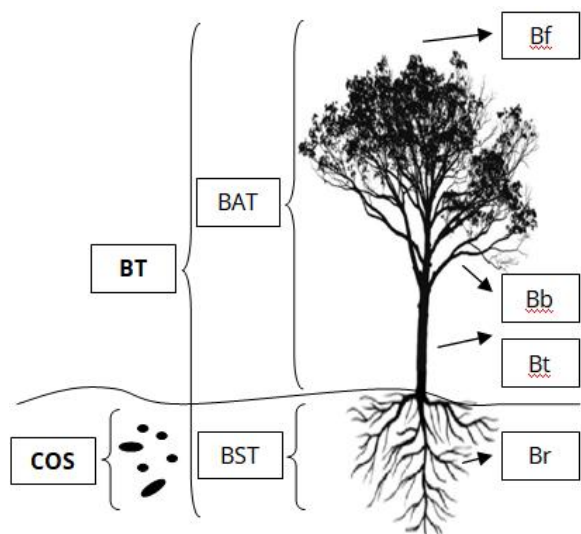


ANNEX
METODOLOGIA DE CàLCUL DE LES ABSORCIIONS DE CARBONI EN LES REPOBLACIONS FORESTALS I FACTORS D'ABSORCIÓ RELACIONATS
(PLANTACIONS O ACTUACIONS PER GARANTIR LA REGENERACIÓ NATURAL)

$$\text{Balanç d'absorciions de CO}_2 = (\text{t CO}_2 \text{ segrestades} - \text{t CO}_2 \text{ emeses}) \text{ escenari del projecte} - (\text{t CO}_2 \text{ segrestades} - \text{t CO}_2 \text{ emeses}) \text{ escenari de línia base}$$

El resultat del balanç fa referència als anys de vigència del projecte i cal que s'apliqui de forma individual per cada rodal que inclogui, entenent un rodal com una unitat homogènia de gestió. Per aquest tipus de projectes, els anys de vigència equivaldran al període comprès entre la plantació o les actuacions per garantir la regeneració natural i l'aplicació de la primera intervenció que la massa requereixi (als 10-20 anys). La primera intervenció, a banda de complir amb qualsevol objectiu específic que se li atribueixi (absorció de carboni, producció de fusta, etc.), ha de garantir una massa resistent als incendis forestals a fi d'assegurar la seva persistència. A més, es considera que l'escenari de línia base no suposa emissions ni absorcions de CO₂, ja que es tracta de zones degradades o afectades per perturbacions desproveïdes de vegetació arbòria i que, en cas que hi hagi qualche exemplar, continuarà fixant igualment carboni en ambdós escenaris.



RESERVORIS DE CARBONI

Biomassa total de l'arbre (BT) = biomassa aèria total (BAT) + biomassa subterrània total (BST)

Biomassa aèria total (BAT) = biomassa del tronc (Bt) + biomassa de les branques (Bb) + biomassa de les fulles (Bf)

Biomassa subterrània total (BST) = biomassa de les arrels (Br)

Carboni orgànic al sòl (COS) = carboni contingut en la matèria orgànica del sòl

ASPECTES QUE CAL TENIR EN COMPTE

Aspectes que cal tenir en compte en l'escenari del projecte:

a) Quant al "reservori BT", es justificarà la selecció d'espècies (prioritzant espècies autòctones presents a la zona d'actuació) i s'estimarà el marc de plantació per poder

conèixer les possibilitats d'absorció de carboni dels arbres. També caldrà definir el primer tractament que s'ha d'aplicar, l'any d'aplicació, la densitat de *peus final* i el *producte* que s'ha d'obtenir (llenyes o biomassa per a energia, palets i embalatges, estructures, mobiliari, tancaments, pals, travesses, etc.). Per a això, es poden tenir en compte les [Orientacions de gestió forestal sostenible \(ORGEST\) de Catalunya](#).

Pel que fa a la *vegetació existent* abans de la plantació, aquesta *no es tindrà en compte*, ja que es considera que continuarà fixant el mateix carboni en ambdós escenaris.

b) Quant al «reservori COS», per tal d'incrementar les absorcions, caldrà *prioritzar la trituració de les restes de tallada davant la crema*.

CÀLCULS EX-ANTE I EX-POST

Tot projecte d'absorció requereix un primer càlcul *ex-ante* al moment d'inscripció del projecte, el qual té la funció d'estimar l'increment d'absorcions i la reducció d'emissions que s'aconseguiran amb la implementació del projecte al llarg dels anys de vigència (escenari del projecte) respecte de les que haurien tingut lloc en absència del projecte (escenari de línia base). Al llarg de la vigència del projecte, i a tot tardar cada 5 anys, s'aniran fent càlculs *ex-post* sobre la base de dades reals per tal de comprovar si hi ha desviacions respecte a les estimades amb l'*ex-ante*. En qualsevol dels dos càlculs, aquest increment d'absorcions i reducció d'emissions és el que anomenem *Balanç d'absorcions de CO₂* i es calcularà aplicant una sèrie de càpsules de càlcul.

