**SPOKE 6 – BIODIVERSITY and HUMAN WELLBEING**

A cura di - Gloria Bertoli1 & Hellas Cena2 (Spoke Leader); Rachele De Giuseppe2 (RA1 Leader); Flavia Guzzo3 (RA2 Leader); Paola Branduardi4 (RA3 Leader); Emanuela Dal Zotto5 (RA4 Leader)

1. Institute of Molecular Bioimaging and Physiology, National Research Council (IBFM-CNR), Via F.Cervi 93, Segrate, Milan, Italy.

2. Laboratory of dietetics and clinical Nutrition, Department of Public Health, Experimental and Forensic Medicine, University of Pavia

3. Department of Biotechnology, University of Verona, 37134 Verona, Italy.

4. Department of Biotechnology and Biosciences, University of Milano-Bicocca Piazza della Scienza 2 Milano 20126 Italy

5. Dipartimento di Scienze Politiche e Sociali Università degli Studi di Pavia

**1 VISION & MISSION**

Spoke 6 immagina città sostenibili, resilienti e orientate al benessere umano, dove salute e qualità della vita siano migliorate grazie all’integrazione di NbS, innovazione tecnologica e valorizzazione della biodiversità. Attraverso approcci multidisciplinari, il progetto punta a mitigare gli effetti negativi dell’esposoma, promuovendo soluzioni che coniugano sostenibilità ambientale, sviluppo economico e creazione di nuovi processi produttivi e professionalità per un futuro urbano più vivibile e inclusivo.

La mission di Spoke 6 è quella di promuovere soluzioni innovative per migliorare salute e benessere urbano, mitigando l’impatto della perdita di biodiversità e le alterazioni dell’esposoma. Attraverso NbS e tecnologie di frontiera , valorizza materiali di scarto per estrarre molecole bioattive, caratterizza sistemi biologici per le loro potenzialità ancora non note, sviluppa nuovi prodotti, integrando sostenibilità e sviluppo economico. La missione include la creazione di modelli di business innovativi e nuove professionalità per città più vivibili, resilienti e orientate al benessere umano.

**2. OBIETTIVI STRATEGICI**

Gli obiettivi chiave di ricerca e innovazione dello spoke 6 si articolano in 4 punti cui corrispondono 4 specifiche Research Activities (RA) (Figura 1):

1. Esplorare il ruolo delle NbS nei contesti urbani, con l’obiettivo

di valorizzare la biodiversità per mitigare gli effetti negativi dell’esposoma sulla salute e sul

benessere dei cittadini (Biodiversità, Esposoma e stile di vita urbano).

**2.** Identificare e sviluppare soluzioni innovative (estrazione, caratterizzazione e studio di molecole bioattive) per migliorare la salute pubblica attraverso l’integrazione di approcci naturali e tecnologici (RA2 - Bioprospezione e bioattività).

**3.** Ideare e sviluppare nuovi processi tecnologici volti a produrre materiali e molecole attraverso processi sostenibili, individuare nuove vie ed attività biocatalitiche, ottimizzare e incrementare l’estrazione di molecole bioattive, a anche a partire da materiali di scarto urbani, valorizzandoli come risorse per nuovi utilizzi (RA3 – Biodiversità e Biotecnologie).

**4.** Sviluppare modelli di business innovativi e creare nuove professionalità, favorendo l’integrazione tra salute, sostenibilità e crescita economica per una migliore qualità della vita nelle città (RA4 – Biodiversità e Restoration Economy).

Immagine che contiene testo, schermata, Carattere, grafica

Descrizione generata automaticamente

**Figura 1.** Lo Spoke 6 è suddiviso in quattro attività di ricerca

**3. ANALISI DELLO STATO DELL'ARTE**

Spoke 6 affronta una tematica multidisciplinare che integra biodiversità, salute pubblica e sostenibilità urbana, ponendo al centro le NbS e l’innovazione tecnologica. Le attività di ricerca (Research Activity, RA) si concentrano su quattro aree.

1. Biodiversità, Esposoma e Stile di Vita Urbano (RA1): Le NbS migliorano la resilienza urbana e riducono i rischi sanitari legati al cambiamento climatico. Tuttavia, restano lacune nella comprensione dei legami tra biodiversità e benessere umano. Studi recenti promuovono approcci interdisciplinari per correlare biodiversità, salute fisica e psicologica.

