

SEMINARI DI APPROFONDIMENTO

Prof.ssa Sonia PRESTAMBURGO

IL VERDE COME MATERIALE DA COSTRUZIONE

Ing. Michele COLONNA

Libero professionista «sostenibile» in Trieste

CONVENZIONE EUROPEA DEL PAESAGGIO

(Firenze, 20 ottobre 2000)

1. Il paesaggio rappresenta una componente fondamentale del patrimonio culturale e naturale dell'Europa ... e in ogni luogo è un elemento importante della qualità della vita delle popolazioni.
2. ... il paesaggio costituisce una risorsa favorevole all'attività economica, se salvaguardato, gestito e pianificato in modo adeguato (...).

II CONCETTO DI PAESAGGIO

Tutta la nostra esistenza è in continuo rapporto con il paesaggio, inteso in due accezioni: quella estetico-percettiva, che intende il paesaggio come rapporto percettivo-culturale tra uomo e realtà; quella ecologica, meno diffusa in Italia della precedente, che identifica il paesaggio con la realtà stessa.

Le due accezioni sono “aspetti complementari di un unico processo conoscitivo”, e pertanto non devono essere contrapposte ma congiunte.

Il paesaggio appartiene, infatti, a quella sfera della conoscenza “olistica, totalizzante, omnicomprensiva e sintetica, e quindi transdisciplinare”.



LANDSCAPE E PAESAGGIO

Landscape e **paesaggio** sono due concetti diversi, giacché nel termine inglese è implicito l'intervento umano sulla natura. Difatti, per intendere il paesaggio non toccato dall'uomo, gli inglesi utilizzano termini diversi o aggiungono aggettivi come – ecologico - al sostantivo landscape.

Nel nostro Paese, la “**pianificazione paesistica**” si è affermata solo a metà degli anni Ottanta, con la legge n. 431 del 1985.

Si introducono due aspetti innovativi:

1. “l'approccio scientifico alla progettazione degli spazi naturali
2. un'attenzione per il paesaggio non più come contesto dell'opera architettonica, ma come oggetto in sé dell'agire progettuale”.

Cresce così l'attenzione per gli effetti che la distribuzione delle attività umane hanno sull'ambiente, così che il **landscape planning** si intreccia con il **regional planning**, per cui la pianificazione è l'applicazione della relazione tra l'uomo e la regione (territorio esteso)



PIANIFICAZIONE AMBIENTALE

La pianificazione ambientale si basa sull'integrazione tra attività umane e ambiente, e sull'interazione della natura nella città.

Pianificazione paesistica = ecologica

”Nessun ecosistema può essere studiato senza fare riferimento all’uomo“

Assumendo il paesaggio come una “realtà dinamica”, si accetta l’idea che esso possa essere ri-progettato, partendo dalla riscoperta dell’identità dei luoghi (in termini strutturali e funzionali). Se da un lato non ci si limita a conservare e a tutelare i luoghi per come sono, dall’altro si tenta di ridare loro la propria identità nell’ottica dello sviluppo innovativo e sostenibile.

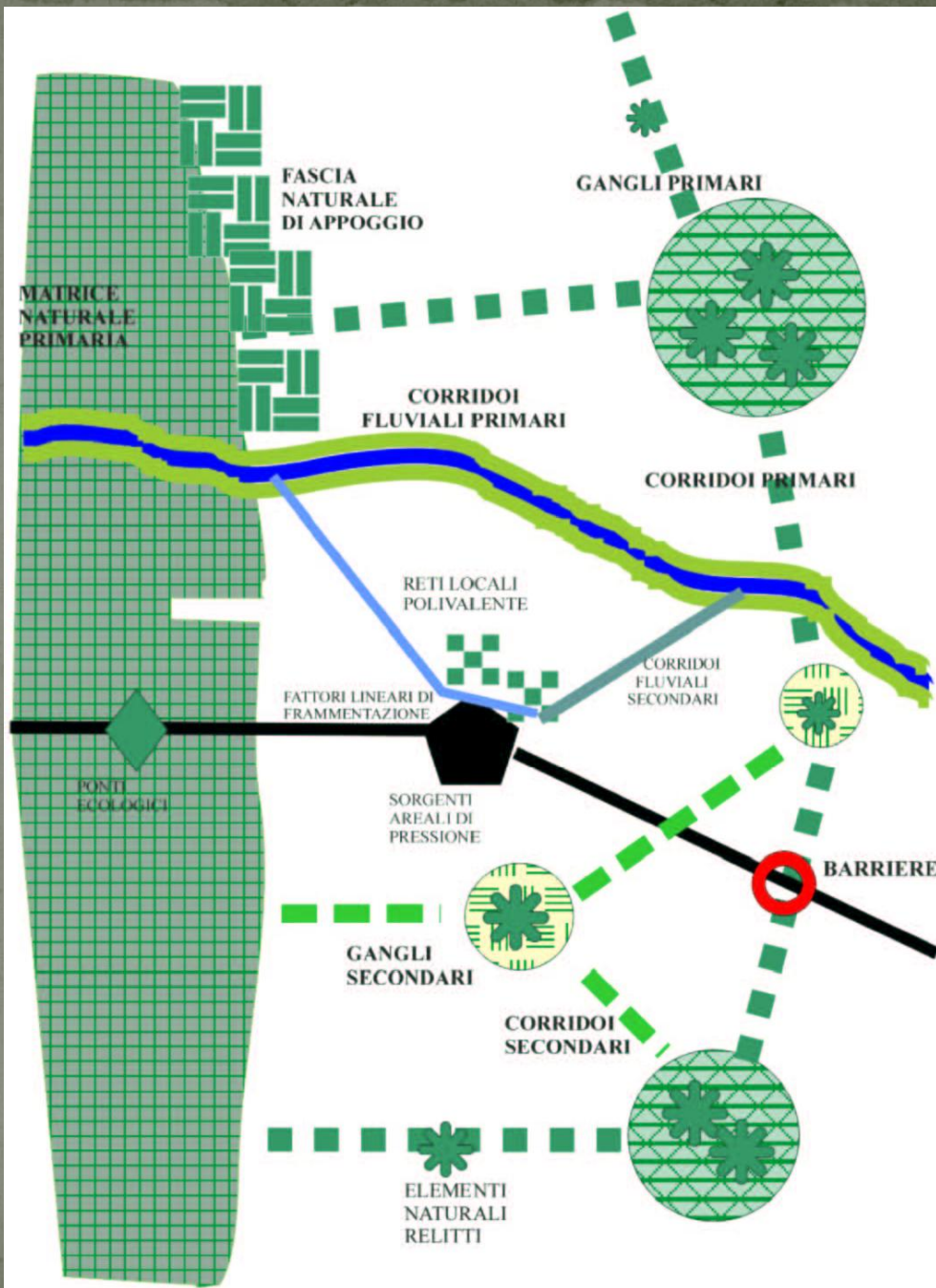
IL VERDE URBANO E PERIURBANO: UNA BASE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

Nel corso dei secoli al “verde” sono state attribuiti “**ruoli**” e “**funzioni**” diverse ed articolate.

Nel nostro Paese si è sviluppata solo di recente una legislazione sensibile verso la gestione del risorse ambientali ed il verde che ha portato ad un nuovo modo di concepire la “gestione delle risorse suolo e dell’ambiente” completamente diverso rispetto al passato.

Dal punto di vista teorico gli spazi aperti ed il verde assumono una “nuova centralità” nei processi di sviluppo urbanistico tanto da assurgere al ruolo di vere e proprie “invarianti strutturali del territorio da sottoporre a tutela”.

