



Manuale di acquaponica

e altri metodi di produzione sostenibili



FISH
Farmers
Innovation
Science
Hub



AUTORI DI QUESTO MANUALE:

IMAGINA, Educación y Ocio, S.L. – Rodrigo Carlos Rodríguez García e Álvaro Ruiz Hidalgo
| **APS WE DO FABLAB** – Massimiliano Ferré, Alice Briola e Gabriele Sasso | **Associação Terra Maronesa** -Duarte Gomes Marques e Marco André de Almeida Fernandes-.

Con la collaborazione dell'**Asociación Plantío Chinampa** -Pepe Lobillo Eguíbar e Juan Manuel Selma- e **Edintra Consulting S.L.** -Luis Miguel Sanabria Lucena-.

ENTITÀ PARTECIPANTI:



Cofinanziato
dall'Unione europea

Il presente progetto è finanziato con il sostegno della Commissione europea. L'autore è il solo responsabile di questa pubblicazione (comunicazione) e la Commissione declina ogni responsabilità sull'uso che potrà essere fatto delle informazioni in essa contenute.

INDICE

1.	Il progetto Erasmus+ FISH e il presente manuale.....	4
1.1.	Progetto Erasmus+ FISH Farmers Innovation Science Hub.....	4
1.2.	Enti partner del progetto FISH.....	5
1.3.	Struttura del manuale.....	9
1.4.	Destinatari di questo manuale.....	9
2.	La produzione sostenibile di piante e pesci in Europa.....	11
2.1.	Lo sviluppo sostenibile e il suo legame con la produzione sostenibile di piante e pesci.....	11
2.2.	I principi dell'agricoltura sostenibile, dell'idroponica e dell'acquaponica.....	13
2.3.	Esempi di buone pratiche in Europa.....	18
3.	Realizzazione di un sistema acquaponico.....	29
3.1.	Com'è fatto un impianto acquaponico di base?.....	31
3.2.	Considerazioni prima dell'assemblaggio di un impianto acquaponico.....	32
3.3.	Assemblaggio del sistema acquaponico.....	42
3.4.	Considerazioni dopo il montaggio di un sistema acquaponico.....	44
3.5.	Raccomandazioni finali.....	61
4.	Agricoltura agroecologica e pascolo estensivo.....	62
4.1.	Principali sfide.....	63
4.2.	Strategie di attuazione.....	64
4.3.	L'allevamento estensivo come parte della soluzione alla crisi climatica.....	66
4.4.	Casi studio di rilievo.....	69
4.5.	Lezioni apprese.....	73
5.	Creazione di sistemi di coltivazione innovativi e monitoraggio ambientale con tecnologie open source.....	75
5.1.	Costruzione di un Wicking Bed.....	75
5.2.	Prototipo di wicking bed in miniatura (germogliatore di piante).....	83
5.3.	Sistema di monitoraggio ambientale con Micro:bit (stazione meteo fai-da-te)..	84

1. Progetto Erasmus+ FISH e il presente manuale

Questo manuale è una guida pensata per migliorare la produzione sostenibile di piante e pesci ed è frutto della collaborazione tra le diverse realtà che hanno preso parte al Progetto ERASMUS+ KA210 FISH.

Al suo interno si trovano contenuti teorici e pratici utili a ottimizzare la produzione agricola e zootecnica, integrandola con l'allevamento di pesci.

Può essere letto per intero o consultato per sezioni, con l'obiettivo di garantire semplicità e accessibilità.

Il manuale è rivolto a chiunque sia interessato al tema, sia per avviare iniziative di autoconsumo, sia da una prospettiva professionale, come produttore o come parte di un ente educativo attento ai temi della sostenibilità.

1.1. Progetto Erasmus+ FISH Farmers Innovation Science Hub.

Farmers Innovation Science Hub (FISH) è un progetto ERASMUS+ KA210 il cui obiettivo principale è promuovere la sostenibilità ambientale e la sicurezza alimentare attraverso un uso più efficiente delle risorse – principalmente dell'acqua – mediante l'adozione di nuove tecniche che combinano metodi tradizionali e tecnologie innovative (idroponica, acquaponica, sensori elettronici, ecc.).

- ✓ L'intento è quello di migliorare la produzione vegetale integrandola con l'allevamento di pesce, perseguendo i seguenti obiettivi:
- ✓ Promuovere opportunità di apprendimento e lo sviluppo di competenze e conoscenze negli adulti;
- ✓ Fornire strumenti pratici per migliorare la coltivazione di piante e l'allevamento di pesci;
- ✓ Contribuire alla tutela e conservazione dell'ambiente;
- ✓ Aumentare la resilienza delle persone e delle comunità attraverso l'implementazione di sistemi produttivi sostenibili, in grado di migliorare la sicurezza alimentare.

Attraverso una serie di risorse e strumenti pedagogici, il progetto mira a sviluppare competenze "verdi" e a migliorare la produzione sostenibile, ottimizzando al tempo stesso le risorse naturali.

In questo modo, il progetto contribuisce a una migliore adattabilità ai cambiamenti climatici e alla siccità, promuovendo allo stesso tempo lo sviluppo comunitario, grazie alle sinergie e collaborazioni che si vengono a creare.

Il progetto si rivolge a persone adulte residenti nell'Unione Europea, con particolare attenzione a Spagna, Portogallo e Italia.

Sono stati identificati **due gruppi target principali**:

1. **Persone con esperienza e conoscenze**, già attive in iniziative di produzione a fini educativi, ricreativi e/o di autoconsumo, e che fanno parte di collettivi (associazioni di orticoltori o realtà socio culturali), istituzioni (scuole, università) o professionisti (agricoltori e allevatori estensivi);
2. **Persone interessate a livello individuale**, su scala domestica, con un livello di esperienza e competenza variabile nelle pratiche di autoconsumo.

Il gruppo prioritario del progetto è il primo.

Attraverso una metodologia partecipativa, durante il 2025 sono state realizzate diverse attività formative, di ricerca e scambio di conoscenze, da cui nasce anche il presente manuale.

Poiché il progetto prevede una continuità nel tempo, si invita a consultare il sito web www.hydroedulab.eu per rimanere aggiornati.

Progetto Erasmus+ 

Centro Scientifico Per L'innovazione Degli Allevatori Di Pesci

Farmers Innovation Science Hub è un progetto ERASMUS+ il cui obiettivo principale è promuovere la sostenibilità ambientale e la sicurezza alimentare migliorando l'efficienza delle risorse, in particolare l'acqua, attraverso l'implementazione di nuove tecniche che combinano metodi tradizionali con nuove tecnologie (idroponica, acquaponica, sensori elettronici, ecc.). In questo modo, il progetto mira a migliorare la produzione di ortaggi in un orto e, se lo si desidera, integrarla con l'acquacoltura.

1.2. Enti partner del Progetto FISH

Di seguito, una breve descrizione degli enti che hanno collaborato al progetto.

1.2.1. Spagna

IMAGINA, Educación y Ocio, S.L.

Fondata nel 2005, è una società di consulenza andalusa specializzata in programmi educativi e formativi, campagne per promuovere la partecipazione e progetti ambientali. La principale area di lavoro riguarda lo svolgimento di attività educative e

formative rivolte a persone di tutte le età: dalla scuola dell'infanzia e primaria, fino agli anziani, passando per i giovani che frequentano istituti superiori e università.

Affronta i temi della sostenibilità, dell'approccio STEAM e della sensibilizzazione ambientale negli orti educativi e comunitari in modo pratico, attraverso la coltivazione di piante e pesci, e con attività come l'apprendimento del compostaggio dei rifiuti organici.

IMAGINA è specializzata nella promozione sociale, coinvolgendo enti pubblici, gruppi locali, imprese e associazioni, e lavora anche in aree urbane soggette a trasformazione sociale. Si distingue nel campo dell'educazione ambientale, promuovendo l'economia circolare, il risparmio idrico e una produzione sostenibile.

Asociación Plantío Chinampa

Plantío Chinampa è un'organizzazione dedicata allo studio e alla promozione dell'acquaponica e di altri sistemi di produzione sostenibili e rispettosi dell'ambiente. Tra i suoi membri figurano ricercatori e docenti dell'Università di Siviglia.

Il nome richiama le chinampas, un antico sistema agricolo mesoamericano basato su isolotti galleggianti, utilizzato dalle civiltà preispaniche per estendere le aree coltivabili nei laghi (come a Xochimilco, in Messico). L'associazione adatta questi principi ai contesti moderni, specialmente in Spagna, concentrandosi sulla ricerca e la divulgazione dell'acquaponica e sullo sviluppo di sistemi produttivi sostenibili. L'obiettivo è ridurre l'impatto ecologico attraverso una produzione più consapevole.

A tal fine, organizza workshop pratici rivolti a privati, agricoltori ed educatori, e collabora con programmi educativi per scuole e centri formativi, utilizzando l'acquaponica per insegnare biologia, sostenibilità ed economia circolare.

Realizza progetti acquaponici ornamentali, con sistemi decorativi per case o spazi pubblici che integrano pesci e piante (come quelli presenti presso la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agrónoma – ETSIA – dell'Università di Siviglia); progetti educativi, per l'uso didattico dell'acquaponica in scuole e istituti (come l'IES Joaquín Romero Murube di Siviglia); e impianti familiari, con design accessibili per l'autoconsumo domestico o comunitario, promuovendo la sovranità alimentare, come nel progetto "El Milagro de los Peces" realizzato nel quartiere Polígono Sud di Siviglia.

Oficina del Parque del Alamillo

Il Parque del Alamillo è uno spazio naturale situato nella zona verde tra i comuni di Siviglia e Santiponce, in Andalusia. Dalla sua sede operativa, che fa capo al Dipartimento per la Mobilità, la Pianificazione del Territorio e l'Edilizia Residenziale della Junta de Andalucía, vengono gestite le risorse naturali del parco e organizzate numerose attività educative, culturali, sportive, ricreative e solidali.

Il Parco è un luogo di incontro aperto a persone e gruppi di ogni tipo.

Torreblanca Verde

Torreblanca Verde è un'iniziativa a carattere ecologico e sociale nata dal Gruppo TAR della Scuola Politecnica di Ingegneria dell'Università di Siviglia e dal Centro Civico Juan Antonio González Caraballo di Torreblanca, in collaborazione con le associazioni e gli abitanti del quartiere, uno dei più poveri di Siviglia.

Si tratta di un movimento trasformativo che punta a ripensare e riqualificare gli spazi pubblici, migliorandone l'immagine e favorendo una maggiore consapevolezza ambientale tra residenti e visitatori.

Tutte le azioni promosse da questa iniziativa, sostenuta dal Gruppo TAR, dal Centro Civico e soprattutto dai cittadini stessi, hanno come obiettivo quello di contribuire al miglioramento degli spazi pubblici, facendo leva sulla partecipazione della comunità locale e sulla collaborazione di enti e realtà interessate, senza dipendere dalle amministrazioni pubbliche.

1.2.2. Italia

APS We Do FabLab

We Do FabLab è un laboratorio di fabbricazione condivisa e innovazione sociale con sede a Omegna (Italia), nato per promuovere pratiche sostenibili, inclusive e partecipative nei campi dell'educazione e della tecnologia. L'associazione opera come piattaforma di collaborazione tra scuola, cittadinanza e territorio, con un forte impegno verso la sostenibilità ambientale, l'inclusione sociale e la transizione digitale.

In ambito ambientale, We Do sperimenta e promuove soluzioni legate all'economia circolare, all'autoproduzione e all'uso consapevole delle risorse naturali (come nei progetti di idroponica e biomateriali), integrando tecnologie a basso impatto e percorsi educativi rispettosi dell'ambiente.

Sul fronte inclusivo, l'associazione sviluppa attività intergenerazionali e interculturali che coinvolgono giovani, anziani e persone con minori opportunità, utilizzando la creatività e la manualità come strumenti di partecipazione attiva e accesso alla cultura digitale.

Infine, We Do è fortemente impegnata nella transizione digitale, offrendo percorsi formativi su fabbricazione digitale, programmazione, intelligenza artificiale applicata all'educazione e prototipazione con strumenti come Arduino, Micro:bit e stampa 3D. La tecnologia viene così impiegata come leva per la cittadinanza attiva e l'innovazione educativa.

Pro Senectute ODV

L'associazione Pro Senectute si occupa da oltre 45 anni di volontariato al servizio della terza età attiva e della comunicazione tra generazioni. La sua missione è promuovere l'invecchiamento attivo attraverso attività di volontariato e iniziative di sensibilizzazione culturale.

Grazie a una convenzione con il Comune di Omegna, l'associazione gestisce lo spazio "*Oasi della Vita*", un'area che comprende un parco, un bar ristorante e circa cinquanta orti coltivati da persone anziane, utenti dei servizi sociali e scuole. Lo spazio è dotato anche di infrastrutture per lo svolgimento di attività culturali, educative e ricreative.

VCO Formazione

VCO Formazione nasce nel 2003 dall'unione di diverse realtà formative della regione Piemonte, offrendo servizi di formazione, orientamento e politiche attive del lavoro sul territorio. Promuove e organizza percorsi biennali e triennali rivolti ai giovani in età di obbligo scolastico, con l'obiettivo di prepararli a diverse professioni.

VCO Formazione offre inoltre un servizio di orientamento scolastico e professionale, volto a supportare lo sviluppo delle competenze necessarie per definire un proprio progetto formativo, educativo e lavorativo.

In questo modo, l'ente favorisce l'inclusione lavorativa e la scoperta dei propri talenti e potenzialità, guidando le persone verso opportunità di crescita personale, formativa e professionale.

1.2.3. Portogallo

Associação Terra Maronesa

Terra Maronesa è una comunità di pratica portoghese che promuove, con un approccio olistico e sistemico, la valorizzazione del territorio legato all'habitat della razza bovina autoctona "Maronesa" e al ricco patrimonio alimentare locale, in tutte le sue dimensioni economiche, culturali, sociali, ambientali e turistiche.

Nata nel 2018 in risposta alla crisi causata dall'abbandono del tradizionale sistema agro-silvo-pastorale, alla scomparsa del pascolo e dell'uso del fuoco tecnico, propone un modello integrato e contemporaneo di gestione del territorio, che fonde conoscenze tradizionali e scientifiche. Il metodo chiave è la "erbivoria pirotecnica", ovvero una gestione sinergica tra pascolo e fuoco controllato per prevenire incendi e favorire la rigenerazione del suolo.

L'associazione opera principalmente su due fronti:

- sviluppo locale e regionale, valorizzando il benessere e creando valore economico, sociale, culturale e ambientale del territorio;

- rafforzamento delle capacità civiche, professionali e umane delle popolazioni locali.

Tra i principali ambiti di attività si trovano:

- la promozione di modelli produttivi estensivi,
- la gestione del paesaggio e il sequestro del carbonio,
- il bilanciamento tra persone, animali e natura,
- la gestione integrata di attività e servizi rurali,
- la cooperazione collettiva e l'economia digitale.

Terra Maronesa è formata da un gruppo di agricoltori e allevatori esperti in pratiche sostenibili e rispettose dell'ambiente. Tra i suoi obiettivi principali ci sono la conservazione del patrimonio territoriale e lo sviluppo delle competenze dei membri e delle comunità rurali.

Ha ideato o partecipato a progetti significativi come LIFE Maronesa, Rebanhos+ e il protocollo con REN che introduce il concetto di “brigade forestali animali” per la prevenzione degli incendi. Ha inoltre creato la Scuola dei Pastori e la Casa della Zootecnia, due centri formativi per la professionalizzazione del settore agro-pastorale.

1.3. Struttura del manuale

Il presente Manuale sull'acquaponica e altri metodi di produzione sostenibili è strutturato in due parti ben distinte.

La prima parte, di carattere più teorico, introduce i principi della produzione sostenibile di piante e pesci attraverso l'agricoltura sostenibile, l'idroponica e l'acquaponica, offrendo anche esempi di buone pratiche attualmente in corso in Europa.

La seconda parte, di taglio più pratico, descrive diverse iniziative realizzabili, da quelle su scala domestica e urbana – come la creazione di un germinatore di semi, una wicking bed o un sistema acquaponico – fino ad arrivare a progetti su scala professionale ed estensiva, come nel caso di un'azienda agricola.

In questo modo si è voluto incoraggiarne l'utilizzo sia nella sua interezza, sia a sezioni, adattandosi alle esigenze e ai contesti di ciascun lettore.

Il manuale è inoltre accompagnato da una serie di video tutorial, che permettono di approfondire i contenuti trattati.

1.4. Destinatari di questo manuale

Questo manuale pratico è pensato per chi desidera migliorare i propri sistemi di produzione di piante e animali – principalmente pesci attraverso l'acquaponica – o

avviare questo tipo di iniziative, sia in ottica di autoconsumo, sia con finalità commerciali o educative, adattandosi a contesti urbani o rurali e a diverse scale.

Viene proposto, ad esempio, un sistema applicabile al cortile o giardino di un’abitazione urbana, ma anche a una realtà agricola estensiva, oppure in una scuola o centro educativo, dove la produzione di cibo diventa anche occasione di sperimentazione scientifica.

Il manuale può inoltre essere utilizzato in aree o Paesi in via di sviluppo, per migliorare la sicurezza alimentare: grazie a tecniche come l’acquaponica e l’idroponica è possibile produrre alimenti freschi e sicuri anche dove l’accesso a terreni coltivabili è limitato, come accade, ad esempio, in isole o aree urbane densamente popolate.

L’acquaponica si distingue per la sua grande scalabilità. Utilizzando serbatoi da 1.000 litri e una superficie di coltivazione di circa 3 m², è possibile realizzare sistemi molto efficaci per l’autoconsumo domestico, che permettono la coltivazione simultanea di diverse specie vegetali, erbe aromatiche e pesci come la tilapia. Questo approccio, sempre più diffuso tra appassionati e comunità online, è l’ideale per chi vuole produrre alimenti freschi in piccoli spazi e contesti urbani, oppure all’interno di scuole o orti comunitari.

I sistemi acquaponici a scopo commerciale, invece, richiedono un investimento iniziale più elevato e una gestione tecnica più complessa. Si sono rivelati efficaci soprattutto in isole o aree isolate, dove l’approvvigionamento alimentare è più difficile, oppure nella produzione intensiva di piante ad alto valore commerciale, come il basilico o altre varietà richieste nel settore della ristorazione (es. cucina asiatica).

Poiché l’allevamento di un maggior numero di pesci aumenta il rischio di malattie e la possibilità di dover ricorrere a trattamenti antibiotici – dannosi per il filtro biologico a batteri – in questi casi si può adottare un **sistema disaccoppiato**: l’acqua potenzialmente “contaminata” non viene più fatta circolare verso il filtro biologico e il sistema di coltivazione, evitando danni alla parte vegetale dell’impianto.

2. La produzione sostenibile di piante e pesci in Europa

Il sistema agro-zootecnico può trarre grande beneficio dall'integrazione tra acquaponica, agricoltura sostenibile e buone pratiche di allevamento. Un esempio efficace è il riutilizzo dei rifiuti organici provenienti dagli allevamenti (come il letame), che possono essere impiegati come biofertilizzanti sia nei campi coltivati che nei sistemi acquaponici. Allo stesso modo, l'acqua ricca di nutrienti proveniente dall'acquaponica può essere utilizzata per fertilizzare pascoli o terreni agricoli, contribuendo a chiudere il ciclo dei nutrienti e a ridurre l'uso di risorse esterne.

La diversificazione produttiva, che combina coltivazione vegetale, allevamento e pascolo gestito, non solo aumenta la resilienza del sistema rispetto a cambiamenti climatici o di mercato, ma migliora anche la sicurezza alimentare e la sostenibilità economica delle aziende agricole. La gestione sostenibile del pascolo (ad esempio con tecniche rotative) può contribuire a rigenerare il suolo e stimolare la biodiversità, in linea con i principi dell'agricoltura rigenerativa.

L'integrazione di questi approcci crea sinergie virtuose che favoriscono la riduzione dell'impronta ecologica e una maggiore capacità di adattamento ai cambiamenti ambientali, costituendo un modello più efficiente e stabile rispetto all'agricoltura e/o zootecnia tradizionale.

2.1. Lo sviluppo sostenibile e il suo legame con la produzione sostenibile di piante e pesci

La produzione di alimenti nel mondo si trova ad affrontare pressioni senza precedenti. Alcuni dei problemi e delle sfide che interessano i sistemi agro-zootecnici responsabili del rifornimento delle filiere alimentari sono: la scarsità di risorse naturali, la necessità di nutrire una popolazione in crescita, le tensioni politiche e socioeconomiche su scala locale, nazionale e internazionale, e lo stress subito dagli ecosistemi naturali a causa dell'impatto ambientale delle attività umane e degli effetti del cambiamento climatico.

Sul piano ambientale, a partire dalla seconda metà del XX secolo, la preoccupazione per l'ambiente ha portato a importanti accordi internazionali. La **Conferenza ONU di Stoccolma del 1972** ha segnato l'inizio dell'azione ambientale globale, riconoscendo il degrado ambientale come questione internazionale. Rapporti come **"I limiti dello sviluppo" del Club di Roma** (anch'esso del 1972) hanno messo in guardia contro i rischi di una crescita economica e demografica illimitata, sottolineando la necessità di ripensare lo sviluppo sostenibile.

Nel 1987, il **Rapporto Brundtland** ha introdotto il concetto di **sviluppo sostenibile**, bilanciando le necessità presenti e future nei campi ambientale, sociale ed economico. Successivamente sono seguiti il **Vertice della Terra di Rio de Janeiro del 1992 (Agenda 21)** e, più recentemente, l'**Agenda 2030 dell'ONU con gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG/OSS)**.

In questa prospettiva di produzione più sostenibile, si sono sviluppate buone pratiche nei settori agro-zootecnici, come la **produzione biologica**, e si sono perfezionate tecniche alternative come l'idroponica, l'acquacoltura e l'acquaponica, utilizzate fin dall'antichità.

L'**idroponica** è un metodo di coltivazione di piante in acqua arricchita di nutrienti, senza terra. L'**acquacoltura** è l'allevamento e l'ingrasso dei pesci. L'**acquaponica** integra entrambe in un unico sistema.

In tal senso, l'acquaponica rappresenta una risposta concreta alle sfide globali di sostenibilità nella produzione alimentare. Combina l'acquacoltura tradizionale (allevamento dei pesci) con l'idroponica (coltivazione in acqua) in un circuito chiuso, dove gli scarti di una componente diventano nutrienti per l'altra. Prima di passare alla parte pratica, è importante comprenderne il contesto sostenibile e i fondamenti biologici.

In questo quadro, l'acquaponica e l'agricoltura sostenibile si presentano come soluzioni pratiche e innovative per trasformare i sistemi agroalimentari verso una maggiore efficienza, resilienza e rispetto per gli ecosistemi naturali. Queste iniziative permettono di “vivere e produrre entro i limiti del pianeta”, come proposto dal Club di Roma, combinando produzione alimentare, tutela ambientale e giustizia sociale.

Ad esempio, l'acquaponica contribuisce direttamente a diversi Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG) dell'Agenda 2030:

- **SDG 2:** Zero fame → favorisce la produzione continua di alimenti freschi (anche in aree urbane o con poca terra fertile), inclusi apporti di proteine animali.
- **SDG 6:** Acqua pulita e igiene → i sistemi a ricircolo minimizzano il consumo e lo spreco d'acqua.
- **SDG 12:** Produzione e consumo responsabili → modello circolare efficiente che riduce gli scarti e ottimizza l'uso delle risorse.
- **SDG 13:** Lotta contro il cambiamento climatico → riduce le emissioni di gas serra rispetto all'agricoltura tradizionale.
- **SDG 15:** Vita sulla terra → protegge i suoli e la biodiversità evitando l'uso eccessivo di pesticidi e fertilizzanti chimici.

Inoltre, l'integrazione dell'acquaponica con altre pratiche agro-zootecniche (come il riutilizzo dell'acqua ricca di nutrienti per l'irrigazione dei pascoli) crea sinergie che riducono l'impronta ecologica e aumentano la resilienza del sistema produttivo. La diversificazione, unendo coltivazione vegetale, allevamento di pesci e pascolo gestito, migliora la sicurezza alimentare e la sostenibilità economica, rigenerando suoli e biodiversità secondo i principi dell'agricoltura rigenerativa.

Infine, l'adattabilità e la scalabilità dei sistemi di produzione sono straordinarie, spaziando da piccoli progetti domestici fino a grandi impianti commerciali. Un sistema acquaponico può essere dimensionato per adattarsi a un balcone, un patio urbano, o un

orto comunitario o scolastico, producendo ortaggi e pesci per l'autoconsumo. In questi contesti, oltre a fornire cibo fresco e sano, è anche uno strumento educativo per la sostenibilità.

Su scala commerciale, esistono impianti acquaponici che hanno ottenuto certificazioni biologiche e riforniscono ristoranti o mercati locali.

