



PROGETTO TARGET CANADA

Promofirenze

Analisi di settore

La forestazione di precisione e la gestione delle foreste urbane in Canada

Mercato di riferimento: Canada

Documento: Analisi di settore a carattere pubblico, a disposizione delle imprese del territorio

Redatto da: Camera di Commercio Italiana in Canada (CCIC), Montréal

Committente: Promofirenze, Azienda Speciale della Camera di Commercio di Firenze

Data di redazione: Giugno 2026



Sintesi esecutiva

Il Canada dispone di una delle maggiori dotazioni forestali al mondo e di un apparato pubblico di ricerca, pianificazione e finanziamento fra i più strutturati a livello internazionale. Il comparto che qui si analizza non è la filiera del legno, bensì l'insieme delle tecnologie e dei servizi digitali applicati alla gestione delle risorse arboree: inventari, telerilevamento, modellazione tridimensionale, piattaforme decisionali e monitoraggio ambientale. Il documento tratta congiuntamente due comparti contigui e distinti: la forestazione di precisione, riferita alle foreste produttive, e la gestione delle foreste urbane, riferita al patrimonio arboreo delle città.

Dove è la domanda. Nella forestazione di precisione il committente è provinciale e industriale: ministeri delle foreste, titolari di concessione, grandi operatori forestali e centri di ricerca federali. Nella gestione delle foreste urbane il committente è municipale, affiancato dalle società di gestione delle reti elettriche e dalle società di consulenza che operano per conto delle amministrazioni. Sono due mercati con cicli di acquisto, soglie di spesa e linguaggi tecnici differenti, e la scelta fra i due è la prima decisione che un'impresa estera deve assumere.

Dove conviene concentrarsi. Ontario, Québec e British Columbia concentrano la maggior parte degli operatori, dei programmi provinciali e dei centri di ricerca. L'Alberta rappresenta una nicchia rilevante per il monitoraggio delle foreste boreali e degli incendi; le province atlantiche esprimono competenze concentrate nella pianificazione forestale e nel software di gestione.

I cancelli d'accesso. Quattro requisiti determinano la fattibilità commerciale a prescindere dalla singola impresa: la disciplina dei sistemi aeromobili a pilotaggio remoto, che per un operatore europeo costituisce un vincolo di ammissibilità e non un adempimento successivo; le regole sugli appalti pubblici, con la particolarità che l'accordo fra Unione europea e Canada è l'unico a estendere gli obblighi di apertura anche alle municipalità; gli obblighi linguistici del Québec; e le condizioni di presenza giuridica canadese poste dai principali programmi di innovazione. Il capitolo 5 tratta questi elementi per esteso.

Canali d'ingresso. Il mercato non acquista di norma tecnologia isolata, ma soluzioni inserite in un servizio. Le società di consulenza forestale e ambientale, gli integratori di sistemi geospaziali e gli operatori di rilievo costituiscono gli interlocutori commerciali a più alta priorità; i centri di ricerca federali e provinciali e i college tecnici sono partner per progetti dimostrativi cofinanziati.

Lettura strategica

La presente analisi descrive il settore e i suoi cancelli d'accesso, validi per qualunque impresa del territorio. L'ordine delle azioni, gli interlocutori puntuali e i tempi sono specifici della singola impresa e costituiscono oggetto del documento di raccomandazioni e tabella di marcia dedicato.

Nota di perimetro

Il documento tratta in un unico testo due comparti che condividono tecnologie, ecosistema di ricerca e programmi di finanziamento, ma che si rivolgono a committenti differenti. I capitoli dedicati alla dimensione del settore e alla governance distinguono espressamente i due ambiti. I capitoli relativi alla filiera, ai requisiti di accesso, ai programmi pubblici e agli eventi di settore sono comuni, poiché i medesimi elementi si applicano a entrambi. La lettura strategica conclusiva è articolata per tipologia d'impresa e non per comparto, in quanto il posizionamento nella catena del valore determina gli interlocutori più della distinzione fra foresta urbana e foresta produttiva.

1. Il settore in Canada: quadro e dimensione

Il Canada possiede una delle più vaste risorse forestali al mondo e il settore forestale rappresenta uno dei pilastri dell'economia nazionale, contribuendo in modo significativo allo sviluppo economico, alla sostenibilità ambientale e all'occupazione. Secondo i dati di Natural Resources Canada, nel 2023 il settore forestale ha contribuito per circa 27 miliardi di dollari canadesi al prodotto interno lordo nominale e ha impiegato direttamente 199.345 persone; nel medesimo anno le esportazioni di prodotti forestali hanno raggiunto 36,2 miliardi di dollari canadesi, destinate prevalentemente al mercato statunitense. Per il 2024 la medesima amministrazione indica un contributo al prodotto interno lordo reale pari a 23,5 miliardi di dollari canadesi, corrispondenti a circa l'uno per cento del totale nazionale. Il Canada continua a mantenere uno dei più elevati saldi commerciali netti al mondo nel commercio dei prodotti forestali.¹

Precisazione sui dati

I valori di contributo al prodotto interno lordo espressi in termini nominali e in termini reali non sono direttamente confrontabili fra loro, poiché i secondi sono depurati dalla dinamica dei prezzi. Nel confronto fra annualità occorre pertanto verificare quale delle due grandezze sia impiegata. I dati di occupazione ed esportazione qui riportati sono riferiti al 2023, ultima annualità consolidata alla data di redazione.

L'industria forestale canadese si articola in tre principali segmenti: la produzione di legname e prodotti in legno, l'industria della cellulosa e della carta e le attività di gestione forestale e raccolta del legname (forestry and logging). Accanto a queste attività tradizionali, negli ultimi anni il settore ha avviato un importante processo di trasformazione digitale, trainato dall'adozione di tecnologie geospaziali, Intelligenza Artificiale, sensoristica, droni e sistemi di supporto alle decisioni, con l'obiettivo di migliorare la produttività, la sostenibilità e la resilienza delle foreste.

In questo contesto si stanno sviluppando due ambiti complementari ma distinti: la Precision Forestry, orientata alla gestione delle foreste produttive e delle attività forestali attraverso tecnologie digitali avanzate, e la Urban Forestry, dedicata alla pianificazione, al monitoraggio e alla gestione del patrimonio arboreo nelle aree urbane. I capitoli seguenti analizzano le caratteristiche, gli attori e le opportunità offerte da entrambi questi segmenti, che rappresentano oggi alcuni dei principali motori dell'innovazione nel settore forestale canadese.

1.1 La gestione delle foreste urbane

L'Urban Forestry rappresenta uno dei principali strumenti attraverso cui le città canadesi affrontano le sfide legate ai cambiamenti climatici, alla qualità della vita, alla biodiversità e alla resilienza urbana. In Canada, la foresta urbana non comprende soltanto gli alberi presenti lungo le strade e nei parchi pubblici, ma l'intero patrimonio arboreo situato nei quartieri residenziali, nelle proprietà private, nei cimiteri, negli arboreti, nei corridoi infrastrutturali e nelle aree naturali residue comprese nel territorio urbano e periurbano.

Gli alberi sono considerati una componente essenziale delle infrastrutture verdi, in grado di fornire importanti servizi ambientali, economici e sociali. Contribuiscono alla mitigazione delle isole di calore, al miglioramento della qualità dell'aria, alla gestione delle acque meteoriche, alla protezione della biodiversità, al sequestro del carbonio e alla creazione di spazi ricreativi accessibili alla

¹Natural Resources Canada (2025). Overview of Canada's Forest Industry. Government of Canada. Disponibile su: [Overview of Canada's Forest Industry](#) Overview of Canada's forest industry - Natural Resources Canada

popolazione. Le foreste urbane svolgono inoltre una funzione di collegamento tra gli spazi verdi cittadini e le aree forestali e agricole circostanti, rafforzando la continuità ecologica del territorio.

La pianificazione strategica delle foreste urbane si è sviluppata soprattutto a partire dai primi anni Duemila. Il primo Urban Forest Master Plan canadese viene generalmente ricondotto alla città di Prince George, che adottò il proprio piano nel 2003. Successivamente, in particolare tra il 2010 e il 2014, numerose amministrazioni locali hanno sviluppato strategie dedicate. Attualmente oltre cento municipalità canadesi dispongono di un Urban Forest Management Plan, di un master plan o di un documento programmatico specificamente dedicato al patrimonio arboreo urbano.²

Gli Urban Forest Management Plans costituiscono il principale strumento di pianificazione del settore. Hanno generalmente un orizzonte temporale di venti o venticinque anni e definiscono obiettivi misurabili, indicatori di performance, priorità di investimento e programmi di monitoraggio. Le principali finalità riguardano l'aumento della copertura arborea, il miglioramento della salute e della longevità degli alberi, la diversificazione delle specie, il controllo delle specie invasive, la resilienza ai cambiamenti climatici, la protezione della biodiversità e una distribuzione più equa del verde tra i diversi quartieri.

Gli obiettivi strategici vengono normalmente attuati attraverso programmi operativi quadriennali o quinquennali, successivamente tradotti in piani annuali che individuano attività concrete, quali piantumazione, potatura, abbattimento degli alberi pericolosi, gestione del suolo, irrigazione, controllo fitosanitario e aggiornamento degli inventari. I piani definiscono inoltre budget, responsabilità amministrative e indicatori attraverso cui misurare i risultati.

Diverse città canadesi hanno definito obiettivi quantitativi di lungo periodo per l'espansione delle proprie foreste urbane. Calgary mira ad aumentare la copertura arborea dal 9,62% rilevato nel 2024 al 16% entro il 2060,³ attraverso programmi di piantumazione, gestione e conservazione del patrimonio arboreo. Toronto ha invece confermato l'obiettivo di raggiungere una copertura arborea del 40% entro il 2050, rispetto a una copertura stimata compresa tra il 28,4% e il 31% nel 2018.⁴ Il raggiungimento di tali obiettivi richiede strumenti affidabili per monitorare l'evoluzione della canopy urbana, valutare la sopravvivenza delle nuove piantumazioni, aggiornare gli inventari e individuare le aree maggiormente carenti di vegetazione.

Questo modello di pianificazione genera una domanda crescente di soluzioni digitali capaci di integrare dati arborei, geospaziali, ambientali e climatici. Le opportunità risultano particolarmente rilevanti per le aziende tecnologiche italiane specializzate nella Precision Forestry, negli inventari digitali, nell'analisi geospaziale, nel monitoraggio ambientale e nello sviluppo di piattaforme di supporto alle decisioni.

1.1.1 Le principali sfide della gestione delle foreste urbane

A differenza delle foreste naturali, gli alberi presenti nelle città canadesi sono sottoposti contemporaneamente a numerosi fattori di stress che ne compromettono la crescita, la salute e l'aspettativa di vita. L'espansione urbana e le attività edilizie provocano spesso compattazione del terreno, danneggiamento dell'apparato radicale e riduzione dello spazio disponibile. A questi fattori si aggiungono l'inquinamento atmosferico, la presenza di sali antighiaccio e metalli pesanti, i danni

²Federation of Canadian Municipalities (FCM). (2024). Creating an Urban Forest Management Plan for Your Community. Green Municipal Fund <https://greenmunicipalfund.ca/resources/guide-creating-urban-forest-management-plan-your-community>

³City of Calgary, Branching Out Tree Program. <https://www.calgary.ca/parks-rec-programs/nature/branching-out.html>

⁴City of Toronto, Actions to Reaffirm Toronto's Tree Canopy Target, City Council Decision IE26.6, 2021. <https://secure.toronto.ca/council/#/highlights>

meccanici causati dal traffico e dagli interventi sulle infrastrutture, nonché gli effetti dei cambiamenti climatici.⁵

Le ondate di calore, i periodi prolungati di siccità, le precipitazioni intense, le tempeste e la diffusione di nuove fitopatie aumentano la vulnerabilità degli alberi urbani. La ridotta disponibilità di suolo, acqua e nutrienti limita inoltre lo sviluppo delle radici e accelera il deperimento della vegetazione. Nelle aree fortemente urbanizzate, la crescita degli apparati radicali in spazi insufficienti può provocare il sollevamento delle pavimentazioni e il danneggiamento dei marciapiedi, generando ulteriori costi per le amministrazioni.

Per prevenire tali problemi, le municipalità canadesi adottano un approccio prevalentemente preventivo. La gestione comprende la protezione degli alberi durante i cantieri, la valutazione preventiva dell'impatto dei nuovi progetti edilizi, la selezione di specie compatibili con lo spazio disponibile e il monitoraggio continuo delle condizioni vegetative.

La progettazione urbana integra sempre più frequentemente soluzioni quali terreni strutturali, pavimentazioni permeabili, collegamento tra le buche di impianto, sistemi di irrigazione e interventi di miglioramento del suolo.⁶ Tali soluzioni consentono di aumentare il volume di terreno disponibile per le radici, favorire l'infiltrazione dell'acqua e ridurre i conflitti tra vegetazione e infrastrutture.

La selezione delle specie rappresenta un elemento centrale della pianificazione. Le amministrazioni tengono conto delle caratteristiche climatiche, della qualità del suolo, della disponibilità idrica, delle dimensioni dell'albero a maturità, delle esigenze di manutenzione e della compatibilità con edifici, strade e reti di servizio. L'adattamento ai cambiamenti climatici è diventato uno dei principali criteri di scelta e viene data crescente priorità alle specie resistenti alla siccità, alle alte temperature, alla salinità, alla compattazione del terreno e all'inquinamento.⁷

Un ulteriore principio fondamentale è la diversificazione delle specie. La diffusione dell'Emerald Ash Borer, insetto responsabile della perdita di milioni di frassini in Nord America, ha evidenziato i rischi associati alla presenza eccessiva di una singola specie. Numerose città, tra cui Montréal, hanno dovuto sviluppare specifici programmi di monitoraggio, trattamento, abbattimento selettivo e sostituzione degli alberi colpiti.⁸

La crescente complessità delle condizioni ambientali rafforza l'interesse per sistemi digitali capaci di individuare precocemente situazioni di stress, analizzare l'evoluzione delle condizioni vegetative e supportare la selezione delle specie. In questo ambito, le imprese che sviluppano soluzioni di telerilevamento, analisi geospaziale e monitoraggio forestale possono offrire strumenti utili alla gestione preventiva e adattativa del patrimonio arboreo.

1.1.2 Governance, politiche e regolamentazione

In Canada non esiste una normativa federale organica specificamente dedicata alle foreste urbane. Anche a livello provinciale il quadro risulta generalmente frammentato e la responsabilità della

⁵Natural Resources Canada. Urban Forests. Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/our-natural-resources/forests/urban-forests>

⁶CSA Group. CSA S501-14 (R2024): Tree and Site Assessment and Maintenance for New Construction. <https://www.csagroup.org/store/>

⁷Ville de Montréal. Plan directeur de la forêt urbaine 2021-2030. Montréal, 2021. Disponibile su: <https://montreal.ca/articles/plan-directeur-de-la-foret-urbaine-2021-2030>; City of Toronto. Planting Guide for a Resilient Urban Forest. Disponibile su: <https://www.toronto.ca/services-payments/water-environment/trees/tree-planting>; City of Vancouver. Urban Forest Strategy 2025. Vancouver Board of Parks and Recreation, 2025. Disponibile su: <https://vancouver.ca/parks-recreation-culture/urban-forest-strategy.aspx>

⁸Natural Resources Canada. Emerald Ash Borer. Government of Canada. Disponibile su: <https://natural-resources.canada.ca/our-natural-resources/forests/wildland-fires-insects-disturbances/top-forest-insects-and-diseases-canada/emerald-ash-borer>

pianificazione, della tutela e della gestione del patrimonio arboreo è affidata soprattutto alle municipalità.⁹

Il sistema canadese si caratterizza pertanto per una governance fortemente decentralizzata, nella quale le amministrazioni locali definiscono autonomamente regolamenti, strategie e programmi in funzione delle caratteristiche ambientali, climatiche e urbanistiche del proprio territorio. Questa impostazione consente una maggiore capacità di adattamento alle esigenze locali, ma determina anche differenze significative tra le città in termini di risorse finanziarie, maturità amministrativa, disponibilità dei dati e livello di protezione degli alberi.

Le municipalità disciplinano il settore attraverso gli Urban Forest Management Plans, gli Strategic Urban Forest Management Plans e i Tree Bylaws. Questi ultimi regolano la piantumazione, la manutenzione, la potatura, la protezione e l'abbattimento degli alberi. Possono applicarsi sia al patrimonio pubblico sia, in numerose città, agli alberi situati su proprietà private.¹⁰

I regolamenti definiscono normalmente le autorizzazioni necessarie per l'abbattimento, gli standard applicabili alle nuove urbanizzazioni, le misure di protezione durante i cantieri, le modalità di gestione degli alberi lungo le strade e le procedure per la conservazione degli esemplari di particolare valore. In molte municipalità l'abbattimento di alberi che superano determinate dimensioni richiede un permesso preventivo e può essere accompagnato da obblighi di compensazione.

Negli ultimi anni diverse amministrazioni hanno introdotto principi di “No Net Loss” o “Net Gain”, che prevedono la sostituzione degli alberi rimossi mediante nuove piantumazioni, con l'obiettivo di mantenere o incrementare la copertura arborea complessiva.¹¹

Ontario, Québec e British Columbia rappresentano gli ecosistemi provinciali più maturi, grazie alla presenza di un elevato numero di piani municipali, regolamenti consolidati e programmi dedicati. Toronto, Montréal, Vancouver, Calgary ed Edmonton hanno sviluppato modelli di governance tra i più articolati del Paese. Il Québec si distingue inoltre per le misure di monitoraggio e contenimento dell’Emerald Ash Borer.

La struttura decentralizzata rende il mercato canadese dinamico, ma anche particolarmente frammentato. Ogni municipalità costituisce un potenziale committente con proprie priorità, procedure di procurement e capacità finanziarie. Il cliente di riferimento non è quindi rappresentato da un'unica autorità nazionale, ma da un insieme di amministrazioni locali, utility, agenzie ambientali, società di consulenza e organismi responsabili delle infrastrutture verdi.¹²

Per le aziende tecnologiche italiane interessate al mercato canadese risulta pertanto importante analizzare le singole municipalità, individuando quelle dotate di piani aggiornati, inventari digitali, portali Open Data, programmi di adattamento climatico e budget destinati alla digitalizzazione della gestione del patrimonio naturale.

1.1.3 Gestione degli asset naturali e acque meteoriche

⁹Bardekjian, A., & Puric-Mladenovic, D. (2025). Enabling Legislation, Municipal By-laws and Regulations. In Growing Green Cities: A Practical Guide to Urban Forestry in Canada. Tree Canada. <https://treecanada.ca/urban-forestry-guide/enabling-legislation-municipal-by-laws-and-regulations>

¹⁰Bardekjian, A. e Puric-Mladenovic, D. (2025), “Urban Forest Management Planning”, in Growing Green Cities: A Practical Guide to Urban Forestry in Canada, Tree Canada. <https://treecanada.ca/urban-forestry-guide/urban-forest-management-planning>

¹¹Ibidem

¹²Ibidem

Uno degli sviluppi più innovativi dell'Urban Forestry canadese riguarda il Natural Asset Management, approccio che considera foreste urbane, zone umide, corsi d'acqua e altre infrastrutture naturali come veri e propri beni patrimoniali delle amministrazioni, al pari di strade, reti idriche, edifici e ponti.¹³

Gli ecosistemi vengono censiti, valutati anche dal punto di vista economico e integrati nei sistemi municipali di Asset Management. L'obiettivo è identificare i servizi ecosistemici forniti, valutarne le condizioni e stabilire quali investimenti siano necessari per garantirne il mantenimento nel lungo periodo.

Tra gli esempi più avanzati figurano Gibsons, nella British Columbia, Edmonton e Saskatoon, che hanno progressivamente integrato il patrimonio naturale nei propri processi decisionali e nella programmazione degli investimenti.

La gestione delle acque meteoriche rappresenta uno degli ambiti principali di applicazione. L'espansione urbana e l'aumento delle superfici impermeabili hanno infatti modificato il ciclo naturale dell'acqua, incrementando il deflusso superficiale e il rischio di allagamenti durante gli eventi meteorologici intensi.

