



**Universitat de les
Illes Balears**

Facultat de Ciències

Memòria del Treball de Fi de Grau

Ecologia aplicada: Informe ambiental de la secció del Torrent Solleric i projecte de restauració

Mateu Arrom Aloy

Grau de Biologia

Any acadèmic 2015-16

Treball tutelat per Antoni Martínez Taberner
Departament de Biologia

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
		X	X	

Índex

1. Abstract.....	4
2. Introducció.....	5
2.1. Els informes ambientals.....	5
2.2. La restauració. Bases d'un projecte ambiental.....	6
2.3. Regions del torrent.....	8
3. Justificació.....	9
4. Objectius.....	9
4.1. Generals.....	9
4.2. Locals	10
5. Àrea d'estudi.....	10
5.1. Clima.....	10
5.2. Geomorfologia.....	11
5.3. Edafologia.....	12
5.4. Hidrologia.....	12
5.5. Flora.....	12
5.6. Fauna.....	13
6. Materials i mètodes.....	13
7. Resultats.....	15
7.1. Informe ambiental.....	15
7.1.1.Zonificació.....	15
7.1.2.Mostreig vegetal i diversitat.....	16
7.1.3.Seccions tipus.....	18
7.1.4.Classificació d'espècies per hàbitat.....	20
7.2. Restauració.....	20
7.2.1.Zona urbana.....	21
7.2.2.Zona natural.....	21
7.2.3.Zona rural.....	22
7.2.4.Plànols	23
7.2.5.Calendari.....	28
7.3. Successió esperada.....	29
7.4. Aproximació del pressupost.....	30
8. Conclusió.....	31
9. Bibliografia.....	31

1. Abstract

In this project we address environmental reports and ecological restoration. By plant sampling and data collection, we can arrive at a more efficient restoration and know the possible success of it.

To begin an environmental report, data collection is necessary to obtain an overview of the study area. With this method and with the plant samples, we will have a set of useful information to propose solutions in the subsequent restoration. We analyze the diversity of Shannon, along with the other to compare a stretch of stream with different types of vegetation of degraded riverbank. By comparison we can obtain vital information about what is the most optimal solution.

We will also make comparisons with vegetable samples, so distinguishing native species i allochthonous to the banks of the stream. This paper also plans sections and maps of specific parts of the river as it is important to know better the geomorphology of the terrain.

Finally it takes place the partial restoration of stream and proposals for the future as well as an implementation plan.

1. Introducció

En aquest projecte s'estudia i es realitza un anàlisi de la restauració ecològica d'un tram de ribera de torrent en el seu pas per el pla de Mallorca, atenint al concepte de restauració ecològica. Per a tal objectiu es fa un anàlisi o informe ambiental, una zonificació i posteriorment una proposta de restauració per cada zona explicant l'estat actual i el desitjable. Cal remarcar que en el Pla d'estudis de Biologia publicat al BOE 100 del 26/04/2010, a la resolució 6656 del 12/04/2010 referida al Pla d'estudis de Biologia a la UIB inclou a l'apartat de competències, les professionalitats dedicades als estudis ambientals, informes d'impacte ambiental i a projectes de restauració.

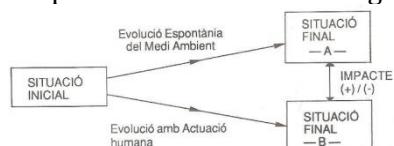
1.1 Els informes ambientals

L'estudi ambiental realitzat constitueix un estudi tècnic bàsic, amb caràcter objectiu i interdisciplinari, el qual permet preveure els possibles impactes ambientals derivats de la realització d'un projecte o activitat per decidir sobre la viabilitat ambiental del mateix. En el nostre cas haurem de preveure quin efecte tindran les mesures preses a la ribera de torrent en un futur a llarg termini (8). L'èxit de l'estudi d'impacte ambiental radica en constituir una visió multidisciplinària integrada per cada un dels factors ambientals a contemplar en el nostre projecte de rehabilitació (hidrologia, edafologia, fauna, flora... etc). Cada acció que es proposarà serà analitzada en base als seus possibles efectes ambientals i per a cada una de les etapes que constituïran el projecte. Els primers estudis d'impacte ambiental són desenvolupats amb informació bibliogràfica existent (aerofotografia, geologia de superfície, estudi de la vegetació...). Aquests estudis preliminars serviran de base per prendre decisions respecte a la rehabilitació final.

L'informe ambiental es tracta d'un estudi que té per objecte la identificació, prevenció, correcció i propostes de restauració si escau de les conseqüències ambientals de determinades accions sobre l'entorn ambiental i social. En general parlarem d'una avaluació d'impacte ambiental (AIA). Generalment les parts d'una AIA són:

- i. L'anàlisi general del lloc i voltants. Situació inicial.
- ii. Estudi dels factors ambientals del lloc objecte d'estudi.
- iii. Descripció detallada de les actuacions susceptibles de provocar un impacte
- iv. Actuacions a realitzar i identificació d'efectes positius i negatius.
- v. Avaluació dels impactes
- vi. Propostes de minimització. Mesures correctores.
- vii. Suggeriments de gestió durant el procés d'impacte o constructiu.
- viii. Conclusions. Presentació d'alternatives.

Definim un impacte ambiental com tot efecte positiu o negatiu, que les diverses actuacions produeixen sobre els distints factors ambientals. No obstant, una definició més precisa del concepte és la diferència entre les situacions finals del Medi Ambient: (A) després de l'actuació de l'home i (B) aquella que no hi hauria si no s'hagués dut a terme l'actuació (5).



A continuació es presenten algunes de les premisses més importants que han de considerar els investigadors en estudis ecològics o d'avaluació ambiental, amb el propòsit de potenciar els resultats, al mateix temps que es minimitzen els esforços requerits per tal propòsit

Els estudis denominats línia base són aquells en els quals s'avaluen els ecosistemes en el seu context global, amb el propòsit d'identificar les característiques més rellevants de la seva estructura i funcionament. El coneixement del sistema haurà de definir els usos compatibles del mateix, a la vegada que proveirà informació per a que el disseny i el desenvolupament de projectes antròpics s'executi de tal manera que permeti l'adequada coexistència. D'altra banda, la seva realització baix condicions ideals ocorre sobre sistemes no intervinguts per l'home; en circumstàncies quotidianes, inclou el paper que aquest ha realitzat damunt l'entorn (12) . Els estudis de línia base contempnen un ampli nombre de variables biòtiques i ambientals, amb l'objectiu de permetre un coneixement preliminar del sistema (12) . Els objectius específics d'aquests estudis, inclouen temes com:

- i. Caracteritzar l'ecosistema a través de variables ambientals més rellevants i les seves variacions espai-temporals.
- ii. Identificar les variables ambientals que són derivades d'accions antròpiques o que són modificades per l'home.
- iii. Tipificar la biota de l'ecosistema mitjançant l'observació dels seus canvis estructurals en el temps i en l'espai.
- iv. Avaluar la vulnerabilitat o capacitat ambiental de l'ecosistema. La part física s'avalua mitjançant l'acumulació de variables contaminants (impactes acumulatius) i la biòtica en base al potencial de resistència i elasticitat de les espècies.
- v. Identificar les espècies que manifesten característiques destacades respecte a la forma en que la seva abundància i presència està condicionada pels gradients espai-temporals locals (indicadors)
- vi. Plantejar les mesures de prevenció, mitigació, correcció, compensació i monitoreig en els sistemes intervinguts o que seran intervinguts per l'home.
- vii. Definir les pautes de maneig, la comptabilitat i els usos del sistema.

1.2. La restauració. Bases d'un projecte ambiental

La restauració ecològica es defineix com el procés d'alteració intencional d'un hàbitat per establir un ecosistema definit, natural i històric local. L'objectiu d'aquest procés és imitar l'estructura, la funció, la diversitat i la dinàmica de l'ecosistema original segons la "Society of Ecological Restoration". Com es pot observar en aquesta definició, es parla d'imitar, el que significa que es pren consciència de l'impossibilitat de restaurar l'ecosistema original, però sí els seus serveis ecosistèmics.

La conferència de premis Nobel de 2011 recomanà com a idea que "Les polítiques de tot el món haurien d'adoptar un nou pensament sistèmic que posi més atenció als efectes col·laterals negatius de les solucions ràpides i que reconegui les nombroses possibilitats d'invertir en l'ús sostenible dels ecosistemes i dels seus servicis". De manera general la restauració a zones terrestres inclou:

- Definició de la funció

- Preparació topogràfica i anàlisi hidrològic
- Preparació edàfica i microtopogràfica
- Sembra
- Protecció de sembra i complements (tancaments, tallavents, tutors, etc)
- Ajudes químiques (fertilització) i físiques (mulch)
- Reposició de baixes
- Seguiment, avaluació i correcció.

Un procés de recuperació de sistemes necessita dissenyar i projectar una estructura física i biològica que es denomina imatge objectiu, el funcionament del qual ha d'estar en concordança amb les sortides de la conca vessant. Quan la imatge objectiu correspon a l'estat natural del torrent ens referim a una restauració en sentit estricte. Quan el disseny de ribera presenta certa artificialitat ens referim a una rehabilitació. En aquest projecte s'intenta arribar a la restauració en sentit estricte en certs trams de torrent i a una rehabilitació parcial en altres trams, degut a les característiques geomorfològiques i a la gran influència humana present envers els sistemes de torrents (13) . Les actuacions de restauració o rehabilitació sempre s'han de dissenyar a favor del corrent fluvial per tal d'aprofitar la força hidràulica de l'aigua per afavorir processos d'autorecuperació. També s'ha d'interpretar que el torrent necessita un espai determinat per poder funcionar com ecotò. A l'hora de disseny del projecte es necessari definir la nostra imatge objectiu, és a dir agafar com a referència trams de ribera ben conservats i descripcions antigues de l'evolució del sistema estudiat. Les actuacions de restauració es plantejaran sobre aquests factors orientadors entre d'altres i sempre i quant siguin eficaços en el pla ambiental, econòmic i social. Finalment es farà un seguiment a curt i llarg termini per avaluar la sostenibilitat del nou ecosistema projectat. La restauració d'un sistema s'hauria de realitzar en casos on l'alteració humana o ambiental ha arribat a un punt on l'ecosistema no pot continuar el seu procés natural d'autoorganització. En començar un projecte s'han de determinar prèviament les causes que impedeixen la recuperació natural. En el nostre cas, realitzarem un informe ambiental sobre la zona i amb espècies orientadores i estudis de geomorfològics es podrà projectar la restauració de les zones de ribera en el tram de torrent. La restauració engloba un ampli espectre de disciplines com l'ecologia, la hidrologia, la geomorfologia i l'enginyeria entre d'altres. Per tant, per poder-la dur a terme és necessari un coneixement interdisciplinari. Aquest projecte es situa en un punt de vista biològic, combinant estudis d'ecologia amb dades obtingudes a la zona de treball.