CÀLCUL EX-ANTE

Orientació de les càpsules de càlcul que cal aplicar:

Escenari de línia base: -

Escenari del projecte: 1.1, 2.1, 2.2, 2.3 i 2.4

$$\text{Balanç d'absorcions de CO}_2 = (\text{t CO}_2 \text{ segrestades} - \text{t CO}_2 \text{ emeses})_{\text{escenari del projecte}} - (\text{t CO}_2 \text{ segrestades} - \text{t CO}_2 \text{ emeses})_{\text{escenari de línia base}} = \\ (1.1 - 2.1 - 2.2 - 2.3 - 2.4)_{\text{escenari del projecte}} - (-)_{\text{escenari de línia base}}$$

CÀLCUL EX-POST

Orientació de les càpsules de càlcul que cal aplicar:

Escenari de línia base: -

Escenari del projecte: 1.1, 2.1, 2.2, 2.3 i 2.4

$$\text{Balanç d'absorcions de CO}_2 = (\text{t CO}_2 \text{ segrestades} - \text{t CO}_2 \text{ emeses})_{\text{escenari del projecte}} - (\text{t CO}_2 \text{ segrestades} - \text{t CO}_2 \text{ emeses})_{\text{escenari de línia base}} = \\ (1.1 - 2.1 - 2.2 - 2.3 - 2.4)_{\text{escenari del projecte}} - (-)_{\text{escenari de línia base}}$$



CÀPSULES DE CàLCUL			
ID	Nom	Tipus de càlcul	Descripció
1. ABSORCIIONS			
1.1	Absorcions per part dels arbres plantats o de regeneració natural	Aclariment: Aquesta càpsula de càlcul quantifica el carboni total que fixen els arbres en la seva biomassa aèria i subterrània amb el seu creixement des del moment de la plantació o regeneració natural fins que s'aplica la primera intervenció.	
		Ex-ante	S'aplicarà l'equació següent: 1.1) t CO₂ absorcions arbres = N_{arbres to} * Fa_{arbres tn} On: - N_{arbres to}: nombre de plançons que es preveuen plantar o que es preveu que s'estableixin gràcies a tasques aplicades per garantir la regeneració natural de la massa a l'any 0 del projecte (to), sempre atenent a un marc de plantació adequat. - Fa_{arbres tn} (t CO₂): factor d'absorció de les espècies dels arbres plantats o establerts amb regeneració natural per l'any d'aplicació de la primera intervenció que requereixi la massa, la qual se sol aplicar entre els 10 i 20 anys (tn). Es faran servir els valors de referència que es presenten a la Taula 1.
		Ex-post	Es farà un inventari forestal dendromètric estratificat seguint els criteris establerts a la Taula 6. La intensitat de mostreig i la forma de les parcel·les d'inventari variarà en funció de si la vigència del projecte finalitzarà amb la primera intervenció (cal establir Parcel·les de seguiment de l'escenari de gestió) o si s'allargarà fins a futures intervencions que requereixi la massa (cal establir Parcel·les de seguiment de l'escenari de gestió i Parcel·les de seguiment de l'escenari de no gestió). Les dades recopilades en l'inventari (diàmetre normal i altura) permetran aplicar les equacions al·lomètriques de biomassa total (aèria i subterrània) de la Taula 3, els resultats de les quals són en sec i es multiplicaran pel percentatge en pes de carboni de la Taula 4 per obtenir el pes de carboni contingut en la biomassa seca total. Finalment, es farà la conversió de carboni a diòxid de carboni multiplicant per 3,67, atesa la relació entre els seus pesos moleculars (44/12 g/mol).
2. EMISSIONS			



2.1	Emissions per descomposició o crema de restes de tallada i arrels mortes	Aclariment: Aquesta càpsula de càlcul quantifica les absorcions aconseguides pels arbres que es perdran per descomposició o crema de restes de tallada i arrels mortes un cop aplicada la primera intervenció. A efectes d'aquesta metodologia, es consideren restes de tallada de les espècies rebrotadores (generalment, frondoses) les fraccions de biomassa de branques de diàmetre inferior a 2 cm ($Bb_{<2cm}$) i de fulles (Bf) (les branques de diàmetre superior a 2 cm se solen aprofitar per a llenyes o pals), a més de considerar que les seves arrels no moren i que no suposen emissions per descomposició. En canvi, es consideren restes de tallada de les espècies no rebrotadores (generalment coníferes) les fraccions de biomassa de branques de diàmetre superior i inferior a 2 cm ($Bb_{>2cm}$ i $Bb_{<2cm}$) (no se solen aprofitar per a llenya) i de fulles (Bf), a més de considerar que les seves arrels moriran i suposaran emissions per descomposició. Així, en cas que les restes de tallada s'eliminin mitjançant crema, la totalitat del carboni d'aquestes es torna emetre a l'atmosfera, però si es trituren i/o es mantenen a la parcel·la, Voroney et al. (1989) considera que una part d'aquest carboni sí que s'emet durant el seu procés de descomposició, mentre que al voltant d'un 20 % es fixa al sòl en forma de carboni orgànic (reservori COS). El mateix ocorre amb la descomposició de les arrels que moren dels arbres sotmesos a la intervenció, que serien les de les espècies no rebrotadores, mentre que les de les espècies rebrotadores no moren i el carboni no s'emet. Per això, s'aplicarà un factor de pèrdua (Fp) d'1 en cas de crema i de 0,8 en cas de descomposició de restes de tallada i/o arrels mortes.	
		Ex-ante	S'aplicarà l'equació següent: $2.1) t \text{ CO}_2 \text{ emissions descomposició o crema restes tallada i arrels mortes} = t \text{ CO}_2 \text{ emissions rebrotadores extretes} + t \text{ CO}_2 \text{ emissions no rebrotadores extretes}$ $t \text{ CO}_2 \text{ emissions rebrotadores extretes} = N_{\text{arbres extrets tn}} * Fp * [(t \text{ CO}_2 Bb_{<2cm}) + (t \text{ CO}_2 Bf)]$ $t \text{ CO}_2 \text{ emissions no rebrotadores extretes} = N_{\text{arbres extrets tn}} * Fp * [(t \text{ CO}_2 BST)] + N_{\text{arbres extrets tn}} * Fp * [(t \text{ CO}_2 Bb_{>2cm}) + (t \text{ CO}_2 Bb_{<2cm}) + (t \text{ CO}_2 Bf)]$ On: - $N_{\text{arbres extrets tn}}$: número d'arbres extrets amb la primera intervenció de la massa.