Gli alberi vengono pertanto considerati parte integrante delle infrastrutture di drenaggio urbano, insieme ad altre Nature-Based Solutions, quali rain gardens, tetti verdi e pavimentazioni permeabili. Attraverso l'intercettazione delle precipitazioni, l'infiltrazione e l'evapotraspirazione, le foreste urbane contribuiscono a ridurre la quantità di acqua che raggiunge rapidamente le reti fognarie.¹⁴

Toronto, attraverso il Toronto Green Standard¹⁵, punta a trattenere una parte significativa delle precipitazioni annuali mediante infiltrazione, riutilizzo dell'acqua piovana ed evapotraspirazione. Surrey¹⁶ ha invece stimato importanti risparmi annuali nei costi delle infrastrutture di drenaggio grazie ai servizi ecosistemici forniti dagli alberi.

Il Natural Asset Management crea opportunità per le aziende che sviluppano sistemi per il censimento delle infrastrutture naturali, la valutazione delle condizioni degli asset, la misurazione dei servizi ecosistemici e l'integrazione di dati ambientali e infrastrutturali. La possibilità di combinare inventari arborei, dati climatici, informazioni idrologiche e cartografia urbana rappresenta un elemento di particolare interesse per le amministrazioni locali.

1.1.4 Inventario, monitoraggio e manutenzione del patrimonio arboreo

Una gestione efficace delle foreste urbane richiede la disponibilità di dati affidabili e costantemente aggiornati. Gli inventari rappresentano uno degli strumenti fondamentali dell'Urban Forestry canadese e costituiscono la base per pianificare gli interventi, valutare i servizi ecosistemici, programmare nuove piantumazioni e definire le priorità di manutenzione.

Le informazioni raccolte riguardano generalmente la specie, la posizione geografica, le dimensioni, l'età, lo stato fitosanitario, le caratteristiche del sito, le condizioni della chioma, gli interventi già

¹³Natural Assets Initiative. Resources & Reports, Nature is Infrastructure: How to Include Natural Assets in Asset Management Plans. <https://naturalassetsinitiative.ca/resources-reports/>

¹⁴Infrastructure Canada. Natural Infrastructure Fund. <https://housing-infrastructure.canada.ca/nif-fin/index-eng.html>

¹⁵City of Toronto. Toronto Green Standard Version 4. <https://www.toronto.ca/city-government/planning-development/official-plan-guidelines/toronto-green-standard>

¹⁶City of Surrey. Biodiversity Conservation Strategy <https://www.surrey.ca/>

effettuati, le necessità manutentive e l'eventuale presenza di interferenze con infrastrutture ed edifici.¹⁷

Le municipalità adottano differenti tipologie di inventario in funzione delle proprie esigenze. Gli inventari campionari analizzano un campione rappresentativo e consentono di ottenere indicatori statistici dell'intera foresta urbana con costi relativamente contenuti. Gli inventari parziali si concentrano invece su specifici quartieri, specie o problematiche, quali infestazioni, danni provocati da eventi meteorologici o valutazioni del rischio. Gli inventari individuali censiscono e georeferenziano ogni singolo albero, registrando informazioni complete sul suo stato e sugli interventi necessari. Quest'ultima tipologia rappresenta il livello più avanzato ed è adottata soprattutto dalle grandi città.

L'inventario costituisce tuttavia soltanto il punto di partenza del sistema di gestione. Le amministrazioni effettuano programmi periodici di ispezione per valutare la stabilità degli alberi, la presenza di cavità o carie, il deperimento della chioma, i danni da tempesta, la presenza di parassiti e le interferenze con infrastrutture o reti di servizio.

I risultati delle ispezioni vengono utilizzati per attribuire livelli di rischio e urgenza e per programmare gli interventi. Le principali attività di manutenzione comprendono potatura, rimozione dei rami secchi o danneggiati, irrigazione, pacciamatura, fertilizzazione, miglioramento del suolo, consolidamento mediante cavi e tiranti, controllo fitosanitario e sostituzione degli alberi pericolosi.

Gli alberi giovani richiedono particolare attenzione durante i primi anni di crescita, attraverso irrigazione regolare, protezione del tronco, controllo delle infestanti e formazione della chioma. Per gli alberi maturi, la gestione si concentra maggiormente sulla manutenzione preventiva, sulla stabilità strutturale, sulla protezione delle radici e sul mantenimento delle condizioni vegetative.

La manutenzione rappresenta una delle principali voci di spesa delle amministrazioni comunali. Di conseguenza, cresce l'interesse verso sistemi capaci di ridurre le ispezioni non necessarie, ottimizzare le attività delle squadre operative e passare da una gestione reattiva a una manutenzione maggiormente predittiva.

Le aziende tecnologiche specializzate negli inventari digitali, nell'analisi geospaziale e nella Precision Forestry possono contribuire all'aggiornamento automatico o semiautomatico delle banche dati, all'identificazione delle variazioni della vegetazione, alla classificazione degli alberi per livello di rischio e alla pianificazione degli interventi.

1.1.5 Tecnologie digitali per la gestione delle foreste urbane

Negli ultimi anni la gestione delle foreste urbane in Canada ha conosciuto una profonda trasformazione grazie alla diffusione delle tecnologie digitali. Se in passato le decisioni si basavano soprattutto su rilievi sul campo e valutazioni manuali, oggi le amministrazioni adottano progressivamente un approccio data-driven, fondato sull'integrazione di informazioni geospaziali, telerilevamento, piattaforme GIS e strumenti di analisi avanzata.¹⁸

I Geographic Information Systems rappresentano il nucleo centrale di questo ecosistema digitale. Le piattaforme GIS consentono di integrare in un'unica banca dati georeferenziata le informazioni sugli

¹⁷Bardekjian, A. C., & Puric-Mladenovic, D. (2025). Datasets. In Growing Green Cities: A Practical Guide to Urban Forestry in Canada. Tree Canada. <https://treecanada.ca/urban-forestry-guide/datasets>

¹⁸Bardekjian, A. C., & Puric-Mladenovic, D. (2025). Datasets. In Growing Green Cities: A Practical Guide to Urban Forestry in Canada. Tree Canada. <https://treecanada.ca/urban-forestry-guide/datasets>

alberi con dati relativi a suolo, topografia, reti di servizio, edifici, viabilità, uso del territorio e rischi climatici.¹⁹

Grazie a tali strumenti, le municipalità possono visualizzare la distribuzione delle specie, individuare le aree caratterizzate da una minore copertura arborea, programmare le attività di manutenzione, analizzare le interferenze con le infrastrutture e pianificare nuove piantumazioni.

Tra le piattaforme maggiormente utilizzate figurano Esri ArcGIS Pro, QGIS, GRASS GIS e altre soluzioni WebGIS integrate con applicazioni mobili destinate al personale operativo.²⁰

Accanto ai GIS, un ruolo crescente è svolto dal telerilevamento. L'utilizzo combinato di immagini satellitari, fotografie aeree e droni permette di analizzare vaste aree senza ricorrere esclusivamente alle ispezioni individuali. Questi dati vengono utilizzati per valutare l'estensione della copertura arborea, individuare variazioni nel tempo, monitorare le isole di calore e misurare

l'efficacia dei programmi di riforestazione urbana.²¹

Le immagini multispettrali e iperspettrali consentono inoltre di analizzare lo stato fisiologico della vegetazione attraverso indicatori quali il Normalized Difference Vegetation Index e il Leaf Area Index. I sensori nel vicino e nel medio infrarosso possono contribuire a individuare stress idrico, perdita di vigore, carenze nutrizionali e possibili sintomi di malattia.

Tra le tecnologie più avanzate assume particolare rilievo il LiDAR, che utilizza impulsi laser per generare modelli tridimensionali ad alta precisione della vegetazione e del territorio. Attraverso questi dati è possibile misurare altezza, volume e densità delle chiome, distinguere differenti livelli di vegetazione e analizzare la struttura della foresta urbana.²²

Le principali applicazioni riguardano l'aggiornamento degli inventari, la valutazione della copertura arborea, l'analisi del rischio, l'individuazione delle interferenze con le linee elettriche, la pianificazione delle potature e la valutazione dei danni provocati dagli eventi meteorologici estremi.

L'impiego dei droni consente di acquisire rapidamente immagini ad alta risoluzione e dati multispettrali in aree difficilmente accessibili. Tali strumenti vengono utilizzati per il monitoraggio fitosanitario, il rilievo delle chiome, l'ispezione successiva a tempeste o incendi e il controllo della vegetazione in prossimità delle infrastrutture.

Parallelamente, cresce l'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale e degli strumenti di analisi predittiva. Gli algoritmi di machine learning possono essere impiegati per automatizzare l'elaborazione delle immagini, classificare la vegetazione, riconoscere le specie, individuare sintomi di stress e definire le priorità di intervento.

L'integrazione di dati provenienti da GIS, inventari, immagini satellitari, droni, LiDAR, sensori e serie climatiche favorisce lo sviluppo di Decision Support Systems capaci di supportare le amministrazioni nella selezione delle specie, nella localizzazione delle nuove piantumazioni e nella previsione dei rischi.²³

¹⁹Bardekjian, A. C., & Puric-Mladenovic, D. (2025). GIS, Remote Sensing and Other Technologies. In Growing Green Cities: A Practical Guide to Urban Forestry in Canada. Tree Canada. <https://treecanada.ca/urban-forestry-guide/gis-remote-sensing-and-other-technologies>

²⁰Ibidem

²¹Ibidem

²²Ibidem

²³Bardekjian, A. C., & Puric-Mladenovic, D. (2025). Datasets. In Growing Green Cities: A Practical Guide to Urban Forestry in Canada. Tree Canada. <https://treecanada.ca/urban-forestry-guide/datasets>

Una prospettiva particolarmente innovativa è rappresentata dai Digital Twin delle foreste urbane. Tali strumenti possono simulare la crescita degli alberi, l'evoluzione della copertura arborea, gli effetti dei cambiamenti climatici e l'impatto di differenti strategie di gestione.²⁴

Questa evoluzione genera opportunità per le aziende tecnologiche italiane che offrono servizi di inventariazione digitale, analisi geospaziale, elaborazione di immagini satellitari e LiDAR, monitoraggio fitosanitario, sensoristica ambientale e sviluppo di piattaforme decisionali. Per entrare nel mercato risulta tuttavia importante proporre casi d'uso concreti, collegati alle esigenze operative delle municipalità, quali l'aggiornamento degli inventari, il rilevamento dello stress, la valutazione del rischio e la pianificazione della manutenzione.

1.1.6 Dati aperti, strumenti decisionali e partecipazione dei cittadini

Il Canada dispone di un ecosistema particolarmente sviluppato di dati geospaziali e ambientali aperti. Governi federali, province, municipalità, università e organizzazioni non profit producono e mettono a disposizione immagini satellitari, ortofoto, dati LiDAR, cartografia geologica e pedologica, informazioni sull'uso del suolo, dati censuari e inventari arborei.²⁵

Numerose città, tra cui Toronto, Montréal, Ottawa, Vancouver, Calgary, Edmonton, Québec City, Mississauga, Hamilton, Winnipeg, Saskatoon, Regina, Surrey, Waterloo e Guelph, gestiscono portali Open Data contenenti dataset utili alla pianificazione delle infrastrutture verdi e allo sviluppo di applicazioni innovative.²⁶

La disponibilità di dati pubblici riduce i costi iniziali per lo sviluppo e la sperimentazione di nuove soluzioni. Le imprese possono utilizzare tali informazioni per realizzare dimostratori, verificare la compatibilità dei propri sistemi con le infrastrutture municipali e presentare ai potenziali clienti analisi basate su dati reali del territorio.

Accanto agli Open Data, sono disponibili strumenti che consentono alle municipalità di valutare le proprie performance rispetto a benchmark e buone pratiche. La Sustainable Forestry Initiative²⁷ ha introdotto uno standard dedicato alla sostenibilità delle foreste urbane e comunitarie, mentre NatureScore²⁸ utilizza dati satellitari, informazioni GIS, copertura arborea, livelli di inquinamento e algoritmi di machine learning per valutare la quantità e la qualità degli elementi naturali presenti in un determinato luogo.

Un ulteriore elemento distintivo del modello canadese è il coinvolgimento della popolazione attraverso programmi di Citizen Science e monitoraggio partecipativo. Iniziative quali NeighbourWoods™ e iNaturalist consentono a cittadini, associazioni e volontari di contribuire alla raccolta di informazioni sugli alberi e sulla biodiversità urbana.²⁹

Il coinvolgimento viene generalmente organizzato secondo un approccio place-based, adattando attività e obiettivi alle caratteristiche sociali e ambientali dei diversi quartieri. I dati raccolti dalla comunità non sostituiscono gli inventari professionali, ma possono integrarli, contribuire all'individuazione dei cambiamenti e rafforzare la sensibilizzazione ambientale.

²⁴Natural Resources Canada (NRCan). Digital Twins for Climate Resilience and Natural Resources . <https://natural-resources.canada.ca/>

²⁵Bardekjian, A. C., & Puric-Mladenovic, D. (2025). Datasets. In Growing Green Cities: A Practical Guide to Urban Forestry in Canada. Tree Canada. <https://treecanada.ca/urban-forestry-guide/datasets>

²⁶Ibidem

²⁷Sustainable Forestry Initiative. Urban and Community Forest Sustainability Standard. <https://forests.org/urban-community-forest-sustainability/>

²⁸<https://www.naturequant.com/naturescore/>

²⁹Tree Canada, NeighbourWoods Program. <https://treecanada.ca/urban-forestry-guide/individual-tree-and-woodlot-inventory-and-the-tree-inspection-cycle/>

Per le imprese che sviluppano piattaforme digitali può risultare utile prevedere differenti livelli di accesso, con interfacce professionali destinate alle amministrazioni e agli arboricoltori e strumenti semplificati attraverso cui cittadini e associazioni possano trasmettere segnalazioni, fotografie e osservazioni da sottoporre a validazione tecnica.

1.1.7 Reti elettriche, infrastrutture critiche e resilienza climatica

La gestione della vegetazione in prossimità delle linee elettriche rappresenta una delle principali sfide dell'Urban Forestry canadese. Nei quartieri più datati le reti sono spesso aeree e interferiscono con lo sviluppo delle chiome, mentre nelle aree di più recente costruzione le linee interrato possono entrare in conflitto con gli apparati radicali.³⁰

Le utility e le municipalità pubblicano generalmente linee guida relative alle specie compatibili con le reti elettriche e pianificano programmi pluriennali di ispezione e potatura. La scelta delle specie tiene conto dell'altezza e delle dimensioni della chioma a maturità, della distanza dalle linee, delle caratteristiche del terreno e delle esigenze future di manutenzione.

Un ruolo crescente è svolto dai corridoi elettrici, ovvero le fasce di rispetto attraversate dalle linee di trasmissione ad alta tensione. Poiché in tali aree non è possibile favorire la crescita di alberi di grandi dimensioni, i corridoi vengono progressivamente valorizzati come infrastrutture verdi multifunzionali, attraverso prati naturali, habitat per impollinatori, percorsi ciclopeditoni e parchi lineari.

Tra gli esempi più significativi figura The Meadoway di Toronto,³¹ un corridoio di circa sedici chilometri in fase di trasformazione in infrastruttura naturale e ricreativa. Progetti analoghi sono stati sviluppati anche a Calgary, Winnipeg, Montréal, Guelph e Ottawa.

L'aumento della frequenza e dell'intensità degli eventi climatici estremi ha inoltre reso la gestione delle emergenze una componente strutturale della pianificazione delle foreste urbane. Tempeste di ghiaccio, venti estremi, incendi, alluvioni e ondate di calore possono danneggiare migliaia di alberi e compromettere la viabilità, le reti elettriche e gli edifici.

Eventi quali la tempesta di ghiaccio del 1998, il Derecho che ha colpito l'Ontario nel 2022, l'uragano Juan e i grandi incendi verificatisi nelle province occidentali hanno evidenziato la necessità di integrare la resilienza climatica negli Urban Forest Management Plans.

Le municipalità adottano un approccio preventivo basato sull'aggiornamento degli inventari, sulla mappatura delle aree vulnerabili, sulla valutazione del rischio, sulla manutenzione programmata e sul controllo degli alberi situati in prossimità delle infrastrutture critiche. In caso di emergenza vengono attivati protocolli coordinati con utility, servizi di emergenza e imprese specializzate.

Dopo l'evento, le attività comprendono la messa in sicurezza delle aree, la rimozione degli alberi pericolosi, il ripristino della viabilità, l'aggiornamento degli inventari e la pianificazione delle nuove piantumazioni.³²

L'integrazione tra dati meteorologici, informazioni sulle specie, inventari arborei e cartografia delle infrastrutture può essere utilizzata per sviluppare mappe di vulnerabilità e definire le priorità di

³⁰Bardekjian, A. C., & Puric-Mladenovic, D. (2025). Hydro Lines and Corridors. In *Growing Green Cities: A Practical Guide to Urban Forestry in Canada*. Tree Canada. <https://treecanada.ca/urban-forestry-guide/hydro-lines-and-corridors>

³¹Toronto and Region Conservation Authority (TRCA). The Meadoway. <https://themeadoway.ca/>

³²Bardekjian, A. C., & Puric-Mladenovic, D. (2025). Urban Forest Management Planning. In *Growing Green Cities: A Practical Guide to Urban Forestry in Canada*. Tree Canada. <https://treecanada.ca/urban-forestry-guide/urban-forest-management-planning>

ispezione. Questo ambito presenta quindi opportunità per le imprese specializzate nel monitoraggio ambientale, nell'analisi predittiva e nella gestione digitale del rischio.

1.2 La forestazione di precisione

La Precision Forestry rappresenta uno dei segmenti più innovativi della trasformazione digitale del settore forestale canadese. Analogamente all'agricoltura di precisione, questo approccio utilizza dati geospaziali ad alta risoluzione, sistemi di osservazione della Terra, sensori, piattaforme digitali e strumenti di analisi avanzata per migliorare la conoscenza delle risorse forestali e supportare decisioni più accurate lungo l'intero ciclo di gestione.

Le tecnologie maggiormente utilizzate comprendono Geographic Information Systems, immagini satellitari, fotografie aeree, droni, sistemi LiDAR terrestri e aerotrasportati, GPS, Internet of Things, intelligenza artificiale e machine learning. L'integrazione di queste tecnologie consente di sviluppare inventari forestali più dettagliati, monitorare la crescita e lo stato di salute dei boschi, individuare perturbazioni naturali, pianificare le operazioni di raccolta, ottimizzare la viabilità forestale e valutare parametri quali biomassa, volume legnoso, qualità della fibra, biodiversità e stock di carbonio.³³

Il Canada costituisce un contesto particolarmente favorevole allo sviluppo di tali soluzioni, sia per l'estensione del proprio patrimonio forestale sia per la complessità delle attività di monitoraggio. Secondo il rapporto federale *The State of Canada's Forests 2025*, pubblicato nel febbraio 2026, il Paese dispone di circa 369 milioni di ettari di foreste, equivalenti a quasi il 9% della superficie forestale mondiale e a circa il 24% della foresta boreale globale.³⁴ Oltre il 90% del patrimonio forestale è di proprietà pubblica, mentre circa il 90% è amministrato direttamente dalle province e dai territori.³⁵

Overview of forest land ownership in Canada

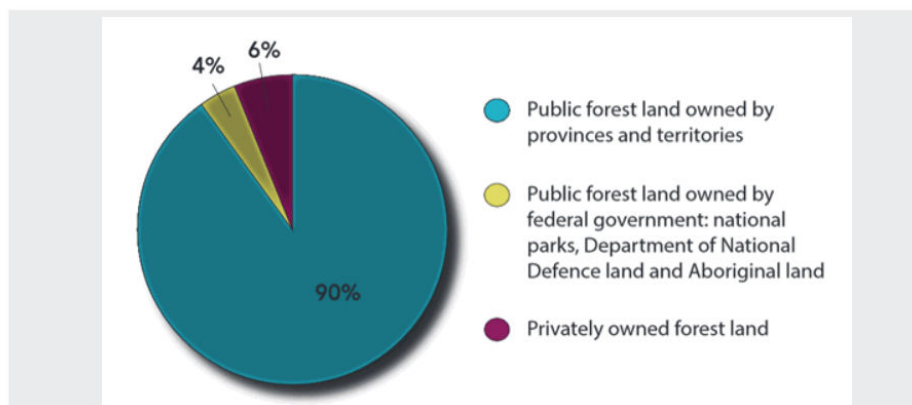


Figura 1. Panoramica della proprietà delle terre forestali in Canada. Fonte: Natural Resources Canada.