Per la realització del projecte de restauració és important contar amb la col·laboració d'Universitats, centres públics d'investigació i organització privades, per tal d'aconseguir la major quantitat d'informació, tenint així una visió útil i experta que permetrà establir les bases d'un projecte de recuperació ambiental sòlid que ajudi a millorar la situació de l'ecosistema en si. Cada sistema natural presenta unes característiques pròpies, per tant, aquest projecte ha de contemplar cada un dels aspectes que intervenen en el seu funcionament i dinàmica natural. D'aquesta manera abans de començar s'ha d'entendre la biologia i ecologia de les espècies existents en el tram de ribera, comparant amb un altra sistema que farà d'imatge objectiu (ecosistema al qual volem arribar). També entendrem l'hidrologia de la conca i el torrent. Dels concepte anterior depèn l' integritat ecològica del tram de ribera restaurat i la futura sostenibilitat del bosc de ribera conseqüent a les accions proposades que es projecten en aquest treball.

Com s'ha dit el primer pas en l'elaboració d'un projecte en aquest àmbit consisteix en la realització d'una planificació adequada. En aquesta etapa es recopila informació com: descripció de l'àrea, avaluació, definició d'objectius i argumentació d'aquests, identificació

de factors orientadors o modificadors que puguin impedir aconseguir l'èxit, incloure una valoració de possibles riscos, desenvolupar objectius operacionals, identificar prioritats d'acció, seguiment de les actuacions i de l'evolució del sistema en un període de temps determinat i finalment procedir a una revisió dels processos realitzats.

La restauració finalment s'observa com la intervenció necessària per tal d'arribar a un ecosistema perdut que ara és incapaç de regenerar-se per si mateix. En aquest Informe i posterior restauració el que es vol aconseguir com a darrer terme són els boscos de ribera, abans presents als torrents de Mallorca i avui eliminats per explotació humana.

1.3. Regions del torrent

En parlar dels boscos de ribera no es pot deixar de banda les diferents regions del torrent, on viuen aquests boscos i on es centra el treball ambiental en aquest informe i projecte. Les diferents regions d'un riu o d'un torrent, en el cas que pertoca, es poden resumir en els següents punts:

- Formes fractals convergents en alçada amb angles aguts a les unions de microconques. En aquesta regió els torrents són acceptors d'aigua. Tenen alta energia potencial, pocs nutrients i poca biodiversitat. La vegetació que hi habita són estretges de l'estrès. Els torrents en les seves parts altes tendeixen a crear estructures de convergència amb angles aguts, amb molta energia potencial i en fase receptora d'aigua i secció de proporció amplària per fondària baixa; més abaix la convergència incrementa els angles i la proporció s'incrementa. Hi trobem espècies com *Acer opalus*, *Laurus nobilis* i *Corylus* sp.
- Formes convergents a les valls de muntanya amb angles menys tancats a les unions. Són regions d'estadi intermedi, diversitat mitjana, estretges entre la s i la K. A les zones de derrubis al·luvials, abans d'arribar al pla, els torrents comencen a agafar formes menys rectilínies, i el torrent pot ésser donador d'aigua a la ribera més que acceptor. Els arbres han de poder passar curts períodes d'inundació. Hi trobem espècies com *Celtis australis*, *Ulmus minor* i *Populus nigra*.
- Formes sinuoses, la part baixa del torrent a la zona del pla. Presenta una pèrdua significativa de l'energia potencial, per tant és un torrent més donador que acceptor. Normalment és rica en nutrients en funció de la conca i té una previsibilitat elevada, biodiversitat alta. Són estretges entre la r i la K. En el pla els cursos d'aigua formen estructures sinuoses, els arbres han de resistir un cert nivell d'inundabilitat perquè el torrent és donador d'aigua, l'amplària del torrent ja és superior a la fondària. Hi trobem espècies com *Ulmus minor*, *Fraxinus angustifolia* i *Populus nigra*.
- Formes divagants ocupant la màxima superfície i amb poca fondària. Tenen baixa energia potencial ja que s'acosten a la mar. Són estretges de la r i tenen impredictibilitat per inundació. A les zones més baixes, a prop de la mar el torrent tendeix a divagar ocupant la màxima superfície, creant ambients de diferent

quimisme, com les llacunes litorals i les zones humides. Finalment s'entreguen a la mar. Hi trobem espècies com *Populus alba* i *Tamarix* sp.

Tot el curs està sotmès al gradient de gravetat, per tant les espècies, particularment animals, han de tenir cicles de posta a les parts altes, que arriben volant o nedant, amb forta despesa energètica.

2. Justificació

La restauració de rius o torrents i les seves riberes, en el sentit de recuperar el seus serveis ecosistèmics, es justifica en les funcions generals d'aquests llocs. Per tant, la restauració de la zona de ribera en el tram de torrent Solleric, estarà justificada per les funcions del bosc de ribera potencial a recuperar. Aquestes funcions són:

- El bosc de ribera actua com a última barrera a l'erosió i com a últim reducte d'humitat i conservació de l'aigua durant l'estiu mediterrani.
- És també un reducte de biodiversitat antiplagues, de pol·linitzadors, d'aus i potenciador en general de la vida silvestre.
- Representa un refugi mediterrani adequat per caducifolis i laurifòlies.
- Actua com a corredor ecològic a la vegada que representa un hàbitat diferenciat climàticament.
- És un gran depurador d'aigües residuals i una estructura d'infiltració d'aigües als aqüífers.
- Té una alta productivitat primària.
- Presenta una alta qualitat del paisatge. En un sentit de diversificació del paisatge mediterrani amb línies de caducifolis grocs i ocres a la tardor i verds en contrast amb els camps secs de l'estiu.
- Com a darrer terme és un bosc de gran diversitat intrínseca, degut a trobar-hi espècies d'altres hàbitats climàtics. Espècies des de *Laurus nobilis* i *Acer opalus* subsp. *granatense* típics de muntanya a *Celtis australis*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa* normalment trobats a zones rurals fins a *Ulmus minor* i *Fraxinus angustifolia* a zones més humides i *Populus nigra* juntament amb *Populus alba* a zones del pla, així com també *el Tamarix* sp típic de zones vora el mar.

3. Objectius

3.1. Generals

L'objectiu principal d'aquest projecte de restauració consisteix en recuperar els serveis ecosistèmics del lloc alterat, per tant : reduir, mitigar o revertir en algunes zones, els danys produïts en el medi físic per tornar al màxim possible l'estructura, funcions, diversitat i dinàmica de l'ecosistema original. Per això, s'intenta restituir les condicions originals i corregir-se els impactes ambientals ocasionats per l'actuació duta a terme damunt l'entorn. A més s'analitzen diferents models de restauració duts a terme en distints espais que puguin servir com exemple de tractaments a emprar en entorns degradats similars. A part de la millora paisatgística que es vol aconseguir, també s'inclou una millora en la gestió de l'entorn estudiat.

Els objectius generals dels estudis ecològics i ambientals han d'estar encaminats tal com considera la IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) i la UNU (*United Nations University*):

- i. Mantindre els processos ecològics i els sistemes vitals.
- ii. Preservar la diversitat genètica.
- iii. Assegurar l'aprofitament sostingut de les espècies i els ecosistemes.

3.2. Locals

Els objectius locals hauran d'estar influïts per la zona a restaurar, ja que aquestes presenten diversos problemes que no coincideixen entre si (zones semiurbanes, naturals i rurals). No obstant, podem generalitzar-los en els punts següents:

- i. Comparar la vegetació de ribera en diferents estats de degradació.
- ii. Preservar espècies típiques de les zones humides de Mallorca.
- iii. Crear un microclima ombrívol a llarg termini a zones determinades (Bosc en galeria).
- iv. Obtenir una successió ecològica exitosa de plantes heliòfiles per esciòfiles.
- v. Eliminar vegetació al·lòctona i reintroduir espècies autòctones
- vi. Millorar la gestió del torrent, gràcies a la restauració.
- vii. Millorar els processos ecològics típics de zones de ribera.
- viii. Millorar la infiltració d'aigües superficials
- ix. Evitar l'erosió.
- x. Crear corredors ecològics.
- xi. Millorar la zona paisatgísticament.

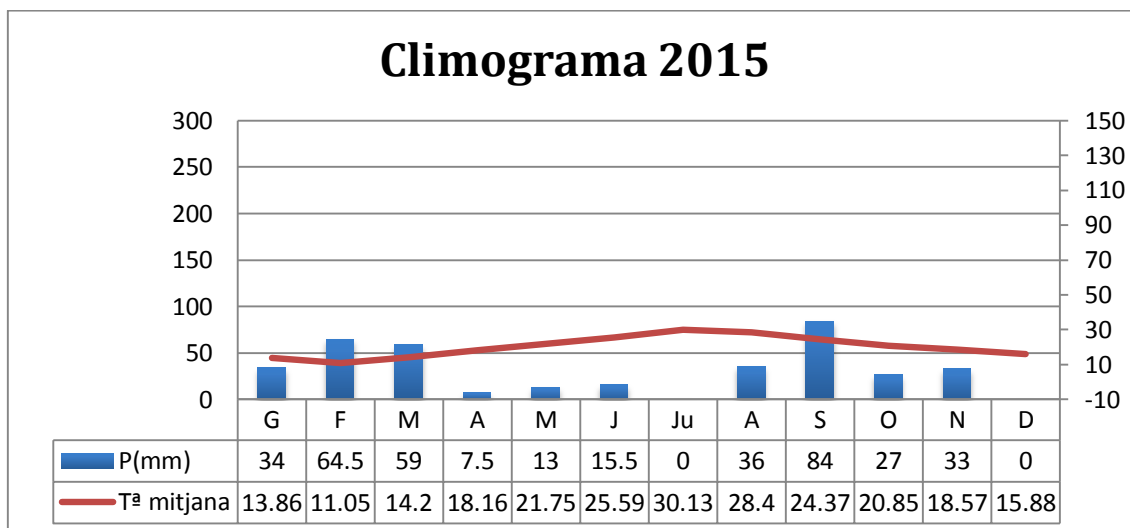
4. Àrea d'estudi

4.1. Clima

Emmarcat dins el clima general de l'illa de Mallorca, la nostra zona d'estudi no presenta gaires diferències. Es pot remarcar el clima típicament mediterrani i el que suposa una zona humida per aquest. Amb hiverns suaus i estius molt calorosos i secs, els torrents suposen com s'ha dit abans un refugi de zones humides. Però mal gestionats no compleixen les seves funcions així com també poden perjudicar l'entorn i les activitats que s'hi duguin a terme. Tenim per exemple els episodis de gota freda (precipitacions abundants a curt període de temps) que són freqüents els mesos de tardor, a causa de l'arribada de les primeres masses d'aire fred en alçada que es troben encara amb l'elevada temperatura del mar. Conseqüentment, les inundacions constitueixen un dels principals riscos naturals del territori balear i els torrents són els mitjans on succeeixen aquestes inundacions. (10)

La pluviometria de l'illa disminueix de nord a sud i es troba molt influenciada per l'orografia de l'illa. Així a Mallorca es registren precipitacions mitjanes anuals de 1400 mm

al sector central de la Serra de Tramuntana. Més generalment, es mostra el següent climograma (*Imatge 1*) de la nostra àrea d'estudi.



Imatge 1. Dades obtingudes del Gener a Desembre de l'any 2015. Any especialment poc plujós amb una precipitació mitjana anual de 323.5mm i amb temperatures elevades de mitjana 20.18°C.

