

CTFC



1r Inventari Nacional Forestal (INF1) del Principat d'Andorra

Metodologia d'establiment i seguiment de la
xarxa de parcel·les permanents

Juny 2023

CTFC



ANDORRA
RECERCA +
INNOVACIÓ

1r Inventari Nacional Forestal (INF1) del Principat d'Andorra. Metodologia d'establiment i seguiment de la xarxa de parcel·les permanents.

Conceptualització i elaboració per part del Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya:

Mario Beltrán Barba
Eduard Busquets Olivé
Míriam Piqué Nicolau

Programa de Gestió Forestal Multifuncional, CTFC

Amb la col·laboració de:

Sònia Navarro Prados, **Programa de Gestió Forestal Multifuncional, CTFC**

José Ramón González Olabarria, **Programa Dinàmica del Paisatge i biodiversitat, CTFC**

Aitor Améztegui González, **Universitat de Lleida - Programa de Gestió Forestal Multifuncional, CTFC**

Participació i execució per part d'Andorra Recerca + Innovació:

Marta Domènech Ferrés, **responsable del projecte "Inventari Nacional Forestal d'Andorra"**

Oriol Travesset Baró, **coordinador de l'eix Sostenibilitat**

Marc Font Bernet, **investigador**

Albert Ruzafa Tomàs, **assistent de recerca**

Kilian Varela Pérez, **assistent de recerca**

Aleix Sánchez Betriu, **assistent de recerca**

Martí Salvador Larrosa, **assistent de recerca**

Andorra Recerca + Innovació agraeix el finançament rebut per part de l'Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic d'Andorra en el marc de l'estudi d'impactes i vulnerabilitats del canvi climàtic i la capacitat d'embornal d'Andorra.



Foto de portada: Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya.

Beltrán, M., Busquets, E., Piqué, M., Domènech, M., Travesset, O. (coord.) 2023. 1r Inventari Nacional Forestal (INF1) del Principat d'Andorra. Metodologia d'establiment i seguiment de la xarxa de parcel·les permanents. Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya i Andorra Recerca + Innovació.



1. Introducció.....	4
1.1. El seguiment de la coberta forestal arbrada.....	4
1.2. Els objectius de l'INF Andorra	6
2. Disseny de la xarxa de parcel·les permanents INF Andorra	7
3. Replanteig de les parcel·les permanents INF1 Andorra	10
3.1. Ubicació final sobre el terreny	10
3.2. Superfície de les parcel·les d'inventari	11
3.3. Xarxa de parcel·les permanents resultant per a l'INF1 Andorra	11
4. Paràmetres a inventariar a les parcel·les permanents.....	14
4.1. Identificació de la parcel·la	14
4.2. Paràmetres dasomètrics i dels arbres inventariables	15
4.3. Paràmetres de sotabosc	22
4.4. Paràmetres de vulnerabilitat estructural al foc de capçades	24
4.5. Altres observacions	26
5. Bones pràctiques per a la realització de les tasques d'inventari	28
6. Captació d'imatges LiDAR amb plataforma UAV (unmanned aerial vehicle).....	30
Annex 1. Fitxa de camp	31
Annex 2. Instruccions d'ús de l'hipsòmetre Haglöf Vertex	32



1. Introducció

1.1. El seguiment de la coberta forestal arbrada

Hi ha una necessitat bàsica de disposar d'informació harmonitzada a escala de paisatge dels diferents recursos naturals, amb el principal objectiu de poder caracteritzar-los i poder avaluar la seva evolució al llarg del temps. Per exemple, amb les dades actualment disponibles, com pot ser el mapa de cobertes del sòl de 2012, s'estima que al Principat d'Andorra hi ha unes 19.000 ha de bosc, un 40% de la superfície total del país. A més a més, comparant amb dades anteriors s'observa un increment en superfície d'un 2% en 17 anys (1995-2012). Poder disposar d'informació detallada dels recursos naturals té una aplicabilitat directa en la gestió, definició de polítiques i estratègies pel seu aprofitament sostenible, conservació i gaudi dels serveis ecosistèmics associats. Aquesta informació també és clau en: planificació estratègica, suport a la presa de decisions ambientals, seguiment bàsic dels canvis, impactes, recerca... Aquestes dades presenten un gran potencial d'integració amb diferents fonts d'informació de la mateixa escala com pot ser la sanitat forestal i/o la biodiversitat.

Al llarg del temps, diferents entitats regionals o nacionals a Europa han abordat aquesta problemàtica de la informació harmonitzada a escala paisatge amb solucions adaptades al context i objectius del moment. Totes aquestes solucions sempre s'han implementat sense perdre de vista l'objectiu final a llarg termini. Un referent d'entitat, encarregada per assolir aquest objectiu, és l'European National Forest Inventory Network (ENFIN).

La nova estratègia forestal europea pel 2030 té com a principals objectius garantir la gestió forestal sostenible dels boscos europeus i reforçar la contribució de la Unió al foment de la gestió forestal sostenible i a la lluita contra la desforestació a nivell mundial. Aquesta nova estratègia forestal és una de les iniciatives pilars de l'European Green Deal i s'interrelaciona amb l'estratègia de biodiversitat i l'estratègia de bioeconomia. Es reconeix el rol central i multifuncional dels boscos i tota la cadena d'actors lligats al sector forestal per poder assolir una economia sostenible i climàticament neutre pel 2050 preservant alhora zones rurals vives i pròsperes. Encara que Andorra no sigui membre de la Unió Europea, el context socioeconòmic i biogeogràfic fa patent la necessitat i conveniència de l'alineació de polítiques i estratègies en matèria ambiental.

Un altre estàndard més internacional per la lluita contra el canvi climàtic són els objectius REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation) liderats per la FAO. Els objectius REDD+ se centren en la reducció de les emissions derivades de la desforestació i degradació dels boscos. La FAO brinda recolzament als països en els seus processos de REDD+, així com en la conversió dels seus compromisos polítics, establertes en les Contribucions Determinades a nivell nacional, en accions sobre el terreny.

Tant la nova estratègia forestal europea pel 2030 com els objectius REDD+, per una correcta aplicació i assoliment d'aquests objectius, requereixen de dades fiables. Els Inventaris Nacionals Forestals (INF) són l'eina idònia per aportar aquestes dades. Els INF, des de fa temps, han estat eines clau per la planificació estratègica de país i més recentment a escala internacional.

En aquest document es descriu el protocol d'inventari pel primer INF del Principat d'Andorra. Els països veïns, però, ja porten més d'una publicació d'INF. Espanya va fer el seu primer INF al 1964 i a data d'avui ja es disposa de la 4ta edició en determinats territoris. França va començar inclús abans, en el 1958. La Figura 1 mostra la ubicació de les parcel·les dels INF francès i espanyol al voltant d'Andorra. Que altres països portin més versions d'INF que el Principat no s'ha de veure com un endarreriment sinó com una oportunitat de millora de disseny del protocol que s'ajusti millor a les necessitats actuals.



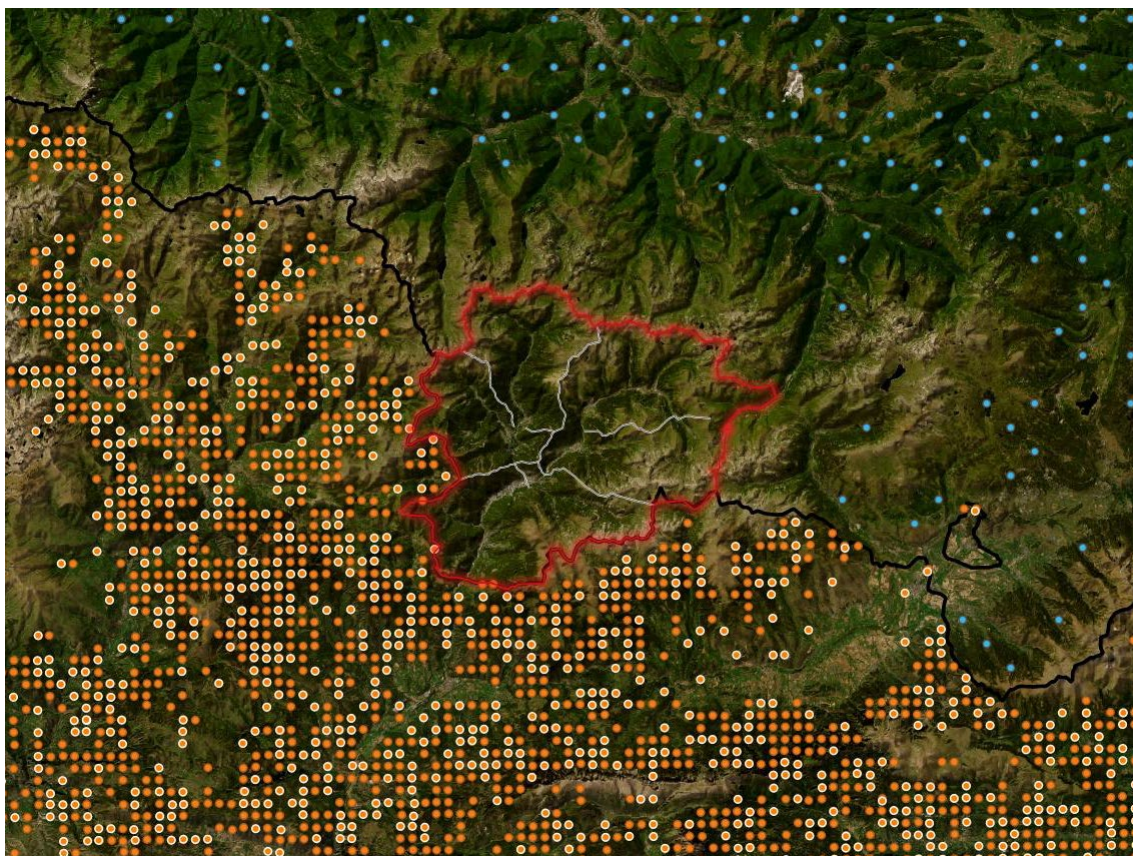


Figura 1. Localització de les parcel·les dels Inventaris Forestals Nacionals d'Espanya (taronja fosc IFN3 i taronja-blanc IFN4; DGDRPF, 2016¹) i França (blau; IGN, 2022²) al voltant d'Andorra. Elaboració pròpia.

L'inici d'aquest gran projecte pel Principat d'Andorra brinda l'oportunitat a la innovació de mètodes, amb especial rellevància de la teledetecció (sensores remots passius) i LiDAR/RADAR (sensores remots actius), que es pot emprar per millorar la qualitat, la precisió i l'abast dels productes derivats de la caracterització dels boscos sobre el terreny.

Per altra banda, les dades LiDAR que cobreixen tot el territori (Figura 2) permeten captar la variabilitat de la superfície boscosa i estendre en continu la informació discreta que s'obté de les parcel·les d'inventari. En aquest document s'explicarà també el disseny de la xarxa de parcel·les permanents que proporcionarà la veritat-terreny, que és una base transversal per l'assoliment dels objectius prèviament presentats.

