



**Element-E**  
by 3Bee Ecosystem

## REPORT

<b>NOME DEL SITO:</b>	<i>Oasi di Fondazione Compagnia di San Paolo</i>
<b>LUOGO:</b>	<i>Cascina Falchera (TO)</i>
<b>CLIENTE:</b>	<i>Fondazione Compagnia di San Paolo</i>
<b>ESTENSIONE SITO:</b>	0.18 ha
<b>PUBBLICAZIONE:</b>	12/2024



## INTRODUZIONE

- Biodiversità e servizi ecosistemici
- Perdita di biodiversità
- Obiettivi e contesto normativo

## METODOLOGIA

- Approccio basato sul protocollo Element-E
- Matrice di Doppia Materialità
  - Impatti
  - Dipendenze
- Analisi del rischio
  - Rischio climatico e naturale
  - Rischi per la biodiversità
- Analisi dello stato della biodiversità
  - Stimato da remoto
  - Misurato in sito

## RISULTATI

- Descrizione del sito
- Matrice di Doppia Materialità
  - Impatti
  - Dipendenze
- Analisi del rischio
  - Rischio climatico e naturale
  - Rischi per la biodiversità
- Analisi dello stato della biodiversità
  - Stimato da remoto
  - Misurato in sito

## CONCLUSIONE

## BIBLIOGRAFIA

# INTRODUZIONE

---



# INTRODUZIONE

## BIODIVERSITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI

---

*“La diversità biologica, più comunemente utilizzata nella sua forma contratta, **biodiversità**, è il termine usato per descrivere la varietà della vita sulla Terra, inclusi animali, piante e specie microbiche”* (World Health Organization, 2015, p. 28).

La biodiversità modella l'integrità, l'equilibrio e la salute degli **ecosistemi** - marini e di acqua dolce, aria, suolo, microrganismi e scoperte biomediche - influenzando intricatamente le proprietà e i processi dei loro elementi costituenti (World Health Organization, 2015).

Gli **ecosistemi** forniscono una moltitudine di **benefici diretti e indiretti alle comunità umane** (Boyd et al., 2007). Questi benefici si traducono comunemente in prodotti e servizi consumati e goduti dagli esseri umani, detti **servizi ecosistemici**.

I servizi ecosistemici derivano dalle interazioni intricate tra esseri umani, ecosistemi naturali e specie e dipendono da una varietà di organismi, comprendendo produttori primari, erbivori, carnivori, decompositori, impollinatori, patogeni e nemici naturali dei parassiti. Specificamente, questi servizi derivano da interazioni fisiche e chimiche intricate tra componenti biotiche (esseri viventi all'interno di un ecosistema - piante, animali e batteri) e abiotiche (componenti non viventi - acqua, suolo e atmosfera), coordinando la regolazione dei cicli biogeochimici, i flussi di energia e le dinamiche delle comunità all'interno di un ecosistema (Boyd et al., 2007; Fisher et al., 2009).

Biodiversità e servizi ecosistemici **resilienti** costituiscono una parte significativa per lo sviluppo sostenibile e per la promozione del benessere economico e fisico delle società (IUCN, 2022).

Secondo le loro funzioni, il WHO (2015) ha classificato i servizi ecosistemici in:

- **Servizi di supporto:** abilitatori degli altri servizi ecosistemici. Includono la formazione del suolo, il ciclo dei nutrienti, la fotosintesi e la produzione di ossigeno, il riciclaggio dell'acqua e la produzione di biomassa.
- **Servizi di approvvigionamento:** rappresentano i prodotti degli ecosistemi, come acqua dolce, produzione alimentare (sulla terra e in acqua), legname e fibre, fonti di carburante ed energia e medicine naturali.
- **Servizi di regolazione:** mirano a bilanciare e regolare i processi dell'ecosistema in termini di clima, inondazioni, patogeni e malattie, acqua, suolo e aria, **impollinazione**, stoccaggio del carbonio, rischi naturali e supporto alla funzione immunitaria umana.
- **Servizi culturali:** sono tutti i benefici non fisici ricevuti dagli ecosistemi, come il valore estetico e l'ispirazione dalla natura, il significato spirituale della natura, le opportunità ricreative e educative, la promozione della salute mentale e del contatto sociale.

Tra i **servizi di regolazione**, l'**impollinazione** è fondamentale per la conservazione della flora, il mantenimento della biodiversità e la produzione alimentare. Inoltre, gli impollinatori e il polline che raccolgono possono **fornire preziose informazioni sulla salute ambientale**, la **flora locale** e la **contaminazione chimica delle aree locali**.

# INTRODUZIONE

Il servizio ecosistemico di **impollinazione** evidenzia l'importanza di **mantenere un ecosistema equilibrato**, poiché eventuali disequilibri possono innescare eventi a cascata legati al **clima** e alla **biodiversità**, impattando la **salute umana**, la **produzione alimentare** e la **sopravvivenza complessiva delle specie**.

Comunemente associata alle api, l'impollinazione è un servizio ecosistemico svolto da una più ampia categoria di specie che comprende **impollinatori vertebrati e invertebrati** (Allen-Wardell et al., 1998). Gli impollinatori vertebrati includono pipistrelli, mammiferi non volanti, colibrì e altri uccelli impollinatori. Gli impollinatori invertebrati comprendono api, come le api da miele (*Apis mellifera*) e api non-apide, e altri come falene, mosche, vespe, coleotteri, farfalle e altri invertebrati (Thakur, 2012). Gli **impollinatori invertebrati**, come le api, sono un perfetto **bioindicatore** della biodiversità poiché rappresentano lo stato di salute dell'ambiente dove si trovano (Albrecht et al., 2012; Allen-Wardell et al., 2023; Cox, 2023; Kearns et al., 1998; Mitra & Banerjee, 2007; Nicholls & Altieri, 2013; Potts et al., 2010).

Gli **impollinatori selvatici** svolgono un ruolo fondamentale nell'**impollinazione delle piante** e nella **conservazione della biodiversità** e quindi nella **tutela degli ecosistemi**. La diversità degli impollinatori selvatici contribuisce alla **resilienza** degli ecosistemi, aumentando la stabilità delle popolazioni di piante e la resistenza alle malattie. Inoltre, promuovono la conservazione delle piante selvatiche, inclusi habitat fragili come le praterie, le zone umide e le aree boschive. Da recenti studi dell'Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services risulta che circa 308.000 specie di **piante selvatiche** (circa **87,5%** del totale) sono dipendenti almeno in parte dagli insetti pronubi (tra cui 40.000 api-dipendenti) ed è stato dimostrato che circa il **70%** delle 115 principali **colture coltivate** nel mondo traggono vantaggio dall'impollinazione animale (Klein et al., 2006). L'incremento del valore economico annuo mondiale dovuto all'**impollinazione** delle produzioni agricole ammonta a circa **260 miliardi di euro** (Lautenbach et al., 2012).

# INTRODUZIONE

## PERDITA DI BIODIVERSITÀ

---

La **qualità e la quantità dei servizi offerti da un ecosistema dipendono dalla sua qualità, quantità e sicurezza, dal livello di conservazione della biodiversità e dalla presenza di fattori di stress ambientale** (McKinsey & Company, 2020; World Health Organization Regional Office for Europe, 2021).

La **perdita di biodiversità** viene calcolata sulla base del **tasso di estinzione**, cioè il numero annuo di specie estinte per milione.

Negli ultimi anni, la perdita di biodiversità è diventata una **sfida** prominente, **compromettendo significativamente la resilienza del pianeta**. Attualmente, stiamo vivendo la **sesta estinzione di massa delle specie**, con un tasso di estinzione circa 1.000 volte superiore al livello naturale precedente all'influenza umana (McKinsey & Company, 2020). Tra il 28% di tutte le specie valutate, gli ecosistemi contano per l'83% dei mammiferi selvatici e metà delle piante estinte, con oltre 44.000 specie di flora e fauna minacciate di estinzione (IUCN, n.d.). La perdita di biodiversità rappresenta **una delle sfide ambientali più urgenti** dei nostri tempi e sta ostacolando il raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (Segretariato della Convenzione sulla Diversità Biologica, 2020). Inoltre, la perdita di biodiversità sta inoltre rendendo sempre più difficile per gli impollinatori trovare le risorse necessarie per sopravvivere.

L'attuale aumento dei tassi di estinzione è attribuito principalmente alle **attività umane**, quali i cambiamenti nell'uso del suolo e del mare, il degrado degli habitat e lo sfruttamento eccessivo delle risorse, l'inquinamento, le specie aliene invasive, il cambiamento climatico e la crescita della popolazione globale (World Health Organization, 2015; World Health Organization Regional Office for Europe, 2021). In particolare, le nuove pratiche agricole e la diffusione delle monocolture hanno ridotto drasticamente la presenza degli insetti pronubi selvatici, aumentando così la dipendenza dall'ape domestica come principale impollinatrice. In alcuni casi, questo ha portato a mettere in secondo piano la produzione di miele a favore dell'impollinazione.

La **perdita di biodiversità** viene classificata come **uno dei nove "limiti planetari"** che rappresentano uno spazio operativo sicuro per l'umanità identificati da Rockström e altri scienziati nel 2009. Se superati, questi confini possono portare a eventi climatici estremi e catastrofici (Rockström et al., 2009; Richardson et al., 2023). I nove confini planetari sono strettamente interconnessi. Storicamente, è stata osservata l'intricata connessione tra deforestazione, modelli di pioggia, erosione del suolo, prosciugamento delle sorgenti e l'emergere di torrenti causati dall'azione umana (Gómez-Baggethun et al., 2010). Il limite planetario della perdita di biodiversità è stato considerato superato già nel 2009, principalmente a causa dei modelli di produzione e consumo umani.

In questo contesto, diventa fondamentale intervenire immediatamente per proteggere gli ecosistemi mondiali e la biodiversità che essi supportano.

L'**approccio tecnico-scientifico di 3Bee** consente di **monitorare la biodiversità terrestre e implementare azioni specifiche per la sua di rigenerazione e conservazione**.

# INTRODUZIONE

## OBIETTIVI E CONTESTO NORMATIVO

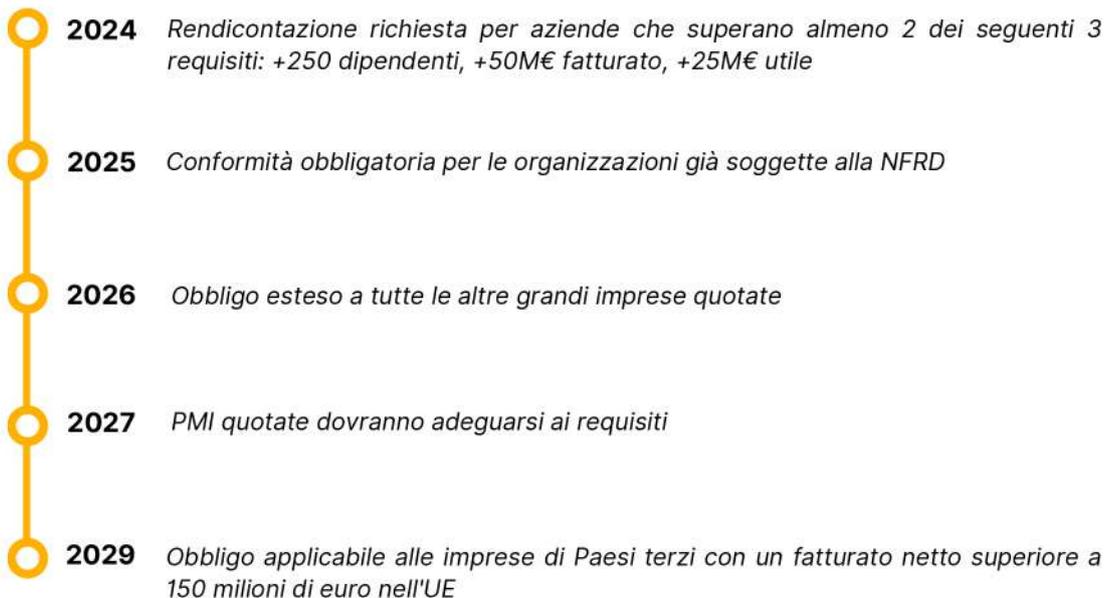
L'obiettivo principale dell'approccio tecnico-scientifico di 3Bee è quello di **valutare gli impatti delle operazioni aziendali sulla biodiversità**, seguendo le linee guida stabilite dalla Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD).

La **Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)** è una direttiva dell'Unione Europea entrata in vigore il 5 gennaio 2023, che amplia i requisiti di rendicontazione e divulgazione della precedente Non-Financial Reporting Directive (NFRD) sulle **questioni di sostenibilità**, in linea con le tendenze globali che incorporano le considerazioni ESG nelle pratiche aziendali e in riferimento agli standard **ESRS** (Environmental and Social Responsibility Standard) sviluppati da **EFRAG** (European Financial Reporting Advisory Group) e **GRI** (Global Reporting Initiative) (European Commission, 2023).

La CSRD introduce diversi requisiti chiave:

- **L'estensione dell'obbligo di rendicontazione non finanziaria** a tutte le società di grandi dimensioni e a quelle con titoli quotati nei mercati regolamentati dell'Unione Europea.
- **L'ampliamento delle informazioni ESG** che devono essere incluse nell'informativa non finanziaria.
- **L'uniformità degli standard di rendicontazione** per tutte le imprese europee, al fine di definire linee guida comuni per garantire coerenza e comparabilità delle informazioni divulgate (EFRAG).

Le scadenze per l'adeguamento alla CSRD sono suddivise nelle seguenti fasi:

- 
- A vertical timeline with orange circular markers and a connecting line, listing the implementation phases of the CSRD from 2024 to 2029.
- 2024** *Rendicontazione richiesta per aziende che superano almeno 2 dei seguenti 3 requisiti: +250 dipendenti, +50M€ fatturato, +25M€ utile*
  - 2025** *Conformità obbligatoria per le organizzazioni già soggette alla NFRD*
  - 2026** *Obbligo esteso a tutte le altre grandi imprese quotate*
  - 2027** *PMI quotate dovranno adeguarsi ai requisiti*
  - 2029** *Obbligo applicabile alle imprese di Paesi terzi con un fatturato netto superiore a 150 milioni di euro nell'UE*

# METODOLOGIA



# METODOLOGIA

Il **framework 3Bee** è integrato nella **piattaforma Element-E di 3Bee**, progettata per sviluppare una **E-Strategy conforme agli standard ESRS** (European Sustainability Reporting Standards).

Il processo parte con l'**Assessment di Doppia Materialità**, che permette di identificare i temi materiali sia finanziari che d'impatto, analizzando rischi, dipendenze e la probabilità di eventi critici. Si prosegue con la **Divulgazione delle informazioni relative agli argomenti ambientali materiali**. In collaborazione con gli strategist di 3Bee, viene quindi elaborato un **Action Plan ambientale** allineato agli standard internazionali. Infine, il framework garantisce un ciclo continuo di monitoraggio, divulgazione e adattamento, **integrando i risultati nella strategia aziendale** per assicurare il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità nel *breve, medio e lungo termine*.

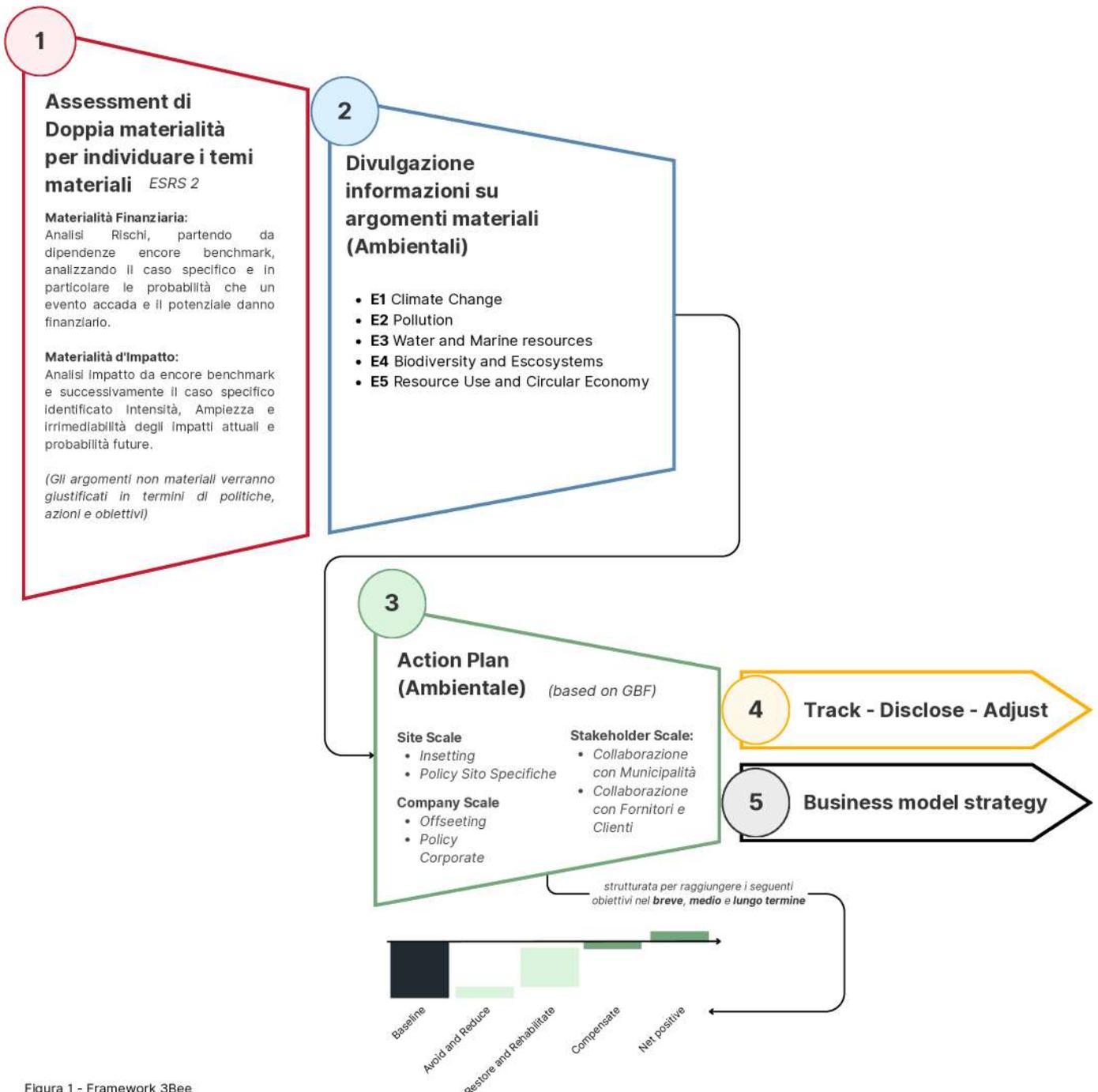


Figura 1 - Framework 3Bee

# METODOLOGIA

L'approccio tecnico-scientifico di 3Bee è articolato in un **livello preliminare di analisi** costituito da **Baseline** e **3 livelli di Assessment** (Livello 0, 1, e 2), seguiti poi da eventuali interventi di **rigenerazione** sito-specifici, come l'inserimento di specie nettariifere autoctone da almeno a cinque specie diverse e con fioritura scalare, l'installazione di rifugi artificiali per impollinatori e/o l'introduzione di piccole zone d'acqua artificiali. Infine, sono previste azioni di **monitoraggio dei risultati** sugli interventi (Figura 1).