			- Fp: factor de pèrdua del carboni emmagatzemat a la biomassa. En cas que es cremin les restes de tallada, el factor de pèrdua serà d'1. En canvi, el factor de pèrdua serà de 0,8 per a les restes de tallada que es triturin i es mantinguin al rodal, així com per les arrels mortes de les espècies no rebrotadores. - t CO₂ Bb_{>2cm} (t): tones de diòxid de carboni que representa el carboni contingut a les branques de diàmetre superior a 2 cm dels arbres intervinguts. - t CO₂ Bb_{<2cm} (t): tones de diòxid de carboni que representa el carboni contingut a les branques de diàmetre inferior a 2 cm dels arbres intervinguts. - t CO₂ Bf (t): tones de diòxid de carboni que representa el carboni contingut a les fulles dels arbres intervinguts. - t CO₂ BST (t): tones de diòxid de carboni que representa el carboni contingut a la biomassa subterrània total dels arbres intervinguts. Per poder aplicar l'equació anterior es faran servir els factors d'absorció de l'any en el qual s'aplicarà la primera intervenció de les espècies forestals arbòries que es mostren a la <i>Taula 1</i>. Aquests valors, en referir-se al CO₂ absorbit per la BT, es poden desglossar amb els que corresponen a cadascuna de les fraccions de biomassa aplicant els percentatges de la <i>Taula 5</i>.
		<i>Ex-post</i>	S'ha de portar un registre de les pesades dels camions de la fusta (Bt) i/o llenya (Bb_{>2cm}) extreta. En considerar que la fusta o llenya haurà estat cert temps al carregador i haurà aconseguit una humitat d'un 30 %, es multiplicarà el seu pes per un factor de 0,92 per obtenir el pes en sec. Els resultats es multiplicaran pel percentatge en pes de carboni de la <i>Taula 4</i> per obtenir el pes de carboni contingut en la biomassa seca. Finalment, es farà la conversió de carboni a diòxid de carboni multiplicant per 3,67. Com que aquests valors faran referència al diòxid de carboni absorbit per la biomassa del tronc (Bt) i/o la biomassa de branques > 2 cm (Bb_{>2cm}), es faran servir els repartiments percentuals de la <i>Taula 5</i> per obtenir els valors de diòxid de carboni corresponents a cadascuna de la resta de fraccions de biomassa. Els valors de les diferents fraccions de biomassa s'aplicaran a les mateixes equacions utilitzades per al càlcul <i>ex-ante</i> (càpsula 2.1) i es faran servir els factors de pèrdua corresponents en funció de la forma de gestió dels residus vegetals de la intervenció.
2.2	Emissions de vehicles i maquinària	Aclariment: Aquesta càpsula de càlcul quantifica les emissions de CO₂ derivades del consum de combustibles en vehicles i maquinària per a l'execució dels treballs silvícoles i transport de planta o de productes a la indústria. Fa referència a t de CO₂e derivades, especialment, de l'emissió de N₂O, CH₄ i/o CO₂.	
		<i>Ex-ante</i>	Es podran fer servir els factors d'emissió de referència de la <i>Taula 7</i> .
		<i>Ex-post</i>	Es portarà un registre dels combustibles consumits i/o, en el cas del transport dels productes, distàncies recorregudes, etc., i s'aplicarà la Calculadora de la Petjada de Carboni del Registre Balear per calcular les emissions generades.



2.3	Emissions de la crema de restes de tallada	Aclariment: Aquesta càpsula de càlcul quantifica les emissions de CO₂ equivalents derivades de l'emissió d'altres gasos d'efecte d'hivernacle (especialment N₂O i CH₄) durant la crema de restes de tallada (fulles, branques, etc.), en cas que s'apliqui en lloc de triturar-les.	
		Ex-ante	S'ha d'aplicar l'equació següent: 2.3) t CO₂ crema restes tallada = [(t Bb_{>2cm}) + (t Bb_{<2cm}) + (t Bf)] * [(Fe_{CH4 crema restes} * 27,9) + (Fe_{N2O crema restes} * 273)] On: - t Bb_{>2cm} (t): tones de biomassa seca de les branques de diàmetre superior a 2 cm dels arbres intervinguts. - t Bb_{<2cm} (t): tones de biomassa seca de les branques de diàmetre inferior a 2 cm dels arbres intervinguts. - t Bf (t): tones de biomassa seca de les fulles dels arbres intervinguts. - Fe_{CH4 crema restes} (t): factor d'emissió de metà (CH₄) que suposa la crema dels diferents tipus de restes de tallada. Els valors d'aquest factor es mostren a la <i>Taula 2</i>. - Fe_{N2O crema restes} (t): factor d'emissió de metà (N₂O) que suposa la crema dels diferents tipus de restes de tallada. Els valors d'aquest factor es mostren a la <i>Taula 2</i>. Per poder aplicar l'equació anterior es faran servir els mateixos valors de t CO₂ Bb_{>2cm}, t CO₂ Bb_{<2cm} i t CO₂ Bf que els aplicats al càlcul <i>ex-ante</i> de la càpsula 2.1 per obtenir el pes en sec de les diferents fraccions de biomassa que les han absorbides (t Bb_{>2cm}, t Bb_{<2cm} i t Bf) i que es cremaran. Per això, les t CO₂ es convertiran a t C dividint per 3,67 i, posteriorment, les t C es convertiran a t de biomassa seca dividint pel pes de carboni de la <i>Taula 4</i>.
		Ex-post	De la mateixa manera que per al càlcul <i>ex-post</i> de la càpsula 2.1, es portarà un registre de les pesades dels camions de la fusta (Bt) i/o llenya (Bb_{>2cm}) extreta. Amb aquests valors, i aplicant els repartiments percentuals de la <i>Taula 5</i>, s'obtindran els valors de t Bb_{>2cm}, t Bb_{<2cm} i t CO₂ Bf per aplicar l'equació del càlcul <i>ex-ante</i> (càpsula 2.3).
2.4	Emissions dels productes fusters	Aclariment: Aquesta càpsula de càlcul quantifica les emissions de CO₂ derivades de productes fusters, la qual cosa fa referència al retorn a l'atmosfera del carboni fixat als productes si són de cicle de vida curt i no es reciclen. A afectes d'aquesta metodologia es considera el següent: - Productes de vida útil curta (< 2 anys) (P_{< 2 anys}): es refereix a biocombustibles, com pèl·let o estella, i es considera un retorn a	



