

---

This is the **published version** of the bachelor thesis:

Crespo Ávila, Sergio; Fernández Fernández, Jorge; Pons Andreu, Matias; [et al.].  
El canvi global en el sistema càrstic a la muntanya d'Alinyà. 2021. (1435 Grau  
en Ciències Ambientals)

---

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/266002>

under the terms of the  license



Universitat Autònoma  
de Barcelona

*TREBALL DE FI DE GRAU DE  
CIÈNCIES AMBIENTALS*

El canvi global en el sistema càrstic  
a la muntanya d'Alinyà

Sergio Crespo Avila, Jorge Fernández Fernández, Matias Pons Andreu, Miriam  
Sánchez de Paco

Treball tutoritzat per: Roser Maneja i David Molina

Bellaterra, 2020/2021

# ***El canvi global en el sistema càrstic a la muntanya d'Alinyà.***

Autors:

Sergio Crespo Avila, Jorge Fernández Fernández, Matias Pons Andreu i Miriam Sánchez

Tutors:

Dra. Roser Maneja Zaragoza

Dr. David Molina Gallart

Bellaterra, Catalunya. Gener 2021.

Universitat Autònoma de Barcelona



Es permet la reproducció total o parcial, la comunicació pública de l'obra i la creació d'obres derivades, sempre que no sigui amb finalitats comercials i que es distribueixin sota la mateixa llicència que regula l'obra original. Cal que es reconegui l'autoria de l'obra original.

Font del logo: Creative Commons, 2020

Cita recomanada:

Crespo, S., Fernández, J., Pons, M. & Sánchez, M. (2021). El canvi global en el sistema càrstic a la muntanya d'Alinyà. Treball de Fi de Grau. Universitat Autònoma de Barcelona.

## **Agraïments**

En primer lloc, volem començar donant les gràcies a cadascuna de les persones que han participat en la realització d'aquest treball.

Primerament, res d'això hauria estat possible sense l'ajuda dels nostres tutors David Molina i Roser Maneja. Volem agrair la seva orientació i el suport que ens han proporcionat des del començament del treball. També els consells i les correccions que han anat fent, i sobretot l'assessoria i motivació en els moments on més dubtàvem. També volem agrair a la Sarah Paradís per assistir a les presentacions i donar-nos diferents consells de millora.

Una altra persona a qui volem agrair és el Marc de la fonda de La Lluïsa del Peretó per la seva hospitalitat, amabilitat i donar-nos la possibilitat de poder allotjar-nos en aquests temps tan complicats que ha representat el 2020.

Volem agrair també al Departament de Geografia de la UAB, per facilitar-nos material de camp i el laboratori per dur a terme les anàlisis del sòl; el Pere del CREAF, Mireia Banqué, Fermí Garriga, Olga Margalef i diverses persones que han contribuït i ens han ajudat amb el que han pogut, com els companys de carrera Jordi Martín i Laia Casas.

Per últim, agrair a les nostres famílies i amics el suport que sempre proporcionen.

Bellaterra, 28 de gener de 2021.

Aquest treball combina els coneixements de les ciències ambientals i de la geologia per a explicar els efectes del canvi global en el sistema càrstic de la muntanya d'Alinyà. La zona d'estudi és propietat de la fundació Catalunya - La Pedrera, on s'han realitzat més de quaranta treballs de final de grau en els últims anys. No obstant, no s'han realitzat estudis sobre aquest tipus d'estructures geològiques a la zona, malgrat de la importància que presenten.

En el present treball s'explica l'efecte del canvi global a la zona, fent èmfasi a la relació amb el canvi d'usos i cobertes de sòl i dels efectes del canvi climàtic. En aquest procés intervenen factors naturals i socioeconòmics, de manera que es necessita una visió interdisciplinària per a entendre-la, pròpia de les ciències ambientals; i coneixement geològic per explicar la dinàmica del sistema càrstic.

L'estudi s'ha estructurat en una introducció, on s'explica en què consisteix el canvi global i quines són les seves principals manifestacions a diferents escales, a més d'una explicació de què és un sistema càrstic i què engloba; un apartat d'àrea d'estudi on es descriu la zona estudiada i s'expliquen els factors més importants que la defineixen (clima, vegetació, context geofísic, geomorfologia i hidrologia i context socioeconòmic); un apartat metodològic on s'identifiquen els materials i mètodes que ha seguit el treball; amb els posteriors resultats i discussió d'aquests; finalitzant amb una conclusió global d'aquests resultats, i annexos.

# ÍNDEX

<b>1. INTRODUCCIÓ</b>	<b>6</b>
1.1. El canvi global	7
1.2. El sistema càrstic	9
<b>2. ÀREA D'ESTUDI</b>	<b>10</b>
<b>3. OBJECTIUS</b>	<b>17</b>
3.1 Objectiu principal	18
3.2. Objectius específics	18
<b>4. METODOLOGIA</b>	<b>19</b>
4.1. Recerca bibliogràfica	20
4.2. Treball de camp	21
4.2.1. Càlcul de la biomassa	22
4.2.2. Càlcul del cabal de la font d'Aiguaneix	24
4.3 Anàlisi cartogràfica	24
4.3.1 Determinació dels canvis en la biomassa forestal i edàfica	24
4.3.2. Identificació i caracterització de la distribució dels aqüífers	25
4.3.3. Evolució de l'evapotranspiració	25
4.4. Anàlisi de l'evolució de precipitacions, temperatura i càlcul de l'evapotranspiració	25
4.5. Anàlisi de la matèria orgànica i del pH de la pluja a través del sòl	26
<b>5. RESULTATS</b>	<b>29</b>
5.1. Càlcul de la biomassa	30
5.2. Cabal de la font de l'Aiguaneix i àrea de recaptació	30
5.3. Determinació de canvis en la massa forestal i edàfica	32
5.4. Identificació i distribució dels aqüífers càrstics	34
5.5. Evolució de l'evapotranspiració.	36
5.6. Anàlisi de l'evolució de precipitacions, temperatura i evapotranspiració	39
5.7. Anàlisi de laboratori	41
<b>6. DISCUSSIÓ</b>	<b>43</b>
<b>7. CONCLUSIONS</b>	<b>49</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>61</b>
<b>9. ANNEXOS</b>	<b>62</b>



# 1. INTRODUCCIÓ

## 1.1. El canvi global

“El terme canvi global defineix al conjunt de canvis ambientals afectats per l'activitat humana, amb especial referència a canvis en els processos que determinen el funcionament del sistema Terra. S'inclouen en aquest terme aquelles activitats que, tot i que exercides localment, tenen efectes que transcendeixen l'àmbit local o regional per afectar el funcionament global de sistema Terra” (Duarte, 2006). L'abast d'aquest procés va des d'escala local fins a escala global. L'impacte antròpic sobre el planeta ha estat tan gran, que hi ha autors que defensen l'establiment d'una nova etapa geològica iniciada amb l'aparició de l'humà a la Terra, el qual ha estat capaç de controlar processos fonamentals de la biosfera. El terme antropocè va ser encunyat per primer cop l'any 2000 pel químic Paul Crutzen, guanyador d'un Premi Nobel (Duarte, 2006).

El canvi global ha estat definit en la gran majoria d'ocasions junt amb el canvi climàtic, ja que la causa fonamental dels dos processos és la mateixa: l'impacte antròpic sobre la Terra. Tot i això, l'abast del canvi global és major que el del canvi climàtic, ja que inclou tota una sèrie d'impactes en els sistemes naturals no contemplats pel canvi climàtic, com podrien ser perturbacions en el cicle de l'aigua, en els cicles biogeoquímics, canvis en la biodiversitat i canvis en els usos i cobertes del sòl; i d'altres inclosos en el canvi climàtic com afectacions als núvols, gels, aerosols, efecte albedo o emissions de partícules/materials a l'atmosfera (Duarte, 2006).

Les afectacions produïdes per aquest canvi de dinàmiques global són diferents en els dos hemisferis del món: així com en el sud global es produeix una desforestació massiva, en el nord global la tendència és d'abandonament agrícola i creixement descontrolat de la massa forestal.

El canvi global a Espanya, i en general a totes les zones mediterrànies, ha provocat afectacions principalment en els usos i cobertes del sòl i en el clima (Moreno, 2007). Una de les manifestacions més visibles del canvi global és l'abandonament de zones rurals i de terres agrícoles, fet que provoca un creixement descontrolat de la biomassa forestal en aquestes terres. Aquesta aforestació té, com a conseqüència, un augment significatiu dels grans incendis forestals en els boscos mediterranis. Moreno (2007) afirma que el territori forestal a Espanya va augmentar quasi un 30% entre 1961 i 1995, i que des de 2007 fins a 2080 les prediccions diuen que la superfície agrícola d'Espanya podria reduir-se en un 33%.

El component principal del canvi global a Catalunya és el canvi en els usos i de les cobertes del sòl (Otero et al., 2008). Les cobertes del sòl fan referència a l'estat biofísic d'aquest, mentre que els usos del sòl són les manipulacions que s'hi realitzen amb alguna finalitat



determinada (Turner et al., 1995). Aquests canvis suposen una disminució dels camps de conreu i un augment de la coberta forestal, com és el cas d'Alinyà, on l'abandonament agrícola ha estat una tendència clara en les últimes dècades, sobretot a partir de la segona meitat del s.XX. Aquest canvi en els usos i cobertes del sòl provoca un creixement descontrolat de la massa forestal, fet que augmenta l'evapotranspiració i podria tenir efectes sobre el sistema càrstic situat a la muntanya. El canvi climàtic també es manifesta a Alinyà amb una disminució de les precipitacions anuals. Aquests dos canvis de dinàmiques podrien limitar l'aigua disponible per als aqüífers.

El canvi global com s'ha esmentat anteriorment té efectes molt destacats tant a escala global com a escala local. És per aquest motiu que un canvi en les dinàmiques de precipitació, temperatura, concentració de CO<sub>2</sub>, en usos del sòl i pràctiques agrícoles pot donar lloc a la modificació d'un sistema tan específic com és el sistema càrstic (Jeannin et al., 2016).

Segons els resultats de Sen Zhao et al. (2020), la variació de la vegetació en àrees càrstiques és variable, ja que depèn d'una sèrie de factors com el clima predominant, tipus de roca i la pressió humana exercida a causa de les condicions socioeconòmiques. L'estudi determina que en les zones càrstiques de poca densitat poblacional es produeix un creixement de la vegetació evident a causa del canvi global, tot i que aquest creixement resulta similar a la tendència global.

La resposta de les aigües subterrànies al canvi climàtic també pot veure's afectada pels canvis en els usos del sòl. La reforestació provoca, en general, una disminució de la taxa de recàrrega dels aqüífers, fenomen que pot incrementar l'efecte negatiu d'un clima cada cop més càlid i amb menys precipitacions (Kim & Jackson, 2012). Això provoca que sigui complicat quantificar amb precisió la quantitat d'aigua continguda en un aqüífer. L'increment de l'evapotranspiració a causa del canvi climàtic o dels canvis en els usos del sòl (revegetació deguda sobretot al canvi social de la zona) té un fort impacte sobre el balanç hidrològic, i per tant sobre la recàrrega dels aqüífers. A Espanya s'estima una disminució d'entre el 5 i el 15% de la recàrrega per a l'any 2050, i aquesta tendència podria ser fins i tot major si a l'efecte del canvi climàtic s'afegeixen els efectes de la possible evolució futura dels usos del sòl, lligada a una disminució de les superfícies conreades i un augment de la coberta forestal (Candela et al., 2012).

Altres autors com Lang et al., (2018) i Tong et al., (2018) també determinen que el rendiment hídric en regions càrstiques muntanyenques es veu reduït a causa de canvis en els usos del sòl, principalment amb la reducció d'àrees de conreu.

## 1.2. El sistema càrstic

Els sistemes càrstics són un tipus de paisatges molt complexos que es caracteritzen fonamentalment per la presència de roques carbonàtiques. Aquestes roques en presència d'aigua es dissolen donant lloc a un procés anomenat carstificació, que ve determinat per una sèrie de factors com poden ser la geologia, la tectònica, la biologia, la hidrologia i els processos fisicoquímics, entre d'altres. En conseqüència de l'acció d'aquests factors, i a causa de l'alta complexitat d'aquests sistemes, es presenta una elevada diversificació de paisatges. Per aquest motiu, encara que es trobi un paisatge similar a prop de la localització en qüestió, aquests no són comparables, ja que varien les seves característiques (Antigüedad et al., 2007). Algunes de les morfologies que deriven del relleu càrstic són: dolines, coves, avencs, rasclers, esquerdes de drenatge o pòlies, entre d'altres (Union, 1995). En el paisatge d'Alinyà, les estructures exocàrstiques no són molt abundants, però les que més s'observen són els rasclers i les esquerdes o diàclasis.

La dissolució de les roques carbonàtiques facilita la infiltració i l'acumulació d'aigua de pluja en els contactes entre aquestes roques i les capes impermeables. Aquesta acumulació pot formar aqüífers càrstics, que es diferencien d'altres tipus d'aqüífers pel seu flux d'aigua i la baixa escorrentia superficial que presenten (la qual es veu desfavorida pels rasclers càrstics i les diàclasis). El que caracteritza un aqüífer càrstic és la seva "heterogeneïtat organitzada". Aquest concepte fa referència a l'existència de diversos fluxos d'aigua que conformen una heterogeneïtat en la roca reservori, i acaben formant una xarxa complexa i organitzada (Antigüedad et al., 2007).

Els aqüífers càrstics en l'actualitat suposen un percentatge molt elevat de les aigües de consum que s'empren en la nostra societat. A Espanya, s'estima que el percentatge de roques potencialment carstificables suposa uns 145.000 km<sup>2</sup> (Valsero et al., 2020).

La importància de l'estudi del sistema càrstic i el canvi global radica en l'estreta relació entre el clima i aquest tipus de sistema, ja que un canvi en els paràmetres esmentats anteriorment, pot afectar i generar canvis notables a l'estructura del sistema càrstic (Ramirez et al., 2000). La Vall d'Alinyà és un cas proper de carst, on es poden donar afectacions als paratges naturals i a l'afluència d'aigua de la zona a causa de les manifestacions del canvi global.

## 2. ÀREA D'ESTUDI



### **Localització geogràfica**

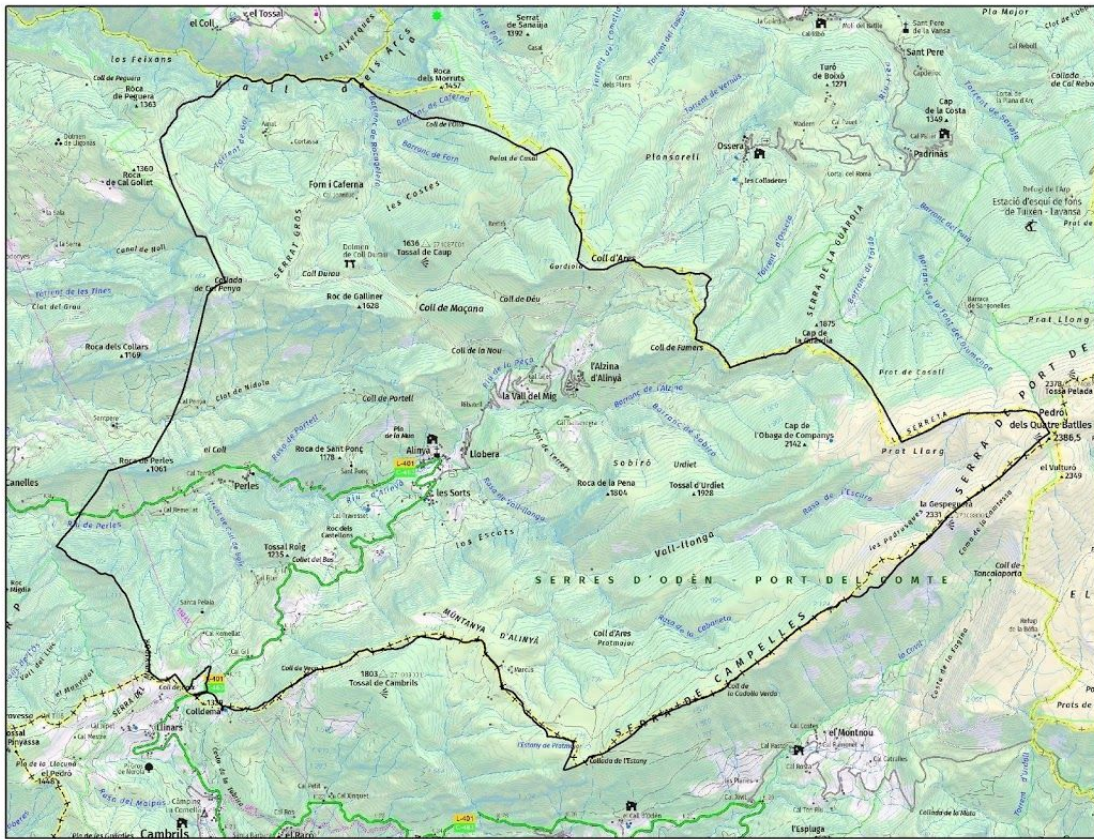
La muntanya d'Alinyà és un paratge natural dinàmic, en el qual s'hi donen activitats molt diverses, de caràcter antròpic, biològic i geològic. Totes aquestes activitats han anat modelant el paisatge al llarg del temps en diferents escales, i són claus per entendre el sistema muntanyós en global.

El sistema muntanyós d'Alinyà està situat al sud-est de la comarca de l'Alt Urgell, limitant amb el Solsonès. L'àrea d'estudi (54,64 km<sup>2</sup>) (*Figura 1*) comprèn part del municipi de Fígols i Alinyà, el qual està flanquejat al sud per la serra de Campelles i la muntanya de Cambrils; a l'oest per la vall del Segre; al nord pels contraforts septentrionals de la vall de la Vansa; i per la Serra del Port del Compte a l'est (Bel et al., 2013). El sector més baix de la vall correspon al terme municipal de Coll de Nargó.

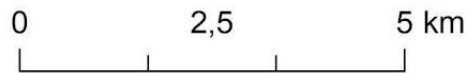
La vall està drenada pel riu de Perles, anomenat riu d'Alinyà en el seu pas per aquest municipi. Aquest riu forma part de la conca hidrogràfica del Segre. (Enciclopèdia de Catalunya, 2020).

L'Espai Natura Muntanya d'Alinyà és la finca privada més gran de Catalunya, amb una superfície de més de 5000 Ha. L'any 1999 va ser adquirida per la Fundació Catalunya-La Pedrera, la qual vetlla en aquest espai per la conservació de la natura i la biodiversitat (Gonzalez et al., 2018).

Figura 1: Situació geogràfica de l'àrea d'estudi de la finca Espai Natura Muntanya d'Alinyà. Font: Cartografia de Catalunya ICGC, mapes topogràfics 1:25000 i 1:500000.



1:75.000



## **Clima**

A la vall predomina un clima prepirinenc, el qual es caracteritza per una pluviometria mitjana anual que oscil·la entre 650 mm i 1.100 mm, amb les màximes a l'estiu i a la primavera, i les mínimes a l'hivern (Moisés, et al., 2004). Aquesta està caracteritzada pel pas de sistemes frontals a la primavera i tardor i per precipitacions convectives durant l'època d'estiu paral·lelament als Pirineus. Referent a les temperatures, la mitjana oscil·la entre els 8°C i els 12°C, mentre que la variació de temperatura mitjana entre els mesos més càlids i els més freds és d'entre 16°C i 19°C.

Es distingeixen quatre zones climàtiques diferents segons l'altitud. La primera correspon a un clima submediterrani subhumit, que es troba al voltant dels 600 m d'altitud. En aquesta zona, la precipitació mitjana és de 650 mm/any, i s'hi produeix inversió tèrmica en els mesos més freds. La segona i la tercera corresponen al submediterrani humit i a l'eurosiberià, que es troben al voltant dels 1200 m d'altitud i els 1500 m respectivament. Aquestes dues zones presenten precipitacions superiors a 1.000 mm/any i temperatures mitjanes de 12°C i 7°C, respectivament. Per últim, existeix una zona per sobre dels 2000 m d'altitud amb clima eurosiberià de tendència subalpina, tot i que a partir dels 1500 m les gelades i les nevades ja són habituals (Moisés, et al., 2004).

## **Vegetació**

La vegetació de la vall mostra una diversitat remarcable, tant pel que fa a les comunitats vegetals com els paisatges que aquestes modelen.

Es distingeixen tres zones ben diferenciades. La primera és la terra baixa mediterrània o regió mediterrània, que inclou l'estatge basal amb el domini de carrasca (*Quercus rotundifolia*). Seguidament, es troba la muntanya mitjana o regió eurosiberiana, que inclou l'estatge submontà amb domini del roure valencià (*Quercus faginea*) i roure subpirinenc (*Quercus subpyrenaica*); domini de la pinassa (*Pinus nigra*); i domini del roure martinenc (*Quercus humilis*); i per últim l'estatge montà amb els dominis del pi roig de pinedes calcícoles, mesoxeròfiles i xeròfiles (*Pinus sylvestris*). Finalment, es troba l'alta muntanya o regió boreoalpina, que inclou els estatges subalpí i alpí amb els dominis del pi negre de pinedes calcícola, mesoxeròfiles i xeròfil (*Pinus mugo ssp. uncinata*), a més dels matolls de ginebró (*Juniperus sp.*) i dels prats d'alta muntanya (*Sesleria caerulea* i *Campanulo herminii*) (Soriano i Devis, 2004).

### ***Context geofísic***

La regió es troba a l'extrem nord-est de la falla del Segre, dins de la unitat sudpirinenca. A l'oest predominen materials del Cretaci, mentre que a l'est es troben sediments de l'Eocè de la unitat del Port del Comte. Es tracta d'una regió d'especial interès per la seva complexitat, que correspon a l'extrem nord-est de la falla del Segre. A l'oest, es troba l'encavalcament oriental de la meitat nord de la unitat sudpirinenca central, on dominen els terrenys del Cretaci; i a l'est, la unitat de Port del Comte amb una presència important de l'Eocè, que en un passat geològic estava relacionat per un costat, amb el de les serres marginals del NE de Balaguer, i per l'altre amb el de la vora S de la zona tectònica del Pedraforca.

Es tracta d'un paratge molt abrupte amb desnivells de més de 1.800 m, modelat a causa de la seva estructura geològica i accions climàtiques tant del passat com actuals. Es poden identificar estructures com fondalades, congostos i llaus, que donen lloc a grans acumulacions de pedruscall de gelivació a les parts més elevades de la vall (Ullastre i Masriera, 2001).

### ***Geomorfologia i hidrologia***

La regió estudiada es caracteritza per tenir un relleu netament estructural, on no s'aprecia cap fenomen remarcable d'inversió ni d'inadaptació a l'estructura a conseqüència de sobreimposició o antecedència. Les valls segueixen els sinclinals o s'han excavat seguint les grans fractures existents. No obstant això, alguns segments de cursos fluvials tenen un caràcter cataclinal i han tallat els terrenys calcaris perpendicularment a la direcció de les capes, donant lloc a certs engorjats.

Pel que fa a la hidrologia subterrània hi ha dues surgències a remarcar: a l'oest es troba la font de Codonyes, que drena les calcàries del Cretaci inferior i que surt per una falla que encavalca lleugerament les margues aptianes de Romanins-Voloriu. En segon lloc, es pot apreciar a l'est la font de l'Aiguaneix, d'on surten les aigües pluvials i nivals de la muntanya d'Alinyà-Pedró dels Quatre Batlles, canalitzades subterràniament per la Vall-llonga (VL), i que tenen per nivell de base les margues del Paleocè continental (Ullastre i Masriera, 2001).

### ***Context socioeconòmic***

L'activitat antròpica a la zona va començar fa mil·lennis, i el seu efecte sobre el paisatge ha anat augmentant en el temps, arribant a modificar el sistema natural i donant lloc a un paisatge heterogeni. Aquestes modificacions del paisatge estan justificades per processos de tipus socioeconòmics i demogràfics i per processos d'origen natural o biofísics. Tot i així, els canvis provocats per l'activitat antròpica van més enllà dels canvis en el paisatge i en els

usos i cobertes del sòl, ja que també s'han produït modificacions en el clima que han modificat el funcionament del sistema Terra, i que tenen efectes que van més enllà de l'àmbit local i regional, i arriben a ser fins i tot globals (com és el cas del canvi climàtic). Totes aquestes modificacions conformen el canvi global.

En el municipi de Fígols i Alinyà l'activitat econòmica predominant ha estat tradicionalment l'agricultura, que va arribar a ocupar gran part del territori. A causa del canvi global, s'ha produït un abandonament progressiu i substitució per matollars i bosc dels camps de conreu, acompanyat per canvis demogràfics com un envelliment generalitzat i pèrdua de la població, que provoca que no hi hagi relleu generacional al camp. Les conseqüències de la pèrdua de població han determinat l'economia d'aquest territori i han repercutit en el paisatge. Una part de la terra que s'havia dedicat a aquests conreus tradicionals (cereals, patates, llegums) ha estat substituïda pels farratges, bàsicament destinats al bestiar boví, tot i que el conreu de patates, sobretot la de tipus Bufet, segueix tenint rellevància.

Una de les causes del despoblament contemporani de la vall d'Alinyà està relacionada amb les dificultats d'adaptació del model de vida tradicional de les àrees rurals de muntanya a les condicions socioeconòmiques actualment imperants (Tort, 2004).

Actualment el municipi de Fígols i Alinyà té una densitat poblacional de 2,5 hab./km<sup>2</sup> i una població de 252 habitants, minvada en comparació als 300 que hi havia als anys 90 (Idescat, 2020). La població actual està envellida (només un 8% en 2013 eren menors de 18 anys), pel que no es garanteix un relleu generacional en anys futurs (Regaño et al., 2013). A més, s'ha produït una forta despoblació de les valls laterals, que s'ha vist compensada per una certa concentració de la població als nuclis principals de la ribera del Segre (Tort, 2004).

La millora en les vies de comunicació i en les infraestructures ha provocat l'evolució gradual del sector primari cap altres sectors com el de la construcció i el de serveis (Ferrer-Montoro, 2011). El turisme natural ha contribuït de manera significativa en l'abandonament de l'economia rural en les zones muntanyoses de la Vall d'Alinyà. L'activitat econòmica actual es basa predominantment en el sector serveis, seguit de l'agricultura i per últim la construcció (Idescat, 2020).

Com a aprofitament econòmic de caràcter estacional, però amb una transcendència que pot ser remarcable en el pla de la renda familiar, cal fer esment de la recollida de tòfones, rovellons i moixernons, que es tracta d'una pràctica bastant comú dins d'aquesta franja de la muntanya prepirinenca. En el cas d'Alinyà, però, la seva importància deriva de l'existència d'extensions significatives d'alzinar, pineda i prats subalpins. Ara mateix s'hi comptabilitzen



tan sols dues cases que fan d'hostal, tot i que als darrers anys hi ha hagut un increment significatiu de la demanda en el sector, si més no, a escala comarcal (Tort, 2004).

A causa de la importància del sistema càrstic en el cicle de l'aigua, i les afectacions que ha sofert a conseqüència dels efectes del canvi global, es considera vital saber l'estat en què es troba i l'evolució que ha sofert en els últims anys. El present treball se situa a la muntanya d'Alinyà, ja que és una zona on s'identifica clarament el canvi en els usos i cobertes del sòl i el creixement de massa forestal que pot afectar a l'entrada d'aigua als aqüífers càrstics, i també pels coneixements previs que es tenen sobre el carst a la zona.