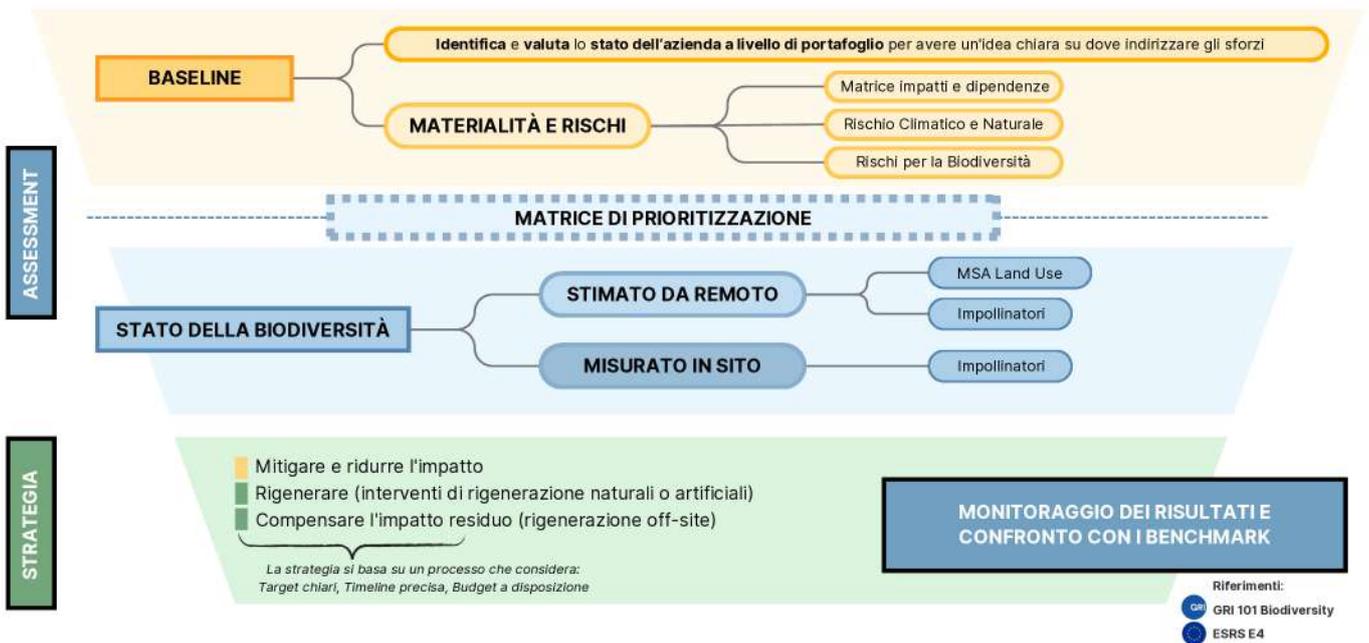
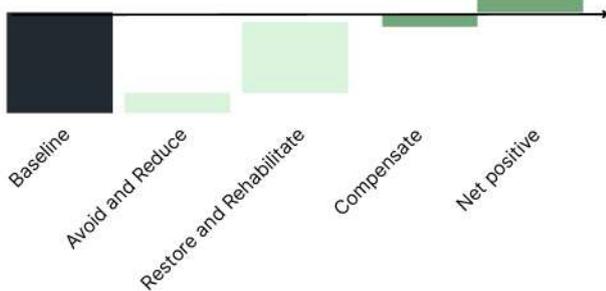


Figura 2 - Approccio tecnico-scientifico di 3Bee

Grazie a questo approccio, e ai dati raccolti tramite la tecnologia, è possibile in seguito formulare **strategie sito-specifiche di biodiversità** che possono riguardare **un unico sito** o **l'intero portafoglio aziendale** (approccio multi-sito).

## Impatto sulla biodiversità



### Baseline

Identifica e valuta il tuo impatto a **livello di portafoglio aziendale** per avere un'idea chiara su dove indirizzare i tuoi sforzi.

### Avoid, Reduce, Restore and Rehabilitate

Agisci sui **tui siti** e **sulla tua catena di approvvigionamento** per mitigare il tuo impatto in modo mirato, così da massimizzare i tuoi risultati e impatti.

### Compensate

Creare benefici aggiuntivi sul territorio supportando **progetti di restauro**

### Net positive

Migliora la biodiversità e la natura nelle aree impattate dai tuoi sforzi; quindi, comunica i tuoi risultati supportati da **dati quantitativi e certificati**

# METODOLOGIA

## APPROCCIO BASATO SUL PROTOCOLLO ELEMENT-E

L'approccio tecnico-scientifico di 3Bee è uno strumento innovativo di **analisi della biodiversità** strutturato in linea con il **protocollo Element-E** (protocollo verificato da Bureau Veritas).

Il protocollo Element-E è il primo programma certificato che consente il **monitoraggio tecnologico della biodiversità** grazie ad uno studio dettagliato del land cover presente in un dato sito e dell'interrelazione di queste con la biodiversità e popolazioni di insetti impollinatori.

L'analisi combina i dati dai satelliti Sentinel I e II, l'analisi satellitare e le informazioni da database pubblici, e consente di generare indicatori sintetici che riflettono lo **stato attuale della biodiversità e la capacità dell'area di supportare impollinatori selvatici**. Sulla base di questi risultati, vengono pianificati **interventi sito-specifici** e vengono formulate **strategie per rigenerare la biodiversità**.

Il protocollo è stato sviluppato da 3Bee e dalla collaborazione attiva con il Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria di Bologna (**CREA**), l'Agenzia Spaziale Europea (**ESA**), l'**Università degli Studi di Torino** e l'**Università degli Studi di Napoli Federico II**.

Element-E ha l'ambizione di dimostrare e **premiare l'impegno** che le aziende investono a favore della **sostenibilità ambientale** e della **conservazione della biodiversità**, coinvolgendo anche il settore privato nella creazione di un'estesa rete di monitoraggio. Inoltre, è offerta la possibilità di mettere a disposizione i dati raccolti in forma anonima per essere liberamente fruibili da enti di ricerca e non solo, allo scopo di essere usati per la ricerca scientifica.

L'utilizzo del protocollo Element-E per il monitoraggio della biodiversità permette di ottenere un **punteggio compreso tra 0 e 100**, con ogni punto rappresentante un'azione o un indicatore di biodiversità. I punteggi sono suddivisi in tre categorie: **Nessuno** (0-54), **Base** (55-84) e **Plus di Biodiversità** (85-100). Al raggiungimento di un punteggio minimo di 55, il sito o il prodotto realizzato al suo interno consegue un riconoscimento che può essere comunicato attraverso un'**etichetta** (Label; Figura 2).

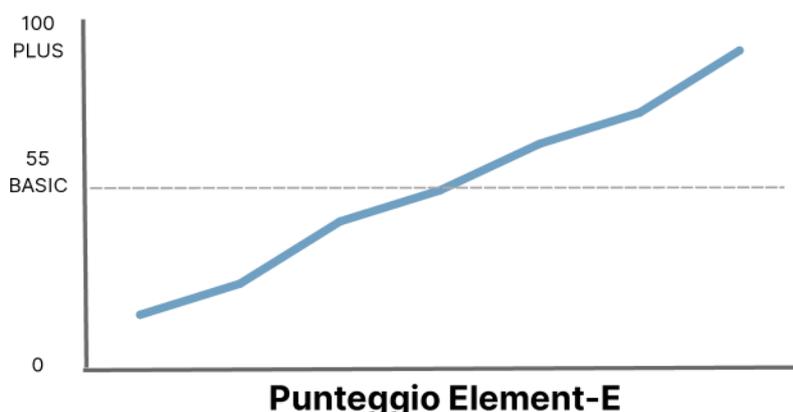


Figura 3 - Illustrazione dell'effetto degli interventi di rigenerazione sul punteggio complessivo ottenuto da Element-e.

# METODOLOGIA

## MATRICE DI DOPPIA MATERIALITÀ

La metodologia per la costruzione e l'applicazione della matrice di prioritizzazione degli "Impact Driver" e delle "Ecosystem Dependencies" si basa su **un'analisi sistematica delle operazioni aziendali e dei loro effetti sugli ecosistemi**.

Il processo prevede la raccolta dei dati attraverso diverse fonti, tra cui **sondaggi in fase di kick-off** e **database pubblici e validati**. Questi strumenti sono essenziali poiché permettono di effettuare una prima analisi qualitativa degli impatti e delle dipendenze.

Ogni processo produttivo presenta impatti e dipendenze uniche, analizzate mediante una serie di indicatori ambientali specifici definiti da ENCORE. Il **benchmark ENCORE** (Encore, n.d.) viene utilizzato come riferimento per confrontare e valutare le performance rispetto agli standard di sostenibilità dei processi produttivi.

I dati raccolti e le informazioni ottenute dal sondaggio vengono utilizzati per valutare dettagliatamente l'importanza e l'impatto di ciascun "Impact Driver" e "Ecosystem Dependency". Si applicano criteri di valutazione specifici, quali **l'intensità dell'impatto** e la **rilevanza per il settore produttivo**. A ciascun elemento viene assegnato un **intensità di impatto** per facilitare il confronto e la prioritizzazione.

I risultati vengono riportati in due matrici, ognuna delle quali evidenzia gli "Impact Driver" e le "Ecosystem Dependencies" in una scala di intensità VL (Very Low), L (Low), M (Medium), H (High), HL (Very High; Figura 3). Questa analisi consente di avere **un assessment** per una strategia multi-anno con **obiettivi target specifici** e un **sistema di monitoraggio** per valutare l'efficacia delle azioni intraprese e apportare le necessarie modifiche in base ai risultati ottenuti. Questo processo di feedback continuo garantisce che le misure adottate siano sempre aggiornate e rilevanti.

Infine, i risultati vengono integrati nelle politiche e procedure aziendali per garantire una **gestione continua** degli impatti sulla biodiversità e delle dipendenze dagli ecosistemi. La **formazione e la sensibilizzazione del personale aziendale** sono essenziali per assicurare che tutti i livelli dell'organizzazione siano consapevoli e attivamente coinvolti nella protezione della biodiversità.

**L'assessment di biodiversità si focalizza sui seguenti indicatori di impatto e dipendenza:**

- **Land Use:** valutazione dell'uso del suolo e delle sue implicazioni per la biodiversità.
- **Water Dependency:** analisi della dipendenza dalle risorse idriche per le attività economiche e il loro impatto sugli ecosistemi acquatici.
- **Risk:** Identificazione dei rischi legati a eventi come disturbi acustici e luminosi, e inondazioni.

L'analisi considera solo i livelli di rischio classificati come **Medio (M), Alto (H) e Molto Alto (VH)**.



Figura 4 - Legenda delle intensità di rischio e dei livelli considerati per l'assessment.

# METODOLOGIA

## IMPATTI

I driver di impatto sono identificati come fattori misurabili che influenzano significativamente la quantità o la qualità del capitale naturale.

Di seguito vengono descritte le principali categorie:

- **Disturbance:** i disturbi includono inquinamento acustico e luminoso, misurati rispettivamente in decibel (dB) e lumen, nonché la durata dell'esposizione. Questi disturbi possono influenzare la fauna selvatica e gli ecosistemi locali.
- **Freshwater Ecosystem Use:** comprende l'uso di zone umide, stagni, laghi, corsi d'acqua e torbiere per servizi ecosistemici come la purificazione dell'acqua e la riproduzione dei pesci, oltre all'infrastruttura necessaria per l'utilizzo di fiumi e laghi, come ponti e dighe.
- **GHG Emissions:** include le emissioni di gas serra come anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), ossido di diazoto (N<sub>2</sub>O), esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>), idrofluorocarburi (HFC) e perfluorocarburi (PFC), che contribuiscono ai cambiamenti climatici.
- **Marine Ecosystem Use:** implica l'area utilizzata per acquacoltura, estrazione mineraria del fondale marino e altre attività marine, che possono avere un impatto significativo sugli habitat marini.
- **Non-GHG Air Pollutants:** questa categoria comprende inquinanti come il particolato fine (PM<sub>2.5</sub>) e grossolano (PM<sub>10</sub>), composti organici volatili (VOC), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) e monossido di carbonio (CO), che influiscono sulla qualità dell'aria.
- **Other Resource Use:** si riferisce all'estrazione di risorse come minerali, pesci e mammiferi selvatici, classificati per specie, influenzando la biodiversità e gli ecosistemi naturali.
- **Soil Pollutants:** riguarda lo scarico e la ritenzione di rifiuti nel suolo, che può compromettere la qualità del suolo e influenzare la vegetazione e la fauna.
- **Solid Waste:** include la gestione e lo smaltimento di rifiuti solidi, classificati in non pericolosi, pericolosi e radioattivi, con ulteriori suddivisioni basate sui materiali costituenti e i metodi di smaltimento (es. discarica, incenerimento, riciclaggio).
- **Terrestrial Ecosystem Use:** comprende aree destinate all'agricoltura, piantagioni forestali, miniere a cielo aperto e tutte quelle attività che influenzano direttamente l'uso del suolo e la copertura del terreno.
- **Water Pollutants:** include il rilascio di nutrienti (come nitrati e fosfati) e altre sostanze (come metalli pesanti e sostanze chimiche) nei corpi idrici, che possono compromettere la qualità dell'acqua e la salute degli ecosistemi acquatici.
- **Water Use:** si riferisce al consumo di acque sotterranee e superficiali, influenzando la disponibilità di risorse idriche per vari usi umani e naturali.

# METODOLOGIA

## DIPENDENZE

I servizi ecosistemici sono benefici essenziali forniti dagli ecosistemi naturali e sono classificati secondo la Common International Classification of Ecosystem Services (CICES).

Di seguito vengono descritte le principali categorie:

- **Animal-based energy:** il lavoro fisico è fornito da specie domestiche o commerciali. Questi possono essere raggruppati come animali da tiro, animali da soma e animali da cavalcatura.
- **Bio-remediation:** la fitodepurazione è un processo naturale in cui organismi viventi come microrganismi, piante, alghe e alcuni animali degradano, riducono e/o detossificano i contaminanti.
- **Buffering and attenuation of mass flows:** la bufferizzazione e l'attenuazione dei flussi di massa permettono il trasporto e lo stoccaggio dei sedimenti da parte di fiumi, laghi e mari.
- **Climate regulation:** la regolazione del clima globale è fornita dalla natura attraverso lo stoccaggio a lungo termine di anidride carbonica nel suolo, nella biomassa vegetale e negli oceani. A livello regionale, il clima è regolato dalle correnti oceaniche e dai venti, mentre a livello locale la vegetazione può modificare temperature, umidità e velocità del vento.
- **Dilution by atmosphere and ecosystems:** l'acqua, sia dolce che salata, e l'atmosfera possono diluire i gas, i liquidi e i rifiuti solidi prodotti dalle attività umane.
- **Disease control:** gli ecosistemi svolgono un ruolo importante nella regolazione delle malattie per le popolazioni umane, oltre che per la flora e la fauna selvatiche e domestiche.
- **Fibres and other materials:** fibre e altri materiali provenienti da piante, alghe e animali sono utilizzati direttamente o trasformati per vari scopi. Questo include legno, fibre non lavorate e materiali per la produzione come cellulosa, cotone e coloranti, nonché materiali vegetali, animali e algali per foraggio e fertilizzanti.
- **Filtration:** filtrazione, sequestro, stoccaggio e accumulo di inquinanti sono svolti da una gamma di organismi, tra cui alghe, animali, microrganismi e piante vascolari e non vascolari.
- **Flood and storm protection:** la protezione da inondazioni e tempeste è fornita dagli effetti di attenuazione e buffering della vegetazione naturale e a dimora.
- **Genetic materials:** il materiale genetico è rappresentato dal DNA e da tutto il biota, inclusi piante, animali e alghe.
- **Ground water:** le acque sotterranee sono immagazzinate in acquiferi costituiti da rocce, suolo e sabbia permeabili. L'acqua che alimenta le fonti sotterranee proviene dalle precipitazioni, dal disgelo e dal flusso d'acqua dalle risorse naturali di acqua dolce.
- **Maintain nursery habitats:** gli habitat di nursery sono ambienti che forniscono un contributo significativo alla riproduzione di individui di una particolare specie, dove i giovani si trovano a densità più elevate, evitano meglio i predatori o crescono più velocemente rispetto ad altri habitat.
- **Mass stabilisation and erosion control:** la stabilizzazione delle masse e il controllo dell'erosione sono forniti dalla copertura vegetale che protegge e stabilizza gli ecosistemi terrestri, costieri e marini, le zone umide costiere e le dune. La vegetazione sulle pendici previene valanghe e frane, mentre mangrovie, alghe e macroalghe offrono protezione dall'erosione delle coste e dei sedimenti.
- **Mediation of sensory impacts:** la vegetazione è la principale barriera naturale utilizzata per ridurre l'inquinamento acustico e luminoso, limitando l'impatto sulla salute umana e sull'ambiente.