2. Bioprospezione e Bioattività (RA2): La ricerca di molecole bioattive da risorse naturali offre opportunità per migliorare la salute pubblica, ma la traduzione pratica richiede metodi avanzati di estrazione e caratterizzazione, integrando biotecnologie e intelligenza artificiale (AI).

3. Biodiversità e Biotecnologie (RA3): La valorizzazione della biodiversità tramite biotecnologie ha fatto progressi, come biocatalizzatori per processi sostenibili. Tuttavia, sfruttare rifiuti organici per ottenere molecole bioattive rappresenta una sfida, richiedendo ulteriori innovazioni per scalabilità ed efficienza economica.

4.Biodiversità e Restoration Economy (RA4): La Restoration Economy integra salute, sostenibilità e crescita economica attraverso NbS ed economia circolare. Nonostante il potenziale, servono modelli operativi che bilancino fattori ambientali, economici e sociali.

Lo Spoke 6 mira a colmare i divari scientifici promuovendo città più resilienti e sostenibili, utilizzando approcci integrati che combinano scienza, innovazione e politiche pubbliche. Tra gli obiettivi principali: correlare biodiversità e salute urbana con analisi multi-omiche, sviluppare metodologie scalabili per valorizzare biomasse urbane e creare piattaforme interdisciplinari per favorire innovazione e sostenibilità.

**4. PRIORITÀ DI RICERCA E INNOVAZIONE**

**RA1 – Biodiversità Esposoma e Stile di Vita urbano.** La RA1 si basa sul concetto di esposoma, introdotto per evidenziare l'importanza dei fattori ambientali sulla salute, in particolare nelle malattie croniche non trasmissibili. L’esposoma rappresenta l'insieme cumulativo delle influenze ambientali e delle risposte biologiche di un individuo nel corso della vita, suddiviso in esposoma esterno generale (che include ambiente costruito, clima, inquinamento atmosferico, stress sociale e condizioni socioeconomiche); esposoma esterno specifico (che include l’esposizione a contaminanti chimici, nutrizione, stile di vita, esposizioni lavorative e terapie farmacologiche); esposoma interno (che comprende le risposte biologiche quali profili metabolici e ormonali, infiammazione e stress ossidativo). L’integrazione di queste categorie collega le esposizioni ambientali esterne alle risposte biologiche interne e agli effetti sulla salute, definendo l’esposoma funzionale di un individuo. La ricerca sull’esposoma mira a caratterizzare in modo completo i fattori ambientali di esposizione lungo l’arco della vita per prevederne l'impatto sulla salute umana.

OBIETTIVO GENERALE. In questo contesto, RA1 valuta come gli elementi dell’esposoma esterno (ad esempio, qualità dell’aria), dell’esposoma esterno specifico (ad esempio, stile di vita, fattori nutrizionali, livelli di stress, occupazione, dimensione socioeconomica) e dell’esposoma interno (dati -omici e biochimici) siano associati alla presenza di stress ossidativo e infiammazione, fattori comuni a molte malattie croniche. Lo studio tiene anche in considerazione il ruolo delle NbS nel mitigare questi effetti.

PIANO DI LAVORO. Le attività di ricerca pianificate in RA1 si sviluppano su due livelli distinti che permettono di esplorare le relazioni tra esposoma urbano, biomarcatori biologici e salute, fornendo evidenze sia sperimentali che osservazionali per comprendere l'impatto delle NbS e guidare interventi futuri (Figura 2).

Livello1. Modelli sperimentali. Il primo livello prevede l'uso di modelli sperimentali in vitro e in vivo per stabilire come le NbS possano mitigare l'impatto della qualità dell'aria e come la qualità dell'aria influenzi la salute. In questo caso, è possibile stabilire una relazione diretta di causa-effetto. In particolare, si prevede di valutare come l'esposizione di cellule epiteliali polmonari umane BEAS-2B a concentrazioni crescenti di inquinanti atmosferici, sia in presenza che in assenza di NbS, modifichi le vie cellulari dello stress ossidativo e dell'infiammazione. Attraverso modelli cellulari, esploreremo lo stato infiammatorio e ossidativo mediante l'analisi di biomarcatori, tra cui miRNA, molecole legate allo stress ossidativo e citochine pro- e antinfiammatorie.

