han desgastat amb el temps.

També cal destacar, la no presència de mesoplàstics en el tram 1 (El Regàs) i quasi nul·la en les altres zones.

6.3 MICROPLÀSTICS A L'AIGUA

En aquesta categoria de plàstics es van dur a terme els càlculs següents:

$$\frac{\text{número d' ítems}}{L} = \text{ítem}/L$$

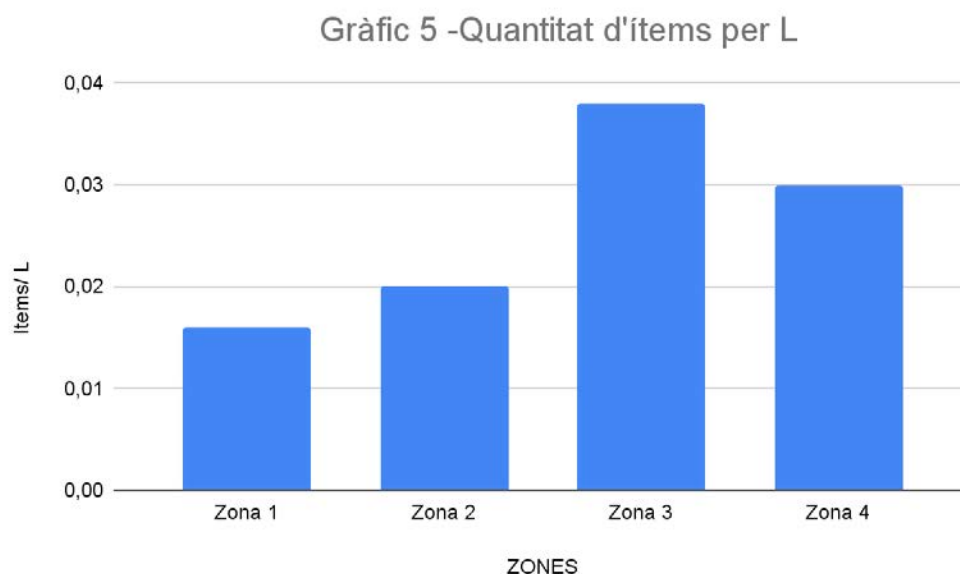
$$\frac{\text{número de film fragments}}{L} \cdot 100 = \%$$

$$\frac{\text{número de fibres}}{L} \cdot 100 = \%$$

$$\frac{\text{número de foam}}{L} \cdot 100 = \%$$

$$\frac{\text{número de hard fragments}}{L} \cdot 100 = \%$$

Amb els resultats obtinguts d'aquests càlculs per cada zona s'han elaborat els gràfics descriptius següents:

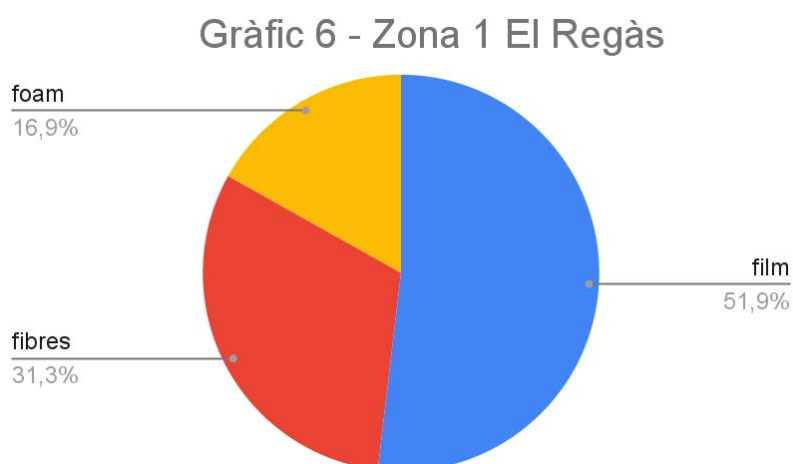


En aquest gràfic podem apreciar la quantitat d'ítems per litre, en cada zona.

Com es pot observar, la major quantitat de microplàstics per litre correspon a la zona 3 (Depuradora), seguida de molt a prop per la zona 4 (Can Pascual). També podem dir que a la **riera d'Arbúcies en tots els trams analitzats hi apareixen microplàstics a l'aigua**, fins i tot, a la zona 1 (El Regàs), que a priori és la zona de la riera amb uns millors indicadors ambientals.

Tot seguit s'han elaborat uns gràfics per sectors, segons el tipus de microplàstic detectat.