Emerge inoltre con forza la questione che il verde debba essere inteso non come una serie di singoli episodi (il parco, il giardino, l’orto, la riva del fiume, etc.), ma come un vero e proprio “sistema” nel quale si possono identificare anche flussi di materia e di energia ed interazione.



FUNZIONI DEL VERDE URBANO

A livello pratico, le funzioni del “verde urbano”, sia riguardante la flora spontanea, che quella ornamentale, sono molteplici e benefiche.

Si va, infatti, dalle funzioni ecologiche (riduzione degli inquinanti, aumento della biodiversità, mitigazione della temperatura urbana, purificazione dell'aria, etc.), a quelle sociali, (miglioramento della socializzazione, creazione di momenti di relax e benessere), fino ai benefici economici, quali, ad esempio, l'aumento del flusso dei turisti, soprattutto se il verde è ben curato, costituendo un biglietto da visita per la città.

La “gestione sostenibile del verde” va quindi considerata come “l'insieme delle attività che garantiscono nel tempo il conseguimento di un livello di funzioni che sia congruo con le aspettative della cittadinanza, con il quadro normativo e con il miglioramento della qualità della vita urbana”.



Utilizzo di elementi naturali ai fini della sostenibilità e del minimo impatto ambientale: la pietra e le piante.



Sistemazioni e rinaturalizzazione del territorio



Depurazione acque



Verde pensile



The image shows a naturalistic garden design. In the foreground, there is a large, horizontal log with several circular cutouts. To the right, there is a pile of dark brown soil and rocks, some of which are white. In the background, there is a stone wall on the left and a wooden structure on the right. The overall scene is outdoors, with trees and foliage visible in the distance.

***L'Ingegneria Naturalistica:
l'uso delle pietre e delle piante nel
progetto ambientale***

DISSESTO IDROGEOLOGICO

Condizione di squilibrio, d'instabilità, di grave decadimento del territorio, dovuta a cause naturali e umane, quali l'erosione, il disboscamento le costruzioni edili, ecc.

VINCOLO IDROGEOLOGICO

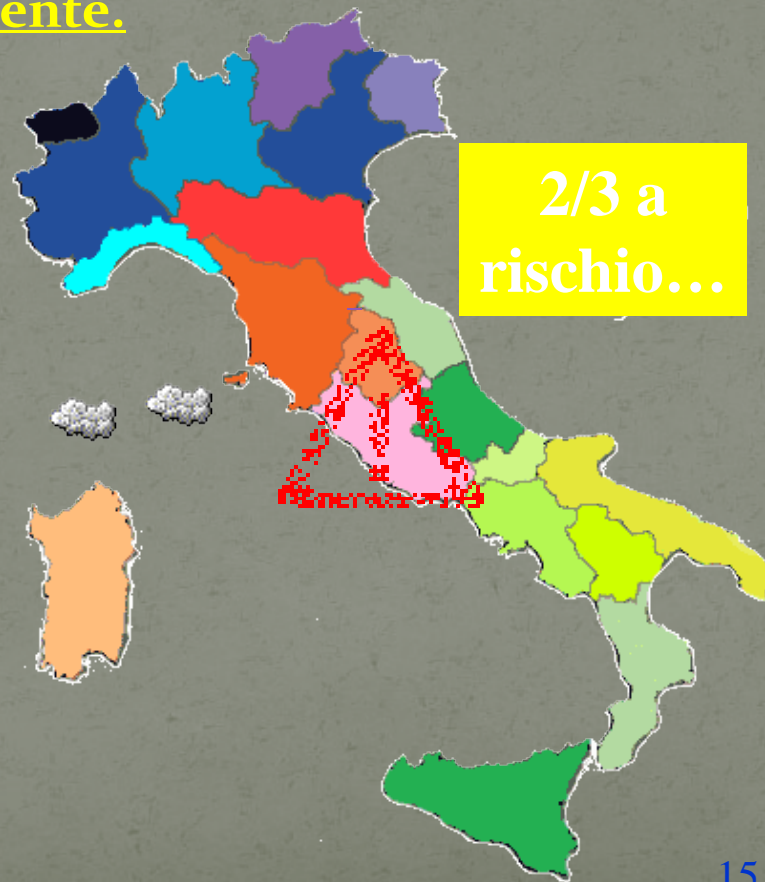
Per Vincolo Idrogeologico si intende il divieto, in assenza di specifica autorizzazione, di effettuare interventi nelle aree definite assoggettate a tale vincolo, che comportino:

- scavi o movimentazione di terreni;
- trasformazione di boschi in terreni saldi o sottoposti a coltura e periodica

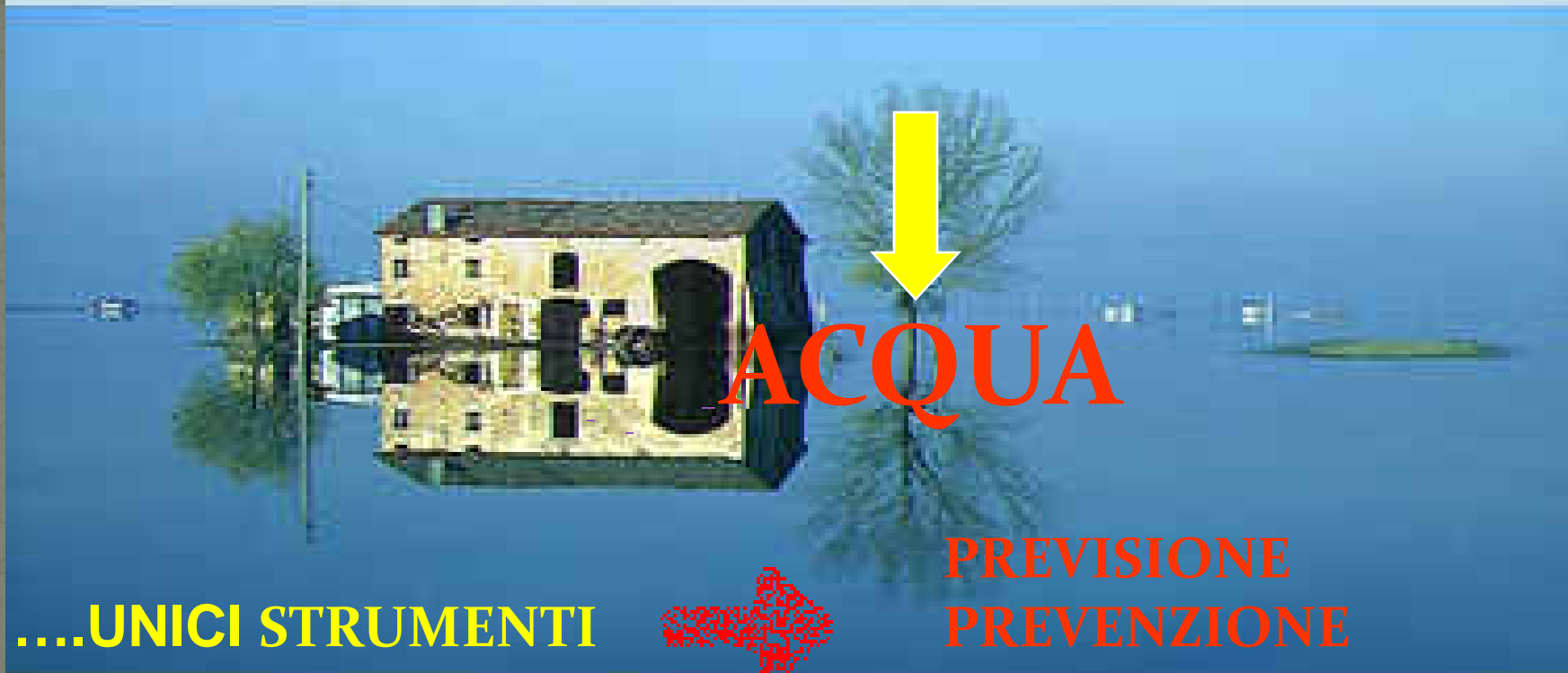


Su tutto il territorio nazionale sono individuate per legge aree soggette a vincolo idrogeologico, esse coincidono con zone dove, per intrinseche caratteristiche di topografia, clima, litologia, geologia, idrologia e geomorfologia, l'equilibrio del territorio risulta estremamente delicato e sussistono condizioni predisponenti al dissesto idrogeologico.