# 3. OBJECTIUS



Els objectius del treball s'han dividit en un de principal i tres d'específics que el desenvolupen.

### **3.1 Objectiu principal**

- Estudiar les manifestacions del canvi global en el sistema càrstic, la vegetació i el cicle de l'aigua a la muntanya d'Alinyà.

### **3.2. Objectius específics**

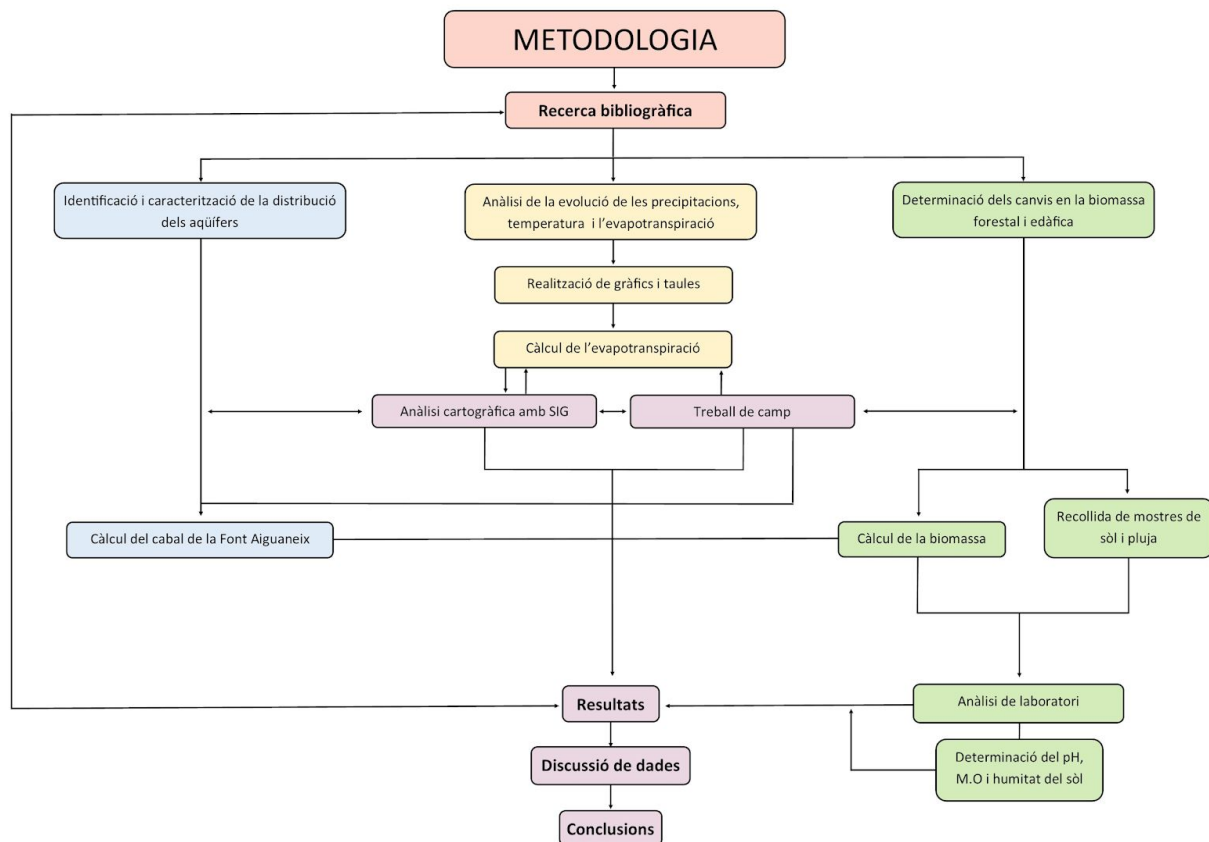
- Determinar l'increment de la biomassa forestal i edàfica (1956-2009) i la seva relació amb el canvi global.
- Analitzar l'evolució (1935-2017) de les precipitacions, la temperatura i l'evapotranspiració real a la muntanya d'Alinyà.
- Identificar i caracteritzar la distribució dels aqüífers que conformen el sistema càrstic situat en materials paleocens a la muntanya d'Alinyà.

# 4. METODOLOGIA



Per tal de donar resposta a l'objectiu principal del treball, s'ha seguit el següent esquema metodològic. En aquest s'exposen els mètodes per a la determinació dels objectius específics (figura 2).

Figura 2: Esquema metodològic. Font: elaboració pròpia mitjançant el programa Publisher.



#### 4.1. Recerca bibliogràfica

Per tal de situar el marc teòric corresponent amb la nostra investigació, s'ha realitzat una recerca d'informació per obtenir dades sobre la Vall d'Alinyà, els Pirineus i el seu clima, i morfologies i estructures del paisatge càrstic. Això s'ha dut a terme mitjançant programes com el Google Scholar o Academy i el Scopus, mitjançant les cerques claus com "Karst", "Cambio global", "Climate change", "Karst and Global change", "Alinyà", "Evapotranspiration", entre d'altres, amb la finalitat d'obtenir articles, estudis científics, treballs de fi de grau, tesis i llibres, a més d'algunes pàgines web. Aquesta informació s'ha contrastat amb dades del canvi climàtic a escala global, regional i local, per així obtenir respostes de com poden relacionar-se tots aquests factors i la influència que poden tenir sobre l'ambient. També s'han consultat alguns treballs de fi de grau d'anys anteriors, que també estudien la vall, amb la finalitat d'establir una base a l'hora de cercar la informació necessària per a la realització del treball.

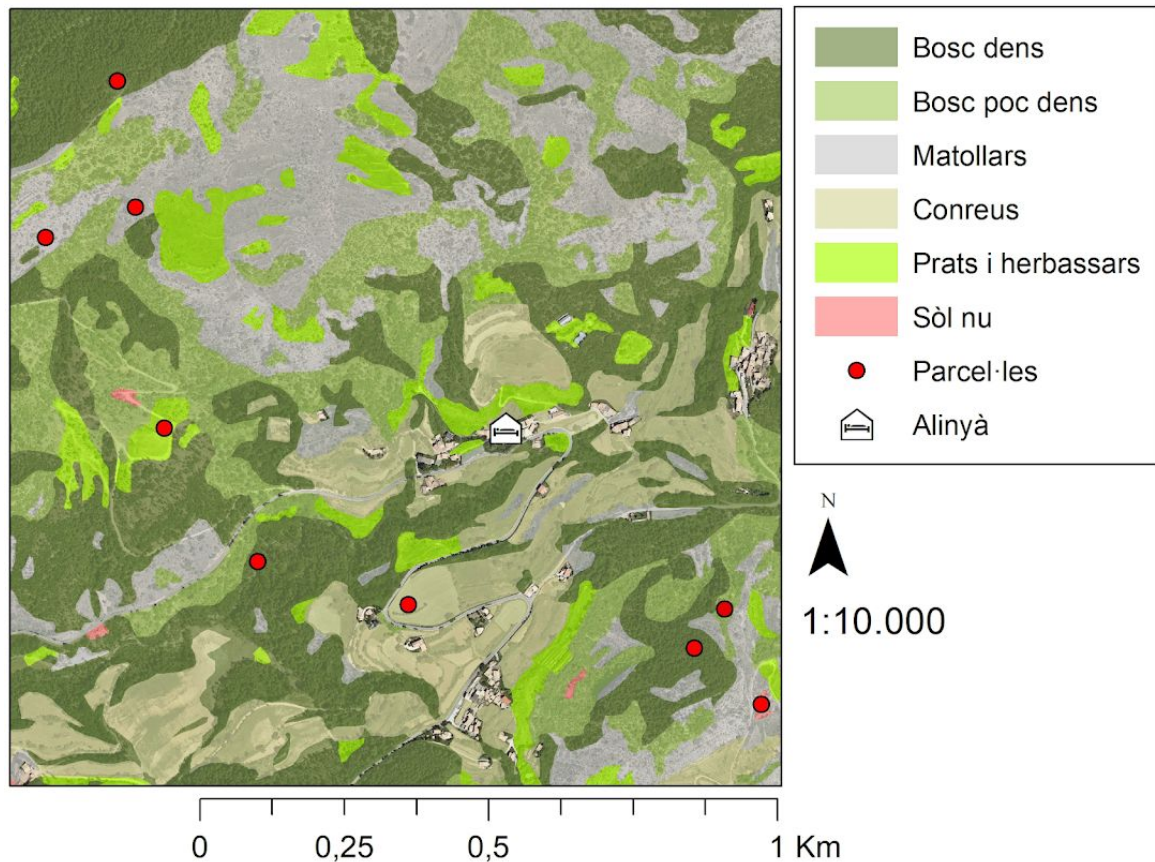
La recerca d'informació s'ha realitzat sobretot a l'inici de la realització d'aquest treball, però també en dates posteriors, per anar complementant la que ja es tenia. El sistema que s'ha escollit per citar les fonts ha estat l'APA 7, mitjançant l'ajuda del programa Zotero per recollir i emmagatzemar totes les cites que s'han anat trobant.

## 4.2. Treball de camp

El treball de camp que s'ha realitzat a la muntanya d'Alinyà, s'ha separat en dues sortides. En la **primera** (18 i 19 de novembre de 2020) es va realitzar una exploració de l'àmbit d'estudi necessària per a ubicar i entendre els elements del medi en qüestió. En aquesta es va recórrer una part de la finca de la Fundació Catalunya-La Pedrera, per tal d'identificar els canvis que s'havien donat a la zona en els últims anys a causa del canvi global, i com aquests poden afectar el sistema càrstic en què s'emplacen.

Durant la **segona** sortida de camp (18 i 19 de desembre de 2020), s'ha dut a terme la identificació d'espècies vegetals de dues parcel·les representatives per cada categoria de sòl a partir de la cartografia prèvia sobre els canvis edàfics i de biomassa de la zona en qüestió. Aquest comptatge s'ha fet, primerament per verificar la correspondència de les diferents cobertes amb l'observat al mapa de cobertes del CREAM (2009), en segon lloc per veure les diferències quantificables entre la biomassa de les diferents categories en la que s'han dividit el mapa cartogràfic esmentat i per últim per comprovar la possible existència de noves categories. Les mesures preses han estat el diàmetre del tronc de cada individu a l'alçada del pit, mitjançant peus de rei i metres, i la identificació de l'espècie. S'han realitzat per cada cas, dues parcel·les, la primera de 15x15 metres en la que es comptabilitzaven les espècies de més de 7,5 cm de perímetre i la segona parcel·la de 7,5x7,5 amb espècies amb un perímetre inferior a 7,5 cm. A la *Figura 3*, es pot observar la localització de les parcel·les on s'ha realitzat el comptatge de les espècies.

Figura 3. Localització dels punts de comptatge d'espècies vegetals i recollida de mostres de sòl en el mapa de detall de les cobertes principals del 2009. Font: Elaboració pròpia mitjançant les dades del CREAM sobre usos del sòl de l'any 2009 (Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya, 2009).



#### 4.2.1. Càlcul de la biomassa

A continuació es descriuen els càlculs que s'han realitzat per determinar la biomassa total de les espècies vegetals mesurades al camp mitjançant fórmules al·lomètriques (*Taula 2*) i els paràmetres emprats per a la realització d'aquests càlculs (*Taula 1*). Desafortunadament, no s'han trobat tots els paràmetres de totes les espècies observades al camp, per la qual cosa, s'ha elaborat una anàlisi aproximada de la biomassa de les espècies restants mitjançant el càlcul del volum d'aquestes en cada parcel·la. Això s'ha fet amb el diàmetre obtingut al camp, una aproximació de l'alçada i les densitats de la fusta de dites espècies (*ICRAF Database - Wood Density.*; Ordóñez et al., 2015). Altres, han estat menyspreades pel fet que el seu pes és de magnitud molt menor a les altres, aquestes són: *Carlina vulgaris*, *Centaurea sp.*, *Genista scorpius*. A partir de la biomassa de cada parcel·la s'ha realitzat el càlcul de la biomassa total a l'àrea d'estudi pels anys 1956 i 2009. Aquest resultat presenta cert biaix, ja que s'ha considerat que la biomassa/hectàrea de les parcel·les considerades iguals és la mateixa (per exemple, s'ha considerat que el bosc dens de 1956 té la mateixa biomassa/àrea que el bosc dens de 2009). Per a aquests càlculs només s'ha considerat la biomassa de la vegetació arbòria i arbustiva, ja que l'herbàcia es considera menyspreable.

Taula 1. Paràmetres utilitzats pel càlcul de la biomassa de les espècies mostrades en la taula. Font: Laboratori Forestal Català i Durán et al., (2005).

Especie	Alçada		Gruix de l'escorça		Biom branques amb fulles		Biom fulles		km	deltam	deltac	MEF (massa específic a foliar)
	a	b	a	b	a	b	a	b				
<i>Pinus sylvestris</i>	1,93	0,57	0,89	0,97	0,083	1,98	0,048	1,6	0,45	0,55	0,29	217
<i>Quercus coccifera</i>	1,71	0,61	1,19	0,83	0,078	1,96	0,05	1,44	0,43	0,78	0,63	102
<i>Quercus humilis</i>	1,71	0,61	1,19	0,83	0,078	1,96	0,05	1,44	0,43	0,78	0,63	102
<i>Quercus ilex</i>	1,81	0,52	0,56	0,96	0,15	1,92	0,086	1,5	0,43	0,9	0,72	170

Taula 2. Fórmules per realitzar el càlcul de la biomassa forestal. Font: Piñol & Martínez-Vilata (2006).

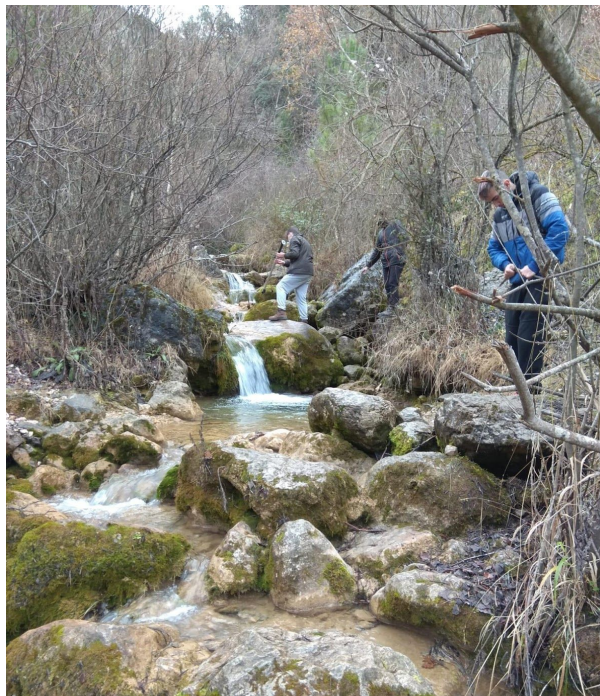
DESCRIPCIÓ	FÒRMULA
1. Càlcul de l'àrea basal (AB) en m <sup>2</sup> /ha: Relació entre les seccions normals (diàmetre del tronc a l'altura del pit) dels arbres d'un espai forestal i la superfície del terreny que ocupen. On el numerador és l'àrea de la secció del tronc, i DN és el diàmetre del tronc.	$AB = \frac{\pi(DN/2)^2}{Area\ parc}$
2. Càlcul de l'alçada (h), en m. Es realitza mitjançant la següent fórmula on a i b són paràmetres específics de l'alçada de per a cada espècie.	$h = aDN^b$
3. Gruix de l'escorça (c) en mm, on a i b són paràmetres específics del gruix de l'escorça per a cada espècie.	$c = aDN^b$
4. Diàmetre de l'arbre sense escorça (DN*) en m:	$DN^* = DN - 2c$
5. Volum de l'arbre sense escorça (Vm) en m <sup>3</sup> , on k <sub>m</sub> és un paràmetre específic de cada espècie (coeficient de forma):	$Vm = \pi \left( \frac{DN}{2} \right)^2 h k_m$
6. Biomassa sense escorça (Bm) en t/ha, on δ <sub>m</sub> és la densitat de fusta, específica de cada espècie:	$Bm = \frac{Vm \delta_m}{Area\ parcel \cdot la}$
7. Volum total de l'arbre amb escorça (Vt) en m <sup>3</sup> :	$Vt = \pi \left( \frac{DN}{2} \right)^2 h k_m$
8. Volum de l'escorça (Vc) en m <sup>3</sup> :	$Vc = Vt - Vm$
9. Biomassa de l'escorça (Bc) en t/ha, on δ <sub>c</sub> és la densitat de l'escorça de l'arbre, específica de cada espècie:	$Bc = \frac{Vc \delta_c}{Area\ parcel \cdot la}$
10. Biomassa de branques amb fulles (Br) en t/ha. On a i b són paràmetres específics de la biomassa de branques amb fulles per a cada espècie:	$Br = \frac{aDN^b}{Area\ parcel \cdot la}$
11. Biomassa total de l'arbre (Btotal) en t/ha:	$B_{total} = Bm + Bc + Br$



#### 4.2.2. Càlcul del cabal de la font d'Aiguaneix

S'ha realitzat el càlcul del cabal del flux de la font d'Aiguaneix, la més important del sistema d'aqüífers càrstics de la muntanya d'Alinyà. Per això, s'ha utilitzat un petit tronc per realitzar la tècnica de la flotació en una secció coneguda del flux de sortida de la font (Sargent, 1981). Mitjançant aquest valor, s'ha realitzat una estimació de quina és l'àrea de recaptació del sistema. S'ha escollit aquesta tècnica, ja que el molinet que s'anava a utilitzar no funcionava correctament i no donava cap mesura. Aquest resultat s'ha comparat amb el cabal mitjà anual d'Espígol & Enparan (2020).

Figura 4. Mesura del cabal a la font de l'Aiguaneix mitjançant la tècnica de la flotació.



#### 4.3 Anàlisi cartogràfica

S'han realitzat set mapes cartogràfics mitjançant el programa ArcGis i amb les fonts cartogràfiques de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, CREAM i ortofotos del Vol Americà de 1956-1957 i càlculs d'evapotranspiració.

##### 4.3.1 Determinació dels canvis en la biomassa forestal i edàfica

Els primers mapes cartogràfics que s'han realitzat determinen els canvis forestals i edàfics de les cobertes del sòl de la muntanya d'Alinyà. Aquests responen al primer objectiu específic que consta en la *determinació de l'increment de la biomassa forestal i edàfica (1957-2009) i la seva relació amb el canvi global*.

S'han dut a terme dues cartografies sobre les cobertes del sòl, corresponents als anys 1957 i 2009. Per a la primera, s'ha utilitzat una ortofoto del Vol Americà Sèrie B de 1956-1957; i per a la segona dades del CREAM sobre usos del sòl de l'any 2009 (Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya, 2009). En aquests mapes, s'ha fet una categorització de les cobertes principals (segons la biomassa) per tal de facilitar la visualització de la informació més rellevant per l'àmbit d'estudi. Aquestes són: bosc dens (més del 20% de vegetació arbòria), bosc poc dens (entre un 5 i un 20% de vegetació), matollar, prats i herbassars, sòl nu i camps de conreu. Mitjançant aquests mapes s'han estudiat les modificacions i els canvis que hi ha hagut en la vegetació i l'edafologia de la muntanya d'Alinyà, a través del càlcul de l'àrea de les diferents cobertes cartografiades.

#### **4.3.2. Identificació i caracterització de la distribució dels aqüífers**

Per una altra banda, s'ha elaborat una cartografia dels aqüífers càrstics a partir dels mapes geològics de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (en versió *shapefile*) i les localitzacions de les fonts i surgències de la zona i talls geològics d'Espígol i Enparan (2020). L'objectiu d'aquesta caracterització ha estat identificar i descriure la possible distribució aproximada dels aqüífers càrstics de la muntanya d'Alinyà per tal de conèixer la dinàmica de les aigües subterrànies que poden influir en el carst. En aquesta cartografia s'han agrupat els materials geològics segons la seva permeabilitat i capacitat de formar carst en tres categories: permeable, mitjanament permeable, impermeable.

#### **4.3.3. Evolució de l'evapotranspiració**

S'han realitzat dues cartografies de l'evapotranspiració a la zona d'estudi corresponents als anys 1956 i 2009, i una amb una disposició gradual de colors per a indicar la variació d'aquesta en el període de temps assenyalat. Per a això, s'han utilitzat les cartografies de les cobertes del sòl i el càlcul de l'evolució l'evapotranspiració.

### **4.4. Anàlisi de l'evolució de precipitacions, temperatura i càlcul de l'evapotranspiració**

Per a realitzar el càlcul teòric de l'evapotranspiració real a l'àrea de la muntanya d'Alinyà s'han utilitzat dades de l'estació meteorològica d'Engolasters, situada a Andorra, d'entre els anys 1935 i 2017 (*Meteo.ad. Servei Meteorològic Nacional*). Amb aquestes dades s'han realitzat una sèrie de gràfics per a il·lustrar l'evolució que han sofert aquests paràmetres al llarg del temps. No s'han utilitzat dades de l'estació meteorològica d'Alinyà, ja que només està operativa des del 2014 i no té prou dades històriques per a treure conclusions. Per tant,

existirà un cert error a causa de la distància (aproximadament de 40 km en línia recta) entre l'estació meteorològica d'Engolasters i la zona d'estudi.

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3$$

El càlcul s'ha realitzat mitjançant la fórmula de Turc (1961), on P és la precipitació en mm per any i T correspon a la temperatura mitjana anual en graus centígrads. S'ha utilitzat aquesta fórmula per la seva simplicitat i com a model general de l'àrea d'estudi, tot i que comporta un biaix en les dades perquè només contempla la temperatura i la precipitació mitjana, en aquest cas de l'estació d'Engolasters (Andorra), i no té en compte altres paràmetres com la diversitat d'espècies, la gradació altitudinal de la temperatura, l'efecte solana/obaga o el règim de vents, entre d'altres.

El resultat de l'evapotranspiració es veu modificat pel tipus de coberta vegetal. Els valors d'aquestes variacions han estat extrets dels resultats de Bosch i Hewlett, (1982), i són els següents:

- Augment de 40 mm per cada 10% de bosc de coníferes.
- Augment de 10 mm en matollars, prats i conreus.
- Cap canvi en sòl nu.

Per a l'estudi de les precipitacions i temperatures s'han utilitzat dades de l'estació meteorològica d'Engolasters (Andorra) d'entre els anys 1935 i 2017, extretes d'Ayuso et al., (2020). A partir d'aquestes dades s'han realitzat dues taules i dues figures sobre l'evolució d'aquests paràmetres en el temps.

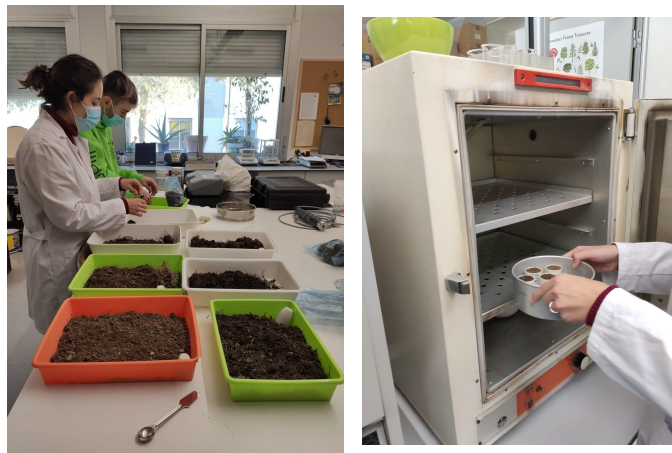
#### **4.5. Anàlisi de la matèria orgànica i del pH de la pluja a través del sòl**

Per elaborar l'anàlisi, s'ha recollit una mostra de cada tipus de coberta de sòl corresponent a conreus, prats, matollars i sòl nu, i dues de sòl de bosc poc dens i dens (categoritzats anteriorment mitjançant el programa ArcGis) per tal de poder calcular el pH d'aquest, la quantitat de matèria orgànica que conté i el percentatge d'humitat. L'anàlisi s'ha realitzat al laboratori de Geografia Física del departament de Geografia de la UAB.

Pel càlcul de la matèria orgànica de cada tipus de sòl s'ha fet servir la tècnica de "Loss on Ignition". S'han assecat a l'estufa 24 h a una temperatura de 60°C, per tal de conèixer el grau d'humitat (s'ha pesat la mostra abans i després de l'estufa i s'ha calculat la diferència

dels dos valors). Per fer això s'ha preparat primer la mostra extraient una petita fracció fina d'aquesta amb l'ajuda d'un sedàs i una cullera i s'ha pesat en un vas prèviament tarat. En aquest càlcul no es discrimina l'aigua higroscòpica, ja que es considera que el seu valor és molt baix. Posteriorment, s'ha cremat la matèria orgànica a la mufla durant 12 hores a una temperatura de 500°C, de manera que s'ha obtingut el percentatge d'aquesta al sòl mitjançant la comparativa de pes de la mostra abans i després de la crema (Zhang & Wang, 2014). Per dur a terme aquest procés s'ha utilitzat la mufla i l'estufa del laboratori de la Facultat de Geografia, sis safates, vas de ceràmica resistent a elevades temperatures, un sedàs d'1,68 mm per separar la fracció fina de les mostres de la més grollera, una cullera amb espàtula, un pinzell i una balança.

*Figura 5.* A la primera imatge es pot observar el procés de posar la mostra dins dels vasos de ceràmica i en la segona les mostres entrant en l'estufa.



A més, s'ha calculat el pH actual del sòl d'aquestes mateixes mostres; el pH del sòl quan és irrigat amb aigua de pluja recollida al camp la tercera setmana de desembre de 2020 (imitant el mecanisme d'entrada d'aigua de pluja), per comprovar si aquesta acidifica el sòl; i el pH d'una mostra de sòl nu per conèixer el pH de la roca calcària. Per dur a terme aquest procés s'ha emprat el pH metre (model HI 9828 de la marca Hanna) prestat pel departament de Geografia de la UAB, una solució calibrant, vas de precipitats, l'aigua de pluja, una cullera enrasant, paper, una bureta, un sedàs de 0,034 mm per filtrar l'aigua i una balança. En primer lloc s'ha fet una calibració del pH metre amb una solució calibrant de pH 7,02. Seguidament, s'ha mesurat el pH d'aigua de pluja, que posteriorment ha estat filtrada per cada una de les mostres de sòl recollides al camp, un cop l'aigua ha estat filtrada, s'ha mesurat el pH d'aquesta. Per una altra banda, s'ha calculat el pH del sòl extraient un pes determinat d'aquest i afegint aigua destil·lada que sigui dues vegades aquest pes (per tal de mantenir la proporció d'una part de mostra per dues parts d'aigua). Es remou la barreja i es deixa reposar 24h per mesurar el pH. Amb aquestes dades s'ha pogut saber quina ha estat

la variació del pH del sòl i quina ha estat la influència de la matèria orgànica en aquesta acidificació. Això es deu al fet que la matèria orgànica en el seu procés de descomposició conté grups actius àcids com són els àcids húmics i fúlvics que alliberen ions d'hidrogen que acidifiquen el sòl (Campillo & Sadzawka, 2004; Silva, 1998).

