



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di Laurea in: SCIENZE AMBIENTALI E PROTEZIONE CIVILE

**ECOLOGIA E ECONOMIA DEL RESTAURO:
IL PROCESSO DI RIPRISTINO DEGLI ECOSISTEMI**

The ecology and economics of restoration: the process of restoring ecosystems

Tesi di Laurea di:
Michele Monaldi

Docente Referente:
Prof.ssa Cristina Gambi

Sessione estiva: Luglio 2024
Anno Accademico 2023/2024

Breve panoramica sul restauro ecologico: teorie, strategie e pratiche

Ecologia del restauro è lo studio dei processi che supportano il ripristino della biodiversità e dei servizi ecosistemici danneggiati.

La «*Society for Ecological Restoration*» (SER), definisce il restauro ecologico come l'assistenza nel recupero di un ecosistema degradato o distrutto. La distinzione tra le due definizioni risiede nel fatto che, secondo la SER, il processo di ripristino non include necessariamente la tutela e la protezione della biodiversità.

L'ecologia è una scienza nata recentissimamente, negli ultimi 40 anni circa. I temi dell'aumento delle temperature e dell'impatto antropico stanno interessando sempre di più gli ecosistemi di tutto il mondo, generando una maggiore attenzione sulle tematiche ambientali sia a livello sociale che economico.

Perché il restauro ecologico?

Il restauro ecologico

- ❖ è sempre più rilevante per la sostenibilità ambientale;
- ❖ rappresenta un impegno verso la riparazione dei danni ambientali causati dalle attività umane e verso la conservazione del patrimonio naturale.
- ❖ può avere significativi benefici economici a lungo termine.

La ripresa degli ecosistemi può sostenere attività economiche come il turismo sostenibile, la pesca e l'agricoltura, e ridurre i costi associati ai disastri naturali e alla perdita di produttività del suolo.

In questa presentazione verranno esaminate:

- ❖ le varie leggi, convenzioni e progetti attuati in Europa per fornire un quadro delle azioni politiche in corso e del livello di coinvolgimento attivo degli stati su questo tema.
- ❖ tre componenti fondamentali del restauro: quando intervenire, dove operare, cosa ripristinare in un ecosistema danneggiato.
- ❖ le implicazioni economiche: come ottenere i fondi necessari, come gestirli in maniera efficiente attraverso una pianificazione iniziale e come ottenerli attraverso assicurazioni ambientali e moltiplicatori di costo.

Evoluzione della politica ambientale dell'UE :

1 → *Atto unico europeo, 1987* :

- ▶ Inserimento del titolo "Ambiente" come base giuridica per la politica ambientale comune.
- ▶ Obiettivi: salvaguardia della qualità dell'ambiente, protezione della salute umana, uso razionale delle risorse naturali.

2 → *Trattato di Lisbona, 2009* :

- ▶ Il riferimento al combattimento dei cambiamenti climatici diviene esplicito
- ▶ Si inserisce lo sviluppo sostenibile fra gli obiettivi primari.

Principi della politica ambientale dell'UE:

- Principio di precauzione: gestione dei rischi in caso di incertezza scientifica. Esempio: ritiro di prodotti potenzialmente pericolosi dal mercato.

- Principio "chi inquina paga": attuato dalla direttiva sulla responsabilità ambientale. Obbligo per gli operatori di adottare misure preventive e riparative e sostenere i costi

Evoluzione della politica ambientale dell'UE :

Iniziative e strategie chiave:

- **Green Deal europeo** (2019): Obiettivo di fare dell'Europa il primo continente a impatto climatico zero. Normativa dell'UE sul clima (2021): neutralità climatica entro il 2050 e riduzione delle emissioni nette di almeno il 55% entro il 2030.

- Strategia sulla biodiversità per il 2030: Protezione della natura e inversione del degrado degli ecosistemi. Approvata dal Parlamento nel 2021.

- **Legge europea sul ripristino della natura** (2024): ripristino del 30% degli habitat in cattive condizioni entro il 2030, 60% entro il 2040, e 90% entro il 2050.

Adozione di Piani Nazionali di ripristino da parte dei paesi dell'UE.