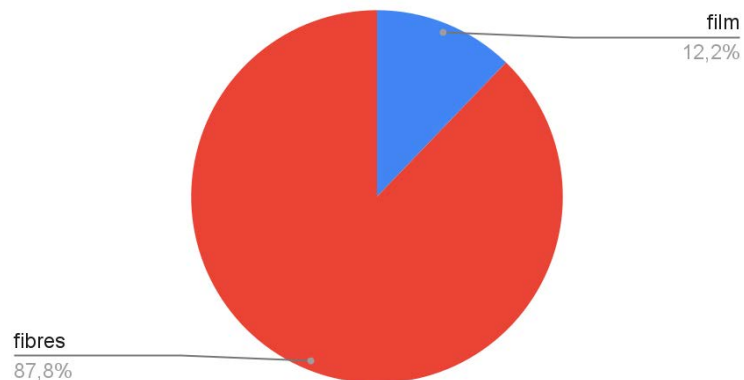
6.3.1 Zona 1 El Regàs



En aquest gràfic, es representa el percentatge de cada categoria de microplàstics trobats a l'aigua. Com s'observa, més de la meitat dels microplàstics trobats a la Zona 1 són de la categoria *films* i l'altra meitat correspon a residus de *foam* i *fibres*.

6.3.2 Zona 2 Prat Rodó

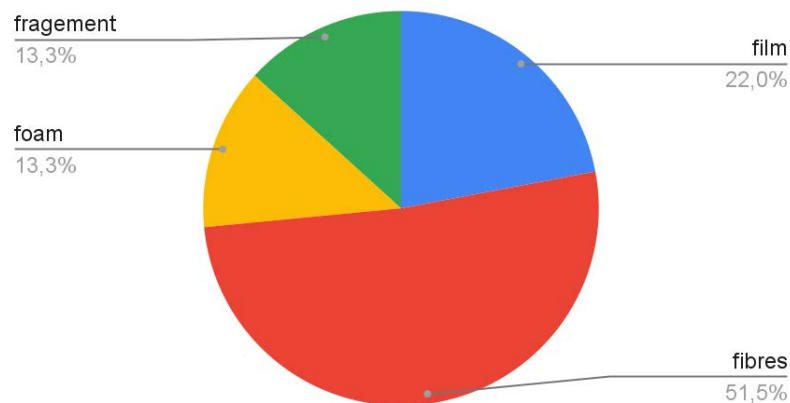
Gràfic 7 - Zona 2 Prat Rodó



Com podem observar, en aquest gràfic es representa el percentatge de cada categoria de microplàstics localitzats a l'aigua a la zona del Prat Rodó. La majoria del microplàstics corresponen a la categoria de *fibres*, i la resta són *films*.

6.3.3 Zona 3 Depuradora

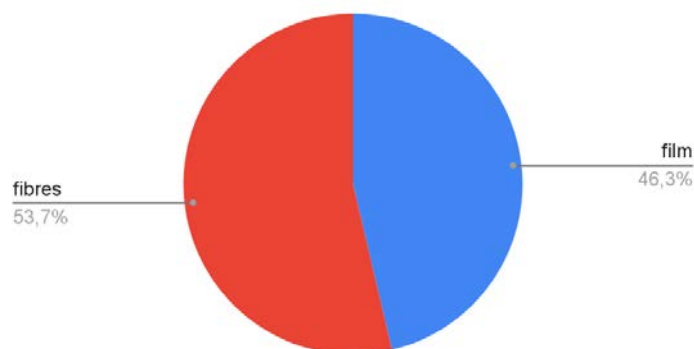
Gràfic 8 - Zona 3 Depuradora



En aquest gràfic es representa el percentatge de cada categoria de microplàstics trobats a l'aigua a la zona 3, Depuradora. Podem veure com més de la meitat dels microplàstics són *fibres* i l'altre meitat es divideix bastant equitativament entre *foam*, *fragments* i *films*.

6.3.4 Zona 4 Can Pascual

Gràfic 9 - Zona 4 Can Pascual



En el gràfic observem el percentatge de cada categoria de microplàstics trobats a l'aigua en la zona 4, en aquest cas la meitat dels microplàstics corresponen a la categoria de *fibres* i la resta són *films*.

6.4 MICROPLÀSTICS ALS SEDIMENTS

Dins aquesta categoria s'han realitzat els càlculs següents:

$$\frac{\text{número d'ítems}}{g} = \text{item/g}$$

Càlculs per sectors i tipus de MicP:

$$\frac{\text{número de fibres}}{L} \cdot 100 = \%$$

$$\frac{\text{número de beads}}{L} \cdot 100 = \%$$

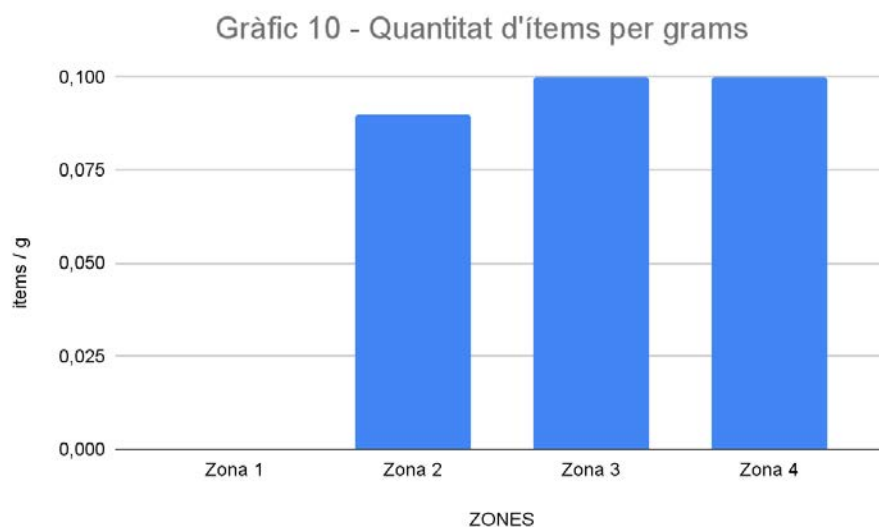
$$\frac{\text{número film}}{L} \cdot 100 = \%$$