El clima mediterrani de Mallorca també es caracteritza per la presència de llargs períodes de sequera i per la irregularitat del règim de precipitacions segons l'any. Per la qual cosa i segons les dades que obtenim haurem de tenir en compte la irregularitat que es presenta dins la restauració. Malgrat els períodes secs els aqüífers constitueixen excel·lents recursos d'aigua capaços d'esmoreir els efectes dels períodes de sequera, ja que la seva resposta a l'absència de precipitacions no es manifesta tan aviat com en el cas dels recursos superficials. Per tant, la millora de la infiltració a l'àrea d'estudi també és un tema primordial.

4.2. Geomorfologia

Des d'un punt de vista orogràfic, Mallorca està constituïda per un conjunt de serres i planes. Els relleus principals es troben a la serra de Tramuntana, on neix el torrent Solleric. Entre la serra de Tramuntana i la de Llevant s'estén la part central de l'illa, enmig de la qual s'alcen les anomenades serres Centrals, conjunt de turons amb cotes mitges d'altitud. Entre aquests cims queden delimitats zones planes i relleus suaus que constitueixen les principals terres de conreu on l'ús de l'aigua per a l'agricultura ha format un paisatge molt característic de molins, sínies i safareigs. D'acord amb les regions de torrent abans esmentades podem diferenciar tres tipus de cursos fluvials a Mallorca:

- **Tramuntana-vessant nord:** Tenen un recorregut curt i ràpid amb molt de desnivell amb zona de convergència i lineal.
- **Tramuntana-Raiguer i pla:** Llargs, amb zona de convergència, zona ondulant del pla i zona d' entrega a la mar divagant a zones humides litorals. L'àrea d'estudi del present projecte correspon a aquest tram mitjà. D'aquesta manera el tram de torrent a restaurar es situa a la zona baixa del raiguer amb connexió amb el pla.
- **Pla:** Amb poca convergència, amb zona ondulant i zona de divagació en arribar a la mar

La geomorfologia del torrent estudiat, presenta ondulació moderada i una profunditat constant aproximada d'uns 2.5m. No obstant això l'amplària del torrent varia en uns 0.5m o més, degut a l'erosió produïda per l'absència de vegetació. Degut a les diferents amplàries, les inundacions hi són propenses a la zona a la vegada que s'accentua la pèrdua de sòl en parts ja erosionades i es produeixen embuts a parts més baixes del tram. En el cas geomorfològic una de les possibles solucions que es realitzen per a la millora del recorregut fluvial, són tècniques blanques (paret seca) als marges per evitar l'erosió.

4.3. Edafologia

Des del punt de vista dels sòls, a Mallorca es constata el predomini dels litosòls calcaris en les àrees muntanyoses, tant de la Serra de Tramuntana com de les Serres de Llevant. Els sòls policíclics (sòls antics) predominen en les àrees planes, amb sòls marrons -vermellosos en determinades planes al·luvials, en tant que els sòls marrons i castanys calcaris amb sediments de terra rossa es desenvolupen sobre les àrees de les marines meridionals i algunes zones del Pla. Els sòls recents apareixen representats en les àrees litorals sobre dunes i eolianites, a més de a les zones humides i en els salobrars. En el cas de l'àrea d'estudi els sòls del llit del torrent i voltants corresponen a zones marrons -vermelloses, les quals s'anomenen call vermell, amb certes influències d'argiles blanques. Són un tipus de sòls que presenten una infiltració d'aigua elevada, però la compactació d'aquests per ramaderia i l'erosió produïda, disminueix la permeabilitat general.

4.4. Hidrologia

El règim de pluges, la permeabilitat dels terrenys i la relativa petita dimensió de les conques, fa que gairebé no existeixin cursos superficials permanents a Mallorca (7) . La xarxa superficial de drenatge està formada per torrents de cursos relativament curts. L'aigua hi circula estacionalment (10) . Tanmateix la irregularitat de les pluges i la seva concentració en curts períodes de temps, pot donar lloc a cabals punta molt elevats, que poden ocasionar riuades de certa importància.

El torrent Solleric pertany a la conca hidrogràfica d'Alcúdia també anomenada cubeta de Muro - Sa Pobla, juntament amb molts d'altres que aboquen a l'albufera d'Alcúdia - Sa Pobla - Muro. I la seva conca de recepció i part del seu recorregut es troba al cor de la Serra de Tramuntana (2) , on tenim, com s'ha esmentat anteriorment, una pluviometria mitjana de 1400mm. A l'àrea d'estudi el torrent du un cabal mitjà de 1.2m³/s en dur aigua. També té la particularitat, com altres torrents, de tenir períodes d'aixut clarament dominants sobre les aportacions o períodes amb aigua corrent, que sols es donen durant la tardor (alta recurrència), primavera i hivern (menor recurrència). El temps en que l'aigua corre per torrent sol ser d'una setmana o menys i varies vegades a l'any. No obstant això es presenten anys en que no corre ni un sol dia. (1)

4.5. Flora

La vegetació de l'illa es troba condicionada per la predominança de roques calcàries, pel seu caràcter insular, que afavoreix endemismes, pel clima mediterrani i per una intensa pressió humana que es remunta a temps històrics. Generalment a les serres predomina el

bosc mediterrani d'alzina, amb dues varietats: Alzina carrasca (*Quercus rotundifolia*), molt resistent a la sequera i l'Alzina comuna (*Quercus ilex*), pròpia d'ambients més humits i ombrívols. La degradació de l'alzinar a causa de tales, incendis i activitat carbonera, ha condicionat una substitució progressiva pel bosc de pins, sobretot pi blanc (*Pinus halepensis*). No obstant això la pressió agrícola sobre el paisatge continua sent molt forta.

En els torrents, malgrat no portin aigua durant tot l'any, es crea un microclima degut a la humitat i les ombres dels arbres com els polls (*Populus nigra*), els plataners (*Platanus hispanica*), els oms (*Ulmus minor*) i els fleixos (*Fraxinus angustifolia*). De fet, segons antecedents, antigament es sembraven aquests arbres prop de fonts i torrents.

A part d'una gran quantitat de plantes exòtiques introduïdes que s'han adaptat bé als torrents, hi trobem les espècies autòctones pròpies del bosc de ribera. De entre aquestes espècies podem destacar l'esbatzer (*Rubus ulmifolius*) o la proenga (*Vinca difformis*) que posa un tò de color blau aviolat amb les seves flors. Tampoc és rara la murta (*Mirtus communis*), que creix a llocs frescs. El polipodi (*Polypodium cambricum*), adorna amb les seves fulles les parets humides de les fonts, de la mateixa manera que també ho fa la llengo de cero (*Asplenium sagittatum*). Ambdues espècies són falgueres. No obstant això a la zona estudiada hi trobem una composició diferent de flora. Degut a la falta d'un ambient ombrívol, al torrent hi predominen espècies heliòfiles, espinoses de tipus arbustiu. A la zona més urbana es troba una densitat molt elevada de *Rubus ulmifolius*, la qual ha colonitzat el paisatge. A la zona rural/agrícola la vegetació típica de torrents i zones humides és inexistent. Malgrat això a la zona més natural del tram, encara es troba una predominança d'espècies autòctones de ribera, a més d'una major diversitat. També en el llit del torrent d'aquesta zona es presenten plantes esciòfiles típiques de tal hàbitat.

4.6. Fauna

La fauna superior de les Illes Balears es caracteritza per la seva pobresa en espècies, la falta de grans herbívors o carnívors, així com també perquè no tots els grans grups estan representats. Els motius d'aquestes característiques són la limitació de l'espai, la falta de recursos, l'aïllament i la història biogeogràfica (11). L'avifauna constitueix un cas a part, ja que pot travessar l'espai marítim que separa les Illes del Continent i que apareix representada per un gran nombre d'espècies, tant sedentàries com migrants. En canvi el nombre de mamífers terrestres, rèptils o amfibis és molt reduït.

La fauna present al torrent és també pobre. No s'hi troben hàbitats per mamífers de petita mesura. No obstant, és un gran hàbitat per a la microfauna, sobretot per els pol·linitzadors. Després de la restauració duta a terme, s'espera un increment de fauna notable, ja que actualment les masses de vegetació estan aïllades entre si.

5. Materials i mètodes

El mostreig d'espècies en ecologia és fonamental per a caracteritzar la diversitat i tenir una visió de l'estructura i composició vegetal. En aquest projecte per realitzar el mostreig hem utilitzat el mètode dels transsectes. (9)

El transecte es pot definir com una línia que proporciona les característiques d'una secció transversal de la vegetació existent en un lloc determinat. En ecologia un transecte és una tècnica d'observació i registre de dades. Per poder-ho dur a terme s'ha de veure una transició clara de la vegetació i dels paràmetres ambientals. És útil fer un estudi detallat al llarg d'una línia (real o imaginària, que denominarem transecte) que creui a través de la zona. És posa atenció en l'elecció d'aquesta línia que ha d'entravessar zones que són diferents a primera vista. Per a la realització d'aquest informe, s'ha escollit zones de ribera diferenciades (zona 1, zona 2, zona 3) amb un transecte de 30 metres per a cada zona. D'aquesta manera s'assenyala la línia en el sòl de la ribera amb un cordó, o en aquest cas amb una cinta de plàstic per a més visibilitat. S'ha de tenir en compte que perquè un transecte sigui útil, l'estudi vegetal s'ha d'acompanyar per les dades ambientals. La posició del transecte s'indicarà amb claredat i precisió a la zona indicada i després es prenen dades d'espècies i individus. Aquest mètode d'inventari ha estat utilitzat per a l'estimació de cobertura d'espècies a zones que s'ajustin be a la seva mobilitat. Les realitzacions dels transectes es duen a terme entre l'abril i el maig del 2016, per així obtenir una major diversitat d'espècies a zones estudiades. En obtenir les dades, es procedeix a l'anàlisi d'aquestes. El concepte de diversitat té un gran valor, sent un índex que té en compte, a més del nombre d'espècies d'una comunitat, el nombre d'individus de la mateixa. Un dels índex que s'utilitzen en aquest treball, i dels més emprats en estudis de diversitat és el de Shannon (H).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

On p_i és la proporció d'individus de l'espècie i a la mostra. Aquest índex varia entre un valor mínim ($H=0$; quan tots els individus són de la mateixa espècie) i un valor màxim ($H=\log_2(S)$; quan tots els individus es distribueixen equitativament entre les S espècies). Un dels altres índexs emprats és el de l'equitativitat, que es defineix com el quocient entre la diversitat i la diversitat màxima a la qual l'ecosistema podria arribar amb les S espècies de la mostra. Això ocorre quan tenim el mateix nombre d'individus de cada espècie. En el cas de la diversitat de Shannon, l'equitativitat (J) val.

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$$

$H_{\max} = \log S$

Tenim que l'equitativitat és màxima ($J=1$) quan hi ha el mateix nombre d'individus de cada espècie. També s'empra l'índex de Simpson (D), el qual mesura la probabilitat que dos individus escollits aleatòriament d'una mateixa mostra pertanyin a la mateixa espècie.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Amb aquest índex de Simpson es pot trobar l'índex de diversitat de Simpson (1-D), el qual mesura la probabilitat de que dos individus escollits aleatòriament d'una mateixa mostra pertanyin a distintes espècies.