Valutazione e monitoraggio ambientale:

- **Valutazione dell'impatto ambientale** (VIA) e Valutazione ambientale strategica (VAS): obbligatorie per progetti e piani significativi.

Integrazione delle considerazioni ambientali in fase di pianificazione.

Convenzione di Århus (2001): Diritti dei cittadini: partecipazione pubblica, accesso alle informazioni e accesso alla giustizia in materia ambientale.

Implementazione e applicazione:

Criteri minimi per le ispezioni ambientali (2001):

Sanzioni penali per crimini ambientali.

Crimini inclusi: scarico illecito di sostanze, commercio illegale di specie selvatiche e sostanze che riducono lo strato d'ozono, spedizione o scarico illegale di rifiuti.

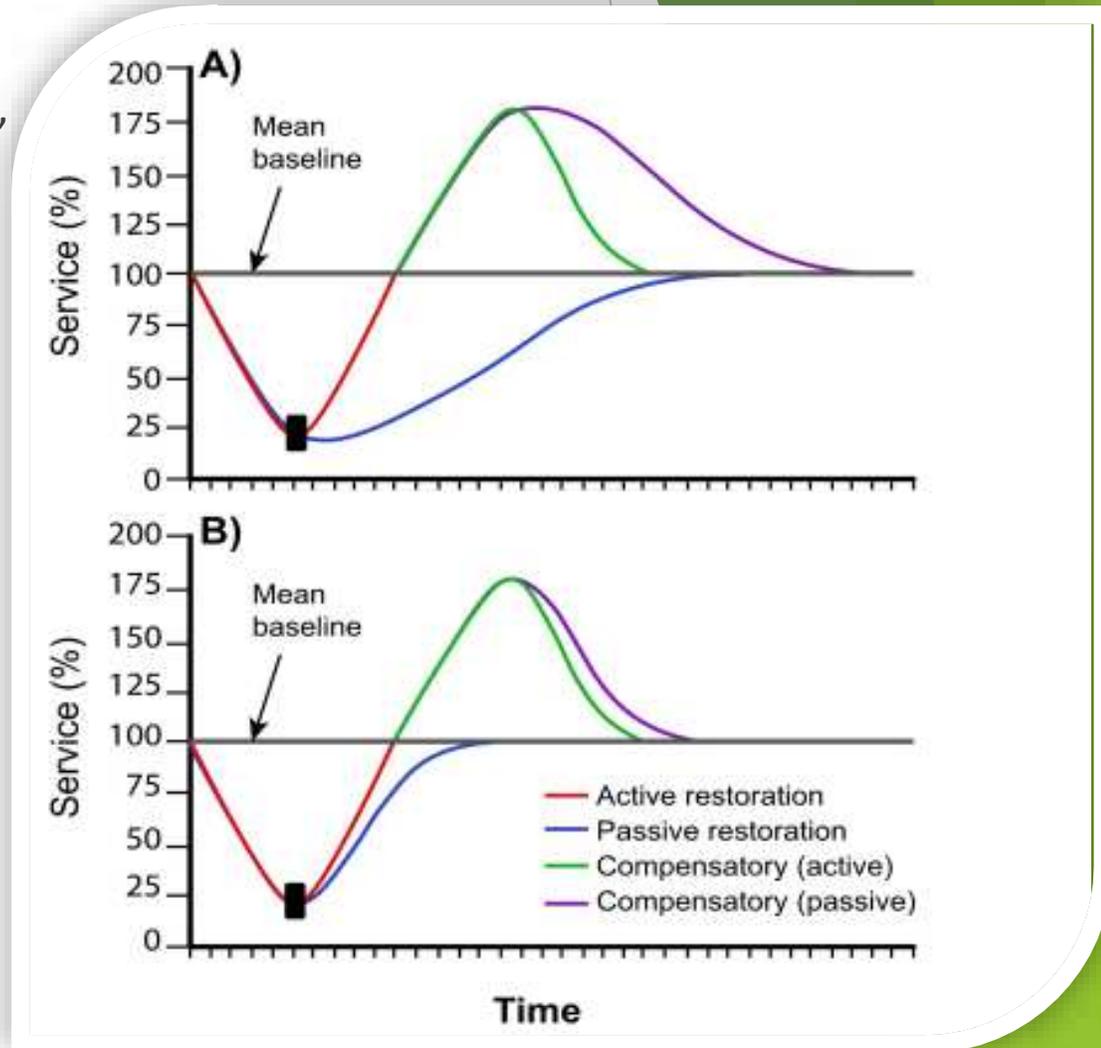
Quando ripristinare

- ▶ **Restauro passivo:** definito come un ossimoro perché il restauro implica un intervento attivo. Il recupero avviene attraverso processi naturali fino al raggiungimento di una condizione sana.

- ▶ **Restauro attivo:** oltre che alla rimozione del fattore dannoso, include interventi aggiuntivi per accelerare il recupero rispetto ai tassi naturali.

- ▶ **Determinazione della tipologia di ripristino:** dipende dal grado di danno, dal tasso di recupero, dagli obiettivi di restauro, fondi e costi.

- ▶ **Ripristino compensativo**



Dove ripristinare

- ▶ La definizione di restauro stabilisce che il recupero della biodiversità e delle funzioni dell'ecosistema può essere svolto nello stesso luogo in cui si è verificato il danno (in situ) o altrove (ex situ).

Anche se il restauro in loco è per la maggior parte delle volte preferibile, si verificano delle situazioni in cui il ripristino ex situ potrebbe essere migliore o addirittura richiesto. Soprattutto per queste ragioni principali:

- 1) Potrebbe essere obbligatorio in alcuni paesi, in base alla loro legislazione; il miglioramento delle risorse naturali in siti diversi da quello in fase di ripristino per compensare il pubblico delle risorse che sono state perse.
- 2) Oppure in situazioni in cui lo stress non può essere rimosso, dove la rimozione non è pratica, o dove il danno è irreversibile. Ciò accade spesso con alcune specie invasive e contaminanti che non possono essere rimossi senza causare danni estesi o quando ci sono input continui dal paesaggio circostante.
- 3) Un altro caso in cui è preferibile: se si prevede un deterioramento della biodiversità locale.

Nonostante questo, la gran parte dei lavori si svolge nei paesi più sviluppati piuttosto che in quelli in via di sviluppo dove la necessità del ripristino è più acuta.