¹ *Inventario Forestal Nacional*: <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-forestal-nacional.html>

² *Inventaire Forestier National*: <https://inventaire-forestier.ign.fr/>

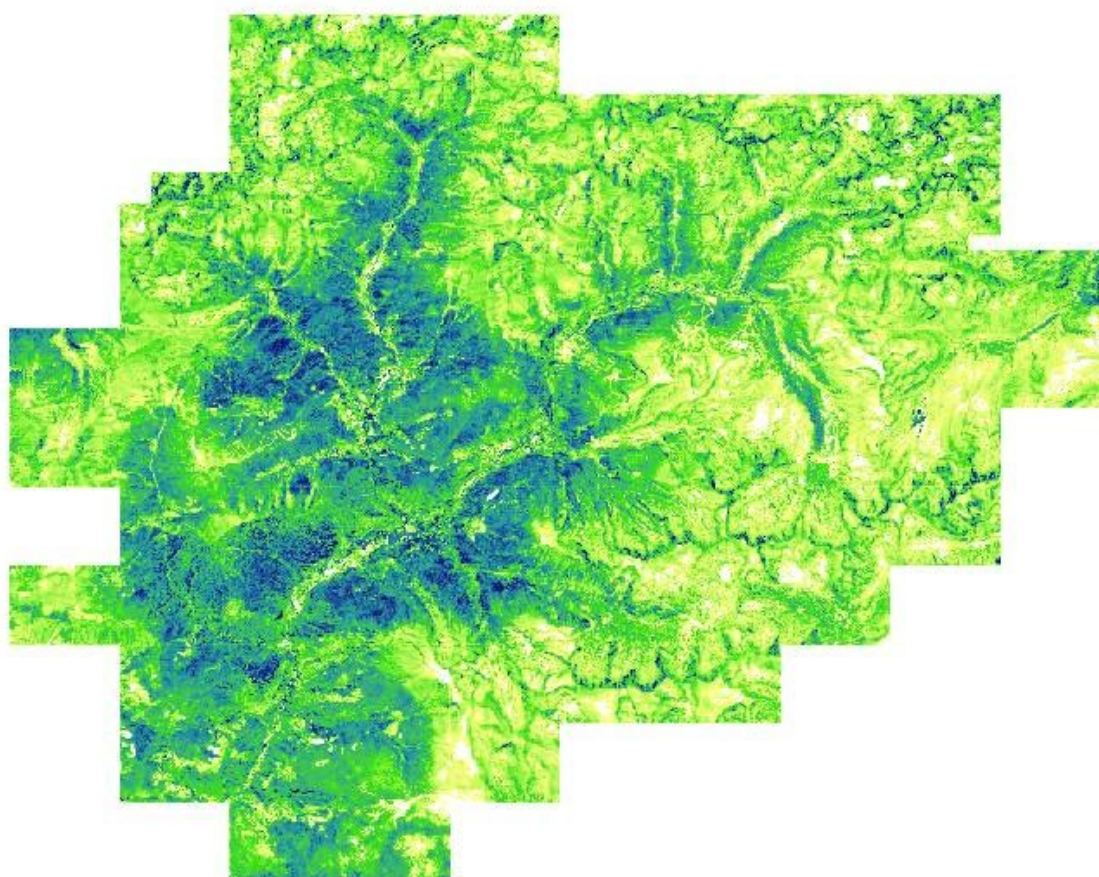


Figura 2. Representació del núvol de punts LiDAR disponible per a Andorra (any 2018) tot visualitzant l'alçada de cada punt respecte del terreny. Les zones més fosques (més alçada) corresponen, en general, a la vegetació arbrada. Elaboració pròpia.

1.2. Els objectius de l'INF Andorra

El principal objectiu per realitzar el 1r INF d'Andorra és establir la metodologia i el disseny de la xarxa de parcel·les per al mostreig de les principals variables silvo-dasomètriques que permeten la caracterització dels diferents tipus de boscos del Principat. A llarg termini, aquesta xarxa es planteja com un dispositiu de seguiment permanent que proporcioni dades de l'evolució de la coberta forestal arbrada.

Paral·lelament, i seguint l'experiència d'altres països europeus, l'INF es planteja com una font d'informació bàsica per a l'estudi d'una àmplia gamma de factors relacionats amb els boscos, principalment aquells descriptius de l'estat de l'estructura i de les funcions ecosistèmiques, com ara la quantitat i tipus de biomassa (principalment la corresponent a la fracció de fusta com a recurs), l'emmagatzematge i capacitat de fixació de carboni atmosfèric, el funcionament ecohidrològic o la capacitat d'acollida de biodiversitat. L'INF es planteja com a una xarxa bàsica que es pot complementar amb d'altres sistemes de seguiment per ampliar la informació emprada en les diferents anàlisis de l'ecosistema andorrà i pirinenc.

2. Disseny de la xarxa de parcel·les permanents INF Andorra

Atesa la proximitat, similitud i connectivitat dels boscos d'Andorra respecte als boscos del Pirineu Català, per a la distribució de les parcel·les permanents de l'INF d'Andorra s'aplica una densitat de mostreig equivalent a la de l'INF d'Espanya. En aquest sentit, per a la ubicació teòrica de les parcel·les se segueix una quadrícula d'1 x 1 km alineada amb la de l'INF ESP, superposada a la superfície forestal arbrada d'Andorra. Aquesta distribució equival a una densitat orientativa d'1 parcel·la per cada 100 ha.

La superfície forestal arbrada d'Andorra s'identifica a partir del Mapa digital dels Hàbitats d'Andorra de l'any 2012³, que segueix les definicions CORINE. Amb l'agrupació de 2n nivell del Mapa, que correspon a 18 categories, s'han seleccionat els hàbitats de boscos com a superfície base. Addicionalment s'ha incorporat la delimitació dels Boscos de protecció i defensa de totes les parròquies, del CENMA-IEA. Amb aquestes dues fonts d'informació s'han definit els estrats d'inventari per a l'INF, tot seguint la classificació dels hàbitats de bosc i prioritant els boscos de protecció com a estrat propi. En total s'identifiquen 15 estrats (Figura 3), sempre mantenint la informació de l'hàbitat que representen. Per últim, per millorar la delimitació d'aquests estrats s'ha aplicat un filtre que elimina tota aquella coberta no forestal identificada pel Mapa de Cobertes del Sòl d'Andorra de 2012⁴ (roquissars, superfície agrícola, infraestructures i altres no forestals), que té una definició més acurada que el mapa d'hàbitats.

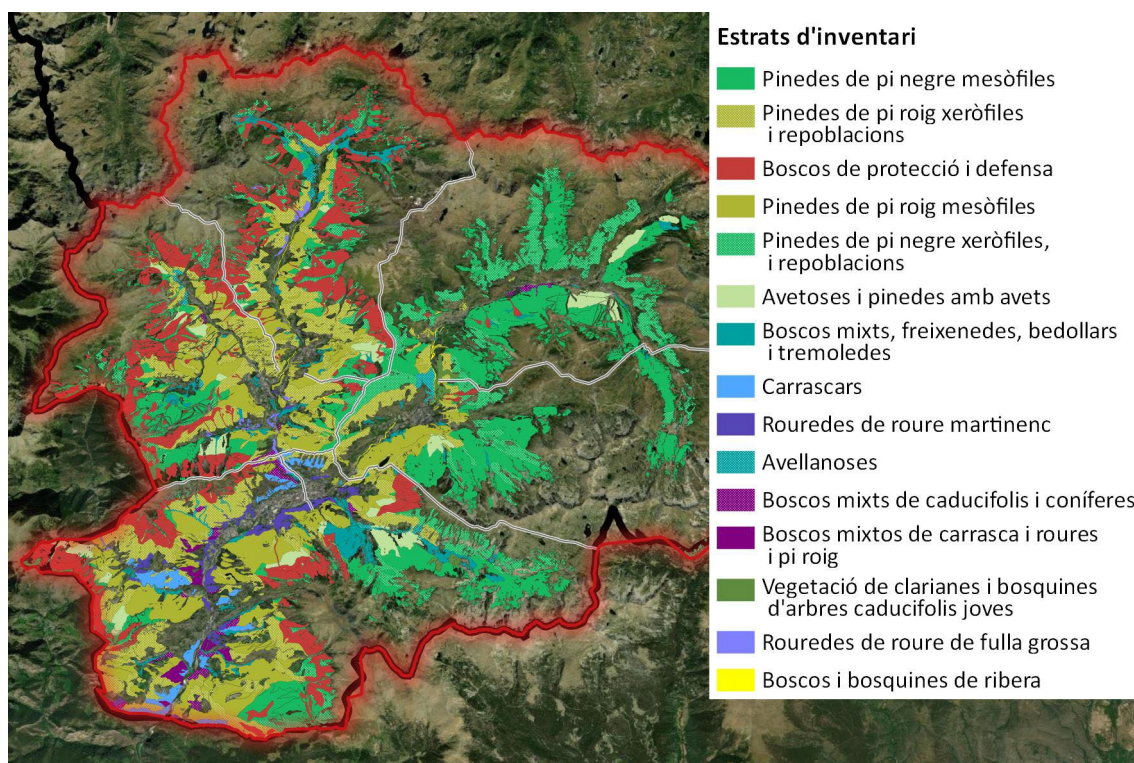


Figura 3. Estrats de la superfície forestal arbrada d'Andorra emprats per a la distribució de les parcel·les permanents de l'Inventari Nacional Forestal. Elaboració pròpia.

Per a la definició de la ubicació de les parcel·les s'incorporen dos condicionants transversals. Primer, totes les parcel·les han de situar-se en boscos públics (segons la informació cartogràfica de que disposa Andorra Recerca + Innovació). A Andorra, els boscos públics ocupen més de 90% del total de boscos. Segon, les parcel·les de l'inventari ICP Forests (International Co-operative

³ Mapa digital dels Hàbitats d'Andorra: <https://www.iea.ad/mapa-digital-dels-habitats-d-andorra-2012>

⁴ Mapa de Cobertes del Sòl d'Andorra: <https://www.iea.ad/mapa-de-cobertes-del-sol-d-andorra-2012>

Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests) s'incorporen com a punts de mostreig de l'INF, tot reemplaçant el punt més proper de la malla teòrica d'1 x 1 km. El fet d'incorporar les parcel·les ICP com a punt de mostreig de l'INF facilita l'ús de les dades de cada programa de seguiment de manera combinada.

Com a resultat de la superposició de la malla d'1 x 1 km sobre els estrats de la superfície forestal arbrada identificats, i tenint en compte els condicionants comentats, s'obté una primera distribució de 193 punts d'inventari (94,44 ha arbrades per parcel·la). Posteriorment es van afegir o eliminar manualment punts d'inventari per equilibrar la mostra entre estrats (amb la referència d'1 punt per cada 100 ha), en la mesura del possible segons els condicionats d'ubicació de les parcel·les. Per últim, es van revisar les ubicacions teòriques d'aquests punts de mostreig sobre ortofoto per fer petits ajustos, per evitar ubicacions sobre carreteres, pistes, tarteres o altres alteracions de la coberta i facilitar la feina de replanteig a camp.

La Taula 1 mostra la representativitat de cada estrat i el nombre de parcel·les d'inventari que li corresponen segons la distribució teòrica dels punts d'inventari resultant (Figura 4).

Taula 1. Representativitat dels diferents estrats forestals arbrats i les parcel·les d'inventari teòriques corresponents.