Finalment, l'índex invers de Simpson ($\frac{1}{D}$) ens indica que el mínim valor és 1 (tan sols una espècie) i el màxim és S (riquesa d'espècies).

Amb l'ajuda d'aquests índexs podrem comparar les comunitats vegetals de les diferents zones de ribera. Les quals discutim i ens serveixen per dur a terme certes intervencions així com assegurar l'èxit de la restauració.

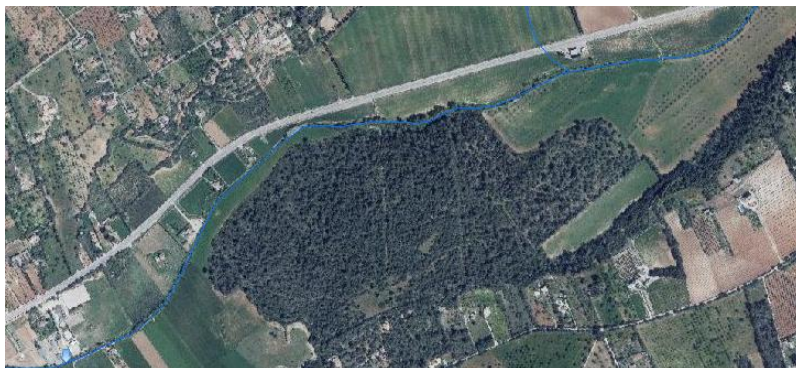
6. Resultats

6.1. Informe Ambiental

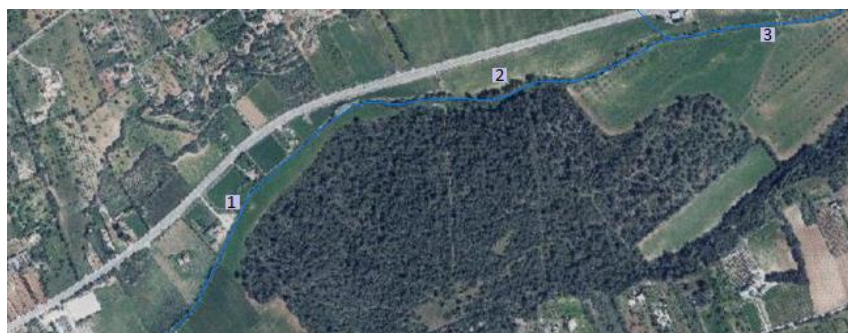
6.1.1. Zonificació

L'àrea d'estudi com s'ha dit es localitza al torrent Solleric en el seu pas per el pla de Mallorca, concretament entre el llogaret de Biniali i el municipi de Sencelles abans del seu abocament al torrent de Pina. La superfície d'estudi es basa en la vegetació de ribera d'aquest. La zona estudiada te una longitud de 1.8 km de principi a fi.

El tram de torrent estudiat passa per zones semiurbanes, agrícoles i naturals. S'Obté així una visió global de l'estat del torrent sotmès a diferents condicions ambientals i d'influències. L'explotació general de la zona és alta. Havent eliminat quasi tota la vegetació de ribera a la zona rural i semiurbana. Tan sols en una petita secció és conserva vegetació de ribera, amb les espècies: *Pinus halepensis*, *Pistacea lentiscus*, *Olea europaea sylvestris*, *Populus nigra*, *Myrtus communis* i *Vinca difformis* entre d'altres. L'estructura del paisatge és molt heterogènia, formant un mosaic complex. Podem observar, no obstant, una matriu predominantment agrícola envoltant el torrent.



Per poder dur a terme millor l'estudi, hem dividit el tram de torrent en tres zones tipus que representen el recorregut semiurbà, natural i rural. En la següent imatge podem observar on s'han situat les zones en el tram de torrent. D'aquesta manera: (1) zona semiurbana, (2) zona natural i (3) zona rural.



6.1.2. Mostreig vegetal i diversitat

Al llarg de tot el tram de torrent hauríem de trobar unes característiques semblants i en alguns casos, és així. No obstant, la pressió humana a l'entorn ha estat forta en el passat i continua actualment. D'aquesta manera, avui en dia trobem tres zones diferenciades en el mateix tram i a poca distància entre si.

La vegetació de ribera és escassa en diversitat a la zona semiurbana (1), amb una espècie dominant damunt les altres (*Rubus ulmifolius*). A la zona natural (2), tenim una gran diversitat d'espècies amb predominança de *Populus nigra* si es compara amb les altres dues zones més degradades. Per tant, podem dir que aquesta serà la nostra imatge objectiu a tot el tram. També a la zona (2) trobem presència microfaunística i possibles hàbitat per altres espècies. Finalment la zona agrícola (3) és la més degradada de les tres i a la qual s'haurà de restaurar de manera més intensa. Per comparar vegetació entre la zonificació realitzada en el tram, es mostren els resultats següents del mostreig, amb els respectius índexs de diversitat i discussió.

Zona 1 - Semiurbana

Espècie	Família	Introducció	Hàbitat
<i>Amaranthus sp</i>	Amaranthaceae	SI	Camps
<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiaceae	NO	Camins/ camps
<i>Bifora radians</i>	Apiaceae	NO	Sembrats
<i>Pastinaca sativa</i>	Apiaceae	NO	Vorereres de camins
<i>Conium maculatum</i>	Apiaceae	NO	Vorereres de camins/torrents
<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae	NO	Vorereres de camins
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Asteraceae	NO	Vorereres de camins
<i>Silybum marianum</i>	Asteraceae	NO	Vorereres de camins
<i>Cirsium monspessulanum</i>	Asteraceae	NO	Humit/torrents
<i>Borago officinalis</i>	Boraginaceae	NO	Vorereres de camins
<i>Brassica fruticulosa</i>	Brassicaceae	NO	Camins/ camps
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	Brassicaceae	NO	Camins/ camps
<i>Eruca sativa</i>	Brassicaceae	NO	Vorereres de camins/camps
<i>Asparagus acutifolius</i>	Liliaceae	NO	Garriga
<i>Malva sylvestris</i>	Malvaceae	NO	Vorereres de camins
<i>Olea europaea sylvestris</i>	Oleaceae	NO	Camps
<i>Arundo sp</i>	Poaceae	SI	Vorereres de camins/torrents
<i>Avena fatua</i>	Poaceae	NO	Vorereres de camins/torrents
<i>Hordeum sp</i>	Poaceae	NO	Camins/ camps
<i>Cynodon sp</i>	Poaceae	NO	Vorereres de camins/torrents
<i>Holcus sp</i>	Poaceae	NO	Humit/torrents
<i>Agropyron repens</i>	Poaceae	NO	Humit/torrents
<i>Lolium sp</i>	Poaceae	NO	Vorereres de camins
<i>Agrostis sp</i>	Poaceae	NO	Vorereres de camins
<i>Brachypodium sp</i>	Poaceae	NO	Camps
<i>Carex sp</i>	Poaceae	NO	Humit/torrents
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulaceae	NO	Camps
<i>Rubus ulmifolius</i>	Rosaceae	NO	Vorereres de camins/torrents
<i>Rubus caesius</i>	Rosaceae	NO	Humit/torrents
<i>Rubia peregrina</i>	Rubiaceae	NO	Garriga
<i>Verbascum sinuatum</i>	Scrophulariaceae	NO	Vorereres de camins
<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae	NO	Humit/torrents

Zona 2 - Natural

Espècie	Família	Introducció	Hàbitat
<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae	SI	Camps
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amaranthaceae	SI	Camps
<i>Pistacea lentiscus</i>	Anacardiaceae	NO	Garriga
<i>Apium nodiflorum</i>	Apiaceae	NO	Humit/torrents
<i>Conium maculatum</i>	Apiaceae	NO	Voreres de camins/torrents
<i>Daucus carota</i>	Apiaceae	NO	Voreres de camins
<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiaceae	NO	Camins/ camps
<i>Smirnyium olusatrum</i>	Apiaceae	NO	Humit/torrents
<i>Vinca difformis</i>	Apocynaceae	NO	Voreres de camins/torrents
<i>Achillea ageratum</i>	Asteraceae	SI	Humit/torrents
<i>Gnaphalium luteo</i>	Asteraceae	NO	Humit/torrents
<i>Lapsana communis</i>	Asteraceae	NO	Humit/torrents
<i>Picris echinoides</i>	Asteraceae	NO	Humit/torrents
<i>Sonchus asper</i>	Asteraceae	NO	Humit/torrents
<i>Xanthium echinatum</i>	Asteraceae	SI	Humit/torrents
<i>Ecballium ellaterium</i>	Cucurbitaceae	NO	Humit/torrents
<i>Carex muricata</i>	Cyperaceae	NO	Humit/torrents
<i>Dioscorea communis</i>	Dioscoreaceae	NO	Humit/torrents
<i>Equisetum sp</i>	Equisetaceae	NO	Humit/torrents
<i>Geranium dissectum</i>	Geraniaceae	NO	Humit/torrents
<i>Mentha sp</i>	Lamiaceae	SI	Humit/torrents
<i>Althaea sp</i>	Malvaceae	NO	Humit/torrents
<i>Malva sylvestris</i>	Malvaceae	NO	Voreres de camins
<i>Myrtus communis</i>	Myrtaceae	NO	Humit/torrents
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Oleaceae	SI	Humit/torrents
<i>Olea europaea sylvestris</i>	Oleaceae	NO	Camps
<i>Epilobium hirsutum</i>	Onagraceae	NO	Humit/torrents
<i>Epilobium tetragonum</i>	Onagraceae	NO	Humit/torrents
<i>Chelidonium majus</i>	Papaveraceae	NO	Humit/torrents
<i>Pinus halepensis</i>	Pinaceae	NO	bosc
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	Poaceae	NO	Camps
<i>Ranunculus sp</i>	Ranunculaceae	NO	Humit
<i>Rosa canina</i>	Rosaceae	NO	Voreres de camins
<i>Rubus caesius</i>	Rosaceae	NO	Humit/torrents
<i>Rubus ulmifolius</i>	Rosaceae	NO	Voreres de camins/torrents
<i>Asperula laevigata</i>	Rubiaceae	NO	Humit/torrents
<i>Populus nigra</i>	Salicaceae	SI	Camp
<i>Scrophularia auriculata</i>	Scrophulariaceae	NO	Humit/torrents
<i>Celtis australis</i>	Ulmaceae	SI	Camp
<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae	NO	Humit/torrents