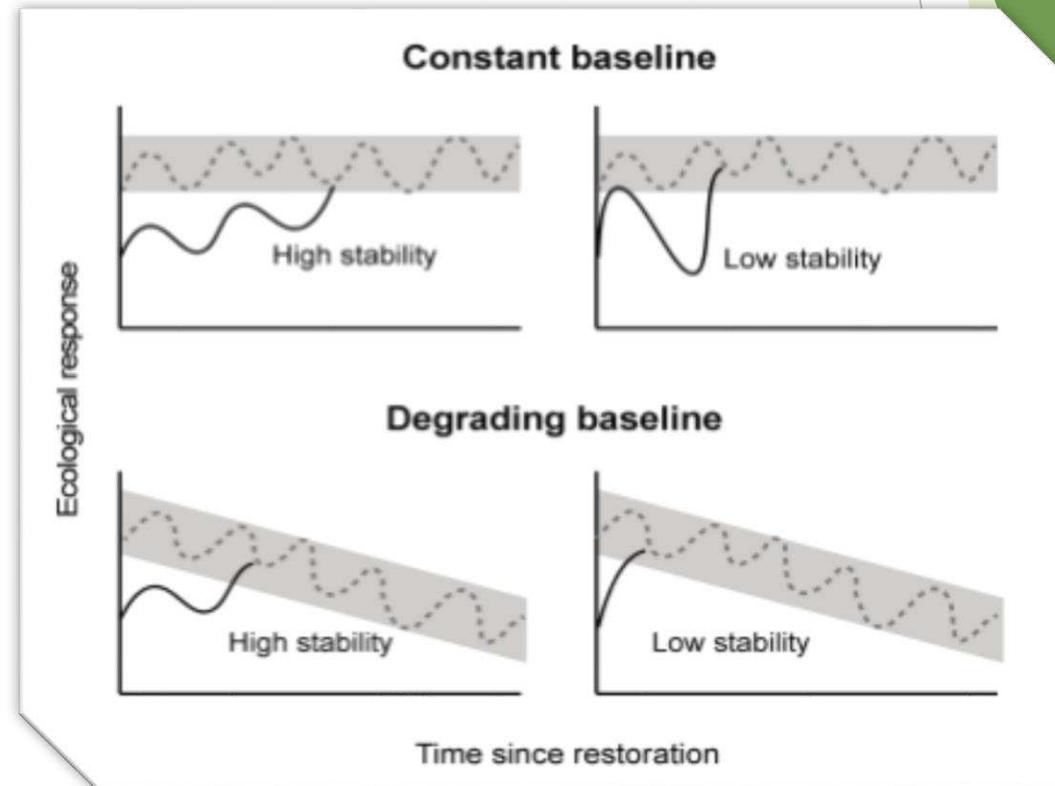
Obiettivi di ripristino

- ▶ Definizione di obiettivi all'interno di un intervallo realistico di valori che tengano conto del passato, dell'eredità e dei disturbi attuali.
- ▶ Variabili essenziali per la conservazione: composizione genetica delle specie di interesse, abbondanza delle specie, composizione della comunità, funzione dell'ecosistema.

- ▶ Soglie ecologiche, resistenza e resilienza

Le soglie ecologiche si riferiscono a cambiamenti improvvisi e non lineari nella composizione o funzione delle comunità in risposta a disturbi.