Estrat d'inventari	Superfície		Parcel·les INF	
	ha	%	n	%
Pinedes de pi negre mesòfiles	4.212,54	23,1%	45	23,3%
Pinedes de pi roig xeròfiles, i repoblacions	3.302,33	18,1%	34	17,6%
Bosc de protecció i defensa	3.266,10	17,9%	33	17,1%
Pinedes de pi roig mesòfiles	2.663,02	14,6%	28	14,5%
Pinedes de pi negre xeròfiles i repoblacions	2.328,89	12,8%	27	14,0%
Avetoses i pinedes amb avets	641,91	3,5%	7	3,6%
Bosc mixts, freixenedes, bedollars i tremoledes	614,43	3,4%	6	3,1%
Carrascars	324,47	1,8%	3	1,6%
Rouredes de roure martinenc	249,60	1,4%	3	1,6%
Avellanoses	160,67	0,9%	2	1,0%
Bosc mixts de caducifolis i coníferes	153,10	0,8%	2	1,0%
Bosc mixtos de carrasca i roures i pi roig	124,59	0,7%	1	0,5%
Vegetació de clarianes i bosquines	85,51	0,5%	1	0,5%
Rouredes de roure de fulla grossa	71,85	0,4%	1	0,5%
Bosc i bosquines de ribera	27,97	0,2%	0	0,0%
	18.226,97		193	

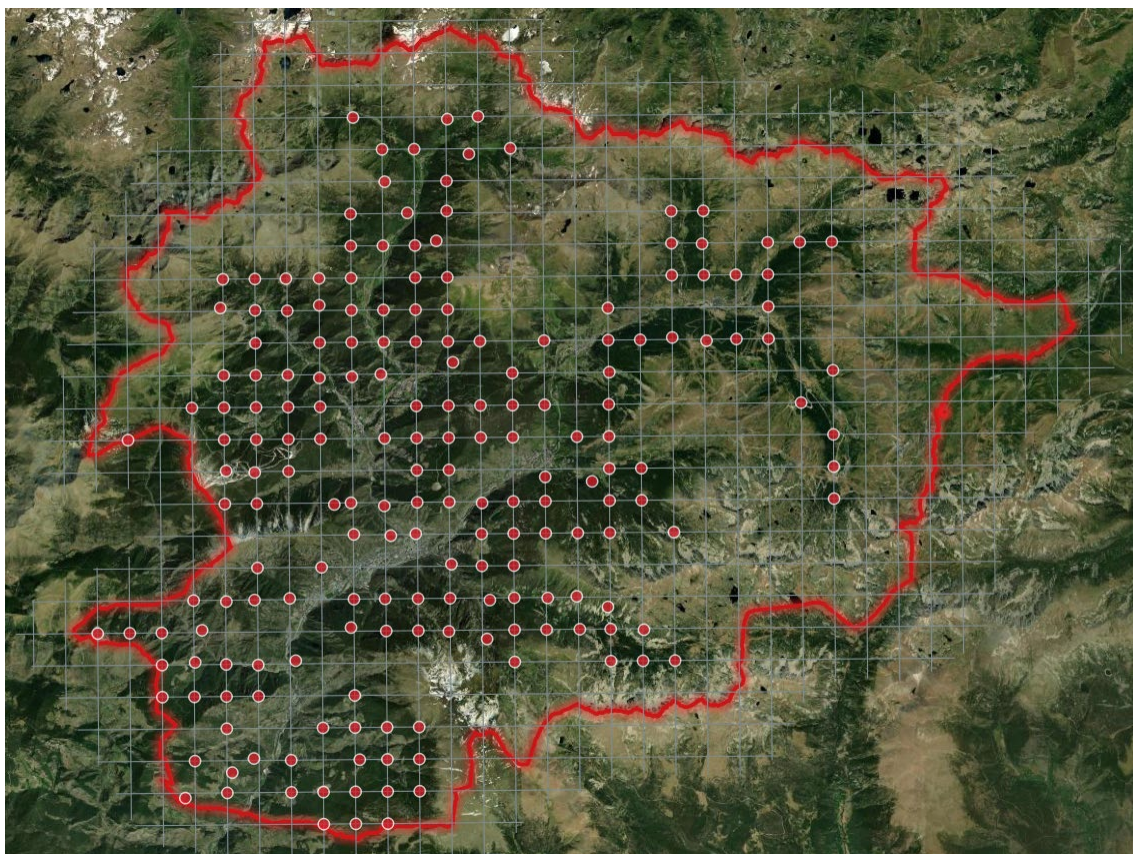


Figura 4. Distribució preliminar de la xarxa de parcel·les permanents per a l'INF Andorra. Elaboració pròpia.

La ubicació final de les parcel·les es decideix sobre el terreny, tot mantenint la distribució preliminar com a referència. Respecte a la ubicació teòrica, el replanteig a camp ha de mantenir l'estrat d'inventari corresponent, la propietat del terreny (bosc públic) i altres característiques observables sobre ortofoto (orientació general, densitat d'arbrat orientativa). Es considera un marge de 100 m de radi respecte el punt teòric com a distància màxima a mantenir (10% de l'espaiament teòric). A més a més, cal tenir present que l'orografia de determinades zones pot dificultar i fins i tot impedir l'accés i la realització de l'inventari amb condicions de seguretat adequades, de tal manera que algunes parcel·les poden no ser replantejades sobre el terreny. A priori es va considerar un nombre equivalent al 5% (10 parcel·les) els punts d'inventari que podien quedar-se sense inventariar, tot i que va caldre valorar l'afectació a la representativitat dels estrats, i valorar si caldria alguna reubicació de parcel·la.

3. Replanteig de les parcel·les permanents INF1 Andorra

3.1. Ubicació final sobre el terreny

Amb la xarxa de punts teòrics de referència i tenint en compte el marge de distància màxima, la ubicació final de les parcel·les d'inventari es decideix sobre el terreny amb els següents passos:

1. Cal planificar, prèviament a la sortida, els desplaçaments i accessos fins a la zona i els trànsits entre punts de la mateixa zona, tot mirant d'optimitzar els moviments.
2. Una vegada determinat el punt teòric a replantejar, cal analitzar la zona circumdant. Com que l'arribada a les parcel·les implicarà una aproximació a peu i els equips tindran també disponible la cartografia dels estrats i l'ortofoto hauran pogut fer-se una idea de l'estructura de l'estrat. Si la parcel·la teòrica cau al límit de l'estrat o pròxima a ell i l'equip considera que no s'ha pogut fer una idea del que seria representatiu és recomanable que investiguin els voltants de la parcel·la.
3. L'equip s'aproximarà al punt teòric tant com sigui raonable tenint en compte la dificultat d'accés, la transitabilitat pel bosc i les característiques generals del punt que ha de representar. Llavors es decidirà la ubicació final on fer l'inventari tot considerant el marge respecte el punt teòric i la representativitat necessària. S'ha de procurar evitar desplaçar-se freqüentment a zones de major densitat arbòria o evitant petites clarianes naturals respecte el punt teòric, pensant que això és més representatiu, ja que es pot distorsionar la sistematització global de l'inventari.
4. El punt final d'inventari s'ha de replantejar a una distància equivalent al doble de l'alçada de l'arbrat (aproximadament) respecte d'obertures grans de la coberta: carreteres, pistes forestals, pistes d'esquí, línies elèctriques, camps de cultiu, pastures o matollars, etc. L'objectiu és evitar que la superfície de la parcel·la pugui veure's sotmesa a l'efecte vora. També cal allunyar-se de corriols transitats i de zones d'influència dels treballs de manteniment de franges de protecció i de baixa càrrega per a la prevenció d'incendis.

Un cop decidit el centre definitiu, cada parcel·la s'identifica amb un codi únic (el corresponent al punt teòric que s'està replantejant), es guarden les coordenades del centre amb precisió submètrica (idealment inferior a 15 cm), es clava al terra un tub de PVC de 15 cm de llarg (verticalment i fins enfonsar-lo completament deixant l'extrem superior enrassat al terra) i es marca l'arbre de referència amb una T invertida amb pintura forestal de color verd (arbre T, Figura 5). L'arbre T ha de ser un arbre dominant, de capçada equilibrada, que gaudeixi de bona vitalitat i que sigui proper al centre de la parcel·la (màxim 5 m). La ratlla horitzontal marca l'alçada del diàmetre normal (D_n , 1,3 m) i la vertical mira cap al centre de la parcel·la (tub de pvc). Es mesura i anota la distància i el rumb des de l'arbre T fins al centre de la parcel·la per facilitar la seva localització en les futures remesures.





Figura 5. Marca de T invertida a l'arbre de referència respecte el centre de parcel·la. Elaboració pròpia.

3.2. Superfície de les parcel·les d'inventari

Les parcel·les seran circulars de 12 m de radi ($\sim 452 \text{ m}^2$) en plànol horitzontal, per defecte. El perímetre de la parcel·la es determina per distància reduïda al centre, i un arbre es considera dins de la parcel·la si la distància en projecció horitzontal des del centre de la parcel·la al centre del tronc a la base és igual o menor de 12 m. L'únic arbre que es marcarà amb esprai serà l'arbre T. La magnitud del nombre d'arbres a inventariar orientativa és de més de 30 i de menys de 100 peus de $D_n > 7,5 \text{ cm}$, de manera que es podrà variar el radi de la parcel·la per a ajustar-se a la densitat arbrada, sempre fixant un radi màxim de 20 m. El radi final a emprar a cada parcel·la es calcula en funció de la densitat arbrada estimada amb el mètode de la distància al 6è arbre més pròxim al centre (aquest còmput està automatitzat a la fitxa de camp). Si amb 12 m de radi s'estimen menys de 30 peus a l'interior, el radi augmenta de metre en metre fins a arribar a la superfície equivalent que inclogui aquests 30 peus i sempre amb un màxim de 20 m. Al contrari, si amb 12 m es considera que hi ha més de 100 peus, el radi disminueix de metre en metre fins al llinar necessari i sempre amb un mínim de 8 m.

3.3. Xarxa de parcel·les permanents resultant per a l'INF1 Andorra

Després del replanteig de totes les parcel·les d'inventari per a la primera mesura de l'INF d'Andorra es disposa d'una xarxa de 194 parcel·les (93,95 ha per parcel·la) distribuïdes pels diferents estrats d'inventari segons es detalla a la Taula 2. La Figura 6 mostra la distribució geogràfica de la xarxa replantejada.

Taula 2. Representativitat dels diferents estrats forestals arbrats i les parcel·les d'inventari corresponents finalment replantejades al primer INF AND.

Estrat d'inventari	Superfície		Parcel·les INF1	
	ha	%	n	%
Pinedes de pi negre mesòfiles	4.212,54	23,1%	43	22,2%
Pinedes de pi roig xeròfiles, i repoblacions	3.302,33	18,1%	34	17,5%
Bosc de protecció i defensa	3.266,10	17,9%	35	18,0%
Pinedes de pi roig mesòfiles	2.663,02	14,6%	30	15,5%
Pinedes de pi negre xeròfiles i repoblacions	2.328,89	12,8%	30	13,9%
Avetoses i pinedes amb avets	641,91	3,5%	6	3,1%
Bosc mixts, freixenedes, bedollars i tremoledes	614,43	3,4%	6	3,1%
Carrascars	324,47	1,8%	3	1,5%
Rouredes de roure martinenc	249,60	1,4%	3	1,5%
Avellanoses	160,67	0,9%	2	1,0%
Bosc mixts de caducifolis i coníferes	153,10	0,8%	1	0,5%
Bosc mixtos de carrasca i roures i pi roig	124,59	0,7%	2	1,0%
Vegetació de clarianes i bosquines	85,51	0,5%	1	0,5%
Rouredes de roure de fulla grossa	71,85	0,4%	1	0,5%
Bosc i bosquines de ribera	27,97	0,2%	0	0,0%
	18.226,97		194	

