

1. INTRODUCCIÓ

La innovació, entesa com a implantació de canvis amb l'objectiu de millorar els resultats, és un requisit indispensable en l'estratègia de les administracions públiques en la millora de l'eficiència i la qualitat dels serveis. Actualment, la innovació va estretament lligada als processos de digitalització que milloren l'eficiència i la productivitat. L'ús de les TIC i la innovació digital és una oportunitat per conèixer i millorar la presa de decisions en el context de la planificació i gestió forestal.

Implementar un sistema capaç d'aportar la informació necessària per descriure les masses forestals a diverses escales, en un entorn digital i interoperable facilitaria la presa de decisions a l'hora d'avaluar, planificar i realitzar el seguiment de les actuacions que s'hi realitzen esdevenint una eina clau per garantir la millora, la sostenibilitat i la multifuncionalitat dels sistemes forestals.

LIDAR, de l'anglès (*Light Detection and Ranging*), és una tecnologia capaç de descriure les característiques de les masses forestals. La seva correcta utilització permet reduir costos i temps en el procés d'obtenció de dades provinents dels inventaris forestals. L'anàlisi dels retorn dels polsos de llum emesos des del sensor combinat a amb les dades de posicionament permet realitzar mesures tridimensionals del terreny. Les superfícies compactes emeten un sol retorn. La vegetació permet el pas del pols de llum a través seu i el sensor és capaç de captar diversos retorns. L'anàlisi estadístic d'aquests retorns permet descriure l'estructura de la vegetació i diferenciar-la del sòl.

L'inventari forestal basat en dades lidar requereix:

- Estratificació de la massa forestal a analitzar. Cal identificar la superfície de característiques semblants per tal de poder-hi aplicar l'anàlisi estadístic generat.
- Definir uns punts d'inventari. Cal obtenir dades de camp per realitzar el tractament les dades lidar analitzades i validar-ne els resultats.
- Generar un model matemàtic que permeti obtenir els paràmetres forestals de la massa forestal que s'està analitzant. L'anàlisi del núvol de punts que coincideix en superfície amb les dades recollides a camp és imprescindible per definir aquest model matemàtic que cal aplicar a la resta de superfície de l'estrat per obtenir-ne els paràmetres forestals. En funció de les característiques de la massa forestal (espècie, qualitat d'estació,...) aquests models estadístics poden ser diferents.

- Aplicar el model obtingut a tota la superfície a analitzar. Els resultats és mostren en forma de quadrícula amb un costat definit, per exemple de 20x20 metres, sobre el mapa.
- Cada geometria conté els resultats d'aplicar el model matemàtic elaborat sobre el seu propi núvol de punts. Les dades permeten tan l'elaboració de mapes com l'anàlisi de resultats

L'ús de dades contínues permet que els resultats obtinguts siguin continus per tot el territori, normalment en forma de base de dades amb component espacial, i permeten un anàlisi complet de les masses forestals.

L'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) ha adquirit un nou sensor lidar amb unes característiques òptimes per realitzar inventaris forestals. Les previsions de vols i generació de dades garanteixen disposar d'informació lidar tant a curt termini com en els propers anys. El primer vol amb el nou sensor ja s'està executant i es preveu posar les dades a disposició dels usuaris durant l'any 2024.

L'any 2004 s'inicien els treballs per a l'elaboració de les orientacions de gestió forestal sostenible de Catalunya (ORGEST), que pretenen establir models de gestió de les masses segons els objectius de gestió. Les orgest es basen en la identificació i la definició de les Tipologies forestals arbrades de Catalunya feta des del punt de vista de la gestió. Primerament, s'estableixen la classificació a partir de les formacions existents, pures i mixtes, i la qualitat d'estació d'on estan ubicades. En una segona fase, i a través del consens d'experts sobre el territori, es defineixen models de gestió d'acord amb el tipus d'objectiu. El resultat és una classificació de les masses forestals de Catalunya i uns models de gestió utilitzats àmpliament en els instruments d'ordenació forestal del país.