*Figura 6:* A la primera imatge es pot observar la irrigació d'aigua de pluja en la mostra de sòl i en la segona la mesura amb el pH metre en el laboratori.



# 5. RESULTATS



## 5.1. Càlcul de la biomassa

Les espècies obtingudes al camp han estat: *Amelanchier ovalis*, *Buxus sempervirens*, *Carlina vulgaris*, *Centaurea sp.*, *Genista scorpius*, *Juniperus communis*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Pinus sylvestris*, *Prunus spinosa*, *Quercus coccifera*, *Quercus humilis*, *Quercus ilex*, *Rosa canina* i *Rubus ulmifolius*. D'aquestes només s'ha pogut realitzar el càlcul amb les equacions al·lomètriques a les espècies: *Pinus sylvestris*, *Quercus coccifera*, *Quercus humilis* i *Quercus ilex*. La resta s'han calculat mitjançant la densitat de la fusta, una altura aproximada i el radi mesurat al camp. A partir d'aquestes dades s'ha extret el volum aproximat de cada espècie en tones per hectàrea. Les espècies *Carlina vulgaris*, *Centaurea sp.* i *Genista scorpius* no s'han calculat, ja que el seu pes es considera negligible, pel fet que la seva densitat és molt baixa comparada amb la dels estrats arboris i arbustius.

En els resultats de la *Taula 3*, es pot veure que hi ha hagut un canvi rellevant entre la biomassa de les dues cartografies. S'observa que hi ha hagut una disminució general de la biomassa entre els anys 1956 i 2009. Tot i que hi ha una disminució de les hectàrees de bosc poc dens i matollars que es veu compensada per l'augment de les de bosc dens. Els càlculs es poden trobar entre les *Taules 1 i 10 de l'annex*. La biomassa total dels anys 1956 i 2009 corresponen a 41274,4 tones i 101683,83 tones respectivament. Per tant, l'augment ha estat d'un 146,36%.

*Taula 3.* Resultats de l'estudi de la biomassa a les parcel·les delimitades al camp.

COBERTES	Superfície 1956 (ha)	Superfície 2009 (ha)	TOTAL BIOMASSA (T/ha)	TOTAL BIOMASSA 1956 (T)	TOTAL BIOMASSA 2009 (T)	DIFERÈNCIA DE BIOMASSA ENTRE ELS DOS ANYS
Bosc dens	858,09	2949,38	32,1126	27555,53	94712,36	67156,83
Bosc poc dens	1431,19	726,57	9,5531	13672,36	6941,03	-6731,33
Matollars	2396,01	1568,45	0,0194	46,51	30,44	-16,06
Camps de conreu	557,22	199,87	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable
Prats	838,34	642,12	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable
Sòl nu	38,12	32,57	0	0	0	0
			TOTAL	41274,40	101683,83	60409,44

## 5.2. Cabal de la font de l'Aiguaneix i àrea de recaptació

Com s'ha mencionat a la metodologia, mitjançant la tècnica de la flotació amb un petit tronc com a objecte de referència, s'ha trobat com a resultat un cabal anual de la font de l'Aiguaneix de 9.293.265.000 litres/any (*Taula 4*). Això ha permès calcular la superfície de l'àrea de recaptació dividint el cabal anual obtingut, entre la precipitació mitjana anual per a l'any 2017. El resultat total ha estat una superfície de recaptació del sistema de 17.068 kilòmetres quadrats. Aquests resultats no es corresponen als observats en altres informes i treballs previs que inclouen el càlcul del cabal mitjà anual de la font de l'Aiguaneix. Això es

deu a que la mesura realitzada al camp es va fer després d'un fort episodi de precipitacions, pel que el valor és superior a l'extret d'altres treballs, on es va mesurar després d'èpoques més seques. A la *Taula 4* es poden veure els càlculs del cabal i superfície de recaptació obtingut al camp i els d'Espígol i Enparan (2020). Per tant, l'àrea de recaptació obtinguda al camp és de 2 km<sup>2</sup>. Segons la classificació de Meinzer (1933), aquesta font pertany a un grup de sisena magnitud, ja que el seu cabal en L/s és superior a 0,06 i inferior o igual a 0,63.

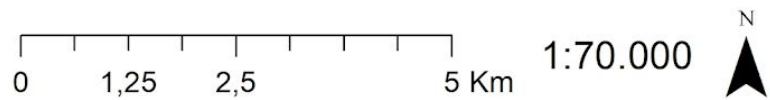
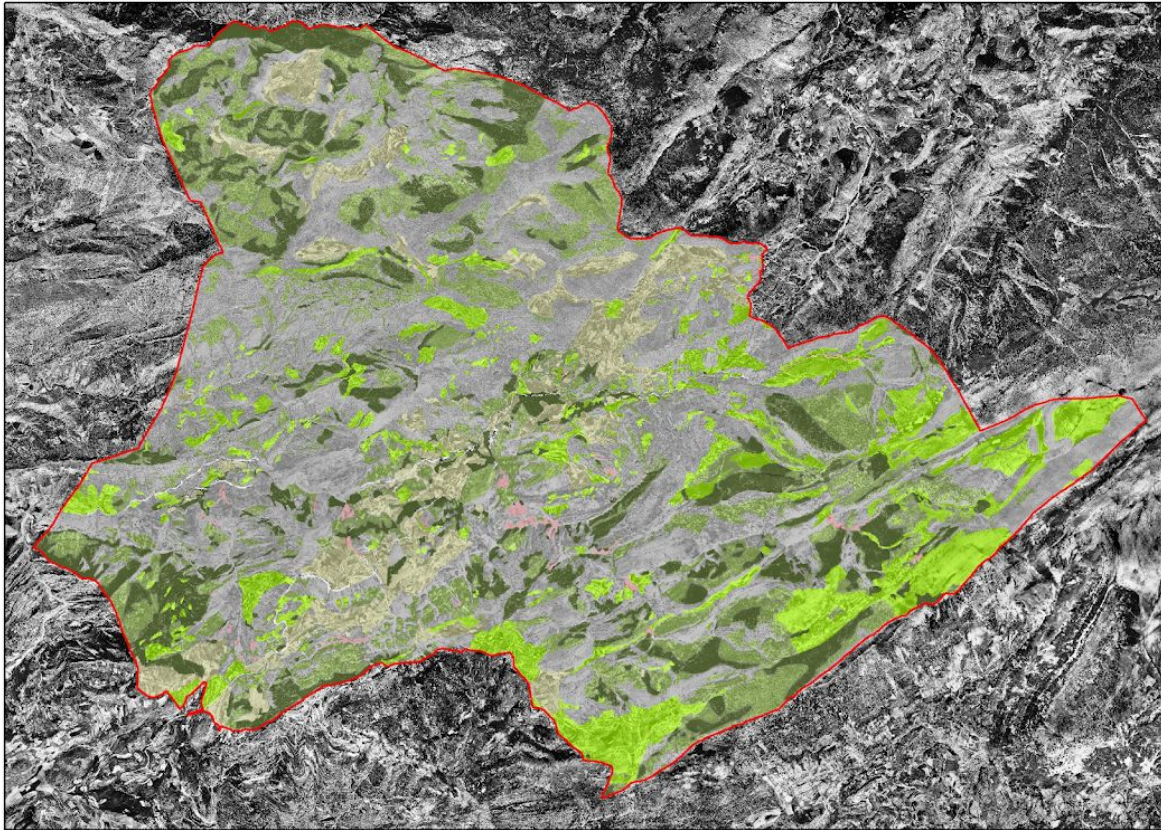
*Taula 4.* Resultats i càlculs del cabal de l'aigua. Font: obtinguts de les dades de camp i del treball d'Espígol & Enparan (2020).

<b>Paràmetres</b>	<b>Resultats de camp</b>	<b>Resultats cabal d'Espígol &amp; Enparan (2020)</b>
Velocitat de l'aigua (m <sup>2</sup> /s)	0,144	-
Secció transversal (m)	0,246	-
Cabal (L/s)	35,363	0,341
Cabal (L/any)	<b>1115191800</b>	<b>10753776</b>
Precipitació mitjana (L/m <sup>2</sup> *any)	544,500	544,500
Superfície de recaptació (m <sup>2</sup> )	2048102,479	19749,818
Superfície de recaptació (km <sup>2</sup> )	<b>2,048</b>	<b>0,020</b>

### 5.3. Determinació de canvis en la massa forestal i edàfica

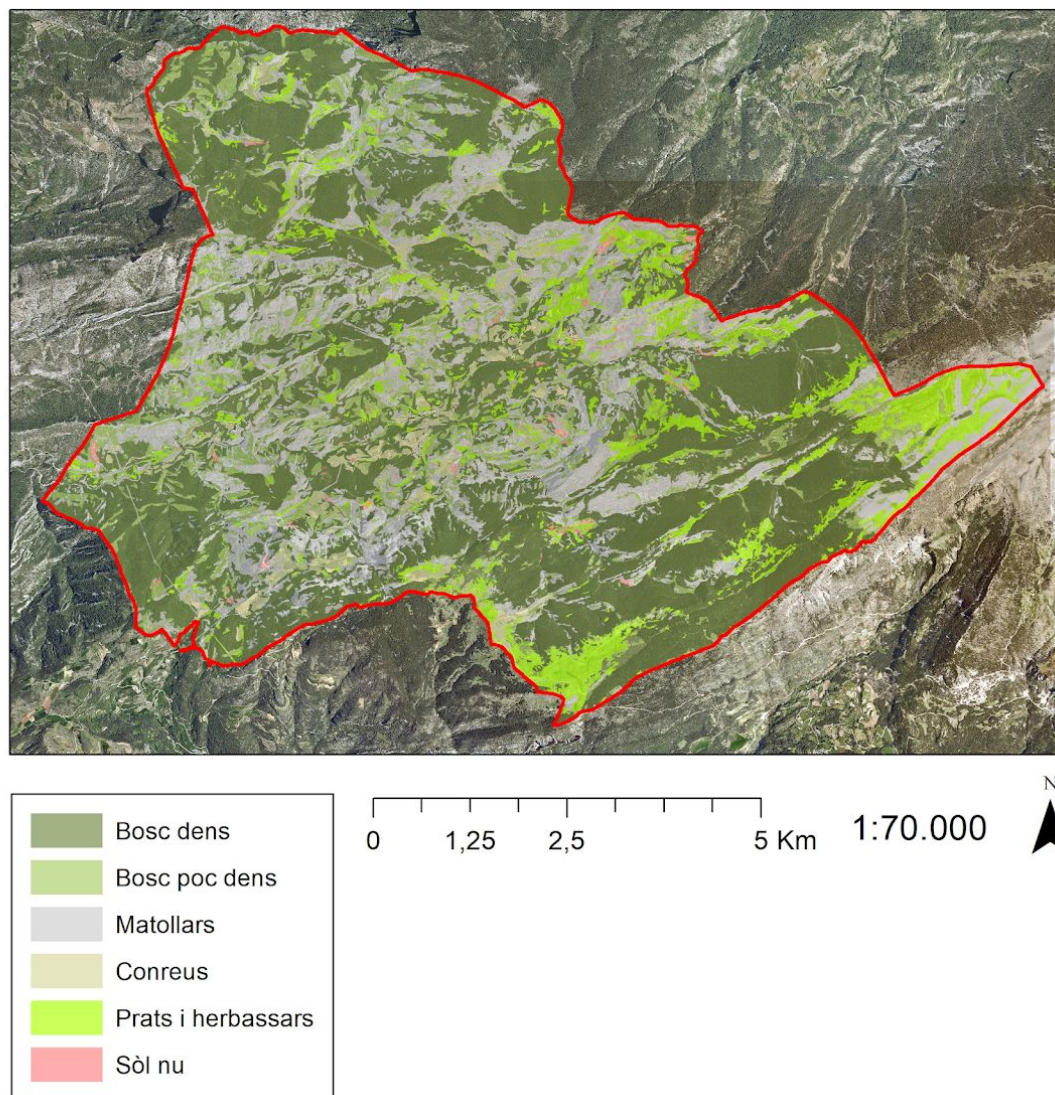
*Figura 7.* Mapa de cobertes vegetals de 1956. Font: Interpretació a partir de l'ortofoto del Vol Americà Sèrie B de 1956-1957.





A la *Figura 7*, que correspon a l'any 1956, predominen les cobertes de matolls i de bosc poc dens, ocupant una menor àrea els conreus, prats i bosc dens, sent menyspreable l'àrea de sòl nu.

Figura 8. Mapa de cobertes vegetals de 2009. Font: dades del CREAM sobre usos del sòl de l'any 2009 (Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya, 2009).



A la *Figura 8*, que correspon a l'any 2009, predomina el bosc dens, seguit de les cobertes de matollar. A continuació es troben les àrees de bosc poc dens i prats i herbassars, i per últim els camps de conreu, i el sòl nu (negligible).

Taula 6: Superfície (Ha), i variació de superfície (Ha) de cada tipus de coberta del sòl pels anys 1956 i 2009.

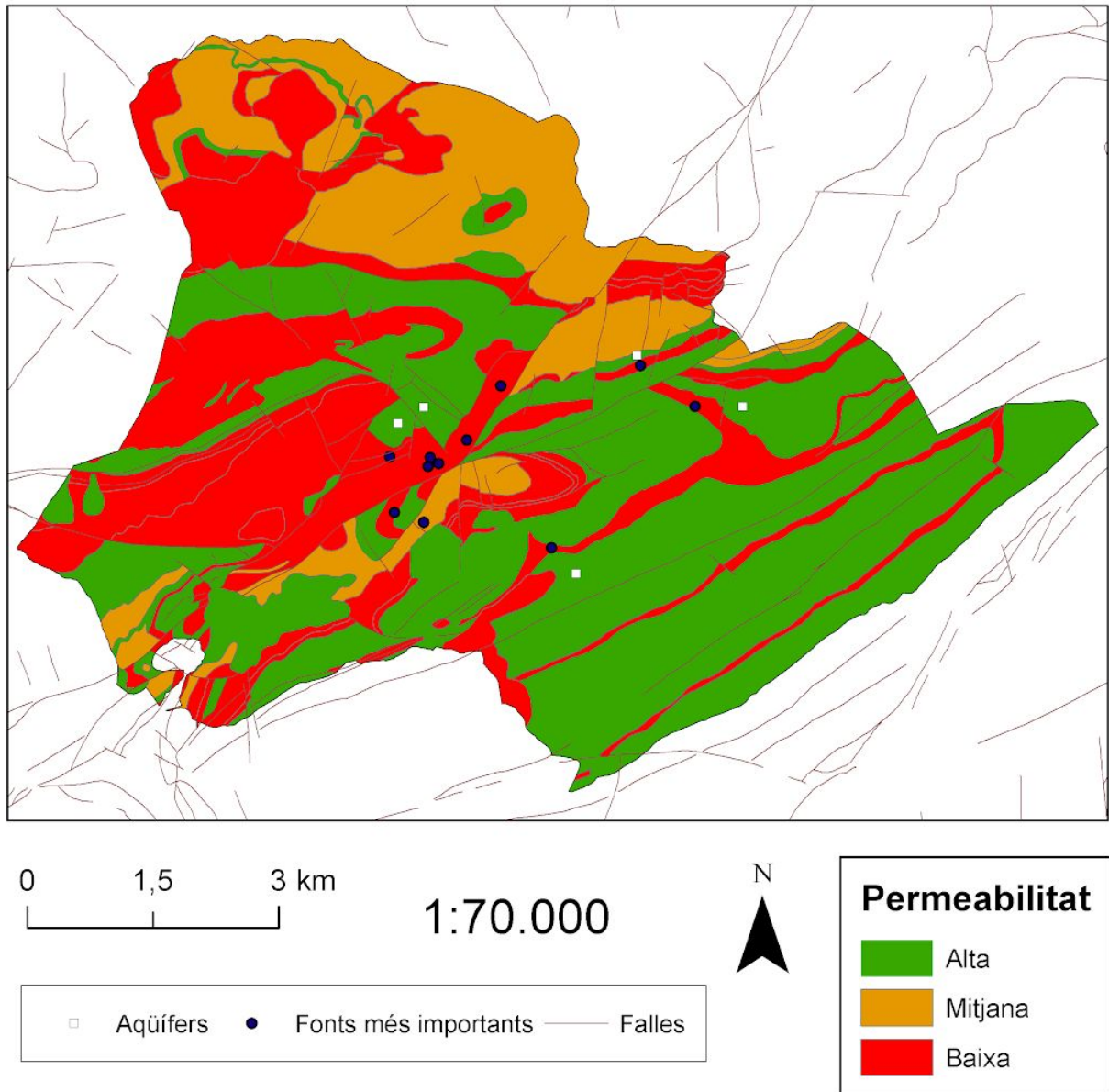
Cobertes	Superfície 1956	Superfície 2009	Variació de la superfície
Bosc dens	858,09	2949,38	2091,29
Bosc poc dens	1431,19	726,57	-704,62
Matollars	2396,01	1568,45	-827,56
Camps de conreu	557,22	199,87	-357,35
Prats	838,34	642,12	-196,22
Sòl nu	38,12	32,57	-5,55

Tal com s'observa a la *Taula 6*, totes les cobertes excepte el bosc dens han sofert una pèrdua d'àrea respecte a l'existent el 1956. La major superfície perduda en conreus, prats i matollars es substitueix per bosc dens i poc dens. El bosc poc dens de 1956 passa a ser bosc dens el 2009, i alguns conreus evolucionen a prats, mentre que el bosc dens de 1956 es manté (amb algunes pèrdues no significatives) en 2009. Es pot corroborar una disminució important dels camps de conreu entre aquestes dues dates. El sòl nu pateix petites pèrdues a causa de l'expansió de les cobertes de matollar.

#### **5.4. Identificació i distribució dels aqüífers càrstics**

A la *Figura 9* es pot observar la situació aproximada dels aqüífers càrstics i de les fonts més importants. En primer lloc, s'han agrupat els materials geològics (obtinguts de la *Figura 1 de l'annex*) segons la seva permeabilitat (separada en alta, mitjana i baixa), i a partir de les relacions entre aquests materials s'han situat els aqüífers. Els punts que representen els aqüífers es troben en materials amb alta permeabilitat (la majoria calcaris), i els que representen la localització de les fonts més importants de la zona es troben en materials de permeabilitat baixa (excepte una que se situa en materials amb mitjana permeabilitat). Aquests resultats concorden amb la realitat, ja que un aqüífer es forma a partir del contacte entre un material permeable i un d'impermeable a sota, que permet l'acumulació de l'aigua subterrània infiltrada. Les fonts, en canvi, s'associen a materials impermeables que impedeixen que l'aigua continuï circulant, provocant que aquesta hagi de sortir a la superfície. Es pot observar com un sol aqüífer pot drenar més d'una font, com es dona en el cas de les surgències de més al nord.

Figura 9. Situació aproximada de les fonts principals i els aqüífers càrstics. Font: Mapes geològics de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (en versió shapefile).



## 5.5. Evolució de l'evapotranspiració

Els següents mapes mostren l'evapotranspiració corresponent als anys 1956 (*Figura 10*) i 2009 (*Figura 11*), respectivament. Es pot observar que hi ha diferències rellevants que queden il·lustrades en el mapa comparatiu de la *Figura 12*.

*Figura 10.* Mapa d'evapotranspiració del 1956. Font: interpretació de l'ortofoto del Vol Americà Sèrie B de 1956-1957.

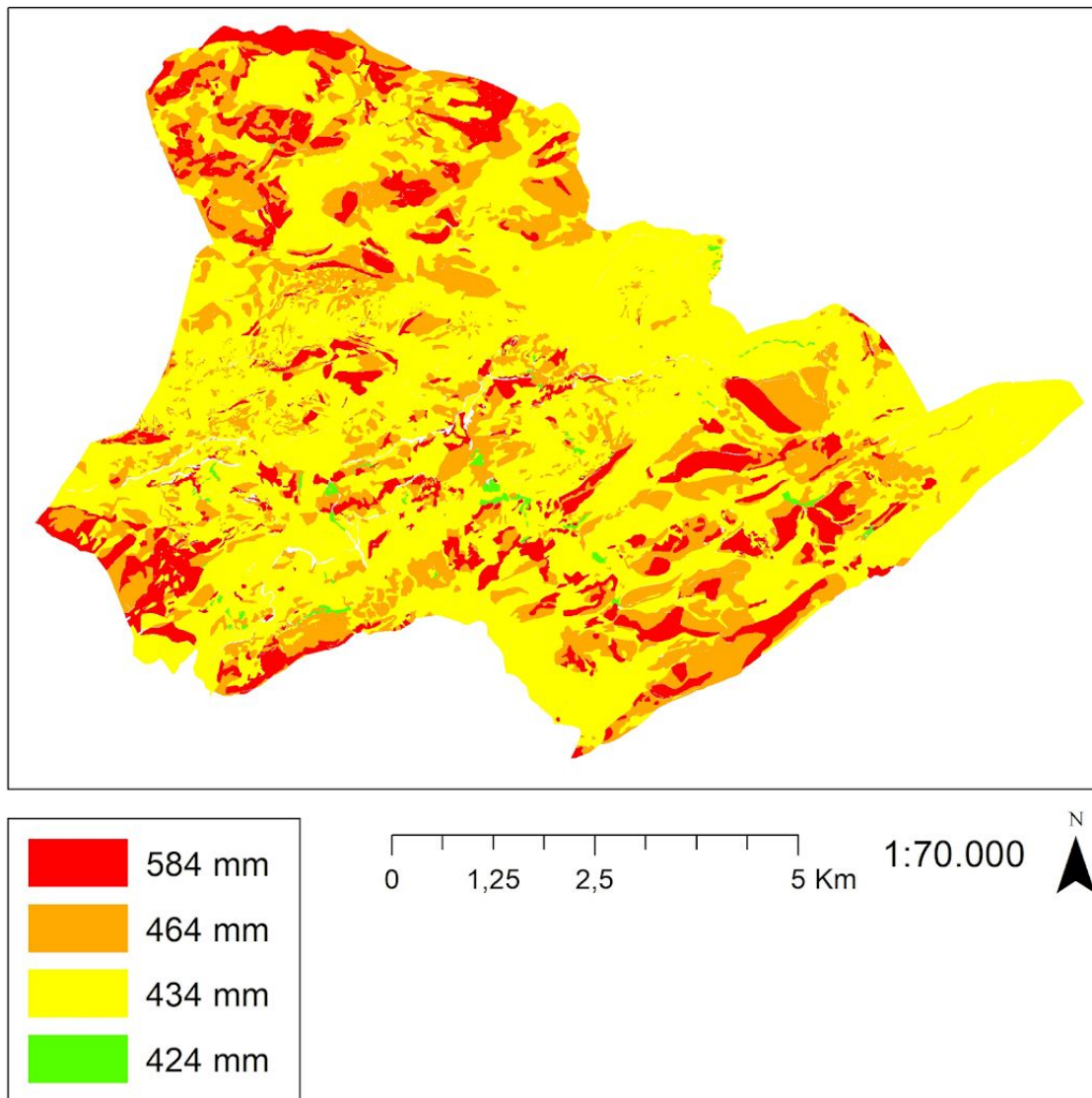


Figura 11. Mapa d'evapotranspiració del 2009. Font: agrupació a partir de dades del CREAM sobre usos del sòl de l'any 2009 (Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya, 2009).

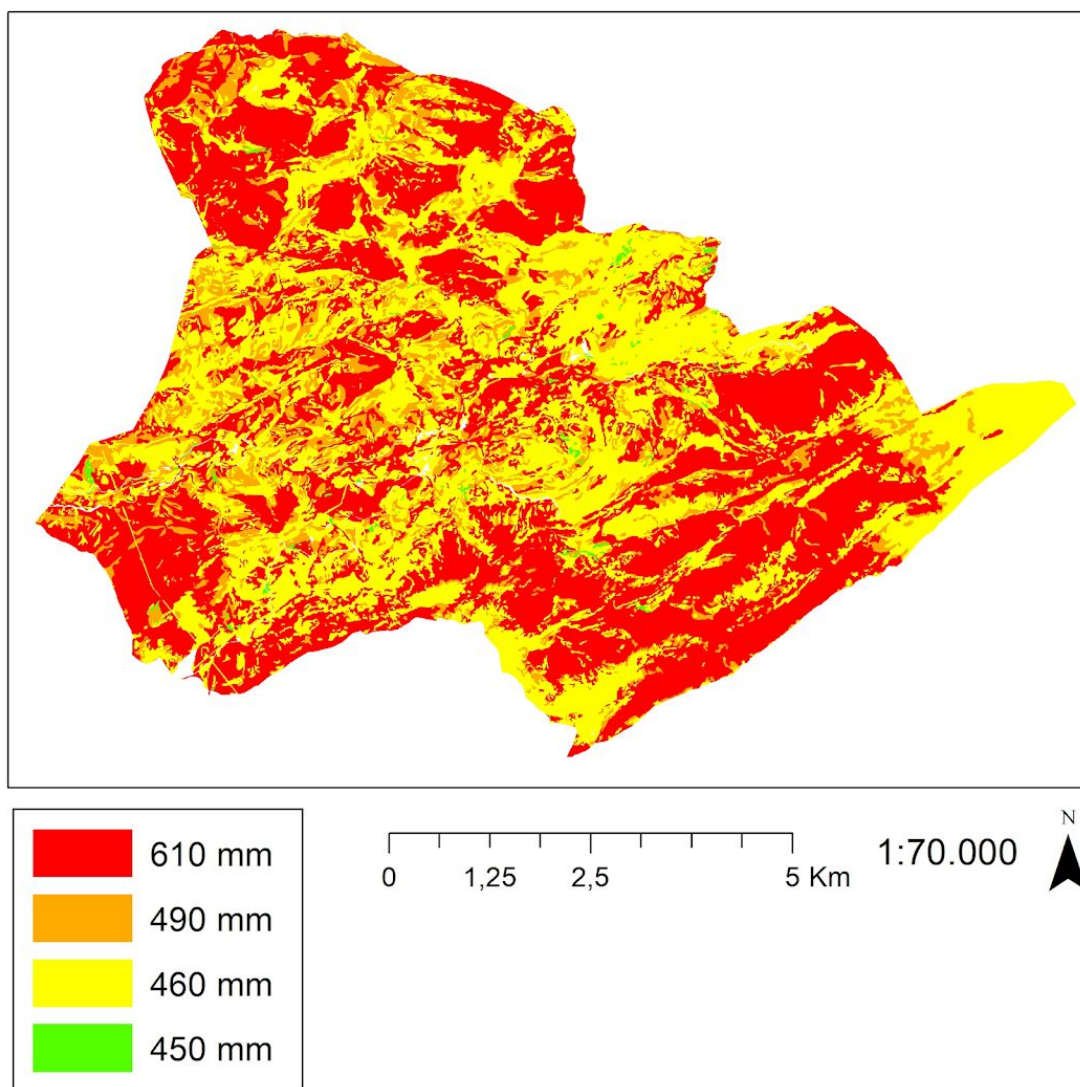
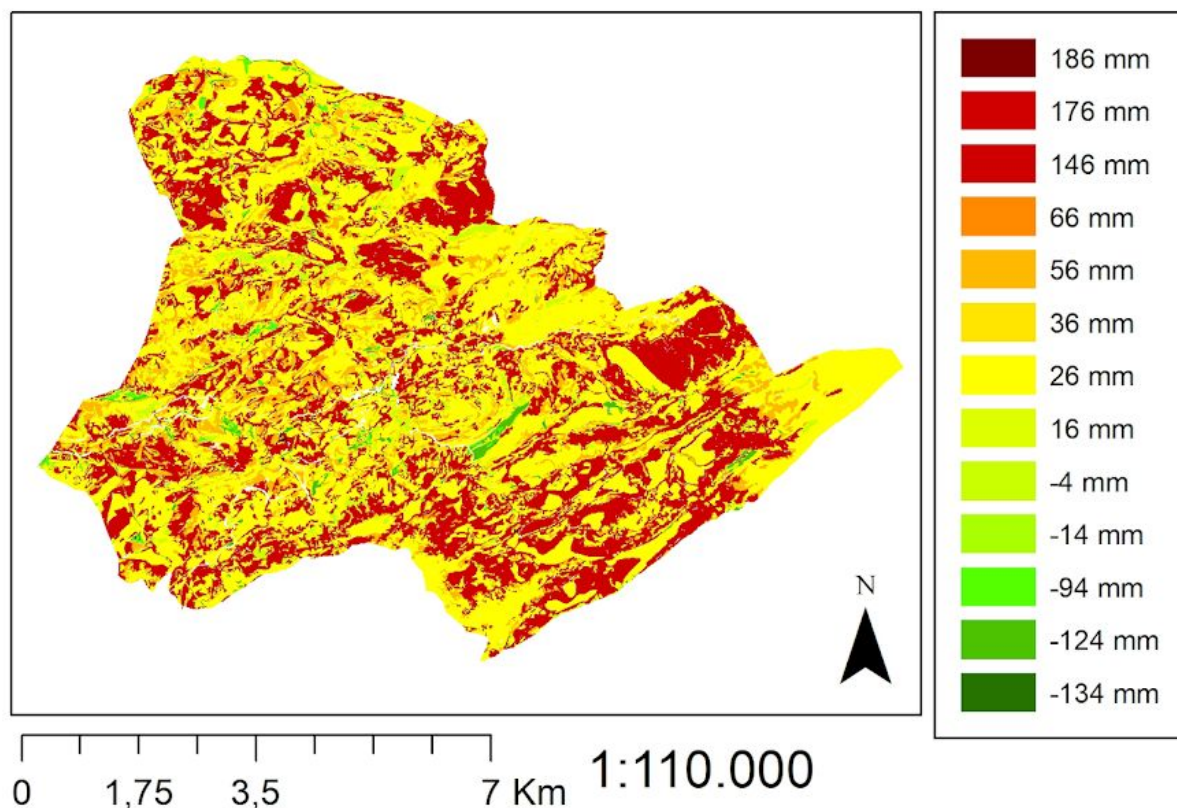


Figura 12. Mapa de la variació de l'evapotranspiració entre els mapes de l'evapotranspiració del 1956 i 2009.  
 Font: dades del CREAM sobre usos del sòl de l'any 2009 (Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya, 2009) i ortofoto del Vol Americà Sèrie B de 1956-1957.