Le comunità sottoposte a stress cronici o estremi sono più inclini a subire cambiamenti di stato e possono rimanere stabili per molto tempo anche dopo la rimozione del disturbo.



Concetti ecologici

1. Traslocazione e Reintroduzione:

- Spostare o reintrodurre piante e animali da una zona locale.
- Reintroduzioni soft: abituare gli animali in aree controllate prima di rilasciarli.

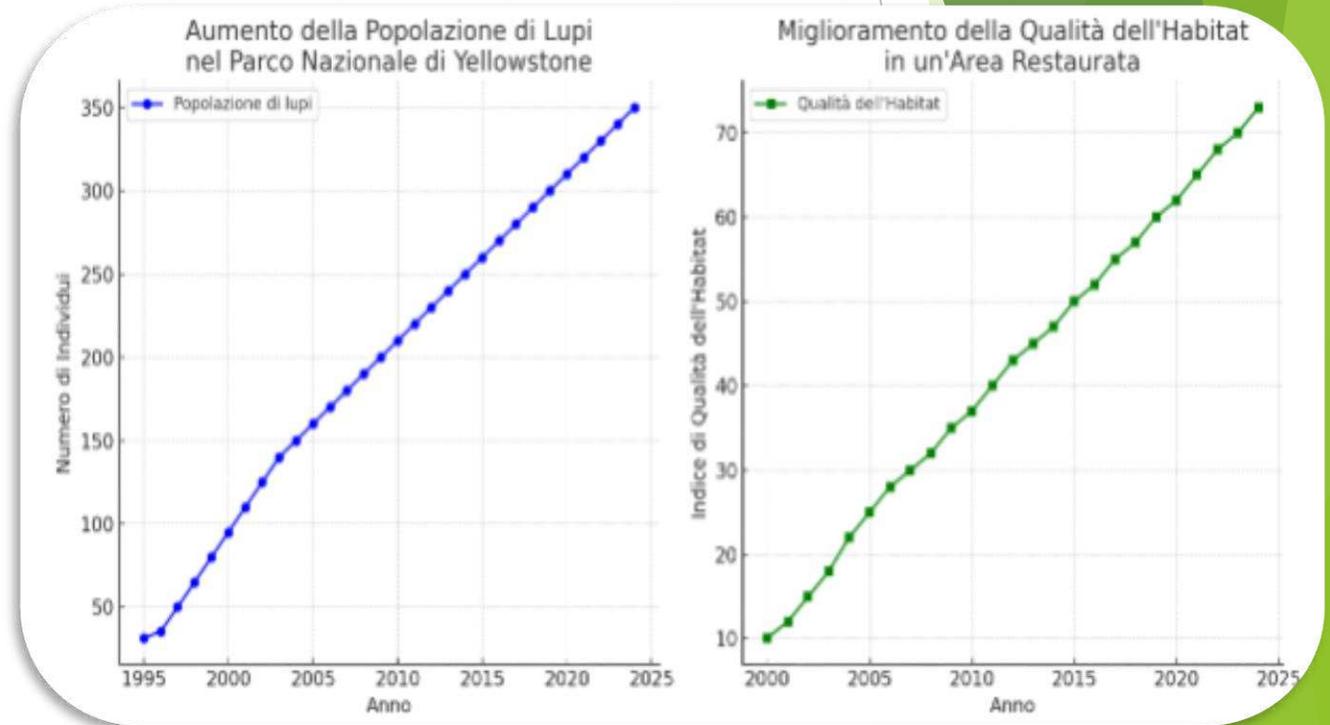
2. Analisi della vitalità della popolazione:

- Calcolare il numero minimo di individui necessari per il successo del ripristino.
- Valutare i costi e i benefici per determinare l'opportunità della reintroduzione.

3. Considerazioni per animali e piante:

- Animali: tolleranza allo stress, adattarsi per riconoscere predatori e cibo.
- Piante: scegliere tra semi e esemplari adulti, valutare il rischio di specie invasive.

4. Ingegneri Ecosistemici



5. Fitodepurazione e Bonifica Microbica:

- ▶ Piante e microbi per rimuovere inquinanti dal suolo, sedimenti o acqua.
- ▶ Potenziale incentivo economico (ad esempio, la raccolta di metalli con le piante)

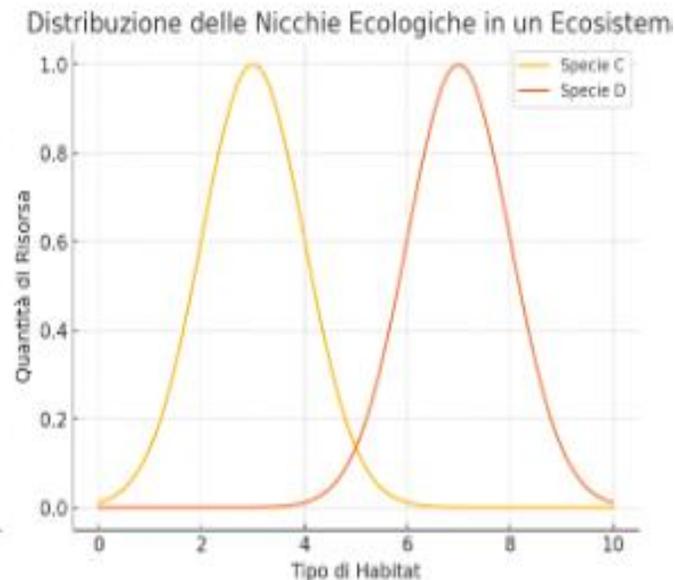
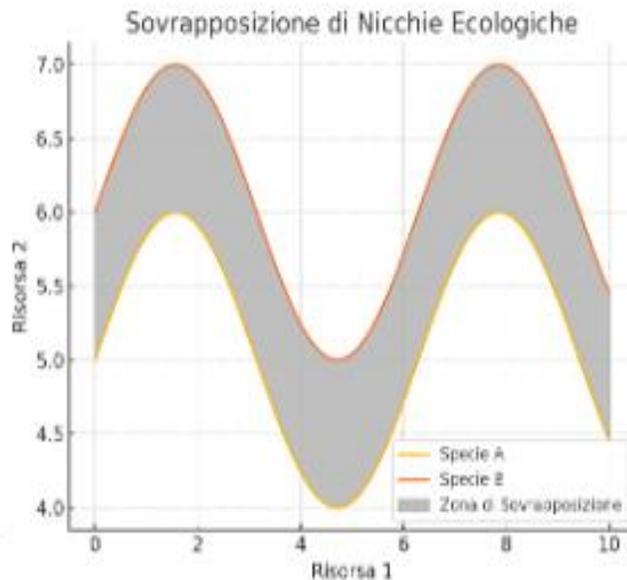
7. Omogeneità degli Habitat:

8. Prevenzione delle Specie Invasive:

- ▶ Occupare le nicchie ecologiche delle specie invasive con specie desiderate.