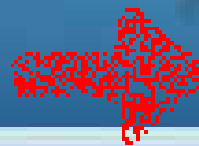
L'Italia detiene il poco allegro primato europeo del **dissesto idrogeologico**. Due terzi del territorio nazionale sono periodicamente soggetti ad alluvioni e smottamenti. Troppo spesso l'approccio scientifico al tema della gestione e tutela del territorio passa in secondo piano: è necessario quindi creare, nelle nuove generazioni, la giusta cultura della pianificazione territoriale nel rispetto dell'ambiente.



Principale causa del dissesto idrogeologico



....UNICI STRUMENTI

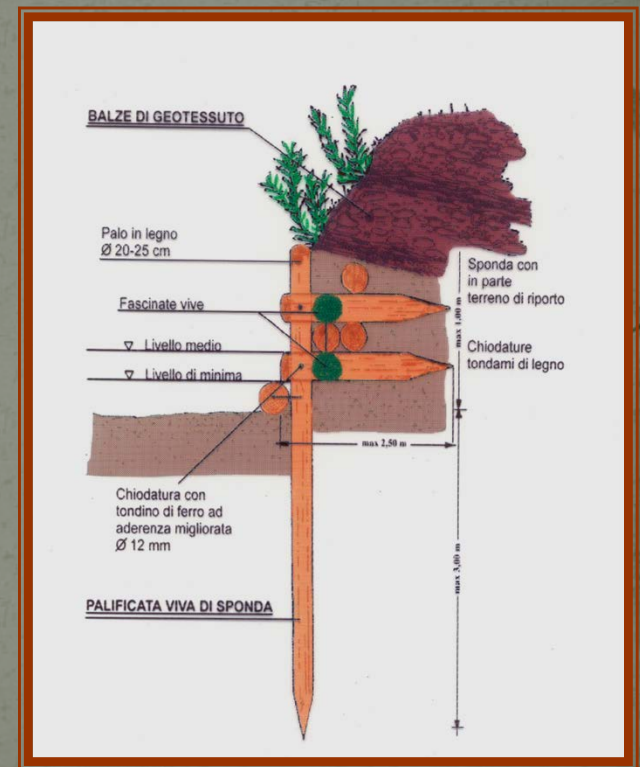


PREVISIONE
PREVENZIONE
MITIGAZIONE

INGEGNERIA NATURALISTICA

L'Ingegneria Naturalistica è una disciplina tecnica in grado di conciliare le esigenze antropiche di intervento sul territorio con quelle naturalistico-ecologiche e paesaggistiche di tutela dell'ambiente.

...utilizza le piante vive o parti di esse nella realizzazione di interventi particolarmente efficaci per la sistemazione e la rinaturalizzazione dei corsi d'acqua e dei versanti, limitando l'azione erosiva degli agenti meteorici e garantendo, nel contempo, il consolidamento e il reinserimento paesaggistico di scarpate e superfici degradate sia da fattori naturali (dissesto idrogeologico) che antropici (cave, discariche, opere infrastrutturali, ecc.).



INGEGNERIA NATURALISTICA

Semina e Idrosemina:

- La tipologia costruttiva più semplice da realizzare.
- Sulla superficie interessata viene distribuito manualmente o



con l'ausilio di macchine una miscela di sementi di specie erbacee.

- L'aggiunta delle sostanze integrative crea un substrato ottimale per la germinazione dei semi.

INGEGNERIA NATURALISTICA

Stuoie e Reti:

- Funzione protettiva del suolo.
- Capacità di assorbire acqua



- Capacità di fornire materia organica al terreno

INGEGNERIA NATURALISTICA

Palizzata e Graticciata:

- Consolidamento superficiale puntuale o lineare.



- La graticciata presenta una maggiore flessibilità, per cui si adatta bene anche su versanti interessati da spinte superficiali.

INGEGNERIA NATURALISTICA

Grata viva:

- Risanamento di pendii acclivi di grandi dimensioni.
- Scarpate di infrastrutture viarie.
- Sponde fluviali.



- Provvedimento intermedio fra stabilizzazione superficiale e profonda dei pendii.



INGEGNERIA NATURALISTICA

Palificata viva:

- Consolidamento al piede di frana.
- Consolidamento di scarpate stradali.
- Consolidamento spondale lungo i corsi d'acqua.



INGEGNERIA NATURALISTICA

Gabbionate rinverdite:

- Consolidamento di pendii franosi e sponde fluviali interessate da forti pressioni.

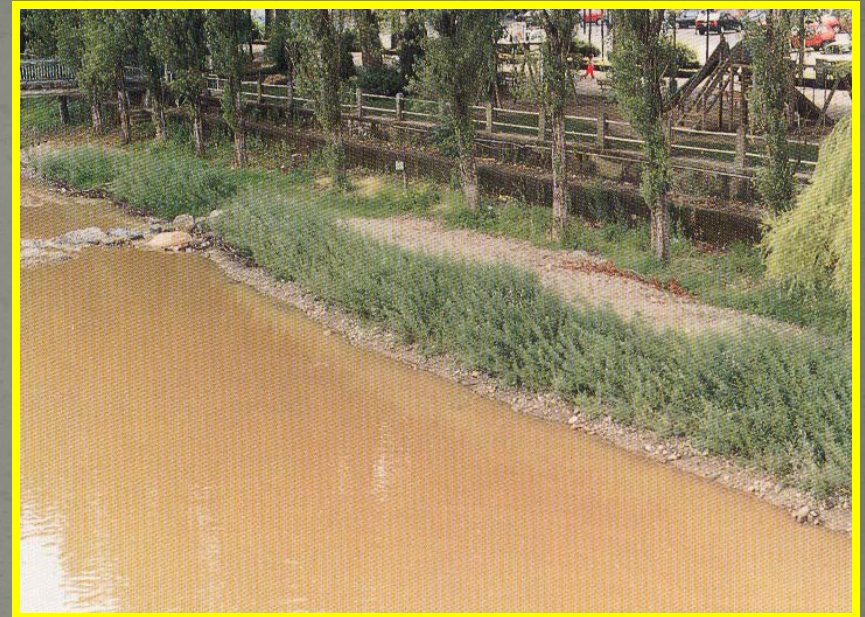


- Tecnica di rapido approntamento con effetto protettivo immediato e contemporaneo rinverdimento.

INGEGNERIA NATURALISTICA

Copertura diffusa:

- Sponde fluviali a rischio d'erosione per l'azione dell'acqua corrente.