# METODOLOGIA

- **Pest control:** il controllo dei parassiti e la gestione delle specie aliene invasive sono forniti mediante l'introduzione diretta e il mantenimento di popolazioni di predatori dei parassiti o delle specie invasive, la creazione di habitat per ridurre i parassiti e la produzione di biocidi naturali basati su tossine naturali per i parassiti.
- **Pollination:** i servizi di impollinazione sono forniti da tre principali meccanismi: animali, acqua e vento. La maggior parte delle piante dipende in qualche misura dagli animali che agiscono come vettori o impollinatori per trasferire il polline.
- **Soil quality:** la qualità del suolo è mantenuta attraverso processi di meteorizzazione che preservano le condizioni bio-geochimiche del suolo, compresa la fertilità e la struttura del suolo, e processi di decomposizione e fissazione che permettono la fissazione dell'azoto, la nitrificazione e la mineralizzazione del materiale organico morto.
- **Surface water:** l'acqua superficiale è fornita da risorse di acqua dolce provenienti dalle precipitazioni raccolte e dal flusso d'acqua dalle fonti naturali.
- **Ventilation:** la ventilazione fornita dalla vegetazione naturale, o a dimora, è vitale per una buona qualità dell'aria interna. Senza una ventilazione adeguata, si possono verificare accumuli di composti organici volatili (VOC), batteri aerodispersi e muffe, con conseguenti implicazioni negative a lungo termine per la salute degli occupanti degli edifici.
- **Water flow maintenance:** il ciclo idrologico, noto anche come ciclo dell'acqua, è il sistema che consente la circolazione dell'acqua attraverso l'atmosfera terrestre, la terra e gli oceani. Il ciclo idrologico è responsabile della ricarica delle fonti di acque sotterranee e del mantenimento dei flussi di acqua superficiale.
- **Water quality:** la qualità dell'acqua è mantenuta conservando le condizioni chimiche delle acque dolci, inclusi fiumi, torrenti, laghi e fonti di acque sotterranee, e delle acque salate per garantire condizioni di vita favorevoli per il biota.

# METODOLOGIA

## ANALISI DEL RISCHIO

### RISCHIO CLIMATICO E NATURALE

#### Rischio Idrogeologico

Gli **eventi alluvionali** e le **inondazioni** si verificano quando l'acqua straripa su terreni normalmente asciutti. Le inondazioni possono avvenire a causa del trabocco di fiumi, laghi o oceani e sono spesso causate da forti piogge, rapido scioglimento della neve, rottura di dighe o argini, o da un'ondata di tempesta proveniente da un ciclone tropicale o uno tsunami nelle aree costiere.

Grazie ai dati relativi alle alluvioni avvenute negli anni passati dal 1985 ad oggi, raccolti dal **Global Active Archive of Large Flood Events (1)**, è possibile associare un rischio alluvionale (**flood risk**) ad ogni bacino idrogeologico mondiale. Il database dei bacini idrogeologici è fornito liberamente da **HydroBASINS (2)** e comprende 12 livelli gerarchici di bacini, dal più dettagliato (livello 12, reticolo idrico minore) al più generico (livello 1, continenti).

Il flood risk viene calcolato contando il numero di eventi alluvionali avvenuti nel passato per ogni bacino del livello 12, pesati con un peso che va da 1 a 3 a seconda del livello di severità del danno a strutture e persone. Questo indicatore, con un valore da zero ad infinito, viene poi suddiviso in 5 classi di rischio, dalla più bassa alla più alta a seconda del suo valore, come mostrato in Figura 5.

Per migliorare ulteriormente la valutazione del rischio e comprendere l'impatto delle alluvioni sulla popolazione, si integrano i dati del **Dartmouth Flood Observatory (3)**, che fornisce dettagli sugli eventi catastrofici, inclusi i decessi. Queste informazioni sono cruciali per una migliore comprensione dell'entità dei danni causati dalle alluvioni nei vari bacini idrografici mondiali.

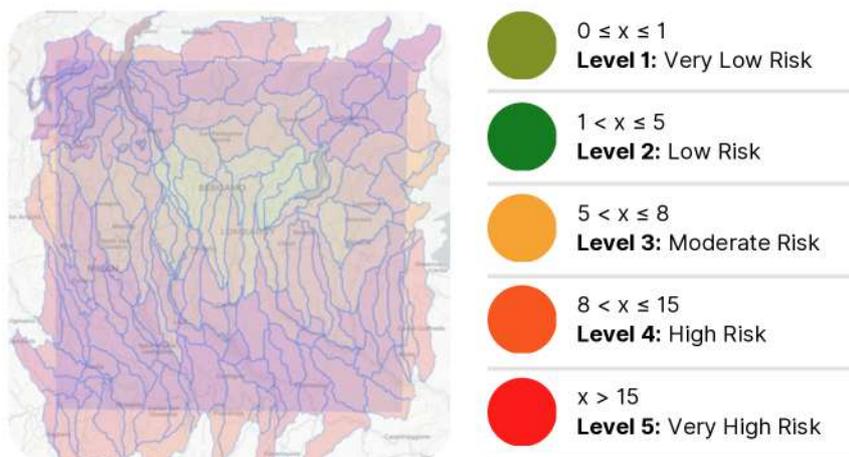


Figura 5 - Esempio di calcolo del flood risk per i bacini idrogeologici in un'area centrata su Bergamo. Il colore del bacino è proporzionale al livello di rischio (più è scuro, più il rischio è elevato).

Figura 5 - Tabella di classificazione dei livelli di rischio in base all'indice flood risk.

(1) Global Active Archive of Large Flood Events: <https://floodobservatory.colorado.edu/Archives/>

(2) HydroBASINS database: <https://www.hydrosheds.org/products/hydrobasins>

(3) Dartmouth Flood Observatory: <https://floodobservatory.colorado.edu/Archives/>

# METODOLOGIA

## RISCHI PER LA BIODIVERSITÀ

### Aree Protette

L'individuazione delle aree protette nell'area in esame avviene tramite il **World Database on Protected Areas (WDPA) (3)**, il database globale più completo di aree protette marine e terrestri. Questo progetto congiunto tra il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UN Environment Programme) e l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN) è gestito dal Centro di Monitoraggio della Conservazione Mondiale del Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP-WCMC), in collaborazione con governi, organizzazioni non governative, mondo accademico e industria.

Il WDPA viene compilato in collaborazione con una vasta gamma di organizzazioni che forniscono dati sulle aree protette al UNEP-WCMC. Questi collaboratori, fornitori dei dati del database, devono rispettare standard specifici; i dati vengono verificati e armonizzati prima di essere incorporati nel WDPA. Inoltre, il WDPA è utilizzato da ricercatori, governi e organizzazioni del settore privato, incluse ONG e istituzioni internazionali.

Questo database consente di mappare tutte le aree protette del territorio, rappresentando uno strumento fondamentale per la conservazione della biodiversità. Grazie a esso, è possibile identificare e monitorare con precisione le regioni che ospitano specie rare e habitat essenziali.

La vicinanza di queste aree protette alla ROI può fornire indicazioni preziose sulle specie che potrebbero trarre beneficio dalle misure di conservazione proposte. Esaminare questa rete consente di acquisire una comprensione approfondita delle priorità di conservazione a livello regionale e di allineare le strategie di conservazione alle esigenze specifiche del sito.



Figura 6 - Esempio aree protette (database WDPA) della Lombardia

(3) Database aree protette WDPA: <https://www.protectedplanet.net/en/thematic-areas/wdpa?tab=WDPA>

# METODOLOGIA

## Specie a Rischio

L'**identificazione delle specie a rischio** presenti nell'area specifica avviene adottando un approccio basato sull'integrazione di molteplici fonti di dati, in particolare le Liste rosse della IUCN e le liste Uccelli di Birdlife International\*.

L'analisi della **Lista Rossa dell'IUCN** (International Union for Conservation of Nature), offre dati essenziali sullo stato di conservazione delle specie minacciate a livello globale. Istituite nel 1964, le Liste Rosse sono il più **completo inventario del rischio di estinzione delle specie a livello globale** e sono diventate l'indicatore critico per eccellenza della salute della biodiversità nel mondo.

Esse non sono soltanto un elenco di specie ed il loro stato, ma anche un utile strumento per informare e catalizzare **azioni per la conservazione** della biodiversità ed il cambiamento delle politiche di conservazione, fondamentali per proteggere le risorse naturali di cui abbiamo bisogno per sopravvivere (iucnredlist.org).

I **livelli** di classificazione secondo la **IUCN** sono i seguenti: NE (non valutata), DD (dati assenti), LC (bassa preoccupazione), NT (vicina alla minaccia), VU (vulnerabile), EN (in pericolo), CR (in pericolo critico), EW (estinto in natura) e EX (estinto)

La seconda fonte di dati, utilizzata per gli **Uccelli** (classe Aves) è da individuare nell'associazione **BirdLife International**, un'organizzazione non governativa dedicata alla conservazione degli uccelli e dei loro habitat a livello globale.

I livelli di classificazione secondo il BirdLife International sono i seguenti: Esistente, Probabilmente esistente, Forse esistente, Forse estinto, Estinto, Presenza incerta.

Questo **approccio multidatabase** assicura una visione complessiva e dettagliata delle specie a rischio e delle loro esigenze ambientali. Tale metodologia permette di sviluppare **strategie di conservazione mirate**, che tengono conto sia delle necessità delle specie a rischio sia delle dinamiche ecologiche dell'habitat in cui esse si trovano. In tal modo, si garantisce che le azioni di conservazione siano ben informate e sostenibili nel tempo.

## Osservazioni

Le **osservazioni** delle specie vegetali provengono da iNaturalist e dall'app gratuita Biodiversa, creata da 3Bee. Biodiversa utilizza i dati raccolti dagli utenti tramite un processo chiamato *citizen science*, permettendo di mappare in tempo reale la biodiversità circostante.

\*I dati della Lista Rossa IUCN forniti sono soggetti a restrizioni di licenza. Per l'uso e la diffusione dei dati della Lista Rossa IUCN, è necessario ottenere la licenza appropriata e provvedere al pagamento previsto.

# METODOLOGIA

## ANALISI DELLO STATO DELLA BIODIVERSITÀ

---

### STIMATO DA REMOTO

Il livello 1 si basa sull'**utilizzo di immagini satellitari e sulla loro elaborazione tramite Intelligenza Artificiale (IA)**. L'analisi delle immagini satellitari può rivelare vari fattori che influenzano la disponibilità di risorse per gli impollinatori, come la **copertura vegetale**, la **diversità delle specie vegetali** o la **presenza di acqua**, migliorando anche la classificazione della copertura terrestre. I dati sulla copertura terrestre dell'area e dell'uso del suolo possono provenire sia da mappe con classificazione di land cover e land use di diverso dettaglio, come i prodotti del progetto Copernicus, le mappe nazionali (es. le carte dell'ISPRA), o le mappe regionali (es. carta forestale della regione Lombardia), sia da algoritmi di machine learning e IA che lavorano sia sulle **immagini satellitari dei satelliti Sentinel-1 e Sentinel-2**. L'algoritmo di IA è allenato per poter predire la classe del land cover a partire da **5 indici vegetazionali** calcolati dai dati satellitari:

1. NDVI, utilizzato per quantificare l'inverdimento della vegetazione ed è utile per comprendere la densità e la salute delle piante;
2. GNDVIhyper2, usato principalmente per stimare il contenuto di clorofilla nelle foglie;
3. PSNDc1, usato per stimare la concentrazione di pigmenti fotosintetici;
4. NDVIatmo, usato per stimare l'NDVI nel caso di forti perturbazioni atmosferiche;
5. NDMI, rileva i livelli di umidità nella vegetazione, è usato come indicatore dello stress idrico.

Successivamente si è in grado di estrarre alcune variabili biofisiche di una determinata ROI (Region of Interest) e di riportarle in figure separate. Le variabili estratte e tracciate sono quindi le seguenti:

- **Corine Land Cover (CLC)**: È la mappa di copertura del suolo Corine 2018 che descrive la copertura del suolo di una determinata area;
- **Disponibilità floreale (FA)**: Un indice che misura la disponibilità di nettare in una determinata area. È calcolato dalla mappa CLC applicando un coefficiente per ogni classe, come riportato in letteratura (European Commission. Joint Research Centre. Institute for Environment and Sustainability., 2013).
- **Idoneità alla nidificazione (NS)**: È un indice che misura la capacità di un substrato di essere idoneo alla nidificazione per una determinata specie di impollinatori. È calcolato dalla mappa CLC applicando un coefficiente per ogni classe, come riportato in letteratura (European Commission. Joint Research Centre. Institute for Environment and Sustainability., 2013).
- **Pollinator Abundance Index (PAI)**: È l'indice finale ottenuto che misura l'abbondanza relativa di impollinatori per un determinato pixel della mappa. Viene valutato utilizzando il software proprietario di 3Bee.
- **Potenziale nettario (NP)**: È la stima della produttività nettario media di una specie vegetale e del suo potenziale mellifero. Viene calcolato associando un valore di produzione di nettare dalla letteratura scientifica a ciascun tipo di copertura terrestre.

# METODOLOGIA

- **Abbondanza Media delle Specie per Uso del Suolo (MSALU):** È un indice che quantifica l'abbondanza di specie viventi in una determinata area, in relazione all'abbondanza che queste specie avrebbero in condizioni di habitat naturale e intatto, rappresentando un indicatore fondamentale per valutare la biodiversità. Nell'analisi presentata, è stato impiegato un particolare sottogruppo di questo indice, noto come MSA LU. In particolare, l'MSALU si focalizza su come la conversione del suolo (ad esempio, da foreste a terreni agricoli o aree urbane) e le modificazioni dell'habitat naturale (per esempio, attraverso pratiche agricole intensive o lo sviluppo infrastrutturale) possono portare a una riduzione della diversità e abbondanza delle specie. Attraverso questo indicatore, è possibile quantificare in maniera efficace il grado di alterazione degli ecosistemi naturali, offrendo una visione complessiva sull'impatto dell'uso del suolo sulla biodiversità a livello locale (The Globio Model, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2016).

Il rapporto include anche le seguenti analisi dettagliate:

- Tabella con valori dettagliati della copertura terrestre per il sito.
- Tabella con valori dettagliati della copertura terrestre per l'area di controllo.

Importante è sottolineare che tutti i dati generati dall'IA sono soggetti a **revisione da parte di un tecnico specializzato di 3Bee**, per assicurare l'accuratezza delle informazioni e la loro affidabilità nell'ambito della pianificazione di interventi mirati e della definizione di strategie di gestione sostenibile dell'ambiente.

## MONITORAGGIO FATTIBILITÀ APISTICA

La gestione accurata della **densità degli alveari** in un sito è cruciale per evitare eccessiva competizione per le risorse alimentari, come nettare e polline, tra le api mellifere (*Apis mellifera*) e gli impollinatori selvatici. Una densità eccessiva di alveari può non solo catalizzare la **competizione interspecifica tra gli apicoltori**, ma anche aumentare la competizione **interspecifica, compromettendo la sostenibilità delle pratiche apistiche** e la vitalità delle api. Inoltre, un elevato numero di alveari in un'area ristretta può aumentare il **fenomeno della deriva** e promuovere la **trasmissione di patologie** tra le api, elevando il rischio di morie significative.