La vastità del territorio e la presenza di aree remote rendono particolarmente onerosa la raccolta tradizionale delle informazioni. Gli inventari basati esclusivamente su rilievi a terra e interpretazione manuale delle fotografie aeree richiedono infatti tempi lunghi, personale specializzato e importanti risorse finanziarie. Per questo motivo il Canada ha sviluppato un

³³Natural Resources Canada (Canadian Forest Service). (2026). *The State of Canada's Forests: Annual Report 2025*. Ottawa: Government of Canada. Pubblicato il 5 febbraio 2026. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/state-canada-forests>

³⁴Ibidem

³⁵Natural Resources Canada (2025). *Forest Land Ownership*. Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/forest-land-ownership>

ecosistema avanzato di inventari forestali digitali, osservazione satellitare e modellazione geospaziale.³⁶

Il Canadian Forest Service svolge un ruolo centrale nella ricerca e nello sviluppo di strumenti per l'inventario. La National Forest Inventory è realizzata attraverso una collaborazione tra governo federale, province e territori: le amministrazioni provinciali e territoriali raccolgono dati relativi, tra gli altri elementi, all'età degli alberi, al volume del legname, alle specie dominanti e all'uso del suolo, mentre il Canadian Forest Service mantiene la banca dati nazionale e coordina le attività di analisi e rendicontazione.³⁷

La Precision Forestry non costituisce quindi soltanto un ambito tecnologico isolato, ma una componente della pianificazione forestale, della gestione sostenibile delle risorse e della modernizzazione della filiera del legno. Le principali applicazioni riguardano gli inventari forestali avanzati, la mappatura tridimensionale, il monitoraggio delle perturbazioni, la previsione della crescita, la pianificazione delle operazioni, la gestione del rischio e l'ottimizzazione dell'approvvigionamento industriale.³⁸

Secondo alcune analisi commerciali, il Canada sarebbe inoltre uno dei mercati nordamericani a più rapida crescita nell'adozione di tecnologie applicate alla Precision Forestry.³⁹ Il rapporto Canada AI in Precision Forestry & Timber Management Market, pubblicato da Research and Markets sulla base di una ricerca di Ken Research, stima il valore del segmento canadese dell'intelligenza artificiale applicata alla gestione forestale e del legname in circa 1,3 miliardi di USD. Tale valore deve tuttavia essere interpretato con cautela, poiché si riferisce a una categoria di mercato privata relativamente ampia, che include software, monitoraggio remoto, piattaforme decisionali, sistemi di raccolta di precisione e macchinari intelligenti, e non corrisponde a una statistica ufficiale del Governo canadese.

Nonostante questa limitazione, le tendenze individuate risultano coerenti con l'evoluzione osservata nelle fonti istituzionali: maggiore utilizzo di dati LiDAR e satellitari, modernizzazione degli inventari, automazione delle elaborazioni, diffusione delle piattaforme di supporto alle decisioni e crescente attenzione verso il monitoraggio del carbonio, della biodiversità e dei rischi climatici.⁴⁰

1.2.1 Governance, pianificazione forestale e quadro regolatorio

La gestione delle foreste in Canada è principalmente di competenza delle province e dei territori. Questi ultimi sviluppano e applicano le proprie leggi, i regolamenti, i sistemi di concessione e le politiche relative alle risorse forestali. Il Governo federale conserva competenze specifiche sulle terre federali, sul commercio internazionale, sulla tutela delle specie a rischio e sugli obblighi nazionali e internazionali di rendicontazione.⁴¹

Come già indicato, la quasi totalità delle foreste canadesi è di proprietà pubblica. Secondo i dati del Canadian Council of Forest Ministers, il 92 per cento della superficie forestale è pubblica, di cui il 90

³⁶Natural Resources Canada, Canadian Forest Service. Enhanced Forest Inventory Techniques. Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/enhanced-forest-inventory-techniques>

³⁷Natural Resources Canada, Canadian Forest Service. Forest Inventory. Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/forest-inventory>

³⁸Natural Resources Canada, Canadian Forest Service. Enhanced Forest Inventory Techniques. Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/enhanced-forest-inventory-techniques>

³⁹Ken Research (2025). Canada AI in Precision Forestry & Timber Management Market. <https://www.kenresearch.com/canada-ai-in-smart-forestry-and-timber-analytics-market>

⁴⁰Natural Resources Canada, Canadian Forest Service. Enhanced Forest Inventory Techniques. Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/enhanced-forest-inventory-techniques>

⁴¹Natural Resources Canada. Sustainable Forest Management. Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management>

per cento in capo ai governi provinciali e territoriali e il 2 per cento al governo federale; la parte restante appartiene a circa 480.000 proprietari privati. Le province e i territori amministrano la parte più consistente attraverso concessioni, licenze o accordi di approvvigionamento stipulati con le imprese forestali. Questi accordi definiscono i diritti di raccolta, le responsabilità degli operatori, i canoni dovuti e gli obblighi relativi alla rigenerazione e alla protezione degli ecosistemi.⁴²

Prima di avviare operazioni di raccolta su terreni pubblici, le imprese devono predisporre un piano di gestione forestale e ottenere l'approvazione dell'autorità provinciale o territoriale competente. L'autorizzazione al taglio non deriva quindi automaticamente dal possesso di una concessione. Il piano deve descrivere lo stato attuale della foresta, gli obiettivi di lungo periodo, le attività di raccolta e rigenerazione, le misure di protezione dei diversi valori forestali e le condizioni future che si intendono raggiungere.⁴³

Ai piani strategici si affiancano generalmente documenti tattici e operativi dedicati alla costruzione della viabilità forestale, alla programmazione temporale delle attività, alla localizzazione dei blocchi di taglio, alla protezione degli habitat e al monitoraggio della rigenerazione. Le modalità variano tra le diverse giurisdizioni, ma la pianificazione si basa normalmente su dati di inventario, modelli di crescita e resa, informazioni ambientali e consultazioni con comunità locali, popolazioni indigene e altri portatori di interesse.⁴⁴

L'adozione delle tecnologie digitali non costituisce un obbligo federale uniforme. Non risultano infatti norme nazionali che impongano l'integrazione dell'intelligenza artificiale nella pianificazione forestale.⁴⁵ Le tecnologie di Precision Forestry devono essere considerate soprattutto strumenti per migliorare la qualità dei dati, l'efficienza operativa, la sostenibilità e la capacità degli operatori di dimostrare il rispetto degli obblighi previsti dalle singole giurisdizioni.

Il collegamento tra tecnologia e conformità è tuttavia significativo. Inventari più precisi, aggiornamenti tempestivi e sistemi di monitoraggio remoto possono aiutare le imprese e le autorità a verificare le aree effettivamente raccolte, la rigenerazione, la presenza di habitat sensibili, i danni provocati da incendi o parassiti e il rispetto delle condizioni stabilite nei piani.

Per le aziende tecnologiche interessate al mercato canadese è pertanto essenziale comprendere che i potenziali clienti e partner non sono concentrati in un'unica amministrazione nazionale. Il mercato è composto da ministeri provinciali, agenzie territoriali, imprese titolari di concessioni, grandi produttori di legname, società di consulenza forestale, organismi di ricerca e comunità indigene coinvolte nella gestione del territorio.

1.2.2 Inventari forestali digitali e integrazione di fonti multiple

Gli inventari forestali costituiscono la base della gestione sostenibile e della pianificazione industriale. Essi forniscono informazioni sulla composizione delle specie, sull'età, sull'altezza, sulla densità, sulla distribuzione geografica, sulla biomassa, sul volume disponibile e sulle condizioni ecologiche delle foreste.⁴⁶

⁴³Ibidem

⁴⁴Natural Resources Canada, Forest Inventory . Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/forest-inventory>

⁴⁵Natural Resources Canada, Sustainable Forest Management Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management>

⁴⁶Natural Resources Canada, Forest Inventory. Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/forest-inventory>

Le informazioni vengono utilizzate per determinare la disponibilità sostenibile di legname, programmare le attività selvicolturali, analizzare gli habitat, prevedere la crescita delle risorse, stimare il carbonio e valutare gli effetti delle perturbazioni naturali e antropiche.

Il modello canadese integra dati raccolti a differenti scale. Le misurazioni effettuate nelle parcelle di terreno rappresentano il riferimento per la calibrazione e la validazione. A queste si aggiungono fotografie aeree, immagini ottiche e radar, dati satellitari, rilievi LiDAR e inventari storici.⁴⁷

Il Canadian Forest Service ha sviluppato diversi progetti basati su fonti multiple. Nel caso della Multi-source Vegetation Inventory dei Territori del Nord-Ovest, ad esempio, i dati provenienti da parcelle di campo, LiDAR aerotrasportato e satellitare, immagini Landsat e inventari esistenti vengono combinati per produrre una cartografia digitale estesa a territori remoti nei quali un inventario convenzionale completo risulterebbe difficile e costoso.⁴⁸

Le misure di campo, come diametro, altezza e specie, vengono utilizzate per stimare volume totale e commerciabile, biomassa e struttura dei popolamenti. I dati LiDAR descrivono invece la struttura verticale della vegetazione e la morfologia del terreno, mentre le immagini satellitari permettono di estendere le stime su superfici più ampie.

Questo approccio consente di superare la tradizionale separazione tra inventari di campo e osservazione remota. I modelli statistici e gli algoritmi di machine learning vengono utilizzati per trasferire le relazioni osservate nelle parcelle campione all'intero territorio, producendo mappe continue degli attributi forestali.⁴⁹

Le tecniche di Enhanced Forest Inventory mirano inoltre ad aumentare non soltanto la precisione delle stime di volume, ma anche la qualità delle informazioni relative alla fibra. In alcuni progetti canadesi, i dati LiDAR e le immagini ad alta risoluzione vengono utilizzati per prevedere densità del legno, dimensioni delle fibre e altre caratteristiche rilevanti per le cartiere e gli impianti di trasformazione. Ciò permette di collegare l'inventario forestale alla pianificazione della produzione industriale, indirizzando specifiche tipologie di materia prima verso gli stabilimenti più adatti.

L'inventario digitale è quindi sempre meno concepito come una fotografia statica aggiornata ogni diversi anni. La tendenza è verso sistemi dinamici nei quali le informazioni vengono periodicamente integrate con dati su crescita, raccolta, rigenerazione, incendi, infestazioni, danni da vento e cambiamenti d'uso del suolo.⁵⁰

Per le aziende che sviluppano tecnologie forestali, le opportunità riguardano soprattutto l'integrazione di dati eterogenei, l'automazione delle elaborazioni, il controllo della qualità, la visualizzazione delle informazioni e la creazione di interfacce che permettano ai gestori di utilizzare dati tecnicamente complessi senza dover disporre di competenze specialistiche in telerilevamento.

1.2.3 Sistemi geografici, immagini satellitari e telerilevamento

I Geographic Information Systems costituiscono la piattaforma centrale per organizzare, visualizzare e analizzare i dati forestali. Consentono di integrare inventari, confini amministrativi,

⁴⁷Natural Resources Canada. Enhanced Forest Inventory Techniques. Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/enhanced-forest-inventory-techniques>

⁴⁸Natural Resources Canada, Canadian Forest Service. Multi-source Vegetation Inventory (MVI), Northwest Territories. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/enhanced-forest-inventory-techniques>

⁴⁹Natural Resources Canada. Enhanced Forest Inventory Techniques. Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/enhanced-forest-inventory-techniques>

⁵⁰Natural Resources Canada, Forest Inventory <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/forest-inventory>

concessioni, viabilità, idrografia, topografia, habitat, aree protette, incendi, attività di raccolta e informazioni sulla rigenerazione.

Attraverso i GIS, i gestori canadesi possono confrontare scenari differenti, localizzare le operazioni, calcolare distanze e pendenze, individuare vincoli ambientali e collegare le informazioni strategiche alle attività svolte sul campo.

Il telerilevamento consente invece di osservare vaste superfici attraverso sensori installati su satelliti, aeromobili e droni. Natural Resources Canada considera tali tecnologie essenziali per la misurazione e la gestione delle risorse naturali, il monitoraggio dell'uso del suolo, l'analisi degli effetti dei cambiamenti climatici e la risposta ai rischi naturali.⁵¹

Il Canadian Forest Service utilizza dati satellitari e aerotrasportati per classificare la copertura forestale, monitorare la struttura, la biomassa e la salute dei boschi e individuare cambiamenti provocati da raccolta, incendi, insetti, malattie o trasformazioni permanenti del territorio. Le tecnologie radar presentano un interesse particolare nel contesto canadese perché possono acquisire dati durante il giorno e la notte e attraversare nuvole, fumo e foschia.

Le immagini ottiche multispettrali permettono di analizzare le caratteristiche della vegetazione mediante differenti bande dello spettro elettromagnetico. Attraverso indici vegetazionali e modelli di classificazione è possibile valutare il vigore della copertura, individuare variazioni nella fenologia, riconoscere aree danneggiate e monitorare la rigenerazione.

Le immagini satellitari risultano particolarmente utili nei territori vasti e difficilmente accessibili. Il Québec è stato tra le prime province a integrare in modo significativo le immagini satellitari nei propri processi di inventario, considerandole relativamente economiche e adatte all'automazione e al monitoraggio delle regioni settentrionali.⁵²

Le serie storiche Landsat e i dati Sentinel permettono inoltre di ricostruire l'evoluzione della copertura forestale e di individuare rapidamente le aree interessate da incendi, infestazioni, danni da vento e interventi selvicolturali. Nel Québec, tali immagini vengono utilizzate insieme alle fotografie aeree e ai rilievi LiDAR per produrre e aggiornare la cartografia ecoforestale.⁵³

La Precision Forestry si basa quindi non su una singola tecnologia, ma sulla combinazione di diverse fonti, ognuna delle quali presenta specifici vantaggi. Le immagini satellitari garantiscono copertura frequente e su larga scala, le fotografie aeree offrono una risoluzione più elevata, il LiDAR descrive la struttura tridimensionale e i rilievi di campo forniscono le misure necessarie alla calibrazione.

La capacità di integrare questi livelli informativi e tradurli in indicatori utilizzabili rappresenta uno dei principali fattori competitivi per le aziende tecnologiche che intendono operare nel settore.

1.2.4 LiDAR e modellazione tridimensionale delle foreste

Il LiDAR è una delle tecnologie più importanti nella modernizzazione degli inventari forestali canadesi. Il sistema misura il tempo impiegato da un impulso laser per raggiungere un oggetto e

⁵¹Natural Resources Canada, Forest Inventory . Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/forest-inventory>

⁵²Gouvernement du Québec, Technologies d'inventaire des forêts. <https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/forets/recherche-connaissances/inventaire-forestier/technologies-utilisees>

⁵³Ibidem

ritornare al sensore, producendo nuvole di punti tridimensionali che descrivono la superficie del terreno e la struttura della vegetazione.⁵⁴

I sistemi aerotrasportati possono acquisire centinaia di migliaia di impulsi al secondo e coprire vaste aree forestali. I dati raccolti consentono di stimare altezza degli alberi, densità della chioma, volume, area basimetrica, biomassa e caratteristiche della struttura verticale.

Il Canadian Forest Service e i suoi partner hanno assunto un ruolo di leadership nello sviluppo di applicazioni LiDAR per l'inventario. Progetti realizzati in Newfoundland and Labrador, Québec, Ontario e Alberta utilizzano il LiDAR per rispondere a esigenze operative e strategiche e migliorare le informazioni sulla quantità e sulla qualità delle risorse disponibili.⁵⁵

L'approccio maggiormente consolidato è quello area-based, nel quale i dati LiDAR vengono correlati con le misurazioni effettuate nelle parcelle di campo. Le relazioni statistiche ottenute sono successivamente utilizzate per stimare gli attributi forestali su celle o unità territoriali più ampie. L'individuazione e la misurazione automatizzata dei singoli alberi è invece ancora in fase di sviluppo, soprattutto nelle foreste dense, stratificate o caratterizzate dalla sovrapposizione delle chiome.

I sistemi terrestri forniscono informazioni ancora più dettagliate. Installati su treppiedi, veicoli o altre piattaforme mobili, producono rappresentazioni tridimensionali con precisione millimetrica o centimetrica. Questi dati possono essere utilizzati per ricostruire l'architettura di singoli alberi o intere parcelle, analizzando tronco, rami e distribuzione della biomassa.

Natural Resources Canada ha sviluppato, ad esempio, il modello L-Architect, che ricostruisce digitalmente la struttura degli alberi utilizzando nuvole di punti terrestri. L'integrazione di questi modelli con il LiDAR aerotrasportato può migliorare la qualità delle informazioni sugli inventari e sostenere una pianificazione più precisa dell'impiego delle risorse.⁵⁶

Le province hanno progressivamente incorporato tali strumenti nei propri programmi. La British Columbia utilizza inventari forestali potenziati dal LiDAR e ha definito differenti livelli di elaborazione, che vanno dall'aggiornamento dell'altezza degli alberi alla modellazione di attributi strutturali come volume e area basimetrica.

L'Ontario ha investito 84,5 milioni di dollari canadesi nella modernizzazione del Forest Resources Inventory attraverso immagini aeree, LiDAR e rilevazioni di campo.⁵⁷ L'inventario potenziato copre una superficie di circa 555.000 km² di foreste e zone umide. Il processo integra dati ottici e LiDAR, modelli del terreno e della chioma, rilievi di validazione e modelli predittivi degli attributi forestali.

Il Québec acquisisce dati LiDAR sul proprio territorio meridionale dal 2015 e aveva raggiunto nel 2022 una copertura di circa 529.000 km², mantenendosi tra le giurisdizioni nordamericane più avanzate nell'impiego di questa tecnologia per l'inventario forestale. Negli anni successivi la provincia ha proseguito l'aggiornamento e la diffusione dei dati geospaziali, rendendo disponibili nuovi prodotti derivati quali modelli digitali del terreno, modelli dell'altezza della canopy, classi di pendenza, curve di livello e altri dataset destinati alla pianificazione forestale e territoriale. Il Rapport annuel de gestion 2024-2025 evidenzia inoltre la pubblicazione del Portrait du couvert

⁵⁴Natural Resources Canada. Enhanced Forest Inventory Techniques. Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/enhanced-forest-inventory-techniques>

⁵⁵Natural Resources Canada. Enhanced Forest Inventory Techniques. Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/enhanced-forest-inventory-techniques>

⁵⁶Natural Resources Canada, Canadian Forest Service. Terrestrial LiDAR and forest monitoring. Government of Canada <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/terrestrial-lidar-forest-monitoring>

⁵⁷Ontario's Forest Resources Inventory. Government of Ontario <https://www.ontario.ca/page/forest-resources-inventory>

forestier du Québec e di ulteriori prodotti LiDAR, confermando il continuo sviluppo dell'infrastruttura geospaziale provinciale.⁵⁸

Questi programmi pubblici generano opportunità per le aziende specializzate nell'elaborazione di nuvole di punti, nella modellazione forestale, nell'automazione delle procedure e nello sviluppo di applicazioni capaci di trasformare grandi volumi di dati LiDAR in informazioni operative.

1.2.5 Droni, sensori e monitoraggio operativo

L'utilizzo dei droni (Unmanned Aerial Vehicles, UAV) è in costante crescita nelle attività forestali che richiedono dati ad alta risoluzione su aree circoscritte. Rispetto ai satelliti e ai rilievi aerotrasportati tradizionali, i droni offrono maggiore flessibilità operativa, consentendo di pianificare i voli in funzione delle condizioni meteorologiche e delle specifiche esigenze di monitoraggio. Essi possono essere equipaggiati con sensori RGB, multispettrali, termici e LiDAR, permettendo di acquisire dati dettagliati per il monitoraggio della rigenerazione forestale, il controllo delle piantagioni, la valutazione dei danni causati da incendi, tempeste e altri eventi estremi, l'individuazione precoce di alberi malati e l'ispezione di aree difficilmente accessibili.⁵⁹

Attraverso tecniche di fotogrammetria digitale, le immagini raccolte vengono elaborate per generare ortomosaici, nuvole di punti tridimensionali, modelli digitali della superficie (DSM), modelli digitali del terreno (DTM) e modelli dell'altezza della vegetazione, dai quali è possibile stimare parametri quali altezza degli alberi, densità della copertura e distribuzione spaziale della vegetazione. Sebbene i droni non sostituiscano completamente i rilievi sul campo o le acquisizioni aerotrasportate su larga scala, rappresentano uno strumento complementare che colma il divario tra le osservazioni locali e il telerilevamento satellitare, migliorando l'efficienza e l'accuratezza degli inventari forestali.⁶⁰

Un'ulteriore evoluzione riguarda l'impiego di sensori distribuiti e dispositivi connessi. Sensori meteorologici, stazioni di monitoraggio, telecamere, ricevitori GPS e dispositivi installati sui macchinari possono generare dati sulle condizioni ambientali e sull'avanzamento delle operazioni.