2.2. I principi dell'agricoltura sostenibile, l'idroponica e l'acquaponica

2.2.1. Agro-zootecnia sostenibile: coltivazioni e allevamento in equilibrio

L'agro-zootecnia sostenibile è un modo di produrre cibo combinando coltivazioni e allevamento affinché il suolo migliori nel tempo, l'acqua venga utilizzata in modo razionale e il benessere animale sia reale. Integra pratiche che chiudono i cicli: le colture alimentano gli animali; il letame, gestito correttamente, torna nei campi come fertilizzante; e i resti vegetali vengono compostati. In questo modo, l'area coltivata funziona come un ecosistema vivo "che produce oggi senza compromettere il domani".

Può essere sviluppata in piccoli orti domestici, integrati ad animali come le galline, in programmi urbani di orticoltura e compostaggio comunitario (inclusi sistemi **avico compost**, come quello situato nel Parque de Los Sentidos di Noáin, Navarra – Spagna, considerato un punto di riferimento), oppure in aziende agricole di dimensioni variabili, incluse quelle estensive su numerosi ettari.

Si raccomanda di **produrre secondo criteri ecologici**, seguendo norme riconosciute che vietano fertilizzanti e pesticidi di sintesi (utilizzando principalmente fertilizzanti organici), che garantiscono benessere animale, alimentazione biologica e prevenzione sanitaria. Da non dimenticare: per poter vendere prodotti come biologici con etichetta certificata è necessaria una certificazione.

Altre opzioni compatibili sono **la produzione integrata e la produzione estensiva**:

Nella produzione integrata, l'azienda è concepita come un sistema coordinato: colture + allevamento + alberi/orto, creando connessioni funzionali tra le attività: paglia → lettiera → compost → suolo (pacciamature verdi, ecc.); galline → controllo degli insetti; leguminose → azoto naturale. In questo contesto si possono usare strumenti mirati e razionali (trappole, feromoni...), dando priorità alla prevenzione e all'efficienza.

La produzione estensiva riguarda soprattutto l'allevamento, con greggi che sfruttano pascoli naturali e stoppie, con carico animale moderato e pascolo rotazionale (muovere gli animali e lasciare riposare l'erba consente rese migliori e sostenibilità a lungo termine). Se ben gestita, questo tipo di produzione rigenera i prati, riduce gli incendi, migliora il paesaggio e il benessere animale, e contrasta lo spopolamento delle aree rurali.

In aggiunta, è molto utile introdurre i **principi della permacultura come metodo di progettazione** che promuove sistemi efficienti, diversificati e facili da mantenere, “pensati per durare”. Sebbene le pratiche della permacultura vadano oltre l’ambito di questo progetto, rappresentano uno strumento utile che include azioni come: raccolta e stoccaggio dell’acqua; creazione di fossati o cordoni che rallentano il deflusso; sistemi di raccolta dell’acqua piovana; stagni per irrigazione e fauna utile (ad esempio, gli anfibi riducono i parassiti); o il riutilizzo delle acque grigie trattate per irrigare siepi, ecc.

Tra i principali vantaggi dell’agro-zootecnia sostenibile si evidenziano:

- ✓ **Suoli più fertili e soffici.** L’uso di compost, rotazioni e coperture vegetali aumenta la sostanza organica, migliora la struttura del suolo e riduce l’erosione. Le radici penetrano più in profondità e le piante crescono più sane.
- ✓ **Benessere animale e sanità preventiva.** Ombra, acqua pulita, spazio per muoversi e pascolo pianificato riducono lo stress e la necessità di farmaci. La filosofia si basa su animali tranquilli = produzione stabile.
- ✓ **Risparmio idrico e meno inquinamento.** Irrigazioni mirate (goccia a goccia, pacciamature) e una corretta gestione di letame e liquami evitano perdite e dilavamenti che potrebbero inquinare fiumi o falde.
- ✓ **Economia circolare in azienda.** La paglia è usata come lettiera e poi come fertilizzante, le stoppie nutrono ancora, i residui diventano compost. Meno acquisti esterni, più autosufficienza.
- ✓ **Resilienza climatica.** I suoli ricchi di vita trattengono meglio l’umidità in caso di siccità e drenano meglio durante forti piogge. Inoltre, immagazzinano carbonio, contribuendo a mitigare il cambiamento climatico.
- ✓ **Biodiversità utile e meno parassiti.** Siepi fiorite, consociazioni colturali e rotazioni offrono rifugio a impollinatori e fauna ausiliaria, riducendo la pressione dei parassiti senza ricorrere a sostanze chimiche.
- ✓ **Qualità e fiducia alimentare.** Pratiche pulite e tracciabili offrono cibo più gustoso e con meno residui, molto apprezzato nella vendita diretta e nei circuiti locali.

Come spiegato più avanti nelle sezioni su idroponica e acquaponica, queste tecnologie possono essere integrate in un approccio sostenibile per riciclare nutrienti, risparmiare acqua e completare la produzione, mantenendo sempre l’obiettivo centrale: suolo vivo, animali sani e alimenti di qualità.

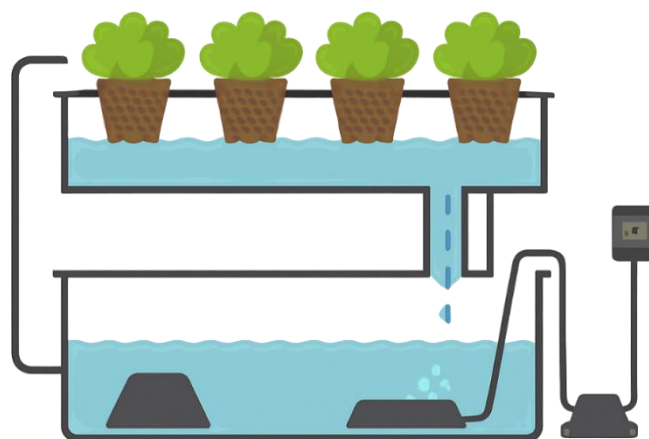
2.2.2. Idroponica: coltivazioni senza suolo

L’idroponica è un metodo di coltivazione delle piante in acqua arricchita con nutrienti, senza l’utilizzo del suolo. Poiché l’acquaponica integra l’idroponica, è utile comprenderne le basi. In idroponica, le radici delle piante crescono in substrati inerti, che offrono supporto fisico (come ghiaia, sabbia, perlite e/o argilla espansa), ma non

forniscono nutrienti. Tutti gli elementi nutritivi vengono assorbiti tramite una soluzione nutritiva preparata con tutti i nutrienti essenziali necessari alla pianta.

Tra i **vantaggi dell'idroponica** si evidenziano:

- ✓ **Risparmio idrico:** L'acqua circola continuamente nel sistema e se ne perde pochissima per drenaggio o evaporazione. Si stima che l'idroponica utilizzi solo una frazione dell'acqua necessaria per l'irrigazione in suolo, rendendola ideale per regioni aride.
- ✓ **Minori parassiti e malattie:** Non utilizzando terra, si evitano molti parassiti del suolo e patogeni associati. I substrati inerti sono privi di semi di erbe infestanti o batteri nocivi, riducendo la necessità di pesticidi. Inoltre, possono essere riutilizzati dopo la disinfezione, abbassando i costi.
- ✓ **Coltivazione in spazi non agricoli:** L'idroponica permette di installare orti su tetti, interni, container o terreni sterili dove l'agricoltura tradizionale è impraticabile. Ciò apre la strada a fattorie urbane, orti verticali e produzione locale in luoghi inaspettati.
- ✓ **Controllo totale sulla nutrizione:** Il coltivatore idroponico controlla esattamente la composizione dei nutrienti e il pH dell'acqua somministrata alle piante, regolando in tempo reale in base alle fasi di crescita. Questo controllo preciso si traduce spesso in crescita più rapida e raccolti maggiori rispetto alla coltivazione in suolo, dove le piante dipendono dalle condizioni naturali.
- ✓ **Assenza di erbacce:** Senza suolo non ci sono semi di infestanti, eliminando il diserbo e la competizione nutritiva indesiderata.



Come spiegato più avanti, nella sezione dedicata all'acquaponica, l'idroponica diventa una forma di idroponica organica naturale quando i nutrienti provengono dai pesci, invece che da fertilizzanti chimici disciolti. Questo la rende ancora più sostenibile, poiché non si aggiungono sostanze sintetiche e si riciclano scarti biologici.

2.2.3. L'acquacoltura sostenibile.

L'**acquacoltura** è l'allevamento controllato di organismi acquatici (pesci, crostacei, molluschi, piante acquatiche – come crescione o lenticchie d'acqua per mangimi – alghe – tipo wakame o nori – o cianobatteri come la spirulina) in ambienti confinati. Si tratta di una fonte fondamentale di proteine animali a livello mondiale (circa la metà del pesce

consumato globalmente proviene dall'acquacoltura), contribuendo ad alleggerire la pressione sulla pesca selvatica.

Tuttavia, l'acquacoltura intensiva tradizionale affronta due grandi sfide per essere sostenibile:

- **Il trattamento delle acque reflue:** Le vasche per pesci producono acqua ricca di nutrienti (effluenti) che, se scaricata senza trattamento, può causare eutrofizzazione (proliferazione eccessiva di alghe) e ipossia (carenza di ossigeno) in fiumi e zone costiere. Questo impatto ambientale impone la ricerca di metodi per depurare o riutilizzare quell'acqua.
- **La dipendenza da mangimi commerciali:** I mangimi per pesci sono spesso a base di farina e olio di pesce, o altri ingredienti la cui produzione ha impatti ambientali rilevanti (ad esempio, la pesca intensiva per ottenere la farina, o la deforestazione per le coltivazioni di soia). Questo può trasformare l'acquacoltura in una soluzione che crea un nuovo problema, se non si adottano fonti alimentari alternative.

L'acquaponica affronta in modo creativo la prima sfida: invece di considerare l'acqua carica di scarti come un rifiuto da eliminare, la **riutilizza come fertilizzante per le piante**. In questo modo si evita la contaminazione degli ambienti acquatici e si ottengono due produzioni con la stessa acqua. L'acquaponica trasforma quindi un passivo ambientale (gli effluenti dell'acquacoltura) in una risorsa per un'altra attività (l'idroponica). Questo chiude il ciclo dei nutrienti: niente si spreca, tutto si trasforma.

Per quanto riguarda la seconda sfida, l'acquaponica non la risolve direttamente (anche i pesci in acquaponica necessitano di alimentazione), ma il suo approccio olistico promuove la ricerca di mangimi più sostenibili, o l'integrazione di sistemi alternativi come l'**allevamento di insetti o lombrichi** che trasformano i residui organici in cibo per pesci. Inoltre, poiché è generalmente più piccola rispetto alle grandi aziende di acquacoltura industriale, è più facile in acquaponica sperimentare con alimenti locali o autoprodotti (come verdure, residui di raccolta, ecc., a seconda della specie allevata).

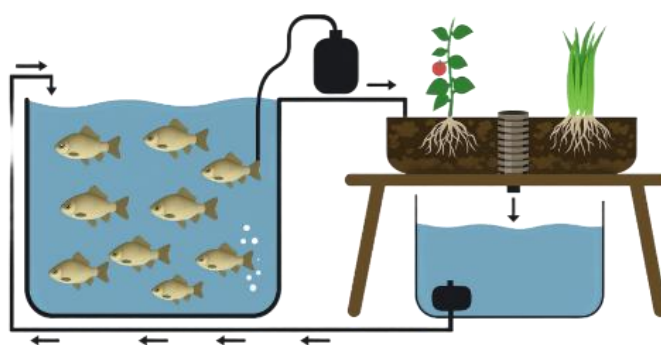
Nel complesso, l'acquaponica rappresenta una visione dell'acquacoltura più **ecologica e integrata**, in linea con i principi dell'Economia Circolare. Controllando il ricircolo dell'acqua e sfruttando tutti i sottoprodotti, minimizza l'impronta idrica e chimica della produzione di pesce. Dal punto di vista **economico**, dopo un investimento iniziale in attrezzature, i costi operativi sono contenuti e si ottengono due raccolti contemporaneamente (pesci e piante). A livello **sociale**, consente la produzione locale di proteine e verdure di alta qualità, anche in comunità rurali isolate o in aree urbane marginali, migliorando la sicurezza alimentare e offrendo opportunità educative e di lavoro green.

Nei paesi in via di sviluppo, i piccoli sistemi acquaponici familiari possono valorizzare il ruolo delle donne e delle popolazioni vulnerabili, offrendo cibo e reddito aggiuntivo e riducendo la dipendenza dalle terre coltivabili.

2.2.4. L'acquaponica

L'acquaponica è una tecnica innovativa e naturale che integra l'allevamento di pesci (principalmente) con la coltivazione di piante all'interno dello stesso sistema biologico. In sostanza, sfrutta il ciclo naturale dell'azoto: gli scarti prodotti dai pesci (principalmente ammoniaca) vengono trasformati dai batteri in nutrienti assimilabili per le piante; a loro volta, le piante assorbono questi nutrienti, purificando l'acqua che ritorna depurata al serbatoio dei pesci. Si crea così una relazione simbiotica in cui ogni componente beneficia degli altri:

- I **pesci** forniscono rifiuti organici ricchi di composti azotati.
- I **batteri nitrificanti** trasformano i rifiuti tossici dei pesci (ammoniaca) in forme non tossiche (nitrati) che nutrono le piante.
- Le **piante** assorbono questi nutrienti dall'acqua per crescere, filtrandola e migliorandone la qualità.



In un sistema acquaponico tipo convivono, dunque, tre protagonisti: pesci, piante e batteri, formando un ecosistema interdipendente. Nella pratica, un sistema acquaponico di base è composto da:

1. **Serbatoio per i pesci (acquacoltura):** contenitore in cui vengono allevati i pesci, alimentati regolarmente.
2. **Biofiltro (colonia di batteri):** normalmente associato all'area delle radici o a un filtro specifico con materiali porosi (come l'argilla espansa), dove si insediano i batteri nitrificanti incaricati della depurazione dell'acqua.
3. **Sistema idroponico per le piante:** può essere un letto di coltivazione con substrato inerte, tubi con flusso di nutrienti (sistema NFT), zattere galleggianti, ecc., dove le piante crescono senza terra.
4. **Pompa di ricircolo:** che invia l'acqua dal serbatoio dei pesci alle piante e di nuovo indietro, mantenendo un flusso costante.

Questo sistema è circolare e sostenibile, in quanto l'acqua agisce come veicolo dei nutrienti e viene continuamente riutilizzata, riducendo drasticamente il consumo rispetto all'agricoltura tradizionale (con perdite solo per evaporazione, traspirazione

delle piante e per la quota d'acqua che viene incorporata nella massa della pianta durante il suo sviluppo e crescita).

Eliminando il suolo, si evitano molte malattie terrestri e si possono coltivare alimenti in spazi ridotti (come cortili, terrazze o ambienti urbani) che prima erano considerati inutilizzabili per l'agricoltura. Inoltre, riciclando i rifiuti dei pesci come fertilizzante per le piante, si riduce al minimo l'uso di fertilizzanti chimici esterni e la produzione di rifiuti, rendendo l'acquaponica un metodo pulito ed ecologico.

2.3. Esempi di buone pratiche in Europa

2.3.1. Azioni COST FA1305.

COST è l'abbreviazione del progetto *“Centro di Acquaponia dell'UE: Realizzare un'integrazione sostenibile di pesci e ortaggi”*, svolto tra il 2014 e il 2018, il cui obiettivo principale era promuovere lo sviluppo dell'acquaponia in Europa. Questo progetto ha permesso di creare una rete di collaborazione scientifica e tecnica per favorire l'acquaponia come sistema di produzione sostenibile.

Nel progetto **COST FA1305** si è studiato come l'acquaponia possa migliorare la produzione sostenibile di alimenti ottimizzando l'uso delle risorse e riducendo gli sprechi, evidenziando il ruolo dei microrganismi nell'ottimizzazione di questi sistemi.

L'obiettivo centrale di COST FA1305 era promuovere lo sviluppo dell'acquaponia in Europa, esplorando la fattibilità di questi sistemi come alternativa sostenibile all'agricoltura convenzionale.

Tra gli obiettivi specifici figuravano:

- ✓ Consolidare le conoscenze esistenti sull'acquaponia ampliando la rete di esperti del settore.
- ✓ Facilitare lo scambio di conoscenze tra ricercatori, industria e responsabili politici.
- ✓ Analizzare il ruolo dei microrganismi nell'interazione tra pesci e piante.
- ✓ Ottimizzare la produzione attraverso microrganismi benefici che favoriscano la crescita delle piante e la salute dei pesci.

Per realizzare questi obiettivi è stata creata una piattaforma chiamata **EU Aquaponics Hub**, che ha riunito ricercatori, imprese e decisori politici. Grazie a questa piattaforma, l'UE è diventata uno dei principali riferimenti mondiali in acquaponia.

Nell'ambito delle attività di divulgazione sono stati pubblicati **24 articoli scientifici revisionati da pari**, realizzate **17 schede informative tecniche** e organizzati numerosi eventi divulgativi e **sette conferenze internazionali**.

Per quanto riguarda la formazione, sono state create **7 scuole formative** che hanno accolto studenti provenienti da **21 Paesi diversi**. Sono stati inoltre prodotti vari video educativi accessibili online e sviluppati materiali didattici in collaborazione con diverse università.

Per stimolare l'innovazione tecnologica in acquaponia, sono state esplorate tecniche volte a migliorarne l'efficienza, studiate soluzioni per ottimizzare la nutrizione delle piante tramite gli scarti dei pesci e analizzati i modelli di progettazione dei sistemi acquaponici più efficienti.

Tutto ciò ha generato un impatto positivo nella società e nell'industria dell'UE, evidente in diversi ambiti:

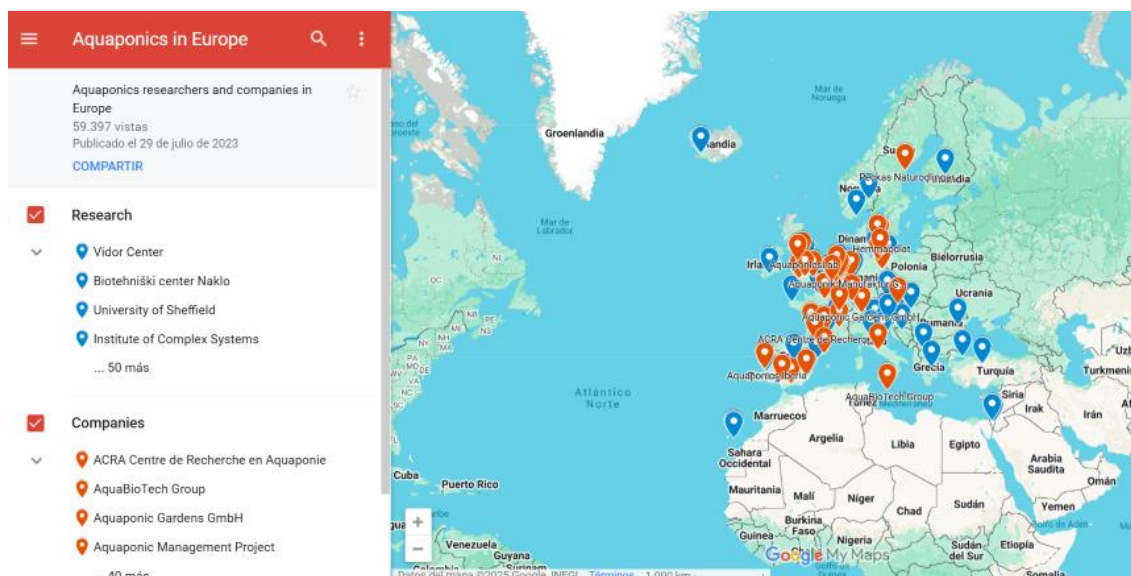
- ✓ **Sviluppo economico e nuove opportunità di business:** sono stati esplorati modelli di acquaponia urbana e di produzione su larga scala, portando alla nascita di nuove imprese acquaponiche in tutta Europa. Inoltre, l'acquaponia è stata promossa anche nei Paesi in via di sviluppo, con studi condotti in Asia e Africa.
- ✓ **Progressi nelle normative:** sono state elaborate raccomandazioni per regolamentare le nuove pratiche acquaponiche all'interno dell'UE ed è stata proposta la creazione di un' **Associazione Europea di Acquaponia**. Sono state inoltre presentate iniziative per sostenere l'acquaponia nell'ambito della Politica Agricola Comune.
- ✓ **Sostenibilità e ambiente:** i progetti acquaponici sviluppati hanno contribuito a ridurre il consumo di acqua e fertilizzanti, applicando strategie volte a diminuire l'impatto ambientale della produzione agricola. Inoltre, l'acquaponia è stata utilizzata in contesti con scarsità idrica e nell'agricoltura urbana.

Grazie a questi risultati, si può affermare che l'Azione COST FA1305 sia stata un vero successo, avendo favorito un'espansione senza precedenti nella ricerca, nella formazione e nella collaborazione internazionale nel campo dell'acquaponia, consolidandola come settore emergente in Europa. Il progetto ha posto le basi affinché l'UE continui a sviluppare l'acquaponia come alternativa sostenibile per la produzione alimentare futura, contribuendo al raggiungimento di vari Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (ODS).

Tuttavia, restano ancora azioni da sviluppare. Principalmente, è necessario promuovere ulteriormente la collaborazione internazionale sull'uso dell'acquaponia. È fondamentale proseguire la ricerca con particolare attenzione alla sostenibilità e all'efficienza. Servono

inoltre normative UE più chiare sull’acquaponia, oltre alla necessità di ridurre i costi iniziali e sviluppare incentivi finanziari per facilitarne l’adozione nel settore produttivo.

In [questa mappa](#) è possibile vedere tutti i progetti di acquaponica attualmente in corso in Europa.



2.3.2. Progetto “Oasi in cui invecchiare bene”

Finanziato dalla Regione Piemonte in Italia, si intreccia naturalmente con gli obiettivi e le pratiche del progetto FISH, poiché entrambi condividono il comune denominatore rappresentato da **We Do FabLab**, che li promuove all'interno di un processo più ampio di innovazione sociale e sostenibilità ambientale. Se con FISH si esplorano tecnologie accessibili per le coltivazioni idroponiche, acquaponiche e modelli educativi legati alla sostenibilità, **“Oasi in cui invecchiare bene”** adatta e declina questi principi in un contesto di invecchiamento attivo, promuovendo la cura del territorio attraverso la partecipazione delle persone anziane. In entrambi i progetti, **l’uso consapevole delle risorse naturali**, la **progettazione condivisa degli spazi** e **l’approccio intergenerazionale** rappresentano strumenti chiave per costruire nuove forme di benessere e partecipazione.

Il progetto si concentra sull’**impegno civico** e sulla **protagonismo degli anziani**, che si concretizza nella realizzazione di attività collettive e nello sviluppo concreto delle relazioni tra generazioni. Si fonda sulla collaborazione con **Pro Senectute**, che gestisce 70 orti sociali attivi da decenni nell’**Oasi della Vita di Omegna Bagnella**, amministrati dai propri volontari. È proprio in questi orti che il progetto intende promuovere pratiche agricole sostenibili, attraverso **informazione e formazione su tecniche di coltivazione avanzate** come l’idroponica, l’acquaponica e i **wicking bed**.

L’obiettivo principale è **migliorare la qualità della vita degli ortolani**, facilitando la partecipazione attiva nella comunità attraverso l’apprendimento e la condivisione di

competenze. Agli studenti del percorso agrario dell'ente formativo **VCO Formazione** viene offerta l'opportunità di interagire secondo la modalità del **"learning by doing"** durante le attività formative e di apprendere dalle esperienze più ricche delle persone anziane.

Attraverso queste azioni, il progetto si propone di:

- ✓ **Informare e formare**, offrendo sessioni formative e laboratori interattivi sulle tecniche di coltivazione sostenibile rivolti a persone anziane, con particolare attenzione a idroponica, acquaponica e wicking bed, coinvolgendo gli studenti dei percorsi agrari delle scuole locali come assistenti durante i laboratori;
- ✓ **Promuovere l'invecchiamento attivo**, evidenziando come la partecipazione attiva alla coltivazione possa migliorare il benessere fisico e mentale degli anziani;
- ✓ **Favorire la sperimentazione pratica e lo scambio di conoscenze**, attraverso l'organizzazione di laboratori per l'installazione di kit idroponici e wicking bed, in cui le persone anziane sono accompagnate dagli studenti, per condividere competenze ed esperienze, creando un ambiente di apprendimento collaborativo;
- ✓ **Favorire lo scambio intergenerazionale di saperi**, incoraggiando gli anziani a condividere le proprie pratiche agricole tradizionali, mentre gli studenti apportano nuove prospettive e competenze;
- ✓ **Condurre studi per monitorare e valutare** l'impatto delle nuove tecniche sulla produzione agricola, sulla qualità dei prodotti e sulla sostenibilità ambientale.