$$\frac{\text{número fragment}}{L} \cdot 100 = \%$$

$$\frac{\text{número glass fragment}}{L} \cdot 100 = \%$$

$$\frac{\text{número aluminium fragment}}{L} \cdot 100 = \%$$

A partir dels càlculs s'han realitzat els gràfics següents que il·lustren la presència de microplàstics als sediments i per sectors.

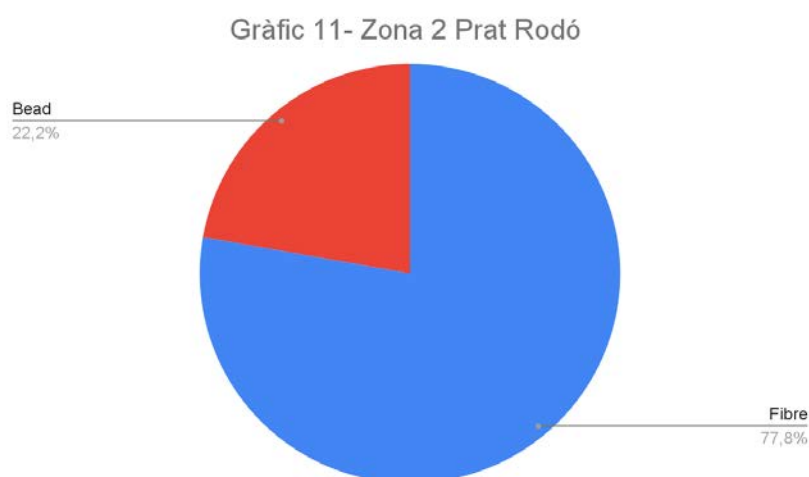


En aquest gràfic, es mostra la quantitat d'ítems trobats en 100 grams analitzats a cada tram. Es pot remarcar que, a la Zona El Regàs, no es van trobar microplàstics als sediments, fet que és un bon indicador que els microplàstics trobats anteriorment a l'aigua serien prou recents i no haurien tingut temps de sedimentar-se al fons de la riera.

6.4.1 Zona 1 El Regàs

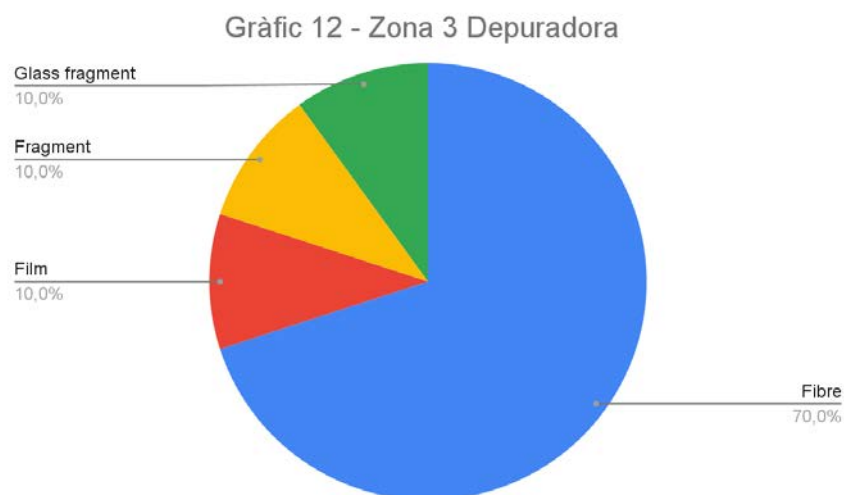
En aquest tram de la riera no es van trobar microplàstics als sediments.

6.4.2 Zona 2 Prat Rodó



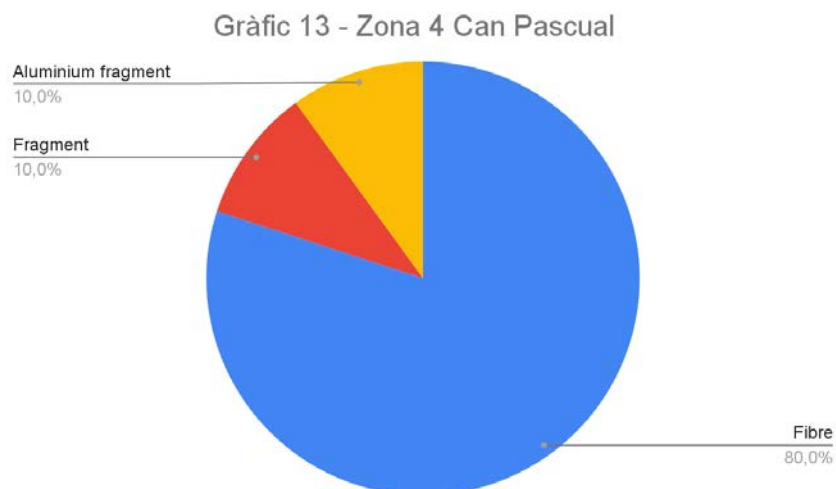
El gràfic representa el percentatge de cada categoria de microplàstics trobats als sediments. Com s'observa la majoria de microplàstics trobats en la Zona 2 són *fibres* i la resta són *beads* (boletes).