Livello2. Analisi trasversale su coorti esistenti e nuove. Il secondo livello riguarda una valutazione trasversale basata su coorti di soggetti esistenti e nuove per analizzare l'associazione tra esposoma funzionale e biomarcatori. In questa analisi trasversale, si indaga come fattori di E. esterno (es. qualità dell'aria), di E. esterno specifico (es. stile di vita, fattori nutrizionali, livelli di stress, esposizione lavorativa, dimensione socioeconomica) e di E. interno (es. Risposta infiammatoria, ossidativa, composizione del microbiota e profile metabolomico) siano associati alla salute e al benessere umano in contesti urbani, considerando anche la presenza delle NbS. Tutti i dati raccolti saranno resi disponibili alla comunità scientifica di Spoke 6 per ulteriori analisi e per lo sviluppo di modelli predittivi, attraverso la piattaforma BIOMATRIX, finanziata nell’ambito dei “Bandi a Cascata” previsti dalla progettualità di Spoke 6.

Il piano di lavoro è articolato in otto task (T) distinti.

Task 1.1. Biodiversità e inquinamento atmosferico: sistemi di monitoraggio e prevenzione.  
Task 1.2. Mitigazione degli inquinanti atmosferici attraverso la biodiversità urbana: particelle ultrafini e stress ossidativo.  
Task 1.3. Impatto delle NbS sulla qualità dell'aria e sull'esposizione dei cittadini.  
Task 1.4. One Health e biodiversità urbana: risposta umana all'esposoma.  
Task 1.5. Esposoma e Microbioma umano.  
Task 1.6. Salute globale, biodiversità urbana e stile di vita.  
Task 1.7. Studio degli effetti della modifica dell'esposoma attraverso la tossicologia sistemica.  
Task 1.8. Tecnologie avanzate per il monitoraggio e la rimozione dei contaminanti con una Soluzione Basata sulla Natura, da acqua e suolo.

Immagine che contiene testo, schermata, software, Pagina Web

Descrizione generata automaticamente

**Figura 2.** Le attività dell’RA1 sono sviluppate su due livelli distinti

RISULTATI ATTESI & APPLICAZIONI. I risultati della ricerca costituiranno una base fondamentale per comprendere come l’integrazione di NbS nei contesti urbani, e quindi la valorizzazione della biodiversità, possa contribuire a mitigare gli effetti negativi dell’esposoma sulla salute e sul benessere dei cittadini.

RA1 ha pertanto applicazioni che spaziano dalla ricerca clinica alla pianificazione urbana, con l’obiettivo ultimo di migliorare la salute pubblica e il benessere generale in un contesto sostenibile. In particolare, essa consentirà:

1. Identificazione dei meccanismi di malattia - L’integrazione di dati clinici, biologici e

ambientali permetterà di individuare i processi molecolari alterati dall’esposizione a specifici fattori, come inquinamento, dieta o stile di vita. Questo consentirà di chiarire le interazioni tra esposoma e insorgenza o progressione di patologie croniche non trasmissibili.

2. Personalizzazione della medicina preventiva e terapeutica - I risultati saranno utili per

sviluppare approcci mirati alla prevenzione e gestione delle malattie, adattandoli ai profili di esposizione individuali e ai contesti ambientali.

3. Sviluppo di soluzioni urbane basate sulla natura - Valutando l’impatto positivo delle NbS,

il progetto fornirà evidenze utili per progettare interventi urbanistici e ambientali in grado di promuovere il benessere e ridurre i rischi legati all’esposoma.

4. Supporto alla ricerca e alla modellizzazione predittiva - La raccolta sistematica dei dati

rappresenta una risorsa preziosa per la comunità scientifica, favorendo l’elaborazione di modelli predittivi attraverso piattaforme innovative come BIOMATRIX. Questi modelli potranno essere impiegati per anticipare l’impatto di variabili ambientali e sociodemografiche sulla salute della popolazione.