Nel terreno destinato agli orti sociali, **Pro Senectute** disponeva di due serre in disuso che **We Do FabLab**, insieme agli studenti del percorso agrario di **VCO Formazione**, ha riqualificato introducendo **3 diversi tipi di torri idroponiche**. Oltre alle torri, gli studenti hanno avviato l'implementazione di **Smart Gardens**: piccoli serre domestiche progettate per coltivare piante senza terra, in modo automatizzato. Le radici delle piante sono sempre immerse in una soluzione d'acqua arricchita con nutrienti, mentre una piccola pompa consente la ricircolazione dell'acqua e un sistema di LED integrato simula i raggi solari.

2.3.3. Le serre dei Giardini Margherita

Nella città italiana di Bologna, all'interno del parco urbano dei **Giardini Margherita**, si trova **"Le Serre dei Giardini"**, uno spazio pubblico riqualificato e trasformato in un centro culturale ibrido che integra arte, imprenditoria sociale e agricoltura urbana. Occupa un totale di **650 m²** delle ex serre comunali, restaurate grazie all'investimento della cooperativa sociale **Kilowatt** (con il supporto della Regione Emilia-Romagna).

In questo ambiente vivace che unisce creatività e natura, spicca **Serra Madre**: una serra-caffè dove le postazioni di coworking sono letteralmente immerse in un sistema di **acquaponica** chiamato **Serra Orto**. In altre parole, imprenditori e visitatori lavorano o si rilassano circondati da letti di coltivazione idroponica con pesci e piante, esemplificando una convivenza armoniosa tra tecnologia, lavoro collaborativo ed ecologia.



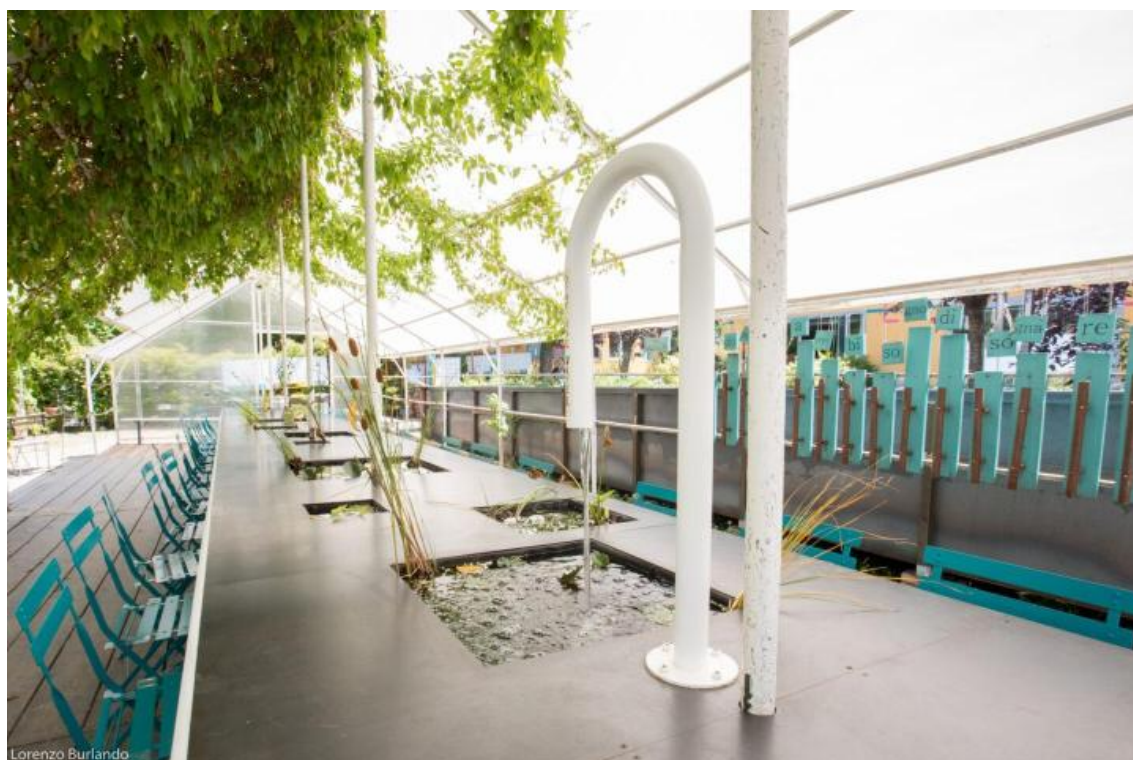
Il progetto è composto da **tre elementi principali**:

- **Lo stagno**: contiene **10 m³ di acqua** e ospita **oltre 200 pesci**, tra cui carpe koi, gambusie, medaka, ecc. Il **“tavolo acquaponico”**: è l'elemento che caratterizza l'intero sistema e lo rende unico in Italia. È composto da **12 mini-stagni** di diverse dimensioni collegati tra loro secondo il principio dei vasi comunicanti.
- **Le “torri verticali”**: **21 torri** alte **3 metri** ciascuna, con **11 scanalature per torre**, per un totale di **231 piante coltivabili in verticale** occupando meno di **4 m²** di suolo.

Le motivazioni del progetto sono:

- **Ridurre l'impatto umano sull'ambiente e preservare le risorse per le generazioni future.**
- **Avviare un processo di sensibilizzazione** verso i nuovi sistemi di coltivazione fuori suolo.
- **Sperimentare una produzione a “metro zero”** da utilizzare nel bistrot **VETRO de Le Serre**.

- **Sensibilizzare e coinvolgere** i frequentatori de *Le Serre*, facendo in modo che le persone entrino in contatto con il sistema, ne comprendano il funzionamento e partecipino alla sua cura.



Questo spazio è stato aperto nel **2015** ed è stato riconosciuto per la sua capacità di **promuovere l'innovazione sociale verde**, dimostrando che anche nel centro di una città storica è possibile creare un'oasi dove **agricoltura sostenibile e comunità** si incontrano.

2.3.4. Giardini di Nemo

Si tratta di un'iniziativa innovativa situata lungo la costa di Noli, nella regione Liguria (Italia), che prevede la coltivazione di piante terrestri in ambienti sottomarini, dando vita a un vero e proprio **giardino acquatico**. Il sistema utilizza **sfere piene d'aria**, ancorate al fondale marino, per coltivare ortaggi e piante aromatiche in condizioni controllate, sott'acqua.

Il promotore del progetto è **Sergio Gamberini**, sub esperto e appassionato di botanica, che ebbe l'idea durante una vacanza, iniziando con la coltivazione del basilico, pianta simbolo del territorio e ingrediente chiave per il pesto. Avvolgendo la pianta in una barriera protettiva immersa, essa beneficiava dell'evaporazione per l'irrigazione, producendo esemplari con **elevati livelli di antiossidanti**, un elemento prezioso sia dal punto di vista nutrizionale che farmaceutico.

Dopo il successo iniziale, l'orto ospita oggi **circa 40 varietà di piante terrestri**, tra cui **timo, fragole, origano e pomodorini ciliegini**, tutte coltivate con tecniche idroponiche.

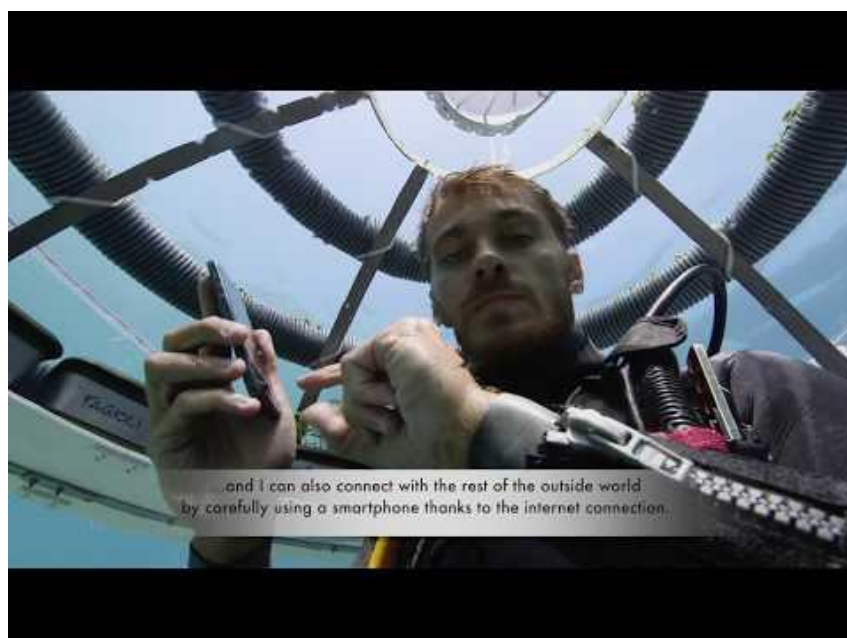
L'obiettivo del progetto va oltre l'ampliamento dei limiti della coltivazione alimentare: si propone infatti di **farlo in modo sostenibile**, integrandosi armonicamente con l'ambiente marino. Le **biosfere**, chiamate "cupole" o "sfere", sono strutture trasparenti gonfiate d'aria a bassa profondità, che agiscono come **serre sottomarine**. Sfruttano la **temperatura costante e l'elevata umidità dell'acqua di mare** per favorire lo sviluppo delle piante.

Queste installazioni creano un **ecosistema artificiale** favorevole anche alla vita marina, fungendo da **barriere coralline artificiali** che offrono riparo e aree di alimentazione per molluschi, crostacei e pesci di piccola taglia. In questo modo, **contribuiscono al mantenimento dell'equilibrio ecologico e alla promozione della biodiversità** marina locale.

Ogni sfera può contenere **fino a 120 piante per ciclo produttivo**. La coltivazione è basata su un sistema **idroponico**, in cui il suolo tradizionale è sostituito da un mezzo inerte, irrigato con una **soluzione nutritiva ricca di elementi essenziali**. Le piante crescono a una **pressione di 1,8 bar**, condizione che sembra accelerare la crescita. Le cupole, inoltre, le proteggono da agenti esterni dannosi.

Il sistema è alimentato da **energia solare**, utilizzata per alimentare i monitor e i processi di desalinizzazione, creando un **microclima autosufficiente** ottimale per la crescita delle piante, **senza bisogno di ulteriori fonti energetiche**.

Rispetto all'agricoltura convenzionale, il "**Giardino di Nemo**" offre una **protezione superiore da malattie e parassiti**, grazie all'ambiente isolato e controllato. Inoltre, è stato osservato che le piante prodotte in questo sistema presentano **concentrazioni più elevate di antiossidanti e oli essenziali**, suggerendo una **qualità nutrizionale superiore** rispetto a quella dei coltivi tradizionali.



Guarda su Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=OaQpXSYsgr4>

2.3.5. Progetto “Il miracolo dei pesci”

“**Il Miracolo dei Pesci**” è un progetto di acquaponica nel **Polígono Sur di Siviglia**, una delle zone più povere della Spagna, che mira a formare le famiglie del quartiere per installare nelle proprie case un sistema di produzione alimentare su piccola scala che combina **l'allevamento di pesci** e la **coltivazione di piante**. L'iniziativa è stata resa possibile grazie alla collaborazione delle associazioni **Plantío Chinampa** e **Verdes del Sur**, oltre che dell'**Università di Siviglia** e dell'**IES (Istituto di Istruzione Secondaria) Joaquín Romero Murube**, situato nel quartiere stesso.

L'obiettivo è quello di promuovere **l'autosufficienza alimentare**, **l'integrazione sociale** e la **formazione dei residenti**, utilizzando un prototipo che integra **una vasca per i pesci** con **un vassoio superiore per le piante**, capace di produrre alimenti con un basso consumo d'acqua.

Il progetto è iniziato nel **2012** con una **esperienza pilota** in una delle abitazioni del quartiere. L'impianto acquaponico installato ha contribuito all'alimentazione di un'intera famiglia, producendo **20 chili di pesce** e **60 chili di ortaggi** in appena **4 m²** e con soli **2.800 litri d'acqua**.

Il **2014** è stato l'anno con la maggiore partecipazione, con un totale di **180 famiglie coinvolte**, tutte composte da persone con **minori opportunità** e in un **contesto urbano** tra i più svantaggiati, in un quartiere considerato il **più povero d'Europa**.



Guarda su Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=2QICEobU2ac>

Accanto a quell'impianto, ne è stato installato un altro presso l'**IES Joaquín Romero Murube** per poter insegnare agli studenti di questo istituto e alle loro famiglie il

funzionamento di **questo sistema di produzione alimentare sostenibile**, in modo che potessero replicarlo nelle proprie abitazioni.

Il progetto ha **quattro obiettivi principali**:

- ✓ **Autosufficienza alimentare**: permettere agli abitanti del quartiere di coltivare i propri alimenti, sia pesce che ortaggi.
- ✓ **Integrazione sociale**: rivitalizzare il quartiere attraverso la collaborazione tra vicini e la creazione di una comunità di produttori.
- ✓ **Generare autoimpiego**: dimostrare la **fattibilità di questi sistemi produttivi**, che risultano **più economici e sostenibili**, oltre a consentire un **risparmio di acqua ed energia**, rappresentando quindi una possibile **opportunità lavorativa** in una zona fortemente colpita dalla disoccupazione.
- ✓ **Strumento educativo**: utilizzare il metodo come **risorsa formativa**, sia per la sua funzionalità domestica, sia per la sua **valenza ambientale e sostenibile**.

Attualmente, nell'ambito di questo progetto, l'associazione **Plantío Chinampa** continua a essere attiva e porta avanti lo sviluppo dell'acquaponica come strumento educativo presso l'**IES Joaquín Romero Murube**, offrendo inoltre consulenza a enti e persone di ogni tipo su tematiche legate all'acquaponica.

Gran parte dei contenuti di questo manuale sono frutto della loro esperienza diretta e delle conoscenze maturate sul campo.



2.3.6. Sistema acquaponico della Scuola Tecnica Superiore di Ingegneria Agronomica (ETSIA) dell'Università di Siviglia

Guidata dal professor **Víctor Fernández Cabanás**, la **Scuola Tecnica Superiore di Ingegneria Agronomica (ETSIA)** dell'**Università di Siviglia** dispone da anni di un **sistema acquaponico** presso le proprie strutture. All'interno delle **serre** della Scuola si trovano **tre diversi tipi di sistemi innovativi**: un **giardino ornamentale verticale acquaponico**, una **wicking bed** e un **orto**, tutti basati su tecnologia **NFT** e sui **modelli promossi dalla FAO**.



Guarda su Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=1CW9VmLW6IY>

2.3.7. Impianto Acquaponico del Ristorante Sollo, a Fuengirola, Malaga (Spagna)

Nel 2016, il Ristorante Sollo, dello chef Diego Gallegos, vincitore di 1 Stella Michelin, è diventato pioniere nel settore, essendo il primo a rifornirsi autonomamente non solo di verdure biologiche, ma anche del pesce utilizzato nei suoi piatti, grazie a un impianto acquaponico installato all'interno del locale stesso.

Per realizzare questo progetto, si è avvalso della collaborazione della Fondazione La Caixa e dell'associazione Aula del Mar, che si è occupata del montaggio e della manutenzione delle vasche. Complessivamente, l'impianto acquaponico è composto da 3 vasche di acqua dolce con una capacità di 5.000 litri ciascuna, ognuna delle quali produce circa 150 kg di pesce all'anno, rispettando gli standard dell'acquacoltura biologica in termini di densità animale (20 kg/m³).

Durante la stagione estiva, nelle vasche vengono allevate specie come tilapia, pesce gatto, diversi tipi di carpe, gamberi e scampi. Nella stagione invernale, con

l'abbassamento della temperatura dell'acqua, si introducono anche storioni, trote e tinche.



Guarda su Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=DxenQPL7WE0>

Questo progetto non è l'unico che sta cercando di promuovere l'aspetto commerciale dell'acquaponica nella provincia di Malaga, infatti la stessa Fondazione La Caixa, insieme ad Aula del Mar e al Club Gastronomico Chilometro Zero, realizza dei corsi di **"Acquaponica e Cucina del Pesce Sostenibile"**, avviando oltre 150 studenti e professionisti della cucina della provincia di Malaga, oltre a giovani disoccupati e a rischio di esclusione sociale, alla conoscenza dei vantaggi dell'acquaponica e della cucina di verdure e pesci ottenuti con questo sistema.

3. Realizzazione di un sistema acquaponico

L'**acquaponica**, o **produzione acquaponica**, è la coltivazione congiunta di **pesci**, o più in generale di **organismi acquatici** (acquacoltura), e di **piante senza suolo** (idroponica), all'interno di un sistema di **ricircolo dell'acqua**.

ACQUACOLTURA



+

IDROPONICA



Per **sapere come montare e gestire correttamente un impianto acquaponico**, è fondamentale **comprendere prima il funzionamento di un sistema acquaponico**. Dopo essersi nutriti, i **pesci rilasciano nell'acqua i loro scarti e materia organica** (urina, feci e ammoniaca attraverso le branchie, nel caso dei pesci d'acqua dolce), che vengono **trasformati in sali minerali da milioni di batteri e altri microrganismi benefici**. Questi **sali minerali sono nutrienti**, ossia “cibo” per le piante, che li **assorbono attraverso le radici**, rimuovendoli quindi dall'acqua, che torna **pulita ai pesci**, dando così inizio a un nuovo ciclo.

L'acquaponica **riproduce il ciclo dell'azoto presente in natura**, o più in generale il processo di **mineralizzazione della materia organica**, che consente di depurare e mantenere in equilibrio l'acqua di fiumi, ruscelli, mari e, in generale, di tutti i corpi idrici del Pianeta. L'acquaponica **riproduce questo ciclo naturale in condizioni controllate**, producendo **alimenti sia sotto forma di pesci che di piante**.

SAPEVI CHE...

I batteri svolgono numerose reazioni chimiche per decomporre i rifiuti provenienti dai pesci e dai residui del loro cibo, ma una delle più importanti è la nitrificazione. Questa reazione è così cruciale perché l'ammoniaca ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$) rilasciata dai pesci con l'urina o attraverso le branchie è altamente tossica per gli stessi pesci, e deve essere eliminata il prima possibile. Questo compito è svolto da un primo tipo di batteri, che trasformano rapidamente l'ammoniaca in nitriti (NO_2^-). Tuttavia, anche i nitriti sono molto tossici, quindi interviene un secondo tipo di batteri, che trasforma i nitriti in nitrati (NO_3^-), i quali non sono tossici nelle concentrazioni normalmente presenti nell'acqua.

L'acquaponica non è un'invenzione recente: gli asiatici la praticavano già migliaia di anni fa nelle loro risaie, e gli aztechi l'avevano perfezionata con le "chinampas" nella valle centrale del Messico secoli fa. **Negli ultimi 30-40 anni, questo "invenzione" è stata modernizzata** per renderla più produttiva, senza però alterare il meccanismo di base e naturale che la natura impiega per depurare l'acqua.

L'acquaponica presenta vantaggi rispetto all'acquacoltura e all'agricoltura (sia in suolo che fuori suolo, come l'idroponica), tra cui:

- **Risparmio idrico** (l'acqua serve solo per il riempimento iniziale dell'impianto e per reintegrare le perdite dovute all'evaporazione). Minore quantità di acqua necessaria per produrre 1 kg di pesci e di piante.
- **Assenza di fertilizzanti chimici** (i nutrienti disciolti nell'acqua derivano dalla mineralizzazione dei rifiuti dei pesci operata dai batteri).
- **Pesci e piante per consumo umano di alta qualità e salutari**, privi di residui chimici potenzialmente pericolosi (poiché non si utilizzano fertilizzanti chimici, pesticidi, antibiotici o disinfettanti).
- **Impatto ambientale basso o nullo** (l'acqua reflua dell'impianto acquaponico contiene pochi nitrati e fosfati, e nessun residuo inquinante).
- **Doppia fonte di reddito**, piante e pesci, che condividono infrastrutture e costi.
- **Livelli produttivi pari o superiori** rispetto a quelli di agricoltura, idroponica e acquacoltura svolte separatamente.
- **Minore incidenza di malattie** nei pesci e nelle radici delle piante (grazie alla presenza di batteri benefici che competono con batteri e funghi patogeni).

Tuttavia, l'acquaponica presenta anche delle criticità e aspetti che richiedono particolare attenzione:

- **Studio preliminare** per ridurre al minimo i costi energetici della pompa di ricircolo, dei compressori d'aria e di eventuali sistemi di climatizzazione.
- **Interruzioni accidentali dell'alimentazione elettrica** possono mettere a rischio l'intero sistema acquaponico, poiché si interrompe la circolazione dell'acqua che trasporta nutrienti e ossigeno.
- **Disponibilità di specie ittiche** adatte al clima di ciascun paese.
- **Disponibilità di mangimi commerciali** per i pesci.



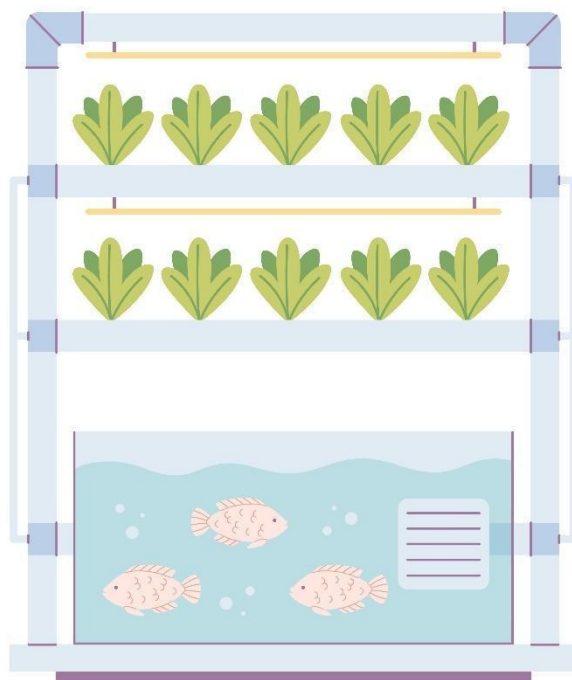
L'acquaponica richiede anche formazione e addestramento preliminari su:

- **Gestione simultanea dei tre gruppi di esseri viventi** (pesci, piante e batteri) che coesistono nell'impianto acquaponico, fino a raggiungere un equilibrio che garantisca il benessere di tutti e tre, e al tempo stesso una produzione ottimale di pesci e piante.
 - **Controllo e regolazione di alcuni parametri dell'acqua**, come ossigeno, pH, nitrati e temperatura.
 - **Controllo biologico ed ecologico** delle infestazioni delle piante e delle malattie dei pesci.
 - **Gestione dei solidi e dei fanghi** all'interno dell'impianto.
-

L'acquaponica consente di ottenere **ortaggi e pesci molto salutarie e di alta qualità**, che in molti paesi sono **certificati come produzione sostenibile e biologica**. Data la contaminazione di molte aree del nostro Pianeta e la difficoltà, nella maggior parte dei casi, di conoscere l'origine degli alimenti che acquistiamo e consumiamo, **i sistemi acquaponici, così come l'agricoltura biologica e altri metodi sostenibili di autoapprovvigionamento alimentare familiare, stanno diventando strumenti chiave per contribuire alla sovranità alimentare**.

3.1. Com'è fatto un impianto acquaponico di base?

Nel disegno a destra si può osservare un **progetto base di un impianto acquaponico**, chiamato **sistema a radice galleggiante**. Questo è un esempio di impianto acquaponico in cui le piante crescono in condizioni **idroponiche** (senza suolo). Più avanti in questa guida verranno illustrati altri due sistemi idroponici: il **sistema a substrato** (o letto di coltivazione) e il **sistema NFT** (Nutrient Film Technique).



In un impianto acquaponico, i pesci vengono mantenuti in un serbatoio dove vengono alimentati. L'acqua di questo serbatoio, carica dei loro **rifiuti e di materia organica**, viene trasportata tramite una **pompa** e un tubo fino a delle **vaschette** dove crescono delle piante con le **radici immerse direttamente in diversi substrati** (argilla espansa, ghiaia, mattoni rotti, lapillo vulcanico, ecc.) attraverso cui l'acqua viene filtrata.

In questi substrati si annidano **milioni di batteri benefici** che trasformano la materia organica e i rifiuti presenti nell'acqua in **sali minerali (NUTRIENTI)**, che le piante assorbono direttamente per crescere. Le **radici delle piante** assorbono i sali minerali e **l'acqua torna pulita** attraverso uno scarico nel serbatoio dei pesci, **dando inizio a un nuovo ciclo di ricircolo**.

Per progettare correttamente il sistema, è necessario considerare due aspetti fondamentali:

1. **Il primo** è trovare all'interno dell'impianto:
 - un **luogo per i pesci**,
 - un **luogo per le piante**,
 - un **luogo per i batteri** e collegarli tra loro con una **pompa che faccia ricircolare l'acqua**.
2. **Il secondo aspetto chiave** è trovare le **proporzioni ottimali** (denominate *ratio*) tra il numero di **pesci, piante e batteri**, in modo da mantenere un **equilibrio sano e produttivo** per tutti e tre.
Parleremo delle proporzioni nella **sezione 3.2.4** di questo manuale.