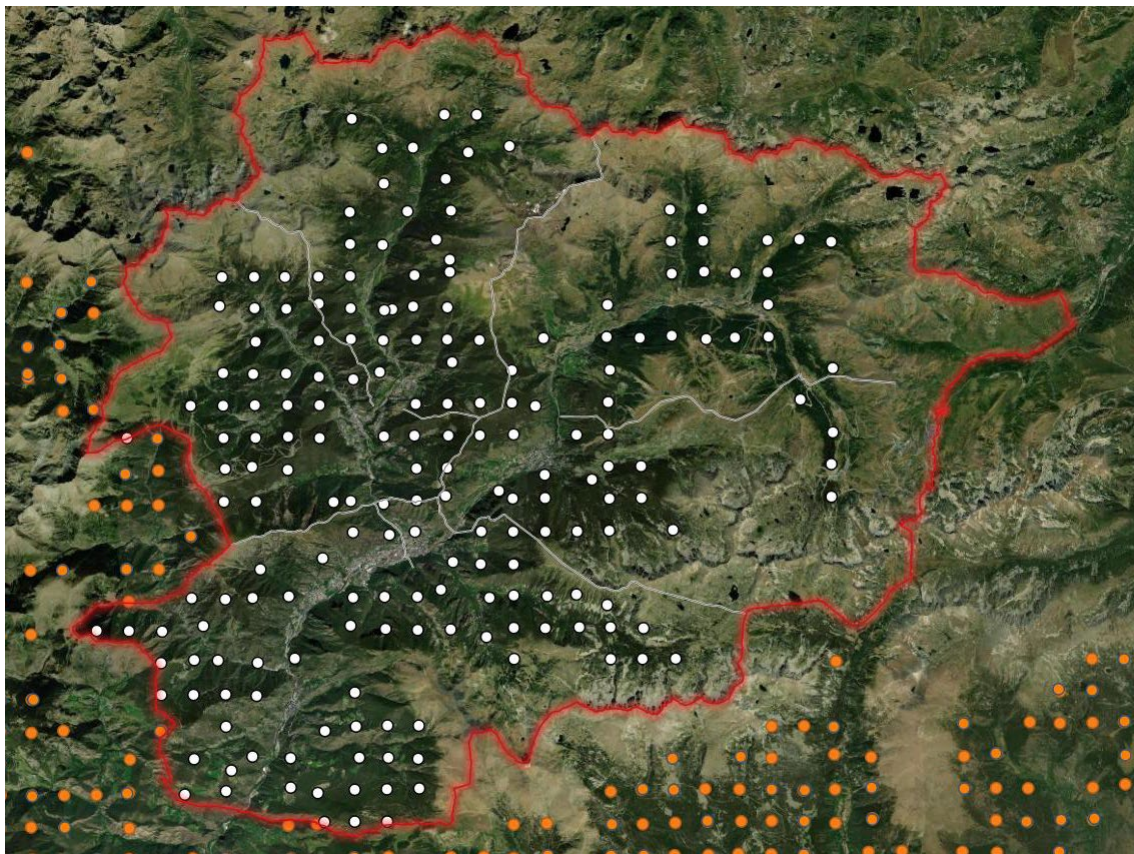


Figura 6. Distribució final de la xarxa de parcel·les permanents replantejada per a l'INF Andorra (punts blancs), amb identificació de les parcel·les de l'INF 3 i 4 d'Espanya (punts taronges; DGDRPF, 2016). Elaboració pròpia.

Els resultats de les mesures dasomètriques de cadascuna de les 194 parcel·les inventariades s'han recopilat en una base de dades d'accés lliure ([BD-INF1-AND](https://ari.ad/bd-inf1-and)⁵).

⁵ Accés a la base de dades: <https://ari.ad/bd-inf1-and>

4. Paràmetres a inventariar a les parcel·les permanents

A l'annex 1 es presenta la fitxa d'inventari per portar a camp.

4.1. Identificació de la parcel·la

Aquests paràmetres permeten la identificació de cada parcel·la de manera unívoca i faciliten la futura remesura en el mateix punt. Són:

- **Codi únic de la parcel·la.** S'identificarà la parcel·la amb un codi únic i el format haurà de ser el mateix per totes les parcel·les (AD Y XXX, exemple: AD6025). El codi depèn de tres factors:
 - **AD.** Prefix no variable indicador del INF d'Andorra. Totes les parcel·les compartiran aquest prefix.
 - **Y.** Codi de la parròquia on es troba la parcel·la.
 - **1:** Canillo
 - **2:** Encamp
 - **3:** Ordino
 - **4:** La Massana
 - **5:** Andorra la Vella
 - **6:** Sant Julià de Lòria
 - **7:** Escaldes-Engordany
 - **XXX.** número de la parcel·la amb tres xifres, correlatiu des de l'1 i en global per a tot l'INF. Està assignat a gabinet.
- **Radi.** S'apuntarà el radi en metres emprat a la parcel·la. Per defecte és 12 m i cal fer els ajustos necessaris segons densitat de l'arbrat.
- **Equip.** S'identificaran les persones que facin l'inventari, per mantenir la traçabilitat de la feina i la integritat de les dades.
- **Data i hora.** S'apuntarà la data en format dd/mm/aaaa i l'hora hh:mm (24) de quan s'inicia l'inventari, per traçabilitat i integritat de la informació.
- **Coordenades del centre de parcel·la.** S'apuntarà la precisió en centímetres que marqui el GPS submètric en el moment d'agafar el punt del centre de parcel·la. Idealment ha de ser inferior a 15 cm.
- **Arbre de referència.** S'apuntarà la distància horitzontal i el rumb des de l'arbre de referència (marcat amb la T invertida) fins al centre de la parcel·la. La ratlla horitzontal marca el diàmetre normal (Dn) a 1,30 m i la vertical mira cap al centre de la parcel·la.
- **Fotografies.** Es faran un total de 5 fotografies, des del centre als 4 punts cardinals (N-S-E-O) i des del límit Sud de la parcel·la mirant al centre, per traçabilitat de la feina, integritat de les dades i possible complement a la informació recollida amb la fitxa de camp.

El centre de la parcel·la queda determinat per la ubicació del tub de pvc clavat al terra, i l'arbre T i el rumb i distància s'empren per a la seva localització (Figura 7).

Els materials que es necessiten per avaluar aquests paràmetres són:

- Distanciòmetre/hipsòmetre (Vèrtex Laser Geo). A l'annex 2 es presenten unes instruccions d'ús.



- GPS submètric.
- 1 Tub de PVC 15 cm de llargada i 2 cm de gruix amb una punta tallada en bisel.
- Martell (idealment amb capçal de goma).
- Brúixola (opcionalment pot ser una app).
- Esprai forestal verd.
- Mòbil/Tablet amb fitxa de camp, protocol i cartografia de base (malla de punts teòrics, capa d'estrats i propietat del bosc).
- Fitxes de camp i protocol impreses en paper i alguns bolígrafs.

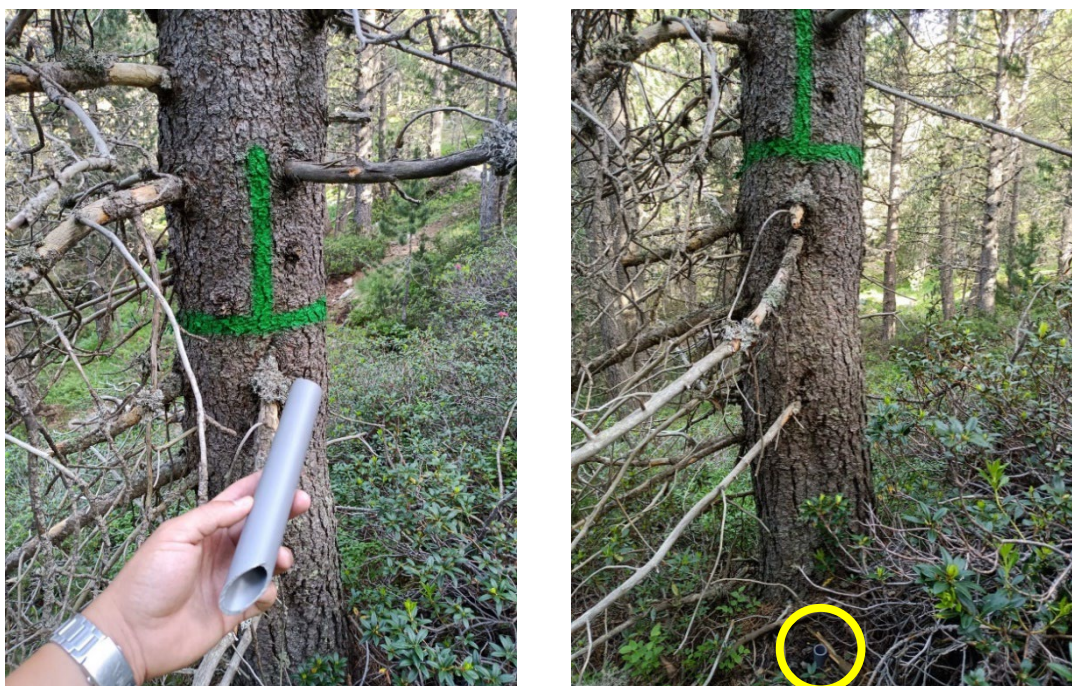


Figura 7. Detall del Tub de PVC i aspecte del centre de la parcel·la fixada. Elaboració pròpia.

4.2. Paràmetres dasomètrics i dels arbres inventariables

Una vegada replantejada la parcel·la i identificat el centre, s'inicien les mesures dels arbres inventariables ($D_n > 7,5$ cm) inclosos en el radi establert. Per comprovar la distància horitzontal al centre s'utilitza la funció de distanciómetre del Vertex amb suport del mirall del transpondedor col·locat en el bastó, el qual es col·loca amb la punta inserida en l'interior del tub de pvc que marca el centre de parcel·la.

Per facilitar les tasques de mesura i futures remesures s'estableix un ordre d'inventari. El primer arbre a inventariar sempre serà l'arbre T. Després, en la mateixa direcció des del centre de la parcel·la a l'arbre T, es van inventariant tots els arbres (vius i morts) que tinguin diàmetre normal més gran de 7,5 cm seguint una forma d'estrella en sentit horari (Figura 8). Aquest ordre consisteix en anar mesurant tots els arbres inventariables que s'intercepten en la direcció fixada allunyant-se del centre de la parcel·la. Quan s'arriba al límit de la parcel·la es canvia de direcció, en sentit horari, apropant-se cap al centre de la parcel·la i inventariant els arbres que s'interceptin de tornada. I així anant fent fins arribar a inventariar tots els arbres inclosos a la parcel·la.

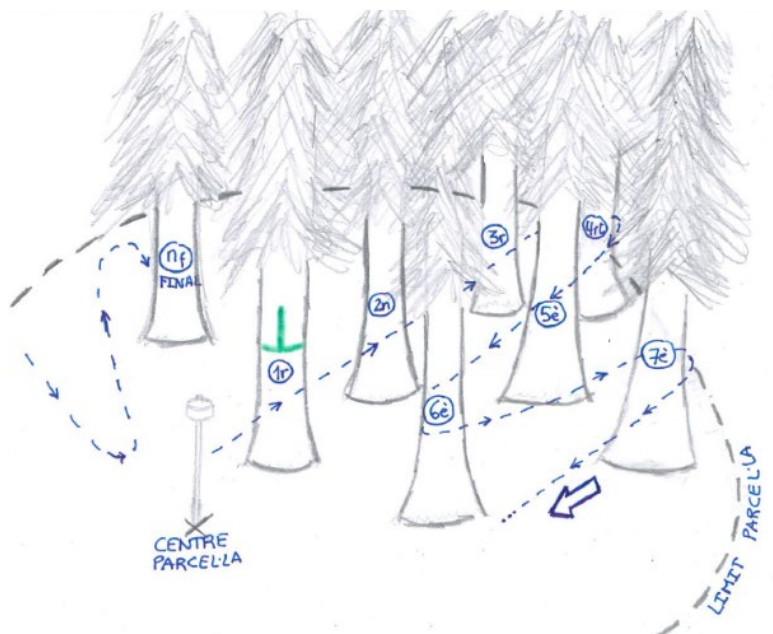


Figura 8. Esquema d'estrella en sentit horari per mesurar els arbres inventariables de la parcel·la. Elaboració pròpia.