**RA2 – Bioprospezione e bioattività.** Le piante, prive di movimento e sistema nervoso, affrontano le sfide ambientali attraverso la plasticità di sviluppo e un’eccezionale capacità di produrre e accumulare composti chimici (noti come metaboliti secondari o specializzati) differenti. Diverse specie di piante sono state utilizzate fin dall’antichità dall’uomo per curare vari stati patologici, e rappresentano ancora oggi (o, forse, ancora di più, oggi) una importante risorsa per la salute. Inoltre, nonostante la vastità della letteratura scientifica su queste tematiche, solo una percentuale relativamente piccola di specie e metaboliti sono stati caratterizzati dal punto di vita fitochimico e delle bio-attività. Inoltre, dato che la distribuzione dei metaboliti secondari nei vegetali riflette le rispettive vie metaboliche, soggette a pressione selettiva, la differenza di composizione aumenta con l’aumentare della distanza filogenetica (Figura 3).

Immagine che contiene testo, schermata

Descrizione generata automaticamente

**Figura 3.** Esplorazione sistematica e bioprospezione dei metaboliti secondari delle piante

per la salute e il benessere

OBIETTIVO GENERALE

In questo contesto, RA2 ha implementato un piano di bioprospezione di specie vegetali, su base filogenetica, per esplorare specie, metaboliti, bioattività, su tutte le famiglie della flora italiana, dalle Briofite alle Angiosperme, al fine di identificare e sviluppare soluzioni innovative per migliorare la salute pubblica e per un’agricoltura più sostenibile.

PIANO DI LAVORO.

Il piano di lavoro di RA2 è progettato per consentire un’esplorazione sistematica della flora italiana e di biomasse di scarto, della loro composizione, delle bioattività di fitocomplessi e di singole molecole, nonché dei processi di estrazione dei metaboliti bioattivi rilevanti. Le attività di ricerca pianificate si articolano in 5 task:

Task 2.1: Biodiversità urbana, filogenesi e molecole bioattive

Task 2.2: Sostenibilità dei processi di estrazione da matrici biologiche e scalabilità

Task 2.3: Caratterizzazione delle molecole bioattive

Task 2.4: Biodiversità vegetale per il benessere umano

Task 2.5: Screening ad alta produttività tramite approcci bioinformatici

RISULTATI ATTESI & APPLICAZIONI.

L’approccio utilizzato consentirà un’esplorazione sistematica dei metaboliti secondari delle piante e delle loro potenzialità applicative per il miglioramento della salute umana (con particolare riferimento alla prevenzione e cura delle malattie non trasmissibili) e per un’agricoltura più sana e sostenibile. In particolare, l’approccio utilizzato consentirà:

1. La mappatura dei metaboliti specializzati in tutte le famiglie della flora italiana vascolare e non vascolare – l’utilizzo di un approccio di bioprospezione, sistematico e su base filogenetica, consentirà di costruire un’ampia collezione di estratti di specie vegetali (da circa 800 specie), per studiare e mappare le vie del metabolismo secondario e i loro prodotti finali in tutti i gruppi tassonomici rilevanti, di potenziale impatto applicativo, della flora italiana.

2. L’identificazione di nuove molecole bioattive o di molecole con nuove bio-attività– l’identificazione di nuove molecole bioattive o di molecole con nuove bio-attività rispetto a quelle note verrà condotta sia sulle specie della collezione di cui al punto precedente, sia su biomasse di scarto, utilizzando metodiche analitiche “stato dell’arte” (quali quelle basate su spettrometria di massa ad alta risoluzione e NMR) e usando un’ampia gamma di saggi biologici di attività, su sistemi in vitro *cell-free*, su sistemi cellulari in vitro, su modelli sperimentali preclinici animali ecc.

3. La messa a punto di nuovi protocolli di estrazione- saranno utilizzati sistemi di estrazione “green”.

4. Lo sviluppo di nuovi tool, basati su IA e machine learning, per la caratterizzazione delle bio-molecole– questo consentirà di generare ipotesi di attività su target specifici, che saranno poi validati in laboratorio, per studiare i meccanismi di azione delle molecole bio-attive identificate.