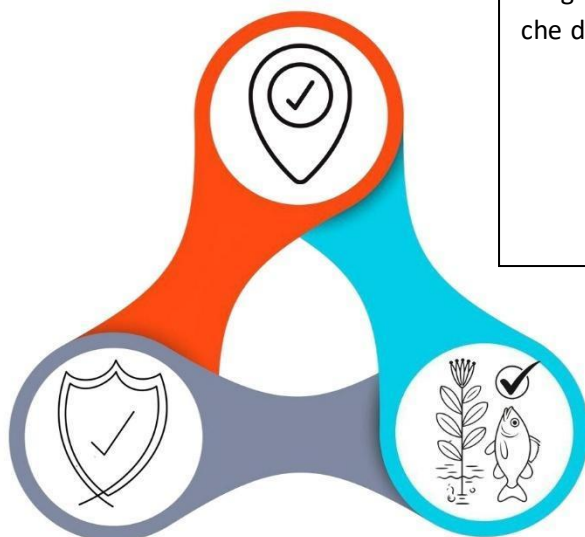
3.2. Prima di montare un impianto acquaponico

Montare un sistema acquaponico a livello familiare è semplice, anche se si consiglia sempre di iniziare con un impianto di piccole dimensioni e con pochi pesci, per imparare la gestione di base. Successivamente, sarà possibile ampliare l'impianto e iniziare a produrre una maggiore quantità di pesci e piante.

3.2.1. Considerazioni prima dell'assemblaggio di un impianto acquaponico

Prima di progettare, montare e avviare un impianto acquaponico, è necessario considerare alcune condizioni preliminari. È indispensabile soddisfare tutte queste condizioni, altrimenti il sistema acquaponico non potrà funzionare correttamente.

Per questo motivo, è importante tenere conto delle seguenti condizioni:



Scegliere il luogo adeguato per l'installazione, che disponga di:

- Una presa o fonte d'acqua
- Una presa di corrente elettrica
- Uno scarico
- Sole diretto / luce naturale

Scegliere il sistema acquaponico più adatto alle proprie esigenze

Proteggere l'installazione acquaponica

Il luogo adatto

Presa o fonte d'acqua: l'acqua per il tuo impianto acquaponico deve possedere una qualità minima e, in alcuni casi, è necessario effettuare un'analisi. Si può utilizzare acqua piovana, di pozzo, osmotizzata o distillata, o anche una miscela di tutte queste. È possibile usare anche acqua potabile della rete idrica, sebbene in alcuni comuni ciò possa essere vietato o soggetto a restrizioni. In ogni caso, non si tratta di una soluzione sostenibile dal punto di vista ambientale per l'uso in acquaponica.

Si possono apportare piccole correzioni per migliorare la qualità dell'acqua, ad esempio modificandone il pH con acidi o basi, miscelandola con altre acque per ridurre il livello di sali, oppure — se si utilizza acqua potabile della rete — eliminando i residui di cloro (agitandola per alcune ore o lasciandola riposare fino alla dissipazione del cloro).



A sinistra, si può vedere un impianto acquaponico domestico realizzato con serbatoi tipo IBC o GRG, con i pesci nella parte inferiore e le piante in quella superiore. All'interno dei substrati in cui le piante affondano le radici, si trovano i batteri, protetti dalla luce.

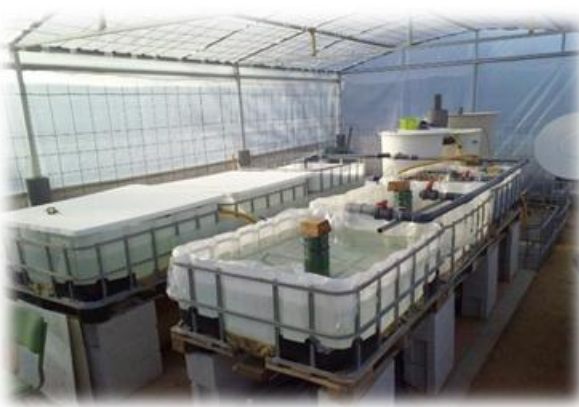
Scarichi: periodicamente, è necessario effettuare lavaggi o cambi d'acqua negli impianti acquaponici e, per questo motivo, è fondamentale avere a disposizione uno scarico. Tuttavia, si consiglia di raccogliere quest'acqua in contenitori e utilizzarla per l'irrigazione, poiché rappresenta un fertilizzante naturale per il tuo orto.

Zona con luce solare diretta e zona d'ombra: le piante in acquaponica devono ricevere luce solare diretta, mentre i pesci e i batteri devono restare al buio o in ombra (si possono utilizzare reti ombreggianti, materiali isolanti o riflettenti, o qualsiasi altro materiale che impedisca il passaggio della luce).

Fonte di energia: è necessario che gli apparecchi elettrici dell'impianto (pompa dell'acqua e compressori d'aria) siano collegati a un quadro elettrico dotato di protezioni contro eventuali dispersioni o sovratensioni elettriche.

Proteggere l'impianto acquaponico

È necessario proteggere l'impianto da piogge e venti forti, così come da sbalzi termici. Anche le connessioni elettriche devono essere adeguatamente protette. Per questo motivo, è consigliabile collocare l'impianto **sotto una copertura** o all'interno di una casetta, tettoia o una **piccola serra**.



Scegliere il tipo di impianto acquaponico (progettazione dell'impianto)

Individuare i tre spazi per pesci, batteri e piante.

In qualsiasi tipo di impianto acquaponico devono essere presenti tre spazi o aree destinati ai tre gruppi di esseri viventi che coesisteranno al suo interno: Questi spazi possono essere tutti insieme, oppure separati in modo indipendente, o ancora due di essi possono essere raggruppati, lasciando il terzo indipendente.

RICORDA...

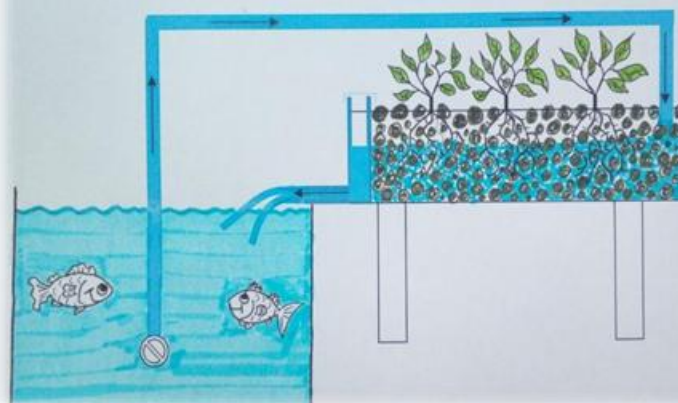
È sempre meglio iniziare con un impianto piccolo, semplice e con pochi pesci, per imparare a gestirlo e comprendere come funziona correttamente affinché pesci, piante e batteri possano convivere in modo equilibrato. Solo dopo aver appreso la gestione di base e come correggere gli eventuali errori che si presentano, si potrà –e solo allora– ampliare l'impianto inserendo più pesci e più piante, oppure realizzarne uno nuovo di dimensioni maggiori.

3.2.2. Tre tipi di sistemi idroponici che si possono utilizzare in un impianto acquaponico

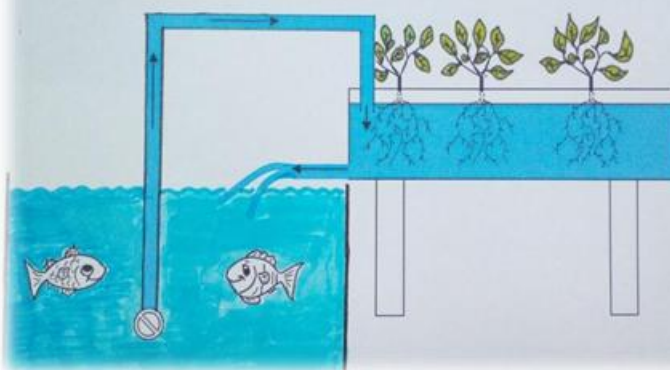
In un impianto acquaponico le piante crescono con le radici immerse direttamente nell'acqua da cui assorbono i nutrienti.

Esistono 3 tipi di sistemi idroponici e, a seconda di quello utilizzato nell'impianto acquaponico, si avranno diversi tipi di installazioni come mostrato di seguito:

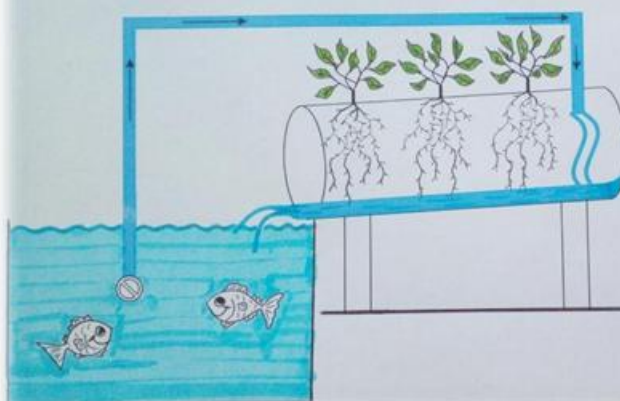
Idroponia su substrati o letti di coltivazione ("grow bed"). Le piante crescono in vasche riempite con materiali molto porosi (substrati) come argilla espansa, pietra vulcanica, ciottoli di fiume, bio-balls, ecc., dove crescono trilioni di batteri.



Idroponia su letto galleggiante o radice galleggiante ("Raft system" o "Deep water culture"). In questo caso le piante galleggiano su pannelli di polistirolo bianco e crescono con le radici immerse direttamente nell'acqua.



Idroponia a film nutritivo ("NFT": Nutrient Film Technique). Le piante vengono posizionate su fori praticati in tubi di PVC e le loro radici si estendono verso il basso alla ricerca dei nutrienti che scorrono mescolati all'acqua in una sottile pellicola o film.



3.2.3. Esempi di impianti acquaponici semplici

Di seguito sono elencati alcuni impianti acquaponici semplici a scopo educativo e di autoconsumo familiare, adatti per iniziare.

- **Piscine/vasche o serbatoi** per l'irrigazione: riutilizza la vasca come serbatoio, con letti di coltivazione nelle vicinanze. Di grande volume e semplice, a meno che non si voglia aumentare la resa utilizzando l'aerazione per promuovere la circolazione dell'acqua.
- **Acquari + mini serbatoi e tubi**: acquario domestico collegato a piccoli serbatoi/tubi. Ideale per una casa o un'aula educativa.
- **Piccoli serbatoi**: un bidone come vasca e un letto di coltivazione. Basso costo e facile manutenzione.
- **Ornamentale verticale**: giardino verticale sopra un acquario. Richiede piante leggere. Ha un approccio estetico ed educativo.
- **Serbatoi tipo IBC**: IBC tagliato, serbatoio in basso, letto di coltivazione in alto. Robusto, economico e modulare. Questo sistema è uno dei più popolari e utilizzati a livello mondiale per la sua semplicità e praticità.

ALCUNE INFORMAZIONI AGGIUNTIVE

Questo sistema con IBC è stato ideato in Australia e si è diffuso in tutto il mondo grazie al forum "Backyard aquaponics". Puoi consultare maggiori informazioni su <http://www.backyardaquaponics.com/forum/>.

Inoltre, nel 2011 "BackYard aquaponics" ha pubblicato il libro digitale e interattivo [The IBC of aquaponics](#).

- **IBC con piante in verticale**: IBC come serbatoio + torre verticale di vasi. Alta densità e poco spazio.
- **Acquaponica con barili o serbatoi cilindrici ("Barrel ponics")**: Simile al sistema precedente ma sfrutta la forma cilindrica di questo tipo di serbatoi.
- **IBC combinati (progetti FAO)**: diversi IBC collegati con sistemi di sedimentazione, biofiltro e letti di coltivazione. Un progetto testato e scalabile. Nel disegno, tratto dalla pubblicazione della FAO "[Small-Scale Aquaponics Food Production](#)", è mostrato un impianto acquaponico con piante in idroponica su letto di coltivazione ("Grow bed"). In questo caso, i pesci occupano uno spazio indipendente mentre le piante e i batteri condividono lo stesso spazio nelle vasche con substrato di argilla espansa.

Illustration of a small media bed unit



- **Familiare con serbatoi e tubi:** piccolo serbatoio con canali/vasche. Produzione di base e continua per l'autoconsumo. Nell'immagine è mostrato un impianto acquaponico con sistema NFT, con monocolture di pomodori, lattuga e fragole, combinato con tinca (Tinca tinca). Situato nella serra della Scuola di Agraria (ETSIA) dell'Università di Siviglia.



- **Acquaponica familiare con serbatoi e piscine:** acquaponica con sistemi a radice o letto galleggiante ("Raft System" o "Deep Water Culture"). Nell'immagine, monocolture di basilico combinate con tinca (Tinca tinca) nella serra della Scuola di Agraria (ETSIA) dell'Università di Siviglia.



CONSIGLIO

È molto utile realizzare un disegno o una piccola pianta dell'impianto acquaponico, accompagnato da un elenco che includa tutti i materiali necessari per il montaggio.

È inoltre importante dedicare del tempo alla ricerca e localizzazione, su internet, per telefono, oppure nella città o nel paese dove si trova l'impianto, delle aziende e dei fornitori dei materiali e delle attrezzature che saranno necessari.

IMPORTANTE

Per un impianto acquaponico di piccole dimensioni che non richiede lavori di costruzione, non sono necessari permessi. Se si effettua un ampliamento importante dell'impianto che comporti lavori edili o l'installazione di un nuovo impianto elettrico, sarà allora necessario consultare l'amministrazione pubblica competente per verificare se siano richiesti dei permessi.

Allo stesso modo, se l'impianto è di grandi dimensioni, è probabile che sia necessaria una valutazione d'impatto ambientale da parte del comune, così come l'autorizzazione dell'amministrazione pubblica per l'Agricoltura, al fine di garantire il rispetto dei requisiti di benessere animale. Infine, se si prevede di commercializzare piante e pesci per il consumo umano, saranno necessari anche i relativi permessi da parte dell'amministrazione sanitaria.

In ogni caso, per impianti di piccole dimensioni o familiari destinati all'autoconsumo, di norma non sono richiesti permessi da parte dell'amministrazione pubblica.

3.2.4. Le proporzioni (o “Ratio”)

La “RATIO” è un indicatore che mette in relazione la **quantità di cibo giornaliero** (in grammi) da somministrare ai pesci con la **superficie di piante** (in m²) che può essere coltivata nell’impianto acquaponico.

Ad esempio, se la Ratio ha un valore di 20 g/m², significa che con 20 grammi di cibo al giorno somministrati ai pesci, si può coltivare 1 m² di piante nell’impianto acquaponico.

Il numero di pesci e il loro peso totale (o biomassa) determinano la quantità giornaliera di cibo necessaria. Parte di questo cibo si trasformerà in scarti che i pesci rilasciano nell’acqua (feci, urina e ammoniaca). I batteri, successivamente, trasformano questi scarti in sali minerali che vengono assorbiti dalle radici delle piante. Pertanto, la quantità di cibo per i pesci determina la superficie di coltivazione vegetale che può essere mantenuta nell’impianto.

Esistono diversi valori di riferimento per la RATIO, poiché essa dipende dalla specie di pesce presente nell’impianto e dal tipo di alimento che consuma. Dipende anche dalla temperatura e dal tipo di coltura (produzione di foglia verde o produzione di frutti).

Per cominciare e avere un buon riferimento, si può utilizzare il seguente valore generale fornito dalla FAO:

CONSIGLIO

Circa 50 grammi di mangime per pesci possono sostenere 1 m² di coltivazione di piante.

La Ratio è un indicatore molto importante per mantenere l’impianto acquaponico a un livello ottimale di produzione sia di pesci che di piante.

3.2.5. Scegliere le specie di pesci

La scelta della specie di pesce dipende dall’obiettivo dell’impianto acquaponico: se ha una finalità educativa, ricreativa, per autoconsumo o commerciale.

Per chi si avvicina per la prima volta all’acquaponica, è consigliabile scegliere una specie resistente, facile da gestire, capace di tollerare sia basse che alte temperature dell’acqua e che sia facilmente reperibile, così come il suo mangime.

Uno dei pesci che risponde a queste caratteristiche e che si trova facilmente nei negozi di acquariologia è il **pesci rosso** o **goldfish** (*Carassius auratus*). Si tratta di una



Pesci rosso (*Carassius auratus*)

specie ornamentale non destinata al consumo umano, ma rappresenta un'ottima scelta per imparare, fare pratica nella gestione di un impianto acquaponico e acquisire esperienza.

Un'altra specie molto resistente, capace di tollerare sia temperature elevate che basse, è la **carpa comune** (*Cyprinus carpio*), che cresce rapidamente a temperature miti intorno ai 25-27 °C. Anche la **tinca** (*Tinca tinca*) è una specie robusta, ma ha lo svantaggio di una crescita più lenta.



Carpa comune (*Cyprinus carpio*)



Tinca (*Tinca tinca*)

Per chi ha già maggiore esperienza in acquaponica, si possono utilizzare specie di pesci d'acqua temperata-calda che crescono molto rapidamente, come la **tilapia** (*Oreochromis spp.*). Questa specie tollera temperature dell'acqua comprese tra **18-20 °C** e **30-32 °C**, con una media ottimale intorno ai **25-27 °C**.

Nei **climi freddi**, sarà necessario **mantenere la temperatura dell'acqua in inverno al di sopra dei 13-15 °C**, altrimenti le tilapie rischiano di morire. In alternativa, per i climi più freddi, si può utilizzare la **trota** (*Salmo trutta fario*), che predilige temperature dell'acqua attorno ai **15 °C**. Se le temperature superano i **20 °C per diversi giorni**, le trote si ammalano facilmente o possono morire.



Tilapia (*Oreochromis niloticus*)



Trota (*Trutta fario*)

3.2.6. Scegliere le specie di piante

In un impianto acquaponico è possibile coltivare molti tipi di piante, sia quelle che si consumano a foglia verde (lattuga, bietola, ecc.) sia quelle di cui si consumano i frutti (pomodori, peperoni, melanzane, zucche, cetrioli, ecc.). Si possono coltivare anche tuberi come patate o carote, oppure piante aromatiche, ornamentali, fiori, persino alcuni alberi.

Così come per la scelta della specie di pesci, anche la scelta delle piante dipenderà dall'obiettivo dell'impianto acquaponico, se destinato all'autoconsumo o alla vendita. È inoltre possibile coltivare un solo tipo di pianta (monocoltura) o mescolarne diversi (policoltura).

3.2.7. Densità di pesci e dimensione dei biofiltri di batteri

La densità dei pesci è il peso totale dei pesci presenti nell'impianto (in grammi o chili) per ogni 1.000 litri d'acqua (1 m^3) del serbatoio o vasca in cui vivono. Per esempio, se ho 20 pesci che pesano ciascuno 1.000 grammi e vivono in un serbatoio che contiene 1.000 litri d'acqua, la densità sarà di 1 kg/m^3 .

La densità è importante perché per ogni 1.000 grammi o 1 kg di pesci si producono 250 grammi di rifiuti solidi (feci, residui di cibo non consumato, resti di batteri e alghe, ecc.). Quindi, a maggiore densità di pesci si producono più rifiuti, che se si accumulano possono essere pericolosi perché riducono l'ossigeno nell'acqua e aumentano la tossicità. Per questo motivo, a densità elevate (normalmente superiori a $1\text{-}5\text{ kg di pesci/m}^3$) è necessario installare dei serbatoi all'uscita della vasca dei pesci, chiamati sedimentatori, che servono a catturare parte dell'eccesso di solidi, i quali andranno poi rimossi dall'impianto.

CONSIGLIO

Per i principianti nell'acquaponica è consigliabile non superare una densità di $1\text{-}5\text{ kg di pesci/m}^3$. Una volta acquisita l'esperienza nella gestione dei pesci a queste densità basse, si potrà aumentare gradualmente la densità.

Normalmente gli impianti acquaponici familiari possono arrivare a lavorare con densità di $20\text{-}25\text{ kg di pesci/m}^3$, rendendo necessario l'utilizzo dei sedimentatori menzionati.

La dimensione del biofiltro è l'ultima questione importante nella progettazione di un impianto acquaponico. Il biofiltro è il punto dell'impianto dove si accumulano, ad altissima concentrazione, i batteri depuratori dell'acqua. Deve esistere un equilibrio tra la quantità di pesci, di piante e la quantità di batteri che trasformano i loro scarti (urina, feci e ammoniaca) in sali minerali per le piante.

Normalmente, il biofiltro è un altro serbatoio dove viene introdotto un substrato costituito da un materiale poroso, in modo che i batteri possano colonizzarlo e moltiplicarsi in grandi quantità. Il substrato più utilizzato e a buon mercato in

acquaponica è l'**arlita**, detta anche **argilla espansa**, impiegata anche in edilizia per l'isolamento di tetti e coperture.



La dimensione del biofiltro è un indicatore della quantità massima di batteri che può contenere l'impianto.

CONSIGLIO

Esiste un metodo molto semplice che utilizza 4 formule matematiche basilari per calcolare con precisione la dimensione del biofiltro in base al peso dei pesci e alla quantità di cibo che consumano. Tuttavia, è possibile utilizzare anche una regola pratica e approssimativa: la dimensione del biofiltro (espressa in litri del substrato, nel nostro caso di argilla espansa) dovrebbe essere almeno pari al 10% del volume totale d'acqua dell'impianto acquaponico.

Ad esempio, se il volume totale dell'acqua che circola nell'impianto è di 1.000 litri, saranno necessari 100 litri (il 10%) di palline di argilla espansa per riempire il serbatoio che fungerà da biofiltro.

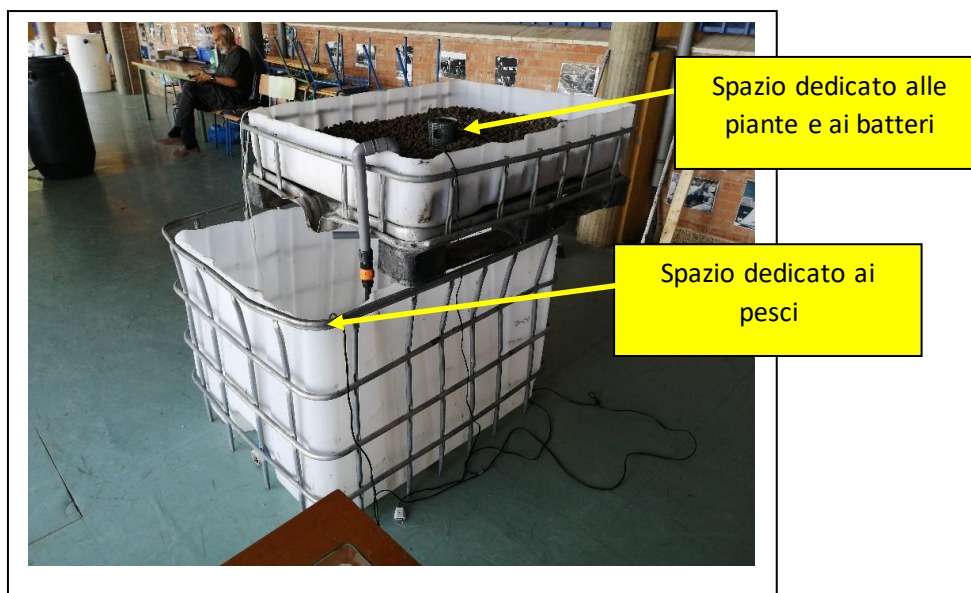
3.3. Assemblaggio del sistema acquaponico

Questo capitolo del manuale è presentato in formato video, mostrando passo dopo passo il montaggio di 2 tipi di impianti familiari per l'autoconsumo di pesci e piante:

Impianto con un serbatoio tipo IBC.

È l'impianto acquaponico familiare più semplice, realizzato con un solo serbatoio tipo IBC (come si vede nell'immagine seguente). Questi serbatoi sono cubici, di circa 1 metro di larghezza, 1,20 metri di lunghezza e 1 metro di altezza. Si possono reperire ovunque nel mondo, siano essi nuovi, seminuovi o usati. Una volta lavati, si tagliano insieme alla loro struttura metallica, lasciando una parte più alta (dove andranno i pesci) e un'altra più bassa (minimo 23 cm, massimo 35 cm) che verrà utilizzata come vasca per le piante.

Questa vasca si posiziona sopra il serbatoio per i pesci e in una zona della sua base si pratica un foro dove si inserisce un passaparete con il suo tubo di scarico. Alcuni scarichi utilizzano il famoso “autosifone” o sifone a campana.



ALCUNE INFORMAZIONI AGGIUNTIVE

L'uso di serbatoi IBC per costruire impianti acquaponici si è diffuso rapidamente in tutto il mondo a partire dagli anni 2000 e a favorire questa diffusione globale ha contribuito un forum internazionale di acquaponica chiamato “BackYards Aquaponics”, con sede in Australia. Molti produttori acquaponici di diversi paesi hanno condiviso una grande quantità di informazioni su questo forum e, nel 2011, “BackYards Aquaponics” ha pubblicato il libro digitale e interattivo [The IBC of Aquaponics](#) (BackYards Aquaponics, 2011).