Nelle aree forestali remote, la connettività rappresenta tuttavia una criticità importante. La limitata copertura delle reti mobili e la disponibilità discontinua di collegamenti ad alta velocità possono rendere difficile la trasmissione in tempo reale di immagini e dataset particolarmente pesanti.⁶¹

Per questo motivo, le soluzioni destinate al mercato canadese devono poter operare anche in modalità offline o con connettività intermittente. L'elaborazione locale, la sincronizzazione differita, la compressione dei dati e l'integrazione con comunicazioni satellitari possono rappresentare elementi decisivi per l'utilizzo operativo.

Rinvio

L'impiego di droni da parte di un'impresa non canadese è soggetto a una disciplina di ammissibilità che precede qualsiasi valutazione commerciale. Si rinvia al paragrafo 5.1.

1.2.6 Intelligenza artificiale e sistemi di supporto alle decisioni

⁵⁸Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF). Rapport annuel de gestion 2022-2023 e Rapport annuel de gestion 2024-2025 chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/energie-ressources-naturelles/publications-adm/rapport-annuel-gestion/RA_annuel_gestion_2024-2025_MRNF.pdf

⁵⁹Natural Resources Canada. Enhanced Forest Inventory Techniques. Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/enhanced-forest-inventory-techniques>

⁶⁰Ibidem

⁶¹National Research Council Canada. Connecting Remote Communities with Smarter Internet Technology (2026). <https://nrc.canada.ca/en/stories/connecting-remote-communities-smarter-internet-technology>

L'aumento della quantità e della varietà dei dati forestali rende sempre più importante l'impiego dell'intelligenza artificiale. Gli algoritmi di machine learning vengono utilizzati per classificare immagini, riconoscere le specie, stimare attributi forestali, individuare anomalie e prevedere l'evoluzione delle risorse.

Nell'analisi delle immagini satellitari e da drone, l'intelligenza artificiale può automatizzare l'identificazione della copertura forestale, distinguere tipologie di vegetazione, riconoscere aree raccolte o incendiate e individuare segni di stress o infestazione.

Nell'inventario, i modelli predittivi permettono di mettere in relazione dati LiDAR, immagini ottiche e misure di campo, producendo stime continue di altezza, volume, biomassa e area basimetrica.⁶²

Nella pianificazione operativa, gli algoritmi possono confrontare diversi scenari di raccolta, viabilità, trasporto e approvvigionamento. Le informazioni relative alla disponibilità delle risorse possono essere integrate con distanze, costi, capacità degli stabilimenti e caratteristiche del legname, contribuendo a migliorare la programmazione della filiera.

Le piattaforme di Decision Support permettono inoltre di integrare obiettivi differenti, come produzione, biodiversità, protezione degli habitat, riduzione del rischio di incendi e mantenimento degli stock di carbonio. Ciò risulta particolarmente importante nel contesto canadese, dove la gestione deve tenere conto di valori economici, ambientali, sociali e culturali.

Tra gli operatori canadesi maggiormente conosciuti figura Remsoft, società del New Brunswick specializzata nello sviluppo di piattaforme di pianificazione e ottimizzazione per il settore forestale.⁶³ Accanto agli operatori nazionali sono presenti fornitori internazionali di software GIS, immagini satellitari, droni, sistemi di posizionamento e macchinari intelligenti.

Il settore sta evolvendo verso il concetto di Smart Forestry, basato sull'integrazione di cloud computing, IoT, intelligenza artificiale, sistemi autonomi e analisi predittive. In prospettiva, i Digital Twin forestali potrebbero consentire di rappresentare digitalmente un territorio, aggiornandolo con dati periodici e simulando scenari di crescita, raccolta, rigenerazione e perturbazione.

L'effettiva diffusione di questi sistemi dipende tuttavia dalla qualità e dalla standardizzazione dei dati. Gli algoritmi devono essere calibrati rispetto alle specie, alle condizioni ecologiche e alle pratiche locali. Un modello sviluppato in una determinata regione non può essere necessariamente trasferito senza adattamenti alle foreste boreali, costiere o temperate di un'altra provincia.

Per le aziende tecnologiche italiane, la capacità di offrire modelli trasparenti, verificabili e adattabili al contesto locale può costituire un vantaggio competitivo, soprattutto nei rapporti con amministrazioni e operatori che devono giustificare tecnicamente le proprie decisioni.

1.2.7 Pianificazione delle operazioni e automazione della raccolta

La Precision Forestry interessa anche le attività di raccolta e trasporto del legname. La pianificazione deve individuare le aree da trattare, definire i percorsi di accesso, stimare i volumi disponibili e coordinare le operazioni con la capacità degli stabilimenti.

I modelli digitali del terreno ottenuti mediante LiDAR permettono di analizzare pendenze, ostacoli, corsi d'acqua e caratteristiche morfologiche. Queste informazioni possono supportare la

⁶²Natural Resources Canada. Enhanced Forest Inventory Techniques. Government of Canada. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/enhanced-forest-inventory-techniques>

⁶³Remsoft. Forest Intelligence Solutions. <https://remsoft.com/>

progettazione della viabilità forestale, ridurre i rischi di erosione e individuare i percorsi più efficienti per i macchinari.⁶⁴

I sistemi GPS installati sulle macchine consentono di localizzare le operazioni e registrare i percorsi. Harvester e forwarder moderni possono inoltre acquisire informazioni sul numero di alberi, sulle dimensioni dei tronchi, sugli assortimenti prodotti e sul tempo necessario per le differenti attività.

La connessione tra macchinari, piattaforme di gestione e sistemi industriali permette di aggiornare le previsioni di approvvigionamento e coordinare raccolta, trasporto e trasformazione. In questo modo, l'informazione passa progressivamente da una gestione basata su stime aggregate a una conoscenza più dettagliata del materiale disponibile e delle operazioni svolte.

L'automazione assume particolare importanza in Canada a causa delle distanze, delle difficoltà di accesso e della carenza di manodopera specializzata in alcune regioni. L'utilizzo di macchine assistite, sistemi di guida, sensori e strumenti di monitoraggio può migliorare la sicurezza e ridurre le inefficienze.

L'introduzione di sistemi completamente autonomi rimane tuttavia complessa, a causa dell'irregolarità del terreno, delle condizioni meteorologiche, della presenza di ostacoli e della necessità di adattare le operazioni a differenti prescrizioni ambientali.

Le opportunità più immediate riguardano quindi l'assistenza digitale agli operatori, l'ottimizzazione dei percorsi, la raccolta automatizzata dei dati, la manutenzione predittiva dei mezzi e l'integrazione delle informazioni provenienti dai macchinari con le piattaforme aziendali.

1.2.8 Monitoraggio di incendi, insetti, malattie e cambiamenti climatici

Gli incendi, gli insetti, le malattie e gli eventi meteorologici estremi costituiscono una delle principali sfide per le foreste canadesi. Le grandi dimensioni del territorio rendono indispensabile l'utilizzo di sistemi di osservazione remota per individuare le aree colpite e aggiornare rapidamente la conoscenza delle risorse.⁶⁵

Le immagini satellitari permettono di monitorare gli incendi, cartografare le superfici bruciate e valutare la severità del danno. I dati radar possono essere acquisiti anche in presenza di fumo e copertura nuvolosa, mentre le immagini ottiche forniscono informazioni dettagliate sulle condizioni della vegetazione prima e dopo l'evento.

Il Canadian Forest Service sviluppa strumenti e progetti dedicati al monitoraggio degli incendi, della deforestazione, della salute forestale e delle infestazioni. Le informazioni confluiscono nei sistemi nazionali di rendicontazione e nei modelli utilizzati per stimare le emissioni e gli assorbimenti di gas a effetto serra.⁶⁶

La National Forest Pest Strategy coordina inoltre le attività federali, provinciali, territoriali e municipali relative ai danni causati da insetti e malattie. La gestione operativa rimane prevalentemente di competenza delle province e dei territori, che amministrano la maggior parte delle foreste commerciali.⁶⁷

⁶⁴Natural Resources Canada, Canadian Forest Service. Government of Canada. Forest Management Planning. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/forest-management-planning>

⁶⁵Natural Resources Canada, Canadian Forest Service. Government of Canada. How Does Disturbance Shape Canada's Forests? (State of Canada's Forests, 2025). <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/state-canada-forests/disturbance-canadas-forests>

⁶⁶Natural Resources Canada, Canadian Forest Service. Government of Canada. Forest Inventory. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management>

⁶⁷Natural Resources Canada. Government of Canada. National Forest Pest Strategy. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/insects-disturbances/national-forest-pest-strategy>

L'intelligenza artificiale può contribuire all'identificazione precoce delle anomalie, analizzando variazioni spettrali, cambiamenti nella chioma e modelli di diffusione. L'efficacia dipende però dalla disponibilità di dati di addestramento affidabili e dalla capacità di distinguere i sintomi delle infestazioni da stress idrico, danni climatici o normali variazioni stagionali.

Le tecnologie di Precision Forestry possono inoltre supportare la gestione preventiva degli incendi attraverso l'analisi della struttura della vegetazione, della biomassa combustibile, della topografia e delle condizioni climatiche. I dati LiDAR sono particolarmente utili per descrivere la distribuzione verticale dei combustibili e individuare aree nelle quali la vegetazione può favorire il passaggio del fuoco dalla superficie alla chioma.

In questo ambito, le aziende tecnologiche possono offrire soluzioni per la mappatura della vulnerabilità, la previsione del rischio, il monitoraggio post-evento e la definizione delle priorità di ripristino.

1.2.9 Carbonio, biodiversità e servizi ecosistemici

La gestione forestale canadese non riguarda esclusivamente la produzione di legname. I piani devono considerare anche biodiversità, habitat, qualità dell'acqua, valori culturali, ricreazione e capacità delle foreste di assorbire e immagazzinare carbonio.

La Precision Forestry permette di misurare e monitorare tali valori su scale territoriali più dettagliate. I dati relativi ad altezza, densità, biomassa e struttura possono essere utilizzati per stimare gli stock di carbonio e analizzare la loro evoluzione in seguito a crescita, raccolta o perturbazioni.

Il National Forest Carbon Monitoring, Accounting and Reporting System utilizza inventari, osservazioni satellitari e modelli per stimare le emissioni e gli assorbimenti delle foreste. Gli inventari multisorgente sviluppati nelle regioni remote possono contribuire a migliorare la qualità delle informazioni utilizzate nel sistema.⁶⁸

I dati geospaziali supportano anche la conservazione della biodiversità. Il LiDAR può descrivere complessità strutturale, copertura, aperture della chioma e caratteristiche degli habitat. Le immagini satellitari permettono di monitorare la frammentazione, i cambiamenti della copertura e le perturbazioni.

La guida federale per l'acquisizione di dati LiDAR riconosce applicazioni relative non soltanto alla stima di altezza, volume e biomassa, ma anche alla caratterizzazione degli habitat ripariali, alla diversità strutturale, alle condizioni post-disturbo e alla previsione della crescita e della produttività.

La crescente attenzione verso il carbonio forestale, le soluzioni climatiche basate sulla natura e la rendicontazione ambientale potrebbe ampliare la domanda di piattaforme capaci di integrare gli obiettivi produttivi con indicatori ecologici.⁶⁹

Per le aziende tecnologiche, questo significa che la proposta di valore non dovrebbe limitarsi all'aumento della produttività. La capacità di dimostrare benefici in termini di sostenibilità, conformità, conservazione e trasparenza può diventare altrettanto importante.

1.2.10 Principali criticità e barriere all'adozione

⁶⁸Natural Resources Canada, Canadian Forest Service. Government of Canada. Canada's Forest Carbon Reporting System (NFCMARS). <https://prod-natural-resources.azure.cloud.nrcan-rncan.gc.ca/climate-change/forest-carbon/canada-s-forest-carbon-reporting-system>

⁶⁹Natural Resources Canada & Public Safety Canada (2022). Government of Canada. Federal Airborne LiDAR Data Acquisition Guideline (Version 3.1). <https://publications.gc.ca/site/eng/9.919745/publication.html>

Nonostante le prospettive favorevoli, l'adozione delle tecnologie di Precision Forestry incontra alcune criticità. La prima riguarda i costi iniziali di acquisizione dei dati e delle infrastrutture. Rilievi LiDAR, droni professionali, software specialistici e piattaforme di elaborazione possono richiedere investimenti significativi.⁷⁰

Le grandi imprese e le amministrazioni provinciali dispongono generalmente di maggiori capacità finanziarie e tecniche, mentre gli operatori di piccole e medie dimensioni possono incontrare maggiori difficoltà. Per questi soggetti risultano particolarmente interessanti soluzioni modulari, servizi in abbonamento e modelli che consentano di utilizzare dati pubblici o acquisizioni condivise.

La seconda criticità riguarda la connettività nelle aree remote. Le applicazioni basate esclusivamente sul cloud e sulla trasmissione in tempo reale possono risultare poco adatte alle condizioni operative di numerose regioni forestali. È quindi importante sviluppare sistemi capaci di funzionare offline, memorizzare localmente le informazioni e sincronizzarle quando la connessione diventa disponibile.

Un terzo limite è rappresentato dalla carenza di competenze specialistiche. L'uso di dati LiDAR, immagini multispettrali e modelli di intelligenza artificiale richiede personale con conoscenze forestali, geospaziali e informatiche. La capacità di semplificare le interfacce e automatizzare i processi può ridurre questa barriera, ma non elimina la necessità di validazione professionale.

Un'ulteriore difficoltà riguarda l'interoperabilità. Le amministrazioni e le imprese utilizzano sistemi, formati e procedure differenti. Le nuove piattaforme devono potersi integrare con GIS esistenti, database forestali, sistemi di pianificazione e software installati sui macchinari.

La qualità dei dati rimane infine un elemento determinante. Inventari realizzati in periodi differenti, dati mancanti e metodologie non omogenee possono influenzare l'affidabilità dei risultati. Le soluzioni tecnologiche devono pertanto includere procedure di controllo, tracciabilità e indicazione dell'incertezza.

2. Distribuzione territoriale e concentrazione della domanda

In Canada gli ecosistemi dell'Urban Forestry e della Precision Forestry presentano una struttura fortemente decentralizzata. La gestione delle foreste urbane è affidata principalmente alle municipalità, mentre quella delle foreste produttive ricade prevalentemente sotto la responsabilità delle province e dei territori, che amministrano la maggior parte delle Crown Lands e sviluppano inventari forestali, programmi di monitoraggio e politiche di gestione sostenibile. Non esiste pertanto un'autorità nazionale unica; le competenze sono distribuite tra amministrazioni locali, governi provinciali, utility, università, centri di ricerca e imprese specializzate.

Dal punto di vista della Precision Forestry, il Canada presenta quattro principali poli di eccellenza, British Columbia, Québec, Ontario e Alberta, che concentrano la maggior parte dell'industria forestale, degli investimenti pubblici negli inventari forestali, delle infrastrutture geospaziali e delle attività di ricerca e innovazione. Le tecnologie maggiormente impiegate comprendono LiDAR, immagini satellitari, GIS, droni, sensoristica, intelligenza artificiale e piattaforme di pianificazione forestale.

2.1 Québec

⁷⁰Natural Resources Canada, Canadian Forest Service. Government of Canada. Forest Inventory: Multiple Data Sources. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/forest-inventory-multiple-data-sources>

Nel Québec la gestione dell'Urban Forestry è affidata alle municipalità, che definiscono autonomamente regolamenti, permessi di abbattimento e piani di gestione.

La provincia si distingue per la forte tutela normativa del patrimonio arboreo attraverso i règlements d'abattage, mentre Montréal rappresenta il principale modello provinciale grazie alle politiche di incremento della copertura arborea, alla gestione dell'Emerald Ash Borer, agli inventari arborei e all'integrazione della foresta urbana nelle strategie di resilienza climatica, biodiversità, gestione delle acque meteoriche e riduzione delle isole di calore.

Il Québec costituisce inoltre uno dei principali poli canadesi della Precision Forestry, grazie alle consolidate competenze nella geomatica, nell'inventario ecoforestale e nell'elaborazione di dati LiDAR. Attraverso il portale Forêt ouverte e i sistemi Open Data, la provincia rende disponibili cartografie e dati relativi alla composizione dei popolamenti, altezza, densità, volume commerciabile, qualità del legno, stazioni forestali e perturbazioni naturali e antropiche. L'ecosistema provinciale beneficia della presenza di centri di ricerca, imprese specializzate e di un forte utilizzo delle tecnologie geospaziali per la pianificazione forestale.

Nel complesso, il Québec si conferma uno dei principali poli canadesi per l'integrazione tra Urban Forestry e Precision Forestry. I suoi punti di forza risiedono nella combinazione tra una governance urbana orientata alla tutela del patrimonio arboreo e all'adattamento climatico, un avanzato sistema di inventari ecoforestali e una consolidata leadership nelle tecnologie geospaziali applicate alla gestione forestale.

L'ecosistema è sostenuto da una rete di università, centri di ricerca e imprese specializzate, tra cui FPInnovations, Université Laval, Université du Québec à Montréal (UQAM), Université de Sherbrooke, Centre de géomatique du Québec (CGQ), Domtar (ex Paper Excellence Group) ed Ecce Terra, che contribuiscono allo sviluppo di soluzioni nei settori della geomatica, del LiDAR, del GIS, del telerilevamento e della pianificazione forestale digitale. Grazie a queste competenze, il Québec rappresenta uno dei principali hub canadesi per l'innovazione applicata sia alla gestione sostenibile delle foreste produttive sia alla valorizzazione del patrimonio arboreo urbano.

2.2 Ontario

L'Ontario rappresenta l'ecosistema canadese più sviluppato nel settore dell'Urban Forestry. Le principali città, tra cui Toronto, Ottawa, Mississauga, Hamilton, London, Waterloo, Kitchener, Guelph, Markham e Oakville, dispongono di strutture dedicate alla gestione del patrimonio arboreo, responsabili degli inventari digitali, della manutenzione, del controllo delle specie invasive, della pianificazione delle nuove piantumazioni e della tutela degli alberi durante gli interventi edilizi. La provincia costituisce inoltre un punto di riferimento nazionale nello sviluppo di sistemi di asset management, GIS, LiDAR, telerilevamento e piattaforme digitali applicate alla gestione della foresta urbana, sostenuta dall'attività dell'Ontario Urban Forest Council (OUFC) e dell'Ontario Professional Foresters Association (OPFA).

Anche nel settore della Precision Forestry l'Ontario riveste un ruolo di primo piano. La provincia ha modernizzato il Forest Resources Inventory (FRI) attraverso importanti investimenti in rilievi LiDAR, immagini ottiche e campagne di rilevamento sul campo. Il FRI costituisce la base della pianificazione delle unità forestali ed è aggiornato periodicamente per monitorare la crescita dei popolamenti, la rigenerazione, le attività di raccolta e gli effetti di incendi, insetti, malattie e altri disturbi naturali. Grazie all'importanza della filiera del legno, della carta e delle foreste miste (mixed-wood forestry), l'Ontario rappresenta uno dei principali mercati canadesi per le tecnologie di monitoraggio, modellazione e gestione digitale delle risorse forestali.

Nel complesso, l'Ontario si conferma un importante hub canadese per l'innovazione nella gestione digitale del patrimonio arboreo urbano e nella Precision Forestry. I suoi punti di forza risiedono nell'integrazione tra pianificazione forestale, inventari digitali, tecnologie geospaziali e gestione degli asset verdi, supportata da una solida rete di amministrazioni pubbliche, università, centri di ricerca e imprese specializzate. Tra gli attori di eccellenza figurano l'Ontario Ministry of Natural Resources, responsabile del Forest Resources Inventory, l'Ontario Forest Research Institute (OFRI), il Canadian Wood Fibre Centre, Centre for Northern Forest Ecosystem Research, l'University of Toronto (Faculty of Forestry), la Lakehead University, la University of Waterloo e il Centre for Mapping and Earth Observation (Natural Resources Canada), oltre a società come Esri Canada e numerose imprese attive nei settori GIS, LiDAR, telerilevamento e pianificazione forestale. Grazie a questo ecosistema, l'Ontario rappresenta uno dei principali poli nordamericani per lo sviluppo e l'applicazione di tecnologie digitali dedicate sia alla gestione delle foreste produttive sia alla pianificazione e valorizzazione delle foreste urbane.