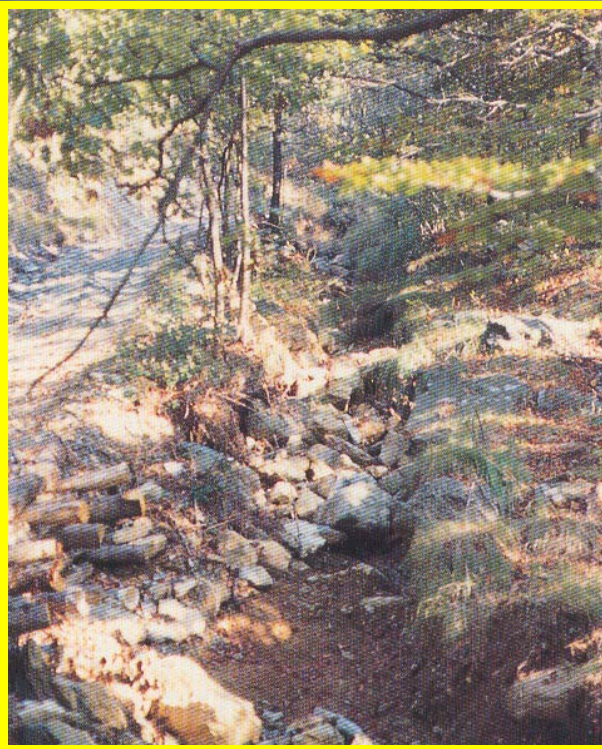


- Lo strato di rami di salice copre la superficie sin dal momento della posa, garantendo dall'inizio dell'intervento la protezione del terreno.

INGEGNERIA NATURALISTICA

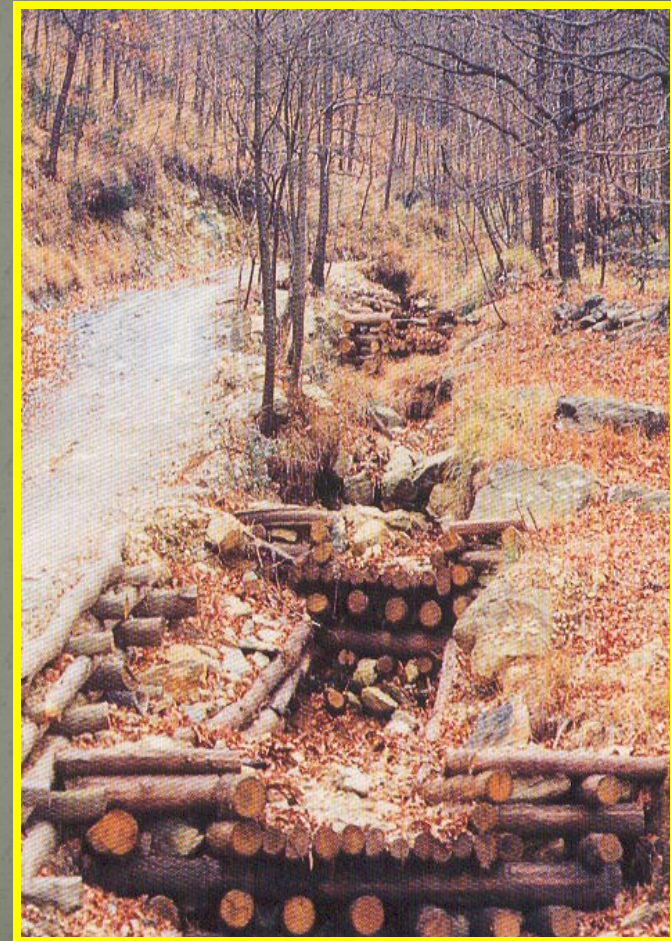
Briglia in legname e pietrame:

- Corsi d'acqua con limitato trasporto solido e con deflusso minimo costante che possa evitare cicli di disseccamento



e imbibizione del legname per aumentarne la durabilità.

- La struttura in legname viene riempita con pietrame di varia pezzatura per aumentarne la stabilità.



INGEGNERIA NATURALISTICA

Alcuni esempi di interventi in ambito periurbano....

Cantiere didattico Monte Castellana (San Giovanni Rotondo): Palificata viva a doppia parete e scogliera



INGEGNERIA NATURALISTICA

Cantiere didattico Monte Castellana (San Giovanni Rotondo)



INGEGNERIA NATURALISTICA

Cantiere didattico Monte Castellana (San Giovanni Rotondo)



INGEGNERIA NATURALISTICA

Cantiere didattico Monte Castellana (San Giovanni Rotondo)



INGEGNERIA NATURALISTICA

Cantiere didattico Monte Castellana (San Giovanni Rotondo)



INGEGNERIA NATURALISTICA

Alcuni esempi di interventi in ambito di bonifica idraulica....

Cantiere didattico di Amolara (RO): Palificata viva spondale a doppia parete e scogliera



INGEGNERIA NATURALISTICA

Cantiere didattico di Amolara (RO):



INGEGNERIA NATURALISTICA

Cantiere didattico di Amolara (RO):



Utilizzo di elementi naturali ai fini della sostenibilità e del minimo impatto ambientale: la pietra e le piante.



Sistemazioni e rinaturalizzazione del territorio



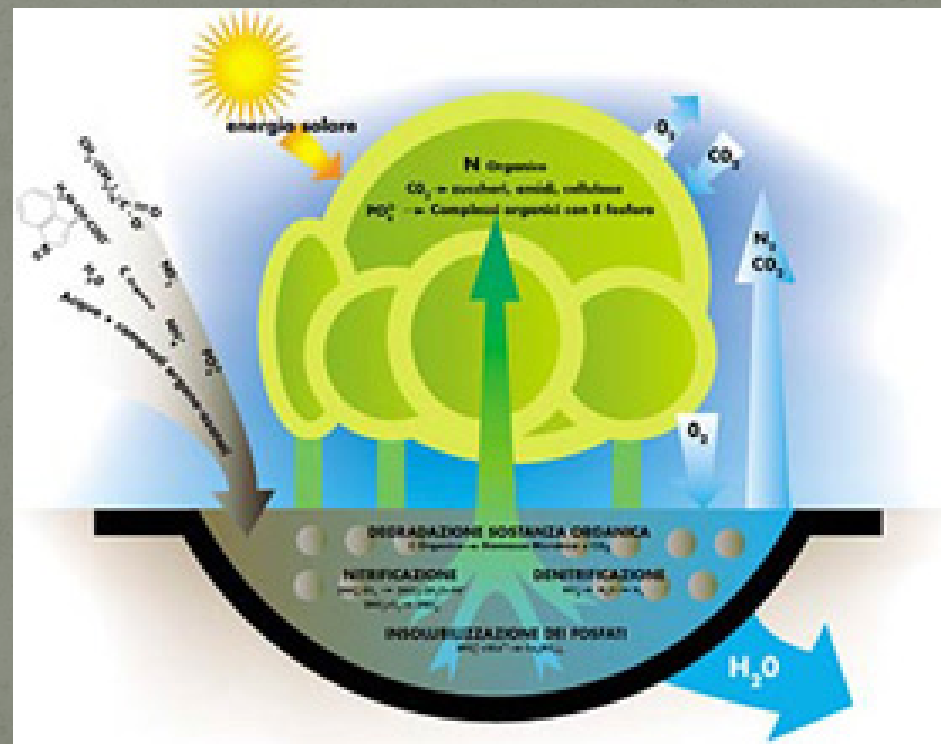
Depurazione acque



Verde pensile



LA FITODEPURAZIONE: un sistema ecologico per la depurazione delle acque reflue nell'ottica dello Sviluppo Sostenibile



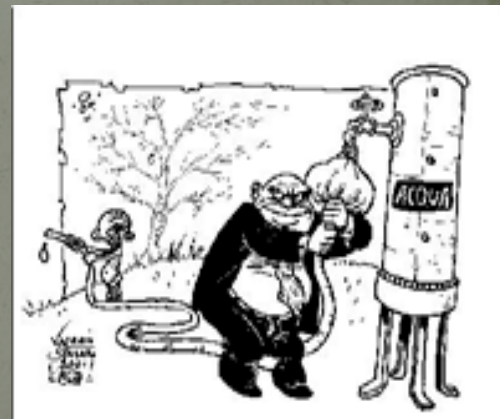
Dalla risorsa acqua alle acque reflue come risorsa: l'acqua come risorsa



La popolazione del pianeta è triplicata nel corso di questo secolo. Il consumo mondiale di acqua dolce è aumentato del 700%. Dal 1970, la quantità d'acqua disponibile per ogni essere umano è diminuita del 40% e due abitanti su cinque hanno problemi in materia di approvvigionamento idrico.