A la Figura 12 es pot observar que hi ha hagut un augment elevat de l'evapotranspiració bastant generalitzat a l'àrea d'estudi. El canvi més gran correspon a les àrees vermelloses on s'ha incrementat l'evapotranspiració entre 186 mm i 146 mm. Aquestes zones actualment són boscos densos que en el 1956 eren sòl nu, prats, matollar, camp de conreu o bosc poc dens. En menor mesura, però igualment destacables, es troben les àrees groguenques on ha augmentat entre 66 i 16 mm. Les categories negatives, les quals representen una minoria, corresponen a disminucions de l'evapotranspiració en el període de temps estudiat. A la Taula 7 s'il·lustren aquestes variacions. L'augment de l'evapotranspiració entre els dos anys ha estat d'un 13,31%.

Taula 7. Superfície (Ha), variació de superfície (Ha) i evapotranspiració (mm) de cada tipus de coberta del sòl pels anys 1956 i 2009.

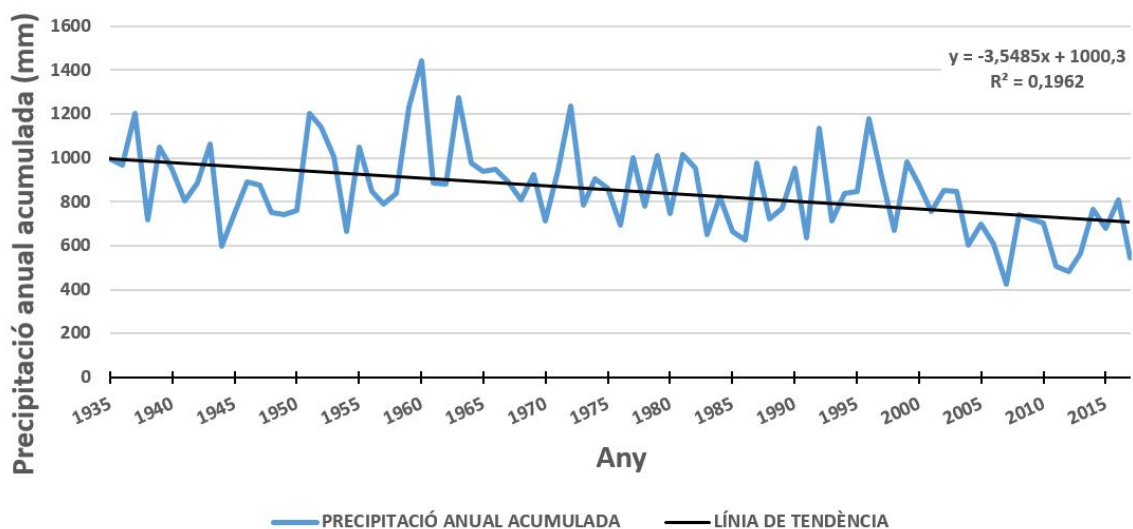
Cobertes	Superfície 1956	Superfície 2009	Variació de la superfície	Evapotranspiració 1956	Evapotranspiració 2009
Bosc dens	858,09	2949,38	2091,29	4,67E+09	1,68E+10
Bosc poc dens	1431,19	726,57	-704,62	6,50E+09	3,49E+09
Matollars	2396,01	1568,45	-827,56	1,04E+10	7,22E+09
Camps de conreu	557,22	199,87	-357,35	2,42E+09	9,20E+08
Prats	838,34	642,12	-196,22	3,64E+09	2,96E+09
Sòl nu	38,12	32,57	-5,55	1,62E+08	1,47E+08
				<b>2,78E+10</b>	<b>3,15E+10</b>

## 5.6. Anàlisi de l'evolució de precipitacions, temperatura i evapotranspiració.

Com es pot observar a la *Figura 13* la precipitació anual acumulada a l'estació d'Engolasters ha anat disminuint progressivament des de l'any 1935 fins a l'any 2017. En general l'evolució ha estat poc constant, amb molts daltabaixos i amb un pic màxim de 1.143 mm l'any 1960 i un pic mínim de 424 mm el 2007. Entre certs anys, s'han registrat variacions força grans d'augment entre el 1991 i 1992 d'aproximadament de 500 mm i de disminució entre 1960 i 1961 de 550 mm.

*Figura 13.* Evolució de la precipitació anual acumulada a l'estació d'Engolasters d'entre els anys 1935 i 2017.

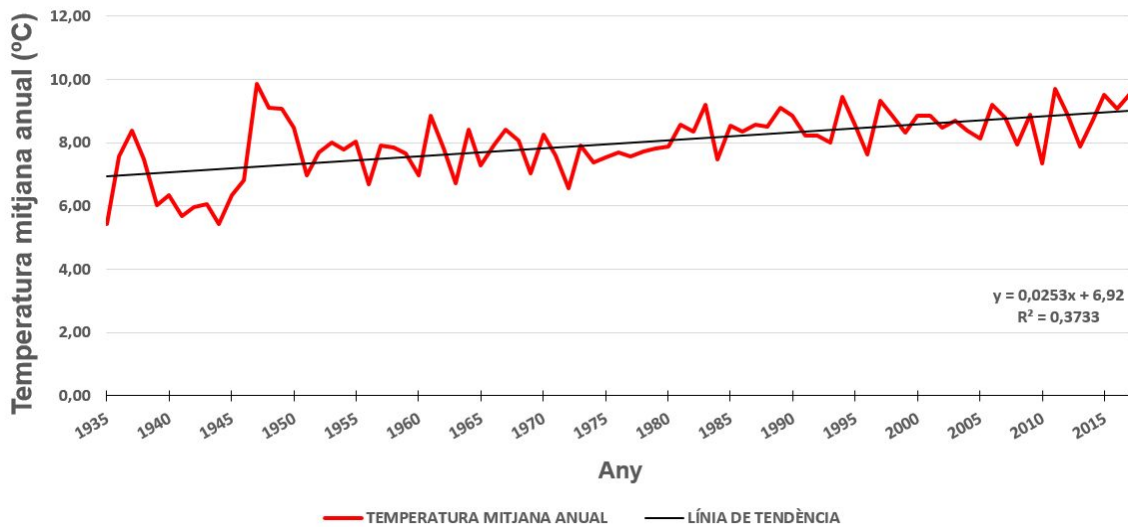
Font: Dades extretes d'Ayuso et al., (2020).



A diferència de la precipitació, la temperatura mitjana anual a l'estació d'Engolasters ha anat augmentant progressivament al llarg del període de temps d'entre 1935 i 2017 (*Figura 14*). L'evolució també ha estat poc constant, però ha patit variacions menys significatives, amb un pic màxim l'any 1947 de 9.86 °C i un pic mínim en 1944 de 5.42 °C.

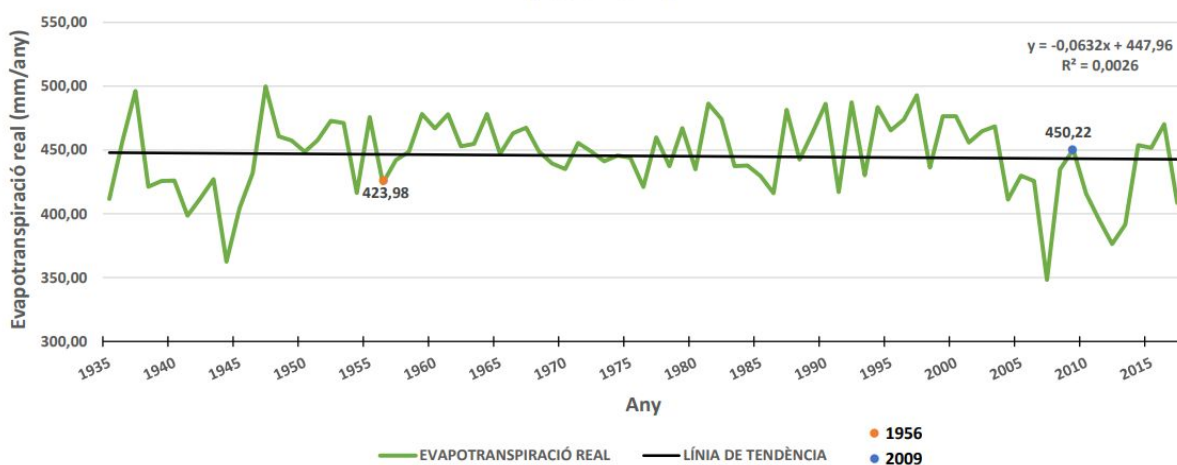


Figura 14. Evolució de la temperatura mitjana anual a l'estació d'Engolasters d'entre els anys 1935 i 2017. Font: Dades extretes de treball Font: Dades extretes d'Ayuso et al., (2020).



A la Figura 15 està representada l'evolució de l'evapotranspiració des de l'any 1935 fins al 2017. Tot i que d'any en any acostuma a variar força (sobretot al voltant de l'any 1945 i 2007), en general l'evolució s'ha mantingut constant amb una lleugera tendència a la baixa. El pic màxim s'ha situat en 1947 amb un valor de 499,77 mm/anys, i el pic mínim en 2007 amb un valor de 348,24 mm/any. S'han destacat els valors corresponents als anys 1956 (423,98 mm/any) i 2009 (450,22 mm/any), ja que són els anys on s'ha realitzat la cartografia de l'evapotranspiració. A la Taula 11 de l'Annex es mostren els resultats de l'evapotranspiració real per a cada any entre l'interval de temps de 1935 a 2017.

Figura 15. Evolució de l'evapotranspiració real segons la precipitació i la temperatura a l'estació d'Engolasters d'entre els anys 1935 i 2017. Font: Dades extretes d'Ayuso et al., (2020).



## 5.7. Anàlisi de laboratori

Pel que fa als resultats del laboratori, els valors obtinguts dels diferents processos realitzats per a cada una de les mostres de sòl de cada coberta es recullen a la *Taula 8*. En primer lloc, s'han inclòs totes les mesures referides al pes tant dels materials emprats com de les mostres de camp. Seguidament es troben els pesos (en sec) per a la mostra després de ser escalfada a l'estufa i també els referits a la matèria orgànica després de cremar la mostra de sòl. Per últim, es poden observar els valors referits al pH del sòl i la seva variació amb l'aigua de pluja. El pH de les dues aigües de pluja emprades també són indicats a la taula. Tot i que presenten una diferència de 0,05 entre elles, s'ha decidit utilitzar-les de manera homogènia.

Els resultats finals de l'anàlisi de laboratori mostren una correlació clara entre la quantitat de matèria orgànica i el pH del sòl (*Figura 16*). És a dir, com més elevat és el percentatge de matèria orgànica, més baix (àcid) és el pH del sòl, allunyant-se així del pH de la roca mare calcària que correspon a un 8,01. Per tant, els sòls que pertanyen a la classificació de bosc dens, que són els que més matèria orgànica contenen, presenten un pH més àcid.

Per una altra banda, s'observa que quan una mostra és irrigada per l'aigua de pluja, hi ha una acidificació del substrat, tot i que la *Figura 17* no mostra una relació directa amb la quantitat de matèria orgànica. Aquest resultat es deu a que el temps d'infiltració de l'aigua a través del sòl ha estat insuficient, i si es fes en una situació més semblant a la que passa en la realitat (els episodis de precipitacions són més extensos en el temps), el gràfic mostraria una relació més directa entre pH de l'aigua de pluja i contingut en matèria orgànica. Tot i així, es pot observar la tendència a la *Figura 17*.

*Taula 8.* Dades obtingudes al laboratori (pes en grams).

MOSTRES	Pes Mostra	Pes Sec	% d'humitat	Pes sense MO	PES DE LA MO	% DE MO	pH del sòl	pH del sòl amb aigua de pluja	Increment de pH amb aigua de pluja
1. Bosc Dens 1	11,449	7,549	34,06	5,709	1,840	24,37	6,94	6,23	-0,71
2. Bosc dens 2	16,123	12,698	21,24	10,538	2,16	17,01	7,02	6,15	-0,87
3. Bosc poc dens 1	14,926	11,54	22,69	9,97	1,57	13,60	7,17	6,33	-0,84
4. Bosc poc dens 2	22,117	19,894	10,05	17,904	1,99	10,00	7,32	6,39	-0,93
5. Matollars	15,616	12,395	20,63	10,595	1,8	14,52	7,2	6,56	-0,64
6. Camp de conreu	15,092	10,883	27,89	9,433	1,45	13,32	7,16	6,76	-0,4
7. Prat	16,242	12,568	22,62	11,118	1,45	11,54	7,31	6,53	-0,78
8. Sòl nu	-	-	-	-	-	-	8,01	-	-

pH aigua del Prepirineu	5,47
pH de l'aigua de Rubí	5,52

Figura 16. Relació entre el pH del sòl i el percentatge de matèria orgànica del sòl. Font: Dades obtingudes al laboratori.

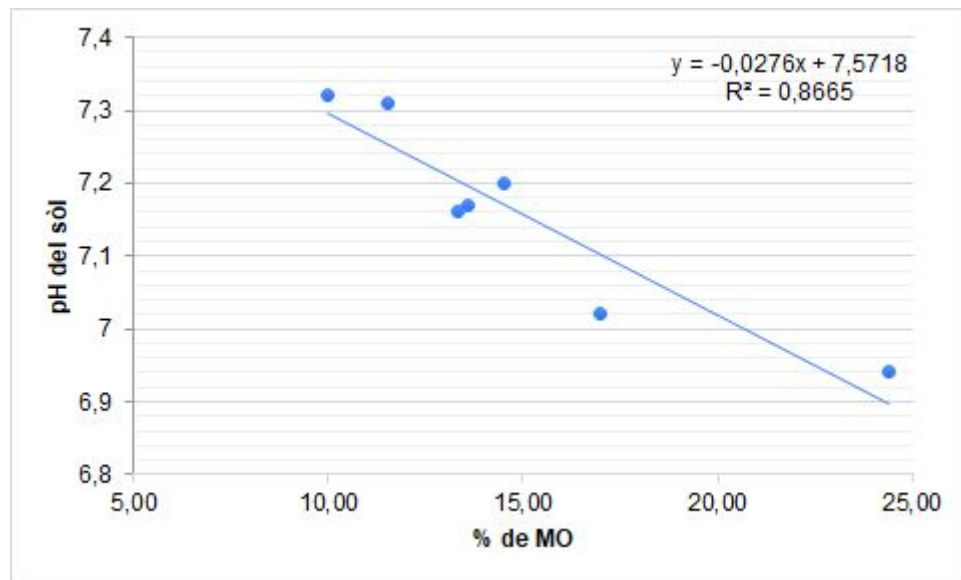
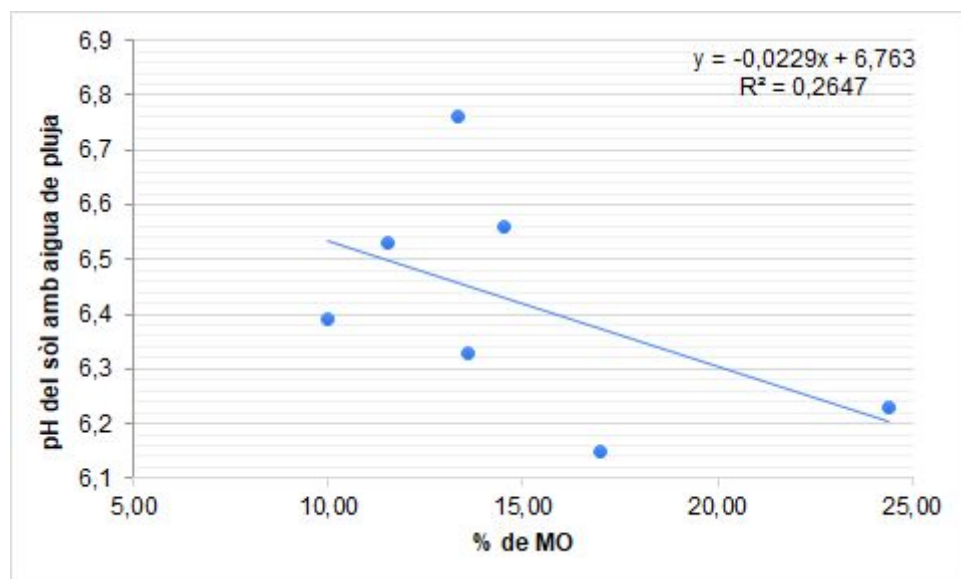
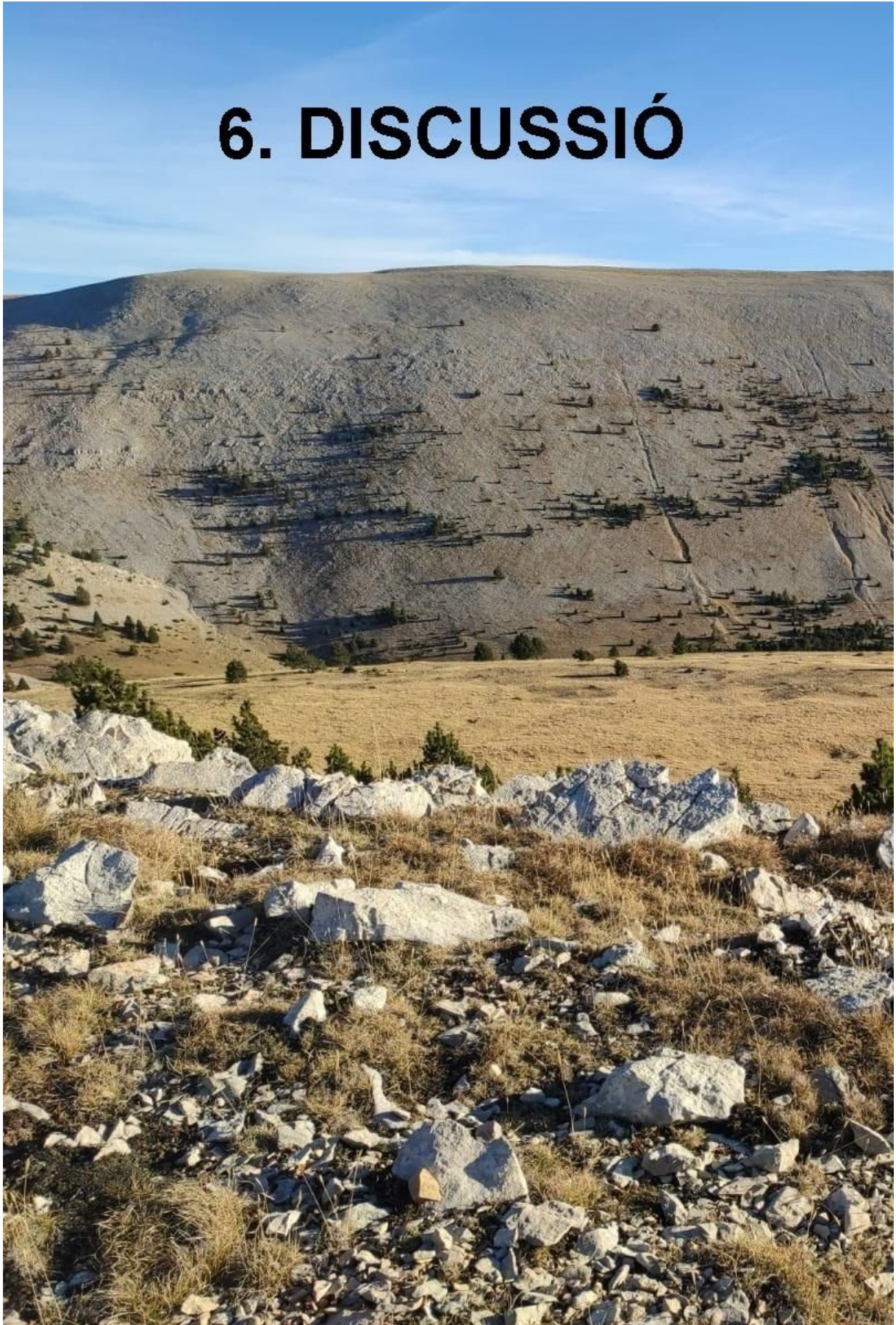


Figura 17. Relació entre el pH de la mostra irrigada amb aigua de pluja i el percentatge de matèria orgànica del sòl. Font: Dades obtingudes al laboratori.



# 6. DISCUSSIÓ



En els últims cinquanta anys la Vall d'Alinyà ha sofert modificacions provocades pel canvi global, les quals han alterat diverses dinàmiques naturals. Algunes d'aquestes variacions han estat de caràcter social, com els **canvis socioeconòmics**; i d'altres han estat climàtiques, com els canvis en els règims de precipitacions i temperatures. Aquesta tendència també es manifesta a escala global, sobretot en diverses zones de l'hemisferi nord en les que s'observa un procés d'aforestació provocat per les mateixes causes que a Alinyà, tal com es pot observar a l'informe de la FAO (2011). Les zones de muntanya són les que més s'han vist afectades per aquests canvis.

Els canvis en el context socioeconòmic han estat uns dels més influents a l'hora de modificar el paisatge que abans imperava. El pas d'un model econòmic on l'agricultura i la ramaderia eren els sectors principals, a un model basat en el sector dels serveis, on l'agricultura s'ha vist desplaçada; ha provocat un fort impacte en el paisatge, el règim hídic i la massa forestal. Per tant, la conseqüència d'aquest canvi global ha estat un procés d'aforestació espontània que en gran mesura no ha estat dirigit per l'acció humana, però del qual sí que se n'ha aprofitat, reconvertint activitats agrícoles i ramaderes a altres de forestals, com per exemple la indústria de la fusta i de la construcció (que ha estat present a Alinyà durant els últims anys) (Bogliolo, 2016).

Aquest canvi, tal com s'ha explicat anteriorment, és degut principalment al **canvi d'usos del sòl** provocat per l'abandonament progressiu de terres agrícoles i la seva substitució per bosc. En el mapa de cobertes del sòl de 1956 (*Figura 7*), es pot observar com clarament l'àrea dedicada als conreus, bosc poc dens i, sobretot, de matollars, era major que en l'actualitat, mentre que la de bosc dens no era tan imperant. En el mapa de cobertes del sòl corresponent a l'any 2009 (*Figura 8*) es pot apreciar una notable diferència: la superfície corresponent a bosc dens ha sofert un gran augment, provocant que l'àrea de les altres cobertes s'hagi vist molt reduïda, sobretot la de conreus. També s'ha reduït la superfície de bosc poc dens, matollars i prats, tot i que en menor mesura. Per tant, la major part de la superfície perduda en conreus (75%), prats i matollars s'ha vist substituïda per bosc dens principalment, i en menor mesura per bosc poc dens.

Així doncs, en augmentar l'àrea de bosc, principalment dens, s'incrementa la quantitat de biomassa. Aquest canvi de cobertes fa augmentar la biomassa un 146,4% entre 1956 i 2009. La relació directament proporcional entre l'àrea de bosc i la biomassa es veu corroborada en treballs com el de Vicente Serrano et al. (2000), que esmenta que és un canvi que s'està produint de manera extensa en el territori, encara que l'increment de la biomassa forestal és lent i progressiu. També es pot constatar amb altres treballs de fi de grau realitzats anteriorment com el de A., Betriu, F., Campos, A. (2015) sobre la "Caracterització

hidroambiental de la Vall d'Alinyà", on s'esmenta que els camps de conreu a la zona d'Alinyà s'han anat abandonant en el temps provocant un inevitable creixement de la vegetació.

El canvi en les cobertes del sòl no només té un efecte sobre la vegetació, sinó que provoca una sèrie de modificacions en les dinàmiques edàfiques. Gràcies a l'augment de vegetació, el sòl es desenvolupa cada cop més, ja que es veu protegit de l'erosió. A més, el contingut en matèria orgànica augmenta progressiva i directament proporcional amb l'augment de la biomassa, tal com es pot veure en els resultats del laboratori (*Taula 8*). Aquestes dades concorden amb les observacions de Zhou et al. (2008) que van concloure que la vegetació té un paper clau per a evitar l'erosió del sòl (sobretot en zones muntanyoses) i en la formació del sòl. L'augment de matèria orgànica causa una major presència de bacteris, fongs, cucs de terra, insectes i fullaraca, entre d'altres.