Cal definir una estratègia per fer possible que l'ús de les dades Lidar generades per l'ICGC es generalitzi en l'anàlisi de les masses forestals de Catalunya i fomentar-ne l'ús en la planificació i gestió forestal a escales de rodal, finca i massís. Cal possibilitar l'ús de les tipologies forestals arbrades de les orgest a l'hora d'interpretar les dades i elaborar els models matemàtics que permeten obtenir les variables que descriuen les masses forestals arbrades. Cal crear la metodologia i les eines necessàries per realitzar inventaris lidar adaptats a la realitat de les masses forestals de Catalunya i facilitar-ne l'accés a planificadors i gestors forestals.

2. OBJECTE DE LA CONTRACTACIÓ

És objecte d'aquest contracte crear una metodologia i les eines necessàries per poder realitzar inventaris amb tecnologia LIDAR adaptats a la realitat de les formacions forestals de Catalunya en el marc de planificació de les forests per mitjà dels instruments d'ordenació forestal.

A partir de les dades de la tercera cobertura LIDAR generades per l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, les tipologies forestals identificades en el projecte ORGEST i dades obtingudes a través de la realització d'inventaris forestals sobre el terreny es pretén establir una metodologia innovadora, elaborant i classificant la informació necessària que permeti obtenir variables estructurals de les masses arbrades, per poder definir, implementar i dur a terme el seguiment de la gestió forestal amb aquest tipus de tecnologia i a diferents escales, paisatgística, de bosc i de rodal.

Tenint el compte que els processos de digitalització de l'administració pública pretenen millorar l'accessibilitat de ciutadans i empreses als serveis públics, caldrà que els resultats obtinguts del servei es puguin posar a disposició dels interessats a través d'eines desenvolupades en el món digital tot disposant d'una plataforma d'accés i tractament de la informació obtinguda.

D'acord amb aquests objectius, aquest servei inclourà:

- Realització d'inventaris forestals. Recollida de dades d'inventari a camp de les formacions arbòries de Catalunya definides en el projecte ORGEST (Orientacions de gestió forestals sostenible de Catalunya). Caldrà considerar diferents ubicacions per cada una de les formacions segons l'adaptació de cada espècie a les diferents condicions ambientals i qualitats d'estació; la formació de masses mixtes i pures; i segons les espècies secundàries principals en les masses mixtes. La documentació de referència del projecte ORGEST s'adjunta en l'annex 1
- Establiment d'una metodologia de referència per realitzar inventaris a qualsevol àmbit del territori, a partir del tractament de les dades LIDAR i de les dades d'inventari obtingudes en aquest projecte. Per això és necessari per cada una de les formacions forestals:
 - Obtenir les mètriques forestals a partir de les dades LIDAR i d'inventari.
 - Crear els models matemàtics que millor s'ajustin per obtenir variables forestals a partir de les dades lidar i d'inventari i validar-les amb les dades obtingudes sobre el terreny.

- Definir una metodologia per aplicar els models obtinguts a qualsevol superfície amb la mateixa formació forestal amb o sense aportació de dades addicionals d'inventari sobre terreny.
- Desenvolupament tecnològic que permeti l'accés a la metodologia obtinguda i a la possibilitat d'aplicar-la a través d'una plataforma web.

3. Abast

3.1. inventari

Inclou la realització d'inventaris forestals de les principals formacions arbòries de Catalunya, tenint en compte la distribució territorial segons l'adaptació de cada espècie a les diferents condicions ambientals, les qualitats d'estació i la formació de masses mixtes i pures segons les espècies secundàries presents. Aquestes formacions formen part del projecte ORGEST (Orientacions de gestió forestals sostenible de Catalunya). També s'inclou el tractament posterior de les dades recollides a camp i la seva posterior validació.