Es recomana que qui apunti les dades es quedi al centre, que tindrà una visió més panoràmica de la parcel·la, i així podrà estar atent que el que va inventariant no torni a mesurar un peu per equivocació. Et tot cas, es recomana que qui pren les mesures porti un guix i vagi marcant els arbres inventariats en direcció al centre de la parcel·la. La marca de guix, en qüestió de setmanes/mesos, acaba desapareixent. Com que a alguns arbres cal mesurar-li l'alçada, se suggereix que es marquin amb el guix amb una línia vertical i la resta amb una línia horitzontal. Els arbres a mesurar l'alçada s'identifiquen per la persona que apunta les dades en el moment que la persona que mesura diàmetres s'apropa als arbres corresponents.

Els paràmetres a mesurar dels arbres inventariables són:

- **Espècie (Sp).** Identificació de l'espècie per codi (llista adjunta a la fitxa d'inventari).
- **Aspecte (A).** Classificació de l'aspecte visual de l'arbre i anotació del codi (de l'1 al 5) de la Figura 9. Les 5 classes considerades són:
 1. **Viu.** Conserva totes les fulles (excepte en caducifolis a l'hivern), branquillons i branques presents.
 2. **Viu, però amb decaïment i deformacions internes.** Part o totes les fulles perdudes, possiblement part dels branquillons caiguts, normalment totes les branques encara presents i és possible que l'extrem superior estigui trencat o sec.
 3. **Mort.** Generalment sense fulles, més del 50% dels branquillons caiguts i la majoria de les branques presents.
 4. **Mort, sense fulles ni branquillons.** Amb més del 50% de les branques perdudes.
 5. **Estaca.** Mort, sense branques, algunes de la base del tronc estan presents, però podrides. El tronc està partit a una alçada superior a 1,30 m.

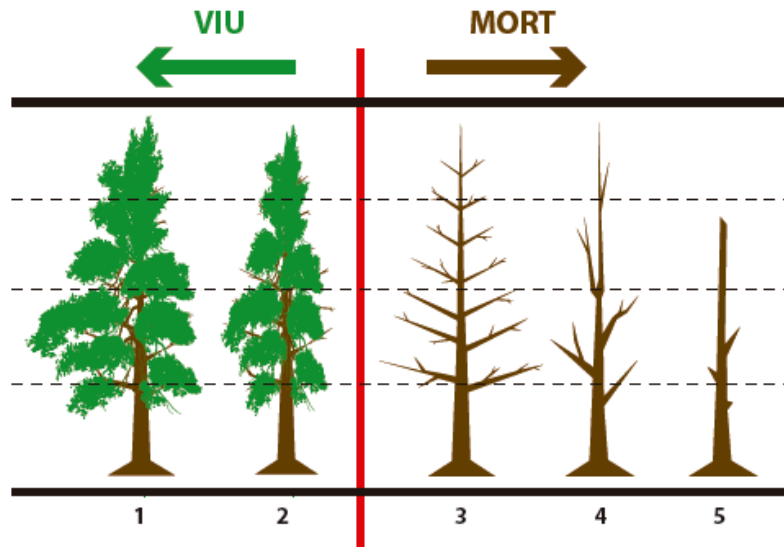


Figura 9. Codis de l'aspecte visual dels arbres inventariables vius i morts. Elaboració pròpia.

En el cas que l'arbre a inventariar es trobi penjat amb un altre de la parcel·la, per exemple per a causa d'una ventada, pot ser que aquest estigui viu o mort. Si està viu es considerarà com aspecte 2 i si està mort es dictaminarà l'aspecte final segons el que s'ha descrit prèviament. Si l'arbre no es troba totalment en contacte amb el terra o paral·lel al terra sobre una pila d'arbres caiguts aquest s'haurà d'inventariar. En el cas contrari, es comptabilitzarà com a fusta morta al terra.

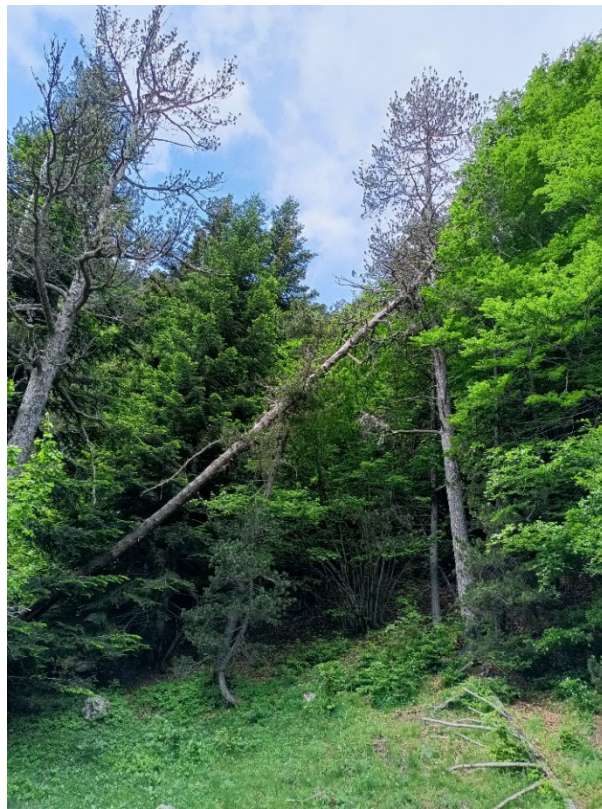


Figura 10. Arbre d'aspecte 3 penjat d'un altre arbre mort, també d'aspecte 3. Elaboració pròpia.

- **Diàmetre normal (Dn).** Es mesura el diàmetre amb cinta diamètrica, a 1,3 metres d'alçada normal, per la part del tronc més propera al terra. La cinta diamètrica sempre s'haurà de col·locar perpendicular a l'eix vertical de l'arbre. Se suggereix portar una vara d'1,3 metres per mantenir sempre la mateixa referència de l'alçada normal.

L'alçada de mesura del Dn es determinarà mesurant en línia recta des del terra. Si els peus estan inclinats menys de 10° la línia de 1,30 m serà vertical, però si la inclinació del peu és més gran, l'alçada es mesura inclinada en la longitud del tronc començant pel lateral on s'escora l'arbre (Figura 11). És a dir, es busca el punt a 1,3 m des de la base de l'arbre que es troba a menys distància del terra.

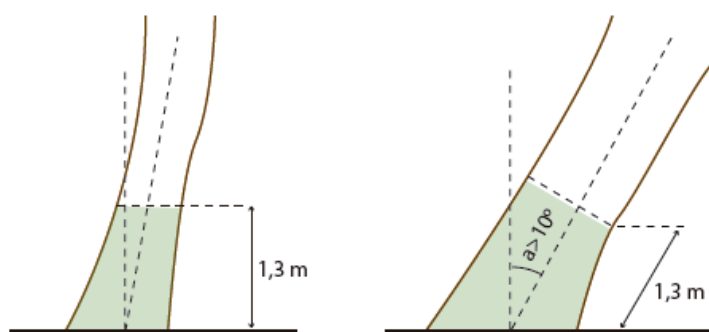


Figura 11. Mesura del Dn en peus inclinats més o menys de 10° . Elaboració pròpia.

Sempre que un peu presenti una curvatura de forma notable l'altura normal es mesurarà des del terra seguint una recta suavitzadora de les corbes i mai en vertical (Figura 12).

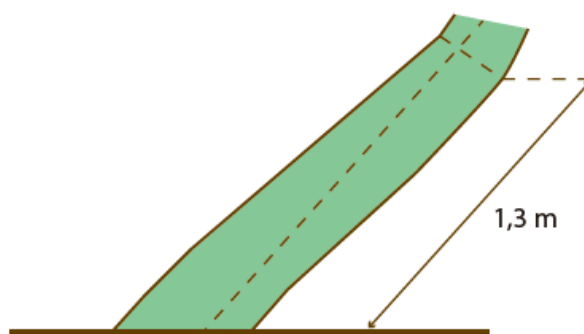


Figura 12. Mesura del Dn d'un peu corbat a la base. Elaboració pròpia.

Sempre que a la base de l'arbre hi hagi enganxada una roca o qualsevol altre objecte sobre el qual l'arbre hagi desenvolupat creixement secundari que provoqui una deformitat observable, l'alçada normal es mesurarà des d'on la roca se separa del tronc i no des del terra. Si l'anomalia no està a la base s'aplicarà la norma general de mesura. Si un mur artificial de roques o quelcom similar toca la part baixa d'un arbre a l'hora de determinar l'alçada normal s'actuarà com s'ha descrit per roques enganxades (Figura 13).

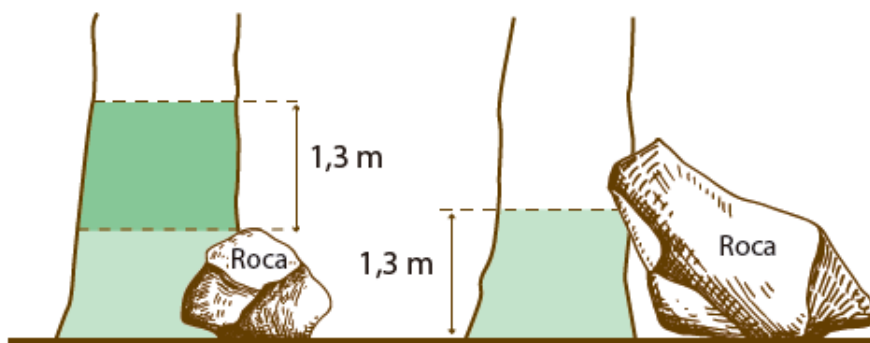


Figura 13. Mesura del Dn quan el peu té una roca enganxada i li provoca una deformitat observable a la base (esquerra) o per sobre d'1,3 m (dreta). Elaboració pròpia.

En el cas d'espècies rebrotadores quan un arbre presenti molts tanyes que brotin des de soca, l'alçada normal es mesurarà des del tall pla de la soca i no des del terra (Figura 14).

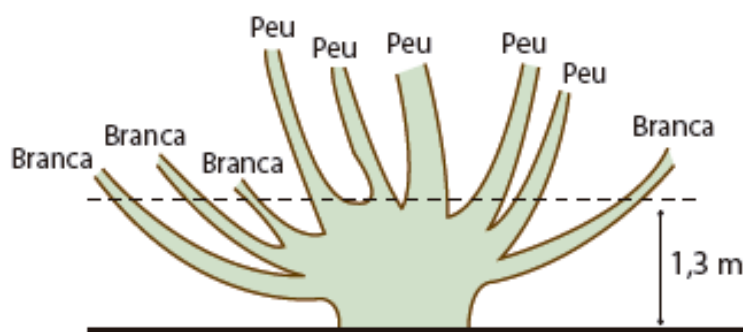


Figura 14. Mesura del Dn en cas d'arbres amb tanyes brotant des de la soca. Elaboració pròpia.

Quan l'arbre és bifurcat per sota de l'alçada normal, és a dir, presenta més d'un tronc amb direcció vertical o pròxima a ser-ho, es considerarà a cada tronc com un peu independent. Quan la bifurcació es trobi per sobre es considerarà un sol peu, i si és dubtós en les proximitats de l'alçada a 1,30 m, la persona que mesura decidirà segons la facilitat de col·locar la cinta diamètrica a cada peu, però amb el suggeriment de que si l'aspecte general és de dos troncs de dimensions similars s'ha d'inclinar per considerar-ho com a dos peus (Figura 15).