Zona 3 - Rural/Agrícola

Espècie	Família	Introducció	Hàbitat
<i>Olea Europaea</i>	Oleaceae	NO	Camps
<i>Avena fatua</i>	Poaceae	NO	Voreres de camins/torrents
<i>Hordeum sp.</i>	Poaceae	NO	Camins/Camps
<i>Cynodon sp.</i>	Poaceae	NO	Voreres de camins/torrents
<i>Malva sylvestris</i>	Malvaceae	NO	Voreres camins
<i>Crysanthemum coronarium</i>	Asteraceae	NO	Voreres camins
<i>Verbascum sinuatum</i>	Scrophulariaceae	NO	Voreres de camins
<i>Rubus caesius</i>	Rosaceae	NO	Humit/torrents
<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae	NO	Humit/torrents
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulaceae	NO	Camps
<i>Rubus ulmifolius</i>	Rosaceae	NO	Voreres de camins/torrents
<i>Agrostis sp</i>	Poaceae	NO	Voreres de camins
<i>Brassica fruticulosa</i>	Brassicaceae	NO	Camins/ camps
<i>Pastinaca sativa</i>	Apiaceae	NO	Voreres de camins
<i>Conium maculatum</i>	Apiaceae	NO	Voreres de camins/torrents
<i>Pistacea lentiscus</i>	Anacardiaceae	NO	Garriga
<i>Celtis australis</i>	Cannabaceae	SI	Camp
<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae	NO	Voreres de camins
<i>Lolium sp</i>	Poaceae	NO	Voreres de camins

Comparació de la diversitat a diferents zones del tram

Zona 1

N ^a espècies	34
H (Shannon)	4,71428678
Hmáx	5,08746284
J (equitabilitat)	0,9266479
D (Simpson)	0,04538248
1-D (Índex de diversitat)	0,95461752
1/D (índex invers Simpson)	22,0349345

Zona 2

N ^a espècies	40
H (Shannon)	5,05757019
Hmáx	5,32192809
J (equitabilitat)	0,95032667
D (Simpson)	0,03450968
1-D (Índex de diversitat)	0,96549032
1/D (índex invers Simpson)	28,9773775

Zona 3

N ^a espècies	19
H (Shannon)	3,8977364
Hmáx	4,24792751
J (equitabilitat)	0,91756189
D (Simpson)	0,07916824
1-D (Índex de diversitat)	0,92083176
1/D (índex invers Simpson)	12,6313276

Respecte als índexs de Shannon, s'obtenen resultats esperats. La zona 2 és la que obté un major índex de diversitat (5), seguit per la zona 1 (4.7) i com a àrea menys diversa, s'hi troba la zona 3 (3.9). Com a explicació es conclou que un hàbitat natural, constituït per espècies autòctones acaba sent més divers que altres zones desestabilitzades. A la zona 1, el bosc en galeria que hi existeix, permet que la vegetació es diversifiqui, sigui de tipus esciòfil i deixi espai per a més espècies. En canvi a la zona 2, la gran densitat d'una sola espècie no permet que altres la puguin colonitzar. A més, l'àrea rep una insolació constant, per la qual cosa hi són molt presents espècies espinoses i arbustives. Finalment a la zona 3, la poca quantitat de vegetació existent es manifesta a l'índex de diversitat. L'erosió es forta i tota l'àrea es troba colonitzada per vegetació al·lòctona. D'aquesta manera ens demostra i justifica la restauració necessària de la zona 1 i 2 i el manteniment de la 3, ja que el bosc en galeria i la creació d'un microhàbitat ombrívol, millora la diversitat a les zones de torrent.

Per altra banda els índexs d'equitabilitat són semblants als tres casos i no proporcionen informació útil per a la restauració posterior a l'informe.

Finalment l'índex de Simpson confirma definitivament que el nostre estudi es troba dins l'esperat, ja que fent referència al conjunt d'individus, el valor més baix ha de pertànyer a la zona natural (2).

Gràcies a aquests índexs obtenim la justificació quantitativa respecte a diversitat per a poder dur a terme la restauració. Entenent que de les zones estudiades, la més degradada és la que es troba a la zona agrícola, seguit de la que es troba vora àrea urbana.

6.1.3. Seccions tipus

Respecte a la zonificació, a continuació s'explica una breu descripció d'una secció tipus, agafada com a estàndard a tota la zona. (4)

Secció – Zona 1

Se'ns presenta amb una banda de ribera de tipus agrícola (camps de secar) i l'altre de tipus urbà, amb construccions al llarg del tram. El degradat de la zona es moderat i es pot veure a simple vista. És notable la poca quantitat d'arbrat i la dominació de plantes arbustives. El torrent presenta seccions totalment obstruïdes per vegetació espinosa. Hi són presents més espècies típiques de camp, que espècies d'hàbitats humits. La insolació és abundant i al llit del torrent creix una vegetació d'herbàcies anuals densa. A tot el tram hi es present la paret seca.

- Espècies autòctone representatives: *Rubus caesius*, *Rubus ulmifolius*, *Agropyron repens*, *Cirsium monspessulanum*, *Foeniculum vulgare* entre d'altres.
- Espècies al·lòctones representatives: *Amaranthus* sp, *Arundo donax*, *Avena fatua*, *Hordeum* sp entre d'altres

Secció – Zona 2

Estat seminatural, amb influència antròpica. Malgrat això tenim bosc de ribera amb espècies com el *Pinus halepensis*, *Populus alba*, *Fraxinus angustifolia*, *Celtis australis* que creen bosc de galeria, juntament amb *Pistacea lentiscus* i *Myrtus communis* creixent a la ribera. La vegetació al llit dels torrent és menys densa que a la secció 1 i hi trobem espècies com *Hedera helix* i *Vinca difformis*. Malgrat això trobem més diversitat d'espècies. La profunditat també és menys elevada i presenta un pendent no gaire pronunciat. Presenta paret seca a part del tram.

- Espècies autòctones representatives: *Populus alba*, *Fraxinus angustifolia*, *Celtis australis*, *Myrtus communis* entre d'altres.
- Espècies al·lòctones representatives: *Amaranthus* sp, *Achillea ageratum* entre d'altres.

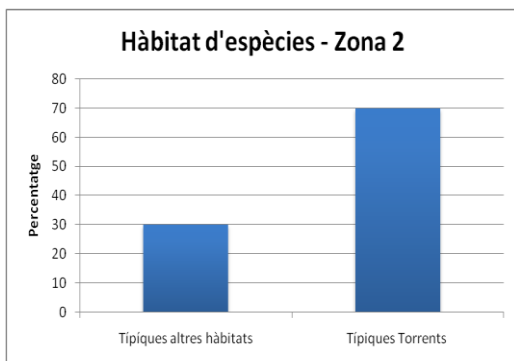
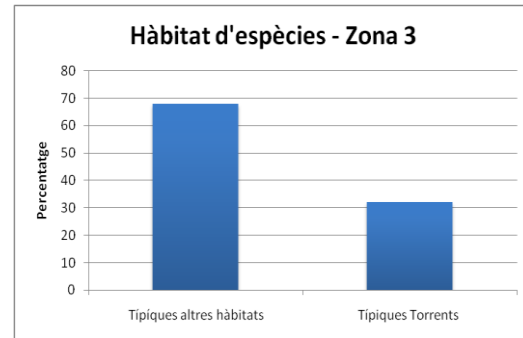
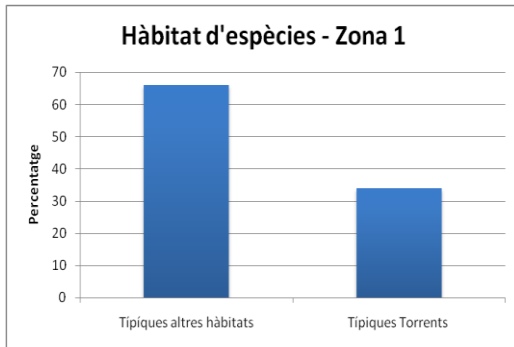
Secció – Zona 3

En aquesta estació es troba la pèrdua de la paret en sec i la disminució gradual de vegetació a la ribera . Primerament ens trobem una cobertura vegetal moderada, que va disminuint al llarg del torrent fins arribar a ser quasi inexistent. En aquesta part, no s'hi troba bosc de galeria i les úniques espècies vegetals a primera vista trobades són l'ullastre (*Olivea europaea sylvestris*) i la mata (*Pistacea lentiscus*). Comença a fer-se present erosió vora la ribera de torrent. La zona agrícola no deixa cap espai per la ribera. La profunditat es menys elevada que a les anteriors estacions. Insolació molt elevada. Forta degradació.

- Espècies autòctones representatives: *Rubus ulmifolius*, *Celtis australis* entre d'altres
- Espècies al·lòctones representatives: *Avena fatua*, *Hordeum* sp, *Cynodon* sp entre d'altres

6.1.4. Classificació d'espècies per hàbitats

A continuació es mostren gràfiques del percentatge de vegetació per hàbitat humit o no:



S'observa que tan sols l'àrea natural, presenta una major quantitat de vegetació autòctona de torrent/zones humides, com era d'esperar. Per altra banda, les dues zones degradades, com ja s'ha comentat, presenten major proporció de plantes que no són típiques de torrents, és a dir en aquest cas parlarem de vegetació al·lòctona. Per tant es pot concloure que la vegetació existent a les zones 1 i 3 ha perdut la seva funció i ecotò com a vegetació de ribera.

6.2. Restauració

A partir de l'informe ambiental anterior es procedeix a dur a terme la restauració. A les tres zones es duran a terme diferents tipus d'intervenció però amb les mateixes bases, les quals seran:

- i. Identificar els nuclis de vegetació al·lòctona a les rieres estudiades, i de la vegetació pròpia de les zones de ribera a potenciar.
- ii. Realitzar una eliminació mecànica i natural de la vegetació al·lòctona.
- iii. Construcció de paret en sec i tanques.
- iv. Neteja del llit de torrent
- v. Realitzar sembres d'espècies de ribera a zones treballades
- vi. Proposta d'ampliació de ribera
- vii. Seguiment de les zones restaurades

Separarem les intervencions per les tres zones que s'han preparat al llarg del recorregut del torrent. Per tant, tenim la restauració total de la zona 1 en un tram de 542 metres. A la zona dos, de 525 metres, s'hi farà una restauració parcial de millora i acondicionament, així com també, la sembra d'espècies pròpies per donar continuïtat a tot el tram. Finalment a la zona 3, es realitzarà una restauració total fins al final, uns 738 metres. A continuació podem observar les zones a intervenir, les quals tindran una longitud total de 1.85 km.

6.2.1. Zona urbana

La restauració de la zona urbana consistirà principalment a aclarir la vegetació existent, millorar el llit del torrent i plantació d'espècies llenyoses a la ribera. Dins les actuacions d'aquest indret s'ha de tenir en compte la influència de les cases rurals vora el torrent. Per tant les actuacions de restauració sempre s'informaran a dits propietaris per la màxima cooperació. Per tant, en aquest cas el procediment a realitzar serà:

- **Eliminació d'espècies al·lòctones.** Les espècies al·lòctones hi són abundants, no obstant quasi totes de tipus herbaci, per la qual cosa es treballarà de manera ràpida.
- **Aclarides de *Rubus ulmifolius*.** L'espècie amb més presència i més densa en aquest cas es la rosacea *Rubus ulmifolius*. Per la qual cosa, els treballs de restauració es centraran amb un aclarat general, però no amb l'eliminació d'aquesta. S'hauran d'aclarir ambdós costats en els 542 metres.
- **Millora dels marges i el terreny (elevacions).** A quasi tota la zona 1 els marges estan en mal estat. Es procedirà a una millora i a la construcció de pedra en sec per a la millora de la infiltració d'aigües.
- **Plantació general d'espècies arbòries autòctones i acordades :** *Fraxinus angustifolia*, *Celtis australis*, *Myrtus communis* i espècies a consensuar amb els propietaris entre les quals: *Punica granatum*, *Crataegus monogyna*, *Sorbus domestica*, *Laurus nobilis* i *Ficus carica*. A part de plantacions generals d'arbrat, també es plantaran aleatòriament cada 20 metres *Hedera helix* i *Vinca difformis* als marges ja restaurats. La sembra d'arbrat es realitza tenint en compte l'arbrat existent i les condicions de degradació del lloc escollit.
- **Proposta per l'ampliació de la vegetació de ribera.** En haver acabat totes les actuacions anteriors es proposarà una ampliació de la zona de ribera, per poder dur a terme en un futur, altres actuacions i així obtenir bosc de ribera en estat òptim segons la situació.