A més, el sòl reté més humitat, provocant un canvi de condicions que propicien la descomposició de la matèria orgànica (aquests processos també es veuen accelerats per l'augment de la temperatura), afavorint així la fertilitat del sòl (per la presència d'humus, nutrients i sals minerals). Aquests processos de descomposició generen àcids húmics i fúlvics, els quals tenen un paper important en l'acidificació del sòl. Tal com es pot veure a la *Taula 8*, les parcel·les que presenten un contingut major en matèria orgànica, presenten un pH del sòl i de l'aigua de pluja infiltrada més àcids. Aquestes observacions concorden amb les de Campillo & Sadzawka (2004), on s'afirma que l'humus conté grups actius que es comporten com a àcids febles alliberant ions d'hidrogen. A més, la descomposició d'aquests residus genera CO<sub>2</sub>, el qual reacciona amb l'aigua generant àcid carbònic, acidificant el sòl. Com major sigui la quantitat de matèria orgànica, major serà l'acidificació.

L'aigua de pluja que s'infiltra als aqüífers ja presenta un pH moderadament àcid, amb valors de 5,47 i 5,52 (*Taula 8*), però es veu compensat amb el pH més bàsic de la roca calcària. El fet que la roca presenti una capa de sòl més àcid a sobre provoca que la part superficial de la roca es trobi en un medi més àcid. Tot i així, la capa de sòl actual presenta un gruix massa petit com per a arribar a modificar el pH de l'aigua dels aqüífers, ja que aquesta en el seu recorregut d'infiltració passa per desenes de metres de roca calcària, la qual compensa l'acidificació del sòl.

Per tant, si l'augment del gruix del perfil del sòl segueix augmentant a causa de l'increment de biomassa, es podria arribar a una situació on el pH de l'aigua que arriba als aqüífers estigués acidificada. Aquest fet tindria com a conseqüència un augment de la dissolució de la roca carbonàtica, ja que el procés es veuria accelerat per pH baixos. Si fos així, el resultat seria un sistema càrstic més desenvolupat, tal com es pot veure en el cas de les zones

càrstiques de Costa Rica, on un major grau d'acidesa ha provocat més dissolució de la roca carbonàtica (Ulloa et al., 2011).

L'augment del 146,4% biomassa forestal també genera un increment del 13,31% de l'evapotranspiració real. L'evapotranspiració real s'ha mesurat mitjançant la fórmula de Turc (1961) i s'ha modificat segons les cobertes del sòl a partir de dades de Bosch i Hewlett (1982), que indiquen les variacions de l'evapotranspiració segons el tipus de coberta vegetal imperant a la zona.

Els valors obtinguts d'evapotranspiració segons Turc entre els anys 1935 i 2017 a partir de les precipitacions i temperatures de l'estació meteorològica d'Engolasters, mostren que aquest paràmetre s'ha mantingut més o menys constant en el temps, ja que en línia general la tendència és a mantenir-se al voltant dels 450 mm (*Figura 15*). Tot i així, als valors de la fórmula de Turc se'ls hi ha d'afegir l'augment d'evapotranspiració corresponent a cada tipus de coberta vegetal per obtenir un resultat més semblant al que succeeix a la realitat. Aquestes variacions estan il·lustrades en les *Figures 10 i 11*, on es poden observar els valors d'evapotranspiració corresponents als anys 1956 i 2009 respectivament. El que s'identifica és que l'augment de la biomassa forestal (per l'expansió del bosc dens) genera un augment de l'evapotranspiració, tal com es pot observar en el mapa comparatiu dels dos anys estudiats (*Figura 12*).

El valor de l'evapotranspiració real segons Turc augmenta a mesura que ho fan les precipitacions i temperatures. Com es pot observar a les *Figures 13 i 14*, hi ha hagut un augment de temperatures i una lleugera disminució de les precipitacions. Per tant, l'augment d'evapotranspiració real que provoca l'increment de temperatures es veu contrarestat per la disminució de precipitacions, i és per això que es manté constant en el temps. En canvi, l'evapotranspiració potencial sí que augmenta en el temps a causa de l'increment de temperatures.

Les variacions de temperatures i precipitacions són causades pel **canvi climàtic**. Tal com es pot veure a la *Figura 14*, la temperatura mitjana anual ha augmentat significativament entre els anys 1935 i 2017. Aquest increment és un factor que influeix en l'augment de biomassa acumulada, ja que propicia un clima favorable que allarga el període vegetatiu (Piñol i Martínez-Vilata, 2006). Això podria explicar l'increment de biomassa no atribuïble a l'abandonament de conreus. L'any 1999, Menzel i Fabian (1999) relacionen l'increment de temperatura amb l'allargament del període vegetatiu, determinant que una pujada d'1°C a l'aire d'hivern produeix un augment de fins a 6 dies en el període vegetatiu. Des de la dècada de 1960, el període de creixement vegetatiu s'ha allargat 10,8 dies a causa de

l'increment en la temperatura de l'aire, fet determinant en l'expansió de la superfície forestal a l'àrea d'estudi de la muntanya d'Alinyà.

Per tant, ens trobem en una situació en què les tendències són de disminució de les precipitacions en els últims vuitanta-cinc anys, i d'augment de l'evapotranspiració real, fet que causa una reducció de l'aigua disponible pels aqüífers càrstics. Tal com es pot veure en les *Figures 7, 8 i 9*, aquests estan situats sota zones on la biomassa vegetal i l'evapotranspiració han augmentat. Això concorda amb les observacions d'Alonso et al. (2015), on es va realitzar un inventari de les fonts principals d'Alinyà, drenades pels aqüífers càrstics, i es va arribar a la conclusió de què el cabal del 45% de les fonts ha disminuït a la meitat en els últims 20-30 anys; i el 48% es mantenen similars, ja que presenten valors molt baixos. En aquest treball també s'esmenta que les principals causes d'aquesta disminució podrien ser els moviments de terres (canvis geomorfològics) i el segrest hídric provocat per l'augment de la biomassa vegetal, tal com s'ha observat en aquest treball.

Així doncs, aquests canvis són causats per dos vessants principals del canvi global: un canvi de dinàmiques socials, condicionat pels canvis en l'economia de la Vall, on l'agricultura ha anat perdent pes i els camps de conreu s'han abandonat progressivament, deixant lloc a boscos; i un canvi climàtic amb efectes sobre les precipitacions i temperatura.

### **Escenari de futur**

De cara al futur, s'espera que el canvi d'usos del sòl, sobretot de conreus a ús forestal, continuï al llarg del segle si l'escenari socioeconòmic actual es manté tal com es mostra al territori europeu a l'*ATEAM final report* (Schröter et al., 2004). Per aquesta raó, els resultats d'aquest treball pel que fa a l'increment de biomassa forestal poden ser aplicables a altres àrees similars. Si es suposa un escenari (**A2** definit per la Comissió Europea l'any 2009: *Regions 2020, The climate change challenge for European regions*) en el qual no hi hagi canvis socioeconòmics a escala significativa, s'espera un increment de la temperatura d'entre 2,5-5,5°C i una disminució de les precipitacions d'entre el 20-40% per a les regions mediterrànies, amb màxims assolibles entre els anys 2070 i 2100. Per al 2080 s'espera un descens del 30% en la superfície de conreus de la península Ibèrica, tot i que aquesta disminució podria incrementar-se particularment a la zona d'estudi a causa de la població envellida i la mobilització cap a àrees més poblades. La taxa de creixement forestal podria créixer fins a un 44% (segons les condicions climàtiques de l'escenari), que juntament amb l'augment de l'evapotranspiració, provocaria una disminució en la disponibilitat hídrica dels aqüífers a llarg termini.



Per tant, si aquest escenari es compleix, ens trobaríem en una situació en què els aqüífers càrstics podrien presentar una forta disminució de la disponibilitat hídrica i una acidificació de les aigües, fet que acceleraria la dissolució de les roques calcàries.

El canvi d'usos del sòl es podria detenir a Catalunya a través de la Llei 3/2019 d'Espais Agraris del 20 de juny de 2019 (Generalitat de Catalunya, 2019), que proposa frenar l'expansió del terreny forestal a través de la gestió activa de sòls i l'ordenació de les àrees forestals. La norma incideix a l'àrea d'estudi a través de la "tercera disposició addicional", dedicada a l'abandonament de finques en zones de muntanya; i en la qual es proposa l'elaboració d'un programa específic per a evitar l'abandonament, compensant les condicions climàtiques que dificulten la viabilitat econòmica de conreus i terrenys ramaders.

Pensem que un dels possibles treballs a realitzar en aquesta àrea en el futur és l'estudi en profunditat del sistema d'aqüífers i les fonts, ja que creiem que els resultats que hem obtingut en el nostre treball poden suposar un punt de partida per seguir estudiant aquest sistema en detall. Un altre possible treball que es podria dur a terme és la formulació dels diferents escenaris de futur tenint en compte els models climàtics i socials que existeixen en l'actualitat, i fer una valoració sobre la necessitat d'actuació a la zona estudiada.

# 7. CONCLUSIONS



A partir dels objectius plantejats a l'inici del treball, s'ha determinat l'increment de la biomassa forestal i edàfica (1956-2009) i la seva relació amb el canvi global; s'ha analitzat l'evolució de les precipitacions, la temperatura i l'evapotranspiració real; i s'ha identificat i caracteritzat la distribució dels aqüífers càrstics a la zona d'estudi. En conseqüència, s'han pogut determinar les manifestacions del canvi global en el sistema càrstic, la vegetació i el cicle de l'aigua a la muntanya d'Alinyà, responent així a l'objectiu principal del treball.

A través de les dades obtingudes, s'ha establert un increment en les temperatures entre els anys 1935 i 2017, i una disminució de les precipitacions en aquest període. D'altra banda, s'ha pogut determinar un augment del 146% de la biomassa forestal i edàfica, el qual es veu reflectit en els mapes de cobertes. Això es relaciona amb el canvi global a partir de les modificacions d'usos del sòl produïdes a escala global per l'èxode rural, el qual es demostra en la zona d'estudi a partir dels mapes de cobertes realitzades. Així i tot, l'increment més gran es produeix a causa del component climàtic del canvi global, a través de l'augment de la temperatura. A partir d'aquestes dades, s'ha pogut establir un increment del 13,5% de l'evapotranspiració total, a causa del canvi en el règim de temperatures i a l'augment de la biomassa forestal i edàfica. A més, mitjançant una anàlisi de laboratori de les mostres de les cobertes vegetals estudiades, s'ha determinat la relació de l'increment de biomassa forestal i matèria orgànica amb la disminució de pH en el sòl.

La principal afectació del canvi global sobre el sistema càrstic s'obté de relacionar els objectius secundaris, on s'ha establert que el cabal d'entrada ha disminuït de forma considerable, fet que també ha provocat una disminució de la disponibilitat hídrica en el període de temps estudiat. A més, s'ha esmentat que hi podria haver una lleugera acidificació de les aigües per l'augment de biomassa forestal, arribant a provocar canvis en el sistema càrstic en el futur, però amb els resultats del treball no s'ha pogut delimitar.

Finalment, podem concloure que a l'escenari de futur presentat, les dinàmiques que s'han esmentat durant el treball es mantindran o, fins i tot, s'intensificaran durant el segle XXI, pel que és important gestionar la biomassa forestal i fer un seguiment del cicle hidrològic i del sistema càrstic **per a evitar possibles problemes en el futur.**

## 8. BIBLIOGRAFIA

- Acuña, V., & Prat, I. N. (2004). *Els sistemes fluvials de la vall d'Alinyà. Estat ecològic i propostes de conservació*. Institució Catalana d'Història Natural. Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.  
[https://blogs.iec.cat/ichn/wp-content/uploads/sites/33/2013/10/16\\_Ecosistemes-fluvials.pdf](https://blogs.iec.cat/ichn/wp-content/uploads/sites/33/2013/10/16_Ecosistemes-fluvials.pdf)
- Alonso, A., Betriu, F., & Campos, A. (2015). *Caracterització Hidroambiental de la Vall d'Alinyà*. Projecte de final de grau de Ciències Ambientals. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Ayuso, K., Bartra, A., Pujals, A., & Carrasco, A. (2020). *Evidències i impactes del canvi climàtic a La Vall d'Alinyà-Port del Compte. Prepirineu oriental*. Projecte de final de grau de Ciències Ambientals. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Bel, A., Iriani, M., de la Torre, S., & Vera, P. (2013). *Caracterització agroecològica de la Vall d'Alinyà*. Projecte de final de grau de Ciències Ambientals. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Bögli, A. (1980). A General View of Exokarst. En A. Bögli (Ed.), *Karst Hydrology and Physical Speleology* (p. 50-72). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-67669-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-67669-7_3)
- Boglio Etcheverry, D. (2016). *Indústria y comercio de la madera en el Pirineo catalán. Perspectiva histórica desde la revolución industrial 1850-1950*. (Vol. 1). Universidad Autònoma de Barcelona, Facultad de Economía y Empresa.
- Bosch, J., & Hewlett, J. (1982). A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of Hydrology*, 3-23.
- Campillo, R., & Sadzawka, A. (2004). La acidificación de los suelos. Origen y mecanismos involucrados. *Centro Regional de Investigación INIA*, 17.
- Candela, L., Tamoh, K., Olivares, G., & Gomez, M. (2012). Modelling impacts of climate change on water resources in ungauged and data-scarce watersheds. Application to the Siurana catchment (NE Spain). *Science of The Total Environment*, 440, 253-260.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.06.062>

- Carcavilla, L., Belmonte, Á., & Durán, J. J. (2016). *Patrimonio geológico y biodiversidad en terrenos kársticos en España: Vol. 24.1*. Instituto Geológico y Minero de España. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/download/312537/402614>
- Comas, L., Obon, B., Mata, T., Vayreda, J., & Ibàñez, J. J. (2004). *Els boscos de la Vall d'Alinyà* (471-503). Institució Catalana d'Història Natural. Universitat Autònoma de Barcelona. [https://ichn2.iec.cat/pdf/Alinya/15\\_Boscos.pdf](https://ichn2.iec.cat/pdf/Alinya/15_Boscos.pdf)
- Cruz-Macías, W. O., Rodríguez-Larramendi, L. A., Salas-Marina, M. Á., Hernández-García, V., Campos-Saldaña, R. A., Chávez-Hernández, M. H., & Gordillo-Curiel, A. (2020). Efecto de la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico en la acidez de suelos cultivados con maíz en dos regiones de Chiapas, México. *REVISTA TERRA LATINOAMERICANA*, 38(3), 475-480. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.506>
- de Vallés, J. (2009). *Espeleologia Bibliografia Caving Literature: Catàleg Espeleològic de Catalunya*. (Vol. 2). Espeleo Club de Gràcia. Federació Catalana d'Espeleologia. <http://espeleologiabibliografia.blogspot.com/2010/02/cataleg-espeleologic-de-catalunya-volum.html>
- Duarte, C. (2006). *Cambio global: Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. CSIC. Cyan, Proyectos y Producciones Editoriales, S.A. [http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/01/Cambio\\_global.pdf](http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/01/Cambio_global.pdf)
- Durán, J. V., Martí, J. J. I., & Alonso, C. A. G. (2005). El Inventario Ecológico y Forestal de Catalunya. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 19, 217-227.
- Els sistemes naturals de la vall d'Alinyà – Institució Catalana d'Història Natural*. (s.d.). Recuperat 22 novembre 2020, de <http://blogs.iec.cat/ichn/publicacions/els-sistemes-naturals-de-la-vall-dalinya/>
- Espígol, P., & Enparan, E. (2020). *Caracterització hidrogeològica de les fonts de la vall d'Alinyà*. Projecte de final de grau de Ciències Ambientals. Universitat Autònoma de Barcelona.
- FAO. (2011). *State of the World's Forests*. <http://www.fao.org/3/i2000e/i2000e00.htm>

- Ferrer-Montoro (Ed.). (2011). *Pla d'ordenació urbanística municipal del terme municipal de Figols i alinyà*. 46.
- Ford, D., & Williams, P. (2007). *Karst Hydrogeology and Geomorphology* (1a ed.). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118684986>
- Fragoso-Servón, P., Bautista, F., Frausto, O., & Pereira, A. (2014). Caracterización de las depresiones kársticas (forma, tamaño y densidad) a escala 1:50,000 y sus tipos de inundación en el Estado de Quintana Roo, México. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 31(1), 127-137.
- Freixes i Perich, A. (2014). *Els aqüífers càrstics dels Pirineus de Catalunya*. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. [http://www.tdx.cat/bitstream/10803/289710/1/AFiP\\_TESI.pdf](http://www.tdx.cat/bitstream/10803/289710/1/AFiP_TESI.pdf)
- Gallardo, J. F. (1973). *Estudio del perfil de materia orgánica en suelos de la región oeste de España. IV Relaciones y conclusiones finales*. <https://digital.csic.es/handle/10261/48487>
- Gallart, F., & Llorens, P. (2004). Observations on land cover changes and water resources in the headwaters of the Ebro catchment, Iberian Peninsula. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 29(11), 769-773. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2004.05.004>
- Gams, I. (2000). Doline Morphogenetic Processes from Global and Local Viewpoints. *Acta Carsologica*, 29(2), Article 2. <https://doi.org/10.3986/ac.v29i2.453>
- Ginés, À. (2000). Morfologia càrstica i vegetació a la Serra de Tramuntana. Una aproximació ecològica a la dinàmica de l'exocarst. *Endins: publicació d'espeleologia*, 101-110.
- Ginés, A., & Gines, J. (2011). El modelat exocàrstic de les balears i els camps de lapiaz de mitjana muntanya mediterrània a la serra de tramuntana de Mallorca. *Monografies de la Societat d'Historia Natural de les Balears*, 17. [https://www.researchgate.net/publication/267423318\\_El\\_modelat\\_exocarstic\\_de\\_les\\_balears\\_i\\_els\\_camps\\_de\\_lapiaz\\_de\\_mitjana\\_muntanya\\_mediterrania\\_a\\_la\\_serra\\_de\\_tramuntana\\_de\\_Mallorca](https://www.researchgate.net/publication/267423318_El_modelat_exocarstic_de_les_balears_i_els_camps_de_lapiaz_de_mitjana_muntanya_mediterrania_a_la_serra_de_tramuntana_de_Mallorca)

- Gonzalez, M., Gorlat, A., Monsonis, E., & Sánchez-Ballesteros, M. (2018). *Bioindicadors fluvials: Poblacions de vertebrats a la Vall d'Alinyà*. Projecte de final de grau de Ciències Ambientals. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Gunn, J. (2003). *Encyclopedia of Caves and Karst Science*. Taylor & Francis Group.  
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/uab/detail.action?docID=201032>
- Gutiérrez Elorza, M. (2008). *Geomorfología*. Pearson Prentice Hall.  
<https://www.geogpsperu.com/2020/06/libro-de-geomorfologia-mateo-gutierrez.html>
- Idescat. *El municipi en xifres. Fígols i Alinyà*. (s.d.). Recuperat 4 novembre 2020, de  
<https://www.idescat.cat/emex/?id=259084#h300000000>
- IEFC - Publicació—Glossari forestal. (s.d.). Recuperat 29 desembre 2020, de  
[http://www.creaf.uab.es/iefc/pub\\_glossari.htm](http://www.creaf.uab.es/iefc/pub_glossari.htm)
- Iñaki Antigüedad, Tomás Morales, & Jesus Angel Uriarte. (2007). Los acuíferos kársticos. Casos del País Vasco. En *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 2007* (p. 325-332).  
<https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/download/121424/167874>
- Jeannin, P.-Y., Hessenauer, M., Malard, A., & Chapuis, V. (2016). Impact of global change on karst groundwater mineralization in the Jura Mountains. *Science of The Total Environment*, 541, 1208-1221. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.008>
- Kelemen, A., Munch, W., Poelman, H., Gakova, Z., Dijkstra, L., & Torighelli, B. (2009). The climate change challenge for european regions. *Directorate general for regional policy*.  
[https://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docoffic/working/regions2020/pdf/regions2020\\_climat.pdf](https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/working/regions2020/pdf/regions2020_climat.pdf)
- Kim, J. H., & Jackson, R. B. (2012). A Global Analysis of Groundwater Recharge for Vegetation, Climate, and Soils. *Vadose Zone Journal*, 11(1). <https://doi.org/10.2136/vzj2011.0021RA>
- Lang, Y., Song, W., & Deng, X. (2018). Projected land use changes impacts on water yields in the karst mountain areas of China. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 104, 66-75. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2017.11.001>

- Limia, B. L., & Bermúdez, F. L. (1985). TIPOS DE LAPIAZ EN UN KARST MEDITERRANEO DE MONTAÑA (SIERRA DE SEGURA, JAÉN). *Papeles de Geografía*, 10, Article 10. <https://revistas.um.es/geografia/article/view/41961>
- Llei 3/2019. (s.d.). *Llei 3/2019*. Portal Jurídic de Catalunya. Recuperat 22 gener 2021, de [https://portaljuridic.gencat.cat/ca/pjur\\_ocults/pjur\\_resultats\\_fitxa/?action=fitxa&mode=single&documentId=852192&versionId=1749651&language=ca\\_ES](https://portaljuridic.gencat.cat/ca/pjur_ocults/pjur_resultats_fitxa/?action=fitxa&mode=single&documentId=852192&versionId=1749651&language=ca_ES)
- L.Turc. (1961). *Water requeriments assessment of irrigation, potential evapotranspiration: Simplified and updated climatic formula*.
- Menzel, A., & Fabian, P. (1999). Growing season extended in Europe. *Nature*, 397(6721), 659-659. <https://doi.org/10.1038/17709>
- Moisés, J., Ibáñez, M., Rodríguez, R., & Olarieta, J. R. (2004). *Estudi climatològic de la Vall d'Alinyà*. : Institució Catalana d'Història Natural. Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl. Universitat de Lleida. [https://ichn2.iec.cat/pdf/Alinya/01\\_EstudiClimatologic.pdf](https://ichn2.iec.cat/pdf/Alinya/01_EstudiClimatologic.pdf)
- Moreno, J. (2007). *Cambio Global e Incendios Forestales: Una Visión desde España*. Departamento de Ciencias Ambientales. Universidad de Castilla-La Mancha. 4ª Conferencia internacional sobre incendios forestales. <https://gfmco.online/iwfc/sevilla-2007/Keynote-Moreno.pdf>
- Ordóñez, J., Díaz, B., Naranjo, A., Nuria, J., Mancera, V., Tejeda, T., ordoñez, maria de jesus, & Davalos-Sotelo, R. (2015). Densidad de las maderas mexicanas por tipo de vegetación con base en la clasificación de J. Rzedowski: Compilación. *Madera y Bosques*, 21, 77-126. <https://doi.org/10.21829/myb.2015.210428>
- Otero, I., Boada, M., Badia, A., & Piqueras, S. (2008). *El canvi global a la conca de Tordera* (95-129). Institució Catalana d'Història Natural. Observatori de Tordera. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Pardo-Igúzquiza, E., & Robledo-Ardilla, P. (2016). *Cuevas kársticas y no kársticas: Del subsuelo terráqueo a las cavidades extraterrestres: Vol. 24.1* (pàg. 35-41). Instituto Geológico y Minero de España. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/download/312534/402611>



- Pérez-Cutillas, P., Cataldo, M. F., Antonio Zema, D., de-Vente, J., & Boix-Fayos, C. (2018). Efectos de la revegetación a escala de cuenca sobre el caudal y la evapotranspiración en ambiente mediterráneo. Cuenca del Taibilla (SE de España). *Bosque (Valdivia)*, 39(1), 119-129.
- Pérez-Cutillas, P., Cataldo, M. F., Zema, D. A., de-Vente, J., Boix-Fayos, C., Pérez-Cutillas, P., Cataldo, M. F., Zema, D. A., de-Vente, J., & Boix-Fayos, C. (2018). Efectos de la revegetación a escala de cuenca sobre el caudal y la evapotranspiración en ambiente mediterráneo. Cuenca del Taibilla (SE de España). *Bosque (Valdivia)*, 39(1), 119-129. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002018000100119>
- Piñol, J., & Martínez-Vilata, J. (2006). *Ecología con números. Una introducción a la ecología con problemas y ejercicios de simulación*. Lynx Edicions.
- Ramírez, J. A. E., Ayala, S. M. B., & Romero, M. I. L. (2000). CLASIFICACION CLIMATICA DE LOS KARST. *Meteorologia Colombiana*, 2, 67-72.
- Regaño, A., Reina, P., Rufete, D., & Serrano, B. (2013). *Anàlisi de la viabilitat econòmica i ecològica de la patata d'Alinyà. Transició cap a un model ecològic*. Projecte de final de grau de Ciències Ambientals. Universitat Autònoma de Barcelona. [https://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/222249/PFC\\_Ecogreen\\_memoria.pdf?sequence=1](https://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/222249/PFC_Ecogreen_memoria.pdf?sequence=1)
- Sargent, D. (1981). The development of a viable method of stream flow measurement using the integrating float technique. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 71(1), 1-15. <https://doi.org/10.1680/iicep.1981.2136>
- Schröter, D., Acosta-Michlik, L., Arnell, A. W., Araújo, M. B., Badeck, F., Bakker, M., Bondeau, A., Brugmann, H., Carter, T., la-Leinert, A. C. V. de, Erhard, M., Espineira, G. Z., Ewert, F., Fritsch, U., Friedlingstein, P., Glendining, M., Gracia, C. A., Hickler, T., House, J., ... Cramer, W. (2004). *Advanced terrestrial ecosystem analysis and modelling (ATEAM)* (p. 1-40). Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK). <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/335678>

Schröter, D., Acosta-Michlik, L., Arnell, A. W., Araújo, M. B., Badeck, F., Bakker, M., Bondeau, A., Bugmann, H., Carter, T., Friedlingstein, P., Glendining, M., Gracia, C. A., Hickler, T., House, J., Hulme, M., Kankaanpää, S., Klein, R. J. T., Krukenberg, B., Lavorel, S., ... Cramer, W. (s.d.). *Contact: Dagmar.Schroeter@pik-potsdam.de*. 139.