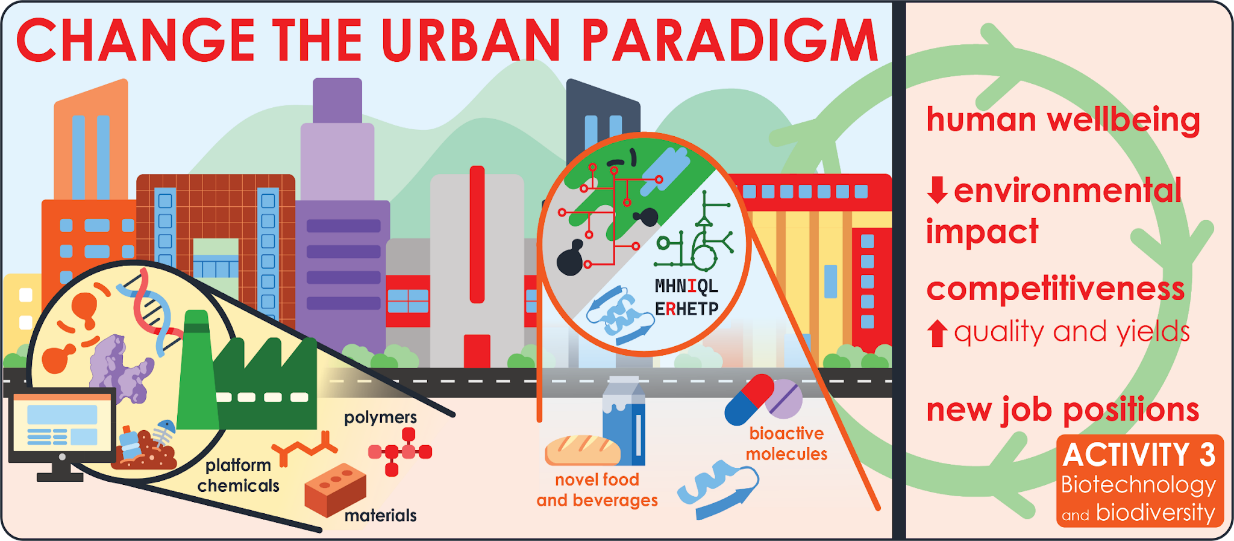
**RA3 – Biodiversità e Biotecnologie.** Il razionale di RA3 si fonda sulla caratterizzazione e valorizzazione della biodiversità da un punto di vista biotecnologico attraverso l'individuazione di bioprocessi a base microbica e/o enzimatica in grado di valorizzare le risorse del pianeta minimizzando gli impatti (*biomanufacturing*). Per questo motivo si promuove l’utilizzo di biomasse residuali, così come la circolarità dei processi da inizio a fine vita, ripensando e riprogettando le attuali produzioni industriali di molecole e materiali nell'ambito dei principi dell'economia circolare (*safe and rational by design*) e con l’intento di raggiungere gli obiettivi della agenda di sviluppo sostenibile (SDGs). Considerata la pervasività delle finalità di questa attività il lavoro si svolge sui principali assi di:

Piattaforme chimiche e materiali: a differenza dell’energia, che può prevedere forme di approvvigionamento diverse, vi è un impellente bisogno di creare processi competitivi per la produzione delle piattaforme chimiche di cui necessitiamo, e di produrre materiali che a fine vita restituiscano all’ambiente la materia che possa essere reimmessa in cicli biogeochimici (obiettivi 11, 12 e 13 dell’agenda ONU)

Alimenti e bevande: l’obiettivo 2 dell’agenda ONU (zero hunger) prevede di individuare nuove fonti di approvvigionamento e migliorare la qualità nutrizionale dei cibi già a disposizione, minimizzando gli sprechi

Nuovi enzimi e Molecole bioattive: inserire le attività antropiche nei cicli biogeochimici significa avere la comunità microbica come alleata, in particolare scoprendo studiando ed utilizzando gli enzimi, che possono permetterci sia produzioni alternative sia la degradazione dei materiali (concepiti con un design razionale); al contempo le attività si focalizzeranno sulla scoperta e caratterizzazione di nuovi antibiotici e meccanismi di azione, per affrontare una delle emergenze sanitarie maggiori dei prossimi decenni (obiettivo 3 dell’agenda ONU).