Una **distribuzione strategica e ponderata** degli alveari può ottimizzare l'accesso a una diversificata gamma di fonti alimentari, promuovendo così un incremento della produttività delle colonie e rafforzando la resilienza delle popolazioni a lungo termine. Pertanto, una pianificazione attenta e consapevole dell'allocazione degli alveari è essenziale per mantenere un equilibrio ecologico e **preservare la biodiversità dell'ecosistema**. Il calcolo per la determinazione del numero ottimale di alveari si basa su una **soglia preventiva del 10%** rispetto al potenziale teorico di produzione di nettare di un'area di 2500 ettari. Tale percentuale, calcolata rispetto ai 500 kg di nettare consumati annualmente da un singolo alveare, definisce il massimo numero di alveari supportabile dall'area senza sovraccaricare le risorse ambientali. Cruciale è anche l'implementazione di un rigoroso regime di monitoraggio, inclusa l'**analisi di laboratorio** di insetti e prodotti dell'alveare, per identificare la presenza di sostanze nocive. Queste analisi sono essenziali per evidenziare l'**impatto dei principi attivi dannosi**, non solo per le api mellifere ma anche per l'intera comunità di impollinatori selvatici. La comprensione approfondita dei rischi associati ai composti chimici utilizzati è vitale per la formulazione di strategie di mitigazione e per l'adozione di pratiche agricole che promuovano la salute degli impollinatori.

# METODOLOGIA

## MISURATO IN SITO

### Spectrum



Lo Spectrum è un **senso IoT** in grado di rilevare e identificare a diversi livelli tassonomici le frequenze di volo degli impollinatori. L'utilizzo dei sensori IoT acustici consente di raccogliere dati in tempo reale e su larga scala, fornendo informazioni sulla diversità e sull'andamento delle popolazioni, svolgendo un ruolo nel monitoraggio della biodiversità, in particolare per gli impollinatori.

Attraverso tecniche di **machine learning** e **pattern recognition**, è possibile identificare gli impollinatori, e non solo, a diversi livelli tassonomici in base a pattern specifici di frequenza (**Hz**). I risultati delle analisi sui dati prodotti dagli Spectrum consentono di avere **dati quantitativi sulla presenza di impollinatori**, grazie al conteggio dei passaggi vicino al sensore riportati come numero di buzz rilevati in un'ora (buzz/h). L'algoritmo è configurato per operare nell'intervallo di frequenza in cui si concentra il rumore associato al ronzio di volo (fino a 3 kHz). Ciò consente di discriminare il ronzio prodotto dagli insetti dal rumore di fondo, permettendo così l'isolamento e il conteggio delle emissioni sonore degli insetti in modo preciso e accurato.

Le registrazioni vengono effettuate con una frequenza oraria per una durata totale di 12 minuti consecutivi durante il giorno e 4 minuti durante la notte. Questo specifico periodo di tempo è stato scelto in quanto rappresentativo delle fluttuazioni nella presenza degli impollinatori nell'arco delle 24 ore. Queste vengono inviate con frequenza giornaliera, mattina e sera, in remoto al cloud proprietario tramite connettività 4G. Una volta che il sensore ha raccolto e analizzato tutti i dati sonori si ottengono dei valori quantitativi che consentono di stimare la diversità dell'area esaminata usando l'abbondanza di impollinatori come proxy della biodiversità.

Il dispositivo Spectrum è composto da:

- **Microfono** IM73A135V01 progettato per applicazioni che richiedono un elevato rapporto segnale-rumore (basso rumore di fondo), bassa distorsione (alto AOP) e resistenza alla polvere e all'acqua IP57.
- Sistemi di comunicazione **SIM** e **4G** multi-operatore.
- **Pannello solare policristallino** da 6-9 volt collegato a batterie tramite cavo USB di tipo C.

L'analisi include le seguenti analisi dettagliate:

- **Calcolo del valore medio annuo di abbondanza** - calcolato su tutti i dispositivi (Indice Chiave).
- **Calcolo del valore medio settimanale di abbondanza** - calcolato su tutti i dispositivi.
- **Calcolo del valore medio annuo di abbondanza per ogni classe di insetti** - calcolato su tutti i dispositivi.
- **Calcolo del valore medio annuo di abbondanza per ogni gruppo di dispositivi installati**, con i valori rappresentati su una mappa.

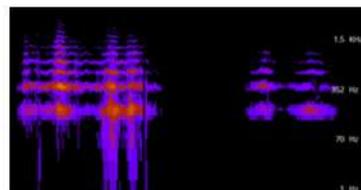


Figura 7 - Esempio dello spettro acustico di *Bombus pratorum*. Sull'asse X il tempo, sull'asse Y la frequenza in scala logaritmica, il colore rappresenta l'intensità del suono, da viola a giallo crescendo di intensità.

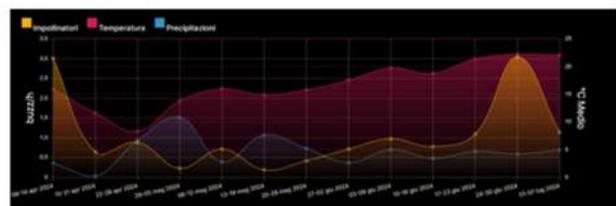


Figura 8 - Esempio di output del monitoraggio realizzato con Spectrum

# METODOLOGIA

## Hive-Tech



Hive-Tech è un **sistema IoT** in grado di monitorare i parametri vitali delle colonie di api per consentire agli apicoltori di gestire in modo ottimale gli alveari, ridurre la mortalità e lo stress, e migliorare il benessere degli animali, e analizzare la disponibilità nettarifera nell'area circostante.

Il dispositivo IoT Hive Tech raccoglie e invia **dati** in tempo reale relativi alla **temperatura**, il **peso**, l'**umidità** e **suono** provenienti dall'alveare. Questi dati permettono di comprendere meglio lo stato di salute delle api mellifere (*Apis mellifera*), e di conseguenza, lo stato di salute della biodiversità circostante.

I **modelli matematici** sviluppati a partire da questi dati riconoscono una serie di eventi caratteristici della colonia (sciarmatura, presenza di patologie, covata opercolata, importazione di nettare, consumo di cibo, attività delle api fuori dall'alveare, inizio della produzione di miele).

Riconoscendo questi eventi, si ottengono due **benefici**:

- Gli apicoltori possono implementare azioni mitigative per ridurre la mortalità e migliorare la gestione dell'alveare (applicazione di nutrienti, trattamenti, inserimento o rimozione di favi);
- Si può ottenere un'analisi dettagliata della disponibilità nettarifera dell'ambiente, identificando i periodi dell'anno con carenza di fioriture consistenti.

Il dispositivo HiveTech è composto da:

- Una bilancia con antenna GSM per la trasmissione giornaliera dei dati;
- Un sensore biometrico (temperatura, umidità, intensità sonora) collegato alla bilancia tramite cavo multipolare schermato in polietilene;
- Schede SIM multi-operatore e sistemi di comunicazione 2G;
- Pannello solare policristallino da 6-9 volt collegato a batterie tramite cavo USB di tipo C.

I **dati** vengono **raccolti due volte al giorno**, corrispondenti al momento della trasmissione da parte del dispositivo, e possono essere visualizzati in dettaglio tramite l'app 3Bee.

L'analisi include:

- Calcolo del **valore medio annuo della produzione di miele** - mediato su tutti i dispositivi (Indice Chiave);
- Calcolo del **valore medio mensile della produzione di miele** - mediato su tutti i dispositivi installati;
- Calcolo della **temperatura media all'interno dell'alveare**.

# METODOLOGIA

PollyX



PollyX è un **sistema IoT** in grado di monitorare i parametri ambientali relativi alla qualità dell'aria, in particolare il particolato atmosferico.

La raccolta dei dati avviene tramite un  **sensore** digitale che utilizza la tecnologia laser. Le particelle monitorate sono **PM2.5** e **PM10**, che rappresentano particelle di dimensioni diverse (specificamente diametro aerodinamico). I valori sono espressi in densità ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e rappresentano la quantità di particolato nell'unità di volume d'aria.

**PollyX** è applicato a **Polly House**, una casetta di legno appositamente progettata per ospitare api selvatiche, in particolare *Osmia bicornis*, e per raccogliere campioni per l'analisi di laboratorio sul sito.

Il dispositivo PollyX è composto da:

- Sensore per l'analisi della qualità dell'aria - Sensore di particolato Sension sps30\* - basato sulla tecnologia laser
- Schede SIM multi-operatore e sistemi di comunicazione 2G
- Pannello solare policristallino da 6-9 volt collegato a batterie tramite cavo USB di tipo C

I **dati** vengono **raccolti due volte al giorno**, corrispondenti al momento della trasmissione da parte del dispositivo, e possono essere visualizzati in dettaglio tramite l'app 3Bee.

Il dispositivo installato in campo consente di effettuare le seguenti analisi dettagliate:

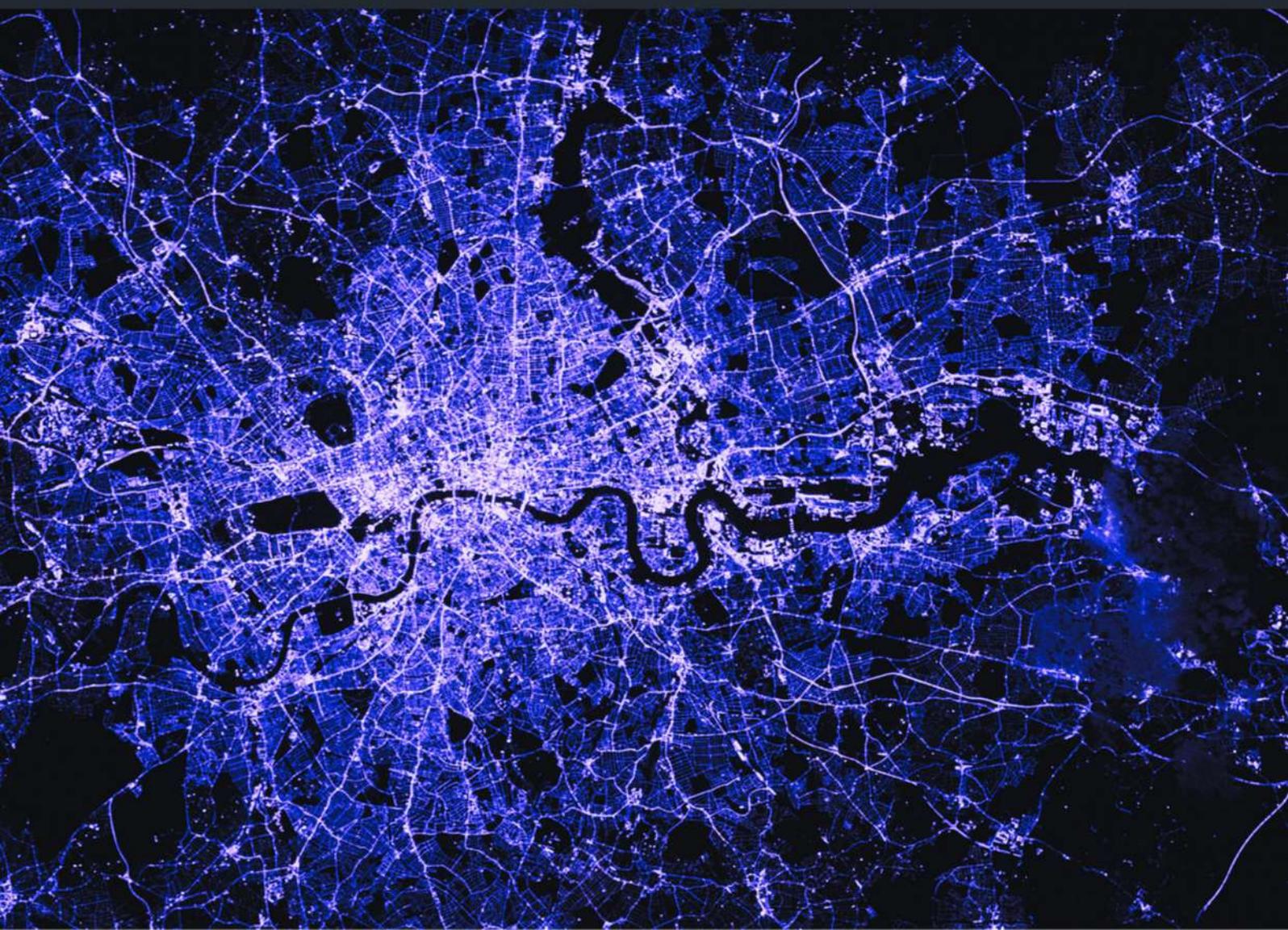
- Calcolo dei **valori medi annuali di PM2.5 e PM10** - mediati su tutti i dispositivi installati (Indice Chiave)(2)
- Calcolo dei **valori medi mensili di PM2.5 e PM10** - mediati su tutti i dispositivi installati
- Calcolo del numero di giorni in cui il valore medio giornaliero di **PM10 supera il valore normativo (max 50  $\mu\text{g}/\text{mc}$ )\*\***
- Calcolo del valore medio annuale di **PM10** per ciascun dispositivo installato, con il **valore rappresentato su una mappa**
- Calcolo del valore medio mensile di **PM10 per ciascun dispositivo installato**

\*<https://sension.com/products/catalog/SPS30/>. The PM10 value is not directly measured by the sensor but is estimated based on other measurements (PM0.5, PM1.0, PM2.5).

\*\*Pertaining to regulations and legal limits - EU Directive 2008/50/EC and Legislative Decree of August 13, 2010, No. 155.

# RISULTATI

---



# RISULTATI

## DESCRIZIONE DEL SITO

- Luogo: **Cascina Falchera (TO)**
- Estensione sito: **0.18 ha**
- Ecosistema: **Sistemi di uso intensivo del suolo**



### Il progetto di Oasi della Biodiversità

- **Monitoraggio** dello stato della biodiversità da remoto tramite satellite sulle oasi nettariifere
- **Monitoraggio** dello stato della biodiversità in campo grazie all'installazione di 6 sensori IoT:
  - 5 Hive-Tech
  - 1 Spectrum
- Arboretum di 50 piante nettariifere

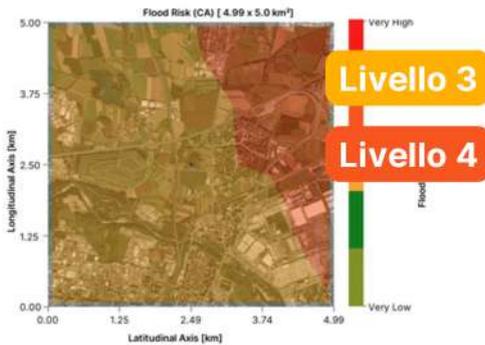
Il sito in esame è situato all'interno di un ecosistema classificato da [IUCN](#) come **Sistemi di uso intensivo del suolo**.

*I sistemi di uso intensivo del suolo, come l'agricoltura, la pastorizia, le piantagioni e l'urbanizzazione, sono fortemente influenzati dall'intervento umano, noto come "antroposfera". Il loro mantenimento richiede continue modifiche umane, come la trasformazione della vegetazione, l'integrazione di risorse e il controllo della biota. Questi interventi portano a una struttura delle comunità in disequilibrio, con bassa diversità endemica, funzionale e tassonomica. La biota bersaglio viene geneticamente manipolata per migliorare crescita e resistenza, mentre la biota non bersaglio comprende opportunisti cosmopoliti ampiamente dispersi con cicli di vita brevi. Questi sistemi sono spesso mosaici artificiali di vari tipi di terreni, associati a climi temperati o subtropicali e suoli fertili accessibili dalle macchine. I sistemi di uso intensivo del suolo hanno sostituito ecosistemi come foreste, macchie, praterie e zone umide. A livello globale e regionale, influenzano il clima alterando il ciclo dell'acqua e rilasciando gas serra. A livello locale, le temperature possono essere modificate da strutture umane o controllate artificialmente.*

# RISULTATI

## ANALISI DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

### Livello di rischio



Il Rischio Idrogeologico, rappresenta il rischio di alluvione basato sugli eventi alluvionali storici.

Di seguito la legenda dei livelli di rischio:

- Livello 1** Rischio Nullo
- Livello 2** Rischio basso ma presente
- Livello 3** Rischio medio
- Livello 4** Rischio medio e non trascurabile
- Livello 5** Rischio estremo

### Intensità di rischio



L'intensità del rischio idrogeologico è calcolata moltiplicando il numero di eventi verificatisi dal 1985 per la loro gravità.

Di seguito la legenda delle diverse intensità di rischio:

- 0 - 1** Basso
- 1-2** Medio Basso
- 2-3** Medio Alto
- 3-4** Alto
- 4+** Molto Alto

### Impatto degli eventi catastrofici sui tassi di mortalità



Il grafico illustra la distribuzione dei decessi correlati a eventi idrogeologici nell'area dal 1985. La dimensione dei cerchi rappresenta l'area di impatto dell'evento, mentre la presenza di vittime è indicata dall'icona.

Per ulteriori dettagli, si prega di consultare la piattaforma digitale dedicata all'analisi tramite il seguente [link](#) o qr code.



## SINTESI DEI RISULTATI DI RISCHIO

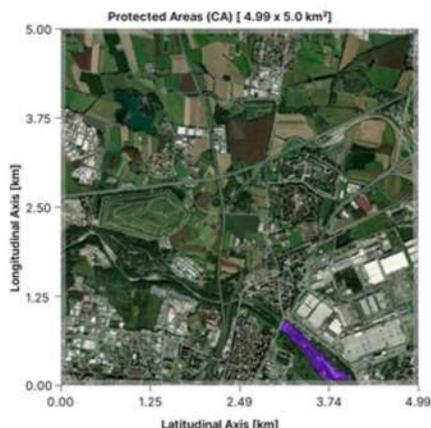
In sintesi, il sito analizzato presenta:

- livello di rischio **3 e 4 (medio, e medio e non trascurabile)**
- Intensità di rischio **3 (medio-alta)**

# RISULTATI

## ANALISI DEL RISCHIO PER LA BIODIVERSITÀ

### Aree Protette



Aree Protette	Vicinanza al sito	Estensione * [ha]
Meisino (confluenza Po - Stura)	1674.61 metri	20

### Osservazioni



### Specie a Rischio\*\*

	Classe	Nome scientifico	Categoria di rischio
	Plants	Bryum versicolor	EN
	Mammals	Miniopterus schreibersii	VU
	Plants	Andreaea frigida	VU
	Plants	Frullania jackii	VU

## SINTESI DEI RISULTATI DI RISCHIO

In sintesi, il sito analizzato presenta:

- la vicinanza a **1 area protetta**;
- la presenza di **4 specie a rischio**.