6.2.2. Zona natural

La zona seminatural presenta un estat òptim si tenim en compte la influència exercida damunt aquesta zona. En aquest cas es realitzarà una restauració parcial de la zona i una millora de les condicions. Les intervencions es realitzaran en 525 metres. Per tant, es procedirà a:

- **Eliminació d'al·lòctones:** A les zones de transició de la zona 1-2 i 2-3 trobem una quantitat moderada d'espècies al·lòctones, les quals s'hauran d'eliminar de manera manual.
- **Aclarides d'arbrat:** L'espècie més present en aquesta zona és *Populus nigra* i ha colonitzat molt abundantment la zona de ribera. S'haurà de realitzar un aclarit d'aquesta espècie i eliminar els rebrotos que creixen als marges

- **Millora dels marges i el terreny (elevacions):** Es construirà paret seca mitjançant tècniques blanques a la zona on no n'hi havia. La construcció pretén millorar la infiltració i evitar l'erosió dels marges.
- **Sembra general d'espècies arbòries autòctones i construcció de tancats:** *Celtis australis*, *Fraxinus angustifolia*, *Myrtus communis*, *Hedera helix* i *Vinca difformis*.
- **Proposta d'ampliació de la vegetació de ribera:** Com a totes les zones es procedirà a un posterior seguiment i reposició d'arbrat mort, juntament amb una proposta de futur per l'ampliació de la zona riberenca.

6.2.3. Zona rural

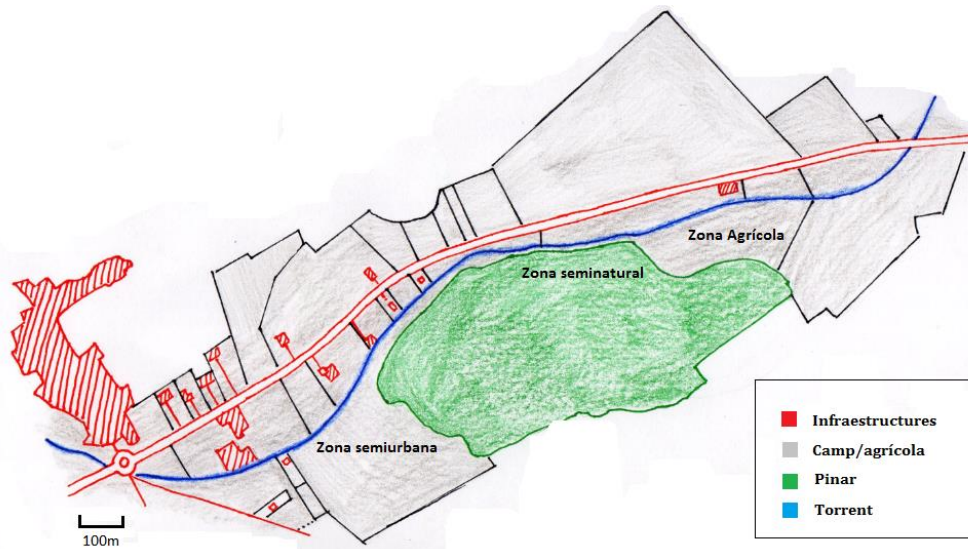
La zona rural és la més degradada del torrent per tant s'haurà de realitzar una intervenció més. La vegetació i és poc densa i esta colonitzada per espècies típiques del camp agrícola. No existeix tancat envers la matriu agrícola que l'envolta, així com tampoc hi ha presència de marges. No es procedirà a eliminar espècies al·lòctones ja que són de tipus herbaci i s'espera que s'eliminin de manera natural. Per tant les intervencions a dur a terme seran:

- **Construcció de marges:** Es procedirà a construir marges de tipus pedra en sec, sense eliminar la poca vegetació existent.
- **Construcció de tanca i elevació del terreny:** Separació del torrent de la zona agrícola per evitar que la ramaderia entri i no es pugui produir la successió ecològica
- **Identificació d'espècies actuals:** Per tal de millorar l'eficiència de la restauració es procedirà a situar les espècies actuals de tipus arbustiu per després plantar-hi espècies autòctones arbòries.
- **Plantació d'espècies arbòries prèviament consensuades amb l'agricultor i protecció:** Plantar espècies arbòries que siguin de profit per l'agricultor, a la vegada que compleixen el criteri per ajudar a la successió natural. No obstant, també es plantaran autòctones a zones específiques.
- **Proposta per ampliació i seguiment:** Proposta d'ampliació de la zona riberenca i seguiment de la vegetació.

6.2.4. Plànols de la proposta de restauració



Aerofotografia de la zona del torrent a restaurar. Es pot observar el recorregut per les tres zones diferenciades



Plànol general del tram de torrent Solleric on s'observa la matriu predominant agrícola, damunt altres zones envoltant al torrent. És per destacar la zona natural, havent-hi una gran zona boscosa vora el curs fluvial. També es destacable, la proximitat a la carretera, la qual cosa ajuda a la intervenció, en el cas de mobilitat, respecte a maquinària.

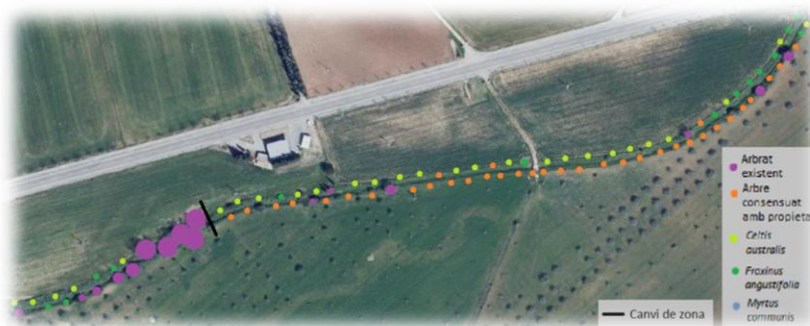
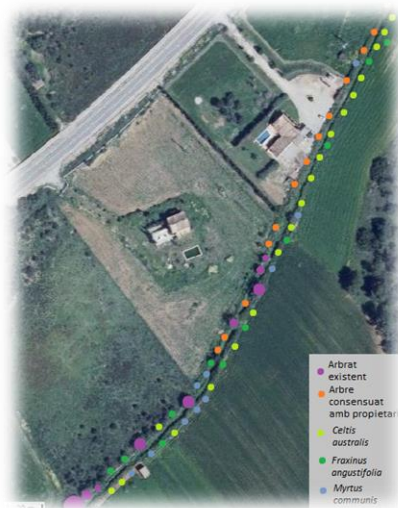


Plànol general de la zonificació establerta per dur a terme la restauració. Vermell:zona semiurbana, Verd:zona natural i Blau: Zona agrícola. En total representa una distància d'intervencions de 1.8km.

Sembres programades a tot el tram

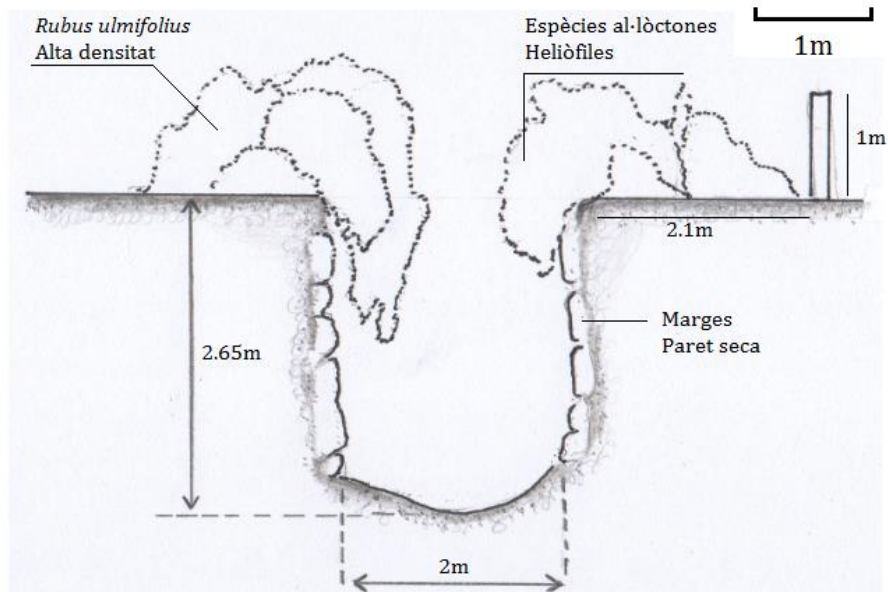
En total la sembra serà de 164 arbres de diferents espècies, que es posicionaran en els llocs indicats en els següents plànols, segons la seva viabilitat de supervivència i la conveniència. Entre aquestes espècies:

- 62 *Celtis australis*
- 39 *Fraxinus angustifolia*
- 14 *Myrtus comunis*
- 49 arbres consensuats prèviament amb els propietaris. A triar: *Sorbus domestica*, *Laurus nobilis*, *Crataegus monogyna*, *Punica granatum* i *Ficus carica*.
- D'altra banda també es procedirà a la sembra de *Hedera helix* i *Vinca difformis*, de manera aleatòria si hi és necessari, als marges del torrent. Per això s'obtenen 45 individus de cada espècie.