6.4.3 Zona 3 Depuradora



El gràfic representa el percentatge de cada categoria de microplàstics trobats als sediments en la Zona 3, majoritàriament *fibres*, i la resta es divideix equitativament entre *film*, *fragments* i *glass fragment*.

6.4.4 Zona 4 Can Pascual



Com es mostra en aquest gràfic, el percentatge de cada categoria de microplàstics trobats als sediments, a la Zona 4, corresponen a *fibres*, i la resta es divideix equitativament entre *fragments* i *aluminum fragments*.

7. CONCLUSIONS

En aquest treball de recerca s'ha pogut elaborar una comparativa del grau de contaminació plàstica, el tipus d'ítems i l'afectació d'aquesta contaminació en 4 zones de l'ecosistema fluvial de la riera d'Arbúcies, mitjançant diferents tècniques de mostreig i anàlisis seguint uns protocols específics.

D'altra banda, també s'ha evidenciat quina de les 4 zones mostrejades és la que presenta un grau de contaminants plàstics més elevat, tant per macroplàstics, mesoplàstics i microplàstics.

En un inici, i segons la hipòtesi plantejada, s'esperava que els punts amb més contaminants plàstics al llarg de la riera d'Arbúcies fossin aquells situats més a prop del nucli urbà, a causa de la major presència d'activitat humana.

Un cop dut a terme el mostreig i l'anàlisi d'aigua i sediments en les 4 zones mostrejades, s'ha pogut determinar quin és el grau de contaminació plàstica de cada zona en base a la categoria de plàstics trobats, i també s'ha pogut confirmar la hipòtesi inicial del treball.

L'anàlisi de l'aigua i sediment de la riera, també ha permès evidenciar la presència de microplàstics (ítems menys de 5 mm). Aquests tipus de contaminants, a més a més, de ser digerits per espècies animals autòctones de la zona, com poden ser peixos o altres habitants de la riera, els quals no tenen la capacitat per a filtrar aquests plàstics, també són arrossegats per l'aigua tram avall de la riera, els quals arriben a la conca mare del riu Tordera i, finalment, són dipositats al mar. L'aportació de microplàstics al mar, mitjançant els cursos fluvials, és un tema molt recent d'estudi però tot sembla indicar que aquests tipus de contaminants també arriben al mar conduïts per l'aigua dels rius.

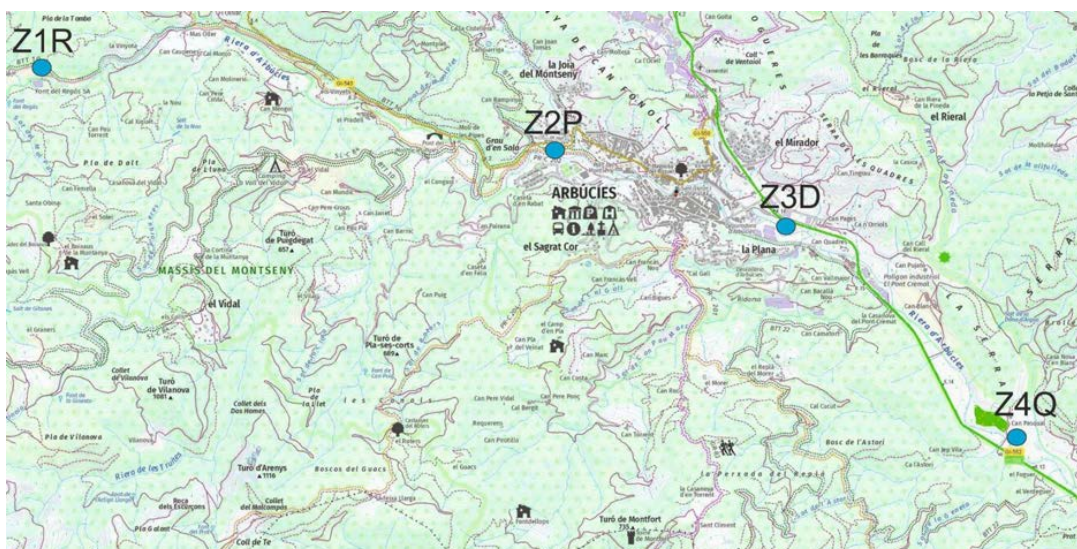


Figura 33 - Mapa de situació dels punts de mostreig a la Riera d'Arbúcies. Font: modificat a partir del mapa de l'ICC

Per concloure, podem dir que a la **Zona 1 - Regàs** la presència de macroplàstics és molt baixa, no obstant es van localitzar restes de tubs de rec de grans dimensions i altres deixalles. Pel que fa als mesoplàstics (plàstics de mida entre 5 cm i 5 mm), no se'n van localitzar en aquest tram, possiblement perquè els macroplàstics trobats eren prou recents i

no haurien tingut temps de descompondre's, o bé perquè haurien estat transportats per l'aigua en aquestes zones inferiors de la riera.