Un'equa ripartizione delle risorse idriche, della disponibilità dell'acqua e nella capacità di gestirla, è il problema che oggi deve essere considerato, dal punto di vista geopolitico, il nuovo **obiettivo strategico mondiale.**

Nei prossimi anni le **guerre** non si combatteranno per motivi politici o per il petrolio, ma per l'acqua, nonostante la sua grande disponibilità (40.000 miliardi di metri cubi, circa lo 0,014% dell'acqua esistente sul pianeta) , **esistono problemi di grande irregolarità di distribuzione nel tempo** (stagioni climatiche) e, soprattutto, **nello spazio.**



Dalla risorsa acqua alle acque reflue come risorsa: l'acqua come risorsa

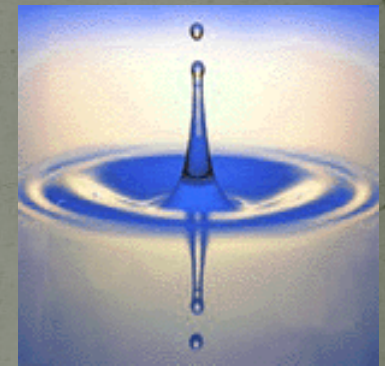


Anche l'Europa deve affrontare grossi problemi dovuti all'aumento del consumo d'acqua.

Un terzo del continente si situa al di sotto della soglia di 5000 metri cubi per abitante e per anno - non solo nelle regioni mediterranee, ma anche in alcuni paesi settentrionali, a forte densità di popolazione e industrializzazione.

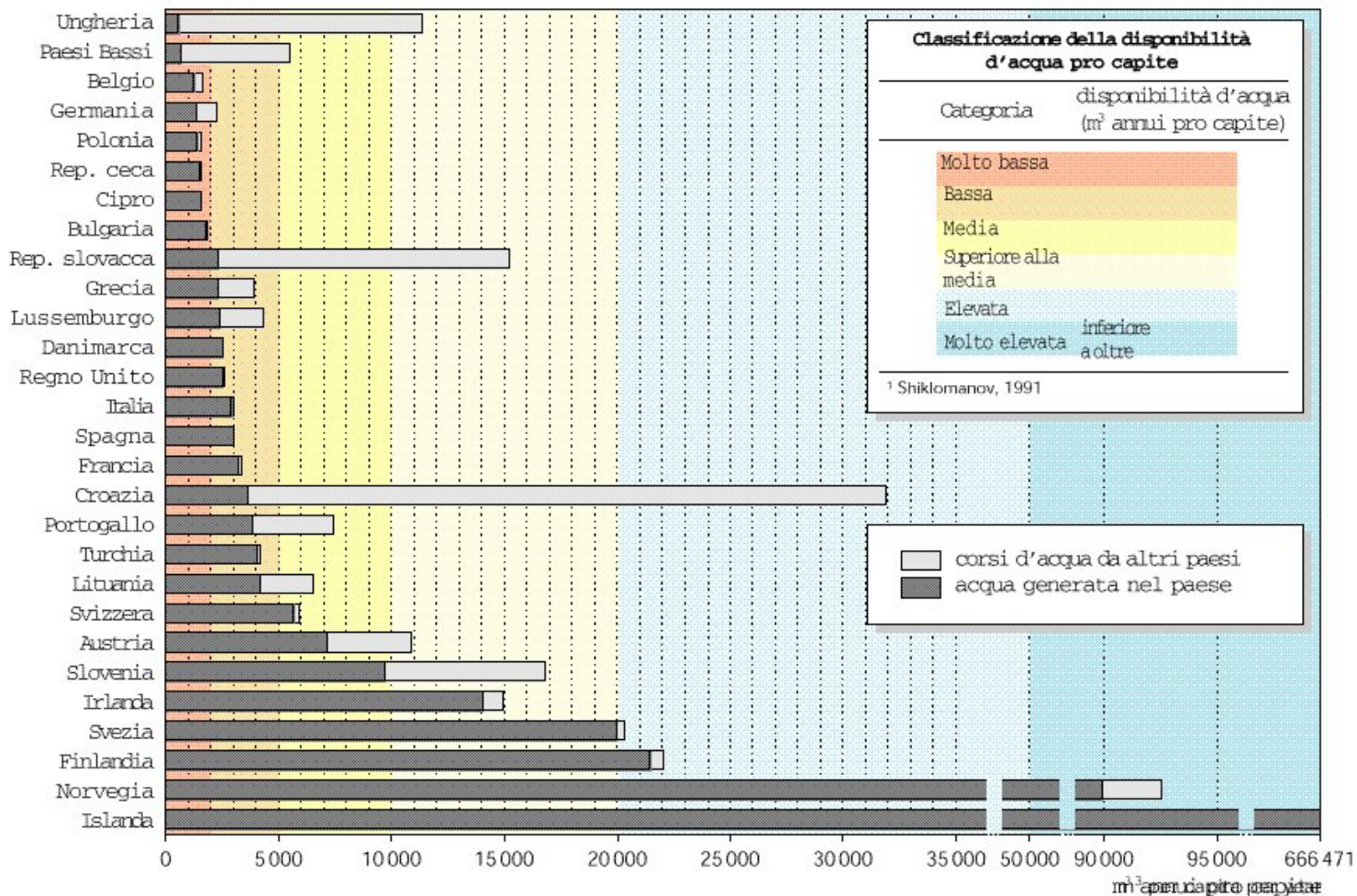
A livello europeo, **54%** dell'acqua è consumata dall'industria, **26%** dall'agricoltura e **20%** per usi domestici, ma questa ripartizione media può variare notevolmente da un paese all'altro.

La pressione dovuta alla domanda sempre maggiore di acqua determina in molte regioni uno sfruttamento eccessivo delle riserve locali.



I prelievi effettuati dall'uomo non possono ignorare i vincoli imposti dal ciclo naturale dell'acqua - ma purtroppo molto spesso è questo che avviene. Lo sfruttamento eccessivo rischia di comportare il **prosciugamento delle zone umide, l'esaurimento delle falde freatiche** - addirittura **la loro salinizzazione nelle zone costiere** - e persino la **desertificazione** in alcune regioni.