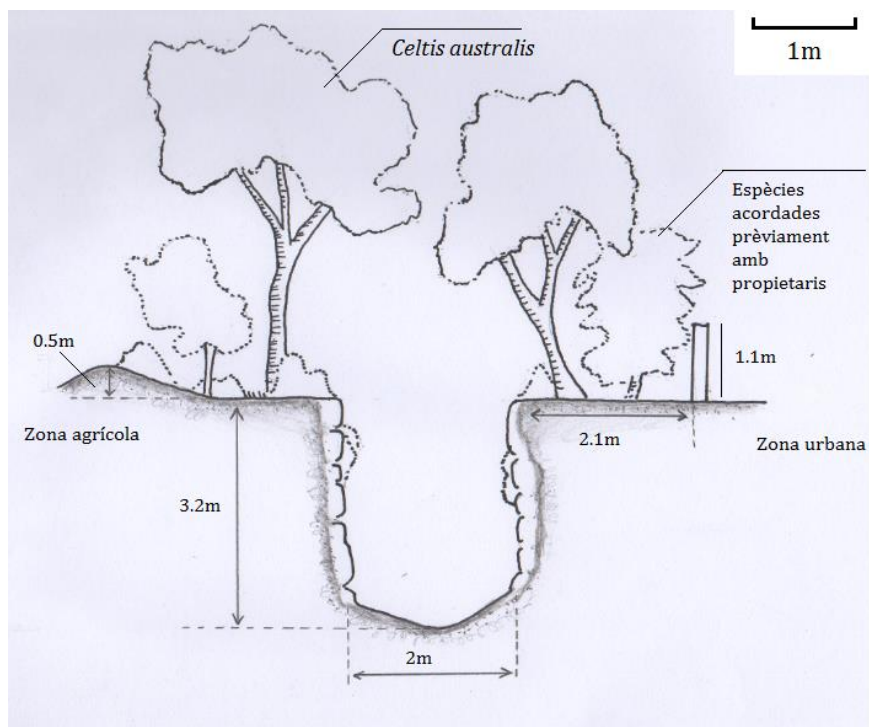


Seccions tipus abans i proposta de restauració

Zona semiurbana

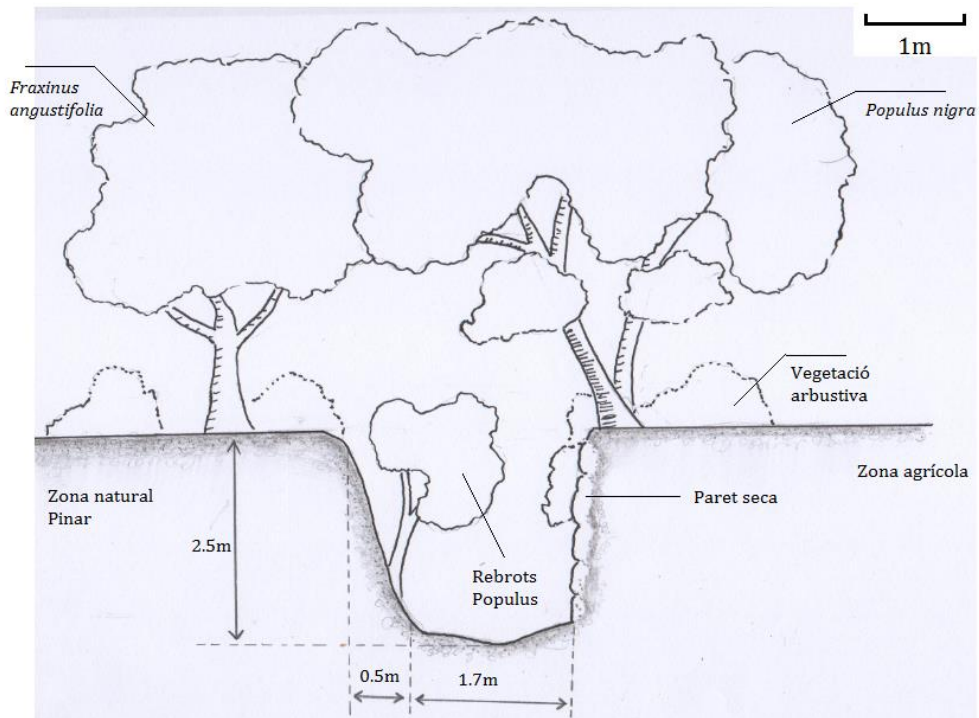


Secció tipus de la zona semiurbana. Estat actual

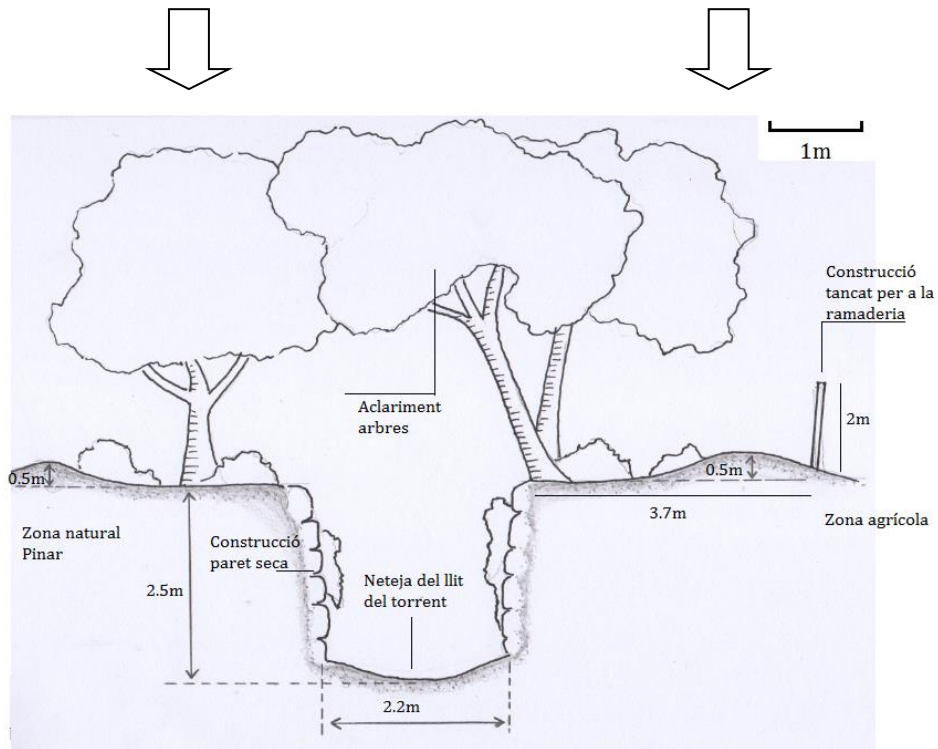


Secció restaurada. Visualització a llarg termini

Zona natural

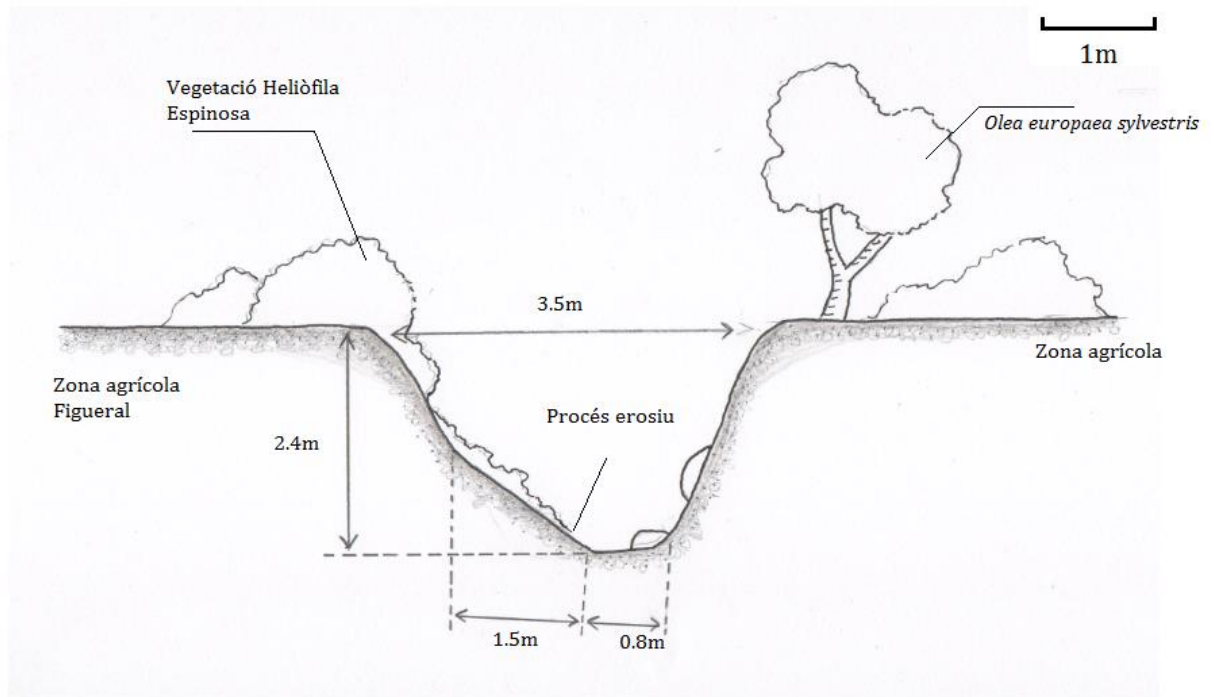


Secció tipus de la zona natural. Estat actual

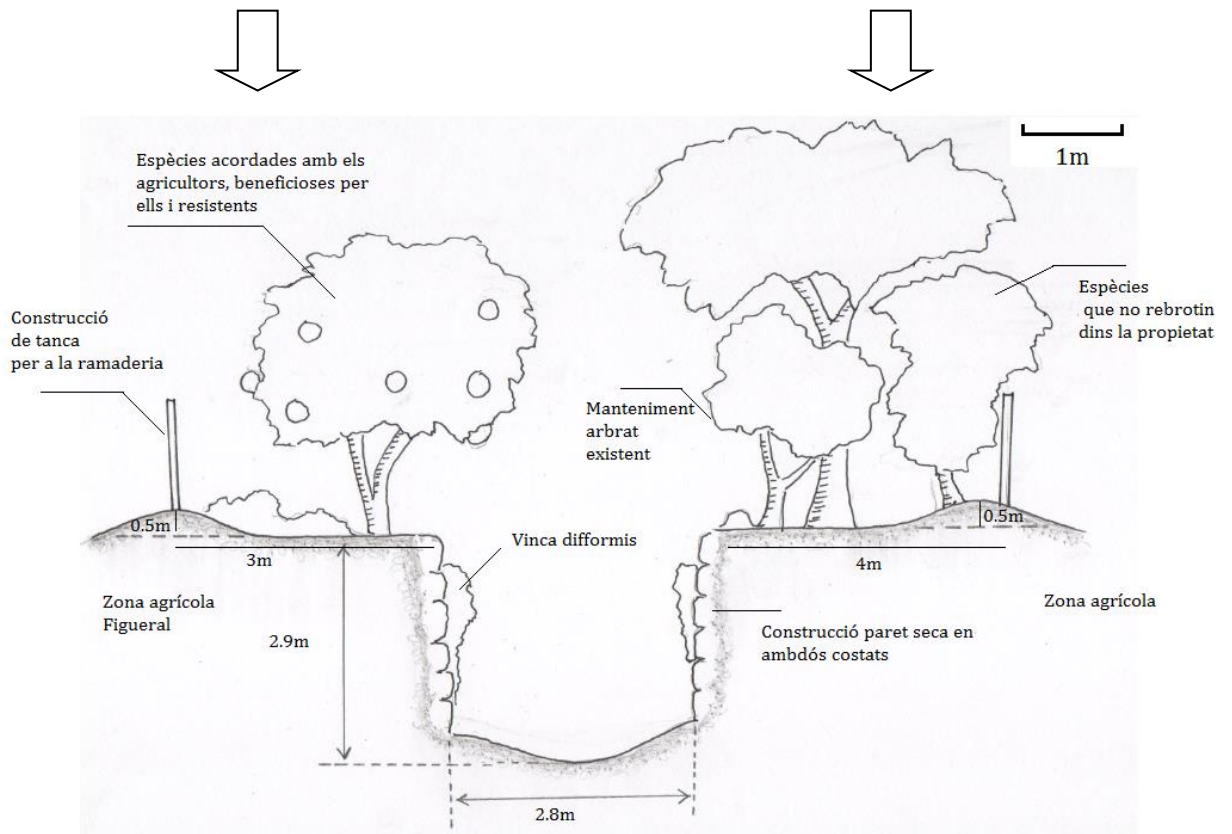


Secció restaurada. Visualització a llarg termini

Zona Rural/Agrícola



Secció tipus zona agrícola. Estat actual



Secció restaurada. Visualització a llarg termini

6.2.5. Calendari d'intervencions

Unitat d'actuació	Tipus intervenció	Zones/metres	Dates
Zona 1	Eliminació espècies al·lòctones	A tota la zona: 541m	10/02/17-15/02/17
Zona 1	Aclarides de vegetació	A tota la zona: 541m	10/02/17-15/02/17
Zona 1	Millora dels marges	A tota la zona: 541m	15/02/17-05/03/17
Zona 1	Sembra	Disposició segons plànol: 541 m	05/03/17-30/03/17
Zona 1	Protecció de la sembra	A tota la zona: 541 m	05/03/17-30/03/17
Zona 1	Seguiment i proposta d'ampliació	En general a tota la zona	01/06/17-30/06/17
Zona 2	Eliminació al·lòctones	A tota la zona: 525m	10/07/17-15/07/17
Zona 2	Aclarides d'arbrat	On pertoqui	10/07/17-15/07/17
Zona 2	Millora i construcció marges	A tota la zona: 525m	15/07/17-05/08/17
Zona 2	Sembra i protecció	On pertoqui, segons el plànol	05/07/17-30/07/17
Zona 2	Tancat de la zona riberenca	A tota la zona: 525m	05/07/17-30/07/17
Zona 2	Seguiment i proposta d'ampliació	A tota la zona: 525m	01/09/17-20/09/17
Zona 3	Construcció de marges (pedra seca)	A tota la zona: 738m	10/10/17-20/10/17
Zona 3	Construcció tancat i elevacions terreny.	A tota la zona: 738m	10/10/17-20/10/17
Zona 3	Identificació i protecció d'espècies actuals	On pertoqui, plànol	05/11/17-14/11/17
Zona 3	Sembra i protecció	On pertoqui, plànol	15/11/17-20/11/17
Zona 3	Seguiment i proposta d'ampliació	A tota la zona: 738m	01/12/17-20/12/17

Les intervencions de la restauració plantejada tenen una durada de 10 mesos. No obstant això se l'hi ha d'afegir un seguiment posterior de 3 anys, en les quals es realitzaran:

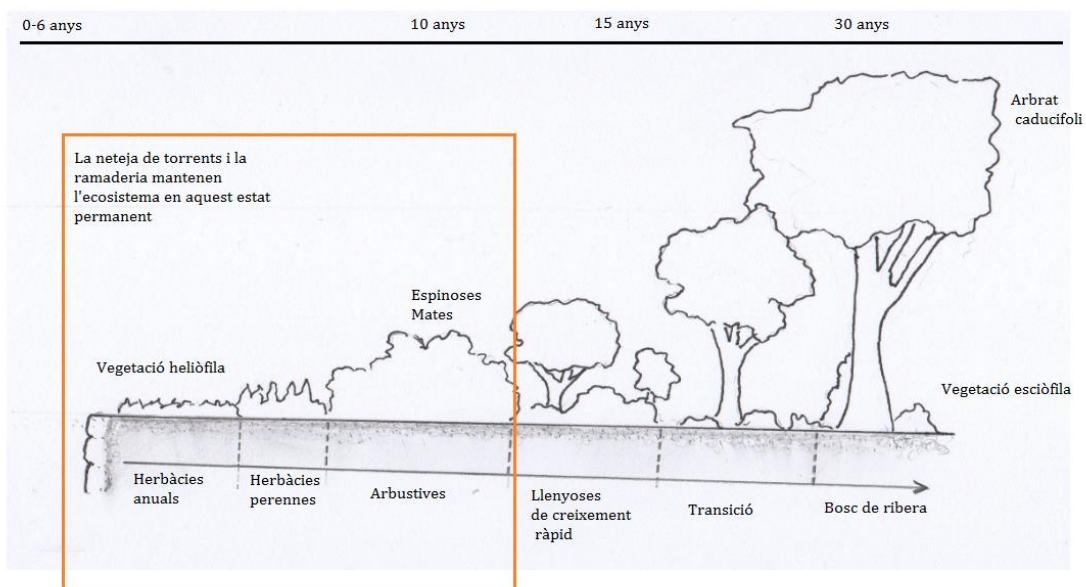
- Regs posteriors a l'execució
 - 9 regs el primer any
 - 6 regs el segon any
 - 3 regs el tercer any
- Substitució d'espècies arbòries que no hagin sobreviscut durant aquest tres anys.
- Manteniment: 4 neteges anuals durant 3 anys

6.3. Successió esperada

Gràcies a la intervenció duta a terme s'espera que la zona riberenca pugui acabar formant bosc de galeria envers el torrent i així obtenir el bosc de ribera desitjat a tota la zona. La plantació de *Celtis* i *Fraxinus* són un al·licient per a la millora de la competència, i probabilitat de supervivència. No obstant, la plantació de noves espècies autòctones s'haurà d'observar a llarg termini.

S'espera que les plantes arbustives tipus *Rubus ulmifolius*, *Myrtus communis* i *Pistacea lentiscus* ajudin a la successió cap al bosc de l'etapa final. Aquestes actuen com a protecció durant les primeres etapes de l'arbrat, per tant és important no eliminar-les.

Quan l'arbrat tingui un creixement o altura moderada creant un microhàbitat ombrívol ja es podran observar els primers canvis a l'ambient. Degut a la formació del bosc de galeria envers el torrent i a la competència entre aquestes espècies, les plantes al·lòctones heliòfiles seran substituïdes gradualment per altres autòctones esciòfiles.



Representació de la successió esperada

6.4. Pressupost aproximat

MATERIALS

- Lloguer de maquinaria: 75 eur/dia → període 40 dies → 3000 eur
- Materials:
 - Graves i arenes: 2500 eur
 - Terres vegetals i composts: 1200 eur
- Material vegetal
 - *Fraxinus angustifolia* contenidors 10 l, 39 exemplars → Arbre: 15 eur → 585 eur
 - *Myrtus communis*, contenidors 10 l, 14 exemplars → Arbre: 9 eur → 126 eur
 - *Celtis australis*, contenidors 10 l, 62 exemplars → Arbre: 13 eur → 806 eur
 - ALTRES. *Sorbus domestica*, *Punica granatum* 10l, 35 exemplars → Preu estimat: 10 eur → 350 eur