OBIETTIVO GENERALE. La combinazione degli assi di lavoro elencati ha l’obiettivo di contribuire all’avanzamento della conoscenza della biodiversità (quali correlazioni genotipo- fenotipo, caratterizzazione di materiali innovativi così come di enzimi e molecole bioattive), del contesto naturale in cui opera, ma al contempo l’obiettivo è quello di rafforzare il ruolo delle biotecnologie nell'innovazione industriale e nella transizione verso modelli produttivi a minore impatto ambientale e che non siano legati al depauperamento delle risorse naturali e che possano generare proprietà intellettuale e benessere (Figura 4).



**Figura 4.** Avanzamento delle conoscenze sulla biodiversità e innovazione sostenibile nelle biotecnologie

PIANO DI LAVORO. Le attività di ricerca pianificate in RA3 sono articolate in quattro task (T) distinti.

Task 3.1. Biodiversità e bio-fonderia: produzione microbica di piattaforme chimiche da biomasse rinnovabili.

Task 3.2. Biodiversità microbica di nicchie naturali o antropiche per la produzione di prodotti di interesse primario: alimenti, bevande e nuove molecole bioattive.   
Task 3.3. Approccio razionale per la progettazione di nuovi polimeri e materiali.

Task 3.4. Sfruttamento della biodiversità naturale per la scoperta e la produzione di piccole molecole bioattive.

RISULTATI ATTESI & APPLICAZIONI. I risultati della ricerca sono in linea con i temi della bioeconomia circolare, in particolare sui tre pilastri del “*rifiuti zero*”, del prolungamento del ciclo di vita delle risorse e dei beni e della restituzione della materia ai naturali cicli biogeochimici. Questi risultati imprescindibilmente passano per una innovazione che permetta una i) riduzione degli impatti ambientali dei bioprocessi rispetto ai processi tradizionali; ii) pianificazione che mira alla riduzione delle emissioni negli scope 1, 2 e 3; iii) posizioni lavorative di nuova istituzione o di ampliamento di quelle tradizionali, a partire dalla formazione di elevato profilo, preferibilmente in collaborazione con aziende (dottorati innovativi e industriali, corsi avanzati su tematiche quali precision fermentation, quantitative physiology, deep sequencing, synthetic biology). In particolare, RA3 è focalizzata a:

1. Modelli di biomanufacturing e di bioraffineria integrata nel territorio - Sviluppo di processi produttivi basati sul concetto di biomanufacturing e esempi di bioraffineria integrata nel territorio che valorizzi e supporti la produzione agricola primaria che a sua volta supporta le esigenze urbane; esempi di come l’approccio Design-Build-Test-Learn (DBTL), potenziato dalle possibilità offerte dalla biologia sintetica, possa potenziare l'ingegneria metabolica e i processi fermentativi; definizione di nuove competenze professionali e progettazione in divenire di una formazione dedicata.

2. Biodiversità e cicli biogeochimici - Sviluppo di nuovi processi che collegano materiali non biobased (plastiche tradizionali) con produzioni e processi biobased, estendendo così il ciclo di vita del materiale e riducendo le emissioni nell'ambito 3; nuovi enzimi per un trattamento efficiente ed ecologicamente sicuro delle acque reflue; nuovi materiali organici/inorganici e spore batteriche anche derivatizzate con proteine/enzimi da utilizzare come adsorbenti di agenti inquinanti, (nano)reattori per il trattamento di rifiuti e molecole bioattive; nuove molecole bioattive da utilizzare come nutraceutici o nuovi farmaci, come nuove classi di antimicrobici e antibiotici; nuovi processi di produzione per la fermentazione di alimenti e bevande che soddisfino le esigenze nutrizionali e di mercato da un lato, e mitighino gli effetti derivanti dai cambiamenti climatici dall'altro (ad es., l'eccessiva gradazione alcolica dei vini dovuta all'innalzamento delle temperature, con conseguente maturazione delle uve ad alto tasso zuccherino).