2.3 British Columbia

La British Columbia rappresenta probabilmente l'ecosistema canadese più avanzato nell'integrazione tra Urban Forestry e Precision Forestry. Sul fronte urbano, la gestione è affidata alle municipalità, sostenute da politiche provinciali orientate all'adattamento climatico, alla conservazione della biodiversità e alla pianificazione sostenibile. Vancouver costituisce uno dei principali modelli nordamericani grazie alla Urban Forest Strategy 2025, mentre Surrey, Maple Ridge, Coquitlam, Victoria e Kelowna hanno sviluppato strategie di lungo periodo finalizzate all'espansione della copertura arborea, alla tutela degli alberi maturi e al rafforzamento della resilienza climatica. La presenza della University of British Columbia (UBC), sede del primo Bachelor of Urban Forestry del Canada, contribuisce inoltre alla formazione di professionisti altamente specializzati e al trasferimento delle conoscenze verso le amministrazioni pubbliche.

La British Columbia rappresenta anche il principale polo canadese della Precision Forestry. L'industria forestale provinciale, leader nazionale nella produzione di legname di conifera, utilizza estensivamente tecnologie LiDAR, GIS, immagini satellitari, droni e sistemi digitali di pianificazione per la gestione di territori montani complessi. Il governo provinciale mette a disposizione inventari forestali avanzati e prodotti geospaziali, mentre i nuovi Forest Landscape Plans favoriscono un approccio integrato alla pianificazione del territorio, rafforzando la collaborazione con le First Nations, le amministrazioni locali e gli altri portatori di interesse.

Nel complesso, la British Columbia si conferma il principale polo canadese per l'innovazione nella gestione sostenibile delle foreste urbane e produttive. I suoi punti di forza risiedono nell'integrazione tra pianificazione territoriale, tecnologie geospaziali, gestione forestale adattativa e ricerca applicata. L'ecosistema provinciale è sostenuto da una rete di università, centri di ricerca, enti pubblici e imprese specializzate, tra cui la University of British Columbia, il Centre for Advanced Wood Processing (CAWP), il BC Ministry of Forests, il BC Wildfire Service, il Pacific Forestry Centre di Natural Resources Canada, oltre a numerose società attive nei settori del LiDAR, del GIS, del telerilevamento e della pianificazione forestale. Grazie a questa concentrazione di competenze, la British Columbia rappresenta uno dei principali laboratori internazionali per lo sviluppo di soluzioni digitali dedicate alla gestione delle foreste, al monitoraggio ambientale, alla resilienza climatica, alla prevenzione degli incendi boschivi e alla valorizzazione del patrimonio arboreo urbano.

2.4 Alberta

In Alberta la gestione delle foreste urbane è demandata principalmente alle amministrazioni comunali, mentre il governo provinciale interviene nelle politiche forestali generali, nella tutela ambientale, nella prevenzione degli incendi e nell'adattamento ai cambiamenti climatici. Edmonton dispone di uno degli Urban Forest Management Plan più avanzati del Canada, mentre Calgary integra la gestione della foresta urbana nella pianificazione territoriale e nelle strategie di resilienza climatica.⁷¹ Le principali priorità riguardano l'incremento della copertura arborea, la prevenzione dei parassiti, la riduzione del rischio di incendi nelle aree di interfaccia urbano-forestale (Wildland-Urban Interface), la conservazione della biodiversità e il coinvolgimento della popolazione.

Dal punto di vista della Precision Forestry, l'Alberta applica tecnologie di inventario digitale, telerilevamento e osservazione remota alle vaste foreste boreali della provincia. La presenza di grandi concessioni forestali e di estese aree remote rende particolarmente rilevanti le soluzioni dedicate alla modellazione delle risorse, al monitoraggio degli incendi, alla gestione delle concessioni, alla pianificazione operativa e al supporto decisionale basato su dati geospaziali.

Nel complesso, l'Alberta si distingue per l'integrazione tra gestione delle foreste boreali, monitoraggio ambientale e tecnologie digitali applicate alla resilienza degli ecosistemi forestali. Sul fronte dell'Urban Forestry, la provincia è riconosciuta soprattutto per l'approccio adottato da Edmonton e Calgary, che considerano la foresta urbana una componente strategica delle infrastrutture verdi e delle politiche di adattamento climatico. Nell'ambito della Precision Forestry, i principali punti di forza riguardano il monitoraggio delle foreste boreali, la gestione del rischio di incendi, l'utilizzo di dati satellitari, LiDAR, GIS e modelli previsionali per la pianificazione delle risorse forestali.

L'ecosistema è sostenuto da una rete di enti pubblici, università, centri di ricerca e imprese specializzate, tra cui l'Alberta Ministry of Forestry and Parks, l'Alberta Biodiversity Monitoring Institute (ABMI), l'University of Alberta, il Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre di Edmonton e numerose aziende attive nei settori del telerilevamento, della geomatica e delle tecnologie geospaziali. Grazie a queste competenze, l'Alberta rappresenta uno dei principali poli canadesi per lo sviluppo di soluzioni digitali dedicate alla gestione delle foreste boreali, alla prevenzione degli incendi, al monitoraggio ambientale e alla pianificazione sostenibile delle risorse forestali.

2.5 Altre province e territori

Anche altre regioni canadesi presentano ecosistemi specializzati nell'Urban Forestry e nella Precision Forestry, sebbene di dimensioni più contenute rispetto ai principali poli rappresentati da British Columbia, Québec, Ontario e Alberta.

Il New Brunswick, l'economia canadese maggiormente dipendente dal settore forestale, rappresenta uno dei principali centri nazionali per lo sviluppo di software dedicati alla pianificazione forestale, all'ottimizzazione delle risorse e al supporto decisionale. La provincia ospita aziende leader come Remsoft, specializzata in sistemi di pianificazione e modellazione forestale utilizzati a livello internazionale, e presenta un'ampia diffusione di tecnologie di Precision Forestry nelle foreste pubbliche e private. Sul fronte dell'Urban Forestry, città come Fredericton, Moncton e Saint John⁷² hanno sviluppato programmi di gestione del patrimonio arboreo orientati all'espansione della copertura forestale urbana, alla resilienza climatica e al coinvolgimento della comunità.

⁷¹City of Calgary. Urban Forest Strategic Plan (aggiornamento 2026). https://engage.calgary.ca/UrbanForestPlan?utm_source

⁷²Bardekjian, A., & Puric-Mladenovic, D. (2025). Urban Forest Management Planning. In Growing Green Cities: A Practical Guide to Urban Forestry in Canada. Tree Canada. <https://treecanada.ca/urban-forestry-guide/urban-forest-management-planning/>

In Nova Scotia, la gestione delle foreste urbane è sviluppata soprattutto a livello municipale. La Halifax Regional Municipality dispone di un Urban Forest Management Plan che considera gli alberi un'infrastruttura essenziale per aumentare la resilienza climatica, ridurre le isole di calore, migliorare la gestione delle acque meteoriche, proteggere la biodiversità e rafforzare il coinvolgimento delle comunità. Nel settore forestale provinciale, la Nova Scotia utilizza sistemi GIS, inventari digitali, fotografie aeree, immagini satellitari e dati raccolti sul campo per monitorare le risorse, analizzare gli habitat e sostenere la pianificazione forestale ed ecologica.⁷³

Newfoundland and Labrador partecipa a progetti di ricerca dedicati all'integrazione tra dati LiDAR, telerilevamento e qualità della fibra legnosa, con particolare attenzione alle foreste boreali e alle applicazioni della geomatica per la gestione delle risorse naturali.⁷⁴ Le principali città, tra cui St. John's, promuovono programmi di piantumazione e tutela del verde urbano, sebbene su scala inferiore rispetto alle grandi aree metropolitane canadesi.⁷⁵

Nella Saskatchewan la Precision Forestry trova applicazione soprattutto nelle foreste boreali settentrionali, attraverso l'impiego di immagini satellitari, GIS e sistemi di monitoraggio remoto a supporto della pianificazione forestale, della gestione degli incendi e della conservazione degli ecosistemi. Le iniziative di Urban Forestry risultano invece concentrate nei principali centri urbani, come Saskatoon e Regina, con programmi orientati all'aumento della copertura arborea e all'adattamento climatico.⁷⁶

I Territori del Nord-Ovest, lo Yukon e il Nunavut presentano caratteristiche differenti rispetto alle province meridionali. La vastità del territorio, la limitata accessibilità e la predominanza delle foreste boreali e subartiche favoriscono lo sviluppo di inventari multisorgente, basati sull'integrazione di immagini satellitari, LiDAR, dati geospaziali e rilievi di campo. In queste regioni le tecnologie di Precision Forestry assumono un ruolo strategico per il monitoraggio degli effetti dei cambiamenti climatici, degli incendi boschivi, del degrado del permafrost e della dinamica degli ecosistemi forestali, mentre l'Urban Forestry rimane limitata ai principali centri abitati.⁷⁷

Nel complesso, pur presentando dimensioni più contenute rispetto ai principali poli canadesi, queste province e territori contribuiscono alla diversificazione dell'ecosistema nazionale, sviluppando competenze complementari nella pianificazione forestale, nella geomatica, nel monitoraggio ambientale, nella gestione sostenibile delle risorse e nell'adozione di tecnologie digitali applicate sia alle foreste produttive sia al patrimonio arboreo urbano.

Lettura strategica

Per un'impresa che valuta l'ingresso, Ontario, Québec e British Columbia costituiscono il punto di partenza naturale, poiché vi si concentrano operatori, domanda e centri di ricerca. Le altre province vanno trattate come nicchie mirate. La scelta della provincia da cui muovere, e la conseguente lingua di lavoro, costituiscono il primo bivio operativo, trattato nel documento di raccomandazioni e tabella di marcia.

⁷³Government of Nova Scotia. Geographic Information Systems (GIS), Forestry. Department of Natural Resources. <https://novascotia.ca/natr/forestry/GIS/>

⁷⁴Natural Resources Canada. Aerial LiDAR and Forest Inventory Monitoring. Canadian Forest Service, 2025. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/aerial-lidar-forest-inventory-monitoring>

⁷⁵City of St. John's. Urban Forest Management Master Plan. 2006. <https://www.stjohns.ca/media-manager/media-pages/plans-reports-guides-resources/st-johns-urban-forest-management-master-plan/>

⁷⁶Government of Saskatchewan. Forest Resource Inventory Development to Support Forest Industry Expansion. Ministry of Environment, 2022. <https://www.saskatchewan.ca/government/news-and-media/2022/june/02/forest-resource-inventory-development-to-support-forest-industry-expansion>

⁷⁷Natural Resources Canada (NRCan). Forest Inventory: Multiple Data Sources. Canadian Forest Service. <https://natural-resources.canada.ca/forests-forestry/sustainable-forest-management/forest-inventory-multiple-data-sources>

3. Filiera e posizionamento di un fornitore estero

Il mercato canadese dell'Urban Forestry e della Precision Forestry non è costituito esclusivamente da imprese forestali o produttori di macchinari, ma da un ecosistema altamente integrato nel quale governi federali e provinciali, municipalità, enti pubblici, imprese forestali, università, centri di ricerca, sviluppatori di tecnologie digitali, produttori di macchinari, società di consulenza, utility, investitori e organizzazioni ambientali collaborano lungo l'intera catena del valore della gestione sostenibile delle risorse forestali.

A differenza di molti Paesi europei, in Canada la gestione delle foreste rappresenta una responsabilità condivisa tra governi provinciali, amministrazioni municipali, settore privato e comunità indigene. La ricerca scientifica, il trasferimento tecnologico e l'applicazione industriale sono fortemente interconnessi e consentono un rapido sviluppo di nuove tecnologie dedicate al monitoraggio, alla pianificazione e alla gestione sostenibile del patrimonio forestale.

Nel comparto della Precision Forestry il cliente finale non è rappresentato esclusivamente dalle imprese forestali. La domanda proviene infatti da aziende del settore forestale e cartario, municipalità, utility elettriche, società di infrastrutture, enti di conservazione, parchi nazionali e provinciali, società minerarie, operatori ferroviari, compagnie assicurative e amministrazioni pubbliche che utilizzano tecnologie avanzate per migliorare la gestione degli alberi, ridurre i rischi ambientali, pianificare gli interventi e ottimizzare la sostenibilità delle proprie attività.

Come già evidenziato nei capitoli precedenti, la filiera forestale canadese si caratterizza per la stretta integrazione tra tecnologie digitali, sensoristica, sistemi GIS, telerilevamento, immagini satellitari, droni, Intelligenza Artificiale e macchinari forestali intelligenti, che supportano una gestione sempre più efficiente, sostenibile e basata sui dati delle risorse forestali. Molte delle principali soluzioni vengono sviluppate attraverso collaborazioni tra università, centri di ricerca, software house, produttori di attrezzature forestali, enti pubblici e grandi imprese.

Il Canada dispone di una filiera particolarmente sviluppata nei segmenti:

- gestione delle foreste urbane e pianificazione forestale;
- gestione sostenibile delle foreste commerciali;
- sistemi GIS, telerilevamento e cartografia digitale;
- Intelligenza Artificiale applicata alla gestione forestale;
- droni, LiDAR, immagini satellitari e sensoristica ambientale;
- macchinari forestali intelligenti e automazione delle operazioni;
- monitoraggio della biodiversità, salute forestale e cambiamenti climatici;
- gestione del rischio incendi, infestazioni e resilienza climatica;
- software gestionali, piattaforme digitali e servizi di consulenza;
- ricerca collaborativa, trasferimento tecnologico e innovazione forestale.

Nel comparto si distinguono generalmente due categorie di clienti finali. Da un lato vi sono le organizzazioni che gestiscono direttamente il patrimonio forestale, quali imprese forestali, municipalità, utility ed enti pubblici, che adottano tecnologie e servizi per migliorare la pianificazione, il monitoraggio e la gestione operativa. Dall'altro si collocano società di consulenza, system integrator e fornitori di servizi tecnologici che progettano, implementano e integrano tali soluzioni per conto dei clienti.

La supply chain canadese dell'Urban Forestry e della Precision Forestry può essere suddivisa nelle seguenti categorie di operatori.

3.1 Sviluppatori di tecnologie digitali e software per la gestione forestale

Comprende imprese che sviluppano software GIS, piattaforme cloud, sistemi di gestione forestale, applicazioni di telerilevamento, strumenti di pianificazione urbana, digital twin, Intelligenza Artificiale, machine learning, analisi predittiva e piattaforme dedicate al monitoraggio della vegetazione.

Le soluzioni sviluppate consentono la gestione dell'inventario arboreo, il monitoraggio della salute degli alberi, la pianificazione delle attività di manutenzione e la gestione sostenibile delle foreste commerciali e urbane.

3.2 Produttori di hardware, sensoristica e tecnologie abilitanti

Questa categoria comprende produttori di droni, sistemi LiDAR, sensori ambientali, strumenti GPS, apparecchiature per il monitoraggio forestale, immagini satellitari, sistemi IoT, telecamere multispettrali, macchinari forestali intelligenti e tecnologie di automazione.

Queste tecnologie rappresentano il nucleo della Precision Forestry e consentono di raccogliere dati ad alta precisione per la pianificazione e la gestione delle risorse forestali.

3.3 Geomatica, telerilevamento e infrastrutture digitali

La gestione moderna delle foreste canadesi richiede infrastrutture digitali sempre più sofisticate.

In questo segmento operano fornitori di dati satellitari, servizi GIS, piattaforme cloud geospaziali, infrastrutture HPC, servizi di elaborazione dati, modellazione tridimensionale e piattaforme per la gestione integrata delle informazioni territoriali.

Queste infrastrutture permettono di elaborare grandi quantità di dati provenienti da droni, satelliti, sensori e rilievi sul campo.

3.4 Fornitori di soluzioni integrate, integratori di sistemi e consulenza tecnica

Gli integratori rappresentano uno degli anelli più importanti della filiera canadese.

Essi combinano software GIS, sensoristica, piattaforme digitali, tecnologie di monitoraggio, consulenza ambientale e servizi ingegneristici per realizzare soluzioni complete destinate a imprese forestali, municipalità, utility e amministrazioni pubbliche.

Per molte aziende italiane questo segmento costituisce il principale canale di ingresso nel mercato canadese, poiché numerosi progetti vengono sviluppati attraverso società di consulenza e system integrator che selezionano tecnologie provenienti da fornitori specializzati.

3.5 Società di consulenza forestale, ambientale e di pianificazione urbana

Le società di consulenza supportano imprese ed enti pubblici nella pianificazione forestale, nella gestione sostenibile delle risorse naturali, nella resilienza climatica, nella certificazione forestale, nella gestione del rischio incendi, nella biodiversità e nella pianificazione delle foreste urbane.

Oltre a svolgere attività di consulenza, essi partecipano frequentemente alla selezione delle tecnologie, alla progettazione degli interventi e alla gestione dei programmi pubblici.

3.6 Utilizzatori finali, enti pubblici, municipalità e appalti

I principali utilizzatori delle tecnologie e dei servizi dedicati all'Urban Forestry e alla Precision Forestry comprendono le organizzazioni che gestiscono direttamente il patrimonio forestale e arboreo canadese. Tra queste figurano le imprese forestali e cartarie, le municipalità e amministrazioni locali, le utility elettriche, gli enti provinciali e federali responsabili delle foreste, i parchi nazionali e provinciali, le società minerarie, le compagnie ferroviarie, gli operatori infrastrutturali, le società immobiliari, le comunità indigene e le organizzazioni di conservazione ambientale. Tali soggetti rappresentano i principali acquirenti di tecnologie, servizi e soluzioni dedicate alla gestione sostenibile delle foreste produttive e del patrimonio arboreo urbano.

Il settore pubblico svolge un ruolo centrale nello sviluppo dell'ecosistema canadese dell'Urban Forestry e della Precision Forestry. In particolare, le municipalità rappresentano il principale committente nel settore dell'Urban Forestry, essendo responsabili della pianificazione, gestione, manutenzione e sviluppo delle foreste urbane, nonché dell'adozione di strumenti digitali per l'inventario arboreo, il monitoraggio dello stato di salute degli alberi, la gestione del rischio e le strategie di resilienza climatica.

Parallelamente, i Ministeri provinciali delle Foreste, Natural Resources Canada, i parchi nazionali e provinciali, le agenzie ambientali, le utility pubbliche e le organizzazioni di conservazione promuovono programmi di finanziamento, ricerca collaborativa, procurement innovativo e progetti pilota finalizzati allo sviluppo e all'adozione di tecnologie avanzate per la gestione sostenibile delle risorse forestali.

Una parte significativa dei progetti viene realizzata attraverso partenariati pubblico-privati, che coinvolgono università, centri di ricerca, imprese tecnologiche, municipalità, operatori forestali e altri stakeholder della filiera. Questo modello collaborativo favorisce la sperimentazione e la diffusione di soluzioni innovative, accelerando il trasferimento tecnologico e l'adozione di strumenti digitali lungo l'intera filiera forestale canadese.

Nel settore dell'Urban Forestry, il procurement pubblico municipale rappresenta uno dei principali canali di accesso al mercato canadese. La gestione del patrimonio arboreo urbano è infatti responsabilità diretta delle amministrazioni comunali, che, una volta approvati gli Urban Forest Management Plans, definiscono programmi pluriennali di investimento e pubblicano gare d'appalto, Request for Proposal (RFP), accordi quadro e contratti di servizio per la progettazione, il monitoraggio e la manutenzione delle foreste urbane. Le municipalità costituiscono pertanto i principali committenti dell'intero ecosistema canadese dell'Urban Forestry.⁷⁸

A differenza di altri settori, la gestione della foresta urbana viene generalmente affidata attraverso un modello integrato e multidisciplinare. Le amministrazioni selezionano un consulente principale o un team di partner specializzati che coordina le diverse attività lungo l'intero ciclo di vita del patrimonio arboreo. Tra gli operatori maggiormente coinvolti figurano società di consulenza, studi di ingegneria, imprese di arboricoltura, società di geomatica e GIS, operatori specializzati in rilievi mediante droni e tecnologie LiDAR, sviluppatori di software per il Tree Asset Management, aziende attive nella sensoristica e nell'Internet of Things (IoT), nonché università e centri di ricerca impegnati nello sviluppo di metodologie innovative e progetti pilota.⁷⁹

⁷⁸Federation of Canadian Municipalities. Green Municipal Fund. <https://greenmunicipalfund.ca/> ; Tree Canada. (2025). Growing Green Cities: A Practical Guide to Urban Forestry in Canada. Tree Canada. (2025). Growing Green Cities: A Practical Guide to Urban Forestry in Canada. Tree Canada. <https://treecanada.ca/urban-forestry-guide/>

⁷⁹Ibidem

L'assegnazione dei contratti avviene prevalentemente mediante RFP e accordi quadro pluriennali e non si basa esclusivamente sul prezzo. Le municipalità attribuiscono crescente importanza all'esperienza maturata in progetti analoghi, alla qualità tecnica delle soluzioni proposte, alla capacità di integrare strumenti digitali, all'innovazione, alla sostenibilità ambientale e al contributo alle strategie di resilienza climatica. Sempre maggiore rilevanza assumono inoltre l'interoperabilità dei sistemi informativi, la qualità dei dati geospaziali, le piattaforme cloud e l'impiego di strumenti di analisi avanzata basati sull'Intelligenza Artificiale.⁸⁰

Una caratteristica distintiva del mercato canadese è che il procurement riguarda non soltanto nuovi interventi di piantumazione, ma soprattutto la gestione continuativa del patrimonio arboreo. Gli Urban Forest Management Plans prevedono infatti programmi pluriennali di monitoraggio, manutenzione e aggiornamento degli inventari, generando una domanda costante di servizi specialistici e tecnologie innovative. Le principali attività oggetto di affidamento comprendono l'aggiornamento degli inventari arborei, le ispezioni di sicurezza, il monitoraggio fitosanitario, la gestione di parassiti e specie invasive, la manutenzione programmata, la pianificazione delle nuove piantumazioni, l'aggiornamento delle banche dati GIS, i rilievi mediante droni, immagini satellitari e LiDAR e lo sviluppo di piattaforme digitali per la gestione delle foreste urbane.