\*Superficie dell'Area Protetta all'interno dell'area di controllo

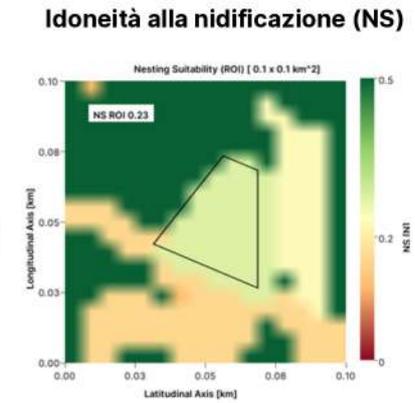
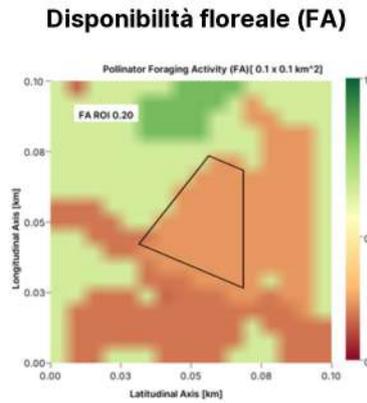
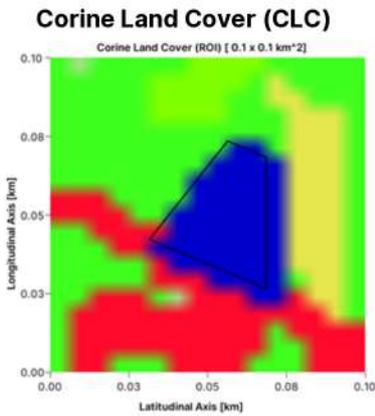
\*\*Le specie a rischio si riferiscono alla classificazione IUCN (vulnerable, endangered e critically endangered) e della Birdlife International

# RISULTATI

**Scenario Base**

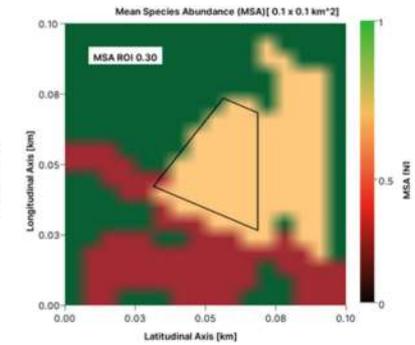
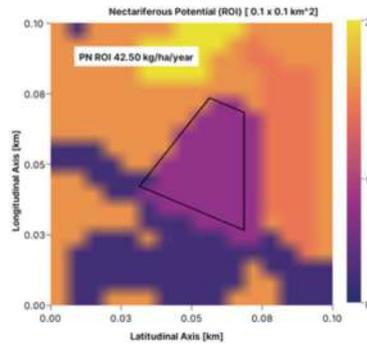
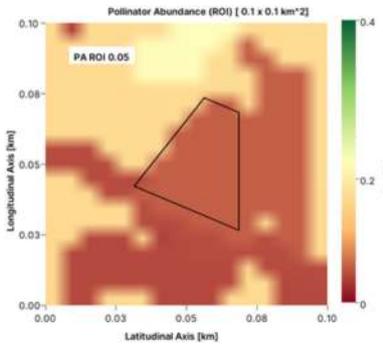
## ANALISI DELLO STATO DELLA BIODIVERSITÀ *Stimato da remoto*

**Mappe Sito** con Corine Land Cover (CLC) e tabella dettagliata dei valori di copertura del suolo, Disponibilità floreale (FA), Idoneità alla nidificazione (NS), Abbondanza di impollinatori (PA), Potenziale Nettarifero (NP) e Abbondanza Media Specie (MSALU).



**Abbondanza relativa di impollinatori (PA) Potenziale Nettarifero (NP)**

**Abbondanza Media Specie (MSALU)**



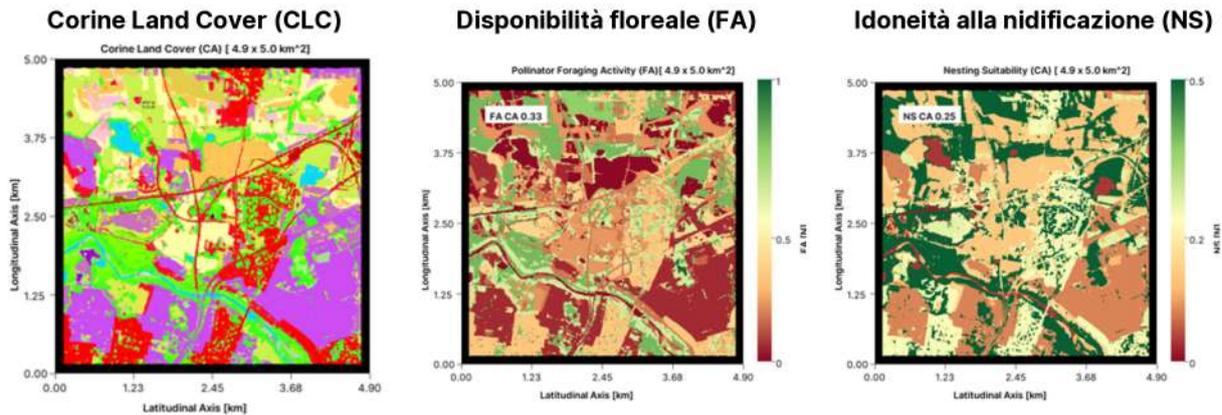
**Tabella dettagliata dei valori di copertura del suolo**

Color	Name	Msa	Ns	Fa	Pn_mean	Hectare	%
Blue	Prato a prevalenza graminacee	0.30	0.23	0.20	42.50	0.23	100.00

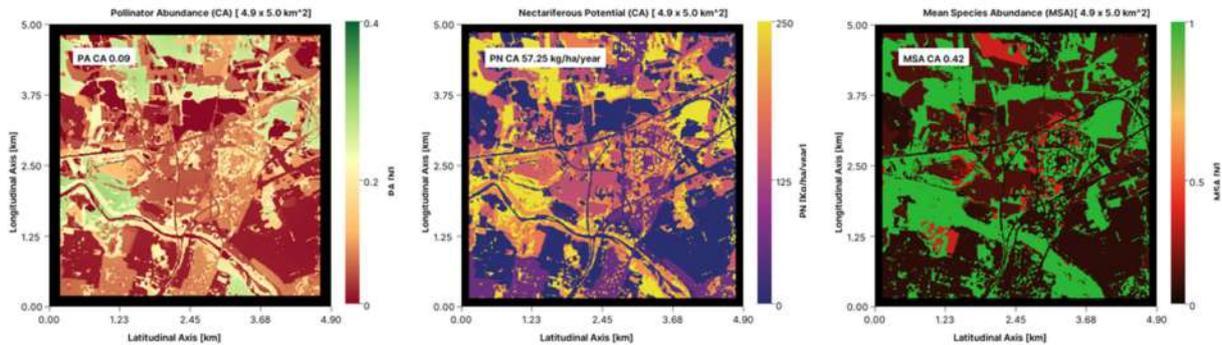
# RISULTATI

**Scenario Base**

**Mappe Area di Controllo** con Corine Land Cover (CLC) e tabella dettagliata dei valori di copertura del suolo, Disponibilità floreale (FA), Idoneità alla nidificazione (NS), Abbondanza di impollinatori (PA), Potenziale Nettarifero (NP) e Abbondanza Media Specie (MSALU).



**Abbondanza relativa di impollinatori (PA) Potenziale Nettarifero (NP) Abbondanza Media Specie (MSALU)**



**Tabella dettagliata dei valori di copertura del suolo**

Color	Name	Msa	Ns	Fa	Pn_mean	Hectare	%
	Industrial or commercial units	0.05	0.07	0.05	0.00	454.01	18.23
	Forests	1.00	0.49	0.60	98.57	333.99	13.41
	Natural grasslands	1.00	0.54	0.80	146.69	290.22	11.66
	Discontinuous urban fabric	0.05	0.21	0.30	26.67	243.18	9.77
	Non-irrigated arable land	0.10	0.12	0.20	64.32	232.54	9.34
	Zea mays	0.10	0.12	0.00	0.00	155.68	6.25
	Agricultural areas	0.10	0.23	0.35	73.14	151.95	6.10
	Artificial surfaces	0.05	0.14	0.15	10.00	145.41	5.84
	Broad-leaved forest	1.00	0.49	0.80	170.47	121.59	4.88
	Open spaces with little or no vegetation	1.00	0.10	0.13	14.67	100.28	4.03
	Pastures	0.30	0.19	0.20	87.96	77.66	3.12
	Water bodies	1.00	0.03	0.00	0.00	49.71	2.00
	Triticum aestivum	0.10	0.12	0.00	0.00	45.52	1.83
	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	0.30	0.47	0.75	90.99	30.96	1.24
	Road and rail networks and associated land	0.05	0.12	0.25	0.00	18.70	0.75
	Dump sites	0.05	0.01	0.00	0.00	15.42	0.62
	Mineral extraction sites	0.05	0.21	0.05	0.00	5.55	0.22
	Hordeum vulgare	0.10	0.12	0.00	0.00	4.14	0.17
	Moors and heathland	1.00	0.56	1.00	192.12	3.04	0.12

# RISULTATI

**Scenario Base**

## KPI di Monitoraggio satellitare sullo stato della biodiversità



## SINTESI DEI RISULTATI

La **copertura del suolo all'interno del sito** (LC ROI) è composta esclusivamente da prato con prevalenza graminacee.

Mentre, l'**area di controllo** (LC CA) è composta per il 64% da aree urbanizzate e campi agricoli, per il 34% da prati naturali, aree boscate, latifoglie e spazi aperti con poca vegetazione, e per il restante 2% da bacini idrici.

In sintesi, il sito analizzato presenta:

- PA **basso** e inferiore a quello registrato nell'area di controllo;
- NP **medio-basso** e inferiore a quello registrato nell'area di controllo; e
- MSA Land Use **medio-bassa** e inferiore a quella registrata nell'area di controllo.



# RISULTATI

## Scenario Rigenerazione

Grazie al progetto "Adotta un Arboretum Nettarefero" - parte del progetto Oasi della biodiversità - è possibile contribuire supportando la crescita di piante ad alto potere nettario.



La Commissione Europea ha riconosciuto nelle foreste un alleato prezioso nella lotta al cambiamento climatico e alla perdita di biodiversità nonché nello sviluppo di diverse aree rurali e della bioeconomia, nasce quindi l'iniziativa **3 Billions trees**, tramite la quale, l'UE si impegna a difendere e ripristinare ove possibile tutte le foreste sul territorio dell'UE, piantando 3 miliardi di alberi entro il 2030.

Il progetto CSR "Adotta un Arboretum Nettarefero" di 3Bee si inserisce in questa iniziativa, garantendo trasparenza grazie alla registrazione degli alberi piantati e contribuendo alla rigenerazione degli ecosistemi.

Inoltre, i siti rigenerati vengono selezionati con attenzione perché situati all'interno di ecosistemi classificati dalla **IUCN** come **Sistemi di uso intensivo del suolo**. Questi sistemi, come aree agricole, di pastorizia, piantagioni e aree urbanizzate, sono fortemente influenzati dall'intervento umano, rendendo cruciale la loro riqualificazione per ristabilire l'equilibrio ecologico.

Gli interventi di rigenerazione effettuati all'interno dell'Oasi hanno l'obiettivo di creare un importante ambiente ospitale per gli impollinatori, migliorare la disponibilità di risorse alimentari e habitat adatti alla nidificazione, e fornire importanti **servizi ecosistemici**. Questa dinamica favorisce la diversità vegetale attraverso l'impollinazione, essenziale per la riproduzione e la diffusione delle piante. Inoltre, sostenendo un ecosistema sano di impollinatori, queste piante promuovono la diversità animale. Da non trascurare anche il contributo in termini di assorbimento di CO<sub>2</sub>, fondamentale per la mitigazione dei cambiamenti climatici.

La **selezione delle specie** è basata sulla loro idoneità al clima locale e sulla loro capacità di fornire risorse nutritive essenziali e habitat per gli altri impollinatori locali, senza trascurare l'aspetto estetico-paesaggistico. Le piante vengono selezionate seguendo precisi criteri: devono essere autoctone, per favorire l'adattamento locale e la resilienza ecologica; devono offrire fioriture scalari, per garantire una fonte di nutrimento costante agli impollinatori; e, infine, devono essere rappresentate da almeno tre specie diverse, per sostenere e promuovere la biodiversità vegetale.

# RISULTATI

Scenario Rigenerazione

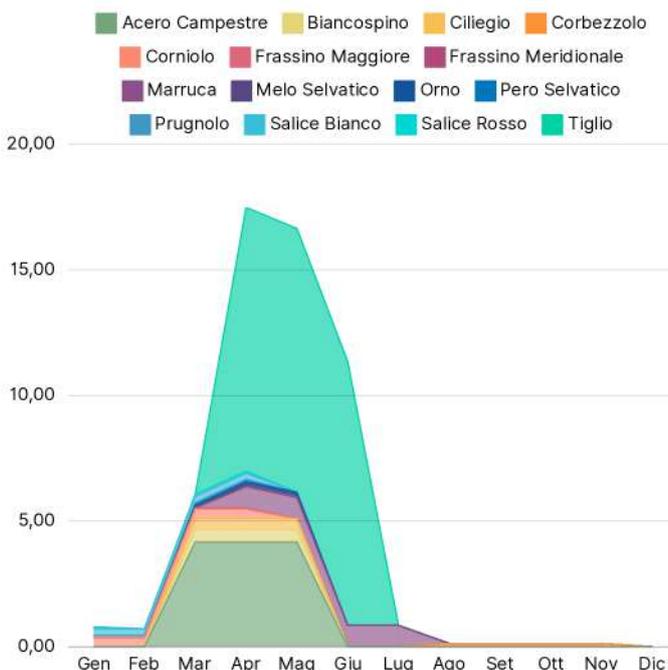
## RIGENERAZIONE NATURALE



- Luogo: **Cascina Falchera (TO)**
- Numero di piante nettariifere: **50**
- Specie e numero: **5 Acero Campestre, 2 Biancospino, 5 Ciliegio, 2 Corbezzolo, 2 Corniolo, 2 Frassino Maggiore, 2 Frassino Meridionale, 4 Marruca, 3 Melo Selvatico, 5 Orno, 3 Pero Selvatico, 3 Prugnolo, 1 Salice Bianco, 1 Salice Rosso, 10 Tiglio**

### Produzione di Nettare

Produzione di nettare mensile per specie, kg



Il potenziale nettariifero di un arboretum viene calcolato sommando il **contributo di ogni singola pianta**. Si utilizzano dati provenienti dalla letteratura scientifica che indicano la resa di nettare di ciascuna specie e le tempistiche di fioritura.

Queste informazioni consentono di determinare **quanti impollinatori un arboretum può sostenere**. Il consumo effettivo di nettare può variare in base a diversi fattori, tra cui la specie dell'impollinatore, l'età, il comportamento e le condizioni ambientali.

Assumendo il consumo di 317 kg di nettare all'anno (al 50% di zuccheri) per un alveare di 50000 api, si ottiene in media per ogni ape un'assunzione di 6 g di nettare all'anno. Si può quindi stimare che **ogni kg di nettare sostiene circa 200 api in 1 anno**.

### Assorbimento di CO2

Assorbimento medio di CO2 dell'Arboretum, kg



La quantità di CO2 assorbita da ogni pianta viene calcolata utilizzando dati scientifici sull'**assorbimento di CO2 di ciascuna specie**. Questo calcolo esclude la componente stoccata nel sottosuolo.

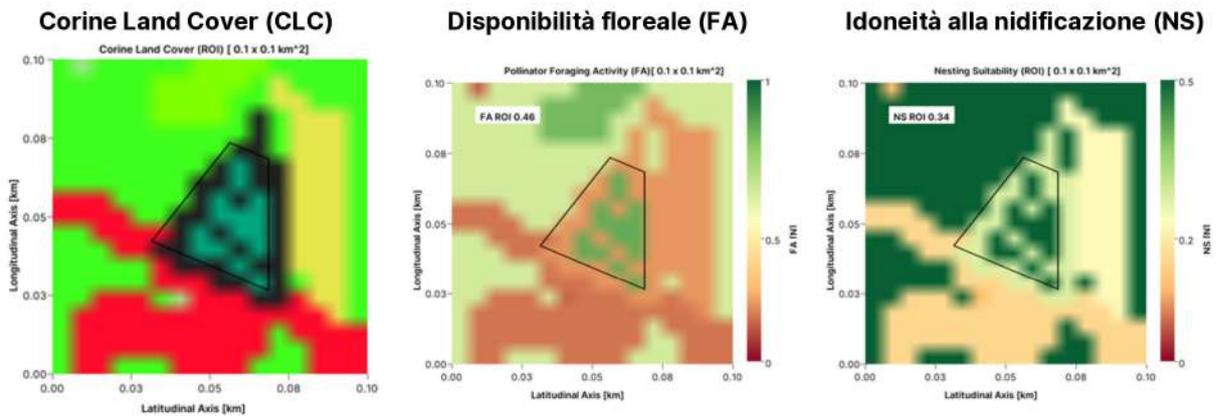
Nel grafico è visibile una proiezione dell'**assorbimento medio di CO2** su tre diverse scale temporali (10, 15 e 20 anni), corrispondenti alle differenti fasi di maturità dell'arboretum.