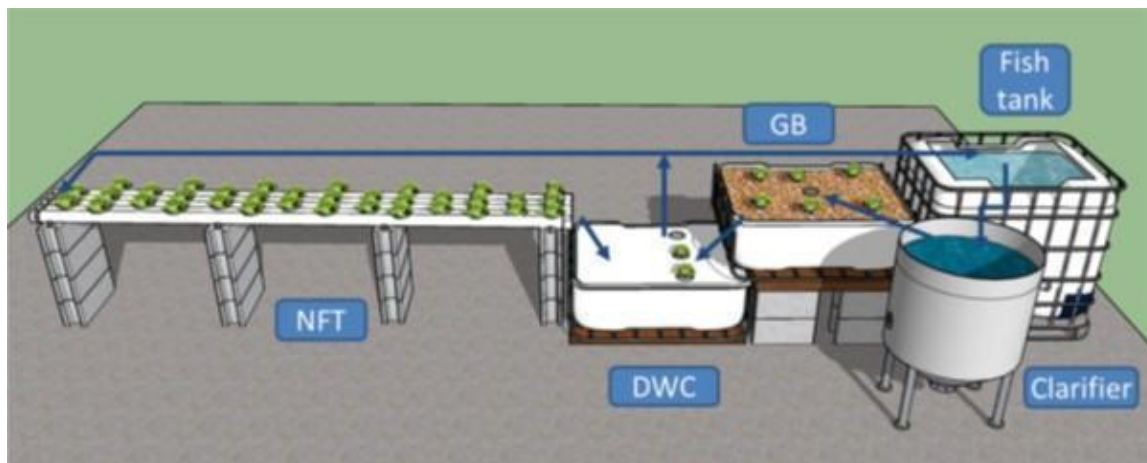
Nel video viene mostrato passo dopo passo il montaggio di un impianto acquaponico realizzato a partire da un serbatoio IBC, con le modifiche introdotte dall'Associazione Plantío Chinampa, principalmente nello scarico (sifone a campana) e nel collegamento per il sollevamento dell'acqua dalla pompa fino all'area destinata alle piante e ai batteri.



Guarda su Youtube: <https://youtu.be/1D2voKFtJo>

3.3.1. Installazione tipo FAO con 2 serbatoi IBC e i 3 sistemi idroponici

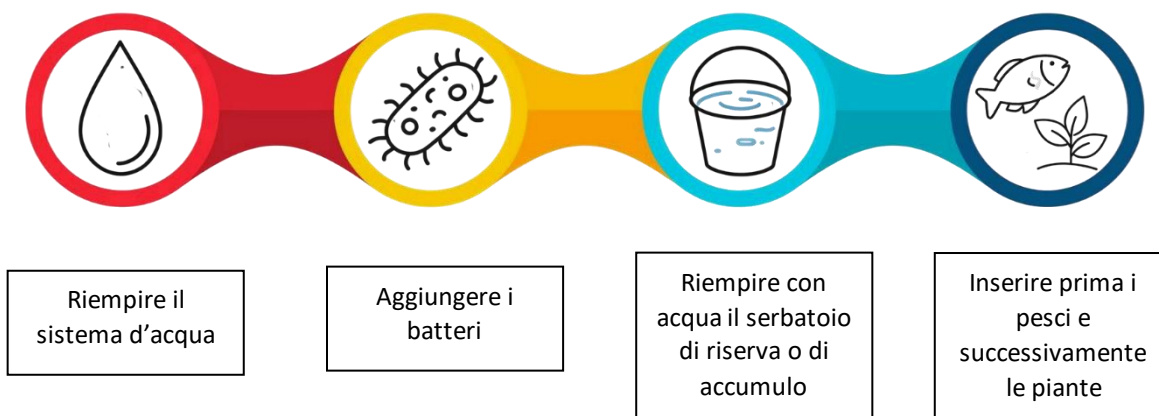
Si tratta di un'installazione su piccola scala descritta dalla FAO nel suo manuale "[Small Scale Aquaponics Food Production](#)". L'Associazione Plantío Chinampa ha introdotto delle modifiche a questo impianto per renderlo più produttivo, adattarlo al clima della città di Siviglia (Spagna) e riuscire a integrare nella stessa installazione i 3 sistemi idroponici per la produzione di piante: NFT ("Nutrient Film Technique") o sistema a pellicola nutritiva; DWC ("Deep Water Culture") o sistema di coltivazione in letto o radice galleggiante; e GW ("Grow Bed") o sistema a letto di crescita in argilla espansa.



Nell'immagine è mostrata un'installazione acquaponica familiare con sedimentatore ("Clarifier"), 5 tubi in PVC e 2 serbatoi IBC, uno utilizzato come vasca per i pesci e l'altro tagliato in due metà: una come collettore con sistema DWC e l'altra come letto di coltivazione con argilla espansa ("GB"). Le frecce indicano la direzione dell'acqua a partire dalla pompa sommersa situata all'interno del collettore, nel punto più basso dell'impianto.

3.4. Considerazioni dopo il montaggio del sistema acquaponico

Una volta completato il montaggio della nostra installazione, dobbiamo eseguire quattro operazioni o azioni per avviare l'impianto.



1. Riempire l'impianto con acqua.

Il primo passo è riempire l'impianto e collegare la pompa affinché l'acqua inizi a ricircolare tra tutti gli elementi del sistema. Questo deve essere fatto per primo, poiché permette di verificare che non vi siano perdite o fuoriuscite d'acqua. In caso vengano rilevate perdite, è necessario ripararle prima di proseguire con i passaggi successivi.

2. Inserire i batteri nell'impianto: attivazione del biofiltro.

Successivamente, è necessario aggiungere batteri nitrificanti all'acqua dell'impianto. Questi batteri si trovano facilmente nei negozi di acquariologia. Una volta fatto ciò, l'impianto deve rimanere in funzione **per 4-6 settimane, SENZA PESCI NÉ PIANTE**, affinché i batteri si moltiplichino a milioni (soprattutto nel biofiltro). Ogni 2-3 giorni si aggiunge all'acqua un po' di mangime per pesci finemente macinato, che decomposto nell'acqua servirà da nutrimento per i batteri.

3. Riempire il serbatoio di riserva o di stoccaggio dell'acqua.

È necessario riempire con acqua un serbatoio che non sia collegato direttamente all'impianto acquaponico. Questo servirà per **immagazzinare acqua e reintegrare le perdite** dovute all'**evaporazione e all'evapotraspirazione**, oltre che per effettuare le **pulizie e i cambi periodici dell'acqua** necessari nell'impianto.

IMPORTANTE

Se l'acqua di questo serbatoio proviene dalla rete idrica potabile, **non deve essere utilizzata** nell'impianto acquaponico **prima di 24-48 ore**, affinché il cloro possa evaporare (in caso contrario **ucciderebbe i batteri**).



Trascorse le 4-6 settimane, inserire i pesci nel serbatoio corrispondente dell'impianto. **I pesci non devono essere inseriti direttamente** nel serbatoio: prima devono essere adattati al tipo di acqua in cui vivranno. Il processo di adattamento è semplice: **introdurre il sacchetto** contenente i pesci all'interno del serbatoio, **ma chiuso**, senza mescolare l'acqua del sacchetto con quella del serbatoio. Lasciare galleggiare il sacchetto per **30-45 minuti**, affinché le temperature dell'acqua del serbatoio e dell'interno del sacchetto si uniformino. Quindi **aprire il sacchetto e aggiungere un po' di acqua del serbatoio** al suo

interno, attendere 15 minuti. Ripetere questa operazione altre **2 volte**. Infine, **liberare i pesci** all'interno del serbatoio.

Nutrire i pesci ogni giorno e, trascorsi **10 giorni o 2 settimane**, misurare il livello di **nitrati** nell'acqua. Quando raggiunge i **30-40 ppm** (parti per milione o milligrammi per litro), si possono **inserire le prime piante**.

RICORDA...

La quantità di piante che si possono inserire è proporzionale al numero di pesci e alla quantità di cibo che consumano quotidianamente, secondo quanto spiegato nel paragrafo 3.2.4 relativo a le **PROPORZIONI (RATIO)**.

3.4.1. Le 20 operazioni di routine per far funzionare correttamente un impianto acquaponico

Le routine sono i compiti o lavori giornalieri, settimanali, quindicinali o mensili da svolgere per garantire che l'impianto acquaponico funzioni bene e produca in modo efficace, mantenendo in salute e benessere pesci, piante e batteri.

In un impianto acquaponico familiare, una volta apprese bene le routine e il funzionamento, non richiederà più di 5 o 10 minuti di lavoro al giorno. Solo alcune operazioni come la pulizia dei substrati o il sifonamento (aspirazione) dei solidi che si depositano in alcune zone dei serbatoi richiederanno un po' più di tempo quando sarà il momento di farle.

ROUTINE GIORNALIERE

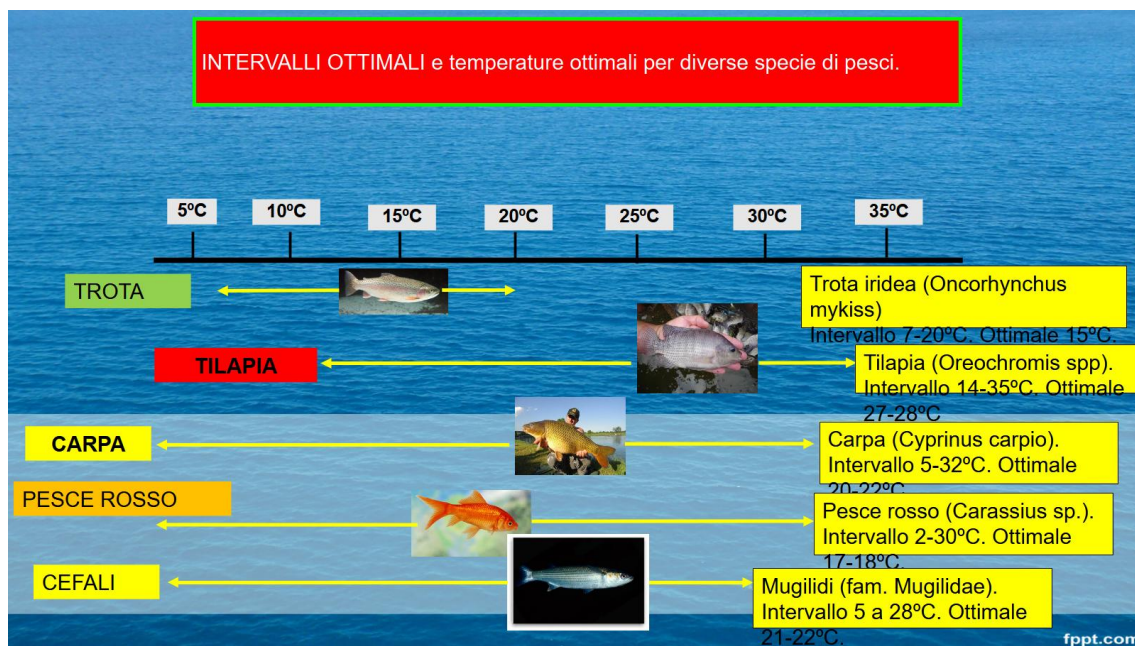
Routine 1. Misurare e annotare la temperatura dell'acqua e dell'aria.

All'aumentare della temperatura, i pesci mangeranno di più, quindi sarà necessario aumentare leggermente la razione giornaliera di cibo. Al contrario, se la temperatura diminuisce, i pesci mangeranno meno e bisognerà ridurre la razione. Se la temperatura dell'acqua sale o scende troppo, uscendo dall'intervallo ottimale per la specie di pesce presente nell'impianto, i pesci mangeranno molto meno e sarà necessario ridurre drasticamente la quantità di cibo.

IMPORTANTE

È fondamentale controllare le razioni quotidiane di cibo perché, se avanza del mangime, questo si decompone rapidamente nell'acqua e l'ossigeno disciolto può diminuire molto velocemente, il che è pericoloso per pesci, piante e batteri.

Per questo motivo, è necessario misurare la temperatura dell'acqua e dell'aria ogni 24 ore circa, sempre alla stessa ora e preferibilmente al mattino, registrando i valori massimi e minimi (esistono termometri che effettuano queste misurazioni).



Routine 2. Misurare e regolare il pH dell'acqua.

Il pH misura il grado di acidità dell'acqua dell'impianto acquaponico. È necessario misurarlo almeno una volta alla settimana con un misuratore di pH. Il pH dell'acqua è diverso quando l'impianto inizia a funzionare rispetto a settimane o mesi dopo. E, a seconda del momento (se è all'inizio o quando l'impianto è già in funzione da qualche mese), sarà necessario effettuare operazioni diverse per controllarlo e mantenerlo in un intervallo ottimale per pesci, piante e batteri.



Vediamo quindi come agire in ciascuna delle due situazioni:

Prime settimane o primi 3-4 mesi: all'inizio del funzionamento dell'impianto. Il pH dell'acqua inizierà a scendere (diventerà più acida) a causa dell'attività dei batteri e della respirazione dei pesci, fino a stabilizzarsi su un valore ottimale intorno a 7. A seconda del tipo di acqua utilizzata per il riempimento iniziale dell'impianto, sarà necessario regolare il pH con due procedimenti diversi:

Caso A) Se l'acqua per il riempimento iniziale dell'impianto acquaponico e per reintegrare le perdite per evaporazione ha un pH neutro (intorno a 7) o inferiore a 7,5

(acqua piovana, osmotizzata, di pozzo o agricola con pH neutro), allora non è necessario fare nulla, basta lasciar scendere gradualmente il pH fino a 7 o meno.

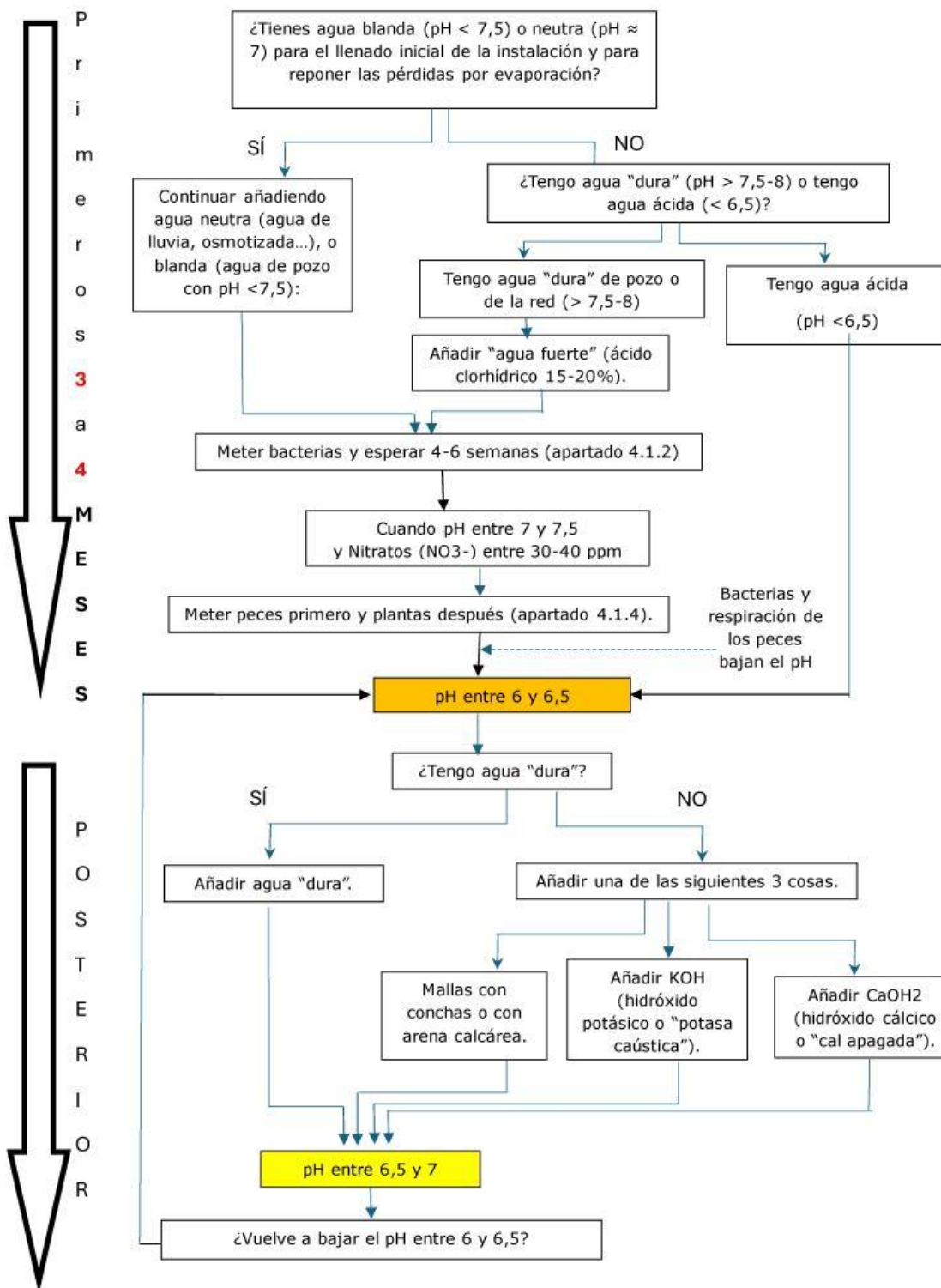
Caso B) Se invece l'acqua di riempimento o reintegro è un'acqua "dura" con pH elevato (superiore a 7,5 e spesso oltre 8), bisogna correggere il pH, perché molte piante non riescono ad assorbire i nutrienti disciolti in acqua a valori superiori a 7,5:

- **Opzione B.1:** aggiungere "acido muriatico" (acido cloridrico commerciale al 15-20%) all'acqua dell'impianto acquaponico quando ancora non ci sono pesci né piante (come spiegato nella sezione precedente), con un dosaggio di 180 ml ogni 900 litri d'acqua. Questo abbassa il pH da circa 8 a 7,5. Misurare il pH dopo 2-3 ore. Se non è ancora sceso abbastanza, aggiungere altri 50 ml e ripetere la misurazione finché il pH raggiunge 7,5.
 - **Opzione B.2:** aggiungere acqua piovana, osmotizzata, o di pozzo (se ha pH inferiore a 7,5), o una miscela di queste.
-

Dopo i primi 3-4 mesi. Il pH dell'acqua scenderà fino a 6,5 o meno, e sarà allora necessario fare l'operazione opposta: aumentare il pH fino a 6,5-7. Sotto 6,5, i batteri depuratori dell'acqua rallentano la loro attività e sostanze tossiche come ammoniaca e nitriti possono accumularsi pericolosamente. Si può procedere in diversi modi:

- **Opzione A):** aggiungere direttamente acqua "dura" all'impianto acquaponico **SENZA** aggiungere acido muriatico ("acqua forte", che si usa solo per abbassare il pH, mai per alzarlo).
- **Opzione B):** se non si dispone di acqua "dura", ci sono alternative:
 - **B.1:** inserire delle reti contenenti sabbia calcarea o conchiglie frantumate in zone dove scorre l'acqua dell'impianto, affinché l'acqua dissolva lentamente il carbonato contenuto.
 - **B.2:** aggiungere idrossido di potassio (KOH) o idrossido di calcio (Ca(OH)₂) nella misura di 3,7 grammi ogni 800 litri d'acqua ogni 3 giorni. Monitorare se in questo modo il pH si mantiene tra 6 e 6,5 o leggermente sopra.

Quando i pesci crescono e mangiano di più, il pH scenderà sotto 6,5 ogni 2-4 giorni. Per questo motivo, sarà necessario misurare il pH almeno settimanalmente o ogni 3 giorni, e ogni volta che scende sotto 6,5, ripetere una delle operazioni sopra descritte.



IMPORTANTE

Devi essere MOLTO PRUDENTE quando usi sostanze chimiche con un pH molto basso (molto acide), come l'“acido muriatico”; o con un pH molto alto (molto basiche), come la potassa o l'idrossido di calcio. È necessario seguire le adeguate norme di sicurezza per maneggiarle (occhiali protettivi, guanti, ecc.) e aggiungere SEMPRE queste sostanze chimiche all'acqua, mai il contrario (MAI versare l'acqua sulle sostanze).

Routine 3. Osserva quotidianamente i pesci.

Bisogna osservare i pesci ogni giorno, ad esempio durante uno dei momenti in cui vengono alimentati (la razione giornaliera viene suddivisa in 2-4 somministrazioni). Occorre verificare se sono attivi, senza ferite, senza macchie, ecc. Nel caso in cui ce ne sia qualcuno morto, è importante rimuoverlo rapidamente dall'acqua.

Routine 4. Osserva quotidianamente le piante.

Verifica se le piante sono verdi e vigorose, in buona crescita; oppure se appaiono deboli, crescono poco, le foglie cambiano colore rispetto a quello normale per la specie, sono troppo allungate o sono attaccate da qualche tipo di parassita (afidi, mosca bianca, ragno rosso, funghi, ecc.). Rimuovi le foglie secche o le piante morte.



Routine 5. Osserva il flusso dell'acqua e verifica che non ci siano perdite.

L'acqua deve circolare correttamente nell'impianto per trasportare ossigeno e nutrienti a pesci, piante e batteri. Controlla che non ci siano ostruzioni né perdite e regola i flussi se noti una diminuzione della quantità d'acqua tra i serbatoi o nell'ingresso di uno di essi (in particolare nel serbatoio dei pesci).

Routine 6. Nutrire i pesci.

La quantità di cibo che i pesci consumano ogni giorno si chiama **RAZIONE** e, in genere, va suddivisa in più somministrazioni quotidiane per evitare che avanzi e si decomponga nell'acqua. Esistono mangiatoie automatiche per acquari e laghetti, programmabili per distribuire la razione fino a 4 volte al giorno.

Fondamentalmente, ci sono **due modi per alimentare i pesci**:

Tramite l'osservazione diretta:

Prendere una piccola quantità di cibo al mattino, pesarla e versarla nel serbatoio. Se i pesci la mangiano in meno di 3-4 minuti, allora versare un'altra piccola quantità uguale. Continuare così, somministrando piccole quantità (sempre dello stesso peso) fino a quando si nota che i pesci non mangiano più e non rimane cibo avanzato. Sommare le piccole quantità di cibo somministrate: questa sarà la quantità massima che i pesci possono consumare in una singola somministrazione. Nel pomeriggio, ripetere la stessa procedura fino a che i pesci smettono di mangiare e non avanza cibo. La somma del cibo dato al mattino e al

pomeriggio rappresenta la razione giornaliera. Quando i pesci crescono, sarà necessario aumentare progressivamente questa razione.



Tramite le tabelle di alimentazione.

La maggior parte dei pesci mantiene la temperatura corporea uguale a quella dell'acqua in cui vivono. Per ogni specie, esiste un intervallo ottimale di temperatura in cui crescono, si nutrono e si riproducono nelle migliori condizioni. Per esempio, le tilapie hanno un intervallo ottimale tra i 27 e i 28 °C, mentre le trote tra i 13 e i 15 °C.

All'aumentare della temperatura, i pesci sono più attivi e mangiano di più, ma solo fino a un certo limite, oltre il quale smettono di nutrirsi. Per esempio, una tilapia mangerà più cibo al giorno a 28 °C rispetto a 23 °C. Tuttavia, sopra i 33 °C o sotto i 18 °C inizierà a non alimentarsi più.

Per questo motivo, esistono tabelle di alimentazione per molte specie di pesci, ciascuna riferita a una temperatura specifica. In base alla temperatura dell'acqua, ogni tipo di pesce consuma una diversa quantità di cibo giornaliero (diverse RAZIONI). Di seguito è riportato un esempio di tabella di alimentazione per tilapie a 27 gradi di temperatura dell'acqua.

Peso approssimativo delle tilapie (in grammi)	Razione giornaliera di cibo per le tilapie (percentuale rispetto al peso totale di tutte le tilapie presenti nell'impianto).	Numero di volte in cui viene somministrata la razione giornaliera di cibo
0,1 a 1 grammi	10 %	
1 a 10 grammi	6 %	6
10 a 30	5 %	6

30 a 50	4 %	6
50 a 70	3 %	4-5
70 a 100	2,7	4-5
100 a 150	2,5	4
150 a 200	2,2	4
200 a 300	2,0	3
300 a 400	1,9	3
400 a 500	1,7	3
500 a 600	1,5	2

Ad esempio, se nell'impianto acquaponico abbiamo 10 tilapie da 50 grammi ciascuna, avremo un peso totale (biomassa totale) di 500 grammi di tilapie, alle quali, secondo la tabella, bisogna somministrare il 3% di alimento al giorno, cioè 15 grammi di mangime al giorno, suddivisi a loro volta in 4-5 somministrazioni giornaliere.