Pel que fa als microplàstics, el més present és el tipus "film", és a dir un tipus de plàstic molt tou procedent de plàstics fins. D'altra banda, , no es van trobar residus de microplàstics en els sediments de la llera del riu. Aquest fenomen es pot explicar per l'aportació recent dels residus en aquest tram, possiblement els forts aiguats del 2020, "bastant recents" en el temps, van fer que els microplàstics de l'aigua no tinguessin temps de sedimentar-se.

A la **Zona 2 - Prat Rodó**, els macroplàstics trobats corresponen a deixalles d'ús quotidià, com mascaretes, embolcalls de menjar, bosses de plàstics... la majoria corresponien, doncs, a ítems aportats per l'acció de les persones en aquest tram de la riera. Cal dir que en els mesos d'estiu aquest sector es troba molt freqüentat per persones que venen a banyar-se a la riera i utilitzen la zona de picnic propera o el parc de la tirolina.

Tanmateix, els mesoplàstics trobats en aquesta zona van ser poc nombrosos i possiblement procedeixen de la fragmentació d'aquests macroplàstics d'aportació humana. Pel que fa als microplàstics, corresponen al grup anomenats *fibres* (procedents d'elements tèxtils) majoritàriament.

En la **Zona 3- Depuradora** és on la presència de contaminants plàstics es va fer més evident. Els macroplàstics localitzats corresponien a elements molt grans, com restes de palets o caixes, i també de mitjans, com bosses, tèxtils o saques. Tot i això el nombre de mesoplàstics trobats no va ser molt destacable, se situa en la mitjana de les altres zones. En canvi, pel que fa als microplàstics, se'n van trobar tant a l'aigua com als sediments. Tot plegat ens permet concloure que aquesta zona és la que presenta més nombre de contaminants plàstics.

Finalment, en la **Zona 4 - Can Pasqual** els macroplàstics trobats es mantenen dins la mitjana de les zones 2 i 3, però, d'altra banda, el nombre de mesoplàstics va ser el més elevat dels 4 zones mostrejades. Aquesta presència de MesP pot ser degut al fet que molts dels macroplàstics trobats estaven molt degradats i es fragmentaven fàcilment (restes de bosses grans, fibres...), cosa que ens demostra l'antiguitat de la presència d'aquests contaminants a l'aigua en aquesta zona. Pel que fa als microplàstics, més de la meitat de trobats són del tipus anomenats fibres (procedents de tèxtils).

De la mateixa manera que en les mostres d'aigua, en els sediments també es va estudiar quin tipus de microplàstic és el més present a la riera. En aquest cas, en totes les zones analitzades els tipus de microplàstics més comuns són les fibres, procedents de tèxtils, sacs...

Així doncs, podem dir que de forma global, en la categoria de microplàstics els trams més afectats són la Zona 3 i la Zona 4. En canvi, les Zones 1 i 2, situades abans del nucli urbà, són les que presenten un millor estat.

A més, la zona amb més contaminants plàstics de les tres categories anteriorment esmentades és la Zona 3 - Depuradora. No obstant, cal destacar la presència de plàstics en totes les zones de la riera d'Arbúcies mostrejades, al contrari del que inicialment es podria suposar en tractar-se d'un entorn natural privilegiat als peus del Montseny.

L'anàlisi de contaminants plàstics a la riera d'Arbúcies ha aportat el coneixement objectiu de la presència de microplàstics en les 4 zones mostrejades. Els microplàstics són una de les formes de contaminació més nociva en aigües fluvials, no només pels peixos, aus o amfibis que hi habiten, sinó també per la possibilitat de ser transportats per l'aigua fins el mar i d'aquesta manera contribuir a la contaminació del medi marí.

8. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA

ACN (2020): Investiguen la contaminació per plàstics als rius del Pirineu i com conscienciar la ciutadania de la problemàtica TN TV3 30/12/2020 [En línia] <<https://www.ccma.cat/324/investiguen-la-contaminacio-per-plastics-als-rius-del-pirineu-i-com-conscienciar-la-ciutadania-de-la-problematika/noticia/3068941/>> [consulta: gener 2021]

AGUILERA, Maria. (2020): *Els intrusos de la riera d'Osor, els microplàstics*. Arbúcies: Ins. Montsoriu

ALABALAT OLIVER, Balma. (2020): "Ofegats en plàstic. La contaminació per microplàstics en el medi marí". *Revista MÈTODE*, núm. 104. (6-3-2020) [En línia] <<https://metode.cat/revistes-metode/article/ofegats-en-plastic-contaminacio-microplastics-medi-mari.html>> [consulta: febrer 2021]