Les formacions forestals definides per les ORGEST classifiquen les masses forestals del territori català i son utilitzades en la planificació mitjançant els instruments d'ordenació forestal. L'objectiu és disposar de suficients punts d'inventari representatius per les formacions forestals classificades per tal d'elaborar els models matemàtics que permetin obtenir les variables LIDAR que millor s'ajustin per cada cas.

D'acord amb l'objectiu establert, el servei inclou:

- Dissenyar un inventari de camp per recollir les dades necessàries per elaborar una metodologia per obtenir mètriques forestals basades en dades LIDAR per la gran majoria de formacions forestals de Catalunya definides en les ORGEST (veure annex 1). Caldrà que el disseny contempli:
 - Definir el nombre de punts necessaris per cada formació forestal tenint en compte la distribució territorial i la qualitat d'estació del rodals.
 - Recollida a camp, com a mínim, dels següents paràmetres forestals: alçada total i diàmetre de totes les espècies arbòries existents, alçada i recobriment del matoll amb la identificació de les espècies arbustives.
 - La ubicació del punt d'inventari ha de ser amb precisió submètrica.

- En funció de les característiques de les formacions i la resposta que presenten al sensor Lidar es permet agrupar formacions sense que es vegin perjudicats els resultats finals.

El Centre de la Propietat Forestal posa a disposició les dades existents en els instruments d'ordenació forestal (IOF) vigents per identificar rodals amb les formacions forestals proposades.

- Planificar l'execució de l'inventari dissenyat que permeti obtenir dades de camp coetànies a la tercera cobertura LIDAR realitzada per l'ICGC.
- Validar el disseny i la planificació de l'inventari amb la part contractant abans d'iniciar el treball de camp.
- Realitzar els punts d'inventari necessaris per a cada formació d'acord amb la planificació aprovada.
- Validar les tasques realitzades segons un control de qualitat.
- Tractar les dades i presentar la informació en un entregable editable.

Una primera estimació preveu la possibilitat d'agrupar algunes de les tipologies forestals arbrades d'acord amb les seves característiques i la resposta que ofereixen als sensors LIDAR. El nombre de punts d'inventari pot variar en funció del percentatge de superfície ocupada en el territori català i la seva distribució. El nombre de punts d'inventari necessari, segons una primera estimació, pot ser d'uns 1800.

La documentació serà facilitada segons la finalització de les tasques definides d'acord amb els següents continguts:

- Informe del disseny de l'inventari detallant la proposta metodològica
- Informe de la planificació de l'inventari realitzat
- Informe de resultats detallant les dades recollides a camp, el seu posterior tractament i els resultats del control de qualitat.
- Informe de validació de resultats.
- Resultat complet de l'inventari.

3.2. Elaboració d'una metodologia de referència en l'ús de dades LIDAR

Es requereix una metodologia de referència en l'ús de les dades LIDAR en l'àmbit de la planificació i la gestió forestals en el marc de l'ordenació forestal de Catalunya. L'objectiu és disposar d'una metodologia que permeti realitzar inventaris forestals a partir de les dades LIDAR a diferents escales (paisatge, bosc i rodal). L'objectiu és disposar de la metodologia que permeti realitzar inventaris forestals a partir de les dades LIDAR

ajustats a les característiques de les formacions forestals de les ORGEST establertes en el disseny de l'inventari.

El servei inclou per cada una de les formacions forestals:

- Definir les característiques de l'estratificació de la massa forestal per la formació forestal que cal considerar per l'optimització dels resultats.
- Identificar les mètriques forestals necessàries per descriure les masses forestals basades en les dades LIDAR i els punts d'inventaris realitzats.
- Definir els models matemàtics per cada cas que permetin l'obtenció de variables forestals contínues basades en les dades LIDAR i validar-los a través de les dades obtingudes amb els punts d'inventaris realitzats. Cal considerar l'estratificació proposada i proposar els models adients necessaris si és necessari.
- Realitzar un inventari forestal Lidar en l'àmbit o una part de l'àmbit on s'han realitzat els punts d'inventari.
- Realitzar una prova pilot de replicabilitat dels models matemàtics en un àmbit diferent amb la mateixa formació forestal tenint en compte l'estratificació proposada. Realitzar la prova sense aportació de dades d'inventari addicionals i amb l'aportació d'un mínim de punts d'inventari addicionals en l'àmbit de la prova pilot de replicabilitat.
- Realitzar un informe definint l'aplicabilitat dels resultats obtinguts i les necessitats per cada cas (estratificació, punts de control necessaris, etc.)
- Presentar la documentació generada de les tasques realitzades.

La documentació serà facilitada segons la finalització de les tasques definides d'acord amb els següents continguts:

1. Informe amb els resultats obtinguts per cada una de les formacions forestals que inclogui:
 - Mètriques forestals obtingudes amb l'inventari i el tractament de les dades lidar
 - Variables forestals obtingudes.
 - Models matemàtics utilitzats per cada cas.
 - Documentació necessària per seguir la traçabilitat i replicabilitat dels models obtinguts i aplicats (ajustos, error, gràfics de predicció i residus, etc)
 - Aplicabilitat dels resultats obtinguts i necessitats, condicionants, etc.
 - Resultat de l'aplicació de proves pilot

3.3. Creació d'una plataforma web

Aquest projecte pretén ser un referent en l'ús de les dades LIDAR en l'àmbit de la planificació i la gestió forestal. Per tal d'aprofitar el màxim el potencial que aquesta tecnologia ofereix cal no donar-lo per acabat fins que s'estableixin les eines que facin realitat les propostes metodològiques sorgides en aquesta contractació. Cal també disposar de la formació necessària de personal per garantir-ne l'ús adient.

3.3.1. Requeriments funcionals

Creació d'una plataforma web amb arquitectura client servidor, que faciliti l'accés a la informació generada en aquesta contractació i que permeti, per un àmbit determinat per l'usuari, el tractament de les dades LIDAR, segons la metodologia obtinguda en aquesta contractació, la visualització i descàrrega dels resultats obtinguts.

3.3.1.1. Sistema d'usuaris

Implementació d'un sistema d'usuaris i rols que permeti accedir i interactuar amb la plataforma en funció de les necessitats i criteris definits per l'administració de la plataforma.

La implementació d'un sistema d'autenticació d'usuaris és fonamental per a la seguretat de les dades i la protecció de la privadesa dels usuaris

Ha d'incloure:

1. **Registre d'Usuaris:** Els usuaris han de tenir l'opció de registrar-se a la plataforma proporcionant informació com a nom, adreça de correu electrònic, contrasenya segura
2. **Inici de Sessió:** Els usuaris registrats han de poder iniciar sessió amb l'adreça de correu electrònic i contrasenya. L'autenticació ha de ser segura, utilitzant tècniques com hashing de contrasenyes i emmagatzematge segur de credencials.
3. **Recuperació de Contrasenya:** Hi ha d'haver un procés de recuperació de contrasenya que permeti als usuaris restablir les contrasenyes en cas d'oblit. Això generalment implica enviar un enllaç de restabliment de contrasenya al correu electrònic registrat.
4. **Sessions Segures:** les sessions d'usuari han de ser segures i els tokens de sessió es gestionin de manera adequada per evitar problemes de seguretat, com ara segrest de sessió.

5. Gestió de Rols i Permisos: Inicialment crear 2 rols d'usuari: usuari estàndard i administrador de la plataforma. Crear un sistema de permisos que permeti a l'administrador assignar permisos específics de les funcionalitats de la plataforma a cada rol. L'usuari administrador ha de tenir la capacitat de crear nous rols.
6. Registres d'accés: Portar un registre dels accessos i activitats dels usuaris, fet que pot ajudar a l'auditoria de seguretat i el seguiment d'incidents.
7. Protecció de Dades Personals: Complir amb les regulacions de privadesa de dades i assegurar-se que les dades personals dels usuaris s'emmagatzemin i manegin d'acord amb les lleis i regulacions aplicables.