Queste tabelle si riferiscono a mangime secco in granuli ("pellets"), che è la forma in cui solitamente viene venduto il mangime commerciale per pesci. Un'altra opzione per gli impianti acquaponici familiari, quando si hanno pochi pesci, è quella di autoprodurre parte o tutto il mangime, o integrare i pellets con alimenti freschi come foglie di ortaggi, farine, ecc., oppure con alimenti vivi, come ad esempio la lenticchia d'acqua, i lombrichi o la mosca soldato. Ogni specie di pesce può o meno accettare questi alimenti, perciò è necessario fare delle prove.

Pesare i pesci di tanto in tanto può servire per controllare come stanno crescendo. Non è necessario pesarli tutti: si prende un campione, lo si pesa e poi, tramite una semplice proporzione, si stima il peso totale dei pesci nell'impianto. Con il dato della biomassa complessiva, si può aggiornare la razione giornaliera utilizzando la tabella di alimentazione.

Routine 7. Nutrire le tue piante.

Nell'acquaponica non è necessario aggiungere fertilizzanti chimici all'acqua, poiché le piante si nutrono dei sali minerali contenuti nella "zuppa" acquaponica di nutrienti, che a loro volta provengono dai batteri che trasformano i rifiuti rilasciati nell'acqua dai pesci dopo aver mangiato. Maggiore è il peso (biomassa totale) di tutti i pesci nell'impianto, maggiori saranno i rifiuti rilasciati nell'acqua e più sali minerali nutriranno le tue piante. Pertanto, possiamo ampliare la superficie coltivata delle tue piante man mano che i pesci crescono.

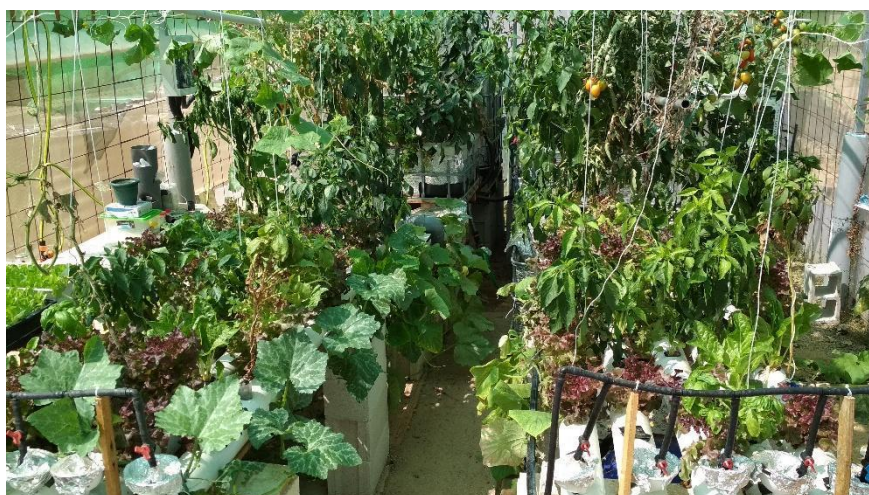
Tuttavia, nessuna “zuppa acquaponica” è perfetta, e alcuni nutrienti saranno presenti in maggiore quantità rispetto ad altri. Dei 16 nutrienti di cui le piante hanno bisogno per vivere e crescere bene (azoto, fosforo, potassio, ferro, calcio, ecc.), le “zuppe acquaponiche” normalmente li contengono tutti, ma possono avere quantità insufficienti di alcuni, non sufficienti affinché la pianta cresca forte e sana. In questi casi, compaiono carenze nutritive nelle piante, visibili nelle foglie (cambiamenti di colore, forma, ecc.) ed è necessario aggiungere i nutrienti mancanti, sia nell’acqua, sia spruzzandoli sulle foglie.



Due sistemi acquaponici durante la fase di inserimento piante



Lo stesso sistema acquaponico due mesi dopo



E quelle strutture dopo 5 mesi

ROUTINE SETTIMANALI

Routine 8. Misurare i nitrati nell’acqua.

Il livello di nitrati nell’acqua indica la quantità di nutrienti disponibili per le piante. Normalmente, quando i nitrati superano i 30-40 ppm o mg/litro, il totale dei nutrienti nella “zuppa acquaponica” è a livelli sufficienti per le piante. Con la crescita dei pesci, il consumo di cibo aumenta e anche i nitrati aumentano. Quando i nitrati raggiungono gli 80-90 ppm, o superano i 120-140 ppm, si può introdurre una maggiore quantità di piante nell’impianto acquaponico. Normalmente, il livello di nitrati nell’acqua non è tossico né

per i pesci, né per le piante o i batteri, a meno che non raggiunga concentrazioni molto elevate (oltre 300-500 ppm).

Ci sono due modi per ridurre il livello di nitrati nell'acqua senza smettere di alimentare i pesci:

- Effettuare cambi d'acqua, di solito quando si superano i 200 ppm. Un cambio d'acqua consiste nell'estrarre un volume noto di acqua dall'impianto acquaponico e immettere lo stesso volume di acqua nuova e pulita (vedi routine 16).
- Aumentare la superficie di coltivazione delle piante all'interno dell'impianto.

Il livello di nitrati si misura molto facilmente con test disponibili nei negozi di acquariologia.

Routine 9. Eventuale applicazione di trattamenti per correggere carenze di potassio e altri nutrienti nelle piante.

Le carenze di potassio si correggono nebulizzando sulle foglie una miscela di solfato di potassio disciolto in acqua. In estate o con temperature elevate, la miscela sarà di 7,5 grammi in 1 litro d'acqua, mentre in inverno o con temperature basse, sarà di 15 grammi in 1 litro. Questa miscela si nebulizza sulla parte superiore e inferiore delle foglie, preferibilmente al mattino presto o al tramonto. Il trattamento va ripetuto ogni 3-4 giorni fino alla scomparsa dei sintomi. Nell'immagine a destra si mostrano le tipiche macchie secche che indicano la carenza di potassio, in questo caso su una foglia di zuccina.



Nell'immagine a destra si mostra la clorosi nelle foglie di fragola dovuta a carenza di ferro (le nervature delle foglie restano di colore verde, mentre tra le nervature compare un colore giallastro o verde pallido). La correzione delle carenze di ferro è spiegata nella routine 14, poiché ha una frequenza quindicinale.



Routine 10. Possibile applicazione di trattamenti contro parassiti delle piante e dei pesci.

Nell'acquaponica non si possono usare pesticidi contro i parassiti delle piante, né antibiotici per trattare le malattie dei pesci, poiché entrambi uccidono i batteri che depurano l'acqua. E senza batteri, l'acquaponica non funziona.

Per le infestazioni delle piante si utilizzano prodotti ecologici che non danneggiano i batteri. È molto importante iniziare ad applicarli quando si osserva che l'attacco del parassita sta iniziando, non quando è già diffuso. Di seguito indichiamo alcuni dei trattamenti più comuni utilizzati in acquaponica:

- **Trattamento contro insetti come afidi, mosca bianca e tripidi:** preparare una miscela di 20 millilitri (ml) di sapone potassico in 1 litro d'acqua e nebulizzare sulla pagina superiore e inferiore delle foglie. Questa miscela può essere più efficace se si aggiungono 3 ml di alcol a 70° e 1-2 ml di olio di Neem. Applicare ogni 3-7 giorni.

Nell'immagine, afidi su una foglia di cetriolo in un impianto acquaponico.



IMPORTANTE

L'olio di Neem può essere tossico per i pesci. Anche se in questo caso è molto diluito nel litro d'acqua della miscela, per evitare che parte della soluzione finisca nell'acqua dell'impianto acquaponico si possono collocare sacchetti di plastica o pezzi di carta assorbente sotto le piante prima di nebulizzare.

Altro trattamento è il macerato di ortica (commerciale o fatto in casa): preparare una miscela di 50 a 150 ml di macerato di ortica in 1 litro d'acqua e nebulizzare sulle foglie. Ripetere ogni 3-7 giorni.

- Trattamento contro il ragnetto rosso: preparare una miscela di 3 grammi di zolfo micronizzato in polvere in 1 litro d'acqua e nebulizzarla sulle foglie. Ripetere ogni 7 giorni fino al controllo dei ragnetti. Usare anche sacchetti di plastica e/o carta assorbente per evitare che parte della miscela finisca nell'acqua dell'impianto.

- Trattamento contro funghi (Oidio, “fumaggine”, ecc.): usare la stessa miscela precedente con zolfo micronizzato in acqua. Applicare ogni 7 giorni.
- Trattamento contro limacce e lumache: usare solfato di ferro in “pellet” distribuiti alla base della pianta.

I pesci raramente si ammalano in acquaponica, a condizione che si mantengano buone condizioni dell’acqua (pH, temperatura e livello di ossigeno adeguati), si rimuovano frequentemente i solidi (sedimenti sul fondo dei serbatoi) e vengano alimentati correttamente. In caso si manifesti una patologia, bisogna trasferire i pesci in piccoli contenitori ben ossigenati in cui è stato disciolto il trattamento chimico per curare la malattia. Questo metodo di cura dei pesci è chiamato “bagni” e può includere sale da cucina e altre sostanze come acqua ossigenata, antibiotici, ecc. Nei “bagni” i pesci restano per alcuni minuti e poi vengono reimmessi nel serbatoio dell’impianto acquaponico.

Routine 11. Raccogliere le piante, introdurre nuove piantine e mettere tutori.

Quando le piante (le loro foglie o i frutti) sono pronte per essere consumate, bisogna raccoglierle e successivamente seminare nel vuoto lasciato da esse un’altra piantina della specie desiderata.

In acquaponica le piante crescono a densità maggiore, più vicine tra loro, quindi bisogna pensare in quale parte dell’impianto seminarle affinché quelle più alte o con sviluppo maggiore non facciano troppa ombra a quelle di dimensioni minori. A causa di questa maggiore densità è anche necessario monitorare alcune piante di grande taglia (melanzane, pomodori, peperoni, cetrioli, meloni, angurie, zucche, ecc.) e potare via via le foglie inferiori per dare una forma alla pianta che la induca a crescere verso l’alto. Il monitoraggio, oltre a fornire supporto alla pianta, serve anche a indirizzarla dove ci conviene di più per non fare ombra ad altre piante.

Alcune varietà di lattuga, come la “Romana”, richiedono che le foglie vengano legate (quando sono almeno 20) nel terzo superiore della pianta, affinché il cuore centrale cresca compatto e assuma un colore più chiaro.

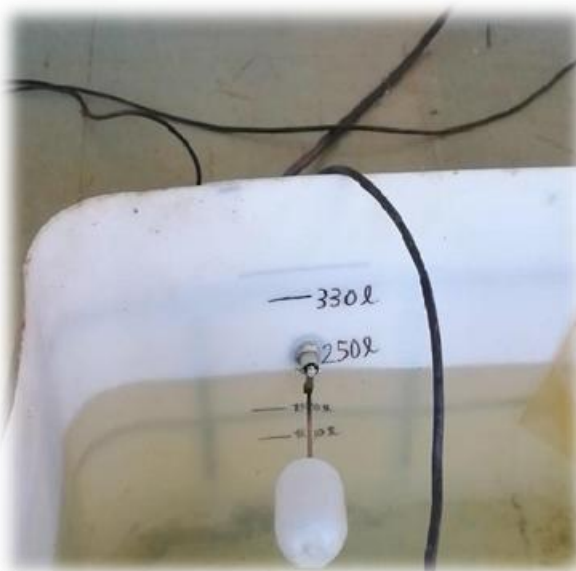
ROUTINE QUINDICINALI

Routine 12. Ripristinare le perdite d’acqua dovute all’evaporazione e all’evapotraspirazione delle piante.

Con l’aumento della temperatura dell’aria, l’acqua dell’impianto acquaponico evapora, quindi è necessario reintegrare la quantità d’acqua evaporata. A tal fine, è utile segnare il livello dell’acqua nel collettore o in un altro serbatoio qualsiasi e utilizzarlo come

riferimento per sapere quanta acqua è evaporata e quanto bisogna aggiungerne. Il livello dell'acqua diminuisce anche a causa dell'evapotraspirazione delle piante.

Per riportare il livello dell'acqua al valore normale nell'impianto, si utilizza l'acqua del serbatoio di reintegro o di stoccaggio. È anche possibile installare un galleggiante o una valvola di livello collegata tramite un tubo al serbatoio di stoccaggio, affinché l'acqua venga immessa automaticamente.



Routine 13. Misurare l'ossigeno nell'acqua (facoltativo).

Misurare il livello di ossigeno nell'acqua non è necessario se si osservano ogni giorno i pesci, poiché sono i primi esseri viventi dell'impianto a risentire di una brusca diminuzione dell'ossigeno disciolto. Se smettono di mangiare e salgono in superficie aprendo la bocca, questo indica che manca ossigeno nell'acqua.

È inoltre importante sapere che i livelli di ossigeno iniziano a diminuire se aumenta troppo la densità dei pesci o la loro taglia, se si accumulano solidi nell'acqua o se la temperatura dell'acqua si alza. Bisogna quindi prestare attenzione a questi cambiamenti. L'ossigeno non è importante solo per i pesci o per le radici delle piante, ma anche per permettere ai batteri di decomporre correttamente i residui dei pesci.

Tuttavia, l'ossigeno disciolto può essere misurato facilmente con test disponibili nei negozi di acquari. Va misurato nella vasca dei pesci, con la pompa spenta per alcuni minuti e senza raccogliere bolle d'aria nel campione. Se l'ossigeno è inferiore a 4 ppm, sarà necessario aumentare l'aerazione nella vasca dei pesci con un piccolo compressore d'aria o con altri dispositivi (cascate d'acqua, sistema Venturi, ecc.).

Routine 14. Possibile applicazione di trattamenti contro carenze di ferro e altri nutrienti nelle piante.

Se le piante presentano carenze di ferro, il trattamento per correggerle è molto semplice: si aggiunge ogni 15 giorni chelato di ferro (Fe-EDHHA) direttamente nell'acqua dell'impianto acquaponico. Si sciolgono 9 grammi di chelato di ferro in polvere in 1 litro d'acqua prelevata dall'impianto e raccolta in una bottiglia o recipiente. Si mescola e si aggiungono tra 100 e 150 ml di questa miscela. L'acqua assumerà un colore rossastro

simile al vino rosso. Questa sostanza è utilizzata anche in agricoltura biologica e non danneggia batteri, pesci o piante.

Routine 15. Cambi d'acqua.

Un cambio d'acqua consiste nel prelevare un certo volume d'acqua dall'impianto e immettere lo stesso volume di acqua nuova e pulita. I cambi d'acqua si effettuano in due casi:

- **Caso 1.** Se la concentrazione di nitrati nell'acqua supera i 200-250 ppm (mg/litro). Questo caso è raro, poiché difficilmente si supera tale concentrazione. Se accade, si può rimuovere una piccola quantità d'acqua, ad esempio 50 litri dall'impianto, e poi aggiungere 50 litri d'acqua pulita. Dopo un'ora si misurano nuovamente i nitrati per verificare quanto sono scesi. In base alla riduzione si può aumentare o diminuire il volume d'acqua da cambiare.
- **Caso 2.** Se si osserva un accumulo eccessivo di solidi sul fondo dei serbatoi (la vasca dei pesci, i sedimentatori o il collettore, se presente nell'impianto). Questo secondo caso è il più frequente. I solidi o fanghi sono composti da:
 - Resti di escrezioni dei pesci (principalmente feci);
 - Resti di cibo non consumato;
 - Resti morti di alghe, batteri e radici delle piante. Questi residui si depositano progressivamente sul fondo dei serbatoi. Quando si accumulano in eccesso, devono essere rimossi il prima possibile, poiché possono produrre gas tossici disciolti nell'acqua e provocare una rapida riduzione dell'ossigeno disciolto.



Più grandi sono i pesci (maggiore densità di pesci), più mangeranno e, di conseguenza, maggiore sarà la quantità di solidi che si accumulerà sul fondo dei tuoi serbatoi. Si stima che per ogni 1 kg di mangime (in pellet secchi) si producano 250 g di solidi o fanghi, quindi quanto maggiore sarà la densità di pesci, tanto più frequentemente sarà necessario rimuovere i solidi.

I solidi si eliminano tramite aspirazione con una pompa sommersa collegata a un tubo flessibile, oppure direttamente per gravità usando un tubo pieno d'acqua o aspirando con la bocca (è consigliato il primo metodo). Durante l'aspirazione dei solidi si aspira anche acqua dall'impianto, perciò è necessario controllare il volume di acqua con solidi che viene rimosso, in modo da reintegrare lo stesso volume con acqua pulita. In questo modo, l'operazione compie due azioni: si effettua un cambio d'acqua e si eliminano i solidi.



IMPORTANTE

Se si utilizzano come biofiltro per i batteri i letti di crescita con argilla espansa (sistema "grow bed"), potrebbe essere necessario pulire l'argilla una volta all'anno (a seconda della densità dei pesci). Nel caso del sistema NFT, sarà necessario pulire l'interno dei tubi in PVC, mentre nel sistema a radice fluttuante, la pulizia interesserà il fondo delle vasche dove galleggiano i pannelli di polistirolo.



In sintesi, i cambi d'acqua possono essere utilizzati per diversi scopi:

- Per migliorare la **QUALITÀ dell'ACQUA**.
- Per eliminare i solidi o fanghi dal collettore (Routine 21), dal serbatoio dei pesci o dai sedimentatori (Routine 17).
- Per **abbassare il pH** (se l'acqua nuova introdotta nell'impianto è piovana o osmotizzata).
- In situazioni di **EMERGENZA**, per ridurre la concentrazione di sostanze tossiche nell'acqua, come l'ammoniaca o i nitriti.

Routine 16. Riempire il serbatoio di riserva o di stoccaggio con acqua.

Il serbatoio di stoccaggio deve essere sempre pieno d'acqua, poiché verrà utilizzato per reintegrare le perdite dovute all'evaporazione, per effettuare cambi d'acqua o anche per pulizie (della pompa, dei filtri o delle spugne filtranti, ecc.). Nei periodi dell'anno con temperature elevate, l'evaporazione sarà maggiore e bisogna avere sempre acqua disponibile in questo serbatoio.

ROUTINE MENSILI

Routine 17. Aspirare i solidi o fanghi dal sedimentatore.

Eliminare i solidi dal fondo del sedimentatore mediante aspirazione, come descritto nella routine 15, e reintegrare con acqua pulita dal serbatoio di stoccaggio, come descritto nella routine 16.

Routine 18. Pulire la pompa di ricircolo.

I solidi si accumulano anche sull'albero motore e su altre parti della pompa, riducendone la capacità di spingere l'acqua, l'ossigeno e i nutrienti; per questa ragione è necessario fermare la pompa, smontarne le parti e pulirla. Con una maggiore densità di pesci, sarà opportuno pulire la pompa con maggiore frequenza. Nell'immagine a destra è mostrata la pulizia di una pompa sommersa.



Routine 19. Cambiare le spugne di filtrazione.

Se ci sono spugne di filtrazione in qualche zona dell'impianto, è necessario pulirle per evitare l'accumulo di solidi. Nell'immagine a sinistra, una spugna di materiale filtrante piena di solidi.

Routine 20. Aspirare i solidi dal collettore e dal serbatoio dei pesci.

Eliminare i solidi dal fondo del collettore e del serbatoio dei pesci tramite aspirazione, come descritto nella routine 15; e reintegrare con acqua pulita proveniente dal serbatoio di stoccaggio.

3.5. Raccomandazioni finali

Per concludere, un riepilogo delle raccomandazioni più importanti già menzionate in questo manuale per principianti in acquaponica:

- È meglio iniziare con un impianto piccolo e semplice.
- Mantenere una bassa densità di pesci, tra 1 e 5 chili di pesce per metro cubo d'acqua.
- Scegliere una specie di pesce resistente, che tolleri sia basse che alte temperature dell'acqua e che sia facilmente reperibile (sia i pesci che il loro cibo). Una delle specie che soddisfa queste caratteristiche in Spagna è il carassio dorato, chiamato anche "cometa rosso" o "gold fish".
- Non dimenticare gli elementi di protezione e sicurezza elettrica nell'impianto; e adottare le misure di sicurezza di base nel caso di uso o manipolazione di sostanze chimiche.
- Non sovralimentare i pesci, osservare se mangiano bene e non lasciano avanzi. Se restano avanzi, ridurre la razione.
- Controllare i livelli dell'acqua, pH, nitrati, temperatura e ossigeno.
- Verificare che i solidi o fanghi non si accumulino nell'impianto.

4. Agricoltura Agroecologica e Pascolo Estensivo

L'agricoltura agroecologica è un modello di produzione alimentare che combina ecologia, conoscenza scientifica e pratiche tradizionali per creare sistemi agricoli sostenibili, socialmente giusti e rispettosi dell'ambiente. Il suo obiettivo è promuovere la sostenibilità e la resilienza attraverso la riduzione degli input esterni, l'uso efficiente dell'acqua, la minimizzazione delle emissioni inquinanti, la valorizzazione dei residui (trasformati in sottoprodotti) e la conservazione delle risorse naturali (suolo fertile e sano, acqua, biodiversità, ecc.).

A differenza dell'agricoltura convenzionale, evita l'uso eccessivo di agrochimici sintetici e si basa su tecniche come il riciclo della materia organica, la rotazione delle colture e l'associazione di specie.

Il pascolo estensivo, dal canto suo, è un sistema di allevamento circolare che utilizza ampie estensioni di terreno affinché gli animali possano alimentarsi, sfruttando le risorse naturali disponibili. Questo metodo, che richiede bassi investimenti ed è compatibile con razze autoctone, offre importanti benefici ambientali, come la riduzione del rischio di incendi, il miglioramento della biodiversità del suolo e la conservazione del paesaggio, promuovendo al contempo lo sviluppo rurale e il benessere animale.

Si basa su:

- Pascoli permanenti e sottoprodotti agricoli
- Bassa dipendenza da fattori esterni
- Promozione dei servizi ecosistemici
- Contrasto alla desertificazione
- Generazione di reddito e mantenimento delle popolazioni rurali



4.1. Principali sfide

Le principali sfide che attualmente affrontano l'agricoltura agroecologica e il pascolo estensivo sono:

- **Mancanza di conoscenze tecniche**

L'accesso alla tecnologia adeguata e agli strumenti necessari per questi sistemi è limitato. A ciò si aggiunge la scarsa ricerca in questo ambito, poiché l'R&S è normalmente orientata verso l'agricoltura industriale piuttosto che verso i modelli agroecologici o estensivi. Questo comporta grandi difficoltà nell'adottare pratiche sostenibili e integrarle con altre attività agricole.

- **Deficit di commercializzazione**

I sistemi agroecologici ed estensivi richiedono spesso più tempo per raggiungere una produttività stabile, provocando una bassa redditività a breve termine. Ciò può demotivare gli agricoltori interessati a questo tipo di modello. Inoltre, non esistono incentivi o aiuti adeguati, poiché le politiche agricole favoriscono ancora spesso le aziende intensive, e manca un sistema di certificazione proprio. A questo si aggiunge l'assenza di canali di vendita specializzati, con scarsa visibilità nei mercati locali e concorrenza diretta con prodotti industriali più economici e accessibili. Tutto ciò comporta un basso riconoscimento del valore del pascolo estensivo e dell'allevamento agroecologico.

- **Necessità di investimenti**

Passare da un modello convenzionale a uno agroecologico richiede investimenti e un periodo di apprendimento che può influire sul reddito del produttore. Infrastrutture come biodigestori, sistemi idrici efficienti, energie rinnovabili e tecnologie di monitoraggio implicano un costo iniziale elevato, che richiede tempo per diventare redditizio. Senza aiuti adeguati o un investimento iniziale consistente, questi sistemi ambientali sono molto difficili da adottare.

- **Regolamentazione insufficiente**

Non esistono ancora politiche pubbliche con una strategia integrata né norme specifiche per l'agricoltura agroecologica. Inoltre, le piccole aziende agricole si trovano ad affrontare numerose difficoltà burocratiche e amministrative per accedere ai pochi aiuti o certificazioni biologiche attualmente esistenti.

- **Mancanza di ricambio generazionale**

L'invecchiamento della popolazione rurale e la scarsa partecipazione dei giovani al settore agricolo limitano la continuità delle pratiche sostenibili. Tecniche come l'agroecologia e il pascolo estensivo sono spesso percepite come attività superate o meno produttive, generando rifiuto tra le nuove generazioni.

4.2. Strategie di attuazione.

Le sfide descritte in precedenza dimostrano che è essenziale adottare un approccio integrato che comprenda **formazione, investimenti in ricerca e sviluppo, regolamentazione e finanziamento**, al fine di implementare sistemi agricoli e zootecnici sostenibili. È inoltre fondamentale la collaborazione tra settori diversi per superare gli ostacoli e garantire un futuro sostenibile.

Partendo da queste considerazioni, si propone una serie di **misure o strategie** per l'attuazione di sistemi di **agricoltura agroecologica** e di **pastoreggio estensivo**:

- **Formazione dei produttori**
 - Realizzazione di corsi, workshop e assistenza tecnica per insegnare tecniche come:
 - ✓ gestione integrata delle risorse,
 - ✓ sanità animale ecologica,
 - ✓ utilizzo dei sottoprodotti,
 - ✓ compostaggio e biodigestione,
 - ✓ pianificazione dei pascoli.
 - Creazione di **reti di scambio** e **piattaforme digitali** per mettere in contatto allevatori, tecnici e centri di ricerca al fine di favorire la condivisione delle conoscenze.
 - Promuovere una consulenza tecnica personalizzata per accompagnare la transizione dai modelli convenzionali.