		l'atmosfera del 100 % del CO ₂ retintut. - Productes de vida útil mitjana (< 10 anys) (P_{< 10 anys}): es refereix a productes com palets i embalatges, i es considera un retorn a l'atmosfera del 75 % del CO ₂ retintut (tenint en compte la normativa de reciclatge europea). - Productes de vida útil llarga (>30 anys) (P_{>30 anys}): es refereix a productes com estructures, mobiliari, travesses i pals, i es considera un retorn a l'atmosfera del 0 % del CO ₂ retintut.	
		Ex-ante	S'aplicarà l'equació següent: 2.4) t CO₂ emissions productes = t CO₂ Bt * [(% Bt destinada a P_{< 2 anys} * 1) + (% Bt destinada a P_{< 10 anys} * 0,75)] + t CO₂ Bb_{>2cm} * [(% Bb_{>2cm} destinada a P_{< 2 anys} * 1) + (% Bb_{>2cm} destinada a P_{< 10 anys} * 0,75)] On: - t CO₂ Bt (t): tones de diòxid de carboni que representa el carboni contingut als troncs dels arbres intervinguts i dels que se n'obté un producte. - % Bt destinada a P_{< 2 anys}: percentatge de troncs destinats a productes de vida útil curta, és a dir, menor a 2 anys. - % Bt destinada a P_{< 10 anys}: percentatge de troncs destinats a productes de vida útil mitjana, és a dir, menor a 10 anys. - t CO₂ Bb_{>2cm} (t): tones de diòxid de carboni que representa el carboni contingut a les branques de diàmetre superior a 2 cm i de les quals se n'obté un producte. - % Bb_{>2cm} destinada a P_{< 2 anys}: percentatge de branques de diàmetre superior a 2 cm destinades a productes de vida útil curta, és a dir, menor a 2 anys. - % Bb_{>2cm} destinada a P_{< 10 anys}: percentatge de branques de diàmetre superior a 2 cm destinades a productes de vida útil mitjana, és a dir, menor a 10 anys. Per poder aplicar l'equació anterior, de la mateixa manera que per al càlcul <i>ex-ante</i> de la càpsula 2.1, s'han de fer servir els factors d'absorció de l'any al qual s'aplicarà la primera intervenció de les espècies forestals arbòries que es mostren a la <i>Taula 1</i>. Aquests valors, en referir-se al CO₂ absorbit per la BT, es poden desglossar amb els que corresponen a cadascuna de les fraccions de biomassa aplicant els repartiments percentuals de la <i>Taula 5</i>, obtenint així els valors de t CO₂ Bt i t CO₂ Bb_{>2cm}.
		Ex-post	De la mateixa manera que per al càlcul <i>ex-post</i> de la càpsula 2.1, es portarà un registre de les pesades dels camions de la fusta (Bt) i/o llenya (Bb_{>2cm}) extreta i del percentatge que es destina a cada producte. Atès que la fusta o llenya haurà estat cert temps al carregador i haurà assolit una humitat d'un 30 %, se n'ha de multiplicar el pes per un factor de 0,92 per obtenir el pes en sec. Els resultats s'han de multiplicar pel percentatge en pes de carboni de la <i>Taula 4</i> per obtenir el pes de carboni contingut en la biomassa seca. Finalment, s'ha de fer la conversió de carboni a diòxid de carboni multiplicant per 3,67. Aquests valors s'han d'aplicar a l'equació utilitzada en el càlcul <i>ex ante</i> (càpsula 2.4).



TAULA 1. Factors d'absorció (Fa) per a les principals espècies forestals de port arbori. Font: ^A Ameztegui i Torné (2020), ^B elaboració pròpia i ^C MITERD (2023).