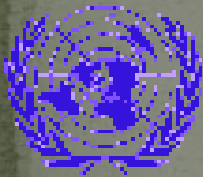
Dalla risorsa acqua alle acque reflue come risorsa: l'acqua come risorsa



Dalla risorsa acqua alle acque reflue come risorsa: l'acqua come risorsa

La desertificazione viene definita dall' UNCCD (Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta contro la Desertificazione) come il "*degrado delle terre nelle aree aride, semi-aride e sub-umide secche, attribuibile a varie cause, fra le quali spiccano le variazioni climatiche e le attività umane*".

CRONOLOGIA



1977 Nairobi: la Conferenza delle Nazioni Unite sulla Desertificazione.

In quella occasione la desertificazione, intesa come "riduzione o distruzione del potenziale biologico del terreno che può condurre a condizioni desertiche", è stata valutata principalmente, nei termini di una perdita di capacità produttiva da parte del suolo in seguito al progressivo assottigliamento della sua porzione più superficiale, indipendentemente dalla localizzazione geografica, dalle cause o dal clima.

1984 è stato creato il Programma Ambientale delle Nazioni Unite (Unep) che ha promosso e coordinato varie iniziative volte a tamponare il problema.

1992 il tema della desertificazione è stato riaffrontato durante la Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo di Rio: la Conferenza, approvando l'Agenda 21, ha indicato nella cooperazione internazionale finalizzata allo sviluppo sostenibile dei paesi più poveri, una nuova strategia nella lotta al degrado ambientale.



Dalla risorsa acqua alle acque reflue come risorsa: l'acqua come risorsa

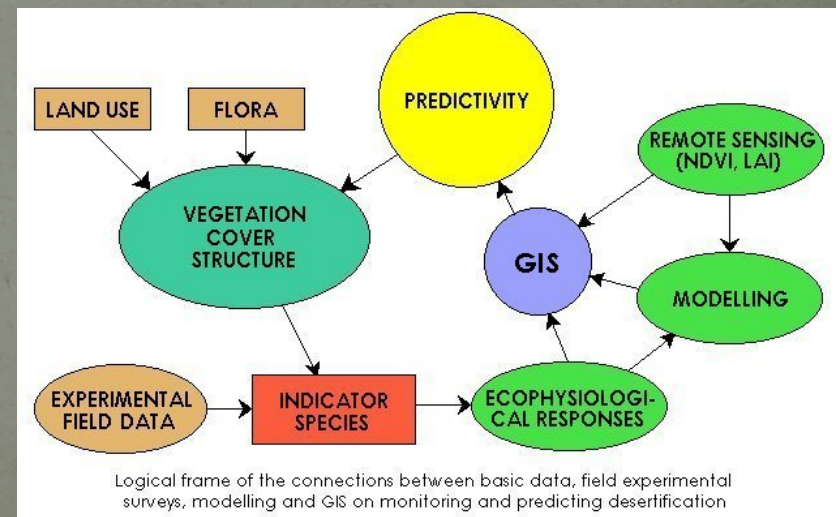
CRONOLOGIA



Il 26 dicembre **1996** è entrata in vigore la Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta contro la Desertificazione nei paesi gravemente colpiti dalla siccità e/o desertificazione, con particolare urgenza in Africa (UNCCD).

La Convenzione è uno strumento giuridico internazionale che impegna tutti i paesi firmatari a cooperare nella lotta contro la desertificazione con lo scopo di attenuare gli effetti della siccità nei Paesi gravemente colpiti e migliorare le condizioni di vita delle popolazioni locali. Essa prevede che *tutti i Paesi attuino dei piani nazionali coordinati con quelli degli altri paesi della stessa area geografica* (legge 4 giugno 1997, n. 170).

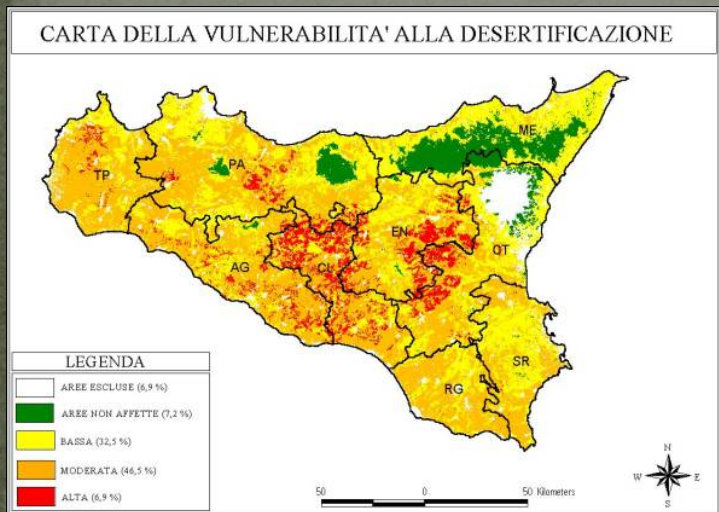
L'Italia, nella fattispecie, ha adottato un piano d'azione che segue le linee comuni degli altri Paesi del sud dell'Europa in un quadro globale di strategie per lo sviluppo sostenibile di tutto il bacino del Mediterraneo. L'Italia ha ratificato la sua adesione all'UNCCD il 6 giugno 1997 ed è, quindi, vincolata a rispettare gli obblighi imposti da questo trattato internazionale.



Dalla risorsa acqua alle acque reflue come risorsa: l'acqua come risorsa

CRONOLOGIA

Ha, inoltre, ospitato e presieduto i lavori della prima sessione della Conferenza delle Parti (Roma, 29 settembre - **10 ottobre 1997**), nata a Rio de Janeiro nel 1992 all'interno della Convenzione sulla Diversità Biologica che prepara le valutazioni scientifiche e tecniche sulla situazione nel settore della diversità biologica.



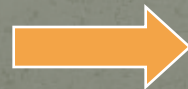
L'attuazione della Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta contro la Desertificazione è coordinata in Italia dal Comitato Nazionale per la Lotta Contro la Desertificazione è presieduto dal sottosegretario al Ministero dell'Ambiente.

Il 22 luglio 1999 il Comitato Nazionale per la lotta alla desertificazione ha approvato le linee guida per la lotta alla siccità e alla desertificazione; con la delibera del CIPE (Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica) n. 299 del 21 dicembre 1999 è stato adottato IL PROGRAMMA DI AZIONE NAZIONALE PER LA LOTTA ALLA SICCIÀ ED ALLA DESERTIFICAZIONE.

Dalla risorsa acqua alle acque reflue come risorsa: l'acqua come risorsa



La soluzione sta nell'ottimizzazione degli usi, nella lotta agli sprechi ed all'inquinamento, nella capacità di immagazzinamento e trasporto, anche a lunghe distanze.

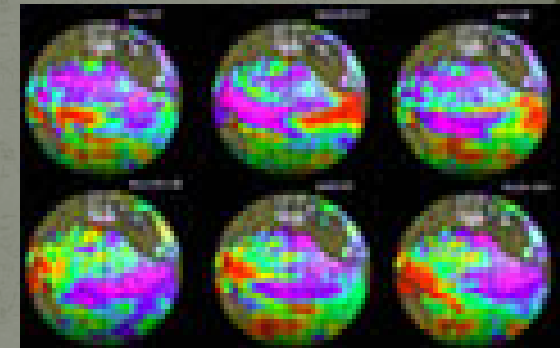


**CORRETTA
GESTIONE**

Dalla risorsa acqua alle acque reflue come risorsa: la gestione dell'acqua.

Una utilizzazione più razionale dell'acqua nel settore industriale e agricolo consentirebbe anche di controllare, su vasta scala, gli sprechi di questa risorsa.