Scots Pine | *The Wood Database—Lumber Identification (Softwood)*. (s.d.). Recuperat 22 gener 2021, de <https://www.wood-database.com/scots-pine/>

Segura, F., Fornós, J., Rosselló, V. M., Pardo, J. E., & Sanchis, C. (2020). Morfología Fluvial.-Cañones fluvicársticos meandrizantes: Procesos y formas. *Congreso internacional sobre desertización*. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/97721>

Silva, A. (1998). *La materia orgánica del suelo*. Montevideo: Facultad de Agronomía. <http://bibliofagro.pbworks.com/f/materia+organica+del+suelo.pdf>

Simón, J., Soriano, M., Gracia, J., & Salvador, T. (1991). *Dolinas aluviales en las terrazas del Ebro al oeste de Zaragoza: Un análisis empírico de los factores de riesgo* (139-148; Vol. 5). Departamento de geología. Universidad de Zaragoza. [http://tierra.rediris.es/CuaternarioyGeomorfologia/images/vol5/cuaternario5\(1-4\)\\_12-.pdf](http://tierra.rediris.es/CuaternarioyGeomorfologia/images/vol5/cuaternario5(1-4)_12-.pdf)

Soriano, I., & Devis, J. (2004). *Mapa de vegetació de les valls d'Alinyà. Memòria explicativa*. (p. 301-341). Institució Catalana d'Història Natural. [https://www.researchgate.net/publication/313114676\\_MapadevegetaciodelesvallsdAlinyaMemoriaexplicativa](https://www.researchgate.net/publication/313114676_MapadevegetaciodelesvallsdAlinyaMemoriaexplicativa)

Terrádez, J., & Arauzo, I. (2018). *El cambio climático en los Pirineos: Impactos, vulnerabilidades y adaptación. Bases de conocimiento para la futura estrategia de adaptación al cambio climático en los Pirineos* (Resumen ejecutivo informe OPCC2). Observatorio Pirenaico del Cambio climático. CTP. <https://www.opcc-ctp.org/sites/default/files/editor/opcc-resumen-es.pdf>

*Tipos y Funcionamiento de Manantiales*. Fundación y Centro Internacional de Hidrología Subterránea (FCIHS). <http://fcihs.espintime.com/tema2/docs/2.5.pdf>

- Tong, X., Brandt, M., Yue, Y., Horion, S., Wang, K., Keersmaecker, W. D., Tian, F., Schurgers, G., Xiao, X., Luo, Y., Chen, C., Myneni, R., Shi, Z., Chen, H., & Fensholt, R. (2018). Increased vegetation growth and carbon stock in China karst via ecological engineering. *Nature Sustainability*, 1(1), 44-50. <https://doi.org/10.1038/s41893-017-0004-x>
- Tort, J. (2004). *La fesomia geogràfica de la Vall d'Alinyà* (p. 555-608). Institució Catalana d'Història Natural. Universitat Autònoma de Barcelona. [https://blogs.iec.cat/ichn/wp-content/uploads/sites/33/2019/02/18\\_Fesomia-geografica.pdf](https://blogs.iec.cat/ichn/wp-content/uploads/sites/33/2019/02/18_Fesomia-geografica.pdf)
- Turner, B., Skole, D., Sanderson, S., Fischer, G., Fresco, L., & Leemans, R. (1995). *Land-Use and Land-Cover Change: Science/research plan*. IGB Report. <http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/4402/>
- Ullastre, J., & Masriera, A. (2001a). *Estudi geològic de la vall d'Alinyà i la seva rodalia (Pirineu català, Espanya)*. (127-177). Museu de Geologia, Barcelona. <https://www.raco.cat/index.php/TreballsMGB/article/view/72445/254661>
- Ullastre, J., & Masriera, A. (2001b). *Nota explicativa del Plànol geològic de la vall d'Alinyà i la seva rodalia* (127-177). Museu de Geologia, Barcelona. [http://blogs.iec.cat/ichn/wp-content/uploads/sites/33/2013/10/Plano5\\_MapaGeologic.pdf](http://blogs.iec.cat/ichn/wp-content/uploads/sites/33/2013/10/Plano5_MapaGeologic.pdf)
- Ullastre, J., & Masriera, A. (2001c). *Plànol geològic de la vall d'Alinyà i la seva rodalia* (127-177). Museu de Geologia, Barcelona. [http://blogs.iec.cat/ichn/wp-content/uploads/sites/33/2013/10/Plano5\\_MapaGeologic.pdf](http://blogs.iec.cat/ichn/wp-content/uploads/sites/33/2013/10/Plano5_MapaGeologic.pdf)
- Ullastre, J., & Masriera, A. (2001d). *Talls geològics de la vall d'Alinyà i la seva rodalia* (127-177). Museu de Geologia, Barcelona. [http://blogs.iec.cat/ichn/wp-content/uploads/sites/33/2013/10/Plano6\\_TallsGeologics.pdf](http://blogs.iec.cat/ichn/wp-content/uploads/sites/33/2013/10/Plano6_TallsGeologics.pdf)
- Ulloa, A., Aguilar, T., Goicoechea, C., & Ramírez, R. (2011). Descripción, Clasificación y Aspectos Geológicos de las Zonas Kársticas de Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 45, 53-74.
- Union, P. O. of the E. (1995, octubre 11). *COST Action 65: Karst groundwater protection: Guidelines*. [Website]. Publications Office of the European Union.

- Vall d'Alinyà. (2020). En *Gran enciclopèdia catalana*.  
<https://www.enciclopedia.cat/ec-gec-0002663.xml>
- Valsero, J. J. D., Igúzquiza, E. P., & Arcilla, P. A. R. (2020). *Karst y cuevas: La cuarta dimensión de la naturaleza*. Los Libros De La Catarata.
- Veress, M. (2016a). Classification of Covered Karsts. En M. Veress (Ed.), *Covered Karsts* (p. 97-205). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-7518-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-017-7518-2_4)
- Veress, M. (2016b). Covered Karst Landforms. En M. Veress (Ed.), *Covered Karsts* (p. 207-312). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-7518-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-94-017-7518-2_5)
- Veress, M. (2016c). Covered Karst Processes. En M. Veress (Ed.), *Covered Karsts* (p. 313-375). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-7518-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-017-7518-2_6)
- Veress, M. (2016d). Evolution of Covered Karst Surfaces. En M. Veress (Ed.), *Covered Karsts* (p. 495-518). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-7518-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-94-017-7518-2_8)
- Veress, M. (2016e). General Description of Karst. En M. Veress (Ed.), *Covered Karsts* (p. 1-21). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-7518-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-017-7518-2_1)
- Veress, M. (2016f). Landform Evolution and Development. En M. Veress (Ed.), *Covered Karsts* (p. 377-494). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-7518-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-017-7518-2_7)
- Veress, M. (2016g). Methods. En M. Veress (Ed.), *Covered Karsts* (p. 65-95). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-7518-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-017-7518-2_3)
- Veress, M. (2016h). Study Areas. En M. Veress (Ed.), *Covered Karsts* (p. 23-63). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-7518-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-017-7518-2_2)
- Vicente Serrano, S. M., Lasanta Martínez, T., & Cuadrat, J. M. (2000). *Transformaciones en el paisaje del Pirineo como consecuencia del abandono de las actividades económicas tradicionales*. <https://doi.org/10.3989/pirineos.2000.v155.91>
- Williams, P. (2008). World Heritage Caves and karst: A thematic study. *IUCN World Heritage Studies*, 2, 50.

Zhang, H., & Wang, J. J. (2014). *Soil Test Methods From the Southeastern United States. Loss on Ignition Method* (Capítol 5.3; 419a ed.). Southern Extension and Research Activity Information Exchange Group.

<http://aesl.ces.uga.edu/sera6/MethodsManualFinalSERA6.pdf#page=163>

Zhao, S., Pereira, P., Wu, X., Zhou, J., Cao, J., & Zhang, W. (2020). Global karst vegetation regime and its response to climate change and human activities. *Ecological Indicators*. Elsevier Ltd, 113.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X2030145X>

Zhou, P., Luukkanen, O., Tokola, T., & Nieminen, J. (2008). Effect of vegetation cover on soil erosion in a mountainous watershed. *CATENA*, 75(3), 319-325.

<https://doi.org/10.1016/j.catena.2008.07.010>

#### **Bases de dades:**

*Base municipal*. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. (s.d.). Recuperat 24 novembre 2020, de <http://www.icgc.cat/Descarregues/Cartografia-vectorial/Base-municipal>

*Cartografia de Catalunya* ICGC. (s.d.). Recuperat 5 desembre 2020, de <http://www.icc.cat/appdownloads/>

CREAF. (2009). *Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya*. Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya. <https://www.creaf.uab.es/mcsc/index.htm#collapse4>

García, V. G. (s.d.). *Laboratori Forestal Català*. Laboratori Forestal Català. Recuperat 6 gener 2021, de [L](#)

*ICRAF Database—Wood Density*. (s.d.). Recuperat 22 gener 2021, de [http://db.worldagroforestry.org/wd/genus/rosa\\_canina](http://db.worldagroforestry.org/wd/genus/rosa_canina)

*Inici*. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. (s.d.). Recuperat 23 novembre 2020, de <http://www.icgc.cat/ca/>

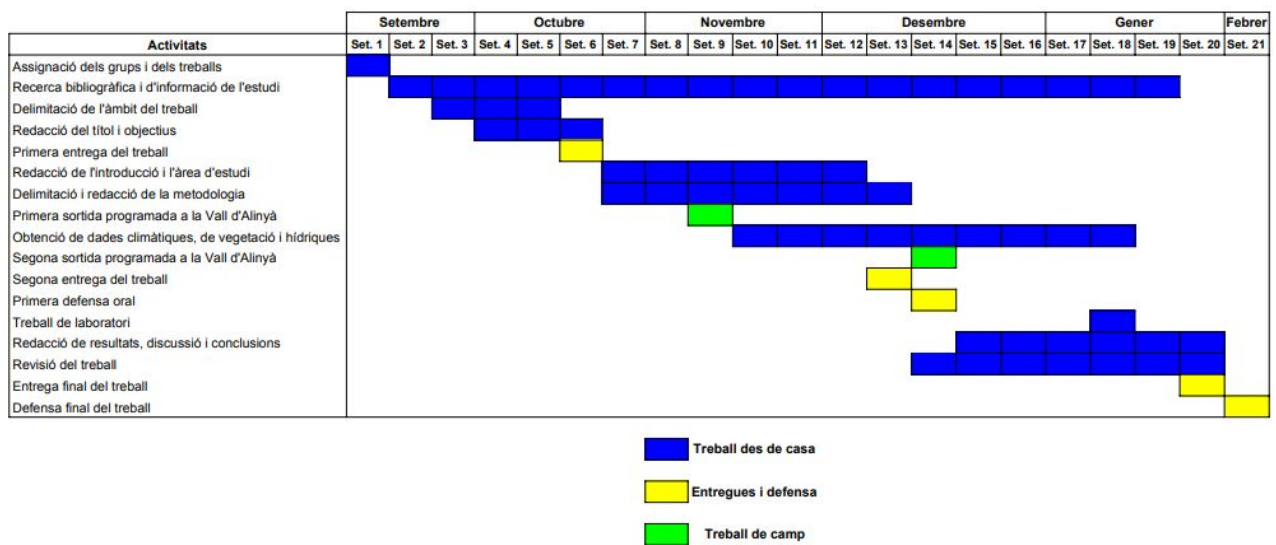
*Lapiaz*. *Diccionario de la Naturaleza*. (s.d.). Naturaleza y turismo. Recuperat 17 novembre 2020, de <https://www.asturnatura.com/diccionario/lapiaz/1395.html>

Meteo.ad. Servei Meteorològic Nacional. (s.d.). Recuperat 24 novembre 2020, de <https://www.meteo.ad/estacions/99130002>

Montaña de Alinyà | Fundació Catalunya La Pedrera. (s.d.). Recuperat 5 desembre 2020, de <https://www.fundaciocatalunya-lapedrera.com/es/espacios-naturaleza/montana-alinya>

Scots Pine | The Wood Database—Lumber Identification (Softwood). (s.d.). Recuperat 22 gener 2021, de <https://www.wood-database.com/scots-pine/>

## DIAGRAMA DE GANTT:



## 9. ANNEXOS

Taula 1. Dades obtingudes al camp fruit de les diferents parcel·les, per a la realització del càlcul de la biomassa.

Espècie	Perímetre (cm)	Zona (1= bosc dens 1)	Parcel·la (m2)	Viu (V) / Mort (M)	Diàmetre (cm)
<i>Buxus sempervirens</i>	2,0	1	56,25	v	0,637
<i>Buxus sempervirens</i>	2,1	1	56,25	v	0,668
<i>Buxus sempervirens</i>	2,2	1	56,25	v	0,700
<i>Buxus sempervirens</i>	2,3	1	56,25	v	0,732
<i>Buxus sempervirens</i>	2,4	1	56,25	v	0,764
<i>Buxus sempervirens</i>	2,7	1	56,25	v	0,859
<i>Buxus sempervirens</i>	2,6	1	56,25	v	0,828
<i>Buxus sempervirens</i>	2,8	1	56,25	v	0,891
<i>Buxus sempervirens</i>	2,9	1	56,25	v	0,923
<i>Juniperus communis</i>	3,5	1	56,25	v	1,114
<i>Juniperus communis</i>	3,0	1	56,25	v	0,955
<i>Juniperus communis</i>	6,0	1	56,25	v	1,910
<i>Juniperus communis</i>	3,0	1	56,25	v	0,955
<i>Juniperus communis</i>	6,5	1	56,25	v	2,069
<i>Juniperus communis</i>	1,0	1	56,25	v	0,318
<i>Juniperus communis</i>	1,0	1	56,25	v	0,318
<i>Pinus sylvestris</i>	57,5	1	225	v	18,303
<i>Pinus sylvestris</i>	48,0	1	225	v	15,279
<i>Pinus sylvestris</i>	25,0	1	225	v	7,958
<i>Pinus sylvestris</i>	94,0	1	225	v	29,921
<i>Pinus sylvestris</i>	82,0	1	225	v	26,101
<i>Pinus sylvestris</i>	76,0	1	225	v	24,192
<i>Pinus sylvestris</i>	46,0	1	225	v	14,642
<i>Pinus sylvestris</i>	40,0	1	225	v	12,732
<i>Pinus sylvestris</i>	25,0	1	225	v	7,958
<i>Pinus sylvestris</i>	19,0	1	225	v	6,048
<i>Pinus sylvestris</i>	68,0	1	225	v	21,645
<i>Pinus sylvestris</i>	59,0	1	225	v	18,780
<i>Pinus sylvestris</i>	10,0	1	225	v	3,183
<i>Pinus sylvestris</i>	33,0	1	225	v	10,504
<i>Pinus sylvestris</i>	33,0	1	225	v	10,504
<i>Pinus sylvestris</i>	8,0	1	225	v	2,546
<i>Pinus sylvestris</i>	19,0	1	225	v	6,048
<i>Pinus sylvestris</i>	40,0	1	225	v	12,732
<i>Pinus sylvestris</i>	27,0	1	225	v	8,594
<i>Pinus sylvestris</i>	14,0	1	225	v	4,456
<i>Pinus sylvestris</i>	9,0	1	225	v	2,865
<i>Pinus sylvestris</i>	57,0	1	225	v	18,144
<i>Pinus sylvestris</i>	80,0	1	225	v	25,465
<i>Pinus sylvestris</i>	7,5	1	225	v	2,387
<i>Pinus sylvestris</i>	45,0	1	225	v	14,324
<i>Pinus sylvestris</i>	28,0	1	225	v	8,913
<i>Pinus sylvestris</i>	12,0	1	225	v	3,820
<i>Pinus sylvestris</i>	15,0	1	225	v	4,775
<i>Pinus sylvestris</i>	15,0	1	225	v	4,775
<i>Pinus sylvestris</i>	15,0	1	225	v	4,775
<i>Pinus sylvestris</i>	15,0	1	225	v	4,775
<i>Pinus sylvestris</i>	8,0	1	225	v	2,546
<i>Pinus sylvestris</i>	8,0	1	225	v	2,546
<i>Pinus sylvestris</i>	9,0	1	225	v	2,865
<i>Pinus sylvestris</i>	38,0	1	225	v	12,096
<i>Pinus sylvestris</i>	72,0	1	225	v	22,918
<i>Pinus sylvestris</i>	44,0	1	225	v	14,006
<i>Pinus sylvestris</i>	17,0	1	225	v	5,411
<i>Pinus sylvestris</i>	15,0	1	225	v	4,775
<i>Pinus sylvestris</i>	17,0	1	225	v	5,411
<i>Pinus sylvestris</i>	17,0	1	225	v	5,411
<i>Pinus sylvestris</i>	17,0	1	225	v	5,411
<i>Pinus sylvestris</i>	8,0	1	225	v	2,546
<i>Pinus sylvestris</i>	17,0	1	225	v	5,411
<i>Pinus sylvestris</i>	18,0	1	225	v	5,730
<i>Pinus sylvestris</i>	16,0	1	225	v	5,093
<i>Pinus sylvestris</i>	18,0	1	225	v	5,730
<i>Pinus sylvestris</i>	16,0	1	225	v	5,093
<i>Pinus sylvestris</i>	5,0	1	56,25	v	1,592
<i>Quercus humilis</i>	10,0	1	225	v	3,183
<i>Quercus ilex</i>	17,0	1	225	v	5,411





Espècie	Perímetre (cm)	Zona (2= bosc poc dens 1)	Parcel·la (m2)	Viu (V) / Mort (M)	Diàmetre (cm)
<i>Genista scorpius</i>	3,1	2	56,25	v	0,9868
<i>Genista scorpius</i>	4,9	2	56,25	v	1,5597
<i>Genista scorpius</i>	4,5	2	56,25	v	1,4324
<i>Genista scorpius</i>	2	2	56,25	v	0,6366
<i>Genista scorpius</i>	2	2	56,25	v	0,6366
<i>Genista scorpius</i>	2	2	56,25	v	0,6366
<i>Genista scorpius</i>	2	2	56,25	v	0,6366
<i>Genista scorpius</i>	2	2	56,25	v	0,6366
<i>Juniperus communis</i>	7,5	2	225	v	2,3873
<i>Pinus sylvestris</i>	40	2	225	v	12,7324
<i>Pinus sylvestris</i>	78	2	225	v	24,8282
<i>Pinus sylvestris</i>	50	2	225	v	15,9155
<i>Pinus sylvestris</i>	53	2	225	v	16,8704
<i>Pinus sylvestris</i>	70	2	225	v	22,2817
<i>Pinus sylvestris</i>	45	2	225	v	14,3239
<i>Pinus sylvestris</i>	40	2	225	v	12,7324
<i>Pinus sylvestris</i>	35	2	225	v	11,1408
<i>Pinus sylvestris</i>	10	2	225	v	3,1831
<i>Pinus sylvestris</i>	21	2	225	v	6,6845
<i>Pinus sylvestris</i>	47	2	225	v	14,9606
<i>Pinus sylvestris</i>	8	2	225	v	2,5465
<i>Pinus sylvestris</i>	12	2	225	v	3,8197
<i>Pinus sylvestris</i>	9	2	225	v	2,8648
<i>Pinus sylvestris</i>	18	2	225	v	5,7296
<i>Pinus sylvestris</i>	25	2	225	v	7,9577
<i>Pinus sylvestris</i>	10	2	225	v	3,1831
<i>Pinus sylvestris</i>	41	2	225	v	13,0507
<i>Pinus sylvestris</i>	21	2	225	v	6,6845
<i>Pinus sylvestris</i>	26	2	225	v	8,2761
<i>Pinus sylvestris</i>	39	2	225	v	12,4141
<i>Pinus sylvestris</i>	31	2	225	v	9,8676
<i>Pinus sylvestris</i>	17	2	225	v	5,4113
<i>Pinus sylvestris</i>	34	2	225	v	10,8225
<i>Pinus sylvestris</i>	10	2	225	v	3,1831
<i>Pinus sylvestris</i>	17	2	225	v	5,4113
<i>Pinus sylvestris</i>	39	2	225	v	12,4141
<i>Pinus sylvestris</i>	36	2	225	v	11,4592
<i>Pinus sylvestris</i>	15	2	225	v	4,7746
<i>Pinus sylvestris</i>	40	2	225	v	12,7324
<i>Pinus sylvestris</i>	20	2	225	v	6,3662
<i>Pinus sylvestris</i>	15	2	225	v	4,7746
<i>Pinus sylvestris</i>	15	2	225	v	4,7746
<i>Pinus sylvestris</i>	37	2	225	v	11,7775
<i>Pinus sylvestris</i>	25	2	225	v	7,9577
<i>Pinus sylvestris</i>	28	2	225	v	8,9127
<i>Pinus sylvestris</i>	20	2	225	v	6,3662
<i>Pinus sylvestris</i>	47	2	225	v	14,9606
<i>Pinus sylvestris</i>	20	2	225	v	6,3662
<i>Pinus sylvestris</i>	16	2	225	v	5,0930
<i>Pinus sylvestris</i>	12	2	225	v	3,8197
<i>Pinus sylvestris</i>	16	2	225	v	5,0930
<i>Pinus sylvestris</i>	12	2	225	v	3,8197
<i>Pinus sylvestris</i>	12	2	225	v	3,8197
<i>Pinus sylvestris</i>	12	2	225	v	3,8197
<i>Pinus sylvestris</i>	11	2	225	v	3,5014
<i>Pinus sylvestris</i>	8	2	225	v	2,5465
<i>Pinus sylvestris</i>	8	2	225	v	2,5465
<i>Pinus sylvestris</i>	36	2	225	v	11,4592
<i>Pinus sylvestris</i>	9	2	225	v	2,8648
<i>Quercus ilex</i>	11	2	225	v	3,5014
<i>Quercus ilex</i>	8	2	225	v	2,5465
<i>Quercus ilex</i>	8	2	225	v	2,5465
<i>Quercus ilex</i>	14	2	225	v	4,4563
<i>Rosa canina</i>	7,6	2	225	v	2,4192
<i>Rosa canina</i>	2	2	56,25	v	0,6366
<i>Rosa canina</i>	3	2	56,25	v	0,9549
<i>Rosa canina</i>	4	2	56,25	v	1,2732
<i>Rosa canina</i>	5	2	56,25	v	1,5915
<i>Rosa canina</i>	2,5	2	56,25	v	0,7958
<i>Rosa canina</i>	3,5	2	56,25	v	1,1141
<i>Rosa canina</i>	4,5	2	56,25	v	1,4324
<i>Rosa canina</i>	2,6	2	56,25	v	0,8276
<i>Rosa canina</i>	4,7	2	56,25	v	1,4961
<i>Rosa canina</i>	5	2	56,25	v	1,5915



Espècie	Perímetre (cm)	Zona (3= matollars 1)	Parcel·la (m2)	Viu (V) / Mort (M)	Diàmetre (cm)
<i>Genista scorpius</i>	0,5	3	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	3	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	3	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	3	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	3	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	3	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	3	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	3	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	3	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	1	3	56,25	V	0,3183
<i>Genista scorpius</i>	0,5	3	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,7	3	56,25	V	0,2228
<i>Genista scorpius</i>	0,6	3	56,25	V	0,1910
<i>Genista scorpius</i>	0,8	3	56,25	V	0,2546
<i>Genista scorpius</i>	0,9	3	56,25	V	0,2865
<i>Genista scorpius</i>	1	3	56,25	V	0,3183
<i>Genista scorpius</i>	1	3	56,25	V	0,3183
<i>Genista scorpius</i>	0,5	3	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	3	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	1	3	56,25	V	0,3183
<i>Genista scorpius</i>	1	3	56,25	V	0,3183
<i>Rosa canina</i>	5	3	56,25	V	1,5915
<i>Rosa canina</i>	1	3	56,25	V	0,3183
<i>Rosa canina</i>	1	3	56,25	V	0,3183
<i>Rosa canina</i>	1	3	56,25	V	0,3183
<i>Rubus ulmifolius</i>	1	3	56,25	V	0,3183
<i>Rubus ulmifolius</i>	1	3	56,25	V	0,3183

<b>Espècie</b>	<b>Perimetre (cm)</b>	<b>Zona (4= matollars 2)</b>	<b>Parcel·la (m2)</b>	<b>Viu (V) / Mort (M)</b>	<b>Diàmetre (cm)</b>
<i>Centaurea sp.</i>	0,3	4	56,25	V	0,0955
<i>Centaurea sp.</i>	0,3	4	56,25	V	0,0955
<i>Centaurea sp.</i>	0,3	4	56,25	V	0,0955
<i>Centaurea sp.</i>	0,3	4	56,25	V	0,0955
<i>Centaurea sp.</i>	0,3	4	56,25	V	0,0955
<i>Centaurea sp.</i>	0,3	4	56,25	V	0,0955
<i>Centaurea sp.</i>	0,3	4	56,25	V	0,0955
<i>Centaurea sp.</i>	0,3	4	56,25	V	0,0955
<i>Centaurea sp.</i>	0,3	4	56,25	V	0,0955
<i>Centaurea sp.</i>	0,3	4	56,25	V	0,0955
<i>Centaurea sp.</i>	0,3	4	56,25	V	0,0955
<i>Centaurea sp.</i>	0,3	4	56,25	V	0,0955
<i>Genista scorpius</i>	0,5	4	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	4	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	4	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	4	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	4	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	4	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	4	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	4	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	0,5	4	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	1	4	56,25	V	0,3183
<i>Genista scorpius</i>	1	4	56,25	V	0,3183
<i>Genista scorpius</i>	1	4	56,25	V	0,3183
<i>Genista scorpius</i>	1	4	56,25	V	0,3183
<i>Genista scorpius</i>	1	4	56,25	V	0,3183
<i>Genista scorpius</i>	1	4	56,25	V	0,3183
<i>Genista scorpius</i>	1	4	56,25	V	0,3183
<i>Genista scorpius</i>	0,5	4	56,25	V	0,1592
<i>Genista scorpius</i>	1	4	56,25	V	0,3183
<i>Genista scorpius</i>	0,9	4	56,25	V	0,2865
<i>Genista scorpius</i>	0,4	4	56,25	V	0,1273
<i>Genista scorpius</i>	0,6	4	56,25	V	0,1910
<i>Genista scorpius</i>	0,7	4	56,25	V	0,2228
<i>Genista scorpius</i>	0,8	4	56,25	V	0,2546
<i>Genista scorpius</i>	0,9	4	56,25	V	0,2865
<i>Genista scorpius</i>	0,6	4	56,25	V	0,1910
<i>Genista scorpius</i>	0,7	4	56,25	V	0,2228
<i>Genista scorpius</i>	0,9	4	56,25	V	0,2865
<i>Genista scorpius</i>	3	4	56,25	V	0,9549
<i>Genista scorpius</i>	3	4	56,25	V	0,9549
<i>Genista scorpius</i>	3	4	56,25	V	0,9549
<i>Genista scorpius</i>	3	4	56,25	V	0,9549
<i>Prunus spinosa</i>	15	4	56,25	V	4,7746
<i>Prunus spinosa</i>	12	4	56,25	V	3,8197
<i>Rosa canina</i>	9	4	225	V	2,8648
<i>Rosa canina</i>	8	4	225	V	2,5465
<i>Rosa canina</i>	7,5	4	225	V	2,3873
<i>Rosa canina</i>	7,5	4	225	V	2,3873
<i>Rosa canina</i>	8	4	225	V	2,5465
<i>Rosa canina</i>	5	4	56,25	V	1,5915
<i>Rosa canina</i>	2	4	56,25	V	0,6366
<i>Rosa canina</i>	10	4	56,25	V	3,1831
<i>Rosa canina</i>	6	4	56,25	V	1,9099
<i>Rubus ulmifolius</i>	7,5	4	225	V	2,3873
<i>Rubus ulmifolius</i>	7,5	4	225	V	2,3873