3.3.1.2. Accés a la informació

Ha d'incloure:

1. Accés a la informació tècnica generada al punt 3.2 d'aquest document com a eina de referència per l'aplicació de la metodologia desenvolupada.
2. Accés a la descàrrega de dades LIDAR.
3. Els usuaris, de manera individualitzada, han de poder crear els seus projectes i accedir a la informació i al tractament de dades de cada un d'ells. Caldrà definir un sistema que permeti a l'usuari recuperar els seus projectes iniciats però també caldrà definir limitacions temporals amb l'objectiu de no saturar la capacitat de la plataforma.

3.3.1.3. Tractament de les dades del projecte d'usuari

1. Permetre definir un àmbit de projecte mitjançant la càrrega d'un arxiu o arxius en format estàndard de sistema d'informació geogràfica (SIG) vectorial. Preferiblement Shapefile o GeoJson. Caldrà especificar el format i les característiques de la informació a aportar per el bon funcionament. Aquesta capa gràfica definirà l'àmbit amb una formació forestal i si s'escau amb les característiques definides en l'estratificació de la massa. Aquest tractament ha de possibilitar-se a diferents escales (de paisatge, de forest i de rodal). La qualitat de la selecció de l'àmbit dependrà de l'usuari i per tant també els resultats.
2. Seleccionar les dades de la tercera cobertura Lidar de l'ICGC per l'àmbit definit. Cal especificar les limitacions de les dimensions de l'àmbit del projecte en funció de les necessitats tècniques de la plataforma.

3. Computació al núvol. Aplicar la metodologia de modelització i tractament de dades lidar basat en els resultats obtinguts en aquesta contractació (metodologia de referència en l'ús de les dades lidar) per l'àmbit del projecte i obtenir un inventari LIDAR per l'àmbit demanat. Cal dotar de tota la informació necessària vinculada al tractament de les dades per conèixer l'origen de les dades i la traçabilitat de la metodologia aplicada, així com els resultats dels ajustos, error, gràfics de predicció i residus, etc.
4. Permetre aplicar la metodologia amb o sense aportació de dades addicionals d'inventari de camp. Caldrà especificar el format de les dades que es poden aportar mitjançant una plantilla. Les dades aportades poden ser utilitzades com a punts de control de test per obtenir informació precisa de la qualitat del resultat, i/o com a punts addicionals per millorar la modelització.
5. Descàrrega dels resultats d'inventari dins l'àmbit determinat per l'usuari, amb les mètriques LIDAR obtingudes, les variables de la massa forestal obtingudes i cartografia dels resultats. L'usuari ha d'obtenir els resultats i tota la documentació utilitzada en la seva obtenció i el material necessari per la traçabilitat de l'obtenció de les dades.

3.3.2. Requisits tècnics

Caldrà definir els responsables del projecte per part de l'empresa i per part de la part contractant i establir el seguiment de les tasques i activitats del projecte, aportant el coneixement i la perspectiva del sistema per la consecució d'objectius del projecte.

3.3.2.1. Infraestructura

Caldrà definir les característiques i necessitats tecnològiques i operatives necessàries per la correcta instal·lació de la plataforma a realitzar: equipament informàtic necessari, connexions, trànsit, software utilitzat, dominis, etc.

Un cop definida la infraestructura necessària es comunicarà al CPF per tal de definir-ne l'allotjament. L'allotjament dels servidors es farà en el CPD designat pel CPF i la plataforma s'haurà d'adaptar als seus requeriments de manteniment i seguretat.

En la fase de pre-producció es pot utilitzar la infraestructura que es consideri oportuna per part del desenvolupador de la plataforma.