La crescente digitalizzazione delle amministrazioni pubbliche sta accelerando la domanda di soluzioni integrate che combinano rilievi sul campo, gestione dei dati geospaziali, monitoraggio continuo e sistemi di supporto alle decisioni. L'obiettivo è disporre di informazioni aggiornate e affidabili per pianificare gli investimenti, ottimizzare la manutenzione, valutare i benefici ambientali delle infrastrutture verdi e migliorare la resilienza climatica delle città.⁸¹

Il ruolo delle società di gestione delle reti elettriche

Oltre alle municipalità, anche le utility che gestiscono le reti di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica rappresentano uno dei principali committenti di servizi di Urban Forestry in Canada. La presenza di milioni di alberi in prossimità delle linee elettriche richiede infatti programmi continuativi di gestione della vegetazione finalizzati a garantire la sicurezza delle infrastrutture, ridurre il rischio di interruzioni del servizio e prevenire incendi o danni provocati da eventi meteorologici estremi. Aziende quali Hydro-Québec, Hydro One, BC Hydro, ATCO Electric e altre utility provinciali investono annualmente in programmi di monitoraggio, manutenzione e pianificazione della vegetazione, affidando numerose attività a società di consulenza e imprese specializzate mediante gare pubbliche e contratti pluriennali.

Le attività oggetto di affidamento comprendono il monitoraggio della vegetazione lungo i corridoi elettrici, l'ispezione degli alberi a rischio, la pianificazione delle potature, la gestione delle specie compatibili con le infrastrutture elettriche e il rilievo delle aree interessate da eventi estremi. Negli ultimi anni le utility stanno inoltre accelerando la digitalizzazione di tali attività attraverso l'impiego di GIS, rilievi LiDAR, droni, immagini satellitari, sistemi di monitoraggio geospaziale e piattaforme di Asset Management, con l'obiettivo di migliorare la programmazione degli interventi, ridurre i costi operativi e aumentare la resilienza delle reti elettriche. L'evoluzione verso una gestione sempre più predittiva della vegetazione rappresenta quindi un'interessante opportunità per le imprese che sviluppano soluzioni di Precision Forestry, analisi geospaziale, sensoristica e supporto alle decisioni, ampliando il mercato potenziale oltre quello delle sole amministrazioni comunali.

3.7 Università, centri di ricerca e organismi di innovazione

⁸⁰Ibidem

⁸¹Federation of Canadian Municipalities. Green Municipal Fund. <https://greenmunicipalfund.ca/>

Università, istituti di ricerca e centri di innovazione costituiscono uno dei principali punti di forza dell'ecosistema canadese.

Essi svolgono attività di ricerca applicata, monitoraggio ambientale, sviluppo di nuove tecnologie, trasferimento tecnologico, formazione specialistica e collaborazione con imprese ed enti pubblici.

Le principali attività riguardano la gestione forestale sostenibile, il cambiamento climatico, la biodiversità, il telerilevamento, la robotica forestale, l'Intelligenza Artificiale e le tecnologie geospaziali.

3.8 Capitale di rischio, acceleratori e investitori

Il Canada dispone di un ecosistema in crescita dedicato al finanziamento delle tecnologie forestali, della climatetech e delle soluzioni ambientali.

Fondi di venture capital, acceleratori, incubatori e programmi pubblici sostengono startup attive nei settori della Precision Forestry, delle tecnologie geospaziali, dei droni, dell'Intelligenza Artificiale applicata alle foreste e delle tecnologie per la sostenibilità.

Per molte startup questo segmento rappresenta il principale motore della commercializzazione delle innovazioni sviluppate nei centri di ricerca.

La tabella seguente sintetizza i principali attori della catena del valore dell'Urban Forestry in Canada, evidenziandone il ruolo lungo la filiera e le principali tipologie di servizi, tecnologie e soluzioni richieste per la gestione sostenibile del patrimonio arboreo urbano.

Attore	Ruolo	Principali servizi e acquisti
Municipalità	Pianificazione, finanziamento e gestione del patrimonio arboreo	Piani di gestione della foresta urbana, inventari, manutenzione, monitoraggio, software, consulenza
Società di consulenza	Coordinamento tecnico e progettazione	Sistemi geografici, analisi dati, modellazione, gemelli digitali, studi ambientali
Imprese di arboricoltura	Gestione operativa	Potature, ispezioni, monitoraggio fitosanitario, abbattimenti, piantumazioni
Società di geomatica	Gestione dei dati territoriali	Inventari digitali, sistemi geografici in rete, banche dati georeferenziate
Operatori di rilievo	Acquisizione dati	Droni, LiDAR, fotogrammetria, immagini satellitari
Fornitori di software	Soluzioni digitali	Gestione del patrimonio arboreo, sistemi di supporto alle decisioni, piattaforme in cloud
Università e centri di ricerca	Ricerca applicata e innovazione	Algoritmi, modelli previsionali, progetti pilota

Tabella 1. Principali attori della catena del valore della gestione delle foreste urbane in Canada. Elaborazione su fonti settoriali.

Per un'impresa italiana attiva nelle tecnologie per la Precision Forestry e l'Urban Forestry, il mercato canadese offre opportunità lungo l'intera filiera, dalla gestione delle foreste commerciali alla pianificazione e manutenzione del verde urbano. L'elevato livello di digitalizzazione del settore, la crescente attenzione alla sostenibilità, alla resilienza climatica e alla gestione intelligente delle risorse naturali favoriscono l'adozione di soluzioni innovative basate su sensoristica, GIS, droni, Intelligenza Artificiale, piattaforme software e tecnologie di monitoraggio.

L'ingresso nel mercato risulta generalmente più efficace attraverso collaborazioni con società di consulenza, system integrator, operatori forestali, municipalità, utility ed enti pubblici, che rappresentano i principali utilizzatori e promotori di progetti innovativi. La presenza di un ecosistema consolidato di ricerca, programmi pubblici e partenariati pubblico-privati offre inoltre

alle imprese italiane interessanti opportunità di collaborazione tecnologica, sviluppo commerciale e partecipazione a progetti pilota su scala provinciale e municipale.

Lettura strategica

Il posizionamento dell'impresa nella catena del valore determina interlocutori e cancelli d'accesso più della distinzione fra foresta urbana e foresta produttiva. Un produttore di sensori, un fornitore di software, un operatore di rilievo e una società di formazione affrontano requisiti differenti. L'auto-collocazione nella filiera è il presupposto di ogni raccomandazione operativa.

4. Come è strutturato l'ecosistema

L'ecosistema canadese della Urban Forestry e della Precision Forestry si fonda su una rete articolata di enti pubblici, università, centri di ricerca, associazioni e imprese impegnati nello sviluppo e nell'applicazione di tecnologie per la gestione sostenibile del patrimonio arboreo urbano e delle foreste produttive. La collaborazione tra ricerca, politiche pubbliche, finanziamenti e procurement favorisce la sperimentazione di soluzioni innovative nei campi della geomatica, del telerilevamento, dell'Intelligenza Artificiale, della sensoristica e dell'automazione. Per le imprese italiane, questo sistema offre opportunità di partenariato, partecipazione a progetti pilota e accesso ai programmi di innovazione federali e provinciali.

Lo snodo federale è costituito da Natural Resources Canada e dal Canadian Forest Service, che presidiano la ricerca applicata, l'inventario nazionale e i programmi di monitoraggio, e che per un'impresa estera costituiscono potenziali partner per attività di validazione tecnica. Sul piano della ricerca industriale opera FPInnovations, principale centro canadese di ricerca applicata al settore forestale. L'aggregazione degli operatori della foresta urbana fa capo a Tree Canada e alla rete nazionale che essa coordina, mentre la rappresentanza professionale è esercitata dal Canadian Institute of Forestry e, sul versante industriale, dalla Forest Products Association of Canada. A questi si affiancano le università e i college tecnici, presenti in ogni provincia, che sono al tempo stesso poli di ricerca, partner per installazioni dimostrative e acquirenti di sistemi per uso didattico.

Sul lato dell'offerta il mercato si articola in sviluppatori di software di pianificazione e gestione, società di consulenza forestale e ambientale, operatori di rilievo aereo e terrestre e distributori di tecnologie. L'elenco nominativo e descritto degli operatori, raggruppato per ruolo, è raccolto nell'Allegato A.

Lettura strategica

La scelta dell'interlocutore dipende dalla tipologia dell'impresa e dall'obiettivo: le società di consulenza e gli integratori sono il canale per un accordo commerciale; gli operatori di rilievo sono il cliente tipico per chi fornisce sensori e strumenti di elaborazione; i centri di ricerca e i college sono i partner per progetti dimostrativi cofinanziati. L'individuazione dei nominativi prioritari per la singola azienda è oggetto del documento di raccomandazioni e tabella di marcia.

5. Quadro di accesso al mercato

I requisiti che seguono valgono per qualunque impresa del settore e vanno verificati prima dell'avvio commerciale, poiché incidono su tempi, costi e fattibilità dell'iniziativa.

5.1 Operazioni con aeromobili a pilotaggio remoto

L'impiego di droni per il rilievo forestale e arboricolo è disciplinato dalla Parte IX del Canadian Aviation Regulations, di competenza di Transport Canada. L'amministrazione considera pilota

straniero chiunque non sia cittadino canadese, residente permanente o società costituita secondo la legge federale o provinciale. Il pilota straniero che operi in Canada un drone di peso pari o superiore a 250 grammi deve conseguire un certificato di pilota canadese, indipendentemente dalle abilitazioni possedute nel proprio Paese; le abilitazioni estere non sono riconosciute né danno luogo a crediti formativi.⁸²

I droni di peso pari o superiore a 250 grammi devono inoltre essere registrati, e il pilota straniero non può procedere alla registrazione. L'operatore estero che intenda erogare servizi aerei specializzati a titolo commerciale deve richiedere un Foreign Special Flight Operations Certificate per sistemi a pilotaggio remoto. Tale certificato è accessibile unicamente ai cittadini, ai residenti permanenti e alle società di Paesi legati al Canada da un accordo di libero scambio che autorizzi espressamente i servizi aerei specializzati. L'elenco aggiornato al settembre 2026 comprende quattordici Paesi, tra i quali non figura l'Italia né alcuno Stato membro dell'Unione europea. Per le imprese non incluse resta la sola via dell'esenzione regolatoria temporanea, valutata caso per caso anche in funzione dell'esistenza di interesse o capacità nazionale a offrire servizi analoghi.

Esiste una via alternativa di rilevante interesse operativo. Il pilota straniero che agisca in qualità di dipendente, agente o rappresentante di un titolare canadese di RPAS Operator Certificate non necessita del Foreign Special Flight Operations Certificate. La collaborazione con un operatore canadese abilitato costituisce pertanto, per un'impresa europea, il percorso di accesso più lineare alla componente aerea del rilievo. Si segnala infine che, a seguito della riforma entrata in vigore il 4 novembre 2025, le operazioni oltre il campo visivo richiedono in ogni caso il possesso di un RPAS Operator Certificate.

Determinazione preliminare

La scelta fra rilievo satellitare, sensoristica a terra e rilievo aereo con drone non è soltanto tecnica. Nella configurazione che prevede droni operati direttamente dall'impresa estera, il progetto incontra un vincolo di ammissibilità che precede qualsiasi considerazione commerciale. Nelle configurazioni che escludono il drone, oppure che ne affidano l'impiego a un operatore canadese abilitato, tale vincolo non si presenta.

5.2 Appalti pubblici e copertura dell'accordo con l'Unione europea

Le municipalità costituiscono il principale committente nel comparto della gestione delle foreste urbane. L'Accordo Economico e Commerciale Globale fra Unione europea e Canada è, fra gli accordi commerciali sottoscritti dal Canada, l'unico che estende gli obblighi in materia di appalti pubblici anche alle amministrazioni municipali. Le imprese italiane dispongono quindi di una posizione di accesso che i fornitori di Paesi terzi non hanno.⁸³

Gli obblighi si applicano al di sopra di soglie determinate, aggiornate dal Governo del Canada ogni due anni. Per il biennio 1 gennaio 2026 e 31 dicembre 2027 i valori applicabili a beni e servizi sono i seguenti.

Categoria di ente committente	Soglia per beni e servizi
Amministrazioni federali	239.200 dollari canadesi
Amministrazioni sub-federali, comprese le municipalità	368.000 dollari canadesi
Società a partecipazione pubblica	653.200 dollari canadesi

⁸²Transport Canada, «Get permission to fly a drone as a foreign pilot», aggiornato al 4 settembre 2026; Canadian Aviation Regulations (SOR/96-433), Parte IX; Transport Canada, «2025 Summary of changes to Canada's drone regulations».

⁸³Global Affairs Canada, «Canada's approach to government procurement in international trade», tabella delle soglie per il biennio 2026-2027, aggiornata all'11 marzo 2026; Accordo Economico e Commerciale Globale fra Unione europea e Canada, Capitolo 19.

Categoria di ente committente	Soglia per beni e servizi
Enti operanti nei servizi di pubblica utilità	736.000 dollari canadesi

Tabella 2. Soglie di applicazione degli obblighi in materia di appalti pubblici per il biennio 2026-2027. Fonte: Global Affairs Canada.

Al di sotto di tali soglie si applicano le discipline provinciali e i regolamenti interni dell'ente, che possono prevedere modalità di affidamento differenti. Poiché una parte rilevante degli affidamenti municipali nel comparto si colloca al di sotto della soglia, la copertura dell'accordo va considerata una garanzia procedurale sui contratti di maggiore dimensione e non un canale di accesso generalizzato.

5.3 Obblighi linguistici in Québec

Le imprese che operano in Québec sono soggette alla Charte de la langue française, rafforzata dalla Loi 96 del 2022, che impone l'uso del francese per la documentazione commerciale, la manualistica, le interfacce e, in numerosi casi, l'assistenza tecnica e la formazione destinate alla clientela locale. Nei rapporti con le amministrazioni pubbliche provinciali e municipali il requisito ha natura di condizione di conformità e non di scelta di posizionamento commerciale.⁸⁴

5.4 Condizioni di ammissibilità ai programmi di innovazione

I principali strumenti di sostegno all'innovazione richiedono una presenza giuridica canadese e non sono accessibili a un'impresa italiana priva di struttura locale. Il programma NRC-IRAP è riservato a imprese a scopo di lucro costituite secondo la legge federale o provinciale canadese, con non oltre cinquecento dipendenti equivalenti a tempo pieno e attività di ricerca e sviluppo condotta in Canada. Il credito d'imposta Scientific Research and Experimental Development presuppone una stabile organizzazione canadese e spese sostenute in Canada. I programmi Mitacs presuppongono un ente accademico canadese quale soggetto ospitante.⁸⁵

Tali strumenti rilevano pertanto in due modi: come leva a disposizione del partner canadese nella fase di progetto dimostrativo, e come elemento da valutare qualora l'impresa decida di costituire una struttura locale. Presentarli come finanziamenti direttamente accessibili a un'impresa estera costituirebbe una rappresentazione non corretta.

5.5 Trattamento dei dati

I dati di inventario arboreo e di rilievo territoriale non hanno di norma natura personale. Gli enti committenti impongono tuttavia con frequenza requisiti contrattuali relativi alla localizzazione dell'archiviazione, alla titolarità dei dati generati, alle condizioni di accesso e alla restituzione al termine del rapporto. Tali requisiti variano da ente a ente e vanno esaminati sul singolo capitolato prima della partecipazione a una procedura. Qualora il trattamento comprenda dati personali, in Québec si applica la disciplina introdotta dalla Loi 25.

Principio di sequenza

I requisiti descritti nel presente capitolo vanno verificati prima dell'avvio dell'attività commerciale e non successivamente. Si tratta, in particolare per la disciplina degli aeromobili a pilotaggio remoto e per gli obblighi linguistici, di condizioni di ammissibilità e non di adempimenti posteriori.

⁸⁴Québec, Charte de la langue française, rafforzata dalla Loi 96 (2022).

⁸⁵National Research Council Canada, requisiti minimi del programma NRC-IRAP; Canada Revenue Agency, programma Scientific Research and Experimental Development; Mitacs, condizioni di partecipazione.

6. Programmi di finanziamento e supporto pubblico

Il Canada ha sviluppato uno dei sistemi di sostegno pubblico più articolati a livello internazionale per la gestione sostenibile delle risorse forestali, la resilienza climatica e la transizione verso una bioeconomia a basse emissioni di carbonio. Negli ultimi anni, il Governo federale e le province hanno incrementato gli investimenti destinati alla modernizzazione del settore forestale, promuovendo l'adozione di tecnologie digitali, strumenti di Precision Forestry, sistemi di monitoraggio geospaziale e soluzioni innovative per la gestione delle foreste urbane.

L'approccio canadese si distingue per una forte integrazione tra politiche ambientali, sviluppo industriale, ricerca scientifica e amministrazioni pubbliche. I programmi di finanziamento non sostengono esclusivamente la gestione delle foreste commerciali, ma favoriscono anche la digitalizzazione delle attività di inventario forestale, il monitoraggio della biodiversità, la prevenzione degli incendi, la resilienza climatica e la pianificazione delle foreste urbane attraverso la collaborazione tra università, centri di ricerca, imprese tecnologiche, municipalità e operatori forestali.

Per le imprese attive nella Precision Forestry e nell'Urban Forestry, il Canada offre un ecosistema favorevole allo sviluppo di progetti pilota, attività di ricerca collaborativa, dimostrazione tecnologica e commercializzazione di soluzioni innovative, creando interessanti opportunità di collaborazione con enti pubblici e grandi utilizzatori.

6.1 Programmi federali

Il Governo del Canada sostiene la competitività del settore forestale attraverso un insieme di programmi coordinati da Natural Resources Canada (NRCan), Environment and Climate Change Canada, Housing, Infrastructure and Communities Canada, Innovation, Science and Economic Development Canada (ISED) e dalla Federation of Canadian Municipalities (FCM).

Tra i programmi di maggiore rilevanza figura il Forest Innovation Program (FIP), gestito da Natural Resources Canada, che sostiene progetti di ricerca applicata, sviluppo di prodotti forestali innovativi, digitalizzazione delle operazioni forestali e commercializzazione di nuove tecnologie. Il programma favorisce inoltre l'introduzione di sistemi di Precision Forestry, sensoristica, telerilevamento e strumenti digitali per migliorare la produttività e la sostenibilità della filiera.

Un ruolo particolarmente importante è svolto dal programma Investments in Forest Industry Transformation (IFIT), che finanzia progetti dimostrativi e impianti pilota finalizzati all'introduzione di processi produttivi innovativi, bioeconomia forestale, utilizzo della biomassa e tecnologie avanzate per la trasformazione del legno.