ALMANZA, Alfredo; GARCIA-BERTHOU, Emili; GOMÀ, Joan; MAS Toni; MAS-PLA, Josep; PUJANTELL, Josep; SÀNCHEZ-MATEO, Sònia (2019): . *L'Observatori de la Tordera: Seguiment d'indicadors socioecològics en conques fluvials mediterrànies. Memòria 2018*. Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA) [En línia] <<https://fundaciorigivus.cat/wp-content/uploads/2019/11/observatori-memoria-2018.pdf>> [consulta: maig 2021]

ANDRÉS, Helena; CATALÁN, Bibiana; MONROY Eugènia; VIDAL, Mercedes. (2003): "Canvi ambiental Global al municipi d'Arbúcies". *Diagnosi ambiental al Parc Natural del Montseny*, p. 89-95. Barcelona: Diputació de Barcelona. [En línia] <https://cataleg.parcs.diba.cat/documents_diba/p03d111.pdf> [consulta:]

ANÈL·LIDES Serveis ambientals marins. (2019): *Microplàstics: petits fragments, gran problemàtica*. [En línia] <<https://anellides.com/blog/microplastics-petits/>> [consulta: gener 2021]

CENTRE ESTUDIS AVANÇATS DE BLANES – CSIC (2021) : *Protocol laboratori – TDRs Tordera*. Interreg Poctefa Plasticopyr. Project co-funded by European Regional Development Fund. 22 p. Blanes: CEAB

CONCIENCIA ECO. (2018): *¿Sabes que son los microplásticos?*. (11/01/2018) [En línia] <<https://www.concienciaeco.com/2018/01/11/que-son-los-microplasticos/>> [consulta: març 2021]

CORNEJO, Delfina; ARNAIZ, Arantxa; MARGENAT, Henar; MASIP, Marc; LE ROUX, Gael; GUASCH, Helena (2021): *Hoja de campo Plasticopyr. Guia didàctica*. Interreg Poctefa Plasticopyr. 20 p. Blanes: CEAB

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. (2021): *Plastics, a growing environmental and climate concern: how can Europe revert that trend?*. (28/01/2021). [En línia] <<https://www.eea.europa.eu/highlights/plastics-environmental-concern>> [consulta: març 2021]

FONT, Eva; MAS-PLA, Josep; MENCIO, Anna; RODRIGUEZ-FLORIT, Agustí; BRUSI, David; ASTUI, Ohiane; PEREZ-PARICIO, Alfredo (2013): "Hidrogeologia de l'aquífer al·luvial de la riera d'Arbúcies. *VIII Monografies del Montseny*. P. 334-347. Barcelona: Diputació de Barcelona

GONZÁLEZ, Fernanda; GOMÀ, Joan. (2020).: "Microplàstics a les conques del Besòs i la Tordera". *IV Trobada d'Estudiosos del Montnegre*, p. 25-38. [En línia] <<https://dibapn.orex.es/cgi-bin/koha/opac-retrieve-file.pl?id=7c190e3bc357c2258e31d88efe1353d0> > [consulta: març 2021]

GUASCH, Helena (2021): *Estratègies per a la reducció de la contaminació per plàstics als ecosistemes de muntanya*. Interreg POCTEFA Plasticopyr. [En línia] <<https://plastic0pyr.wordpress.com/ciencia-ciudadana/> > [consulta: abril 2021]

GUASCH, Helena (2021): *Plasticopyr: Field Sampling guidelines*, CEAB, CSIC

LACEROT, Gissell; LOZOYA, Juan Pablo; TEIXEIRA DE MELLO, Franco. (2020): "Plásticos en ecosistemas acuáticos: presencia, transporte y efectos". *Ecosistemas*, vol.29 (3), 2122. [En línia] <<https://doi.org/10.7818/ECOS.2122>> [consulta: març 2021]

LIITSCHWAGER, David (2019): Microplastics. National Geographic. [En línia] <<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/microplastics/> > [consulta: març 2021]

LONGÁS, Miriam; CUADRADA, Guillem (2019): *La mar de plàstic, estudi de l'impacte dels plàstics a la costa catalana*. Col·legi Kostka, [En línia] <<http://hdl.handle.net/10230/41756> > [consulta: març 2021]

MICROPLASTICS WATCHERS (2021): *Categorías de micro y meso plásticos* [En línia] <https://www.observadoresdelmar.es/documents/resources/Categorias_de_micro_y_meso_plastico_ESP_2019-20.pdf > [consulta: març 2021]

PUJOL GABELLÍ, Xavier. (2021): "Detecten microplàstics a la placenta humana". *Diari ARA* (6/01/2021). [En línia] <https://www.ara.cat/societat/microplastics-placenta-humana-contaminacio_1_2544825.html > [consulta: març 2021]

SÁNCHEZ-MATEO, Sònia (2020): *Seguiment d'indicadors socioecològics en conques fluvials mediterrànies*. L'Observatori de la Tordera Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA) Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). [En línia] <https://fundaciorivus.cat/linies-actuacio/observatori-rivus/#memories__> [consulta: maig 2021]