# RISULTATI

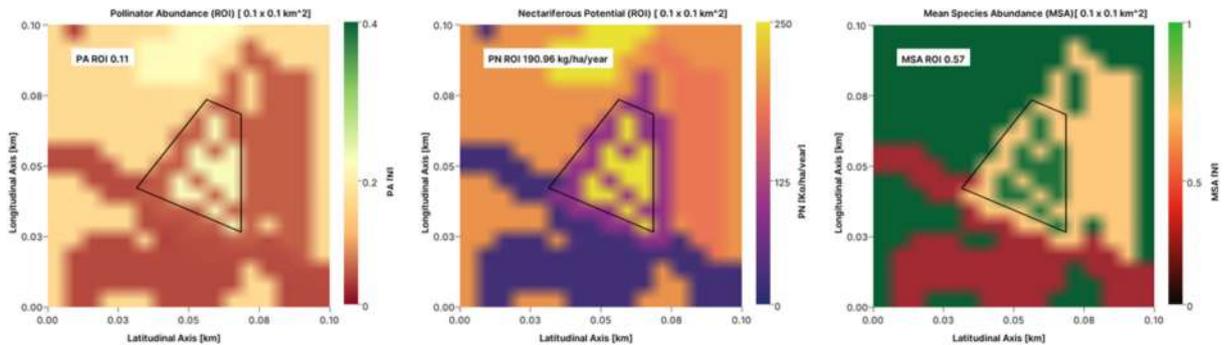
Scenario Rigenerazione

## ANALISI DELLO STATO DELLA BIODIVERSITÀ *Stimato da remoto*

**Mappe Sito** con Corine Land Cover (CLC) e tabella dettagliata dei valori di copertura del suolo, Disponibilità floreale (FA), Idoneità alla nidificazione (NS), Abbondanza di impollinatori (PA), Potenziale Nettarifero (NP) e Abbondanza Media Specie (MSALU).



### Abbondanza relativa di impollinatori (PA) Potenziale Nettarifero (NP) Abbondanza Media Specie (MSALU)



### Tabella dettagliata dei valori di copertura del suolo

Color	Name	Msa	Ns	Fa	Pn_mean	Hectare
Black	Prato a prevalenza graminacee	0.30	0.23	0.20	42.50	0.17
Green	Malus sylvestris, Arbutus unedo, Prunus spinosa, Salix cinerea, Crataegus monogyna, Prunus avium, Acer campestre, Cornus mas, Salix alba, Fraxinus excelsior, Pyrus pyraster, Tilia cordata, Fraxinus ornus	0.96	0.49	0.83	403.05	0.07

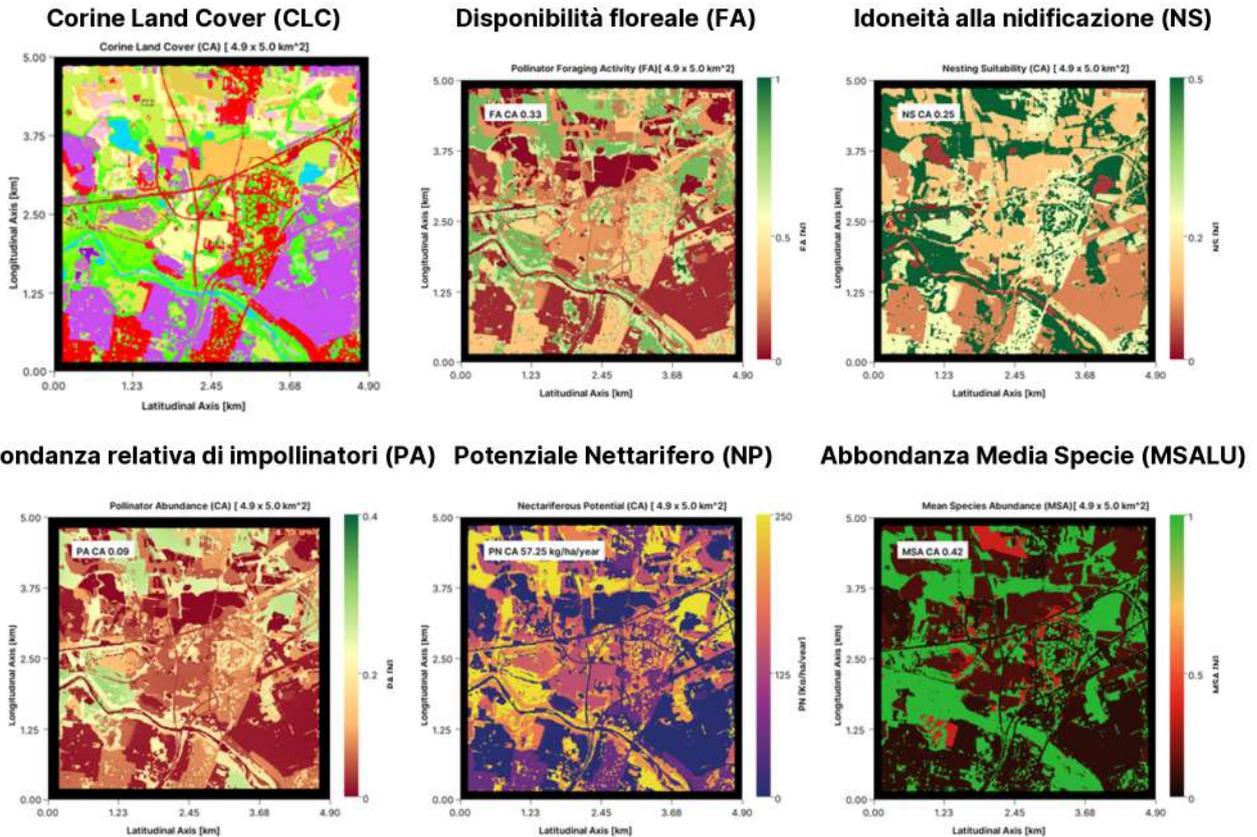
Gli interventi di rigenerazione effettuati all'interno dell'Oasi avevano l'obiettivo di creare un importante ambiente ospitale per gli impollinatori, migliorare la disponibilità di risorse alimentari e habitat adatti alla nidificazione, e fornire importanti **servizi ecosistemici**.

La selezione delle specie è basata sulla loro idoneità al clima locale e sulla loro capacità di fornire risorse nutritive essenziali e habitat per gli altri impollinatori locali, senza trascurare l'aspetto estetico-paesaggistico.

# RISULTATI

## Scenario Rigenerazione

**Mappe Area di Controllo** con Corine Land Cover (CLC) e tabella dettagliata dei valori di copertura del suolo, Disponibilità floreale (FA), Idoneità alla nidificazione (NS), Abbondanza di impollinatori (PA), Potenziale Nettarifero (NP) e Abbondanza Media Specie (MSALU).



**Tabella dettagliata dei valori di copertura del suolo**

Color	Name	Msa	Ns	Fa	Pn_mean	Hectare	%
	Industrial or commercial units	0.05	0.07	0.05	0.00	454.01	18.23
	Forests	1.00	0.49	0.60	98.57	333.99	13.41
	Natural grasslands	1.00	0.54	0.80	146.69	290.22	11.66
	Discontinuous urban fabric	0.05	0.21	0.30	26.67	243.18	9.77
	Non-irrigated arable land	0.10	0.12	0.20	64.32	232.54	9.34
	Zea mays	0.10	0.12	0.00	0.00	155.68	6.25
	Agricultural areas	0.10	0.23	0.35	73.14	151.95	6.10
	Artificial surfaces	0.05	0.14	0.15	10.00	145.41	5.84
	Broad-leaved forest	1.00	0.49	0.80	170.47	121.59	4.88
	Open spaces with little or no vegetation	1.00	0.10	0.13	14.67	100.28	4.03
	Pastures	0.30	0.19	0.20	87.96	77.66	3.12
	Water bodies	1.00	0.03	0.00	0.00	49.71	2.00
	Triticum aestivum	0.10	0.12	0.00	0.00	45.52	1.83
	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	0.30	0.47	0.75	90.99	30.96	1.24
	Road and rail networks and associated land	0.05	0.12	0.25	0.00	18.70	0.75
	Dump sites	0.05	0.01	0.00	0.00	15.42	0.62
	Mineral extraction sites	0.05	0.21	0.05	0.00	5.55	0.22
	Hordeum vulgare	0.10	0.12	0.00	0.00	4.14	0.17
	Moors and heathland	1.00	0.56	1.00	192.12	3.04	0.12

# RISULTATI

Scenario Rigenerazione

## KPI di Monitoraggio satellitare sullo stato della biodiversità



## SINTESI DEI RISULTATI

La **copertura del suolo all'interno del sito** (LC ROI) è composta per circa il 70% da prato a prevalenza graminacea, e per il restante 30% dalle seguenti specie vegetali: Acero Campestre (5), Biancospino (2), Ciliegio (5), Corbezzolo (2), Corniolo (2), Frassino Maggiore (2), Frassino Meridionale (2), Marruca (4), Melo Selvatico (3), Orno (5), Pero Selvatico (3), Prugnolo (3), Salice Bianco (1), Salice Rosso (1), e Tiglio (10).

Mentre, l'**area di controllo** (LC CA) è composta per il 64% da aree urbanizzate e campi agricoli, per il 34% da prati naturali, aree boscate, latifoglie e spazi aperti con poca vegetazione, e per il restante 2% da bacini idrici.

In seguito agli interventi di rigenerazione, il sito analizzato presenta:

- PA **medio-basso**, ma superiore a quello registrato nell'area di controllo;
- NP **alto**, superiore a quello registrato nell'area di controllo; e
- MSA Land Use **medio-alta**, superiore a quello registrato nell'area di controllo.



# RISULTATI

1 Spectrum, 1 Apr-17 Dic 2024

## ANALISI DELLO STATO DELLA BIODIVERSITÀ *Misurato in sito*

Il **monitoraggio in campo degli impollinatori** è stato condotto utilizzando un **senore Spectrum** in grado di riconoscere e registrare le **frequenze sonore degli ordini dei ditteri, imenotteri e coleotteri**. Questo approccio ha permesso di rilevare e analizzare le attività di questi impollinatori in modo **continuo e non invasivo**. Le variabili analizzate, quali numero di impollinatori, cluster e frequenza media oraria (buzz/ora/anno), forniscono una base per comprendere meglio l'ecosistema locale e **pianificare interventi mirati per la conservazione e il supporto** delle popolazioni di impollinatori selvatici.

2718 impollinatori monitorati

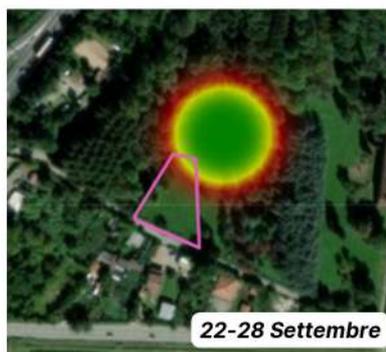
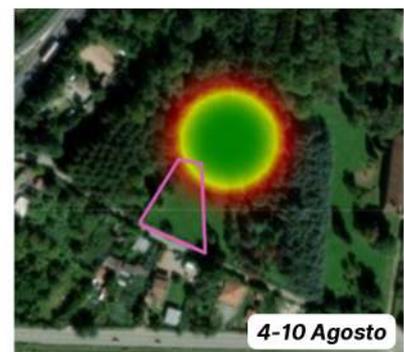
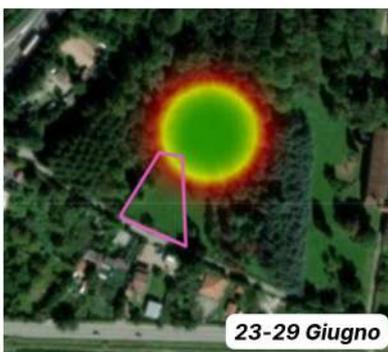
17 cluster diversi di impollinatori

1 spectrum

### Frequenza media oraria degli impollinatori



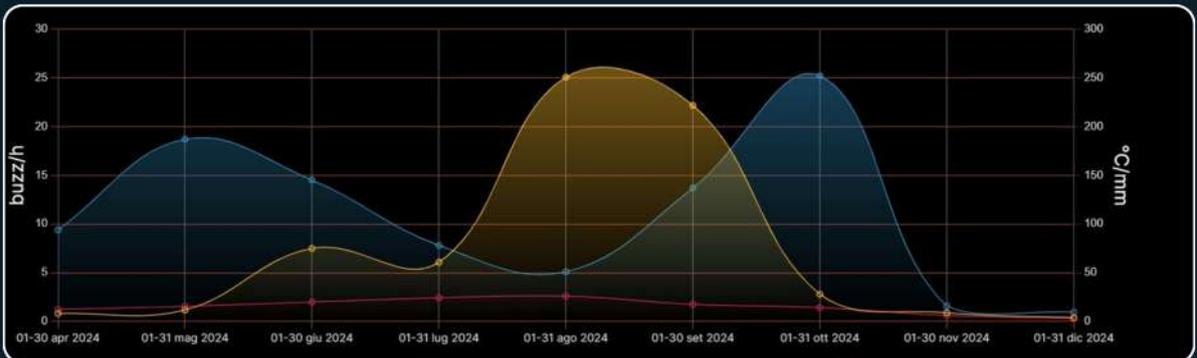
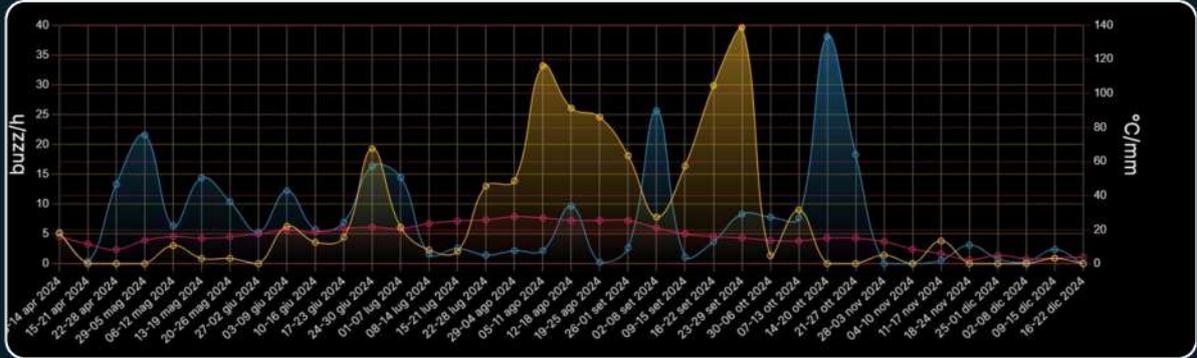
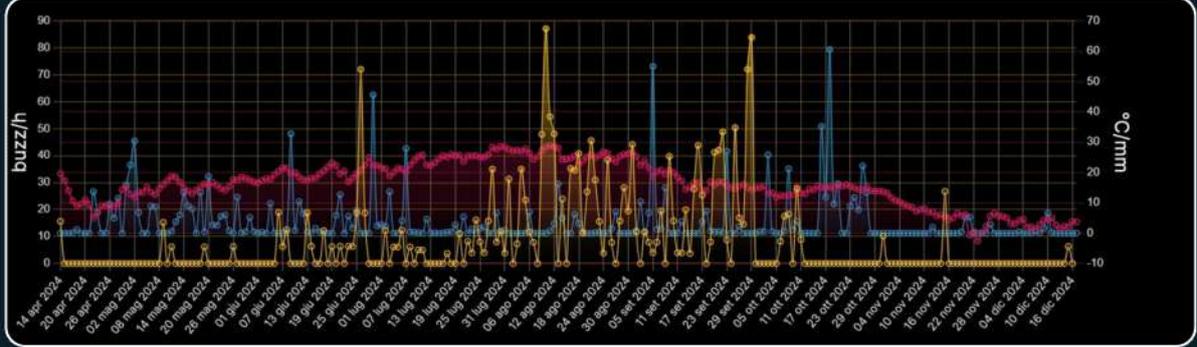
### Mappe di densità impollinatori



# RISULTATI

1 Spectrum, 1 Apr-17 Dic 2024

Dati aggregati rilevati dal dispositivo Spectrum in campo



■ Impollinatori

Nel grafico viene mostrato l'andamento medio mensile. In basso a sinistra l'ultimo dato mensile/medio. Cliccando sul grafico è possibile accedere all'andamento medio settimanale.

- Alto 20+ buzz/h
- Medio Alto 10-20 buzz/h
- Medio Basso 5-10 buzz/h
- Basso 0-5 buzz/h

■ Temperatura

La temperatura è calcolata grazie a stazioni meteo presenti sul territorio. Si misura in Gradi Celsius e mostra la media annuale rispetto al mese selezionato.

■ Precipitazioni

La quantità di precipitazioni cadute in un'area specifica negli ultimi anni. Questo dato è utile per analizzare tendenze climatiche e prevedere eventi futuri.