Espècie	Perímetre (cm)	Zona (5= bosc dens2)	Parcel·la (m2)	Viu (V) / Mort (M)	Diàmetre (cm)
<i>Buxus sempervirens</i>	0,2	5	56,25	V	0,064
<i>Buxus sempervirens</i>	0,3	5	56,25	V	0,095
<i>Buxus sempervirens</i>	0,4	5	56,25	V	0,127
<i>Buxus sempervirens</i>	0,5	5	56,25	V	0,159
<i>Buxus sempervirens</i>	0,2	5	56,25	V	0,064
<i>Buxus sempervirens</i>	0,3	5	56,25	V	0,095
<i>Buxus sempervirens</i>	0,4	5	56,25	V	0,127
<i>Buxus sempervirens</i>	0,5	5	56,25	V	0,159
<i>Buxus sempervirens</i>	0,2	5	56,25	V	0,064
<i>Buxus sempervirens</i>	0,3	5	56,25	V	0,095
<i>Buxus sempervirens</i>	0,4	5	56,25	V	0,127
<i>Buxus sempervirens</i>	0,5	5	56,25	V	0,159
<i>Buxus sempervirens</i>	0,2	5	56,25	V	0,064
<i>Buxus sempervirens</i>	0,2	5	56,25	V	0,064
<i>Juniperus communis</i>	14	5	225	V	4,456
<i>Juniperus communis</i>	7,5	5	225	V	2,387
<i>Juniperus communis</i>	13	5	225	V	4,138
<i>Juniperus communis</i>	15	5	225	V	4,775
<i>Juniperus communis</i>	17	5	225	V	5,411
<i>Juniperus communis</i>	17	5	225	V	5,411
<i>Juniperus communis</i>	17	5	225	V	5,411
<i>Juniperus communis</i>	18	5	225	V	5,730
<i>Juniperus communis</i>	15	5	225	V	4,775
<i>Juniperus communis</i>	12	5	225	V	3,820
<i>Juniperus communis</i>	15	5	225	V	4,775
<i>Juniperus communis</i>	15	5	225	V	4,775
<i>Juniperus communis</i>	29	5	225	V	9,231
<i>Juniperus communis</i>	2	5	56,25	V	0,637
<i>Juniperus communis</i>	3	5	56,25	V	0,955
<i>Juniperus communis</i>	4	5	56,25	V	1,273
<i>Juniperus communis</i>	5	5	56,25	V	1,592
<i>Juniperus communis</i>	6	5	56,25	V	1,910
<i>Juniperus communis</i>	7	5	56,25	V	2,228
<i>Juniperus communis</i>	2	5	56,25	V	0,637
<i>Juniperus communis</i>	3	5	56,25	V	0,955
<i>Juniperus communis</i>	7	5	56,25	V	2,228
<i>Juniperus communis</i>	5	5	56,25	V	1,592
<i>Juniperus communis</i>	5	5	56,25	V	1,592
<i>Juniperus communis</i>	5	5	56,25	V	1,592
<i>Pinus sylvestris</i>	70	5	225	V	22,282
<i>Pinus sylvestris</i>	50	5	225	V	15,915
<i>Pinus sylvestris</i>	82	5	225	V	26,101
<i>Pinus sylvestris</i>	103	5	225	V	32,786
<i>Pinus sylvestris</i>	54	5	225	V	17,189
<i>Pinus sylvestris</i>	35	5	225	V	11,141
<i>Pinus sylvestris</i>	53	5	225	V	16,870
<i>Pinus sylvestris</i>	90	5	225	V	28,648
<i>Pinus sylvestris</i>	37	5	225	V	11,777
<i>Pinus sylvestris</i>	72	5	225	V	22,918
<i>Pinus sylvestris</i>	50	5	225	V	15,915
<i>Pinus sylvestris</i>	106	5	225	V	33,741
<i>Pinus sylvestris</i>	42	5	225	V	13,369
<i>Pinus sylvestris</i>	32	5	225	V	10,186
<i>Pinus sylvestris</i>	53	5	225	V	16,870
<i>Pinus sylvestris</i>	57	5	225	V	18,144
<i>Pinus sylvestris</i>	28	5	225	V	8,913
<i>Pinus sylvestris</i>	95	5	225	V	30,239
<i>Pinus sylvestris</i>	61	5	225	V	19,417
<i>Pinus sylvestris</i>	69	5	225	V	21,963
<i>Quercus ilex</i>	10	5	225	V	3,183
<i>Quercus ilex</i>	18	5	225	V	5,730
<i>Quercus ilex</i>	10	5	225	V	3,183
<i>Quercus ilex</i>	10	5	225	V	3,183
<i>Rosa canina</i>	3	5	56,25	V	0,955
<i>Rosa canina</i>	4	5	56,25	V	1,273
<i>Rosa canina</i>	4	5	56,25	V	1,273

Espècie	Perímetre (cm)	Zona (6= bosc poc dens 2)	Parcel·la (m2)	Viu (V) / Mort (M)	Diàmetre (cm)
<i>Genista scorpius</i>	1	6	56,25	V	0,3183
<i>Genista scorpius</i>	1,1	6	56,25	V	0,3501
<i>Genista scorpius</i>	1,2	6	56,25	V	0,3820
<i>Genista scorpius</i>	1,3	6	56,25	V	0,4138
<i>Genista scorpius</i>	1,4	6	56,25	V	0,4456
<i>Genista scorpius</i>	1,5	6	56,25	V	0,4775
<i>Genista scorpius</i>	1,6	6	56,25	V	0,5093
<i>Genista scorpius</i>	1,7	6	56,25	V	0,5411
<i>Genista scorpius</i>	1,8	6	56,25	V	0,5730
<i>Genista scorpius</i>	1,9	6	56,25	V	0,6048
<i>Genista scorpius</i>	2	6	56,25	V	0,6366
<i>Genista scorpius</i>	2,1	6	56,25	V	0,6685
<i>Genista scorpius</i>	2,2	6	56,25	V	0,7003
<i>Genista scorpius</i>	2,3	6	56,25	V	0,7321
<i>Genista scorpius</i>	2,4	6	56,25	V	0,7639
<i>Genista scorpius</i>	2,5	6	56,25	V	0,7958
<i>Genista scorpius</i>	2,6	6	56,25	V	0,8276
<i>Genista scorpius</i>	2,7	6	56,25	V	0,8594
<i>Genista scorpius</i>	2,8	6	56,25	V	0,8913
<i>Genista scorpius</i>	2,9	6	56,25	V	0,9231
<i>Genista scorpius</i>	3	6	56,25	V	0,9549
<i>Genista scorpius</i>	3,1	6	56,25	V	0,9868
<i>Genista scorpius</i>	3,2	6	56,25	V	1,0186
<i>Genista scorpius</i>	3,3	6	56,25	V	1,0504
<i>Genista scorpius</i>	3,4	6	56,25	V	1,0823
<i>Genista scorpius</i>	3,5	6	56,25	V	1,1141
<i>Genista scorpius</i>	3,6	6	56,25	V	1,1459
<i>Genista scorpius</i>	3,7	6	56,25	V	1,1777
<i>Genista scorpius</i>	3,8	6	56,25	V	1,2096
<i>Genista scorpius</i>	3,9	6	56,25	V	1,2414
<i>Genista scorpius</i>	4	6	56,25	V	1,2732
<i>Genista scorpius</i>	4,1	6	56,25	V	1,3051
<i>Genista scorpius</i>	4,2	6	56,25	V	1,3369
<i>Genista scorpius</i>	4,3	6	56,25	V	1,3687
<i>Genista scorpius</i>	4,5	6	56,25	V	1,4324
<i>Genista scorpius</i>	4,6	6	56,25	V	1,4642
<i>Genista scorpius</i>	4,7	6	56,25	V	1,4961
<i>Genista scorpius</i>	4,8	6	56,25	V	1,5279
<i>Genista scorpius</i>	4,9	6	56,25	V	1,5597
<i>Genista scorpius</i>	5	6	56,25	V	1,5915
<i>Genista scorpius</i>	5	6	56,25	V	1,5915
<i>Juniperus communis</i>	29	6	225	V	9,2310
<i>Juniperus communis</i>	15	6	225	V	4,7746
<i>Juniperus communis</i>	33	6	225	V	10,5042
<i>Juniperus communis</i>	25	6	225	V	7,9577
<i>Juniperus oxycedrus</i>	45	6	225	V	14,3239
<i>Juniperus oxycedrus</i>	12	6	225	V	3,8197
<i>Juniperus oxycedrus</i>	17	6	225	V	5,4113
<i>Juniperus oxycedrus</i>	45	6	225	V	14,3239
<i>Juniperus oxycedrus</i>	15	6	225	V	4,7746
<i>Juniperus oxycedrus</i>	18	6	225	V	5,7296
<i>Juniperus oxycedrus</i>	20	6	225	V	6,3662
<i>Juniperus oxycedrus</i>	22	6	225	V	7,0028
<i>Juniperus oxycedrus</i>	24	6	225	V	7,6394
<i>Juniperus oxycedrus</i>	25	6	225	V	7,9577
<i>Juniperus oxycedrus</i>	7	6	225	V	2,2282
<i>Juniperus oxycedrus</i>	7	6	225	V	2,2282
<i>Juniperus oxycedrus</i>	7	6	225	V	2,2282
<i>Juniperus oxycedrus</i>	8	6	225	V	2,5465
<i>Juniperus oxycedrus</i>	16	6	225	V	5,0930
<i>Juniperus oxycedrus</i>	23	6	225	V	7,3211
<i>Juniperus oxycedrus</i>	20	6	225	V	6,3662
<i>Juniperus oxycedrus</i>	20	6	225	V	6,3662
<i>Juniperus oxycedrus</i>	18	6	225	V	5,7296
<i>Juniperus oxycedrus</i>	18	6	225	V	5,7296
<i>Juniperus oxycedrus</i>	18	6	225	V	5,7296
<i>Juniperus phoenicea</i>	4	6	56,25	V	1,2732
<i>Quercus coccifera</i>	2	6	56,25	V	0,6366
<i>Quercus coccifera</i>	2	6	56,25	V	0,6366
<i>Quercus coccifera</i>	2	6	56,25	V	0,6366



Espècie	Alçada		Gruix escorça		Biom branques amb fulles		Biom fulles		km	deltam	deltac	MEF
	a	b	a	b	a	b	a	b	coef forma	dens fusta	dens escorça	(g m-2)
<i>Quercus ilex</i>	1,81	0,52	0,56	0,96	0,15	1,92	0,086	1,5	0,43	0,9	0,72	170

Espècie	Area parc (m2)	Area parc (ha)	Zona	DN (cm)	DN (mm)	DN (m)	Viu (V)/ Mort (M)	AB (m2/ha)	h (m)	c (mm)	c (m)
				Diàmetre de l'arbre	Area basal	Alçada		gruix escorça			
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	18,30	183,03	0,183	V	1,169	0,733	139,33	0,139
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	15,28	152,79	0,153	V	0,815	0,661	116,94	0,117
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	7,96	79,58	0,080	V	0,221	0,456	62,11	0,062
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	29,92	299,21	0,299	V	3,125	0,970	224,43	0,224
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	26,10	261,01	0,261	V	2,378	0,898	196,59	0,197
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	24,19	241,92	0,242	V	2,043	0,859	182,62	0,183
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	14,64	146,42	0,146	V	0,748	0,646	112,21	0,112
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	12,73	127,32	0,127	V	0,566	0,596	97,98	0,098
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	7,96	79,58	0,080	V	0,221	0,456	62,11	0,062
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	6,05	60,48	0,060	V	0,128	0,390	47,59	0,048
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	21,65	216,45	0,216	V	1,635	0,807	163,94	0,164
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	18,78	187,80	0,188	V	1,231	0,744	142,85	0,143
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	3,18	31,83	0,032	V	0,035	0,271	25,54	0,026
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	10,50	105,04	0,105	V	0,385	0,534	81,30	0,081
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	10,50	105,04	0,105	V	0,385	0,534	81,30	0,081
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	2,55	25,46	0,025	V	0,023	0,238	20,57	0,021
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	6,05	60,48	0,060	V	0,128	0,390	47,59	0,048
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	12,73	127,32	0,127	V	0,566	0,596	97,98	0,098
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	8,59	85,94	0,086	V	0,258	0,476	66,92	0,067
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	4,46	44,56	0,045	V	0,069	0,328	35,39	0,035
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	2,86	28,65	0,029	V	0,029	0,255	23,06	0,023
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	18,14	181,44	0,181	V	1,149	0,730	138,15	0,138
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	25,46	254,65	0,255	V	2,264	0,885	191,93	0,192
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	2,39	23,87	0,024	V	0,020	0,230	19,32	0,019
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	14,32	143,24	0,143	V	0,716	0,638	109,84	0,110
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	8,91	89,13	0,089	V	0,277	0,486	69,33	0,069
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	3,82	38,20	0,038	V	0,051	0,300	30,48	0,030
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	4,77	47,75	0,048	V	0,080	0,341	37,84	0,038
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	4,77	47,75	0,048	V	0,080	0,341	37,84	0,038
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	4,77	47,75	0,048	V	0,080	0,341	37,84	0,038
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	4,77	47,75	0,048	V	0,080	0,341	37,84	0,038
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	2,55	25,46	0,025	V	0,023	0,238	20,57	0,021
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	2,55	25,46	0,025	V	0,023	0,238	20,57	0,021
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	2,86	28,65	0,029	V	0,029	0,255	23,06	0,023
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	12,10	120,96	0,121	V	0,511	0,579	93,23	0,093
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	22,92	229,18	0,229	V	1,833	0,833	173,29	0,173
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	14,01	140,06	0,140	V	0,685	0,629	107,47	0,107
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	5,41	54,11	0,054	V	0,102	0,366	42,73	0,043
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	4,77	47,75	0,048	V	0,080	0,341	37,84	0,038
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	5,41	54,11	0,054	V	0,102	0,366	42,73	0,043
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	5,41	54,11	0,054	V	0,102	0,366	42,73	0,043
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	5,41	54,11	0,054	V	0,102	0,366	42,73	0,043
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	2,55	25,46	0,025	V	0,023	0,238	20,57	0,021
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	5,41	54,11	0,054	V	0,102	0,366	42,73	0,043
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	5,73	57,30	0,057	V	0,115	0,378	45,16	0,045
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	5,09	50,93	0,051	V	0,091	0,354	40,29	0,040
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	5,73	57,30	0,057	V	0,115	0,378	45,16	0,045
<i>Pinus sylvestris</i>	225	0,0225	1	5,09	50,93	0,051	V	0,091	0,354	40,29	0,040
<i>Pinus sylvestris</i>	56,25	0,005625	1	5,09	50,93	0,051	V	0,362	0,354	40,29	0,040
<i>Quercus humilis</i>	225	0,0225	1	5,09	50,93	0,051	V	0,091	0,278	31,07	0,031



Espécie	Area parc (m2)	Area parc (ha)	Zona	DN (cm) Diâmetro de l'arbre	DN (mm)	DN (m)	Viu (V)/ Mort (M)	AB (m2/ha) Área basal	h (m) Alçada	c (mm) gruix escorça	c (m)
<i>Quercus ilex</i>	225	0,0225	1	5,09	50,93	0,051	V	0,091	0,385	24,37	0,024

Espécie	DN* (m) diametre sense escorça	Vm (m3) volum sense escorça	Bm (t/ha) biomassa sense escorça	Vt (m3) volum total (amb escorça)	Vc (m3) Volum escorça	Bc (t/ha) Biomassa escorça
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,096	0,002	0,058	0,0087	0,0063	0,081
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,081	0,002	0,038	0,0055	0,0039	0,051
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,045	0,000	0,008	0,0010	0,0007	0,009
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,150	0,008	0,188	0,0307	0,0230	0,297
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,132	0,006	0,135	0,0216	0,0161	0,207
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,123	0,005	0,113	0,0178	0,0132	0,170
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,078	0,001	0,034	0,0049	0,0035	0,045
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,069	0,001	0,024	0,0034	0,0024	0,031
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,045	0,000	0,008	0,0010	0,0007	0,009
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,035	0,000	0,004	0,0005	0,0003	0,004
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,111	0,004	0,087	0,0134	0,0098	0,127
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,098	0,003	0,062	0,0093	0,0068	0,087
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,019	0,000	0,001	0,0001	0,0001	0,001
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,058	0,001	0,015	0,0021	0,0015	0,019
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,058	0,001	0,015	0,0021	0,0015	0,019
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,016	0,000	0,001	0,0001	0,0000	0,000
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,035	0,000	0,004	0,0005	0,0003	0,004
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,069	0,001	0,024	0,0034	0,0024	0,031
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,048	0,000	0,009	0,0012	0,0009	0,011
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,026	0,000	0,002	0,0002	0,0002	0,002
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,017	0,000	0,001	0,0001	0,0000	0,001
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,095	0,002	0,057	0,0085	0,0062	0,079
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,129	0,005	0,128	0,0203	0,0151	0,194
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,015	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,000
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,076	0,001	0,032	0,0046	0,0033	0,043
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,050	0,000	0,010	0,0014	0,0009	0,012
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,023	0,000	0,001	0,0002	0,0001	0,001
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,028	0,000	0,002	0,0003	0,0002	0,002
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,028	0,000	0,002	0,0003	0,0002	0,002
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,028	0,000	0,002	0,0003	0,0002	0,002
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,028	0,000	0,002	0,0003	0,0002	0,002
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,016	0,000	0,001	0,0001	0,0000	0,000
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,016	0,000	0,001	0,0001	0,0000	0,000
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,017	0,000	0,001	0,0001	0,0000	0,001
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,065	0,001	0,021	0,0030	0,0021	0,027
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,117	0,004	0,099	0,0155	0,0114	0,147
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,075	0,001	0,031	0,0044	0,0031	0,040
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,031	0,000	0,003	0,0004	0,0003	0,003
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,028	0,000	0,002	0,0003	0,0002	0,002
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,031	0,000	0,003	0,0004	0,0003	0,003
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,031	0,000	0,003	0,0004	0,0003	0,003
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,031	0,000	0,003	0,0004	0,0003	0,003
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,016	0,000	0,001	0,0001	0,0000	0,000
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,031	0,000	0,003	0,0004	0,0003	0,003
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,033	0,000	0,004	0,0004	0,0003	0,004
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,030	0,000	0,003	0,0003	0,0002	0,003
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,033	0,000	0,004	0,0004	0,0003	0,004
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,030	0,000	0,003	0,0003	0,0002	0,003
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,030	0,000	0,011	0,0003	0,0002	0,011
<i>Quercus humilis</i>	-0,011	0,000	0,000	0,0002	0,0002	0,006

Espècie	DN* (m)	Vm (m3)	Bm (t/ha)	Vt (m3)	Vc (m3)	Bc (t/ha)
	diàmetre sense escorça	volum sense escorça	biomassa sense escorça	volum total (amb escorça)	Volum escorça	Biomassa escorça
<i>Quercus ilex</i>	0,002	0,000	0,000	0,0003	0,0003	0,011

Espècie	Br (kg/m2)	Br (t/ha)	Btotal (t/ha)
	Biomassa branques amb fulles		Biomassa total
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00001	1,166	<b>1,305</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00001	0,815	<b>0,904</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,224	<b>0,241</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00003	3,086	<b>3,570</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00003	2,354	<b>2,697</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00002	2,026	<b>2,308</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00001	0,750	<b>0,829</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00001	0,568	<b>0,624</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,224	<b>0,241</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,130	<b>0,139</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00002	1,625	<b>1,838</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00001	1,227	<b>1,376</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,037	<b>0,038</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,388	<b>0,422</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,388	<b>0,422</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,023	<b>0,024</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,130	<b>0,139</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00001	0,568	<b>0,624</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,261	<b>0,281</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,071	<b>0,075</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,030	<b>0,031</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00001	1,146	<b>1,282</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00002	2,242	<b>2,564</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,021	<b>0,021</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00001	0,718	<b>0,792</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,280	<b>0,303</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,052	<b>0,055</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,082	<b>0,086</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,082	<b>0,086</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,082	<b>0,086</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,082	<b>0,086</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,023	<b>0,024</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,023	<b>0,024</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,030	<b>0,031</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00001	0,513	<b>0,562</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00002	1,820	<b>2,066</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00001	0,686	<b>0,757</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,104	<b>0,111</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,082	<b>0,086</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,104	<b>0,111</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,104	<b>0,111</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,104	<b>0,111</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,023	<b>0,024</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,104	<b>0,111</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,117	<b>0,124</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,093	<b>0,098</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,117	<b>0,124</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,093	<b>0,098</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00000	0,370	<b>0,392</b>
<i>Quercus humilis</i>	0,00000	0,084	<b>0,091</b>

Espècie	Br (kg/m2)	Br (t/ha)	Btotal (t/ha)
	Biomassa branques amb fulles		Biomassa total
<i>Quercus ilex</i>	0,00000	0,152	<b>0,163</b>



Espècie	h (m)	c (mm)	c (m)	DN* (m)	Vm (m3)	Bm (t/ha)	Vt (m3)
	Alçada	gruix escorça		diametre sense escorça	volum sense escorça	biomassa sense escorça	volum total (amb escorça)
<i>Pinus sylvestris</i>	0,820	168,62	0,169	-0,114	0,004	0,093	0,0144
<i>Pinus sylvestris</i>	0,677	121,66	0,122	-0,084	0,002	0,041	0,0061
<i>Pinus sylvestris</i>	0,898	196,59	0,197	-0,132	0,006	0,135	0,0216
<i>Pinus sylvestris</i>	1,022	245,25	0,245	-0,163	0,010	0,234	0,0388
<i>Pinus sylvestris</i>	0,707	131,09	0,131	-0,090	0,002	0,050	0,0074
<i>Pinus sylvestris</i>	0,552	86,08	0,086	-0,061	0,001	0,018	0,0024
<i>Pinus sylvestris</i>	0,700	128,74	0,129	-0,089	0,002	0,048	0,0070
<i>Pinus sylvestris</i>	0,946	215,16	0,215	-0,144	0,007	0,169	0,0275
<i>Pinus sylvestris</i>	0,570	90,85	0,091	-0,064	0,001	0,020	0,0028
<i>Pinus sylvestris</i>	0,833	173,29	0,173	-0,117	0,004	0,099	0,0155
<i>Pinus sylvestris</i>	0,677	121,66	0,122	-0,084	0,002	0,041	0,0061
<i>Pinus sylvestris</i>	1,039	252,17	0,252	-0,167	0,010	0,250	0,0418
<i>Pinus sylvestris</i>	0,613	102,73	0,103	-0,072	0,001	0,027	0,0039
<i>Pinus sylvestris</i>	0,525	78,91	0,079	-0,056	0,001	0,014	0,0019
<i>Pinus sylvestris</i>	0,700	128,74	0,129	-0,089	0,002	0,048	0,0070
<i>Pinus sylvestris</i>	0,730	138,15	0,138	-0,095	0,002	0,057	0,0085
<i>Pinus sylvestris</i>	0,486	69,33	0,069	-0,050	0,000	0,010	0,0014
<i>Pinus sylvestris</i>	0,976	226,75	0,227	-0,151	0,008	0,193	0,0315
<i>Pinus sylvestris</i>	0,758	147,55	0,148	-0,101	0,003	0,067	0,0101
<i>Pinus sylvestris</i>	0,813	166,28	0,166	-0,113	0,004	0,090	0,0139
<i>Quercus ilex</i>	0,301	15,52	0,016	0,001	0,000	0,000	0,0001
<i>Quercus ilex</i>	0,409	27,29	0,027	0,003	0,000	0,000	0,0005
<i>Quercus ilex</i>	0,301	15,52	0,016	0,001	0,000	0,000	0,0001
<i>Quercus ilex</i>	0,301	15,52	0,016	0,001	0,000	0,000	0,0001

Espècie	Vc (m3)	Bc (t/ha)	Br (kg/m2)	Br (t/ha)	Btotal (t/ha)
	Volum escorça	Biomassa escorça	Biomassa branques amb fulles		Biomassa total
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0106	0,137	0,00002	1,721	1,951
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0044	0,056	0,00001	0,884	0,982
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0161	0,207	0,00003	2,354	2,697
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0293	0,377	0,00004	3,698	4,309
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0053	0,069	0,00001	1,030	1,148
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0017	0,022	0,00000	0,436	0,476
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0051	0,066	0,00001	0,992	1,105
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0205	0,265	0,00003	2,831	3,265
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0020	0,025	0,00001	0,487	0,533
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0114	0,147	0,00002	1,820	2,066
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0044	0,056	0,00001	0,884	0,982
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0316	0,407	0,00004	3,914	4,571
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0028	0,036	0,00001	0,626	0,689
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0013	0,017	0,00000	0,365	0,397
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0051	0,066	0,00001	0,992	1,105
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0062	0,079	0,00001	1,146	1,282
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0009	0,012	0,00000	0,280	0,303
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0237	0,305	0,00003	3,151	3,648
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0074	0,095	0,00001	1,311	1,472
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0102	0,131	0,00002	1,673	1,894
<i>Quercus ilex</i>	0,0001	0,003	0,00000	0,062	0,065
<i>Quercus ilex</i>	0,0005	0,014	0,00000	0,190	0,205
<i>Quercus ilex</i>	0,0001	0,003	0,00000	0,062	0,065
<i>Quercus ilex</i>	0,0001	0,003	0,00000	0,062	0,065



Espècie	deltac dens esorça	MEF (g m-2)	Area parc (m2)	Area parc (ha)	Zona	DN (cm) Diàmetre de l'arbre	DN (mm)	DN (m)	Viu (V)/ Mort (M)	AB (m2/ha) Àrea basal
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	12,73	127,32	0,127	V	0,566
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	24,83	248,28	0,248	V	2,152
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	15,92	159,15	0,159	V	0,884
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	16,87	168,70	0,169	V	0,993
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	22,28	222,82	0,223	V	1,733
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	14,32	143,24	0,143	V	0,716
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	12,73	127,32	0,127	V	0,566
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	11,14	111,41	0,111	V	0,433
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	3,18	31,83	0,032	V	0,035
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	6,68	66,85	0,067	V	0,156
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	14,96	149,61	0,150	V	0,781
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	2,55	25,46	0,025	V	0,023
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	3,82	38,20	0,038	V	0,051
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	2,86	28,65	0,029	V	0,029
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	5,73	57,30	0,057	V	0,115
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	7,96	79,58	0,080	V	0,221
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	3,18	31,83	0,032	V	0,035
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	13,05	130,51	0,131	V	0,595
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	6,68	66,85	0,067	V	0,156
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	8,28	82,76	0,083	V	0,239
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	12,41	124,14	0,124	V	0,538
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	9,87	98,68	0,099	V	0,340
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	5,41	54,11	0,054	V	0,102
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	10,82	108,23	0,108	V	0,409
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	3,18	31,83	0,032	V	0,035
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	5,41	54,11	0,054	V	0,102
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	12,41	124,14	0,124	V	0,538
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	11,46	114,59	0,115	V	0,458
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	4,77	47,75	0,048	V	0,080
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	12,73	127,32	0,127	V	0,566
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	6,37	63,66	0,064	V	0,141
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	4,77	47,75	0,048	V	0,080
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	4,77	47,75	0,048	V	0,080
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	11,78	117,77	0,118	V	0,484
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	7,96	79,58	0,080	V	0,221
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	8,91	89,13	0,089	V	0,277
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	6,37	63,66	0,064	V	0,141
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	14,96	149,61	0,150	V	0,781
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	6,37	63,66	0,064	V	0,141
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	5,09	50,93	0,051	V	0,091
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	3,82	38,20	0,038	V	0,051
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	5,09	50,93	0,051	V	0,091
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	3,82	38,20	0,038	V	0,051
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	3,82	38,20	0,038	V	0,051
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	3,82	38,20	0,038	V	0,051
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	3,50	35,01	0,035	V	0,043
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	2,55	25,46	0,025	V	0,023