Absorcions acumulades al llarg dels anys (kg CO₂/peu)						
Espècie	Any 5	Any 10	Any 15	Any 20	Any 25	Any 30
Aladern de fulla ampla (<i>Phillyrea latifolia</i>)	^B 0,12	^B 4,28	^B 11,39	^C 25,34	^C 31,68	^C 89,36
Alzina (<i>Quercus ilex</i>)	^B 0,05	^A 1,79	^A 7,68	^A 18,61	^A 35,10	^A 57,47
Alzina surera (<i>Quercus suber</i>)	^B 0,02	^A 0,81	^A 3,24	^A 7,79	^A 14,87	^A 24,74
Arbocera (<i>Arbutus unedo</i>)	^B 0,13	^A 4,59	^A 20,96	^A 51,99	^A 98,68	^A 161,12
Arbre de visc (<i>Ilex aquifolium</i>)	^B 0,16	^A 5,66	^A 23,07	^A 53,29	^A 96,74	^A 153,61
Espinaler (<i>Crataegus spp.</i>)	^B 0,11	^B 3,88	^B 18,30	^C 42,91	^C 112,03	^C 205,17
Freixe (<i>Fraxinus angustifolia</i>)	^B 0,07	^A 2,63	^A 17,33	^A 49,43	^A 100,84	^A 171,90
Garrover (<i>Ceratonia siliqua</i>)	^B 0,16	^B 5,75	^B 25,62	^C 61,96	^C 77,45	^C 92,94
Garrover bord (<i>Pistacia terebinthus</i>)	^B 0,11	^B 3,88	^B 18,30	^C 42,91	^C 112,03	^C 205,17
Ginebró (<i>Juniperus oxycedrus</i>)	^B 0,24	^A 8,47	^A 12,22	^A 16,98	^A 22,89	^A 30,09
Llampúgol (<i>Rhamnus alaternus</i>)	^B 0,11	^B 3,88	^B 18,30	^C 42,91	^C 112,03	^C 205,17
Llorer (<i>Laurus nobilis</i>)	^B 0,11	^B 3,88	^B 18,30	^C 42,91	^C 112,03	^C 205,17
Murta (<i>Myrtus communis</i>)	^B 0,11	^B 3,88	^B 18,30	^C 42,91	^C 112,03	^C 205,17
Ullastre (<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>)	^B 0,11	^B 3,87	^B 18,26	^C 39,00	^C 48,74	^C 84,08
Om (<i>Ulmus minor</i>)	^B 0,15	^A 5,29	^A 29,63	^A 77,28	^A 149,59	^A 246,68
Pi blanc (<i>Pinus halepensis</i>)	^B 0,05	^A 1,91	^A 7,49	^A 17,55	^A 32,58	^A 52,89
Pi pinastre (<i>Pinus pinaster</i>)	^B 0,36	^A 12,91	^A 32,91	^A 64,14	^A 107,47	^A 163,41
Pi pinyer (<i>Pinus pinea</i>)	^B 0,17	^A 6,16	^A 18,90	^A 40,36	^A 71,52	^A 113,05
Plàtan (<i>Platanus hispanica</i>)	^B 0,15	^A 5,45	^A 26,39	^A 67,25	^A 130,13	^A 215,96
Poll (<i>Populus nigra</i>)	^B 1,26	^A 44,74	^A 140,32	^A 294,14	^A 506,69	^A 776,65
Pomera borda (<i>Sorbus aria</i>)	^B 0,12	^A 4,43	^A 20,63	^A 51,46	^A 98,10	^A 160,88
Rotaboc (<i>Acer opalus</i>)	^B 0,13	^A 4,68	^A 21,89	^A 54,51	^A 103,56	^A 169,23
Salze blanc (<i>Salix alba</i>)	^B 0,12	^A 4,34	^A 20,49	^A 51,92	^A 100,52	^A 167,29
Savina (<i>Juniperus phoenicea</i>)	^B 0,08	^A 2,69	^A 10,43	^A 21,95	^A 36,75	^A 54,54
Servera (<i>Sorbus domestica</i>)	^B 0,17	^A 6,08	^A 26,85	^A 62,99	^A 113,86	^A 178,87
Tamarell (<i>Tamarix spp.</i>)	^B 0,16	^B 5,64	^B 13,02	^C 28,66	^C 66,62	^C 79,94
Teix (<i>Taxus baccata</i>)	^B 0,18	^B 6,30	^B 14,54	^C 31,83	^C 48,32	^C 57,98



TAULA 2. Factors d'emissió per a la crema de restes de tallada de les principals espècies forestals de port arbori. Font: MITERD (2024).

<i>Espècie</i>	<i>Factor d'emissió de CH₄ (t CH₄/t matèria seca cremada)</i>	<i>Factor d'emissió de N₂O (t N₂O/t matèria seca cremada)</i>
Llenyoses	0,0012	0,00015

TAULA 3. Equacions al·lomètriques per a l'estimació de la biomassa aèria i subterrània en sec de les principals espècies forestals de port arbori. Font: ^Aelaboració pròpia, ^BGràcia et al. (2004) i ^CMontero et al. (2005).

Espècie	Biomassa aèria total (BAT) (kg)				Biomassa subterrània total (BST) (kg)
Aladern de fulla ampla (<i>Phillyrea latifolia</i>) Tamarell (<i>Tamarix spp.</i>) Arbocera (<i>Arbutus unedo</i>) Arbre de visc (<i>Ilex aquifolium</i>) Espinaler (<i>Crataegus spp.</i>) Garrover bord (<i>Pistacia therebintus</i>) Llampúgol (<i>Rhamnus alaternus</i>) Llorer (<i>Laurus nobilis</i>) Murta (<i>Myrtus communis</i>)	^B BAT (kg) = a * dn ^b * h ^c				^C BST (kg) = BAT * 0,48
	Paràmetres	a	b	c	
		0,083	1,938	0,748	
	dn: diàmetre normal de l'arbre a l'alçada del pit (1,3 m), en centímetres. h: alçada de l'arbre, en metres.				
Alzina (<i>Quercus ilex</i>)	^B BAT (kg) = a * dn ^b * h ^c				^C BST (kg) = BAT * 0,53
	Paràmetres	a	b	c	
		0,115	2,079	0,419	
	dn: diàmetre normal de l'arbre a l'alçada del pit (1,3 m), en centímetres. h: alçada de l'arbre, en metres.				
Alzina surera (<i>Quercus suber</i>)	^B BAT (kg) = a * dn ^b * h ^c				^C BST (kg) = BAT * 0,29