Partecipantes del Provento LIFE+ Maronesa.

- **Sensibilizzazione del consumatore**
 - Realizzare campagne che mettano in evidenza i benefici ambientali e sociali dei prodotti agroecologici.

- Creare un marchio certificato che riconosca le buone pratiche locali per garantire fiducia.
- Potenziare i canali corti di commercializzazione (vendita diretta, mercati locali, commercio elettronico), ampliando quelli attualmente esistenti.
- Promuovere alleanze tra produttori, consumatori e amministrazioni locali.
- Integrare la zootecnia estensiva nei programmi educativi e di interpretazione ambientale.

- **Ricerca e innovazione**

- Valorizzazione dei sottoprodotti (lana, corna, residui di caseifici e macelli) per la produzione di biocarburanti, cosmetici, materiali da costruzione, ecc.
- Sostituzione delle plastiche con alternative biodegradabili.
- Implementare piani di gestione adattiva per far fronte a siccità e variabilità climatica.
- Promuovere l'uso efficiente dell'acqua (bacini, raccolta dell'acqua piovana, irrigazione a goccia nelle aree agricole associate). Progettare piani di pascolo rotazionale o guidato per favorire la rigenerazione del pascolo e la fertilità del suolo.
- Promuovere l'uso di razze autoctone adattate all'ambiente, più resistenti alle condizioni locali e con minore impatto ambientale.
- Incentivare l'integrazione tra zootecnia e foresta (silvopascolo) per sfruttare le risorse naturali, prevenire incendi e conservare la biodiversità.
- Recuperare e mantenere infrastrutture tradizionali (abbeveratoi, ricoveri temporanei, siepi vive, tratturi e vie pecuarie).
- Ridurre la dipendenza da input esterni (mangimi, fertilizzanti, erbicidi) tramite l'autonomia alimentare e il compostaggio del letame.

- **Finanziamento e sostegno**

- Istituire linee di credito accessibili per i piccoli produttori.
- Promuovere incentivi per infrastrutture sostenibili (energie rinnovabili, biodigestori comunitari, ecc.).

- **Regolamentazione e politiche pubbliche**

- Sviluppare un quadro giuridico chiaro per l'agricoltura circolare.
- Promuovere alleanze tra governo, settore privato e società civile.

- Includere la zootecnia estensiva come strumento chiave nella gestione degli spazi naturali e nella prevenzione degli incendi, facilitandone l'inclusione nei programmi di aiuto delle politiche agricole e nei programmi di sviluppo rurale con finalità di conservazione e sostenibilità.
- Favorire contratti territoriali per lo sfruttamento sostenibile.
- Semplificare le procedure burocratiche e amministrative per l'accesso ad aiuti e certificazioni ecologiche.

4.3. L'allevamento estensivo come parte della soluzione alla crisi climatica

L'**allevamento estensivo**, rappresenta una strategia chiave per affrontare la crisi climatica, **a patto che venga gestita in modo sostenibile e integrato** nei cicli ecologici del territorio.

A differenza dell'allevamento intensivo, l'allevamento estensivo:

- **Riduce le emissioni nette di gas serra**, grazie all'assorbimento di CO₂ da parte dei pascoli ben gestiti.
- **Favorisce la rigenerazione del suolo** attraverso il pascolo rotazionale, migliorando la capacità di trattenere acqua e carbonio.
- **Limita il rischio di incendi**, mantenendo sotto controllo la biomassa secca e contribuendo così alla prevenzione dei disastri ambientali.
- **Sostiene la biodiversità**, preservando paesaggi aperti, corridoi ecologici e specie vegetali e animali locali.
- **Promuove cicli nutrienti chiusi**, riducendo la dipendenza da mangimi importati e fertilizzanti chimici.

Inoltre, quando si utilizzano **razze autoctone** e **pratiche agroecologiche**, l'allevamento estensivo diventa una **forma di custodia del territorio**, contribuendo non solo alla **sovranità alimentare**, ma anche alla **giustizia climatica**.

Per queste ragioni, integrare la zootecnia estensiva nelle **politiche di adattamento e mitigazione climatica** è una strategia concreta e necessaria per affrontare le sfide ambientali, sociali ed economiche del nostro tempo.



4.3.1. Accumulo di carbonio nel suolo tramite pascolo ben gestito

Il **pascolo ben gestito** è una delle pratiche più efficaci dell'allevamento estensivo per **sequestrare carbonio atmosferico** e contribuire così alla mitigazione del cambiamento climatico. Quando gli animali pascolano in modo controllato e rotazionale, si attivano processi naturali che **stimolano la crescita delle piante e l'accumulo di materia organica nel suolo**.

Questo tipo di gestione:

- Favorisce lo sviluppo di **radici profonde** e dense, che trattengono **carbonio stabile nel suolo**.
- Stimola la **fotosintesi costante** delle piante erbacee, che assorbono CO₂ dall'atmosfera e la immagazzinano nella biomassa e nel terreno.
- Migliora la **struttura del suolo**, aumentandone la capacità di trattenere acqua e nutrienti e rendendolo più resistente all'erosione.
- Riduce la necessità di lavorazioni meccaniche e fertilizzanti sintetici, evitando ulteriori emissioni di gas serra.

Diversi studi dimostrano che i pascoli gestiti con **tecniche rigenerative**, come il **pascolo rotazionale o razionale**, possono **sequestrare da 1 a 3 tonnellate di CO₂ per ettaro all'anno**, a seconda del contesto climatico, del tipo di suolo e della biodiversità vegetale.

In sintesi, il pascolo ben gestito trasforma l'allevamento da fonte di emissioni a **sistema rigenerativo**, capace di **assorbire carbonio, ripristinare ecosistemi degradati e produrre alimenti in modo resiliente** e rispettoso del clima.

4.3.2. Sistemi agro-silvo-pastorali: integrazione di alberi, colture e bestiame

I **sistemi agro-silvo-pastorali** combinano vegetazione legnosa (alberi, arbusti), pascoli e animali nello stesso spazio.

Questi sistemi offrono molteplici benefici climatici:

- Catturano carbonio sia nella biomassa aerea (alberi) che nel suolo.
- Riducono l'erosione e aumentano l'infiltrazione dell'acqua, rendendo gli ecosistemi più resilienti alla siccità.
- Modulano la temperatura locale e creano microclimi che proteggono la biodiversità e il benessere animale.
- Permettono di ridurre l'uso di sostanze chimiche, poiché gli alberi forniscono ombra, foraggio naturale e materia organica.

Esempi tipici di questi sistemi sono le **dehesas mediterranee** (ecosistemi agricoli tradizionali tipici del sud della Spagna), che immagazzinano grandi quantità di carbonio e sostengono un allevamento a basso impatto ambientale, oltre a offrire habitat preziosi per la fauna selvatica.



4.3.3. Riduzione delle emissioni nette e miglioramento dell'efficienza ecologica

Una zootecnia estensiva e agroecologica riduce le sue emissioni nette attraverso diverse modalità:

- Diminuisce l'uso di fertilizzanti azotati di sintesi, principali responsabili delle emissioni di ossido di diazoto (N_2O). Favorisce l'autonomia alimentare, evitando le emissioni legate al trasporto e alla produzione di mangimi.
- Migliora il bilancio del metano: i ruminanti al pascolo producono metano biogenico che fa parte di un ciclo naturale breve, a differenza della CO_2 fossile emessa dall'agricoltura industriale.
- Genera servizi ecosistemici che compensano le emissioni: regolazione idrica, biodiversità, prevenzione degli incendi e mantenimento dei paesaggi aperti.

Pertanto, in termini netti, un allevamento estensivo ben gestito può raggiungere emissioni prossime allo zero o addirittura essere climaticamente positivo, catturando più carbonio di quanto ne emetta.

4.3.4. Benefici aggiuntivi per l'adattamento climatico

Oltre a mitigare il cambiamento climatico, questo tipo di gestione aiuta ad adattarsi ai suoi effetti, in quanto presenta i seguenti benefici:

- Migliora la resilienza dei suoli di fronte alla siccità e alle piogge torrenziali. Diversifica la produzione (carne, latte, lana, legna, frutti, servizi turistici).
- Mantiene paesaggi a mosaico, meno vulnerabili agli incendi e alla perdita di biodiversità.
- Favorisce la sovranità alimentare locale, riducendo la dipendenza dai mercati globali vulnerabili alle crisi climatiche.

4.4. Casi studio di rilievo

4.4.1. Progetto LIFE Maronesa

Il progetto rientra nel programma LIFE dell'Unione Europea, nella categoria "Governance, informazione e azione per il clima" (Adattamento al cambiamento climatico), con il titolo completo "Market Awareness Raising for Opportunities in Needed Extensification and Soil-friendly Agriculture".

La razza autoctona bovina Maronesa, nel nord del Portogallo, è al centro di questo progetto. Questa razza tradizionale – e i pascoli montani che la sostengono – sono stati colpiti dall'abbandono, dalla riduzione dei capi allevati e dalla degradazione del paesaggio agricolo e pastorale associato. Tale degrado ha causato un aumento della vegetazione arbustiva, una riduzione dei pascoli di qualità, una minore capacità di stoccaggio del carbonio nel suolo e un maggiore rischio di incendi boschivi.

L'obiettivo principale del progetto è la conservazione della razza autoctona Maronesa e dei suoi ecosistemi montani, promuovendo un modello sostenibile di allevamento estensivo. Oltre a valorizzare, diffondere e rendere economicamente sostenibile la filiera della razza Maronesa, il progetto punta a migliorarne la rilevanza ambientale.

In particolare, si mira a:

- migliorare la fertilità del suolo,
- aumentare il contenuto di carbonio organico attraverso il pascolo rotazionale,
- prevenire gli incendi,
- mantenere la biodiversità.

L'uso di razze adattate al territorio comporta anche una minore dipendenza da input esterni.

Il progetto è iniziato nel 2020 e si concluderà nel 2025. In questo periodo sono stati osservati:

- un recupero della fertilità dei suoli,
- un aumento della produzione di pascoli e fieno, grazie all'applicazione di calcare magnesiaco e al cambiamento della flora.

Sono inoltre migliorate:

- la gestione dei boschi,
- la riduzione del rischio incendi mediante pascolo controllato,
- gli interventi sulla vegetazione arbustiva,
- la ricostituzione del mosaico vegetale.

È in corso anche un monitoraggio del carbonio nel suolo, che ha mostrato miglioramenti nel tempo.

Estendere queste buone pratiche ad altri allevatori è essenziale, affinché l'impatto non si limiti alle sole aree dimostrative. Tuttavia, il passaggio verso una nuova cultura zootecnica – fatta di pascolo controllato, rotazione, gestione degli arbusti, ecc. – richiede formazione, incentivi e supporto tecnico.



Guarda su Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=-mCM3LmdwuU>

4.4.2. Casal da Bouça

Si tratta di un'azienda zootecnica utilizzata come modello nel progetto LIFE Maronesa. Situata nel villaggio di Souto, nel comune di Vila Pouca de Aguiar, nel nord del Portogallo, ospita circa 120-130 vacche di razza Maronesa allevate in regime estensivo, oltre ad altre specie ovine e caprine.



Questa azienda si caratterizza per l'applicazione del pascolo estensivo, dove le vacche Maronesa trascorrono la maggior parte del tempo all'aria aperta, tra montagne e praterie. Il bestiame è circondato da alberi autoctoni che, oltre a fornire ombra, rappresentano anche una fonte di alimentazione. Si adotta una gestione olistica dell'azienda, regolando il carico zootecnico in base alla capacità del suolo. In tal senso, vengono raccolti dati sulla biomassa consumata da ciascuna vacca al giorno e sulla produttività dei pascoli, osservando come cambia la flora in base ai diversi regimi di pascolo.

Nell'ambito delle attività volte a migliorare la biodiversità, sono stati applicati calcare magnesiaco e fosforo per migliorare la fertilità dei "lameiros" (prati umidi) e aumentare la produzione di foraggio e fieno. Inoltre, sono state create o migliorate pozze per trattenere l'acqua durante i periodi di pioggia, aumentando così la capacità di ritenzione idrica del suolo. Si applicano anche misure di economia circolare, utilizzando il letame prodotto dal bestiame per fertilizzare gli orti adiacenti.

Per diffondere queste pratiche e sensibilizzare sui loro benefici, vengono organizzate visite guidate all'azienda e scambi tecnici con altri progetti.

Tra i risultati ottenuti, si è registrato un maggiore stoccaggio di carbonio grazie all'aumento della sostanza organica nel suolo e al miglioramento della vegetazione. È aumentata anche la capacità di adattamento del bestiame alla siccità o alla variabilità idrica, e si è ridotto il rischio di incendi grazie al pascolo e a una migliore gestione del suolo. Inoltre, la certificazione biologica della carne rappresenta un valore aggiunto al prodotto, facilitandone la vendita.



Guarda su Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=pxnB0ir92Nc>

4.4.3. Produzione sostenibile di castagne nelle aree montane di Bragança

Nelle zone montuose del nord del Portogallo, i “soutos” (castagneti) sono sistemi agroforestali tradizionali di grande importanza sociale, economica e ambientale. Tuttavia, questi ecosistemi sono oggi a rischio a causa della perdita di sostanza organica e dell’aumento dell’erosione nei suoli dei versanti, dell’inquinamento delle acque, della perdita di fertilità dovuta alla lavorazione del terreno, della pressione di malattie (come la *Phytophthora cinnamomi*), dell’abbandono del pascolo e dei cambiamenti climatici, che alternano siccità a piogge intense.

È stato dimostrato che una gestione agroecologica del suolo aiuta a mitigare questi problemi. L’obiettivo è ripristinare e mantenere la fertilità del suolo e la sua capacità di trattenere l’acqua, incrementare la biodiversità del suolo e la resilienza contro parassiti, malattie ed eventi climatici estremi. Questo migliora la produttività e la qualità della castagna in modo sostenibile e favorisce servizi ecosistemici, come la cattura del carbonio, il controllo dell’erosione o la regolazione idrica.

Applicata ai castagneti, questa gestione agroecologica prevede:

- **Mantenimento della copertura vegetale naturale**, con graminacee ed erbacee autoctone. I tagli meccanici anticipati (marzo-aprile) permettono inoltre di ridurre la competizione idrica. In questo modo si protegge il suolo senza aumentare il rischio di infezione da *Phytophthora* e si migliora l’infiltrazione dell’acqua sui pendii. È stato osservato che i castagneti con copertura vegetale naturale hanno ridotto l’erosione del 30% rispetto ai suoli lavorati.
- **Pastore controllato con ovini**, consigliato in primavera prima della fioritura del castagno, con una densità di 8–10 pecore per ettaro, a rotazione. Questo permette un controllo naturale delle infestanti e la fertilizzazione organica tramite letame. Aiuta inoltre a ridurre il rischio di incendi.
- **Pacciamatura con residui di potatura**, distribuendo uno strato di 5–10 cm intorno all’albero con foglie di castagno e resti di potatura (evitando di ammucchiarli contro il tronco per evitare umidità e infezioni), si protegge dall’erosione, si regola la temperatura e si fornisce un rilascio graduale di nutrienti.
- **Minimizzazione del disturbo**, evitando l’aratura del suolo, che diffonde malattie e degrada la qualità del suolo. Se proprio necessaria, deve essere superficiale (5–10 cm) e limitata ai casi strettamente indispensabili.
- **Gestione dell’acqua**, con raccolta e stoccaggio dell’acqua piovana in piccole vasche o trincee di infiltrazione su terrazzamenti per ricaricare il profilo del suolo. La pacciamatura e la copertura vegetale aiutano anche a ridurre l’evaporazione. L’irrigazione va usata solo su giovani piante o in anni critici, con fonti locali o acqua riciclata.

- **Controllo naturale dei parassiti**, evitando erbicidi industriali che lasciano il suolo esposto durante l'inverno. Si applica una prevenzione sanitaria mantenendo il suolo sano grazie alla materia organica e a una buona struttura che riduce l'incidenza di radici indebolite e malattie come la *Phytophthora* nei suoli mal drenati.



Queste misure si sono dimostrate efficaci nella produzione sostenibile di castagne nelle Terre Montane di Bragança (Portogallo). In questa zona, gli erbicidi sono stati sostituiti da sfalci programmati e si è introdotto il pascolo ovino in collaborazione con pastori locali. La formazione sulla gestione agroecologica del suolo ha permesso di ridurre del 90% l'uso di erbicidi e di aumentare del 15% la produttività. È stato così dimostrato che è possibile produrre castagne senza l'utilizzo di erbicidi, combinando coperture vegetali naturali, pascolo e pacciamatura locale. Inoltre, questo sistema comporta benefici aggiuntivi, come la riduzione dei costi legati a macchinari e prodotti chimici, e la rivalutazione del prodotto tramite certificazioni ecologiche.

ALCUNE INFORMAZIONI AGGIUNTIVE

Per maggior informazioni è possibile consultare il [Manual de Buenas Prácticas del Castaño](#).

4.5. Lezioni apprese

L'esperienza di questi progetti permette di trarre una serie di conclusioni utili per future iniziative agroecologiche:

- **L'adattamento locale è fondamentale.** Razze come la Maronesa, o casi di sistemi come Casal da Bouça o i castagneti sostenibili, dimostrano che le soluzioni specifiche per il territorio sono più efficaci rispetto a modelli generici.
- **Sinergie clima-biodiversità.** Tutte queste aziende dimostrano che la mitigazione climatica e la conservazione delle specie (ad esempio, il lupo iberico nelle zone di pascolo) possono coesistere.
- **Redditività.** La vendita di prodotti con certificazione biologica o "carbon neutral" migliora la sostenibilità economica, quindi è necessario creare marchi di qualità sostenuti dalle amministrazioni pubbliche.

- **Formazione e scambio di conoscenze.** La formazione è essenziale affinché agricoltori e allevatori conoscano i vantaggi di questi sistemi e sappiano come adattarli alle loro coltivazioni. Allo stesso modo, la partecipazione a reti di conoscenza, come i Gruppi Operativi della PAC, amplia gli strumenti e le conoscenze applicabili.
- **Sostegno politico.** È fondamentale che le amministrazioni pubbliche si impegnino e finanzino progetti pilota basati su questi modelli.



5. Creazione di sistemi di coltivazione innovativi e monitoraggio ambientale con tecnologie open source

Questa sezione del Manuale ha l'obiettivo di proporre soluzioni semplici ed efficaci che permettano sia a singoli individui che a comunità di implementare sistemi di coltivazione sostenibili, a basso costo e di facile realizzazione.

Per questo motivo, nelle pagine seguenti vengono illustrate istruzioni operative passo dopo passo per la costruzione di alcuni sistemi di coltivazione e monitoraggio, utili ad affrontare problemi attuali come la siccità e il cambiamento climatico, promuovendo al contempo la collaborazione e lo scambio di conoscenze. In particolare, vengono presentati tre prototipi in modalità “fai-da-te” – Do It Yourself (DIY):

- un germinatore di semi,
- un orto rialzato di tipo “wicking bed”,
- un sistema elettronico per il monitoraggio ambientale (stazione meteorologica domestica con sensori).

5.1. Costruzione di un Wicking Bed.

In un mondo in cui l'acqua è una risorsa sempre più preziosa e molte persone vivono in ambienti urbani senza accesso diretto a un giardino, il wicking bed si presenta come una soluzione di coltivazione semplice, economica e sostenibile per ortaggi, erbe aromatiche e persino fiori.

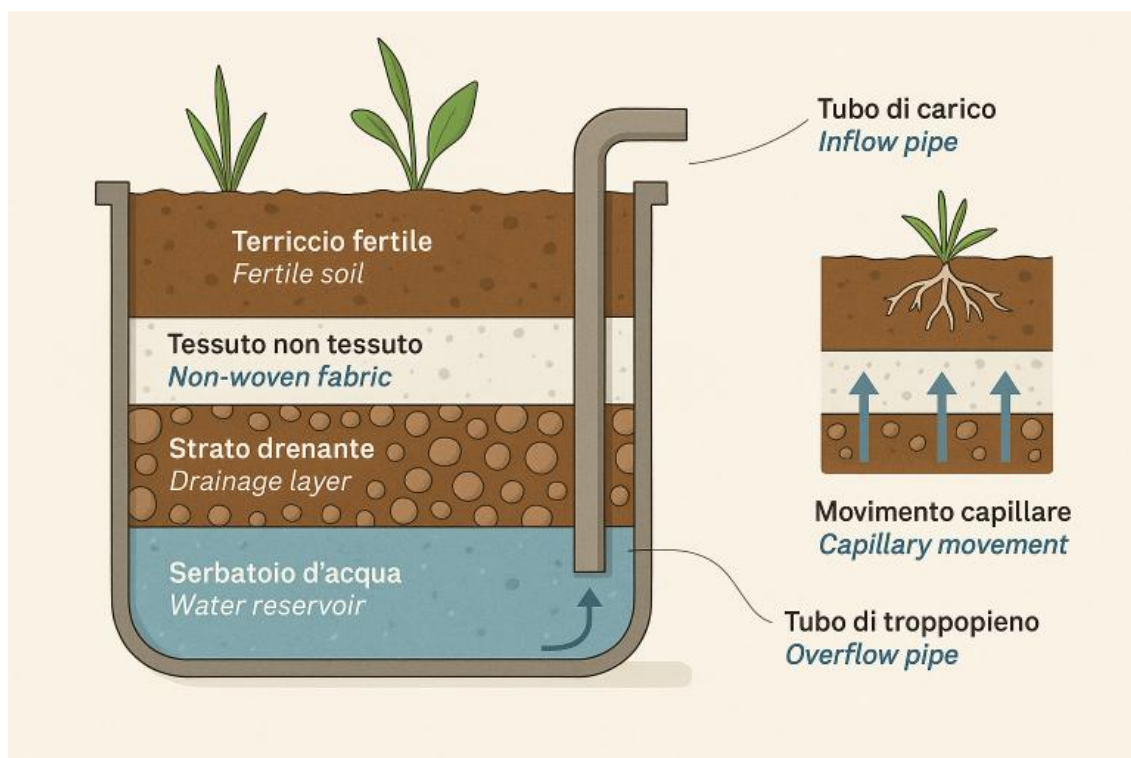
Si tratta di un sistema di orto rialzato con autoirrigazione per capillarità, che riduce drasticamente il consumo di acqua, facilita l'agricoltura urbana (anche per chi ha mobilità ridotta o poca esperienza) e genera opportunità di apprendimento e inclusione in scuole, comunità e associazioni.

Un **wicking bed** è una cassetta di coltivazione rialzata che incorpora un serbatoio d'acqua alla base, il quale mantiene umido il substrato grazie all'azione capillare. Le radici delle piante “bevono” l'acqua di cui hanno bisogno direttamente dal basso, eliminando la necessità di irrigazioni frequenti.

In pratica, consiste in una cassa di legno impermeabilizzata internamente, il cui fondo contiene uno strato di materiale poroso (ad esempio argilla espansa o ghiaia) che funge da riserva d'acqua. Sopra questo strato drenante si colloca un tessuto geotessile (noto anche come tessuto non tessuto), e sopra di esso il substrato o terreno di coltivazione.

Grazie a questo design, il terreno rimane costantemente umido per effetto della risalita capillare dell'acqua dal serbatoio sottostante, sfruttando al massimo la risorsa idrica

senza perdite per percolazione. Un altro vantaggio è che il livello dell'acqua immagazzinata può essere controllato tramite un sistema di tubi: uno per il riempimento dall'alto e un tubo laterale di troppo pieno o sfioratore che evita ristagni, permettendo di drenare l'eccesso.