Fra le iniziative ambientali di maggiore visibilità figura il 2 Billion Trees Program, dedicato alla riforestazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici, che ha sostenuto interventi di piantumazione e ripristino degli ecosistemi forestali sia nelle aree rurali sia nei contesti urbani. Natural Resources Canada segnala tuttavia che il programma, avviato nel 2021, è in fase di chiusura per effetto del Budget 2025: non va pertanto considerato uno strumento disponibile per nuove iniziative.⁸⁶

Per quanto riguarda l'Urban Forestry, il principale strumento di finanziamento è rappresentato dal Green Municipal Fund, gestito dalla Federation of Canadian Municipalities. Il fondo sostiene le

⁸⁶Natural Resources Canada, «The State of Canada's Forests: Annual Report 2025». Il rapporto indica che il 2 Billion Trees Program, avviato nel 2021, è in corso di chiusura per effetto del Budget 2025.

municipalità nello sviluppo di infrastrutture verdi, programmi di forestazione urbana, resilienza climatica, gestione sostenibile degli alberi e adozione di tecnologie innovative per la pianificazione e il monitoraggio del patrimonio arboreo.

A questi strumenti si affiancano il Natural Infrastructure Fund, dedicato allo sviluppo di infrastrutture naturali e soluzioni basate sulla natura, e il Low Carbon Economy Fund, che finanzia iniziative per la riduzione delle emissioni di gas serra, comprese quelle legate all'espansione delle foreste urbane e alla gestione sostenibile delle risorse naturali.

Per le imprese tecnologiche assumono inoltre rilievo il programma NRC-IRAP, che sostiene lo sviluppo di tecnologie innovative attraverso contributi alla ricerca industriale e consulenza tecnologica, e il regime fiscale Scientific Research and Experimental Development, che consente di beneficiare di crediti d'imposta per attività di ricerca e sviluppo, prototipazione e innovazione. L'accesso a entrambi presuppone la presenza giuridica canadese descritta al paragrafo 5.4.

6.2 Collaborazione internazionale e programmi bilaterali

Uno dei principali punti di forza del Canada è la forte integrazione con i programmi internazionali di ricerca e innovazione. Il Paese partecipa come Stato Associato al Secondo Pilastro di Horizon Europe, consentendo a università, centri di ricerca e imprese canadesi di collaborare direttamente con partner europei in progetti dedicati al clima, alla bioeconomia, alla digitalizzazione, alla gestione sostenibile delle foreste e alle tecnologie ambientali.

Le imprese italiane possono inoltre sviluppare progetti con partner canadesi attraverso la collaborazione tra NRC-IRAP, la rete internazionale EUREKA ed i programmi nazionali, beneficiando di meccanismi di cofinanziamento parallelo. Un ulteriore strumento di cooperazione è rappresentato da Mitacs, che promuove la mobilità internazionale dei ricercatori e finanzia collaborazioni tra università e imprese nei settori della sostenibilità ambientale e delle tecnologie forestali.

6.3 Programmi provinciali e organismi di innovazione

Le province completano il sistema federale attraverso programmi specifici dedicati allo sviluppo delle rispettive filiere forestali.

Il Québec sostiene la gestione sostenibile delle foreste attraverso il Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Investissement Québec e numerosi programmi dedicati all'innovazione forestale, alla bioeconomia e alla digitalizzazione del settore.

L'Ontario promuove la ricerca applicata e l'adozione di tecnologie innovative mediante il Ministry of Natural Resources, l'Ontario Centre of Innovation e programmi rivolti alla riforestazione, alla gestione sostenibile del patrimonio forestale e alla resilienza climatica.

La British Columbia, una delle principali province forestali del Paese, finanzia progetti attraverso il Forest Enhancement Society of British Columbia, Forest Innovation Investment e iniziative dedicate alla prevenzione degli incendi, alla gestione della biodiversità e alla digitalizzazione delle operazioni forestali.

L'Alberta concentra i propri interventi sul miglioramento della produttività forestale, sulla gestione degli incendi e sull'adozione di nuove tecnologie mediante programmi gestiti dall'Alberta Forestry Division e da Alberta Innovates.

Accanto ai programmi pubblici operano numerosi organismi di innovazione, tra cui FPIInnovations, Canadian Forest Service, Canadian Wood Fibre Centre, Tree Canada e il Canadian Institute of

Forestry, che favoriscono il trasferimento tecnologico, la ricerca collaborativa e la diffusione di nuove soluzioni nel settore.

6.4 Programmi dedicati alle municipalità

Nel comparto dell'Urban Forestry le municipalità rappresentano i principali beneficiari dei finanziamenti pubblici e, al tempo stesso, i principali committenti delle tecnologie innovative. Numerose città canadesi dispongono di Urban Forest Management Plans e investono ogni anno nella gestione digitale del patrimonio arboreo, nella resilienza climatica e nelle infrastrutture verdi. Ad esempio, il programma federale 2 Billion Trees finanzia la piantumazione di alberi nelle aree urbane e periurbane, mentre il Green Municipal Fund della Federation of Canadian Municipalities sostiene progetti di forestazione urbana, adattamento climatico e innovazione ambientale a livello municipale. A livello locale, città come Toronto, Montréal, Calgary e Vancouver pubblicano regolarmente gare d'appalto per inventari arborei digitali, sistemi GIS, monitoraggio tramite droni e LiDAR, piattaforme di Tree Asset Management e servizi di consulenza specialistica. I programmi federali, provinciali e municipali finanziano inoltre interventi quali l'inventario degli alberi, la gestione mediante GIS e piattaforme digitali, il monitoraggio tramite droni e LiDAR, l'analisi della canopy urbana, la prevenzione del rischio e la pianificazione delle attività manutentive.

Per le imprese italiane specializzate nella Precision Forestry e nell'Urban Forestry, il mercato canadese offre pertanto importanti opportunità di collaborazione con municipalità, utility, società di consulenza, system integrator e operatori forestali locali. Nella maggior parte dei casi, l'accesso ai progetti pubblici risulta più efficace attraverso partnership con imprese canadesi già qualificate presso gli enti locali, facilitando così la partecipazione alle gare pubbliche e ai programmi di innovazione.

Lettura strategica

Il sistema canadese di sostegno pubblico rileva per un'impresa estera soprattutto in via indiretta: rende più competitiva l'offerta, perché consente ai committenti locali di accedere a incentivi per acquistare e implementare soluzioni innovative, e mette a disposizione del partner canadese strumenti di cofinanziamento per i progetti dimostrativi. L'accesso diretto ai principali programmi resta subordinato alle condizioni di presenza giuridica descritte al capitolo 5.

7. Fiere ed eventi di settore

Il settore della Urban Forestry e della Precision Forestry dispone di un articolato calendario di conferenze, fiere ed eventi tecnici che costituiscono i principali punti di incontro dell'ecosistema canadese e nordamericano. Questi appuntamenti riuniscono amministrazioni pubbliche, imprese tecnologiche, società di consulenza, università, centri di ricerca e operatori forestali, favorendo lo scambio di conoscenze, la presentazione delle più recenti innovazioni e lo sviluppo di collaborazioni commerciali, scientifiche e industriali. Per le imprese italiane interessate al mercato canadese rappresentano un'importante occasione per comprendere l'evoluzione del settore, incontrare potenziali partner e clienti e consolidare la propria presenza sul mercato.

Oltre agli eventi organizzati in Canada, il presente elenco comprende alcune delle principali manifestazioni statunitensi, considerate appuntamenti di riferimento per il mercato nordamericano e ampiamente frequentate dagli stakeholder canadesi del settore.

Si indicano di seguito cadenza, sede e profilo degli appuntamenti principali. Le date puntuali vanno confermate sui siti ufficiali, poiché soggette a variazione.

CIF National Conference and Annual General Meeting

Data: 27-29 settembre 2026. **Sede:** Edmonton, Alberta.

Congresso nazionale organizzato dal Canadian Institute of Forestry, considerato uno dei principali appuntamenti del settore forestale canadese. Riunisce professionisti, imprese, enti governativi e ricercatori per affrontare temi quali gestione forestale sostenibile, innovazione tecnologica, digitalizzazione, GIS, remote sensing, monitoraggio ambientale e gestione delle risorse forestali.

<https://conference.cif-ifc.org/>

SAF National Convention

Data: 6-9 ottobre 2026. **Sede:** Tacoma, Washington, Stati Uniti.

Organizzato dalla Society of American Foresters, è il più importante congresso professionale forestale del Nord America. Il programma comprende numerose sessioni dedicate alla Precision Forestry, alla digitalizzazione delle attività forestali, all'impiego di GIS, remote sensing, intelligenza artificiale, machine learning e gestione sostenibile delle foreste. L'evento richiama anche numerosi operatori e organizzazioni canadesi.

<https://eforester.org/safconvention2026>

Canadian Urban Forest Conference

Data: 13-16 ottobre 2026. **Sede:** Québec City, Québec.

Principale evento canadese dedicato all'Urban Forestry. La conferenza riunisce amministrazioni comunali, arboricoltori, società di consulenza, aziende tecnologiche, università e gestori del verde urbano per discutere le migliori pratiche nella gestione del patrimonio arboreo. I principali temi riguardano GIS, telerilevamento, monitoraggio delle alberature urbane, resilienza climatica, biodiversità e tecnologie digitali applicate alla gestione delle foreste urbane.

<https://treecanada.ca/research-engagement/canadian-urban-forest-conference/>

GoGeomatics Expo

Data: 26-28 ottobre 2026. **Sede:** Calgary, Alberta.

È la principale fiera canadese dedicata alla geomatica, ai sistemi geografici, al telerilevamento, al LiDAR e alle tecnologie geospaziali. Riunisce produttori di tecnologie, sviluppatori di software, società di consulenza, enti governativi, università e utilizzatori finali dei settori forestale, minerario, energetico, infrastrutturale e ambientale. Pur non essendo esclusivamente dedicata alla silvicoltura, rappresenta uno dei principali appuntamenti canadesi per le tecnologie impiegate nel monitoraggio forestale e nella gestione digitale del territorio.

<https://gogeomaticsexpo.com/>

COFI Convention

Data: Annuale, generalmente in aprile. **Sede:** British Columbia.

La convention del Council of Forest Industries rappresenta uno dei principali eventi della filiera forestale della British Columbia. Pur essendo orientata all'industria del legno, dedica ampio spazio all'innovazione tecnologica, alla digitalizzazione delle operazioni forestali, al monitoraggio remoto, alla sostenibilità e alle applicazioni della Precision Forestry.

<https://cofi.org/conventions/>

ISPRS Congress

Data: 4-11 luglio 2026. **Sede:** Toronto, Ontario.

Il XXV Congresso dell'International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) rappresenta uno dei più importanti eventi mondiali nei settori della fotogrammetria, del telerilevamento, delle scienze geospaziali e dell'analisi avanzata dei dati territoriali. Organizzato dalla Canadian Remote Sensing Society, riporterà il congresso in Canada per la prima volta dal 1972. L'evento riunisce ricercatori, imprese tecnologiche, enti pubblici e utilizzatori finali per presentare le più recenti innovazioni in remote sensing, osservazione della Terra, LiDAR, digital twins, GIS, geospatial intelligence,

intelligenza artificiale, machine learning, monitoraggio forestale e ambientale, agricoltura e silvicoltura di precisione, infrastrutture intelligenti e smart cities. Per le aziende attive nella Precision Forestry e nella Urban Forestry rappresenta uno degli appuntamenti più rilevanti del Nord America.

<https://www.isprs2026toronto.com/>

Esri User Conference

Data: 13-17 luglio 2026. **Sede:** San Diego, California, Stati Uniti.

Il principale evento mondiale dedicato ai sistemi GIS. Riunisce migliaia di professionisti provenienti dai settori ambientale, forestale, agricolo e delle infrastrutture. Le applicazioni alla Precision Forestry e all'Urban Forestry rappresentano uno dei principali temi affrontati durante la conferenza.

<https://www.esri.com/en-us/about/events/uc/overview>

Geo Week

Data: 23-25 febbraio 2027. **Sede:** Salt Lake City, Utah, Stati Uniti.

Manifestazione internazionale dedicata alle tecnologie geospaziali, al LiDAR, ai droni, alla fotogrammetria e al digital mapping. L'evento presenta numerose applicazioni per il monitoraggio forestale, la gestione delle risorse naturali e la pianificazione territoriale.

<https://www.geo-week.com/>

Commercial UAV Expo

Data: 1-3 settembre 2026. **Sede:** Las Vegas, Nevada, Stati Uniti.

Uno dei principali eventi mondiali dedicati ai droni professionali e alle loro applicazioni. Tra i principali ambiti trattati figurano il monitoraggio forestale, il telerilevamento, la gestione ambientale, la fotogrammetria e la raccolta di dati territoriali ad alta precisione.

<https://www.expouav.com/>

Canadian Institute of Geomatics Conference

Data: 17-19 maggio 2027. **Sede:** Calgary, Alberta.

Conferenza dedicata alle tecnologie geomatiche, ai sistemi GIS, al telerilevamento, alla cartografia digitale e alla gestione dei dati territoriali. Costituisce un importante punto d'incontro tra università, enti pubblici e imprese attive nella gestione del territorio e delle risorse naturali.

<https://geoconvention.com/>

International Conference on Forest Economics and Natural Resources

Data: 16 luglio 2026. **Sede:** El Paso, Texas, Stati Uniti.

Conferenza internazionale dedicata all'economia forestale e alla gestione delle risorse naturali. L'evento, organizzato da Global Conference, riunisce ricercatori, accademici e professionisti del settore forestale per discutere temi legati alla sostenibilità economica delle risorse forestali, alla gestione ambientale, alle politiche di utilizzo del territorio e alle strategie di valorizzazione delle foreste. Particolare attenzione viene data ai modelli economici applicati alla gestione forestale e alle sfide della sostenibilità nei sistemi naturali.

<https://globalconference.co/Conference/31622/ICFENR/>

Lettura strategica

Per un primo presidio del mercato, la Canadian Urban Forest Conference è l'appuntamento a più alta densità di committenti municipali, mentre il congresso del Canadian Institute of Forestry raggiunge la comunità professionale della foresta produttiva. Gli eventi geospaziali, canadesi e statunitensi, sono il canale per intercettare integratori e operatori di rilievo. La definizione del calendario di partecipazione, con relativi obiettivi e materiali, è parte della tabella di marcia d'impresa.

8. Tendenze e prospettive

Il comparto canadese sta attraversando una fase di maturazione nella quale le tecnologie digitali passano da strumento di rilevazione a componente stabile dei processi di pianificazione e di rendicontazione. Le direttrici a maggiore impatto sono lo spostamento del valore dall'acquisizione del dato alla sua interpretazione, la diffusione degli inventari continuamente aggiornati in luogo delle rilevazioni periodiche, l'integrazione fra dati arborei, meteorologici e infrastrutturali per la gestione del rischio, e la crescente richiesta di indicatori verificabili in materia di carbonio, biodiversità e servizi ecosistemici.

Per le imprese italiane il principale elemento di interesse risiede nella complementarità tra i due ecosistemi. L'Italia dispone infatti di competenze consolidate nei settori della geomatica, della sensoristica, dei sistemi GIS, dell'Intelligenza Artificiale applicata, dei droni, delle tecnologie IoT, dell'automazione e delle macchine forestali, mentre il Canada offre un ambiente favorevole alla sperimentazione, alla ricerca collaborativa e all'adozione di nuove tecnologie da parte delle amministrazioni pubbliche e dei grandi operatori forestali.

Permangono limiti significativi su costi, competenze specialistiche, interoperabilità e connettività nelle aree remote, descritti al paragrafo 1.2.10. Tali limiti incidono sui tempi di adozione lato cliente e vanno considerati nella costruzione dei cicli di vendita.

9. Rischi e fattori critici di settore

I fattori che seguono incidono sulla fattibilità di un ingresso a prescindere dalla singola impresa.

- **Concorrenza consolidata.** Operatori nordamericani sono già qualificati presso le amministrazioni e le imprese forestali. La differenziazione passa da soluzioni integrate, che combinano tecnologia, formazione e servizio, più che dalla singola componente tecnologica.
- **Prossimità e assistenza.** Gli utilizzatori privilegiano fornitori in grado di garantire supporto tecnico locale e continuità operativa. Un presidio commerciale o tecnico, anche limitato, costituisce elemento di differenziazione.
- **Frammentazione della domanda.** Il committente non è un'autorità nazionale unica, ma un insieme di municipalità, ministeri provinciali, società di rete e operatori privati, ciascuno con priorità, procedure e capacità di spesa proprie. Il costo di copertura commerciale è elevato.
- **Tempi delle procedure pubbliche.** I cicli di bilancio e di affidamento municipale e provinciale sono lunghi e scarsamente comprimibili. Vanno pianificati a monte e non possono essere assorbiti da un'iniziativa commerciale di breve periodo.
- **Requisiti di ammissibilità.** La disciplina degli aeromobili a pilotaggio remoto e gli obblighi linguistici del Québec possono impedire l'avvio dell'attività in determinate configurazioni. Si rinvia al capitolo 5.
- **Valuta e politica di prezzo.** È necessaria una politica di prezzo espressa in dollari canadesi e una gestione del rischio di cambio, con attenzione alla coerenza fra stime espresse in dollari statunitensi e budget in dollari canadesi o in euro.
- **Competenze e interoperabilità.** La carenza di competenze specialistiche presso il cliente e la non piena standardizzazione dei formati rallentano l'adozione e allungano i cicli di vendita.

Lettura strategica delle opportunità per tipologia d'impresa

La presente sezione esprime una valutazione orientativa e non un dato, articolata per tipologia d'impresa, affinché ciascun lettore individui le proprie aperture. Non contiene una sequenza operativa: l'ordine delle azioni, gli interlocutori puntuali e i tempi sono specifici dell'impresa e costituiscono oggetto del documento di raccomandazioni e tabella di marcia dedicato.

- **Fornitori di software di pianificazione e gestione.** La domanda si concentra su gestione del patrimonio arboreo, sistemi geografici in rete e strumenti di supporto alle decisioni. L'ingresso passa di norma dalle società di consulenza che operano per conto delle amministrazioni e dagli integratori, poiché le municipalità raramente acquistano una piattaforma senza il servizio che la accompagna. L'interoperabilità con i sistemi geografici e di gestione degli asset già adottati è condizione di ammissibilità tecnica.
- **Produttori di sensori, strumenti di rilievo e tecnologie abilitanti.** Il cliente tipico è l'operatore di rilievo e la società di geomatica, che rinnovano costantemente capacità e strumentazione. L'ecosistema della ricerca federale e provinciale offre inoltre opportunità di validazione tecnica. Va verificata la conformità delle apparecchiature radio agli standard tecnici canadesi.
- **Operatori di servizi di rilievo e acquisizione dati.** È la tipologia più esposta ai requisiti descritti al capitolo 5, in particolare per la componente aerea. La collaborazione con un operatore canadese abilitato è, in questa configurazione, il percorso di accesso più lineare.
- **Fornitori di analisi, modellazione e intelligenza artificiale applicata.** Lo spostamento del valore dall'acquisizione del dato alla sua interpretazione apre spazio a servizi di elaborazione, modellazione predittiva e produzione di indicatori. La domanda privilegia modelli trasparenti e verificabili, poiché gli esiti alimentano decisioni di spesa pubblica e obblighi di rendicontazione.
- **Servizi, formazione e trasferimento di competenze.** La carenza di competenze specialistiche è esplicitamente riconosciuta come ostacolo all'adozione. Vi è spazio per percorsi formativi, accompagnamento all'adozione e affiancamento tecnico, ambiti nei quali l'esperienza italiana in geomatica, sensoristica e gestione del verde è riconosciuta.

Nota metodologica e fonti

Il presente documento è un'analisi di settore a carattere pubblico. Criteri redazionali adottati: le affermazioni strutturali si appoggiano a fonti primarie, costituite da enti pubblici, programmi federali e provinciali e organismi di ricerca; la stampa specializzata e i materiali aziendali sono impiegati soltanto a titolo illustrativo. I dati sono datati alla fonte e, in assenza di conferma ufficiale, le stime sono dichiarate come tali.

Qualificazione delle fonti. Non esistono statistiche ufficiali canadesi che misurino il valore del comparto delle tecnologie applicate alla gestione forestale; le stime riportate provengono da società private di ricerca di mercato e sono presentate come tali. Le date delle manifestazioni fieristiche sono soggette a variazione e vanno confermate sui siti ufficiali. I requisiti relativi agli aeromobili a pilotaggio remoto vanno verificati per singola configurazione operativa, poiché la disciplina è stata oggetto di riforma nel 2025 e l'elenco dei Paesi ammessi ai certificati per servizi aerei specializzati è aggiornato periodicamente. I requisiti contrattuali in materia di dati vanno esaminati sul singolo capitolato.