Espècie	Biomassa aèria total (BAT) (kg)				Biomassa subterrània total (BST) (kg)
	Paràmetres	a	b	c	
		0,041	1,617	1,285	
	dn: diàmetre normal de l'arbre a l'alçada del pit (1,3 m), en centímetres. h: alçada de l'arbre, en metres.				
Freixe (<i>Fraxinus angustifolia</i>)	^B BAT (kg) = a * dn ^b * h ^c				^C BST (kg) = BAT * 0,73
	Paràmetres	a	b	c	
		0,039	2,089	0,81	
	dn: diàmetre normal de l'arbre a l'alçada del pit (1,3 m), en centímetres. h: alçada de l'arbre, en metres.				
Garrover (<i>Ceratonia siliqua</i>)	^{A i B} BAT (kg) = (a * dn ^b * h ^c) * 1,27				^C BST (kg) = BA * 0,95
	Paràmetres	a	b	c	
		0,078	2,064	0,505	
	dn: diàmetre normal de l'arbre a l'alçada del pit (1,3 m), en centímetres. h: alçada de l'arbre, en metres 1,27: factor intern d'ajust de l'al·lometria a l'espècie.				
Ginebró (<i>Juniperus oxycedrus</i>)	^A BAT (kg) = a * dn ^b * h ^c				^C BST (kg) = BAT * 3,58
	Paràmetres	a	b	c	
		0,06	2,045	0,54	
	dn: diàmetre normal de l'arbre a l'alçada del pit (1,3 m), en centímetres. h: alçada de l'arbre, en metres.				
Olivera (<i>Olea europaea</i>)	^{A i B} BAT (kg) = (a * dn ^b * h ^c) * 1,23				^C BST (kg) = BA * 0,46
	Paràmetres	a	b	c	
		0,078	2,064	0,505	
	dn: diàmetre normal de l'arbre a l'alçada del pit (1,3 m), en centímetres. h: alçada de l'arbre, en metres. 1,23: factor intern d'ajust de l'al·lometria a l'espècie.				
Om (<i>Ulmus minor</i>)	^A BAT (kg) = a * dn ^b * h ^c				^C BST (kg) = BA * 0,48



Espècie	Biomassa aèria total (BAT) (kg)				Biomassa subterrània total (BST) (kg)
	Paràmetres	a	b	c	
		0,119	1,863	0,558	
	dn: diàmetre normal de l'arbre a l'alçada del pit (1,3 m), en centímetres. h: alçada de l'arbre, en metres.				
Pi blanc (<i>Pinus halepensis</i>)	^A BAT (kg) = a * dn ^b * h ^c				^C BST (kg) = BA * 0,31
	Paràmetres	a	b	c	
		0,084	1,955	0,519	
dn: diàmetre normal de l'arbre a l'alçada del pit (1,3 m), en centímetres. h: alçada de l'arbre, en metres.					
Pi pinastre (<i>Pinus pinaster</i>)	^A BAT (kg) = a * dn ^b * h ^c				^C BST (kg) = BA * 0,28
	Paràmetres	a	b	c	
		0,06	2,045	0,54	
dn: diàmetre normal de l'arbre a l'alçada del pit (1,3 m), en centímetres. h: alçada de l'arbre, en metres.					
Pi pinyer (<i>Pinus pinea</i>)	^A BAT (kg) = a * dn ^b * h ^c				^C BST (kg) = BA * 0,18
	Paràmetres	a	b	c	
		0,054	2,383	0,108	
dn: diàmetre normal de l'arbre a l'alçada del pit (1,3 m), en centímetres. h: alçada de l'arbre, en metres.					
Plàtan (<i>Platanus hispanica</i>) Pomera borda (<i>Sorbus aria</i>) Rotaboc (<i>Acer opalus</i>)	^A BAT (kg) = a * dn ^b * h ^c				^C BST (kg) = BA * 0,48
	Paràmetres	a	b	c	
		0,078	2,064	0,505	



Espècie	Biomassa aèria total (BAT) (kg)				Biomassa subterrània total (BST) (kg)
Salze blanc (<i>Salix alba</i>) Servera (<i>Sorbus domestica</i>)	dn: diàmetre normal de l'arbre a l'alçada del pit (1,3 m), en centímetres. h: alçada de l'arbre, en metres.				
Poll (<i>Populus nigra</i>)	^A BAT (kg) = $a * dn^b * h^c$				^C BST (kg) = BA * 0,32
	Paràmetres	a	b	c	
		0,087	1,832	0,623	
	dn: diàmetre normal de l'arbre a l'alçada del pit (1,3 m), en centímetres. h: alçada de l'arbre, en metres.				
Savina (<i>Juniperus phoenicea</i>)	^{A i B} BAT (kg) = $(a * dn^b * h^c) * 0,88$				^C BST (kg) = BA * 0,59
	Paràmetres	a	b	c	
		0,078	2,064	0,505	
	dn: diàmetre normal de l'arbre a l'alçada del pit (1,3 m), en centímetres. h: alçada de l'arbre, en metres. 0,88: factor intern d'ajust de l'al·lometria a l'espècie.				
Teix (<i>Taxus baccata</i>)	^A BAT (kg) = $a * dn^b * h^c$				^C BST (kg) = BAT * 0,38
	Paràmetres	a	b	c	
		0,06	2,045	0,54	
	dn: diàmetre normal de l'arbre a l'alçada del pit (1,3 m), en centímetres. h: alçada de l'arbre, en metres.				



TAULA 4. Percentatge en pes de carboni contingut en la matèria de les principals espècies forestals de port arbori. Font: Montero et al. (2005).

Espècie	% carboni	Espècie	% carboni
Garrover (<i>Ceratonia siliqua</i>)	50	Pi pinastre (<i>Pinus pinaster</i>)	51,1
Bruc boal (<i>Erica arborea</i>)	50	Pi pinyer (<i>Pinus pinea</i>)	50,8
Freixe (<i>Fraxinus</i> spp.)	47,8	Poll (<i>Populus</i> spp.)	48,3
Ginebró (<i>Juniperus oxycedrus</i>)	50	Alzina (<i>Quercus ilex</i>)	47,5
Savina (<i>Juniperus phoenicea</i>)	50	Alzina surera (<i>Quercus suber</i>)	47,2
Ullastre (<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>)	47,3	Altres coníferes	50
Pi blanc (<i>Pinus halepensis</i>)	49,9	Altres frondoses	50

TAULA 5. Repartiment percentual de les diferents fraccions de biomassa de les principals espècies forestals de port arbori. Font: ^Aelaboració pròpia i ^BMontero et al. (2005).