Le attività di ricerca sono indispensabili proprio perché le previsioni sul cambiamento climatico non escludono sconvolgimenti idrologici di ampia portata che rischiano di comportare **inondazioni, siccità, sregolazione di molti ecosistemi**, mettendo in pericolo le risorse idriche e la loro qualità.

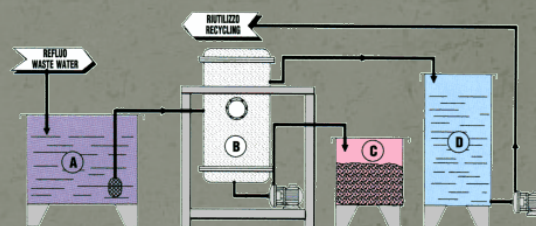


Infatti l'acqua è ancora vista come una risorsa "naturale", a disposizione di tutti, gratuitamente rinnovabile, di grande "valore" ma priva di prezzo.
L'acqua, invece, deve essere considerata si come materia prima, ma anche come **componente ambientale**.

Dalla risorsa acqua alle acque reflue come risorsa: la gestione dell'acqua.

I campi di ricerca europei per una gestione ottimale della risorsa idrica sono numerosi:

- *il riciclaggio dell'acqua e la sua sostituzione in quanto refrigerante, solvente o mezzo di precipitazione in vari settori industriali;*
- *studi relativi ai modi di irrigazione agricola più economici;*
- *la prevenzione e l'individuazione delle perdite, nonché le tecniche di rinnovamento delle reti di distribuzione e le tecnologie di depurazione;*
- *il miglioramento delle strategie di gestione e il coordinamento degli operatori del settore dell'acqua*



Schema d'installazione

- A** Stoccaggio reflui Waste storage
- B** Concentratore Concentrator
- C** Stoccaggio concentrato Concentrate storage
- D** Stoccaggio distillato Distillate storage

Vanno aggiunte, ancora, le ricerche relative a :

- ✓ **considerazione dei cambiamenti istituzionali e culturali,**
- ✓ **istituzione di programmi di pianificazione e tutela delle risorse,**
- ✓ **tecniche di dissalazione,**
- ✓ **ecc.**

La Fitodepurazione delle acque reflue: esperienze europee.

Attualmente esistono in Europa circa 7000 impianti, realizzati con varie tecniche e, quindi, di vari tipi, disseminati non omogeneamente sul continente.

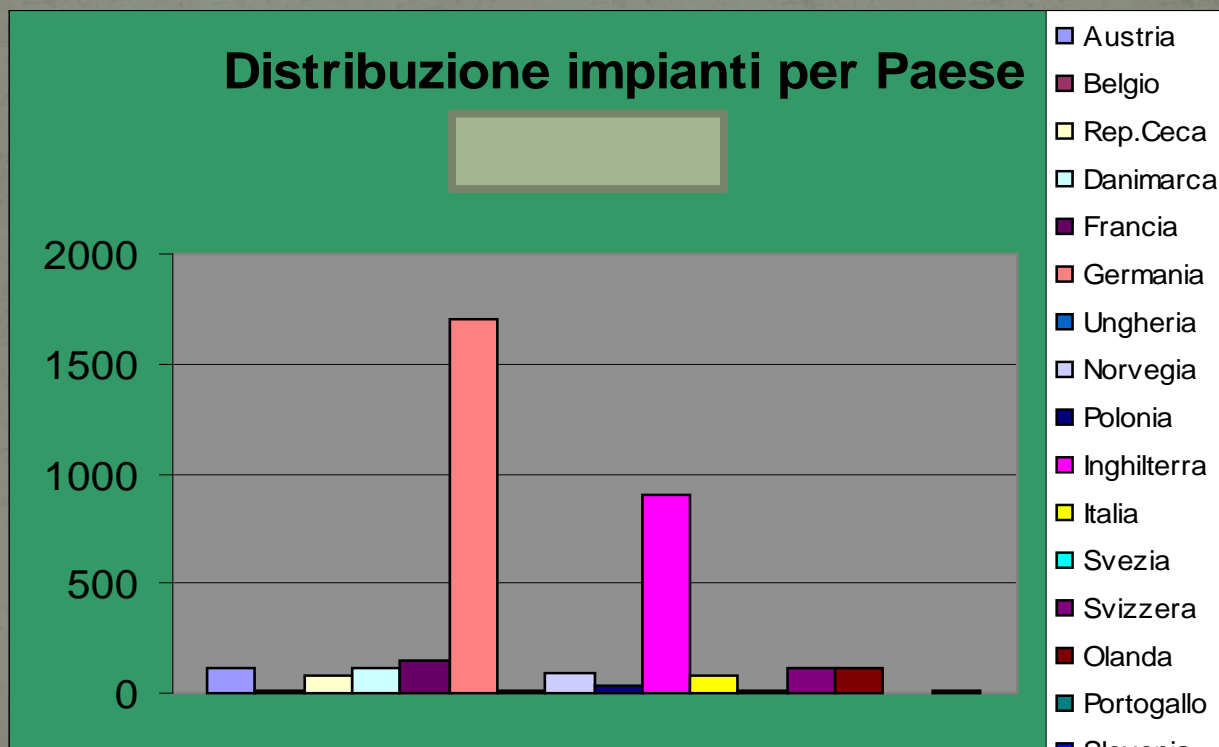
I dati però, relativamente a molti paesi, sono difficilmente reperibili e sicuramente si sottostima la reale diffusione dell'esperienze nel settore della biofitodepurazione.



La Fitodepurazione delle acque reflue: esperienze europee.



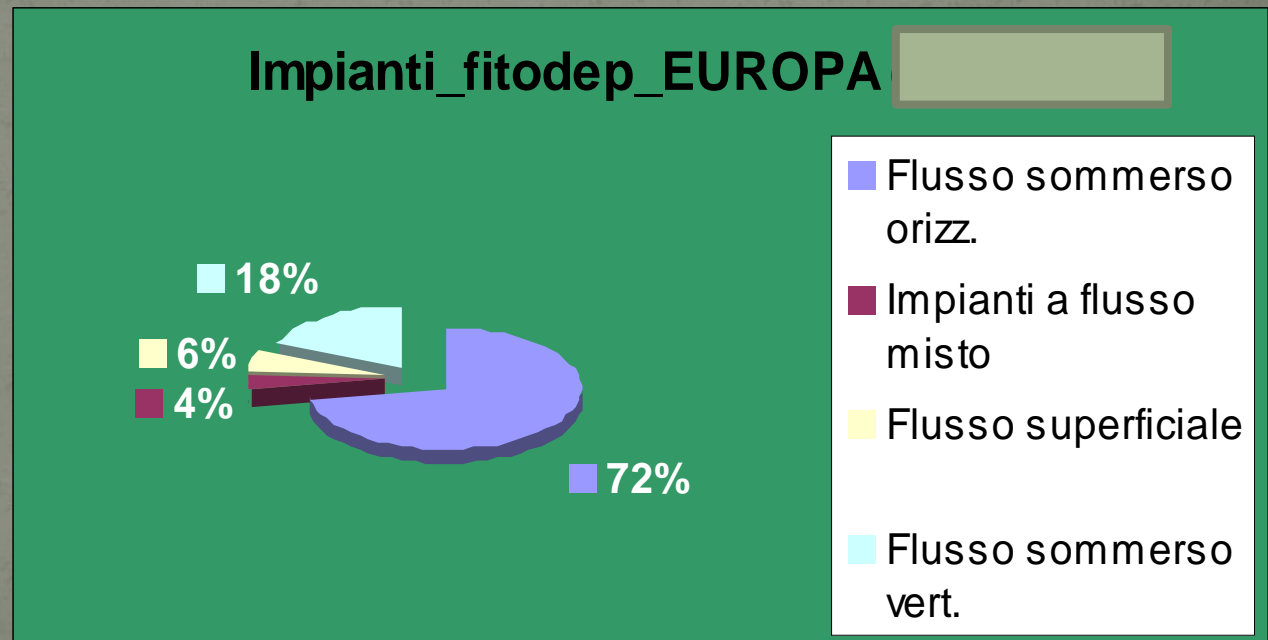
Sinteticamente possiamo dire che sia la **Germania**, l'**Inghilterra** che la **Francia** sono gli stati leader in Europa per quanto riguarda gli impianti costruiti. L'Italia segue molto a distanza, facendosi precedere da molti altri stati, tra i quali la Danimarca, l'Olanda e la Svizzera.