SOLSONA, Jaume (2004): *Materials batxillerat. Els plàstics*. SES Teià. Xtec.cat. [En línia] <<http://www.xtec.cat/~jsolson7/batx/materials1/Plastics.htm>> [consulta: març 2021]

TURA Jordi. (2002): *Entorns naturals humanitzats: el cas de la Riera d'Arbúcies*, Ajuntament d'Arbúcies, Museu Etnològic del Montseny, Arbúcies

9. ANNEXOS

9.1 MACROPLÀSTICS

9.1.1 Zona 1 El Regàs

$$\frac{\text{número total d'ítems}}{m^2} = \frac{9}{400} = 0.0225 \text{ ítem}/m^2$$

$$\frac{\text{número total de plàstics}}{m^2} = \frac{8}{400} = 0.02 \text{ plàstics}/m^2$$

$$\frac{\text{número d'ítems més abundant}}{m^2} = \frac{7}{400} = 0.0175 \text{ film fragment}/m^2$$

$$\frac{\text{número total d'ítems de plàstic}}{\text{número total d'ítems}} \cdot 100 = \frac{8}{9} \cdot 100 = 88,8 \% \text{ dels residus trobats són plàstics}$$

$$\frac{\text{àrea residus (m)}}{m^2} = \frac{0,42297}{400} \cdot 100 = 0.1182 \% \text{ àrea coberta per residus}$$

$$\frac{\text{àrea residus plàstics (m)}}{m^2} = \frac{0,46797}{400} \cdot 100 = 0.1169 \% \text{ àrea coberta per residus plàstics}$$

$$\frac{g}{m^2} = \frac{91,1}{400} = 0.227 \text{ g}/m^2$$

9.1.2 Zona 2 Prat Rodó

$$\frac{\text{número total d'ítems}}{m^2} = \frac{16}{200} = 0.08 \text{ ítem}/m^2$$

$$\frac{\text{número total de plàstics}}{m^2} = \frac{15}{200} = 0.075 \text{ plàstics}/m^2$$

$$\frac{\text{número d'ítems més abundant}}{m^2} = \frac{5}{200} = 0.025 \text{ food wrapper}/m^2$$

$$\frac{\text{número total d'ítems de plàstic}}{\text{número total d'ítems}} \cdot 100 = \frac{15}{16} \cdot 100 = 93,5 \% \text{ dels residus trobats són plàstic}$$

$$\frac{\text{àrea residus (m)}}{m^2} = \frac{0,5228}{200} \cdot 100 = 0.2614 \% \text{ àrea coberta per residus}$$

$$\frac{\text{àrea residus plàstics (m)}}{m^2} = \frac{0,5028}{200} \cdot 100 = 0.2514 \% \text{ àrea coberta per residus plàstics}$$

$$\frac{g}{m^2} = \frac{105,6}{200} = 0.528 \text{ g}/m^2$$

9.1.3 Zona 3 Depuradora

$$\frac{\text{número total d'ítems}}{m^2} = \frac{46}{400} = 0.115 \text{ ítem}/m^2$$

$$\frac{\text{número total de plàstics}}{m^2} = \frac{40}{400} = 0.1 \text{ plàstics}/m^2$$

$$\frac{\text{número d'ítems més abundant}}{m^2} = \frac{23}{400} = 0.0575 \text{ film fragment}/m^2$$

$$\frac{\text{número total d'ítems de plàstic}}{\text{número total d'ítems}} \cdot 100 = \frac{40}{46} \cdot 100 = 86,95 \% \text{ dels residus trobats són plàstic}$$

$$\frac{\text{àrea residus (m)}}{m^2} = \frac{1,0800}{400} \cdot 100 = 0.27 \% \text{ àrea coberta per residus}$$

$$\frac{\text{àrea residus plàstics (m)}}{m^2} = \frac{0,9376}{400} \cdot 100 = 0.234 \% \text{ àrea coberta per residus plàstics}$$

$$\frac{g}{m^2} = \frac{546,1}{400} = 1,42 \text{ g/m}^2$$

9.1.4 Zona 4 Can Pascual

$$\frac{\text{número total d'ítems}}{m^2} = \frac{29}{400} = 0.0725 \text{ ítem/m}^2$$

$$\frac{\text{número total de plàstics}}{m^2} = \frac{22}{400} = 0.055 \text{ plàstics/m}^2$$

$$\frac{\text{número d'ítems més abundant}}{m^2} = \frac{12}{400} = 0.03 \text{ film fragment/m}^2$$

$$\frac{\text{número total d'ítems de plàstic}}{\text{número total d'ítems}} \cdot 100 = \frac{20}{29} \cdot 100 = 75,86 \% \text{ dels residus trobats són plàstics}$$

$$\frac{\text{àrea residus (m)}}{m^2} = \frac{1,1077}{400} \cdot 100 = 0.276 \% \text{ àrea coberta per residus}$$

$$\frac{\text{àrea residus plàstics (m)}}{m^2} = \frac{1,040}{400} \cdot 100 = 0.260 \% \text{ àrea coberta per residus plàstics}$$

$$\frac{g}{m^2} = \frac{430,6}{400} = 1,076 \text{ g/m}^2$$

9.2 MESOPLÀSTICS

9.2.1 Zona 1 El Regàs

En aquest tram no es van trobar mesoplàstics

9.2.2 Zona 2 Prat Rodó

$$\frac{\text{número de mesoplàstics}}{m^2} = \frac{5}{200} = 0,025 \text{ mesoplàstics/m}^2$$