3. Sviluppo di biomateriali secondo la logica “*rational by design*” - Nuovi processi produttivi che possono promuovere la riprogettazione e il ripensamento di polimeri di largo consumo, con gli obiettivi di: i) incorporando metaboliti vegetali (secondari), in generale bioprodotti, per migliorare le caratteristiche strutturali ii) aggiungendo proprietà intrinseche che portino a un prolungamento della durata di vita in combinazione con un profilo post-vita migliore rispetto all'impatto ambientale (es: filati di interesse per il mondo del tessile, teli e sacchi di largo uso agricolo) iii) nuovi enzimi e nuovi cocktail enzimatici che possono aiutare a velocizzare e migliorare il trattamento dei prodotti a fine vita.

4. Scoperta e descrizione funzionale di piccole molecole bioattive - Scoperta di nuovi composti e bioattivi a partire dalla biodiversità naturale (anche applicando principi di astrazione e design). Lo scopo è di definirne la funzione rispetto ad applicazioni traslazionali (dai test *in vitro* a quelli *in vivo*) e il potenziale in campo industriale. Sviluppo di processi di produzione sostenibili ed efficienti di piccole molecole strutturalmente complesse, ad esempio composti chirali, mediante fermentazione con microrganismi selezionati e/o estremozimi scoperti con l'estrazione di (meta)genomi.

**RA4 – Biodiversità e Restoration economy**. Il razionale della RA4 si basa sulla relazione tra biodiversità e innovazione, sia in campo economico che sociale. La valorizzazione della biodiversità in ambito urbano (per esempio attraverso processi di restoration economy) stimola la creazione di nuovi modelli di business, di gestione del capitale naturale e la formazione di nuove figure professionali (Figura 5).

OBIETTIVO GENERALE. L’obiettivo generale è quello, attraverso l’identificazione di modelli innovativi di business, di suggerimenti di policies e di nuove competenze e professionalità, di migliorare la capacità dei diversi stakeholders di gestire la biodiversità e di generare valore economico, sociale e ambientale all’interno dell’ecosistema urbano.

Immagine che contiene testo, elettronica, schermata

Descrizione generata automaticamente

**Figura 5.** Biodiversità innovazione sociale e innovazione economica

PIANO DI LAVORO. Le attività di ricerca previste nell’RA4 si concentrano sulle imprese, sugli attori istituzionali responsabili della gestione della biodiversità a diversi livelli di governance e sui profili professionali necessari per la sua gestione e valorizzazione, utilizzando simultaneamente metodologie qualitative e quantitative. Le attività dell’RA4 sono suddivise in due Task distinte:

Task 4.1. Economia della biodiversità e del restauro.  
Task 4.2. Gestione della biodiversità e green jobs.

RISULTATI ATTESI E APPLICAZIONI

1.Mappa delle aziende attive nel campo della biodiversità accompagnata dall’identificazione di modelli di business innovativi e dall’analisi dei principali punti di forza/debolezza, vincoli/opportunità. Applicazione: la messa a disposizione attraverso il gateway dei dati raccolti per favorire la cross fertilization di aziende ed enti di ricerca.

2. Ricostruzione della struttura di governance multilivello della gestione della biodiversità, delle relazioni tra i diversi attori coinvolti accompagnata da un’analisi dei principali punti di forza/debolezza, vincoli e opportunità di tale struttura. Applicazione: suggerimenti per le policy e i decision makers per una migliore gestione e valorizzazione della biodiversità con riferimento all’ecosistema urbano.

3. Catalogo delle professioni/competenze richieste e ancora mancanti nel mercato del lavoro per la valorizzazione della biodiversità. Applicazione: formulazione, all’interno e all’esterno dell’Università, di proposte formative per colmare le lacune esistenti.

**5. IMPATTI PREVISTI**

1. Impatto Scientifico -Spoke 6 contribuisce all’avanzamento delle conoscenze sul rapporto tra biodiversità, esposoma, processi produttivi e salute umana, proponendo un approccio multidisciplinare che integra soluzioni basate sulla natura e tecnologie innovative. Le attività di ricerca permettono di sviluppare nuovi modelli predittivi e molecolari, valorizzando i dati raccolti per comprendere i meccanismi di malattia e identificare interventi preventivi e terapeutici personalizzati, così come per sviluppare processi produttivi innovativi. La creazione della piattaforma BIOMATRIX favorisce la condivisione dei risultati scientifici e stimola nuove collaborazioni in ambito accademico e industriale. Parimenti, la creazione dei database di metagenomica ambientale costituirà una fonte di potenziale valorizzazione che contribuirà ad ampliare il panorama di collaborazioni, sia di ricerca che industriali.