Espècie	deltac dens esorça	MEF (g m-2)	Area parc (m2)	Area parc (ha)	Zona	DN (cm) Diàmetre de l'arbre	DN (mm)	DN (m)	Viu (V)/ Mort (M)	AB (m2/ha) Àrea basal
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	2,55	25,46	0,025	V	0,023
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	11,46	114,59	0,115	V	0,458
<i>Pinus sylvestris</i>	0,29	217	225	0,0225	2	2,86	28,65	0,029	V	0,029
<i>Quercus ilex</i>	0,72	170	225	0,0225	2	3,50	35,01	0,035	V	0,043
<i>Quercus ilex</i>	0,72	170	225	0,0225	2	2,55	25,46	0,025	V	0,023
<i>Quercus ilex</i>	0,72	170	225	0,0225	2	2,55	25,46	0,025	V	0,023
<i>Quercus ilex</i>	0,72	170	225	0,0225	2	4,46	44,56	0,045	V	0,069

Espècie	h (m)	c (mm)	c (m)	DN* (m)	Vm (m3)	Bm (t/ha)	Vt (m3)
	Alçada	gruix escorça		diametre sense escorça	volum sense escorça	biomassa sense escorça	volum total (amb escorça)
<i>Pinus sylvestris</i>	0,596	97,98	0,098	-0,069	0,001	0,024	0,0034
<i>Pinus sylvestris</i>	0,872	187,28	0,187	-0,126	0,005	0,120	0,0190
<i>Pinus sylvestris</i>	0,677	121,66	0,122	-0,084	0,002	0,041	0,0061
<i>Pinus sylvestris</i>	0,700	128,74	0,129	-0,089	0,002	0,048	0,0070
<i>Pinus sylvestris</i>	0,820	168,62	0,169	-0,114	0,004	0,093	0,0144
<i>Pinus sylvestris</i>	0,638	109,84	0,110	-0,076	0,001	0,032	0,0046
<i>Pinus sylvestris</i>	0,596	97,98	0,098	-0,069	0,001	0,024	0,0034
<i>Pinus sylvestris</i>	0,552	86,08	0,086	-0,061	0,001	0,018	0,0024
<i>Pinus sylvestris</i>	0,271	25,54	0,026	-0,019	0,000	0,001	0,0001
<i>Pinus sylvestris</i>	0,413	52,45	0,052	-0,038	0,000	0,005	0,0007
<i>Pinus sylvestris</i>	0,654	114,57	0,115	-0,080	0,001	0,036	0,0052
<i>Pinus sylvestris</i>	0,238	20,57	0,021	-0,016	0,000	0,001	0,0001
<i>Pinus sylvestris</i>	0,300	30,48	0,030	-0,023	0,000	0,001	0,0002
<i>Pinus sylvestris</i>	0,255	23,06	0,023	-0,017	0,000	0,001	0,0001
<i>Pinus sylvestris</i>	0,378	45,16	0,045	-0,033	0,000	0,004	0,0004
<i>Pinus sylvestris</i>	0,456	62,11	0,062	-0,045	0,000	0,008	0,0010
<i>Pinus sylvestris</i>	0,271	25,54	0,026	-0,019	0,000	0,001	0,0001
<i>Pinus sylvestris</i>	0,605	100,36	0,100	-0,070	0,001	0,026	0,0036
<i>Pinus sylvestris</i>	0,413	52,45	0,052	-0,038	0,000	0,005	0,0007
<i>Pinus sylvestris</i>	0,466	64,52	0,065	-0,046	0,000	0,009	0,0011
<i>Pinus sylvestris</i>	0,588	95,61	0,096	-0,067	0,001	0,023	0,0032
<i>Pinus sylvestris</i>	0,516	76,52	0,077	-0,054	0,001	0,013	0,0018
<i>Pinus sylvestris</i>	0,366	42,73	0,043	-0,031	0,000	0,003	0,0004
<i>Pinus sylvestris</i>	0,543	83,69	0,084	-0,059	0,001	0,016	0,0022
<i>Pinus sylvestris</i>	0,271	25,54	0,026	-0,019	0,000	0,001	0,0001
<i>Pinus sylvestris</i>	0,366	42,73	0,043	-0,031	0,000	0,003	0,0004
<i>Pinus sylvestris</i>	0,588	95,61	0,096	-0,067	0,001	0,023	0,0032
<i>Pinus sylvestris</i>	0,561	88,46	0,088	-0,062	0,001	0,019	0,0026
<i>Pinus sylvestris</i>	0,341	37,84	0,038	-0,028	0,000	0,002	0,0003
<i>Pinus sylvestris</i>	0,596	97,98	0,098	-0,069	0,001	0,024	0,0034
<i>Pinus sylvestris</i>	0,402	50,02	0,050	-0,036	0,000	0,005	0,0006
<i>Pinus sylvestris</i>	0,341	37,84	0,038	-0,028	0,000	0,002	0,0003
<i>Pinus sylvestris</i>	0,341	37,84	0,038	-0,028	0,000	0,002	0,0003
<i>Pinus sylvestris</i>	0,570	90,85	0,091	-0,064	0,001	0,020	0,0028
<i>Pinus sylvestris</i>	0,456	62,11	0,062	-0,045	0,000	0,008	0,0010
<i>Pinus sylvestris</i>	0,486	69,33	0,069	-0,050	0,000	0,010	0,0014
<i>Pinus sylvestris</i>	0,402	50,02	0,050	-0,036	0,000	0,005	0,0006
<i>Pinus sylvestris</i>	0,654	114,57	0,115	-0,080	0,001	0,036	0,0052
<i>Pinus sylvestris</i>	0,402	50,02	0,050	-0,036	0,000	0,005	0,0006
<i>Pinus sylvestris</i>	0,354	40,29	0,040	-0,030	0,000	0,003	0,0003
<i>Pinus sylvestris</i>	0,300	30,48	0,030	-0,023	0,000	0,001	0,0002
<i>Pinus sylvestris</i>	0,354	40,29	0,040	-0,030	0,000	0,003	0,0003
<i>Pinus sylvestris</i>	0,300	30,48	0,030	-0,023	0,000	0,001	0,0002
<i>Pinus sylvestris</i>	0,300	30,48	0,030	-0,023	0,000	0,001	0,0002
<i>Pinus sylvestris</i>	0,300	30,48	0,030	-0,023	0,000	0,001	0,0002
<i>Pinus sylvestris</i>	0,286	28,01	0,028	-0,021	0,000	0,001	0,0001
<i>Pinus sylvestris</i>	0,238	20,57	0,021	-0,016	0,000	0,001	0,0001

Espècie	h (m)	c (mm)	c (m)	DN* (m)	Vm (m3)	Bm (t/ha)	Vt (m3)
	Alçada	gruix escorça		diametre sense escorça	volum sense escorça	biomassa sense escorça	volum total (amb escorça)
<i>Pinus sylvestris</i>	0,238	20,57	0,021	-0,016	0,000	0,001	0,0001
<i>Pinus sylvestris</i>	0,561	88,46	0,088	-0,062	0,001	0,019	0,0026
<i>Pinus sylvestris</i>	0,255	23,06	0,023	-0,017	0,000	0,001	0,0001
<i>Quercus ilex</i>	0,317	17,01	0,017	0,001	0,000	0,000	0,0001
<i>Quercus ilex</i>	0,268	12,53	0,013	0,000	0,000	0,000	0,0001
<i>Quercus ilex</i>	0,268	12,53	0,013	0,000	0,000	0,000	0,0001
<i>Quercus ilex</i>	0,359	21,44	0,021	0,002	0,000	0,000	0,0002

Espècie	Vc (m3)	Bc (t/ha)	Br (kg/m2)	Br (t/ha)	Btotal (t/ha)
	Volum escorça	Biomassa escorça	Biomassa branques amb fulles		Biomassa total
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0024	0,031	0,00001	0,568	<b>0,624</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0141	0,182	0,00002	2,132	<b>2,434</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0044	0,056	0,00001	0,884	<b>0,982</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0051	0,066	0,00001	0,992	<b>1,105</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0106	0,137	0,00002	1,721	<b>1,951</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0033	0,043	0,00001	0,718	<b>0,792</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0024	0,031	0,00001	0,568	<b>0,624</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0017	0,022	0,00000	0,436	<b>0,476</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0001	0,001	0,00000	0,037	<b>0,038</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0004	0,006	0,00000	0,159	<b>0,170</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0037	0,048	0,00001	0,782	<b>0,866</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0000	0,000	0,00000	0,023	<b>0,024</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0001	0,001	0,00000	0,052	<b>0,055</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0000	0,001	0,00000	0,030	<b>0,031</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0003	0,004	0,00000	0,117	<b>0,124</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0007	0,009	0,00000	0,224	<b>0,241</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0001	0,001	0,00000	0,037	<b>0,038</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0026	0,033	0,00001	0,597	<b>0,656</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0004	0,006	0,00000	0,159	<b>0,170</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0008	0,010	0,00000	0,242	<b>0,261</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0023	0,029	0,00001	0,541	<b>0,593</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0012	0,016	0,00000	0,343	<b>0,372</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0003	0,003	0,00000	0,104	<b>0,111</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0016	0,020	0,00000	0,412	<b>0,449</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0001	0,001	0,00000	0,037	<b>0,038</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0003	0,003	0,00000	0,104	<b>0,111</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0023	0,029	0,00001	0,541	<b>0,593</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0018	0,024	0,00001	0,461	<b>0,504</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0002	0,002	0,00000	0,082	<b>0,086</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0024	0,031	0,00001	0,568	<b>0,624</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0004	0,005	0,00000	0,144	<b>0,154</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0002	0,002	0,00000	0,082	<b>0,086</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0002	0,002	0,00000	0,082	<b>0,086</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0020	0,025	0,00001	0,487	<b>0,533</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0007	0,009	0,00000	0,224	<b>0,241</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0009	0,012	0,00000	0,280	<b>0,303</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0004	0,005	0,00000	0,144	<b>0,154</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0037	0,048	0,00001	0,782	<b>0,866</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0004	0,005	0,00000	0,144	<b>0,154</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0002	0,003	0,00000	0,093	<b>0,098</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0001	0,001	0,00000	0,052	<b>0,055</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0002	0,003	0,00000	0,093	<b>0,098</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0001	0,001	0,00000	0,052	<b>0,055</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0001	0,001	0,00000	0,052	<b>0,055</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0001	0,001	0,00000	0,044	<b>0,046</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0000	0,000	0,00000	0,023	<b>0,024</b>



Espècie	Vc (m3)	Bc (t/ha)	Br (kg/m2)	Br (t/ha)	Btotal (t/ha)
	Volum escorça	Biomassa escorça	Biomassa branques amb fulles		Biomassa total
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0000	0,000	0,00000	0,023	<b>0,024</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0018	0,024	0,00001	0,461	<b>0,504</b>
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0000	0,001	0,00000	0,030	<b>0,031</b>
<i>Quercus ilex</i>	0,0001	0,004	0,00000	0,074	<b>0,078</b>
<i>Quercus ilex</i>	0,0001	0,002	0,00000	0,040	<b>0,042</b>
<i>Quercus ilex</i>	0,0001	0,002	0,00000	0,040	<b>0,042</b>
<i>Quercus ilex</i>	0,0002	0,008	0,00000	0,117	<b>0,125</b>

Taula 5. Càlculs realitzats per l'obtenció de la biomassa de les espècies *Pinus sylvestris*, *Quercus coccifera*, *Quercus humilis* i *Quercus ilex*. Zona 6 correspon a Bosc poc dens 2. Font: Paràmetres obtinguts al camp i del Laboratori Forestal Català i Durán et al., (2005).

Espècie	Alçada		Gruix escorça		Biom branques amb fulles		Biom fulles		km	deltam
	a	b	a	b	a	b	a	b	coef forma	dens fusta
<i>Quercus coccifera</i>	1,71	0,61	1,19	0,83	0,078	1,96	0,05	1,44	0,43	0,78
<i>Quercus coccifera</i>	1,71	0,61	1,19	0,83	0,078	1,96	0,05	1,44	0,43	0,78
<i>Quercus coccifera</i>	1,71	0,61	1,19	0,83	0,078	1,96	0,05	1,44	0,43	0,78

Espècie	deltac	MEF	Area parc		Zona	DN (cm)	DN (mm)	DN (m)	Viu (V)/ Mort (M)	AB
	dens escorça	(g m-2)	(m2)	(ha)		Diàmetre de l'arbre				(m2/ha) Àrea basal
<i>Quercus coccifera</i>	0,63	102	56,25	0,005625	6	0,64	6,37	0,006	V	0,006
<i>Quercus coccifera</i>	0,63	102	56,25	0,005625	6	0,64	6,37	0,006	V	0,006
<i>Quercus coccifera</i>	0,63	102	56,25	0,005625	6	0,64	6,37	0,006	V	0,006

Espècie	h (m)	c (mm)	c (m)	DN* (m)	Vm (m3)	Bm (t/ha)	Vt (m3)
	Alçada	gruix escorça		diàmetre sense escorça	volum sense escorça	biomassa sense escorça	volum total (amb escorça)
<i>Quercus coccifera</i>	0,078	5,53	0,006	-0,005	0,000	0,000	0,0000
<i>Quercus coccifera</i>	0,078	5,53	0,006	-0,005	0,000	0,000	0,0000
<i>Quercus coccifera</i>	0,078	5,53	0,006	-0,005	0,000	0,000	0,0000

Espècie	Vc (m3)	Bc (t/ha)	Br (kg/m2)	Br (t/ha)	Btotal (t/ha)	Btotal (t/ (ha*gènere))
	Volum escorça	Biomassa escorça	Biomassa branques amb fulles		Biomassa total	
<i>Quercus coccifera</i>	0,0000	0,000	0,00000	0,006	<b>0,006</b>	0,018
<i>Quercus coccifera</i>	0,0000	0,000	0,00000	0,006	<b>0,006</b>	0,018
<i>Quercus coccifera</i>	0,0000	0,000	0,00000	0,006	<b>0,006</b>	0,018

Taula 5. Càlculs realitzats per l'obtenció de la biomassa de les espècies de la zona 1 (Bosc dens 1) mitjançant la densitat de la fusta, el diàmetre obtingut al camp i l'alçada aproximada. Font: Paràmetres obtinguts al camp, a ICRAF Database—Wood Density i Ordóñez et al., (2015).

Espècie	Zona	Àrea de la parcel·la (m2)	Número d'exemplars	Mitjana del diàmetre (m)	Alçada mitjana (m)	Radi (m)	Volum total (m3)	Densitat de la fusta (kg/m3)	Biomassa total (t/ha)
<i>Buxus sempervirens</i>	1	225	26	0,0265	1,75	0,0132	0,0251	975	0,1087
<i>Buxus sempervirens</i>	1	56,25	53	0,0108	1,25	0,0054	0,0060	975	0,1045
<i>Juniperus sp.</i>	1	56,25	7	0,0109	2	0,0055	0,0013	510	0,0119

Taula 6. Càlculs realitzats per a l'obtenció de la biomassa de les espècies de la zona 5 (Bosc dens 2) mitjançant la densitat de la fusta, el diàmetre obtingut al camp i l'alçada aproximada. Font: Paràmetres obtinguts al camp, a ICRAF Database—Wood Density i Ordóñez et al., (2015).

Espècie	Zona	Àrea de la parcel·la (m <sup>2</sup> )	Número d'exemplars	Mitjana del diàmetre (m)	Alçada mitjana (m)	Radi (m)	Volum total (m <sup>3</sup> )	Densitat de la fusta (kg/m <sup>3</sup> )	Biomassa total (t/ha)
<i>Buxus sempervirens</i>	5	56,25	15	0,0010	1,75	0,0005	0,000001	975	0,00002
<i>Juniperus sp.</i>	5	225	13	0,0501	2	0,0250	0,003938	510	0,00893
<i>Juniperus sp.</i>	5	56,25	12	0,0143	2	0,0072	0,000322	510	0,00292
<i>Rosa canina</i>	5	56,25	3	0,0117	1,5	0,0058	0,000160	750	0,00214

Taula 7. Càlculs realitzats per a l'obtenció de la biomassa de les espècies de la zona 2 (Bosc poc dens 1) mitjançant la densitat de la fusta, el diàmetre obtingut al camp i l'alçada aproximada. Font: Paràmetres obtinguts al camp, a ICRAF Database—Wood Density i Ordóñez et al., (2015).

Espècie	Zona	Àrea de la parcel·la (m <sup>2</sup> )	Número d'exemplars	Mitjana del diàmetre (m)	Alçada mitjana (m)	Radi (m)	Volum total (m <sup>3</sup> )	Densitat de la fusta (kg/m <sup>3</sup> )	Biomassa total (t/ha)
<i>Amelanchier ovalis</i>	2	56,25	40	0,0119	2,5	0,0059	0,0003	835	0,0041
<i>Buxus sempervirens</i>	2	225	1	0,0318	1,75	0,0159	0,0014	975	0,0060
<i>Buxus sempervirens</i>	2	56,25	2	0,0127	1,25	0,0064	0,0002	975	0,0028
<i>Juniperus sp.</i>	2	225	1	0,0239	2	0,0119	0,0009	510	0,0020
<i>Rosa canina</i>	2	225	1	0,0242	2	0,0121	0,0009	750	0,0031
<i>Rosa canina</i>	2	56,25	9	0,0130	2	0,0065	0,0003	750	0,0035

Taula 8. Càlculs realitzats per a l'obtenció de la biomassa de les espècies de la zona 5 (Bosc poc dens 2) mitjançant la densitat de la fusta, el diàmetre obtingut al camp i l'alçada aproximada. Font: Paràmetres obtinguts al camp, a ICRAF Database—Wood Density i Ordóñez et al., (2015).

Espècie	Zona	Àrea de la parcel·la (m <sup>2</sup> )	Número d'exemplars	Mitjana del diàmetre (m)	Alçada mitjana (m)	Radi (m)	Volum total (m <sup>3</sup> )	Densitat de la fusta (kg/m <sup>3</sup> )	Biomassa total (t/ha)
<i>Juniperus sp.</i>	5	225	25	0,0646	2	0,0323	0,006546	510	0,01484
<i>Juniperus sp.</i>	5	56,25	1	0,0127	2	0,0064	0,000255	510	0,00231

Taula 9. Càlculs realitzats per a l'obtenció de la biomassa de les espècies de la zona 3 (Matollars 1) mitjançant la densitat de la fusta, el diàmetre obtingut al camp i l'alçada aproximada. Font: Paràmetres obtinguts al camp, a ICRAF Database—Wood Density i Ordóñez et al., (2015).

Espècie	Zona	Àrea de la parcel·la (m <sup>2</sup> )	Número d'exemplars	Mitjana del diàmetre (m)	Alçada mitjana (m)	Radi (m)	Volum total (m <sup>3</sup> )	Densitat de la fusta (kg/m <sup>3</sup> )	Biomassa total (t/ha)
<i>Rosa canina</i>	3	56,25	4	0,0064	2	0,0032	0,000064	750	0,00085
<i>Rubus ulmifolius</i>	3	56,25	2	0,0032	2	0,0016	0,000016	750	0,00021

Taula 10. Càlculs realitzats per a l'obtenció de la biomassa de les espècies de la zona 4 (Matollars 2) mitjançant la densitat de la fusta, el diàmetre obtingut al camp i l'alçada aproximada. Font: Paràmetres obtinguts al camp, a ICRAF Database—Wood Density i Ordóñez et al., (2015).

Espècie	Zona	Àrea de la parcel·la (m <sup>2</sup> )	Número d'exemplars	Mitjana del diàmetre (m)	Alçada mitjana (m)	Radi (m)	Volum total (m <sup>3</sup> )	Densitat de la fusta (kg/m <sup>3</sup> )	Biomassa total (t/ha)
<i>Prunus spinosa</i>	4	56,25	2	0,0430	1,5	0,0215	0,0022	630	0,02437
<i>Rosa canina</i>	4	225	5	0,0255	2	0,0127	0,0010	750	0,00340
<i>Rosa canina</i>	4	56,25	4	0,0183	2	0,0092	0,0005	750	0,00702
<i>Rubus ulmifolius</i>	4	225	2	0,0239	2	0,0119	0,0009	750	0,00298

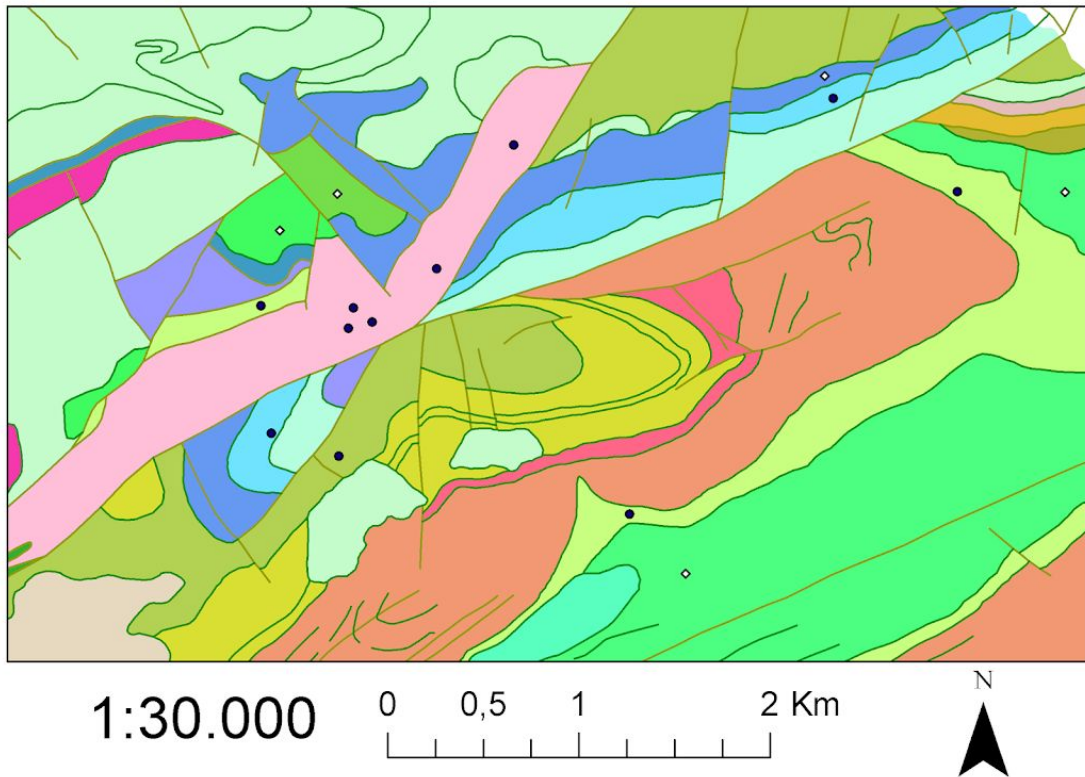
Taula 11. Resultas de l'evapotranspiració real de cada any entre l'interval de 1935 i 2017. Font: Paràmetres extrets del treball d'Ayuso et al., (2020).

Any	Temperatura mitjana anual (°C)	Precipitació anual acumulada (mm)	Evapotranspiració real (mm/any)
1935	5,559	994,2	411,61
1936	7,565	965,6	456,52
1937	8,390	1200,9	496,12
1938	7,452	717,7	421,16
1939	6,014	1050,6	425,78
1940	6,328	948,3	425,98
1941	5,688	804,9	398,50
1942	5,951	886,4	412,21
1943	6,043	1061,5	427,11
1944	5,441	595,6	362,55
1945	6,353	745,6	404,41
1946	6,820	891,9	431,99
1947	9,857	876,1	499,77
1948	9,114	752,9	460,66
1949	9,060	742,2	457,35
1950	8,459	758,9	448,55
1951	6,963	1201,8	457,79
1952	7,673	1139,2	472,85
1953	8,008	1005,4	471,08
1954	7,785	663,7	416,42
1955	8,040	1050,1	475,82
1956	6,677	846,8	423,98
1957	7,903	787,8	442,10
1958	7,850	838,6	448,49
1959	7,669	1231,2	478,11
1960	6,951	1443,9	466,92
1961	8,854	887,7	478,01
1962	7,808	880,2	452,95
1963	6,723	1275,4	454,77
1964	8,401	978,6	478,17
1965	7,287	936,2	447,09
1966	7,903	949,8	463,05
1967	8,395	888,3	467,43
1968	8,063	808,7	448,74
1969	7,015	921,9	439,39
1970	8,239	712,0	435,06
1971	7,606	945,2	455,50
1972	6,559	1234,2	448,74
1973	7,898	782,7	441,16
1974	7,368	902,9	445,55
1975	7,518	861,6	444,15
1976	7,675	695,2	421,07
1977	7,568	1000,5	459,78
1978	7,713	782,2	437,26
1979	7,823	1012,2	467,07
1980	7,876	747,9	434,86
1981	8,566	1017	486,23
1982	8,354	952,7	474,23
1983	9,204	648,4	437,33
1984	7,465	822,1	437,88
1985	8,525	663,9	429,55
1986	8,340	624,1	416,24
1987	8,551	974,8	481,49
1988	8,502	723,9	442,58
1989	9,107	769,4	463,83
1990	8,836	954,2	486,19
1991	8,232	634,1	417,05
1992	8,232	1133,9	487,33
1993	7,991	710,9	430,13
1994	9,452	835,7	483,57
1995	8,545	849,2	465,39
1996	7,615	1179,9	473,81
1997	9,312	915,6	492,83
1998	8,837	668,9	436,32
1999	8,315	981,9	476,40

2000	8,838	878,9	<b>476,40</b>
2001	8,834	756,8	<b>455,76</b>
2002	8,484	853,0	<b>464,59</b>
2003	8,690	847,5	<b>468,39</b>
2004	8,390	603,1	<b>411,25</b>
2005	8,126	697,2	<b>429,87</b>
2006	9,202	608,8	<b>425,75</b>
2007	8,798	424,8	<b>348,24</b>
2008	7,937	741,2	<b>434,86</b>
2009	8,891	724,4	<b>450,22</b>
2010	7,327	701,5	<b>415,80</b>
2011	9,697	506,4	<b>395,23</b>
2012	8,904	483,5	<b>376,28</b>
2013	7,874	562,8	<b>391,57</b>
2014	8,668	764,2	<b>453,81</b>
2015	9,523	680,7	<b>451,65</b>
2016	9,071	807,7	<b>470,25</b>
2017	9,532	544,5	<b>408,52</b>

---

Figura 1: Situació dels aqüífers càrstics sobre el mapa geològic de la zona. Font: Cartografia de Catalunya en Shapefile (ICGC).



Geologia Fígols i Alinyà	
	Altres litologies
	Dipòsits quaternaris
	Conglomerats vermells de l'Oligocè
	Bretxes del Rupelià
	Calcàries micrítiques del Cuisià
	Margues grises del Cuisià
	Calcàries i dolomies de l'Ilerdià
	Calcàries amb microcòdium del Danià
	Calcàries, argiles i lutites del Garumnià
	Calcàries noduloses del Santonià Sup.
	Calcàries i margues del Santonià
	Margues del Campanià-Maastrichtià
	Calcàries sorrenques del Campanià
	Calcàries del Cenomanià
	Calcàries de l'Albià
	Dolomies massives del Dogger
	Margues i margocalcàries del Lias
	Calcàries bioclàstiques del Lias
	Calcàries i dolomies del Retià-Dogger
	Bretxes del Retià-Lias
	Fàcies Keuper del Triàsic Sup
	Lutites, guixos i carniols del Triàsic Sup.
	Calcàries i dolomies amb margues del Triàsic Mitjà

◊ Aqüífers    • Fonts més importants    — Falles