9.2.3 Zona 3 Depuradora

$$\frac{\text{número de mesoplàstics}}{m^2} = \frac{1}{400} = 0,0025 \text{ mesoplàstics/m}^2$$

9.2.4 Zona 4 Can Pascual

$$\frac{\text{número de mesoplàstics}}{m^2} = \frac{8}{400} = 0,02 \text{ mesoplàstics/m}^2$$

9.3 MICROPLÀSTICS

9.3.1 Zona 1 El Regàs

$$\frac{\text{número d'ítems}}{L} = \frac{6}{360} = 0,016 \text{ ítem/L}$$

$$\frac{\text{número de film fragments}}{L} = \frac{3}{360} = 0,0083 \text{ film fragments/L} \cdot 100 = 0,83 \%$$

$$\frac{\text{número de fibres}}{L} = \frac{2}{360} = 0,005 \text{ fibre/L} \cdot 100 = 0,5 \%$$

$$\frac{\text{número de foam}}{L} = \frac{1}{360} = 0,0027 \text{ foam/L} \cdot 100 = 0,27 \%$$

9.3.2 Zona 2 Prat Rodó

$$\frac{\text{número d'ítems}}{L} = \frac{8}{360} = 0,02 \text{ ítem/ L}$$

$$\frac{\text{número de film fragments}}{L} = \frac{1}{360} = 0,0027 \text{ film fragments/ L} \cdot 100 = 0,27 \%$$

$$\frac{\text{número de fibres}}{L} = \frac{7}{360} = 0,019 \text{ fibre/ L} \cdot 100 = 1,94 \%$$

9.3.3 Zona 3 Depuradora

$$\frac{\text{número d'ítems}}{L} = \frac{14}{360} = 0,038 \text{ ítem/ L}$$

$$\frac{\text{número de foam}}{L} = \frac{2}{360} = 0,005 \text{ foam/ L} \cdot 100 = 0,5 \%$$

$$\frac{\text{número de fibres}}{L} = \frac{7}{360} = 0,019 \text{ fibre/ L} \cdot 100 = 1,94 \%$$

$$\frac{\text{número de film fragments}}{L} = \frac{3}{360} = 0,0083 \text{ film fragments/ L} \cdot 100 = 0,83 \%$$

$$\frac{\text{número de hard fragments}}{L} = \frac{2}{360} = 0,005 \text{ hard fragments/ L} \cdot 100 = 0,5 \%$$

9.3.4 Zona 4 Can Pascual

$$\frac{\text{número d'ítems}}{L} = \frac{11}{360} = 0,030 \text{ ítem/ L}$$

$$\frac{\text{número de film fragments}}{L} = \frac{5}{360} = 0,0138 \text{ film fragments/ L} \cdot 100 = 1,38 \%$$

$$\frac{\text{número de fibres}}{L} = \frac{6}{360} = 0,016 \text{ fibre/ L} \cdot 100 = 1,6 \%$$

9.4 SEDIMENTS

9.4.1 Zona 1 El Regàs

No es van trobar residus en aquest punt

9.4.2 Zona 2 Prat Rodó

$$\frac{\text{número d'ítems}}{g} = \frac{9}{100} = 0,09 \text{ ítem/g}$$

$$\frac{\text{número de fibres}}{L} = \frac{7}{100} \cdot 100 = 7\%$$

$$\frac{\text{número de beads}}{L} = \frac{2}{100} \cdot 100 = 2\%$$

9.4.3 Zona 3 Depuradora

$$\frac{\text{número d'ítems}}{g} = \frac{10}{100} = 0,1 \text{ ítem/g}$$

$$\frac{\text{número de fibres}}{L} = \frac{7}{100} \cdot 100 = 7\%$$

$$\frac{\text{número film}}{L} = 1 \cdot 100 = 1\%$$

$$\frac{\text{número fragment}}{L} = 1 \cdot 100 = 1\%$$

$$\frac{\text{número glass fragment}}{L} = 1 \cdot 100 = 1\%$$

9.4.4 Zona 4 Can Pascual

$$\frac{\text{número d'ítems}}{g} = \frac{10}{100} = 0,1 \text{ ítem/g}$$

$$\frac{\text{número de fibres}}{L} = \frac{8}{100} \cdot 100 = 8\%$$

$$\frac{\text{número fragment}}{L} = 1 \cdot 100 = 1\%$$

$$\frac{\text{número aluminium fragment}}{L} = 1 \cdot 100 = 1\%$$