2. Impatto Economico -Spoke 6 incentiva lo sviluppo di modelli di business innovativi e la nascita di nuove professionalità legate a salute, sostenibilità e tecnologia. La valorizzazione di materiali di scarto urbani per l’estrazione di molecole bioattive e per il biomanufacturing rappresenta una nuova opportunità per l’economia circolare, con applicazioni nei settori farmaceutico, nutraceutico e cosmetico. Inoltre, le NbS promosse dal progetto favoriscono investimenti in infrastrutture verdi, generando ricadute economiche positive a livello locale e nazionale.

3. Impatto Sociale -Spoke 6 punta a migliorare il benessere dei cittadini attraverso interventi che riducono i rischi per la salute legati all’inquinamento e alle alterazioni dell’esposoma. La promozione di città più vivibili e resilienti, grazie all’integrazione di NbS, contribuisce a ridurre le disuguaglianze ambientali e sanitarie, migliorando la qualità della vita, in particolare per le popolazioni vulnerabili. Inoltre, il progetto sensibilizza le comunità sull’importanza della biodiversità e dello sviluppo sostenibile, stimolando un maggiore coinvolgimento della società civile. Inoltre, Spoke 6 collabora con gli altri Spoke alla creazione di contenuti per la comunicazione partecipata con la società civile, per accrescere la consapevolezza verso il tema della biodiversità.

4. Impatto Ambientale -Spoke 6 valorizza la biodiversità urbana e propone soluzioni per mitigare gli effetti negativi della perdita di habitat naturali e dell’inquinamento. L'upcycling di materiali di scarto e il design verso la biodegradabilità dei materiali riduce i rifiuti e promuove l’economia circolare. Le NbS migliorano la qualità dell’aria, del suolo e dell’acqua, contribuendo a rendere le città più sostenibili e resilienti agli effetti dei cambiamenti climatici. In questo contesto, Spoke 6 rappresenta un prezioso esempio di integrazione tra salute umana, processi produttivi e protezione ambientale.

**6. COLLABORAZIONI E STAKEHOLDER**

Spoke 6, con il suo approccio multidisciplinare e innovativo, offre numerose opportunità per coinvolgere le parti interessate a vari livelli, dalle industrie alle università, passando per la società civile e i governi. Questo coinvolgimento è cruciale per massimizzare l’impatto delle attività di ricerca e innovazione, favorendo sinergie tra settori e promuovendo il trasferimento tecnologico e l’adozione di soluzioni concrete. Pertanto, Spoke 6 offre un modello replicabile a livello globale per affrontare sfide urgenti legate a salute, sostenibilità e urbanizzazione.

1. Coinvolgimento degli stakeholder:

Industrie: Contribuiscono con investimenti e sviluppo di tecnologie innovative, come l'estrazione di molecole bioattive da scarti urbani, trasformando i risultati in nuovi prodotti e servizi.

Università e istituti di ricerca: Promuovono la formazione, validano scientificamente i risultati e diffondono conoscenze attraverso pubblicazioni e conferenze.

Società civile: Coinvolta tramite sensibilizzazione e co-progettazione di interventi urbani sostenibili, promuovendo cambiamenti nei comportamenti.

Governi: Creano politiche e norme per supportare l’implementazione di soluzioni basate sulla natura (NbS) e modelli di business sostenibili, incentivando partenariati pubblico-privati.

2. Strategie per partenariati pubblico-privati:Si sviluppano ecosistemi collaborativi, incentivi per l’industria, progetti pilota e contratti di ricerca congiunta per favorire lo sviluppo e la diffusione delle NbS.

3. Reti e collaborazioni internazionali:Lo Spoke 6 promuove partnership scientifiche e urbanistiche globali, partecipazione a consorzi come Horizon Europe e il trasferimento tecnologico tramite spin-off e startup. Inoltre, allinea le sue attività agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) dell'ONU, con focus su salute (SDG 3), città sostenibili (SDG 11) e azione climatica (SDG 13).