3.3.2.2. Arquitectura i tecnologia

Caldrà definir:

1. L'arquitectura tècnica client servidor necessària.

2. El llenguatge de programació
3. Les integracions necessàries per el desenvolupament de la plataforma (APIS, serveis, etc)

3.3.2.3. Escalabilitat i rendiment

La plataforma ha de tenir la capacitat de créixer i adaptar-se sense comprometre'n el rendiment. Cal valorar les tècniques que permeten escalar les funcionalitats de la plataforma i no comprometre'n un possible futur creixement.

Cal desenvolupar el codi minimitzant l'ús dels recursos i reduint consultes innecessàries.

Utilitzar la memòria cau per emmagatzemar dades temporals i evitar càlculs repetitius.

Utilitzar la compressió de fitxers per reduir la mida de la transferència de dades.

3.3.2.4. Disseny de la plataforma

El servei per al disseny tècnic, el desenvolupament i la implantació de la plataforma abasta la realització de les següents activitats:

1. Disseny tècnic: identificació dels requisits, comprensió de les especificacions funcionals demanades, disseny de les solucions i les funcionalitats necessàries.
2. Creació i desenvolupament de la infraestructura: programació i integració als servidors.
3. Disseny gràfic de l'aplicació web d'acord amb el pla d'identificació visual corporatiu.

3.3.2.5. Implementació

1. Implementació de la plataforma creada en fase de pre-producció establint un període de proves necessaris.
2. Acceptació de la solució i implementació de la plataforma en fase de producció.
3. Posada en marxa i suport post-implementació
4. Documentació d'usuaris: elaboració de tots els manuals d'ús de la plataforma segons els diferents rols d'usuari.
5. Documentació de la infraestructura de la plataforma, l'arquitectura i el disseny. Ha d'incloure l'accés a totes les parts i característiques de la solució implantada.

3.3.3. Seguretat de la informació

L'adjudicatari haurà de complir amb tots els requeriments que siguin d'aplicació d'acord al marc normatiu de seguretat i de protecció de dades vigent de la Generalitat de Catalunya i de totes les actualitzacions posteriors que es produeixin, així com a tot el marc legal en matèria de ciberseguretat que en sigui d'aplicació (per exemple, Esquema Nacional de Seguretat, LOPD- Llei Orgànica de Protecció de Dades i GDPR – General Data Protection Regulation, eIDAS - electronic Identification, Authentication and trust Services).

El Centre de Seguretat de la Informació (CESICAT) és l'òrgan competent encarregat de la planificació, gestió i control de la seguretat de les TIC de l'Administració de la Generalitat i el seu sector públic, com estableix l'acord de govern GOV/103/2012, de 16 d'octubre de 2012.

En aquest sentit, en qualsevol moment es supervisarà el compliment dels requeriments de seguretat.

3.3.4. Manteniment i suport

Caldrà garantir el manteniment tècnic i funcional de la plataforma durant d'un any a partir de la data d'acceptació de la plataforma.

Caldrà donar suport al personal del CPF en l'ús de la plataforma durant d'un any a partir de la data d'acceptació de la plataforma.

Els terminis de resposta davant d'incidències no es poden demorar més d'una setmana.

Caldrà definir un pla de manteniment i suport a partir del primer any

3.3.5. Pla de formació i formació

Elaborar la documentació necessària per el funcionament i el manteniment de la plataforma i un pla de formació per els usuaris i administradors.

El pla de formació ha de definir clarament els objectius i les metes d'aprenentatge, indicant quins coneixements i habilitats s'esperen que els participants adquireixin en completar la formació i ha d'especificar els temes i continguts que es cobriran a la formació, així com la durada total del pla.

Ha d'incloure

- la formació a usuaris finals de la metodologia elaborada i l'ús de la plataforma

- la formació en el tractament de dades LIDAR i l'elaboració d'inventaris forestals en aquesta tècnica (estratificació, disseny d'inventari, models, mètriques, anàlisis de resultats, altres).