 - *Hedera helix* i *Vinca difformis*: 90 exemplars → Enfiladissa : 5 eur → 450 eur

TOTAL: 9017 eur

TREBALLS

- Podes d'arbrat: 2155 eur
- Sombres i condicionament del perfil edàfic: 5000 eur
- Obres : 50000
 - Passarel·la
 - Paret seca 985m lineals
 - Marjades drenant tradicionals 150 m lineals

TOTAL: 58290 eur

SALARIS

- Ma d'obra:
 - Margers, 40h a 7 euros l'hora: 11200 eur
 - Maquinista 8h a 7 euros l'hora: 2240 eur
 - Peons 40h a 7 euros l'hora 11200 eur
 - 1 capatàs 40h a 10 euros l'hora: 16000 eur
- TOTAL: 40640 EUR

TREBALLS POST-EXECUCIÓ

- Pressupost de 100000 eur durant 3 anys

TOTAL PRESSUPOST PROJECTE: 207947 eur

7. Conclusió

Podem concloure que la restauració projectada tindrà conseqüències positives per a la millora ecològica del tram de torrent intervingut. Com s'ha vist en els índexs, amb una restauració, la diversitat podria augmentar, fins i tot on ja hi és en un alt nivell.

Les dades obtingudes de climatologia i geomorfologia del terreny, ens mostren un hàbitat apte per les espècies a plantar, les quals presenten resistència. A més, aquestes espècies també serien de profit per els agricultors dels voltant, els quals prenen part en el projecte.

Si en executar l'obra, les previsions futures per a la zona es compleixen s'haurà aconseguit variis dels objectius principals que s'havien plantejat. Un d'ells, crear un microclima ombrívol és essencial per a poder-se dur a terme la successió. Si passa d'aquesta manera, llavors plantes heliòfiles seran substituïdes per esciòfiles i plantes al·lòctones per autòctones.

Tot això a la vegada que millorem la gestió del torrent, en haver-hi menys arbust llenyós, millorem la connectivitat ecològica, el paisatgisme de la zona, mantenim i ampliam un refugi d'humitat en el mediterrani entre d'altres. També es millora la infiltració d'aigües subterrànies, gràcies a l'acció de la paret en sec i de l'arbrat de ribera, els quals eviten l'erosió del llit aguantant el sòl i afavoreixen la disminució de la hidràulica del torrent, millorant així la infiltració del torrent, a més d'afavorir una major producció primària, gràcies a la major quantitat d'aigües presents.

10. Bibliografia

1. Estrany, J. (2010, 04). Estudi hidrològic de la conca Pla de Sant Jordi T.M. de Palma de Mallorca. <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST259ZI73722&id=73722>.
2. Santandreu, G. (2008, 01). EL TORRENT DELS PICAROLS. <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/138426-189372-1-PB.pdf>.
3. Rey Benayas, J. (2003). *Restauración de Ecosistemas mediterráneos* (ed., Vol. 20, pp. 141-155). Alcalá, Aula abierta
4. Beschta, R.L y W.S. Platts. 1986. Morphological features of small streams: significance and function. *Water Research Bulletin* 22: 369-379
5. Gore, J.A. 1985. *The restoration of Rivers and streams: Theories and Experience*. Butterworth Publishers, Boston.
6. Garcia, C. (2008, 01). L'estudi de la conca de drenatge del torrent de na Borges detecta l'erosió dels sòls agrícoles al Pla de Mallorca. http://www.uib.eu/digitalAssets/128/128022_82_naborges.pdf
7. GIMÉNEZ, J. (2014, 01). HIDROGEOLOGIA DE LES ILLES BALEARS: LES MASSES D'AIGUA CÀRSTIQUES. <http://www.raco.cat/index.php/Endins/article/viewFile/290079/378361>
8. Pino, J. (1999, 06). L'ecologia del paisatge: un nou marc de treball per a la ciència de la conservació. *Lletres de batalla*, 67,
9. FEINSINGER, P. (2013, 06). Research methodologies in applied and basic ecology: which am I following, and why?. *REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL*, 86,
10. 10. (2009, 11). PLA DIRECTOR SECTORIAL DE CARRETERES (ILLA DE MALLORCA). 1.5. *Geologia, orografia, hidrologia i climatologia, Annex 1*
11. 11. (2009, 11). ARBRES I BOSCOS DE LES ILLES BALEARS. *Galeria Balear d'espècies*, 8
12. 12. D. (2009, 11). Metodologia de Estudios de Línea de Base. *Pensamiento Crítico*.
13. 13. (2016, 06). Proyecto de recuperación y puesta del bosque de ribera del río Tormes, para la creación del espacio de uso público Arte Emboscado en el Término Municipal de Juzbado. Salamanca". *Arte emboscado*