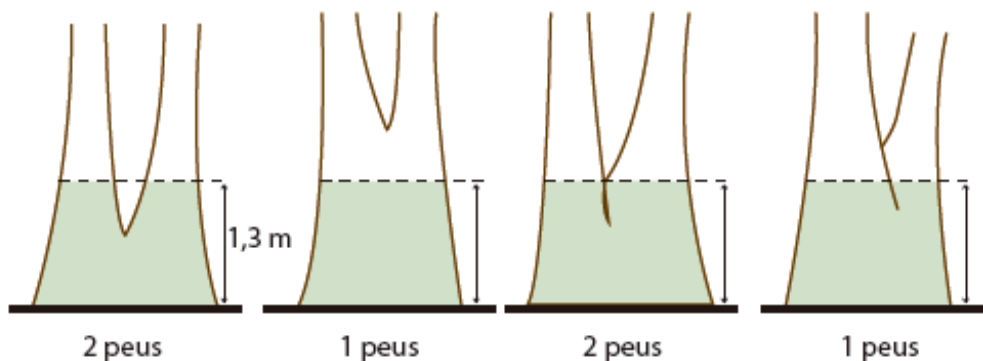


Figura 15. Mesura de Dn en peus bifurcats segons alçada de la divisió. Elaboració pròpia.

Si el tronc presenta deformitats en el punt de l'alçada normal es mesurarà el diàmetre en el punt que estigui més proper del 1,30 m i no tingui aquestes deformitats, segons facilitat de mesura i representativitat. En cas de dubte és millor mesurar per sobre que per sota. En cas que l'arbre tingui a la seva base costelles o bé arrels aèries d'alçada superior a 1 m, el diàmetre normal es mesurarà 30 cm per sobre d'on acaben aquests fenòmens (Figura 16).

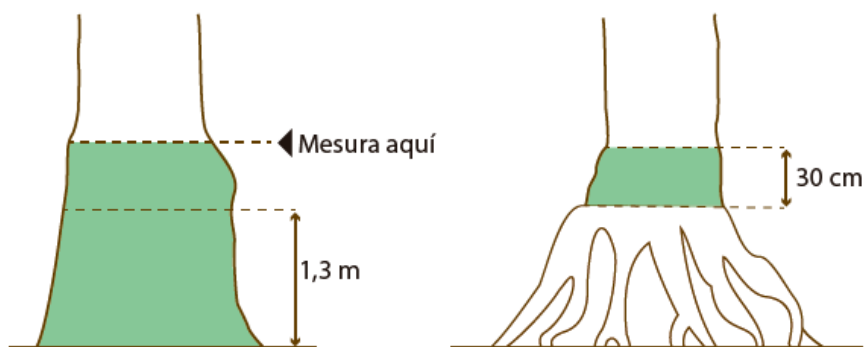


Figura 16. Mesura del Dn en peus amb deformitats a l'alçada d'1,3 m (esquerra) i costelles o arrels superiors a 1 m (dreta). Elaboració pròpia.

Quan el contorn de l'alçada normal sigui inaccessible amb la cinta diamètrica s'estimarà el diàmetre amb ajuda de la cara centimètrica de la cinta, col·locada per sobre a mode de forcípula, o bé per comparació amb altres peus mesurats al voltant. Si el contorn està ocupat per plantes epífites es procurarà aixecar-les del tronc per passar la cinta sense trencar-les.

Si algun fragment de l'escorça està mig després de tal forma que segurament es caurà aviat, el diàmetre es mesura després de treure-ho.

- **Alçada total (Hm).** Es mesura l'alçada dels 5 arbres més propers al centre de la parcel·la, excloent els arbres suprimits i morts. També es mesurarà l'alçada de totes les estaques (arbre mort d'aspecte 5) d'alçada superior a 1,30 m. Cal mesurar les alçades de les estaques per poder fer una correcta estimació del volum de fusta morta en peu, ja que no es pot predir l'alçada actual de l'arbre a partir del diàmetre si la capçada s'ha trencat.

Es considera com alçada total la distància entre el pla horitzontal del terra i el paral·lel que passa pel punt més alt de l'arbre (Figura 17). Únicament es calcularà la longitud al llarg de tronc quan els peus estiguin notablement corbats o inclinats més de 50°. L'alçada es mesura amb la funció d'hypsòmetre del Vertex i la persona que mesura sempre se situarà en un pla superior o a la mateixa corba de nivell que la base de l'arbre, però mai per sota.

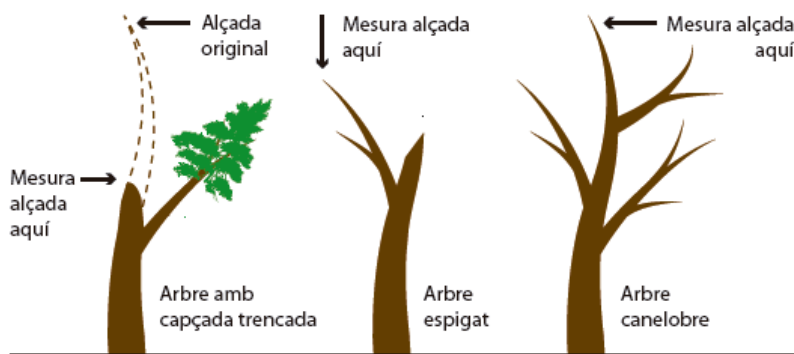


Figura 17. Mesura de l'alçada en arbres de formes irregulars. Elaboració pròpia.

És un error, que sol ser freqüent i que s'ha d'evitar, tirar la visual superior a una cúspide aparent en comptes de a la real de la capçada. Això passa, sobretot, en arbres de port de paraigua en els quals, per operar bé, s'ha de dirigir la visual travessant part de la capçada (Figura 18).

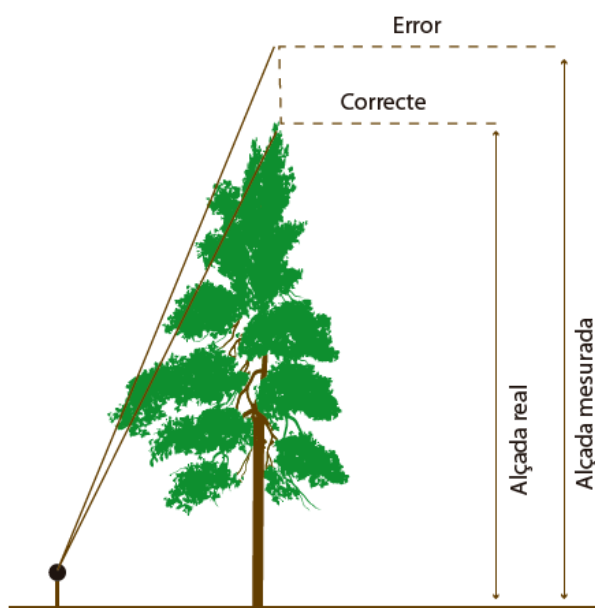


Figura 18. Mesura correcta de l'alçada a la cúspide de l'arbre. Elaboració pròpia.

Si els peus estan inclinats, la persona que mesura s'ha de posar en la perpendicular al pla format pel tronc inclinat i la recta de projecció d'aquest sobre el terra (Figura 19). Els arbres que estiguin inclinats més de 50° se'ls calcularà la longitud real i no la distància entre plans. Si amb les eines presents no és possible mesurar la longitud s'estimarà a ull (deixant constància del fet) o es mesurarà el següent arbre més pròxim al centre de la parcel·la.

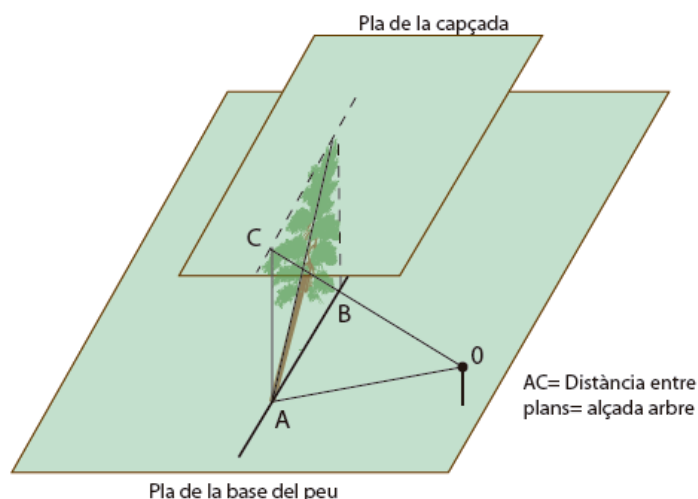


Figura 19. Càlcul de l'alçada en arbres inclinats menys de 50° . Elaboració pròpia.

- **Alçada de la base de capçades (CBH).** Es mesura l'alçada a la que comença la capçada (no es refereix a l'alçada de la primera branca viva, sinó a l'alçada de les branques més baixes que constitueixen part de la capçada) (Figura 20), del mateixos 5 arbres anteriors. Una branca

viva aïllada no es considera com l'inici del CBH. Aquesta variable serveix per dimensionar les capçades, ja sigui la quantitat de biomassa o bé el combustible de capçades, per determinar la propagació del foc.

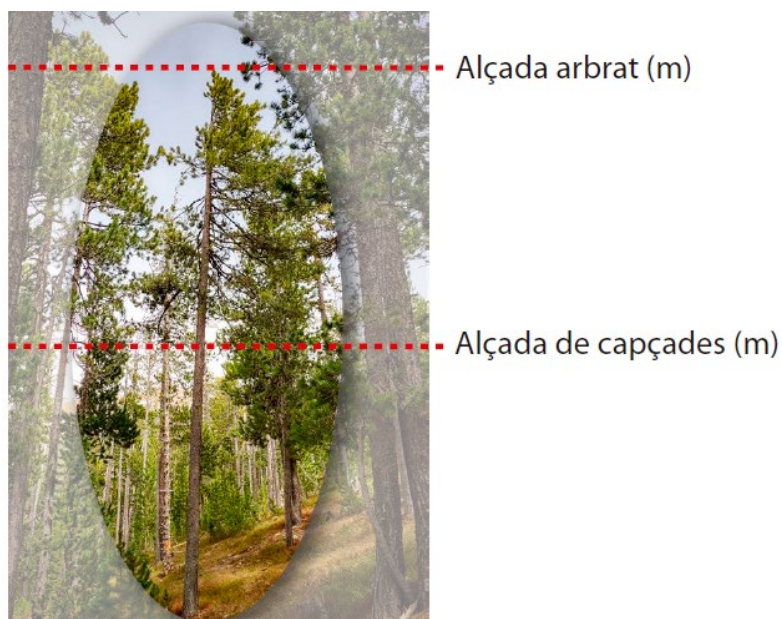


Figura 20. Paràmetres d'avaluació del combustible de capçades que fan de referència per identificar la base de la capçada. Elaboració pròpia.

- **Diàmetre de capçades (Dc1-2).** Es mesura el diàmetre de les capçades, del 5 arbres anteriors, en dues direccions diferents (màxima pendent i corba de nivell). El diàmetre és la distància horitzontal entre els dos punts equivalents a l'amplada de la capçada en el plànol identificat pels eixos de màxima pendent i corba de nivell.

Els materials que es necessiten per fer aquestes mesures són:

- Hipsòmetre-distanciòmetre (Vèrtex).
- Cinta diamètrica-centimètrica.
- Guix
- Mòbil/Tablet amb la fitxa de camp i protocol.
- Fitxes de camp i protocol impreses en paper i alguns bolígrafs.