Espècie	% biomassa total (BT)				
	% biomassa subterrània total (BST)	% biomassa aèria total (BAT)	% de la biomassa aèria total corresponent al tronc i branques		
			% biomassa del tronc (Bt)	% biomassa de branques > 2 cm (Bb > 2cm)	% biomassa de branques < 2 cm i biomassa de fulles (Bb < 2cm i Bf)
Alzina (<i>Quercus ilex</i>)	^B 34,6	65,4	^B 28,1	^B 55,6	^B 16,3
Alzina surera (<i>Quercus suber</i>)	^B 22,5	77,5	^B 41,8	^B 53,3	^B 4,9
Garrover (<i>Ceratonia siliqua</i>)	^B 48,8	51,2	^B 34,5	^B 40	^B 25,5
Ullastre (<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>)	^B 31,4	68,6	^B 28,6	^B 55,9	^B 15,5
Poll (<i>Populus nigra</i>)	^B 24	76	^B 69,8	^B 18,2	^B 12
Freixe (<i>Fraxinus</i> spp.)	^B 42,2	57,8	^B 42,2	^B 55,9	^B 15,5
Altres frondoses	^A 32,7	67,3	^A 52,5	^A 35,1	^A 12,4
Pi blanc (<i>Pinus halepensis</i>)	^B 23,6	76,4	^B 48,4	^B 23,8	^B 27,8
Pi pinastre (<i>Pinus pinaster</i>)	^B 22,1	77,9	^B 79,5	^B 6,5	^B 14
Pi pinyer (<i>Pinus pinea</i>)	^B 15,5	84,9	^B 43,1	^B 34,5	^B 22,4
Altres coníferes	^A 27,4	72,6	^A 59,3	^A 19,5	^A 21,2



TAULA 6. Criteris per a realització de l'inventari forestal de seguiment. Font: elaboració pròpia.

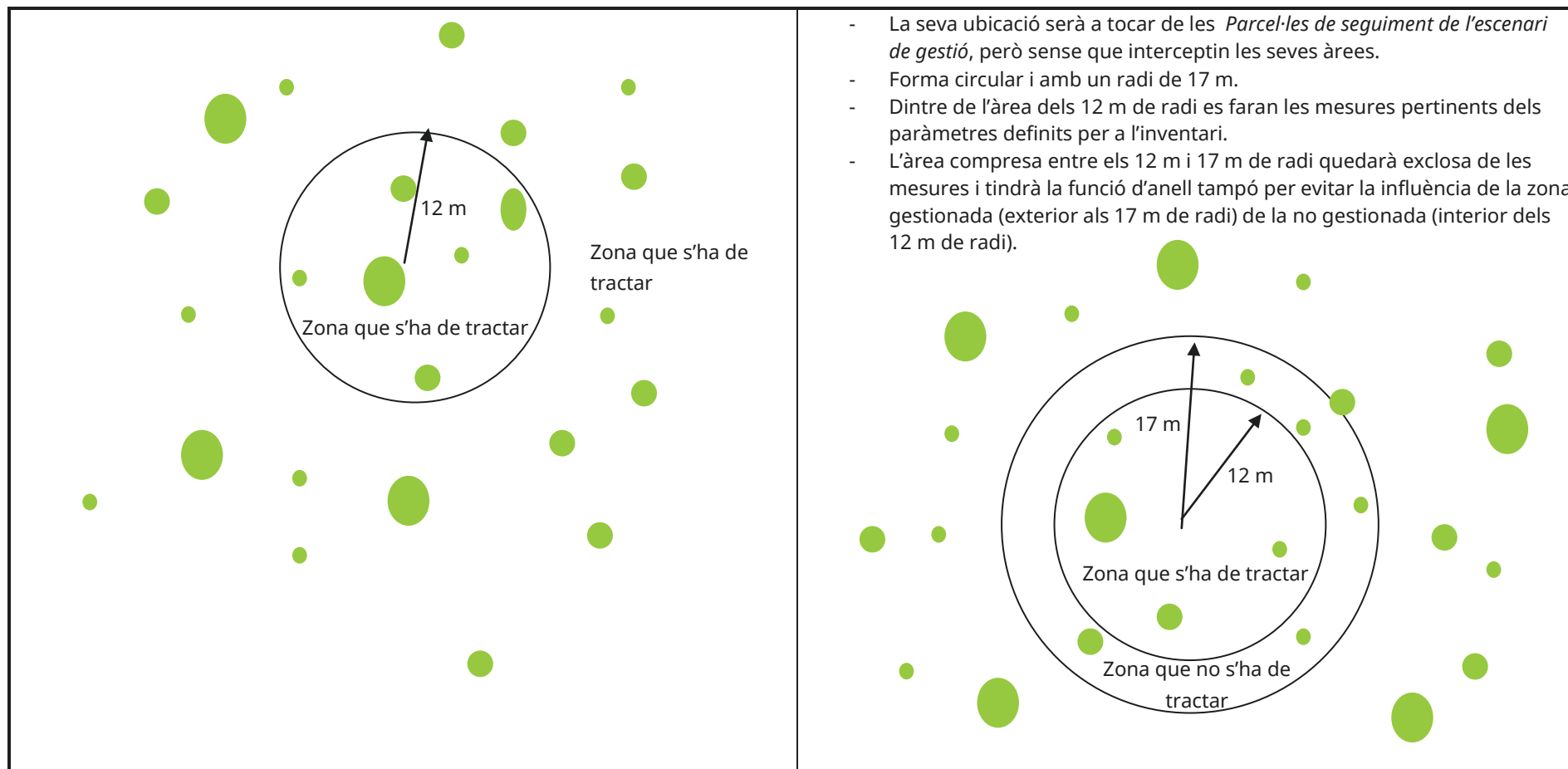
L'inventari forestal que s'ha de fer serà dendromètric estratificat. Per això, caldrà dividir la massa forestal en estrats, és a dir, en unitats homogènies en estructura i composició d'espècies. Dintre de cada estrat es definirà una intensitat de mostreig i la forma de distribució de les parcel·les. Els criteris que s'han d'aplicar són els següents:

- La intensitat de mostreig que es proposa és, com a mínim, de 3 parcel·les per estrat i com a màxim d'1 parcel·la per cada 3 hectàrees del mateix estrat. En el cas d'estrats de grans dimensions, la intensitat de mostreig no hauria de sobrepassar el 0,4 % de la seva superfície o les 60 parcel·les en un mateix estrat.
- La distribució de les parcel·les ha d'evitar la subjectivitat, per la qual cosa es podran distribuir de forma aleatòria o fent ús d'una malla.
- La forma de les parcel·les serà circular i de 12 m de radi (ha de permetre mesurar entre 15 i 25 arbres). En els arbres es mesuraran, com a mínim, els paràmetres necessaris per aplicar les equacions al·lomètriques de biomassa total (aèria i subterrània) de la *Taula 3*. A més, el centre de les parcel·les es marcarà sobre terreny amb un element identificable per a futures mesures (estaca metàl·lica, per exemple) i s'anotaran les seves coordenades amb GPS de precisió submètrica.
- La periodicitat de l'inventari serà de com a mínim cada 5 anys des del moment de la plantació o establiment del regenerat natural. L'últim inventari es farà just després d'aplicar la primera intervenció.

Els criteris definits anteriorment s'aplicaran en cas que el projecte d'absorció es limiti a plantar o establir el regenerat natural (període entre plantació i primera intervenció), i que es corresponen amb les *Parcel·les de seguiment de l'escenari de gestió*. En canvi, si el projecte d'absorció vol anar més enllà com a projecte de gestió forestal i allargar la seva vigència a futures intervencions silvícoles que requereixi la massa, a cadascuna de les parcel·les de seguiment de l'escenari de gestió se li haurà d'establir una altra parcel·la adjacent, la qual servirà per fer el seguiment de l'escenari de no gestió. Aquestes parcel·les seran les *Parcel·les de seguiment de l'escenari de no gestió*.

En cas que l'inventari es faci aplicant alguna tecnologia, com per exemple LiDAR, haurà d'aconseguir uns resultats equivalents als que es pretenen aconseguir amb l'inventari convencional descrit en aquesta taula.

<i>Parcel·les de seguiment de l'escenari de gestió</i>	<i>Parcel·les de seguiment de l'escenari de no gestió</i>
Les característiques principals seran: - L'àrea estarà sotmesa als tractaments de gestió forestal planificats. - La presa de dades es farà just després de la intervenció del rodal. - Forma circular i amb un radi de 12 m.	Les característiques principals seran: - L'àrea quedarà exclosa dels tractaments de gestió forestal planificats i tindrà l'objectiu de demostrar la falta d'estímul de creixement derivat de la intervenció silvícola. - Per evitar-ne l'afectació pels tractaments, caldrà delimitar clarament el seu perímetre abans de la intervenció. - La presa de dades es farà just després de la intervenció del rodal, a fi de coincidir amb la presa de dades de les <i>Parcel·les de seguiment de l'escenari de gestió</i>.





TAULA 7. Factors d'emissió de referència de la maquinària utilitzada segons el tipus de tractament silvícola. Font: ^Aelaboració pròpia i ^BCervera et al. (2005).

<i>Tipus de tractament</i>	<i>Emissions de la maquinària</i>
Desbrossament	^B 0,0672 t CO ₂ /ha
Aclarida de plançoneda	^B 0,0448 t CO ₂ /ha
Aclarida i tallada selectiva	^B 0,4741 t CO ₂ /ha
Tallada de regeneració	^B 0,3235 t CO ₂ /ha
Transport en camió de planta o producte fuster	^A 0,77 t CO ₂ e/km
Obertura mecanitzada de clots	^A 0,4818 t CO ₂ e/clot
Solcat amb subsolador	^A 39,14 t CO ₂ e/km



BIBLIOGRAFIA

- Ameztegui, A.; Torné, G. (2020). *Capacitat d'emmagatzematge de carboni de les principals espècies forestals de Catalunya*. Informe intern LIFE CLIMARK.
- Cervera, T.; Baiges, T.; Rabascall, X.; et al. (2022). *Metodología de cálculo del impacto de la gestión forestal en los servicios ecosistémicos: carbono, agua y biodiversidad*. Centro de la Propiedad Forestal, Santa Perpètua de Mogoda. [en línia], https://lifeclimark.eu/wp-content/uploads/2022/05/Libro_Metodologia_CASTELLA_vfinal.pdf, [consulta: 14 d'abril de 2025].
- Gràcia, C.; Burriel, J. A.; Ibàñez, J.; Mata, T.; Vayreda, J. (2004). Inventari ecològic i forestal de Catalunya. Mètodes. Bellaterra: CREAF. ISBN: 84-932860-2-8. [en línia], <http://www.creaf.uab.es/iefc/pub/metodes/Index.htm>, <https://laboratoriforestal.creaf.cat/allometrapp/>, [consulta: 14 d'abril de 2025].
- MITERD (2023). *Calculadora de absorciones ex ante de dióxido de carbono de las especies forestales arbóreas españolas* (Versión 6). [en línia], <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.html> [consulta: 14 d'abril de 2025].
- MITERD (2024). *Documento de Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2022* (edición 2024). [en línia], <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-.html>, [consulta: 14 d'abril de 2025].
- Montero, G., Ruiz-Peinado, R., Muñoz, M. (2005). *Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles*. INIA. ISBN: 84-7498-512-9. [en línia], https://www.researchgate.net/publication/235639682_Produccion_de_Biomasa_y_Fijacion_de_CO2_Por_Los_Bosques_Espanoles [consulta: 14 d'abril de 2025].