# RISULTATI

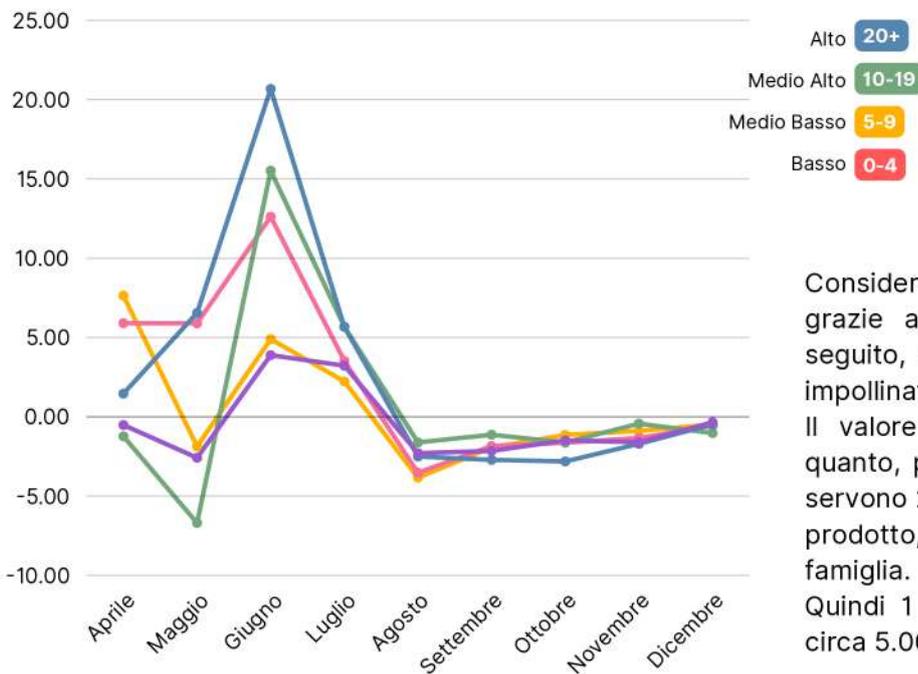
## ANALISI DELLO STATO DELLA BIODIVERSITÀ *Misurato in situ*

**KPI di monitoraggio** raccolti grazie alla tecnologia Hive-Tech installata in campo.

Arnia 1
Arnia 2
Arnia 3
Arnia 4
Arnia 5

### Variazione mensile di miele prodotto (Peso in kg)

*Variazione mensile di peso dell'arnia*



Dalla quantità di miele prodotto, si possono stimare i fiori impollinati: per ogni viaggio a seconda del fiore, un ape visita in media 100 fiori, trasportando fino a 0,04g, per viaggio.

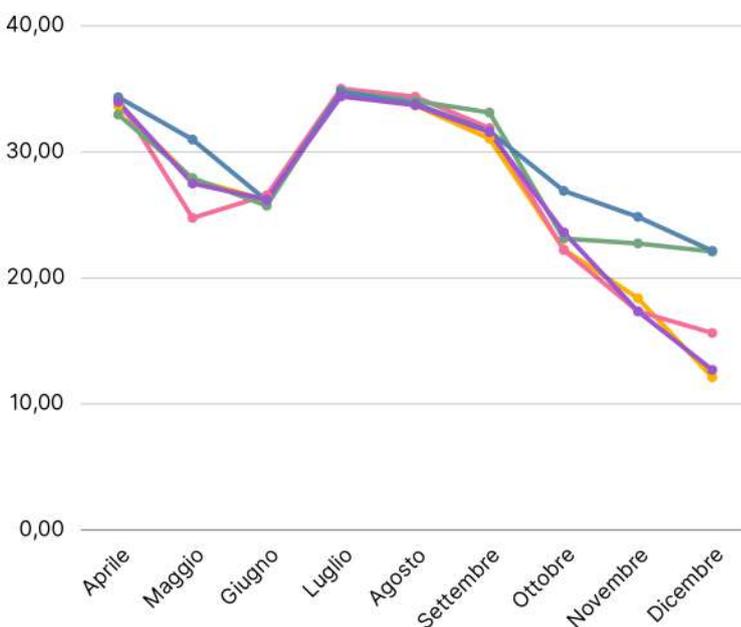
Considerando 1 kg di miele prodotto, grazie alla semplice equazione di seguito, abbiamo il numero di fiori impollinati.

Il valore va moltiplicato per 4 in quanto, per realizzare 1 kg di miele, servono 2 kg di nettare e per ogni kg prodotto, 1 kg viene mangiato dalla famiglia.

Quindi 1 kg di miele corrisponde a circa 5.000.000 fiori impollinati.

### Temperatura interna dell'arnia (Temperatura interna in °C)

*Temperatura interna media*



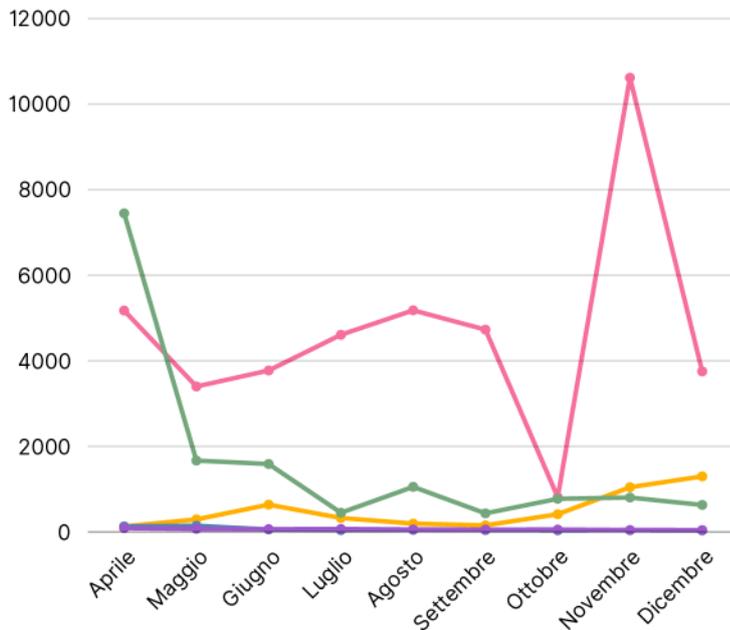
La temperatura interna dell'alveare è un indicatore fondamentale per la salute dello sciame. Durante l'inverno, l'alveare mantiene una T media di 21°C, necessaria a garantire la sopravvivenza durante i mesi più freddi.

In primavera, invece, la T deve oscillare tra i 30°C e i 35°C al fine di assicurare la corretta deposizione di uova e crescita delle larve. Al contrario, una T inferiore a 25°C indica un potenziale problema per la regina o la covata, mettendo a rischio la sopravvivenza dell'alveare.

# RISULTATI

## Intensità sonora (Suono in 5.7 µPa)

Intensità sonora media



Il rumore prodotto dall'alveare varia a seconda del mese, essendo influenzato dalla vitalità della colonia d'api e dalla dimensione dell'alveare stesso. In particolare, la forza del suono è strettamente correlata al numero di api presenti nell'alveare, rappresentando un indicatore sonoro della salute e della popolosità della colonia.

In inverno, il numero di api nell'alveare si riduce a circa 10.000, tutte impegnate a proteggere la regina formando un involucro vivente attorno a lei. Durante questo periodo, esse riducono i loro consumi e minimizzano il loro rumore, mantenendo le loro attività al minimo per conservare energia.

Tuttavia, quando arriva aprile, la popolazione dell'alveare raggiunge i 50.000 individui. Come si può notare, il suono dell'alveare aumenta in modo significativo, non solo a causa dell'aumento del numero di api, ma anche per la loro rinnovata vitalità.

L'intensità sonora rilevata dipende da vari fenomeni ed è soggettiva a seconda dello sciame e dell'arnia in esso risiede.

Solitamente si parte da una baseline presa ad inizio primavera che poi, seguendo il corretto sviluppo dello sciame si accresce durante la primavera e l'estate raggiungendo i massimi durante i periodi di raccolta del nettare, fino a tornare a valori molto bassi nel periodo invernale. Essa dipende principalmente dai seguenti fattori:

- 1- forza della famiglia, più api ci sono più l'intensità sonora aumenta.
- 2- inizio e aumento del raccolto oppure quando ventilano per asciugare il nettare.
- 3- prossimità della sciamatura (2-3 gg prima) dove si verificano picchi anomali che sono indipendenti dai fenomeni meteo.
- 4- fenomeni meteo come pioggia forte o grandinate influiscono direttamente dando picchi di intensità sonora molto alti a volte ad orari della giornata in cui le api son tranquille. Anche basse temperature esterne (come le classiche gelate primaverili) possono ridurre la frenesia dello sciame.

Nel caso specifico, le differenze che si riscontrano possono essere dovuti a:

- posizione del nido sui telai interni: è possibile che il sensore resti in posizione marginale rispetto al nucleo in quanto lo sciame si sposta a seconda delle scorte stoccate o nelle necessità di deposizione della regina.
- forza della famiglia e/o presenza/assenza regina.

# CONCLUSIONE

---



# CONCLUSIONE

## DESCRIZIONE RISULTATI

Prima degli interventi di rigenerazione, la copertura del suolo all'interno del sito (LC ROI) era composta esclusivamente da prato a prevalenza graminacee.

Ad oggi, invece, in seguito alla messa a dimora di **50 piante nettariifere di 15 specie diverse**, la **copertura del suolo all'interno del sito** (LC ROI) è composta per circa il 70% da prato a prevalenza graminacea, e per il restante 30% dalle specie vegetali. Queste le piante messe a dimora: Acero Campestre (5), Biancospino (2), Ciliegio (5), Corbezzolo (2), Corniolo (2), Frassino Maggiore (2), Frassino Meridionale (2), Marruca (4), Melo Selvatico (3), Orno (5), Pero Selvatico (3), Prugnolo (3), Salice Bianco (1), Salice Rosso (1), e Tiglio (10).

Il sito analizzato ora presenta:

- PA **medio-basso**, ma superiore a quello registrato nell'area di controllo;
- NP **alto**, superiore a quello registrato nell'area di controllo; e
- MSA Land Use **medio-alta**, superiore a quello registrato nell'area di controllo.

In generale, l'introduzione delle **50 piante nettariifere** ha incrementato significativamente il valore complessivo dei valori di biodiversità. In particolare:

- Il valore di **Abbondanza Media Specie (MSA)** è passato da 30 a 57.2, un incremento del 91%;
- Il valore di **Idoneità alla nidificazione (NS)** è passato da 23.1 a 33.8, un incremento del 46%;
- Il valore di **Disponibilità floreale (FA)** è passato da 20 a 46, un incremento del 130%;
- Il valore di **Abbondanza di impollinatori (PA)** è passato da 5 a 11.4, un incremento del 128%.
- Il valore di **Potenziale Nettarifero (NP)** è passato da 42.5 a 191, un incremento del 349%.

### Tablelle riassuntive:

Rapporto tra **Oasi rigenerata (2024)** e Area di controllo

indice	post oasi	controllo	Delta PP	Delta in % crescita assoluta
MSA	57	42	15	26,92%
FA	46	33	14	29,35%
NS	34	25	9	26,33%
PA	11	9	2	21,05%
PN*	191	57	134	70,02%

\* kg/ha no PP

Rapporto tra **Oasi non rigenerata (2023)** e Area di controllo

indice	pre oasi	controllo	Delta PP	Delta in % crescita assoluta
MSA	30	42	-12	-39,33%
FA	20	33	-13	-62,50%
NS	23	25	-2	-7,79%
PA	5	9	-4	-80,00%
PN*	43	57	-15	-34,71%

Differenza tra 2023 e 2024

indice	pre oasi	post oasi	Delta PP	Delta in % crescita assoluta
MSA	30	57	27	90,67%
FA	20	46	26	130,00%
NS	23	34	11	46,32%
PA	5	11	6	128,00%
PN*	43	191	148	349,32%

# CONCLUSIONE

## DESCRIZIONE RISULTATI

---

Il delta dei valori è sempre positivo, data la messa a dimora di **piante nettariifere autoctone**, che aumentano i livelli di biodiversità e possono offrire altro **rifugio e nutrimento** agli insetti impollinatori. L'introduzione di una combinazione di piante a **fioritura scalare** conferisce un contributo significativo all'aumento della biodiversità, promuovendo l'abbondanza di entomofauna benefica. Inoltre, l'impiego di una varietà di specie diverse contribuisce altresì all'aumento della **biodiversità del suolo**, favorendo un incremento della fertilità biologica dello stesso. Ciò è dovuto al fatto che le diverse piante presentano caratteristiche uniche che influiscono sulla composizione e sull'attività della comunità microbica del terreno. Ogni specie vegetale interagisce con i microrganismi presenti nel suolo in modi specifici, fornendo loro differenti tipi di nutrienti e substrati organici attraverso le radici, nonché esercitando effetti diversi sulla struttura fisica del terreno.

L'**analisi del rischio** evidenzia criticità rilevanti per il sito in esame. Dal punto di vista **idrogeologico**, il rischio complessivo si colloca tra il livello 3 (medio) e 4 (medio non trascurabile), con un'intensità di rischio pari a 3. Inoltre, eventi alluvionali catastrofici, sebbene sporadici, presentano una probabilità del 14% nei prossimi due anni con impatti significativi sui tassi di mortalità. Per quanto riguarda la **biodiversità**, la vicinanza a un'area protetta (Meisino, a circa 1674 metri) e la presenza di 4 specie a rischio sottolineano la vulnerabilità dell'ecosistema locale. Tali risultati suggeriscono la necessità di interventi mirati per mitigare il rischio idrogeologico e proteggere le specie sensibili presenti nell'area.

Secondo una prima analisi di biodiversità, emerge quanto segue in termini di **target di rigenerazione** da raggiungere per il sito in esame:

- **Obiettivo Match Neighbour**, al fine di raggiungere un MSA del sito interno pari a quello dell'area di controllo è già stato raggiunto;
- **Obiettivo Half Earth**, al fine di raggiungere una rigenerazione pari al 50% del sito di proprietà è già stato raggiunto;
- **Obiettivo del Global Biodiversity Framework (GBF) di 0.02 ettari**, al fine di raggiungere una rigenerazione pari al 30% del sito;
- Infine, **Obiettivo Net Zero di 0.08 ettari**, al fine di compensare totalmente il proprio impatto sulla biodiversità.

Questi obiettivi si inseriscono in una strategia di rigenerazione in linea con il Transition Plan sulla biodiversità definito nell'ESRS E4 e basato sulla gerarchia di mitigazione (Avoid, Reduce, Compensate, Offset). Nello specifico, gli obiettivi elencati sopra rappresentano uno step iniziale per la costruzione di una **Environmental Strategy** strutturata, focalizzata sulla rigenerazione della biodiversità direttamente nel sito specifico e, qualora l'intervento diretto sul luogo non fosse possibile, gli obiettivi possono essere raggiunti attraverso interventi di offsetting.

# CONCLUSIONE

## DESCRIZIONE RISULTATI

---

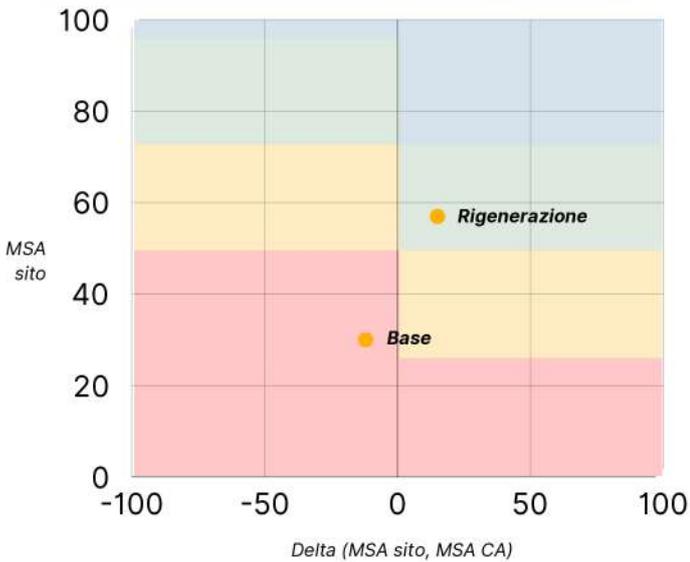
I risultati del monitoraggio in campo tramite sensori Spectrum **confermano la situazione descritta dai KPI di monitoraggio della biodiversità da remoto**, in particolare il KPI relativo all'abbondanza di impollinatori (PA). I dati in campo evidenziano un'**attività di impollinatori complessivamente medio-alta**, con una **frequenza media** di rilevazioni annuale pari a **11.28 buzz/h** e una diversità di **17 cluster**. I dati mostrano che i **picchi di frequenza** sono stati registrati tra agosto e settembre, mesi tardo-estivi e autunnali, a differenza dei periodi primaverili, che generalmente rappresentano il momento di massima attività degli impollinatori. Questa variazione rispetto ai pattern stagionali naturali evidenzia possibili alterazioni causate dai cambiamenti climatici, che stanno modificando i cicli di fioritura e i regimi di piovosità, posticipando i periodi di massima attività degli impollinatori verso mesi autunnali anziché primaverili. Tali risultati sottolineano l'importanza di comprendere queste nuove dinamiche per adattare efficacemente strategie di conservazione e gestione degli habitat.