4.3. Paràmetres de sotabosc

De manera complementària a la mesura dels arbres inventariables (simultàniament o a posteriori), es mesuren o estimen els següents paràmetres del sotabosc:

- **Regeneració d'espècies arbòries.** Es comptabilitzen tots els peus no inventariables ($D_n < 7,5$ cm) d'alçada superior a 1,3 m d'espècies arbòries. Es diferencia per espècie i classe diamètrica (CD0/CD5). La CD0 correspon als peus que tenen un D_n menor a 2,5 cm i els de CD5 els que tenen un D_n entre 2,5 i 7,5 cm. Es recomana fer-ho mentre es volta per la parcel·la mesurant els arbres inventariables, amb un comptador (Figura 21) i apuntar-los al

final o qui mesura diàmetres els vagi dient i l'altra persona que els vagi apuntant a la fitxa d'inventari i els sumi en finalitzar.



Figura 21. Comptador múltiple de pulsador per al compteig del regenerat. Elaboració pròpia.

- **Recobriment del sotabosc**, amb estimació visual. Pel que fa a l'estrat arbustiu i el regenerat < 1,30 m s'identifiquen les 3 espècies principals, la resta d'espècies s'engloba en la categoria altres. S'indica l'alçada mitjana (només en els arbustos) i el seu recobriment en la parcel·la. S'indica també l'alçada i la cobertura total de l'estrat arbustiu. Pel que fa a l'estrat herbaci, les restes, el sòl nu i la rocositat s'indica el percentatge de cobertura total.
- **Fusta morta a terra**. S'inventaria tota la fusta morta amb un diàmetre superior a 17,5 cm que es trobi dins de la parcel·la. De cada secció que es trobi es mesura el diàmetre (cm), la longitud (m) i el seu estat de descomposició (1-3, Figura 22). Les tres classes utilitzades per descriure la descomposició es basen primer en la textura de la fusta i després en altres propietats, com és l'escorça o les arrels invasores (Taula 3). El diàmetre es mesurarà en el punt mig de la secció. Si dos seccions es reconeixen que són del mateix arbre es consideren com una sola. Si una secció té una part fora de la parcel·la, aquesta part no es considerarà i es mesurarà només la part inclosa dins de la parcel·la. Les estagues menors de 1,3 m d'alçada també es considerarà fusta morta a terra. El diàmetre es mesura amb la cinta diamètrica si es pot passar per tot el perímetre del tronc en el punt de mesura o bé amb la cara centimètrica per sobre a mode de forcípula.



Figura 22. Codis de l'aspecte visual de la fusta morta a terra. Elaboració pròpia.

Taula 3. Descripció de les propietats de la fusta morta segons les classes de descomposició.

Propietats	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Textura de la fusta	Intacta, dura	Intacta, de dura a parcialment podrida	Dura, peces grosses, parcialment podrida
Porció en contacte amb el sòl	Elevada sobre els punts de recolzament	Elevada però lleugerament flàccida	Flàccida a prop del terra o trencada
Branquetes < 3cm (si originalment eren presents)	Presència	Absents	Absent
Escorça	Escorça intacta	Intacte o parcialment absent	Traces d'escorça
Arrels invasores	Absents	Absents	A l'abura

Els materials que es necessiten per fer aquestes mesures són:

- Distanciòmetre (Vertex).
- Cinta diamètrica-centimètrica.
- Computador.
- Mòbil/Tablet amb fitxa de camp i protocol.
- Fitxes de camp impreses en paper i alguns bolígrafs.

4.4. Paràmetres de vulnerabilitat estructural al foc de capçades

Una vegada realitzades les mesures dels arbres inventariables i del sotabosc, des del centre de parcel·la s'estimen els paràmetres necessaris per identificar la vulnerabilitat estructural a desenvolupar i mantenir focs de capçades. Es tracta dels paràmetres establerts a les Claus de Vulnerabilitat al Foc de Capçades (CVFoC) que es fan servir per classificar cada parcel·la amb els Tipus d'estructures de vulnerabilitat al Foc de Capçades (TVFoC) definides per Piqué *et al.*

(2011)⁶, segons sigui l'espècie principal (CVFoC 1: *Pinus sylvestris* i *P. uncinata*; CVFoC 3: *Quercus ilex*, *Q. pubescens*). A les avetoses s'aplica la CVFoC 1, mentre que a altres frondoses i boscos mixtos s'aplica la CVFoC 3.

Els paràmetres són (Figura 23):

- **Recobriment del combustible d'escala (RCE).** S'estima la superfície de projecció del combustible d'escala, sense tenir en compte els possibles recobriments múltiples. Aquest valor mai supera el 100%.
- **Distància entre els combustibles d'escala o superfície i aeris (Dse-a).** S'estima la distància des de la part alta del combustible inferior (el d'escala si el RCE és superior al 25% o el de superfície en cas contrari) fins on existeixi prou fullam viu al combustible superior (aeri) perquè el foc propagui verticalment. S'estima la distància mitjana entre aquests combustibles tenint en compte l'àrea de mostreig.
- **Distància entre els combustibles de superfície i d'escala (Ds-e).** S'estima la distància des de la part alta del combustible de superfície fins a la part inferior del combustible d'escala.
- **Fracció cabuda coberta (Fcc).** S'estima la superfície de projecció del combustible aeri, sense tenir en compte els possibles recobriments múltiples. Aquest valor mai supera el 100%.
- **Recobriment del combustible de superfície (RCS).** S'estima la superfície de projecció del combustible de superfície, sense tenir en compte els possibles recobriments múltiples. Aquest valor mai supera el 100%.
- **Alçada del combustible de superfície (HCS).** S'estima l'alçada mitjana del combustible de superfície. Aquest valor mai supera l'alçada de 1,30 m.

⁶ Piqué, M., Castellnou, M., Valor, T., Pagés, J., Larrañaga, A., Miralles, M., & Cervera, T. (2011). Integració del risc de grans incendis forestals (GIF) en la gestió forestal: Incendis tipus i vulnerabilitat de les estructures forestals al foc de capçades. Sèrie: Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST). Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya.





Figura 23. Descripció dels estrats de combustible en què es divideix la vegetació per avaluar les distàncies entre estrats i els recobriments que determinen la vulnerabilitat al foc de capçades. Elaboració pròpia.

4.5. Altres observacions

Els paràmetres avaluats es complementen amb altres observacions que poden ajudar a interpretar les dades i aporten informació de context. Hi ha un total de 7 punts a valorar:

- **Actuacions recents.** S'indica si hi ha indicis de que hagi hagut tractaments silvícoles recents (últims 5 anys). Es poden veure restes d'arbres tallats i les soques en un estat de podriment nul o escàs.
- **Actuacions antigues.** S'indica si hi ha indicis de que hagi hagut tractaments silvícoles antics (més de 5 anys). Encara es poden veure algunes restes però són escasses. Les soques es troben en un estat de podriment mig o avançat.
- **Erosió severa.** S'indica si hi ha senyals de nivells d'erosió severa. Es poden veure xaragalls o moltes arrels a la vista.
- **Influència humana.** S'indica si hi ha senyals de presència/influència humana. Si la parcel·la es troba pròxima d'infraestructures humanes o àrees d'alta confluència.
- **Processionària.** S'indica si hi ha nius de processionària.
- **Cronartium.** S'indica si hi ha presència de peus afectats per Cronartium (Figura 24).
- **Cavitats.** S'indica si hi ha presència de cavitats en els arbres. Les cavitats han de ser d'origen animal i han de tenir un diàmetre mínim de 6 cm.
- **Apte per volar amb UAV.** S'indica si la parcel·la mostra uns condicionants adients per ser volada amb UAV equipat amb LiDAR. Aquests condicionants són: una aproximació a peu de la parcel·la de menys de 20 min i una superfície oberta i plana (pista, sender, prat, etc.) pròxima al centre de la parcel·la que permeti enlairar i aterrar amb seguretat.

- **Altres observacions.** Se cedeix un espai lliure perquè l'equip d'inventari pugui apuntar observacions que considerin importants i que tots els paràmetres anteriors no permetin plasmar en l'inventari.



Figura 24. Aspecte identificatiu de Cronartium sobre pins. Foto de Shutterstock.

5. Bones pràctiques per a la realització de les tasques d'inventari

La feina a desenvolupar a bosc per portar a la pràctica aquest protocol de mesura s'ha de realitzar en condicions adequades de seguretat i salut en el treball i amb el rigor necessari per assegurar una bona qualitat de les dades obtingudes. A continuació es descriu un conjunt de bones pràctiques a aplicar durant la realització de les tasques d'inventari. Interioritzar aquestes pràctiques augmenta la qualitat del resultat, fa la feina més eficient i en millors condicions pel personal operari i ajuda a mantenir un correcte funcionament i cura de l'instrumental emprat. Durant el treball de camp de l'INF es recomana:

1. Fixar una única motxilla de camp per cada equip d'inventari. Cada instrument d'inventari ha de tenir el seu departament i quan no s'utilitza cal guardar-lo al seu lloc. Cal evitar deixar material al terra o per la parcel·la perquè no es faci malbé o es perdi.
2. Informar a la persona coordinadora o algun contacte de referència la ruta prevista de cada jornada i avisar quan s'hagi acabat la jornada.
3. Revisar periòdicament la previsió meteorològica i especialment el dia abans respecte a la zona de treball prevista. Si hi ha previsió (amb alerta o sense) de fortes pluges, forts vents i/o tempesta elèctrica no es faran treballs a bosc. Cal tenir especial cura els dies posteriors a tempestes i ventades per les condicions de les pistes i possibles caigudes de branques o d'arbres.
4. Es recomana portar sempre una serra de mà al cotxe. La serra de mà ens pot permetre tallar arbres que hagin caigut al mig de la pista i que no siguem capaços de moure nosaltres mateixos. En alguns casos fer mitja volta és impossible i/o desfer el camí marxa enrere és molt perillós. Una serra ens pot ajudar sortir d'aquestes situacions.
5. S'ha de portar sempre un farmaciola de primers auxilis al cotxe i que tot el personal estigui degudament format per saber utilitzar-la. Una formació en primers auxilis i en evacuació de víctimes és vital per evitar complicacions o inconscientment males praxis abans de que arribin els serveis d'emergència en cas d'accident.
6. Anar degudament equipats (EPI's) i vestits (botes, roba còmoda, etc.). Portar sempre una capa impermeable i d'abric en cas d'emergència. Se suggereix anar sempre amb un paraigües de pastor pels dies que pugui ploure lleugerament ens permeti seguir apuntant sense perill de mullar el mòbil/tablet.
7. Calibrar el Vèrtex i el GPS submètric cada dia. Es recomana fer-ho abans de començar a endinsar-se a bosc. Qui estigui mesurant alçades i distàncies ha d'evitar tenir el mòbil a prop o posar-lo en mode avió, i en general cal evitar interferències d'ultrasons com les que produeixen els motors de combustió si són molt propers. Quan s'acaba la jornada cal treure sempre les piles del Vèrtex. Cal recalibrar el Vèrtex dins de la mateixa jornada si hi ha hagut un gran canvi en la humitat ambiental.
8. Carregar el mòbil o la tablet la jornada prèvia a camp. Es recomana igualment portar 1 o 2 bateries portàtils.
9. Tenir l'usuari d'office i les dades activades del mòbil o tablet perquè les dades inventariades es vagin penjant al núvol simultàniament. Si no es disposa de dades en el mòbil procurar descarregar les dades cada dia o cada dos dies.
10. Quan es prengui el rumb del centre la parcel·la amb brúixola allunyar qualsevol element que pugui interferir el camp magnètic (ex. mòbils) i que per tant es facin lectures errònies.
11. Portar sempre un parell de còpies en paper de les fitxes d'inventari, bolígraf, llapis i una llibreta en cas que el mòbil o la tablet no funcionessin.