9. Interazioni Biotiche:

- ▶ Sfruttare le interazioni tra le specie per facilitare il ripristino



Categoria di Contaminante	Piante Utilizzate	Esempi di Casi Studio	Risultati
Metalli Pesanti	Thlaspi caerulescens, Populus spp.	Bonifica di siti industriali in Europa e USA	Riduzione significativa di zinco e cadmio nel suolo
			Riduzione dei metalli pesanti nei suoli contaminati
Nutrienti (Azoto, Fosforo)	Phragmites australis, Typha spp.	Trattamento delle acque reflue agricole in Cina	Diminuzione dei livelli di azoto e fosforo
			Miglioramento della qualità dell'acqua nei bacini
Composti Organici Volatili (COV)	Populus deltoides, Salix spp.	Bonifica di suoli e falde acquifere in siti industriali	Riduzione delle concentrazioni di tricloroetilene (TCE)
Idrocarburi	Alfalfa, Festuca arundinacea	Bonifica di suoli contaminati da petrolio in USA	Degradazione degli idrocarburi nel suolo
Pesticidi	Vetiveria zizanioides, Lemna minor	Trattamento delle acque reflue agricole in India	Rimozione di pesticidi dalle acque reflue
Metalli Rari	Brassica juncea, Helianthus annuus	Bonifica di suoli contaminati da metalli rari	Assorbimento di metalli rari come cobalto e nichel

Aspetto Economico

Distribuzione spaziotemporale dei costi da considerare nei processi di pianificazione.
È inoltre vantaggioso incorporare i costi di monitoraggio fin dall'inizio.

Obiettivi da perseguire: quelli storici, ibridi o quelli legati a nuove comunità.

Strumenti finanziari:



- **I moltiplicatori di costo** mostrano i ricavi necessari per coprire i costi fissi e variabili.
- **Assicurazioni ambientali:** coprono i costi in caso di condizioni ecologiche impreviste o inadempienza delle parti responsabili.
- **I programmi di pagamento per i servizi ecosistemici (PES)**

Conclusioni

- ▶ Il restauro ecologico è sempre più centrale nel discorso sulla sostenibilità ambientale. Il restauro ecologico si posiziona come una delle soluzioni più promettenti per affrontare sfide come il cambiamento climatico e la perdita di biodiversità.
- ▶ Riduzione dei costi associati a disastri naturali oltre che mitigare la perdita di produttività del suolo.
- ▶ Impegno etico → riparazione dei danni ambientali
→ conservazione del patrimonio naturale
- ▶ Il restauro non solo affronta le crisi ambientali attuali, ma crea anche un futuro più sostenibile e resiliente per le persone e la natura.

Bibliografia

- ▶ Rohr, J. R., E. Bernhardt, M. W. Cadotte, and W. Clements. 2018. The ecology and economics of restoration: when, what, where, and how to restore ecosystems. *Ecology and Society* 23(2):15. <https://doi.org/10.5751/ES-09876-230215>
- ▶ Bernhardt, E. S., E. B. Sudduth, M. A. Palmer, J. D. Allan, J. L. Meyer, G. Alexander, J. Follstad-Shah, B. Hassett, R. Jenkinson, R. Lave, J. Rumps, and L. Pagano. 2007. Restoring rivers one reach at a time: results from a survey of U.S. river restoration practitioners. *Restoration Ecology* 15:482-493. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1526-100X.2007.00244.x>
- ▶ B. M. H. Larson, A. Randall, J. B. Ruhl, and K. Z. S. Schwartz. 2015. Committing to ecological restoration. *Science* 348:638-640.
- ▶ Zobel, M., E. van der Maarel, and C. Dupre. 1998. Species pool: the concept, its determination and significance for community restoration. *Applied Vegetation Science* 1:55-66. <http://dx.doi.org/10.2307/147908>