Infine, in campo è stato **monitorato lo stato di salute di un alveare mediante il sensore IoT Hive-Tech**, che ha fornito dati coerenti con i risultati dei KPI di monitoraggio della biodiversità da remoto e del sensore Spectrum. I rilievi hanno indicato un alveare in condizioni ottimali, con temperature interne all'arnia mantenute nel range ideale. La produzione di miele, particolarmente elevata nel mese di giugno, evidenzia una gestione efficiente e un contesto favorevole per la colonia, confermando il buono stato dell'ecosistema.

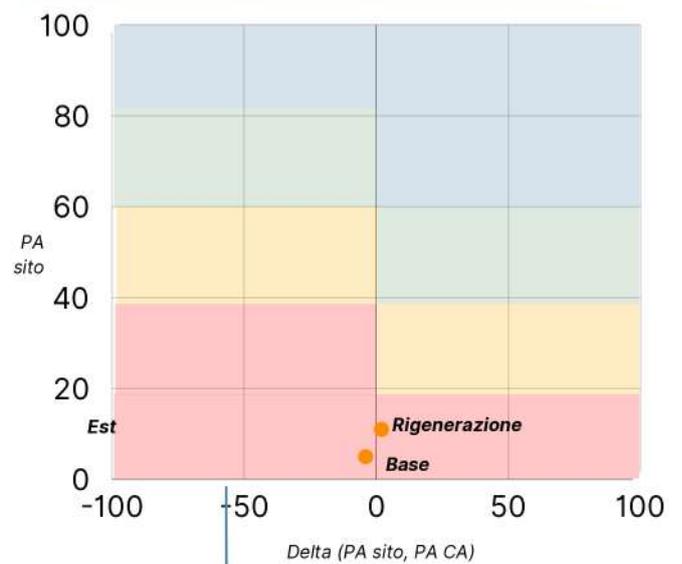
# CONCLUSIONE

## MATRICI DI POSIZIONAMENTO KPI DI MONITORAGGIO PER SCENARIO

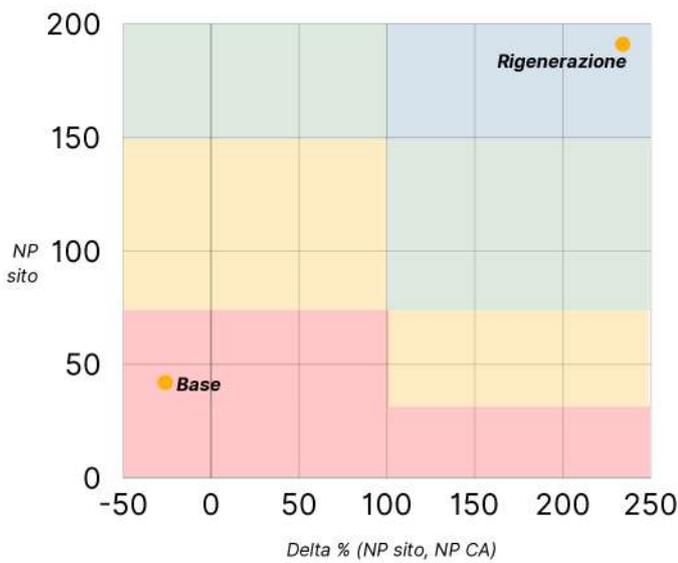
**Abbondanza Media Specie (MSALU)**



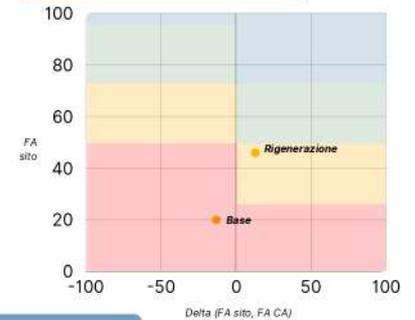
**Abbondanza di impollinatori (PA)**



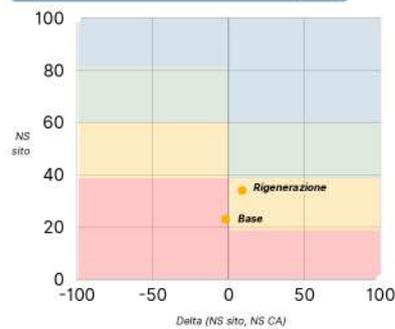
**Potenziale Nettarifero (NP)**



**Disponibilità floreale (FA)**

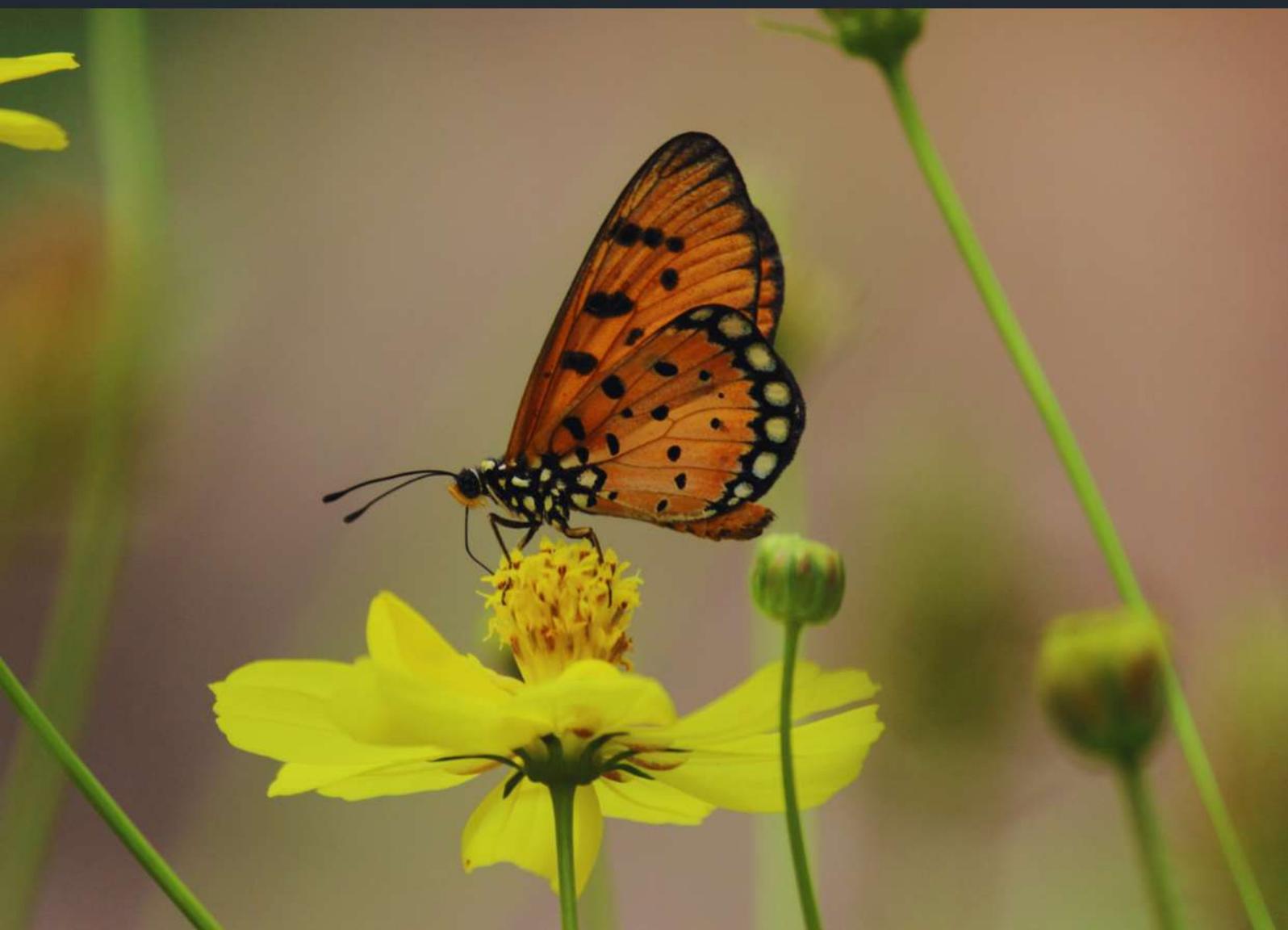


**Idoneità alla nidificazione (NS)**



# BIBLIOGRAFIA

---



## BIBLIOGRAFIA

- Albrecht, M., Schmid, B., Hautier, Y., & Müller, C. B. (2012). Diverse pollinator communities enhance plant reproductive success. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1748), 4845–4852. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.1621>
- Allen-Wardell, G., Bernhardt, P., Bitner, R., Burquez, A., Buchmann, S., Cane, J., Cox, P. A., Dalton, V., Feinsinger, P., Ingram, M., Inouye, D., Jones, C. E., Kennedy, K., Kevan, P., Koopowitz, H., Medellin, R., Medellin-Morales, S., Nabhan, G. P., Pavlik, B., ... Walker, S. (1998). The Potential Consequences of Pollinator Declines on the Conservation of Biodiversity and Stability of Food Crop Yields. *Conservation Biology*, 12(1), 8–17. <http://www.jstor.org/stable/2387457>.
- Almond, R. E. A., Grooten, M., Juffe Bignoli, D., & Petersen, T. (2022). *Living Planet Report 2022 – Building a nature positive society*. WWF.
- Barlow, S. E., & O'Neill, M. A. (2020). Technological advances in field studies of pollinator ecology and the future of e-ecology. *Current Opinion in Insect Science*, 38, 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.01.008>
- Cox, P. A. (2023). Flying Foxes as Strong Interactors in South Pacific Island Ecosystems: A Conservation Hypothesis. *Conservation Biology*, 5(4).
- Boyd, J., & Banzhaf, H. S. (2007). What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 63(2–3), 616– 626. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.01.002>.
- Encore. (n.d.). Exploring Natural Capital Opportunities, Risks and Exposure, <https://www.encorenature.org/en>.
- European Commission. Joint Research Centre. Institute for Environment and Sustainability. (2013). *ESTIMAP: Ecosystem services mapping at European scale*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2788/64369>
- Fauvel, M., Lopes, M., Dubo, T., Rivers-Moore, J., Frison, P.-L., Gross, N., & Ouin, A. (2020). Prediction of plant diversity in grasslands using Sentinel-1 and -2 satellite image time series. *Remote Sensing of Environment*, 237, 111536. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111536>.
- Fisher, B., Turner, R. K., & Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological economics*, 68(3), 643–653. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.014>.
- Folliot, A., Hauptert, S., Ducrettet, M., Sèbe, F., & Sueur, J. (2022). Using acoustics and artificial intelligence to monitor pollination by insects and tree use by woodpeckers. *Science of The Total Environment*, 838, 155883. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155883>
- Ganchev, T.; Potamitis, I. AUTOMATIC ACOUSTIC IDENTIFICATION OF SINGING INSECTS. *Bioacoustics* 2007, 16, 281–328, doi:10.1080/09524622.2007.9753582
- Gradišek, A.; Slapničar, G.; Šorn, J.; Luštrek, M.; Gams, M.; Grad, J. Predicting Species Identity of Bumblebees through Analysis of Flight Buzzing Sounds. *Bioacoustics* 2017, 26, 63–76, doi:10.1080/09524622.2016.1190946.
- Gómez-Baggethun, E., De Groot, R., Lomas, P. L., & Montes, C. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, 69(6), 1209– 1218. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.007>.
- Hipólito, J., Sousa, B. dos S. B., Borges, R. C., Brito, R. M. de, Jaffé, R., Dias, S., Imperatriz Fonseca, V. L., & Giannini, T. C. (2019). Valuing nature's contribution to people: The pollination services provided by two protected areas in Brazil. *Global Ecology and Conservation*, 20, e00782. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00782>.

# BIBLIOGRAFIA

- IUCN (n.d.). IUCN Red List of Threatened Species. Retrieved August 21, 2023, from <https://www.iucnredlist.org/>.
- IUCN. (2022). Post-2020 Global Biodiversity Framework. Issues Brief. Retrieved September 21, 2023, from [https://www.iucn.org/sites/default/files/2022-11/iucn-issuesbrief\\_post2020\\_final.pdf](https://www.iucn.org/sites/default/files/2022-11/iucn-issuesbrief_post2020_final.pdf).
- Kawakita, S.; Ichikawa, K. Automated Classification of Bees and Hornet Using Acoustic Analysis of Their Flight Sounds. *Apidologie* 2019, 50, 71–79, doi:10.1007/s13592-018-0619-6.
- Ke, Q., Chen, S., Zhao, D., Li, M., & Sun, C. (2022). Effects of Land-Use Change on the Pollination Services for Litchi and Longan Orchards: A Case Study of Huizhou, China. *Land*, 11(7), Articolo 7. <https://doi.org/10.3390/land11071073>
- Kearns, C. A., Inouye, D. W., & Waser, N. M. (1998). ENDANGERED MUTUALISMS: The Conservation of Plant-Pollinator Interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29(1), 83–112. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.83>
- Klein, A.-M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2006). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1608), 303–313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- Lautenbach, S., Seppelt, R., Liebscher, J., & Dormann, C. F. (2012). Spatial and Temporal Trends of Global Pollination Benefit. *PLOS ONE*, 7(4), e35954. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035954>.
- McKinsey & Company. (2020). Valuing nature conservation. A methodology for quantifying the benefits of protecting the planet's natural capital. <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Sustainability/Our%20Insights/Valuing%20nature%20conservation/Valuing-natureconservation.pdf>.
- Martin, E. A., Dainese, M., Clough, Y., Báldi, A., Bommarco, R., Gagic, V., Garratt, M. P. D., Holzschuh, A., Kleijn, D., Kovács-Hostyánszki, A., Marini, L., Potts, S. G., Smith, H. G., Al Hassan, D., Albrecht, M., Andersson, G. K. S., Asís, J. D., Aviron, S., Balzan, M. V., ... Steffan-Dewenter, I. (2019). The interplay of landscape composition and configuration: New pathways to manage functional biodiversity and agroecosystem services across Europe. *Ecology Letters*, 22(7), 1083–1094. <https://doi.org/10.1111/ele.13265>
- Mitra, B., & Banerjee, D. (2007). Fly Pollinators: Assessing their Value in Biodiversity Conservation and Food Security in India. *Records of the Zoological Survey of India*, 107(1), 33. <https://doi.org/10.26515/rzsi/v107/i1/2007/159161>
- Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2013). Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(2), 257–274. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0092-y>
- Potamitis, I.; Rigakis, I. Novel Noise-Robust Optoacoustic Sensors to Identify Insects Through Wingbeats. *IEEE Sensors J.* 2015, 15, 4621–4631, doi:10.1109/JSEN.2015.2424924
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>
- Pulido, J. A. L. (2021). Honey-Guacamole: Assessment of pollination environmental service in avocado production in Michoacan, Mexico. *Acta Universitaria*, 31. <https://doi.org/10.15174/au.2021.3083>.
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S., Donges, J. F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., Von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Bravo, D., . . . Rockström, J. 185 (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*, 9(37). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>.

## BIBLIOGRAFIA

- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R. W., Fabry, V. J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, (461), 472-475. [https://pubs.giss.nasa.gov/docs/2009/2009\\_Rockstrom\\_ro02010z.pdf/](https://pubs.giss.nasa.gov/docs/2009/2009_Rockstrom_ro02010z.pdf/).
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2020). Global Biodiversity Outlook 5. Montreal. Available at: Retrieved August 5, 2023, from <https://oursharedseas.com/wp-content/uploads/2020/10/Global-BiodiversityOutlook-5.pdf>.
- Shivaprakash, K. N., Swami, N., Mysorekar, S., Arora, R., Gangadharan, A., Vohra, K., Jadeyegowda, M., & Kiesecker, J. M. (2022). Potential for Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) Applications in Biodiversity Conservation, Managing Forests, and Related Services in India. *Sustainability*, 14(12), Articolo 12. <https://doi.org/10.3390/su14127154>
- Sun, C., & Chaplin-Kramer, R. (2022). *Characterizing the Morphology of Costa Rican Stingless Bees to Parameterize the InVEST Crop Pollination Model* (p. 2022.10.07.511273). bioRxiv. <https://doi.org/10.1101/2022.10.07.511273>.
- Thakur, M. (2012). Bees as pollinators–Biodiversity and Conservation. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 2(1), 1-7. <http://www.interestjournals.org/IRJAS>.
- Vasiliev, D., Hazlett, R., Stevens, R., & Bornmalm, L. (2022). *SUSTAINABLE AGRICULTURE, GIS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE*. 441–448. <https://doi.org/10.5593/sgem2022/5.1/s20.056>.
- World Health Organization. (2015). Connecting global priorities: biodiversity and human health: a state of knowledge review. Retrieved June 28, 2023, from [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/174012/9789241508537\\_eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/174012/9789241508537_eng.pdf).
- World Health Organization Regional Office for Europe. (2021). *Nature, Biodiversity and Health: an overview of interconnections*. ISBN 978-92-890-5558-1.
- Zulian, G., Maes, J., & Paracchini, M. L. (2013). Linking Land Cover Data and Crop Yields for Mapping and Assessment of Pollination Services in Europe. *Land*, 2(3), Articolo 3. <https://doi.org/10.3390/land2030472>



**Element-E**  
powered by 3Bee

## CONTACTS

[www.element-e-biodiversity.com](http://www.element-e-biodiversity.com)

[element-e@3bee.com](mailto:element-e@3bee.com)

3BEE S.R.L.  
VIA PASTRENGO 14  
20159 MILANO (MI)