Tra i vantaggi di questo sistema ci sono:

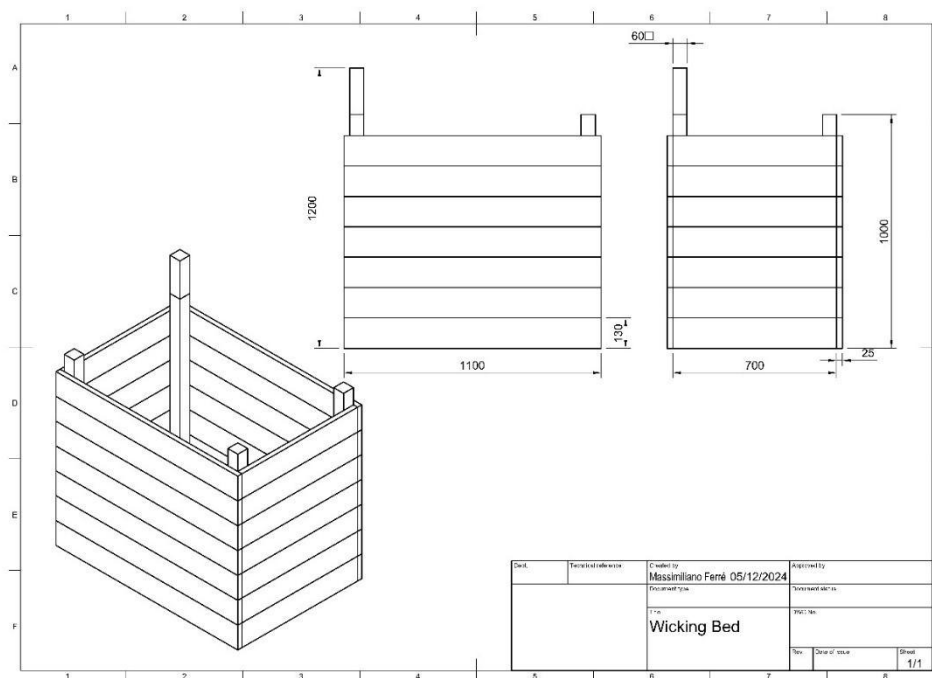
- **Risparmio idrico:** fino all'80% in meno di consumo rispetto a un orto tradizionale.
- **Irrigazione poco frequente:** ideale per climi caldi o situazioni in cui non è possibile irrigare ogni giorno. Il serbatoio garantisce diversi giorni (o addirittura settimane) di autonomia.
- **Maggiore autonomia per le piante:** dispongono sempre dell'umidità necessaria senza stress idrico.
- **Accessibilità:** essendo rialzato, è facile da gestire per bambini, persone anziane o con disabilità (non bisogna chinarsi e si può adattare l'altezza).
- **Riciclo dei materiali:** può essere costruito con materiali riutilizzati o economici.
- **Adattabilità:** le tecniche di costruzione possono essere adattate secondo le esigenze (spazio disponibile, dimensioni desiderate, tipo di colture, ecc.).

5.1.1. Materiali e attrezzature necessarie

En la siguiente tabla, se enumeran los materiales necesarios para un cajón de unos 155 x 100 cm, así como su función dentro de nuestra instalación.

Materiali necessari per un wicking bed 155 x 100 cm	
<i>Materiale</i>	<i>Indicazione pratica</i>
<i>Tavole di larice¹ spessore 25 mm</i>	<i>Altezza max cassone 90 cm</i>
<i>viti Ø6x55 mm da legno</i>	<i>Per l'assemblaggio del cassone</i>
<i>Telo impermeabile PVC 3x4 m</i>	<i>Per rendere stagno il serbatoio</i>
<i>Ghiaia / argilla espansa 300 L</i>	<i>Strato drenante 30 cm</i>
<i>Tessuto non tessuto</i>	<i>Per separare ghiaia e terra</i>
<i>Terriccio di qualità 1000 L</i>	<i>Preferibilmente con compost</i>
<i>Tubo carico acqua Ø20 mm</i>	<i>Per riempire il serbatoio dall'alto</i>
<i>Curva M PN 3/4 x 25</i>	<i>Scarico per troppopieno</i>
<i>Tee ottone 3/4</i>	<i>Raccordo a 3 vie</i>
<i>Niples PN 3/4 x 25 (2pz)</i>	<i>Collegamento tubo di carico e tubo di irrigazione</i>
<i>Niples 3/4 M x 3/4 F</i>	<i>Per raccordare la TEE alla curva del troppopieno attraverso lo spessore del legno</i>
<i>Tubo di riempimento</i>	<i>Per riempire la vasca</i>
<i>Piletta vascone 3/4</i>	<i>Per serraggio sistema idraulico su assi di legno</i>
<i>Guarnizione gomma alta 3/4</i>	<i>Per l'isolamento del sistema idraulico</i>

¹ Va bene qualsiasi legno resistente alle intemperie; consigliamo il larice perché è duraturo e naturalmente resistente all'acqua



Strumenti necessari

- ✓ *Trapano avvitatore con fresa a tazza e puntali*
- ✓ *Sega circolare o troncatrice o seghetto alternativo*
- ✓ *Forbici robuste o cutter*
- ✓ *Livella*
- ✓ *Metro*
- ✓ *Teflon*
- ✓ *Pinzatrice per fissare il telo (opzionale)*
- ✓ *guanti e occhiali protettivi*

5.1.2. Procedimento passo-passo

1. **Preparazione del cassone:** Taglia le tavole di legno alle dimensioni desiderate (ad esempio formando una struttura di 155 × 100 cm e circa 90 cm di altezza). Assembla il cassone unendo le tavole con viti, usando rinforzi agli angoli (possono essere listelli quadrati interni) per renderlo solido. Posiziona il cassone già montato su un terreno livellato e stabile.



2. **Installazione dei tubi:** praticare un foro in uno dei lati corti del cassone (circa a 20 cm dal fondo) per installare il tubo di troppo pieno. Inserisci in quel foro il gomito da 3/4" collegato alla T, in modo che l'estremità del gomito sia a filo con l'interno (questo sarà il livello massimo dell'acqua). Rivestire l'interno del cassone con il telo impermeabile, adattandolo bene agli angoli (puoi fissarlo con graffette o listelli per evitare che si muova). Successivamente, posizionare verticalmente il tubo di carico all'interno del cassone, facendolo passare attraverso la base fino alla T (servirà per riempire l'acqua). Sistemare anche un tubo di irrigazione forato orizzontalmente lungo il fondo (questo tubo, con più fori, distribuirà l'acqua del serbatoio in modo uniforme sotto la ghiaia; può essere ad esempio un tubo in PVC da 20 mm forato, collegato lateralmente alla T). Infine, regolare e avvitare bene tutti i raccordi (usa del teflon sulle filettature per evitare perdite). Alla fine di questo passaggio si dovrebbe avere: un tubo verticale verso l'alto (riempimento), una T collegata al tubo forato sul fondo, e un gomito che attraversa la parete come troppo pieno.





3. **Prima prova di tenuta:** riempire parzialmente il serbatoio d'acqua attraverso il tubo di carico verticale e verificare che non ci siano perdite nelle connessioni (in particolare intorno al foro del troppo pieno e nelle giunzioni filettate). Se ci sono gocciolamenti, regolare i raccordi o applicare del sigillante fino a garantire la completa tenuta.
4. **Strato drenante:** riempire il fondo del cassone con argilla espansa o ghiaia fino a raggiungere un'altezza di circa 25–30 cm. Questo strato circonda il tubo di irrigazione perforato. Verificare che l'altezza del tubo di troppo pieno sia leggermente inferiore a quella dello strato drenante (il troppo pieno deve scaricare l'acqua quando il livello supera la ghiaia, per evitare che il substrato soprastante rimanga sommerso). Se necessario, regolare la posizione del gomito.



5. **Posizionamento del tessuto non tessuto:** stendere il tessuto non tessuto sopra lo strato di ghiaia, coprendolo completamente. Questo tessuto eviterà che il substrato si mescoli con la ghiaia e ostruisca i pori di drenaggio, ma consentirà il passaggio dell'acqua per capillarità.
6. **Riempimento con substrato:** riempire il resto del cassone con il substrato preparato (terra fertile, preferibilmente mescolata con compost). Riempire fino al bordo, ma senza compattare eccessivamente: assesta semplicemente la terra con la mano per eliminare eventuali sacche d'aria di grandi dimensioni.



7. **Avvio del sistema:** versare acqua nel tubo di carico fino a riempire il serbatoio inferiore. Sarà pieno quando inizierà a uscire acqua dal tubo di troppopieno laterale (l'eccesso). Lasciare riposare per alcune ore e controllare nuovamente il livello. All'inizio, la terra assorbirà un po' d'acqua, quindi il livello potrebbe abbassarsi. In tal caso, rabboccare nuovamente fino a stabilizzarsi.
8. **Piantagione:** il wicking bed è pronto per essere coltivato! Semina o trapianta i tuoi ortaggi, piante aromatiche, fiori, ecc. a seconda della stagione. Disponi le piante sulla superficie del substrato, lasciando spazio sufficiente tra loro, e annaffiale leggermente dall'alto solo la prima volta, per far assestare il terreno attorno alle radici.



5.1.3. Manutenzione e gestione

- Controlla periodicamente il livello dell'acqua tramite il tubo di carico (puoi usare una bacchetta oppure semplicemente guardare se si vede l'acqua sul fondo del tubo).
- Riempi il serbatoio circa ogni 1–2 settimane (la frequenza dipenderà dal clima e dal tipo di piante). Nei climi molto caldi o durante le stagioni secche, controlla almeno una volta a settimana.
- Evitare ristagni prolungati: se sono previste piogge abbondanti, assicurarsi che il troppo pieno funzioni correttamente e scarichi l'acqua in eccesso; se il sistema rimane saturo d'acqua troppo a lungo, le radici potrebbero soffrire per mancanza di ossigeno.

- In inverno (o nei climi freddi): svuotare o abbassare il livello del serbatoio se c'è rischio di gelate prolungate, per evitare danni causati dal congelamento dell'acqua (il ghiaccio potrebbe espandersi e rompere il telo impermeabile o i collegamenti).
- Rinnovare parzialmente il substrato ogni 1–2 anni, aggiungendo compost o terra nuova per reintegrare i nutrienti, poiché col tempo le piante esauriscono parte della fertilità del suolo.

5.2. Prototipo di un wicking bed in miniatura (germinatoio)

Dopo aver presentato il wicking bed in scala reale, proponiamo anche un **modello in scala ridotta**, pensato per chi si avvicina per la prima volta a questo tipo di coltivazione. Si tratta di una struttura semplice, facilmente trasportabile e molto economica, che può rappresentare un primo approccio pratico al sistema. Oltre a questo, può essere utilizzata come **germinatoio** per avviare la crescita dei semi, da trapiantare successivamente nel wicking bed vero e proprio.

Materiali utili alla realizzazione:

- ✓ **Contenitore in plastica** da circa 55 litri di capacità, preferibilmente per uso alimentare (privo di sostanze tossiche) e con ruote o maniglie per facilitarne lo spostamento. Ad esempio, un contenitore in polipropilene per lo stoccaggio.
- ✓ **Argilla espansa** (20 litri) per lo strato drenante. In alternativa, si può usare ghiaia vulcanica o altro substrato inerte leggero.
- ✓ **Kit di tubi e connettori idraulici** di dimensioni ridotte: in pratica una versione miniaturizzata del sistema precedente. Si possono utilizzare tubi in PVC da Ø16 mm invece di 20 mm, con i relativi gomiti, tee e passaparete con filetto da 1/2". Un piccolo tratto di tubo flessibile forato fungerà da tubo di irrigazione sul fondo.
- ✓ **Tessuto non tessuto** per separare l'argilla dal terriccio (un pezzo sufficiente a coprire la superficie della scatola).
- ✓ **Terriccio universale** (circa 40–50 litri) per riempire il contenitore (può essere mescolato con torba o perlite per alleggerirlo, se il contenitore è mobile).



Il montaggio di questo germinatore avviene in modo analogo al wicking bed grande, adattandone però le dimensioni: si fora il lato della scatola di plastica per installare un piccolo tubo di troppopieno laterale (a circa 10 cm dal fondo, a seconda dell'altezza del contenitore), e si inserisce un tubicino verticale per il riempimento dell'acqua. Sul fondo si versa l'argilla espansa (circa 10–15 cm a formare il serbatoio), che viene poi coperta con il tessuto non tessuto, sopra al quale si aggiunge il substrato fino a riempire. Un tubicino forato distribuito sul fondo (collegato a quello di riempimento) garantirà un'irrigazione uniforme. Si riempie il serbatoio d'acqua attraverso il tubo verticale fino a quando l'acqua inizia a uscire dal troppo pieno, e il sistema è pronto per l'uso.

Questo piccolo germinatore è ideale da collocare su una terrazza o anche all'interno, vicino a una finestra. Permette di avviare semenzai sfruttando l'autoregolazione dell'umidità del wicking bed: i semi germinano in un substrato sempre umido, ma mai inzuppato. Una volta che le piantine sono cresciute abbastanza, si possono trapiantare (con la zolla) nell'orto principale o in vasi individuali. In questo modo, il mini-wicking bed funziona come un "vivaio" portatile ma anche come dimostrazione educativa: studenti o principianti possono costruirlo rapidamente e osservare in poche settimane il ciclo di germinazione, comprendendo al contempo il principio dell'irrigazione per capillarità.



5.3. Sistema di monitoraggio ambientale con Micro:bit (stazione meteorologica "fai da te").

Per completare i sistemi di coltivazione descritti in precedenza, si propone l'installazione di una piccola stazione di monitoraggio ambientale per orti, utilizzando tecnologia open source e a basso costo. Il cuore di questo sistema è la scheda **BBC Micro:bit**, un microcontrollore compatto progettato per l'apprendimento della programmazione, dell'elettronica e del pensiero computazionale in contesti educativi. Il Micro:bit include sensori integrati (luce, temperatura, accelerometro, magnetometro),

pulsanti, una matrice di LED e connettività wireless, rendendo possibile la realizzazione di progetti interattivi con un'interfaccia molto semplice e accessibile anche ai principianti assoluti.

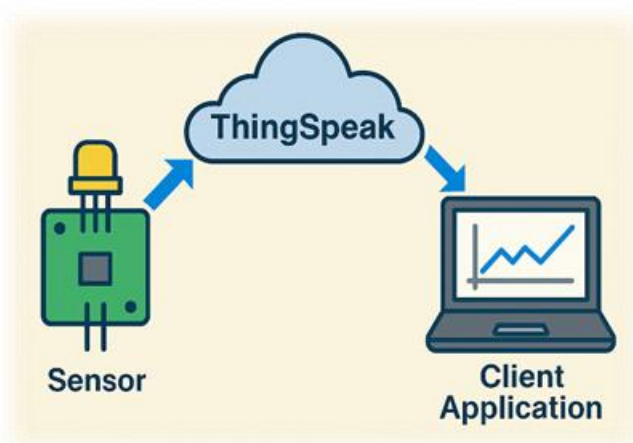
Nel nostro caso, è **stato scelto il Micro:bit per la stazione di monitoraggio** perché consente di introdurre i concetti base della programmazione e della sensoristica in modo pratico e intuitivo, anche con studenti senza alcuna esperienza in elettronica. Inoltre, stimola la curiosità attraverso la sperimentazione diretta, poiché i partecipanti possono montare e vedere funzionare in tempo reale i propri sensori ambientali. Per questo motivo, il Micro:bit si è dimostrato particolarmente utile anche con bambini e giovani a rischio di esclusione sociale, grazie a progetti tangibili e divertenti.

In più, grazie alla sua flessibilità, il Micro:bit può essere programmato sia con linguaggi visuali tipo Scratch (nell'ambiente **MakeCode**), sia in **Python**, adattandosi a diversi livelli di competenza e permettendo di passare a un codice più avanzato quando necessario.

La stazione meteorologica proposta sarà alimentata **tramite energia solare** (pannelli fotovoltaici + batteria) e sarà in grado di **trasmettere i dati raccolti in tempo reale via WiFi** verso una pagina web pubblica, sempre accessibile. In questo modo, i dati ambientali locali potranno essere condivisi con la comunità scolastica o nell'ambito di progetti di **citizen science**.

5.3.1. Kit IoT (l'internet delle cose) per Micro:bit

Per costruire un prototipo funzionale a fini didattici, abbiamo scelto di utilizzare un **kit IoT progettato per Micro:bit** (nel nostro caso, l'**ElecFreaks IoT:bit kit**). Questo kit include una serie di **sensori, attuatori e moduli di comunicazione** che si collegano facilmente alla scheda Micro:bit, creando un dispositivo capace di raccogliere dati ambientali, elaborarli e comunicarli in rete.



I componenti tipici di un kit IoT per Micro:bit sono:

- **Sensori ambientali:** di temperatura, umidità relativa, luce, suono (rumore), qualità dell'aria (gas/CO₂), umidità del suolo, pressione atmosferica, tra gli altri.
- **Attuatori:** ad esempio, un piccolo buzzer per allarmi acustici, luci LED o un mini relè per controllare dispositivi esterni.

- **Modulo WiFi:** solitamente basato su un chip ESP8266 o simile, per collegare il Micro:bit a Internet tramite WiFi.
- **Scheda di espansione (shield) con supporto batteria:** il Micro:bit si inserisce in questa scheda che fornisce porte aggiuntive e alimentazione autonoma. L'espansione **IoT:bit**, ad esempio, espone tutti i pin del Micro:bit a 3V tramite connettori plug, e integra un **modulo WiFi**, un **orologio in tempo reale (RTC)** e un **alloggiamento per batterie**, permettendo la creazione di un sistema indipendente e di lunga durata.
- **Display OLED** (in alcuni kit): piccolo schermo, tipicamente da 0,96" o 1,3", per mostrare dati locali (temperatura, ecc.).
- **Cavi e accessori per connessione rapida** (cavi jumper, viti, ecc.).

Questo kit ci permetterà di monitorare **parametri ambientali** in un orto o in aula (temperatura dell'aria, umidità, luce solare, livello di rumore, umidità del suolo, presenza di gas, ecc.) e di inviare i dati a **piattaforme cloud** (come ThingSpeak, Blynk, IFTTT) per archivarli, visualizzarli graficamente in tempo reale o attivare **avvisi automatici**.

Inoltre, può ricevere **comandi remoti**: ad esempio, un utente via Internet può accendere un attuatore (come una pompa per l'irrigazione) se l'umidità scende troppo, oppure il sistema può inviare una notifica al telefono tramite IFTTT quando si verifica un evento (pioggia, superamento di temperatura, ecc.).

In questo modo è possibile realizzare:

- Mini **stazioni meteorologiche portatili**
- Sistemi di **irrigazione automatizzata**
- **Allarmi intelligenti** (es. un buzzer che suona se fa troppo caldo in serra)
- E molte altre applicazioni educative e pratiche.

5.3.2. Montaggio del sistema



Ogni sensore o attuatore collegato al Micro:bit si comporta come un piccolo circuito che necessita sempre almeno di due connessioni: una di alimentazione positiva (**VCC**, generalmente 3V nel caso del Micro:bit) e una di massa (**GND**). Inoltre, nei sensori digitali è richiesto un terzo cavo di segnale, che è incaricato di trasportare i dati da (o verso) il Micro:bit.

Alcuni moduli più complessi (ad esempio, sensori con comunicazione seriale **I²C** o **SPI**) possono richiedere anche un quarto filo per sincronizzare i segnali di clock o permettere comunicazioni bidirezionali, ma in generale tre fili sono sufficienti per la maggior parte dei sensori di base. La scheda di espansione **IoT:bit** menzionata precedentemente facilita queste connessioni offrendo **porte triple (VCC-GND-Signal)** pronte per collegare i sensori senza saldature.

Inoltre, dato che il Micro:bit funziona a **3.3 V**, tutti i sensori scelti devono lavorare a quel voltaggio, restando entro il limite di corrente che il microcontrollore può fornire senza problemi.

Per programmare il Micro:bit abbiamo utilizzato l'ambiente ufficiale **Microsoft MakeCode**, disponibile online (<https://makecode.microbit.org>) e anche in versione offline. MakeCode consente di programmare con **blocchi grafici tipo puzzle** (molto intuitivo per i principianti), oppure passare alla modalità testuale **JavaScript/Python** per un maggiore controllo. In alternativa, si può programmare in **Python** utilizzando editor come **Mu** o lo stesso MakeCode in modalità Python, aprendo possibilità più avanzate se desiderato.

Il programma per la stazione è stato sviluppato in MakeCode tramite blocchi. All'avvio della scheda Micro:bit, il codice esegue i processi di inizializzazione necessari per il corretto funzionamento dell'intero sistema:

- **Inizializza il display OLED**, cancellando eventuali dati precedenti e preparando l'interfaccia per mostrare le letture;
- **Stabilisce la connessione WiFi** utilizzando il modulo ESP8266 integrato, connettendosi alla rete locale tramite le credenziali configurate (SSID e password);
- **Configura i pin del Micro:bit** per comunicare con ogni sensore (ad esempio, attivando la comunicazione I²C con il sensore di temperatura/pressione, definendo ingressi analogici se richiesti, ecc.).

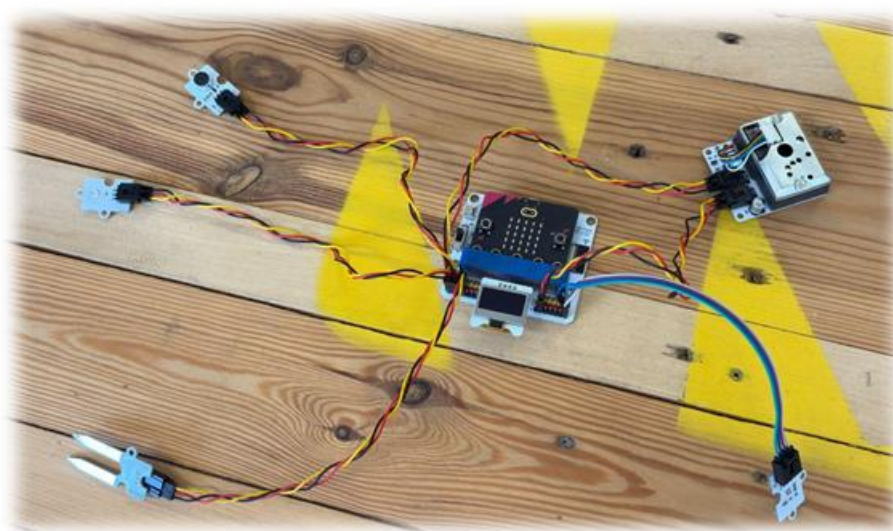
Dopo l'inizializzazione, il programma principale entra in un **ciclo infinito**, che si occupa di:

- **Leggere periodicamente ogni sensore** (es. ogni minuto o a intervalli prestabiliti);

- **Aggiornare il display OLED** con i valori rilevati (es. 25°C, 60% UR, 1012 hPa, luce 300 lx, rumore 40 dB);
- **Inviare i dati a una piattaforma web** per la registrazione. In questo caso, è stato usato **ThingSpeak**, un servizio IoT gratuito in cui si possono creare canali di dati.

Tramite l'**API di ThingSpeak**, il Micro:bit invia una richiesta **HTTP** dopo ogni lettura con i nuovi dati, che vengono così archiviati nel cloud. Successivamente, questi dati possono essere visualizzati in **grafici in tempo reale** accedendo al canale pubblico di ThingSpeak, oppure incorporati in un sito web del progetto.

(Questo processo richiede che il Micro:bit sia connesso a Internet tramite WiFi. A questo provvede la scheda IoT:bit, e MakeCode dispone di estensioni che semplificano l'invio dei dati ai servizi web.)



ALCUNE INFORMAZIONI AGGIUNTIVE

Se vuoi maggiori informazioni su come assemblare e programmare un sistema di monitoraggio ambientale completo con Micro:bit puoi consultare lo specifico manuale allegato: [Assemblaggio e programmazione di una stazione meteo IoT con Micro:bit](#)

5.3.3. Utilità pedagogica del Micro:bit

Questo tipo di sistemi è utile in ambito educativo poiché introduce in modo concreto concetti come sensori, reti e automazione, che spesso risultano astratti, rendendoli invece tangibili e comprensibili per gli studenti.

Inoltre, la semplicità di programmazione, tramite MakeCode (l'editor grafico di Microsoft per Micro:bit) o Python, consente di iniziare con blocchi visivi e progredire poi alla scrittura di codice, adattandosi così a diversi livelli scolastici (primaria, secondaria, formazione professionale, ecc.).

Installare e collegare sensori ambientali – come sensori di particolato, luminosità, temperatura e umidità dell’aria, umidità del suolo, pressione atmosferica o rumore – in un contesto didattico offre una reale opportunità per rendere visibile ciò che normalmente è invisibile. Gli studenti possono raccogliere dati locali relativi al loro ambiente scolastico o comunitario, imparando così, in modo esperienziale, nozioni legate alla qualità dell’aria, ai microclimi, al ciclo dell’acqua, ecc.

Dal punto di vista pedagogico, gli studenti imparano a leggere dati in tempo reale, riflettere su fenomeni come l’inquinamento atmosferico o i cambiamenti climatici locali e collegare tali osservazioni ad azioni concrete di cura e gestione sostenibile dell’orto. Dal punto di vista più tecnico o di ricerca, il sistema permette di confrontare misurazioni in punti diversi, osservare variazioni stagionali o microclimatiche e verificare con dati l’efficacia di interventi come i wicking bed rispetto ai metodi tradizionali.

In definitiva, la monitorizzazione ambientale multisensoriale, associata a un progetto concreto e visibile come l’orto, contribuisce a “rendere visibile l’invisibile”: mostra come l’interazione tra ambiente e tecnologia possa generare nuove consapevolezze e strumenti per affrontare le sfide ambientali del presente.



FISH

Farmers
Innovation
Science
Hub

Il manuale del progetto Erasmus+ KA210 FISH è una guida teorico-pratica pensata per migliorare la produzione sostenibile di piante e pesci. È frutto della collaborazione tra diverse organizzazioni partner del progetto.



Erasmus+