Riferimenti. Le fonti puntuali sono riportate nelle note a piè di pagina del documento.

Allegato A. Directory degli operatori canadesi

Elenco nominativo e descrittivo degli operatori dell'ecosistema canadese della forestazione di precisione e della gestione delle foreste urbane, raggruppati per ruolo. Selezione non esaustiva, aggiornata a giugno 2026. La directory è soggetta a obsolescenza, per cessazioni, cambi di denominazione e acquisizioni, e richiede aggiornamento periodico.

Enti federali, organismi di innovazione e reti nazionali	
Natural Resources Canada (NRCan) (Ottawa, Ontario)	Natural Resources Canada (NRCan) è il ministero federale responsabile delle politiche canadesi in materia di risorse naturali, comprese le foreste, i cambiamenti climatici, la bioeconomia e l'innovazione forestale. Attraverso le proprie strategie nazionali promuove la gestione sostenibile delle risorse forestali, la digitalizzazione del settore e lo sviluppo di nuove tecnologie dedicate al monitoraggio e alla pianificazione del patrimonio forestale. NRCan coordina numerosi programmi di ricerca e innovazione in collaborazione con province, università e industria forestale, contribuendo allo sviluppo di soluzioni avanzate basate su Intelligenza Artificiale, telerilevamento, geomatica e sistemi di supporto alle decisioni.
Canadian Forest Service (CFS) (rete nazionale)	Il Canadian Forest Service (CFS), organismo appartenente a Natural Resources Canada, costituisce la principale organizzazione federale dedicata alla ricerca forestale. Attraverso una rete di centri di ricerca distribuiti nelle principali regioni del Paese, sviluppa attività nei settori della gestione sostenibile delle foreste, della biodiversità, della salute forestale, della prevenzione degli incendi, del monitoraggio ambientale e delle tecnologie digitali applicate alle risorse naturali. Il CFS svolge inoltre un ruolo centrale nel trasferimento tecnologico verso il settore privato, collaborando stabilmente con università, imprese forestali, FPInnovations e governi provinciali nello sviluppo di nuove metodologie e strumenti per la Precision Forestry.
FPInnovations (Pointe-Claire, Québec)	FPInnovations rappresenta il principale centro canadese di ricerca applicata dedicato al settore forestale e uno dei più importanti a livello mondiale. Attraverso una rete di laboratori e centri di ricerca distribuiti sul territorio nazionale, sviluppa tecnologie innovative nei settori della Precision Forestry, della Digital Forestry, della geomatica, dell'automazione delle operazioni forestali, dei droni, del telerilevamento, della sensoristica, della biomassa e delle nuove tecnologie per la filiera del legno. L'organizzazione collabora stabilmente con imprese forestali, produttori di macchinari, università e amministrazioni pubbliche, svolgendo un ruolo centrale nel trasferimento tecnologico e nella sperimentazione di soluzioni innovative.
Mitacs	Mitacs è un'organizzazione nazionale che promuove la collaborazione tra università e imprese attraverso programmi di ricerca applicata, stage industriali e mobilità internazionale dei ricercatori. Le imprese possono sviluppare progetti con università canadesi beneficiando del coinvolgimento di studenti, ricercatori e dottorandi in attività dedicate allo sviluppo di nuove tecnologie, validazione di soluzioni innovative e trasferimento tecnologico.
Tree Canada (Ottawa, Ontario)	Tree Canada rappresenta la principale organizzazione canadese dedicata alla promozione delle foreste urbane e della riforestazione. Attraverso programmi nazionali di piantumazione, ricerca, formazione e sensibilizzazione, collabora con municipalità, imprese, organizzazioni non profit e comunità locali per migliorare la qualità e la resilienza del patrimonio arboreo urbano. L'organizzazione pubblica inoltre linee guida tecniche e strumenti operativi, tra cui la Growing Green Cities: A Practical Guide to Urban Forestry in Canada, oggi considerata uno dei principali riferimenti nazionali per la pianificazione e la gestione delle foreste urbane.
Canadian Urban Forest Network, CUFN (coordinato da Tree Canada)	Creato da Tree Canada, il Canadian Urban Forest Network costituisce la più ampia rete nazionale di professionisti della gestione delle foreste urbane, riunendo esperti, amministrazioni comunali, università e organizzazioni non profit.
Associazioni di settore	

Canadian Institute of Forestry - CIF-IFC (Mattawa, Ontario)	Fondato nel 1908, il Canadian Institute of Forestry (CIF-IFC) rappresenta la principale associazione professionale del settore forestale canadese. Riunisce professionisti, ricercatori, consulenti, imprese, enti pubblici e studenti impegnati nella gestione sostenibile delle risorse forestali. L'Istituto promuove la formazione continua, la divulgazione scientifica e il confronto tra i diversi attori del comparto attraverso conferenze, pubblicazioni tecniche, gruppi di lavoro e numerose iniziative di aggiornamento professionale.
Forest Products Association of Canada, FPAC (Ottawa, Ontario)	La Forest Products Association of Canada rappresenta la principale associazione industriale del settore forestale canadese. Riunisce le maggiori imprese della filiera e promuove l'innovazione, la digitalizzazione, la bioeconomia e la sostenibilità ambientale, collaborando con il Governo federale nello sviluppo delle politiche industriali e dei programmi di innovazione. Per le imprese italiane, FPAC costituisce un importante punto di accesso ai principali operatori industriali del comparto forestale canadese e alle iniziative dedicate alla trasformazione digitale della filiera.
Sustainable Forestry Initiative (SFI) Canada (Ottawa, Ontario)	La Sustainable Forestry Initiative (SFI) è una delle principali organizzazioni nordamericane impegnate nella promozione della gestione forestale sostenibile. Attraverso programmi di certificazione, ricerca, formazione e collaborazione con il mondo accademico e industriale, favorisce l'adozione di pratiche responsabili nella gestione delle foreste e nella valorizzazione delle risorse naturali. In Canada, SFI collabora con imprese forestali, governi provinciali, università e organizzazioni ambientali per promuovere l'innovazione, la conservazione della biodiversità e l'integrazione delle nuove tecnologie nella gestione forestale.
Federation of Canadian Municipalities, FCM (Ottawa, Ontario)	Pur non essendo un'associazione specificamente dedicata al settore forestale, la Federation of Canadian Municipalities svolge un ruolo centrale nello sviluppo delle politiche ambientali e delle infrastrutture verdi a livello locale. Attraverso il Green Municipal Fund, sostiene progetti innovativi nei settori della resilienza climatica, della gestione del patrimonio naturale, della riforestazione urbana e della pianificazione sostenibile. La FCM rappresenta un interlocutore di particolare interesse per le imprese che intendono collaborare con le amministrazioni municipali canadesi nello sviluppo di tecnologie e servizi dedicati alla Urban Forestry.
Università e centri di ricerca	
University of British Columbia (Vancouver, British Columbia)	La University of British Columbia (UBC) rappresenta uno dei principali poli mondiali per la ricerca forestale. Attraverso la Faculty of Forestry sviluppa attività di ricerca nei settori della gestione sostenibile delle foreste, della Precision Forestry, della geomatica, del telerilevamento, dell'Intelligenza Artificiale applicata alla gestione forestale, della bioeconomia e dell'adattamento ai cambiamenti climatici. L'università collabora con FPInnovations, Natural Resources Canada e numerosi operatori dell'industria forestale nello sviluppo di tecnologie dedicate al monitoraggio forestale, alla pianificazione territoriale e alla digitalizzazione delle operazioni forestali. Per le imprese italiane rappresenta uno dei principali partner scientifici per progetti di ricerca e trasferimento tecnologico.
Université Laval (Québec City, Québec)	L'Université Laval costituisce uno dei più importanti centri canadesi per la ricerca forestale e ambientale. Attraverso la Faculté de Foresterie, de Géographie et de Géomatique sviluppa attività di ricerca dedicate alla gestione sostenibile delle foreste, alla geomatica, al telerilevamento, all'analisi geospaziale, alla biodiversità e all'adattamento delle foreste ai cambiamenti climatici. L'ateneo collabora con il Governo del Québec, FPInnovations, il Canadian Forest Service e numerose imprese forestali nello sviluppo di nuove metodologie per la pianificazione forestale, la gestione del patrimonio naturale e la digitalizzazione delle attività operative.
University of New Brunswick (Fredericton, New Brunswick)	La University of New Brunswick rappresenta uno dei principali centri canadesi specializzati nella geomatica e nelle tecnologie geospaziali applicate alla gestione forestale. Attraverso il Department of Geodesy and Geomatics Engineering conduce attività di ricerca nei settori del GIS, del posizionamento satellitare, del telerilevamento, della fotogrammetria, dei rilievi LiDAR e dell'elaborazione di dati geospaziali. Le competenze sviluppate dall'università trovano applicazione nella Precision Forestry, nella pianificazione territoriale, nel monitoraggio delle risorse

	naturali e nella gestione delle infrastrutture verdi, rendendola un partner di riferimento per lo sviluppo di soluzioni innovative basate sui dati.
University of Alberta (Edmonton, Alberta)	La University of Alberta svolge attività di ricerca avanzata nei settori della gestione forestale sostenibile, dell'ecologia forestale, della modellazione ambientale e delle applicazioni dell'Intelligenza Artificiale alle risorse naturali. L'università collabora con Alberta Innovates, il Governo dell'Alberta e numerosi partner industriali nello sviluppo di tecnologie dedicate alla gestione del rischio incendi, alla salute delle foreste, alla biodiversità e al monitoraggio ambientale mediante sistemi digitali e tecnologie di osservazione della Terra.
Lakehead University (Thunder Bay, Ontario)	Situata nel cuore di una delle principali regioni forestali del Canada, la Lakehead University rappresenta un importante centro di eccellenza per la ricerca applicata nel settore forestale. Le attività dell'ateneo riguardano la gestione sostenibile delle foreste, la pianificazione forestale, la bioeconomia, le tecnologie geospaziali e la valorizzazione delle risorse naturali. Grazie ai rapporti consolidati con l'industria forestale dell'Ontario, l'università partecipa a numerosi progetti di innovazione dedicati alla digitalizzazione delle operazioni forestali, alla gestione del legname e all'utilizzo di tecnologie avanzate per il monitoraggio ambientale.
University of Toronto (Toronto, Ontario)	Pur essendo maggiormente conosciuta per le proprie attività nei settori dell'Intelligenza Artificiale e della Data Science, la University of Toronto sviluppa numerosi progetti interdisciplinari dedicati all'analisi geospaziale, alle Smart Cities, al monitoraggio ambientale e alla resilienza climatica urbana. Le competenze dell'università nei campi dell'AI, del Machine Learning e dell'elaborazione di grandi quantità di dati trovano crescente applicazione anche nella gestione delle foreste urbane, nella modellazione degli ecosistemi e nello sviluppo di sistemi avanzati di supporto alle decisioni.
Canadian Forest Service Research Centres (rete nazionale)	Oltre alle università, il Canadian Forest Service dispone di una rete di centri di ricerca distribuiti nelle principali regioni forestali del Paese, che costituiscono uno dei pilastri della ricerca forestale canadese. Tra i principali centri figurano il Pacific Forestry Centre (Victoria, British Columbia), il Northern Forestry Centre (Edmonton, Alberta), il Great Lakes Forestry Centre (Sault Ste. Marie, Ontario), il Laurentian Forestry Centre (Québec City, Québec) e l'Atlantic Forestry Centre (Fredericton, New Brunswick). Questi istituti svolgono attività di ricerca applicata dedicate alla gestione sostenibile delle foreste, alla modellazione degli ecosistemi, al monitoraggio degli incendi boschivi, alla biodiversità, alla salute delle foreste, ai cambiamenti climatici e allo sviluppo di tecnologie innovative per la Precision Forestry. I risultati delle loro attività costituiscono il riferimento scientifico per numerose politiche forestali federali e provinciali e alimentano importanti programmi di collaborazione con università, imprese e centri di ricerca internazionali.
Imprese tecnologiche, società di consulenza e operatori di rilievo	
Urban Forest Innovations (Mississauga, Ontario)	Urban Forest Innovations è una società di consulenza e innovazione specializzata nello sviluppo di strategie avanzate per la gestione delle foreste urbane. L'organizzazione collabora con municipalità, enti pubblici e operatori del settore nello sviluppo di Urban Forest Management Plans, inventari arborei digitali, strategie di resilienza climatica e sistemi di monitoraggio del patrimonio arboreo. Grazie all'elevato livello di specializzazione tecnica e alla collaborazione con numerose amministrazioni comunali, Urban Forest Innovations rappresenta uno dei principali interlocutori per l'introduzione di nuove tecnologie digitali nel settore della gestione delle foreste urbane.
NatureQuant/NatureScore (Oregon, USA, Ontario, Canada)	La statunitense NatureQuant sviluppa piattaforme digitali dedicate alla valutazione del capitale naturale e dei benefici ecosistemici prodotti dalle infrastrutture verdi urbane. Attraverso l'integrazione di dati geospaziali, indicatori ambientali e strumenti di analisi, consente alle amministrazioni pubbliche di supportare la pianificazione urbana, la resilienza climatica e la valorizzazione dei servizi ecosistemici. La NatureScore® è disponibile e utilizzata anche in Canada, dove viene impiegata da enti pubblici, ricercatori e organizzazioni per valutare la qualità delle infrastrutture verdi, l'accesso alla natura, le isole di calore urbane e altri indicatori ambientali.
Flash Forest (Toronto, Ontario)	Flash Forest è una startup canadese specializzata nella riforestazione automatizzata mediante droni, Intelligenza Artificiale e tecnologie di

	telerilevamento. L'azienda utilizza flotte di droni per effettuare rilievi del territorio, individuare le aree maggiormente idonee agli interventi e realizzare campagne di riforestazione su larga scala. Le sue tecnologie trovano applicazione sia nei programmi di riforestazione post-incendio sia nei progetti di ripristino ambientale e di adattamento ai cambiamenti climatici promossi da enti pubblici e organizzazioni private.
TreePlotter (diffusione in Canada)	Pur essendo sviluppata negli Stati Uniti, la piattaforma TreePlotter è oggi ampiamente utilizzata da numerose municipalità canadesi per la gestione degli inventari arborei e delle attività di manutenzione. Il software consente di integrare informazioni georeferenziate, dati fitosanitari, programmi di manutenzione e indicatori ambientali all'interno di un'unica piattaforma GIS. La diffusione di soluzioni di questo tipo evidenzia la crescente domanda canadese di strumenti digitali dedicati al Tree Asset Management e alla gestione intelligente del patrimonio arboreo urbano.
Vibrant Cities Lab (piattaforma in rete)	Il Vibrant Cities Lab è una piattaforma online sviluppata negli Stati Uniti e utilizzata anche in Canada da professionisti della forestazione urbana, amministrazioni comunali, università e organizzazioni non profit, tra cui Tree Canada e il Green Municipal Fund. La piattaforma mette a disposizione ricerche, linee guida, strumenti di pianificazione e metodologie per la valutazione della copertura arborea, favorendo la diffusione delle soluzioni basate sulla natura, della gestione degli asset naturali e di strategie urbane più resilienti, sostenibili e inclusive.
Remsoft (Fredericton, New Brunswick)	Remsoft rappresenta uno dei principali sviluppatori mondiali di software per la pianificazione forestale e la gestione delle risorse naturali. Le sue piattaforme consentono di integrare dati GIS, inventari forestali, immagini satellitari e modelli previsionali per supportare la pianificazione delle attività forestali, la gestione sostenibile del patrimonio boschivo e l'ottimizzazione delle operazioni. Le soluzioni sviluppate dall'azienda sono utilizzate da imprese forestali, enti pubblici e grandi operatori internazionali, rendendola uno dei principali riferimenti del settore.
Forsite Consultants (Salmon Arm, British Columbia)	Forsite Consultants è una delle maggiori società canadesi specializzate nella gestione forestale, nella geomatica e nelle tecnologie geospaziali applicate alla Precision Forestry. L'azienda sviluppa servizi di inventario forestale, telerilevamento, analisi GIS, pianificazione forestale, modellazione ambientale e gestione sostenibile delle risorse naturali. Attraverso un approccio fortemente orientato all'innovazione, integra dati provenienti da droni, immagini satellitari, rilievi LiDAR e sistemi di Intelligenza Artificiale a supporto della pianificazione forestale.
Silvacom (Edmonton, Alberta)	Silvacom sviluppa soluzioni software e servizi di consulenza per la gestione forestale sostenibile, integrando sistemi GIS, database forestali, telerilevamento, modellazione territoriale e strumenti di supporto alle decisioni. L'azienda collabora con governi provinciali, imprese forestali e organizzazioni pubbliche nello sviluppo di piattaforme digitali dedicate alla pianificazione delle risorse naturali e alla gestione sostenibile delle foreste.
Mosaic Forest Management (Nanaimo, British Columbia)	Mosaic Forest Management è uno dei principali operatori forestali del Canada occidentale e rappresenta un esempio avanzato di applicazione delle tecnologie digitali alla gestione sostenibile delle foreste. L'azienda utilizza sistemi GIS, immagini satellitari, rilievi LiDAR, droni e strumenti di analisi avanzata per pianificare le attività forestali, monitorare la biodiversità e ottimizzare la gestione delle proprie risorse. La collaborazione con università e centri di ricerca rende Mosaic un importante partner per la sperimentazione di nuove tecnologie dedicate alla Precision Forestry.
Capitale di rischio, investitori e acceleratori	
Cycle Capital (Montréal, Québec)	Cycle Capital è uno dei principali fondi canadesi specializzati nelle tecnologie per la transizione ecologica e nell'innovazione climatica. Il fondo investe in startup e imprese innovative operanti nei settori delle tecnologie pulite, dell'economia circolare, della gestione sostenibile delle risorse naturali, dell'analisi ambientale e della digitalizzazione delle infrastrutture. Pur non concentrandosi esclusivamente sul comparto forestale, sostiene aziende che sviluppano soluzioni basate su Intelligenza Artificiale, Internet of Things,

	sensoristica, monitoraggio ambientale e piattaforme digitali, tecnologie sempre più utilizzate anche nella Precision Forestry e nella gestione delle foreste urbane.
BDC Climate Tech Fund (Montréal, Québec)	Il Climate Tech Fund della Business Development Bank of Canada (BDC) rappresenta uno dei maggiori strumenti di investimento pubblico dedicati alle imprese innovative impegnate nella lotta ai cambiamenti climatici. Il fondo sostiene startup e PMI che sviluppano tecnologie per la decarbonizzazione, la resilienza climatica, la gestione sostenibile delle risorse naturali e il monitoraggio ambientale. Grazie alle sue dimensioni e al ruolo istituzionale di BDC, costituisce uno dei principali investitori per le imprese canadesi operanti nelle tecnologie ambientali e nelle soluzioni digitali applicate alla gestione del territorio.
Active Impact Investments (Vancouver, British Columbia)	Active Impact Investments è un fondo di venture capital con sede a Vancouver specializzato in startup che contribuiscono alla riduzione delle emissioni di gas serra e alla transizione verso un'economia sostenibile. Gli investimenti riguardano tecnologie dedicate all'energia pulita, all'analisi ambientale, all'agricoltura sostenibile e alla gestione delle risorse naturali. L'interesse del fondo verso soluzioni digitali per il monitoraggio ambientale e la resilienza climatica lo rende un potenziale partner anche per imprese attive nella Precision Forestry e nelle Nature-Based Solutions.
Foresight Canada (Vancouver, British Columbia)	Foresight Canada è una delle principali organizzazioni canadesi dedicate all'accelerazione delle imprese cleantech. Attraverso programmi di incubazione, accelerazione, mentorship e accesso ai finanziamenti, supporta startup impegnate nello sviluppo di tecnologie innovative per la sostenibilità ambientale. L'organizzazione promuove inoltre programmi di collaborazione tra startup, grandi imprese, amministrazioni pubbliche e investitori, favorendo la sperimentazione di nuove soluzioni nei settori del monitoraggio ambientale, della gestione delle risorse naturali e dell'economia circolare.
Natural Products Canada	Natural Products Canada sostiene startup che valorizzano le risorse biologiche e naturali attraverso processi innovativi e tecnologie ad alto valore aggiunto. Pur concentrandosi principalmente sulla bioeconomia, l'organizzazione finanzia anche iniziative legate ai biomateriali, ai prodotti forestali innovativi e alla valorizzazione sostenibile delle risorse forestali. Le attività di accompagnamento comprendono supporto alla commercializzazione, sviluppo industriale e accesso a investitori privati.