12. En acabar una parcel·la d'inventari s'ha de deixar l'espai el menys alterat possible, per exemple: no moure rocs, aixecar molses, etc. Tampoc s'han de deixar restes al lloc: esprais acabats, residus del dinar, plàstics, tabac, etc.
13. En aparcar el cotxe aquest sempre ha d'estar orientat a la via de sortida més pròxima. També es recomanable pactar entre tothom on es guarden les claus del cotxe.



6. Captació d'imatges LiDAR amb plataforma UAV (unmanned aerial vehicle)

L'ús de sensors actius portats amb UAV permet obtenir informació d'alta resolució dels boscos amb molta eficiència. Un sensor LiDAR amb UAV permet obtenir les característiques silvomasomètriques d'una superfície de bosc considerada, i aquesta informació pot tenir diverses utilitats, principalment per a la descripció i seguiment d'evolució de la coberta de determinats rodals.

Les dades del sensor LiDAR es transformen en informació silvomasomètrica a través de l'ús de models calibrats específicament per a l'equip emprat (característiques tècniques del vol LiDAR) a partir de les dades de l'INF Andorra (dades veritat-terreny). Per tant, cal obtenir imatges LiDAR de les mateixes característiques tècniques que les que tindran els futurs vols respecte de determinades parcel·les de l'INF.

Els requisits per a la captació d'imatges LiDAR amb UAV de parcel·les INF són:

- La mostra de parcel·les ha de ser representativa dels diferents estrats d'inventari, orientativament amb un nombre total de 20 parcel·les (10% de la mostra total de parcel·les de l'INF Andorra). Es farà una preselecció de parcel·les des d'oficina que compleixin els condicionants per ser aptes per volar-les amb UAV a partir d'informació disponible. Dels vols es reservaran un percentatge per fer la validació posterior. Es proposa utilitzar un 70% dels vols per generar els algorismes i un 30% per validar-los o ajustar-los.
- El vol ha d'estar correctament georeferenciat. Ha de contenir la totalitat de la superfície de la parcel·la de l'INF i un buffer d'almenys 50m des del límit d'aquesta.
- En aquesta primera edició de l'INF Andorra, els vols s'han planificat amb l'objectiu d'obtenir una densitat de punts mitjana aproximada de 200 punts/m². Per aconseguir-ho, s'estableix l'altura de vol constant sobre el terreny en 60 m, una velocitat de vol de 6 m/s i una distància entre passades de 15 m amb doble malla. El sensor LiDAR serà el velodyne Puck embarcat en una aeronau DJI Matrice 600.
- Tots els vols s'han de fer en el mateix estat vegetatiu. Es suggereix fer-los a l'estiu i evitar els vols a la tardor o hivern. És important que en el moment dels vols la vegetació tingui tot el seu fullatge. Tenir vols d'estiu i de tardor en estrats amb frondoses generen una gran variabilitat en els estadístics dels núvols de punts que poden complicar o fins i tot fer impossible un bon ajust dels algorismes. Si es preveu que no serà possible fer tots els vols a l'estiu, prioritzar les parcel·les amb presència de frondoses.

Els resultats finals s'elaboren en el format més comú (.LAZ) i el nom de cada arxiu serà el codi únic de la parcel·la. Aquestes dades serviran per a un primer estudi de viabilitat de l'ús d'aquesta tecnologia per a la caracterització de la vegetació arbrada.



Annex 1. Fitxa de camp

 1r Inventari Nacional Forestal del Principat d'Andorra			
Codi parcel·la		Equip	
Data		Hora	
Coordenades centre parcel·la			
Dist.6e peu (m)	8,5	Fotografies (5)	
Dens. (peu/ha)	264	N / S / E / O / S->C	
Radi calculat (m)	20	Radi definitiu (m)	
Precisió GPS (m)		Rumb (º)	

ID arbre	Sp	Asp (1-5)	Dn (cm)	Hm (m)	CBH (m)	Dc1 (m)	Dc2 (m)
1	T						
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
59							
60							
61							
62							
63							
64							
65							

Paràmetres de sotabosc				
Regenerat (Hm > 1,3m)				
CD0 < 2,5 // 2,5 ≤ CD5 > 7,5				
	Sp	nCD0	nCD5	
	Altres			
Regenerat (Hm < 1,3m)		Arbustiu		
Sp	Cob %	Sp	hm cm	Cob %
Altres		Altres		
Total		Total		

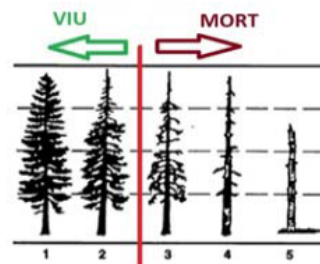
	Herbaci		
	Cob	%	
	Restes		
	Cob	%	
	Sól nu		
	Cob	%	
	Rocositat		
	Cob	%	

[illegible]

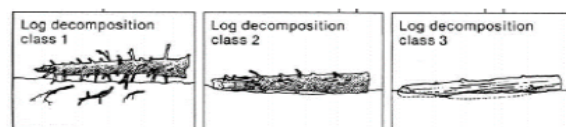
Vulnerabilitat estructural		
RCE	%	
Si RCE ≥ 25		
	De-a	m
Si RCE < 25		
	Ds-a	m
Ds-e	m	
Fcc	%	
RCS	%	
HCS	m	

Observacions (Sí/No)	
Tractaments recents	
Tractaments antics	
Erosió severa	
Influència humana	
Processionaria	
Cronartium	
Cavitats	
Apte per vol DRÖN	
Altres observacions:	

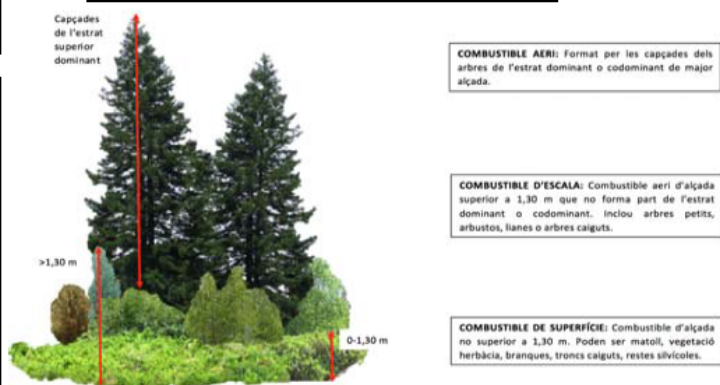
Codis espècies arbòries principals		
Nom comú	Nom llatí	sp
Pi negre	<i>Pinus uncinata</i>	Pu
Pi roig	<i>Pinus sylvestris</i>	Ps
Roure pubescent	<i>Quercus humilis</i>	Qir
Alzina	<i>Quercus ilex ssp rotundifolia</i>	Qir
Avet	<i>Abies alba</i>	Aa
Beç	<i>Betula pendula</i>	Bpe
Beç	<i>Betula pubescens</i>	Bpu
Trèmol	<i>Populus tremula</i>	Ptr
Avellaner	<i>Corylus avellana</i>	Coa
Codis espècies arbustives principals		
Barsets/Neret	<i>Rhododendron ferrugineum</i>	Rhf
Escobes	<i>Genista purgans</i>	Gep
Brugueraola	<i>Calluna vulgaris</i>	Cav
Ginebró	<i>Juniperus communis</i>	Juc
Nabius	<i>Vaccinium myrtillus</i>	Vam
Raïm d'os	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	Aru
Boix	<i>Buxus sempervirens</i>	Bus
Esbarzers	<i>Rubus ulmifolius</i>	Ru
Argelaga	<i>Genista scorpius</i>	Ges

Aspecte [Asp] arbres inventariats

Descomposició (Desc) fusta morta a terra



Vulnerabilitat estructural	
Recobriment combustible escala	RCE
Distància entre combustible escala i aèri	De-a
Distància entre combustible superfície i aèri	Ds-a
Distància entre combustible superfície i escala	Ds-e
Fracció cabuda coberta	Fcc
Recobriment combustible superfície	RCS
Alçada del combustible de superfície	HCS



Annex 2. Instruccions d'ús de l'hipsiòmetre Haglöf Vertex

A continuació s'explica detalladament com calibrar i utilitzar correctament el VERTEX:

- 1) On aparcem el cotxe, posarem les piles al transponder i al VERTEX. Per activar-los s'ha d'encarar els dos instruments i clicar el DME continuadament fins que faci dos "bip". Per assegurar-se es pot obrir el ganxo i al tancar-se ha de fer un "bip".
- 2) Un treballador/a s'allunyarà 10 m amb la cinta mètrica amb un dels dos elements. Qui tingui el vèrtex el calibrarà.

ON > CALIBRATE (DME) > ON > Apuntar amb el VERTEX al transpondedor > ON
continuat fins que faci "bip"

- 3) Sense moure's d'on son es comprovarà que la distància amb el distanciómetre sigui correcte. Prèviament, hauran resetejat el Vertex clicant alhora DME i IR (OFF).

DME > Comprovar que doni 10 m

- 4) El Vertex el portarem sempre penjant del coll o a una butxaca de la capa més externa de la nostra roba.
- 5) Per saber la distància dels arbres al centre de la parcel·la s'utilitzarà el mètode de correcció de pendent. Ens posarem en el centre de l'arbre que vulguem saber la distància i utilitzarem l'aplicació ANGLE. Cada cop que es vulgui comprovar una distància diferent s'haurà de resetejar (OFF) el VERTEX.
 - ON > ANGLE > ON > veurem una creu/punt i apuntarem al transpondedor/centre de la parcel·la > ON continuat fins que faci "bip" i desapareix-hi la creu/punt > sense moure el VERTEX clicarem un cop DME i comprovarem la distància
 - NOTA: és possible que al primer cop de clicar DME no ens doni una distància. A vegades si estem molt lluny del centre o el bosc és molt dens pot costar. Anirem clicant DME fins que ens doni una distància o inclús el podem resetejar i començar de nou. Les lectures no són immediates doneu uns segons perquè "pensi".
- 6) Per saber l'alçada total i de la base de capçades d'un arbre, primer s'ha de clavar el transpondedor a l'alçada normal (1,30 m) de l'arbre. Qui tingui el VERTEX es col·locarà a una distància similar a l'alçada a mesurar i a la mateixa corba de nivell o superior, mai per sota. S'utilitzarà el mètode HEIGHT. Cada cop que es vulgui comprovar una alçada d'un arbre diferent o ens haguem de moure s'haurà de resetejar (OFF) el VERTEX.
 - ON > HEIGHT (DME) > ON > veurem una creu/punt i apuntarem al transpondedor > ON continuat fins que faci "bip" i alhora la creu/punt passi a ser intermitent (sonaran altres "bip" abans) > Sense moure'ns alçarem la vista fins que localitzem el final de capçada > On continuat (la creu/punt deixarà de ser intermitent) fins que torni a sonar el "bip" > anirem baixant la vista fins que trobem l'inici de la capçada > On continuat (la creu/punt deixarà de ser intermitent) fins que torni a sonar el "bip" > el VERTEX ens mostrarà dues alçades (H1 i H2)
- 7) Per saber les amplades de capçada no caldrà fer correccions de pendent sempre i quan posem els dos instruments a la mateixa alçada (utilitzar només DME). Si hi ha molt de pendent sí que s'haurà de fer la correcció i utilitzar el mode ANGLE.
- 8) Quan s'acabi la jornada per apagar-los s'ha d'encarar els dos instruments i clicar el DME continuadament fins que faci sis "bip". Es trauran les piles i es guardaran al maletí.





SCIENCE FOR FOREST MANAGEMENT,
BIODIVERSITY & BIOECONOMY
Change the future, today

Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya

Ctra. de St. Llorenç de Morunys, km 2 (direcció Port del Comte)

E-25280 Solsona / T +34 973 48 17 52 / www.ctfc.cat