Dati IRIDRA Srl

La Fitodepurazione delle acque reflue: esperienze europee.

La scelta tipologica degli impianti ha visto preferire di gran lunga quelli a flusso sommerso rispetto a quelli a flusso superficiale, scelta sicuramente operata a causa dell'influenza sul funzionamento degli impianti, delle condizioni meteorologiche dei paesi con maggior peso nella statistica considerata. Gli impianti a flusso sommerso orizzontali sono stati preferiti a quelli a flusso sommerso verticale. Le altre tipologie, cioè impianti misti o con altre caratteristiche, rappresentano solo una piccola percentuale di realizzazioni.



La Fitodepurazione delle acque reflue: esperienze italiane.



In Italia solo da pochi anni, partendo dai modelli americani ed europei o, in alcuni casi, sperimentando direttamente, si sono realizzati sistemi di fitodepurazione per la depurazione di acque reflue. Oggi il loro numero si aggira circa intorno ai 200.

Le prospettive che si sono aperte, grazie a questa tipologia di impianti ed al loro basso impatto ambientale, nel campo della progettazione sostenibile, sono molto interessanti e realizzano un notevole valore aggiunto sia a chi opera in ambiti protetti o a chi progetta in aree vulnerabili.

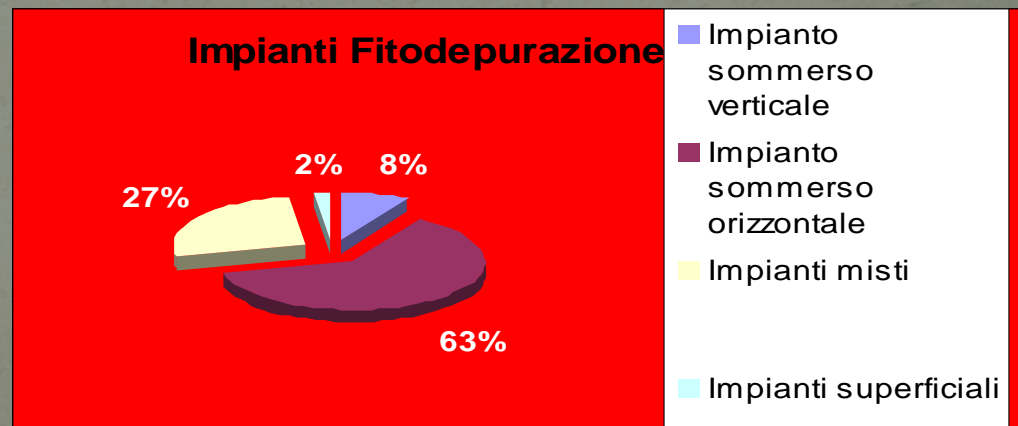
Da considerare la bassa efficienza che frequentemente questi impianti possono avere, dovuta molto spesso solo ad un sapere progettuale e gestionale non ancora patrimonio di tutti.

La Fitodepurazione delle acque reflue: esperienze italiane.



In Italia le scelte progettuali confermano le linee di tendenza europee, con gli impianti a flusso sommerso orizzontale che in percentuale sono al primo posto assoluto, seguiti da quelli a flusso sommerso verticale. Gli impianti a flusso superficiale sono, invece, meno preferiti che nel resto del continente, principale causa probabilmente i differenti fattori meteoroclimatici delle nostre latitudini.

Si nota ancora la maggior percentuale di impianti misti realizzati in Italia rispetto alla media europea.....**ma siamo o no il paese dei grandi inventori???**

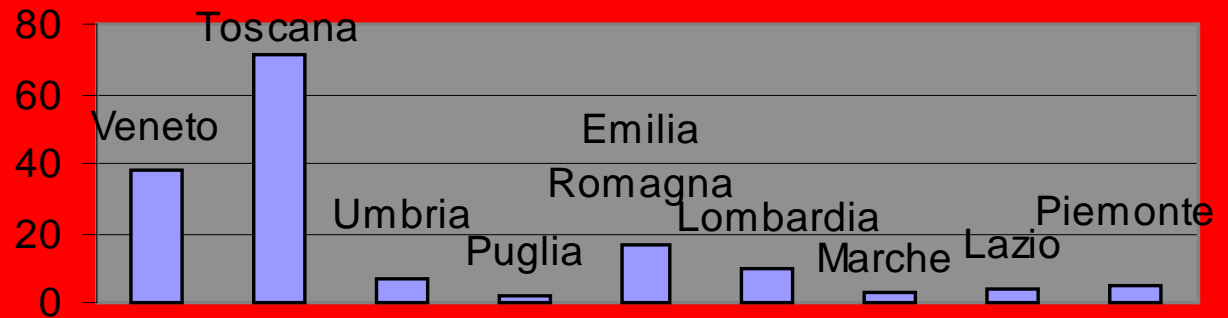


La Fitodepurazione delle acque reflue: esperienze italiane.



Le regioni che in Italia si distinguono per la maggiore sensibilità verso un approccio innovativo alla depurazione delle acque sono la **Toscana** ed il **Veneto**, seguite **dall'Emilia Romagna** e **Lombardia**. Nelle altre regioni vi sono comunque impianti che spesso, o per dimensioni estremamente ridotte e quindi non contemplati nel range delle banca dati, o per mancanza del redattore, sfuggono alle statistiche.

**Regioni italiane con maggior numero
impianti fitodepurazione**



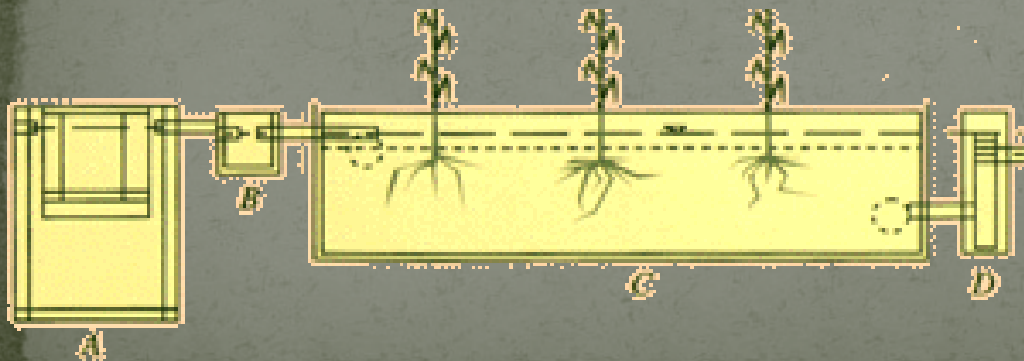
Definizioni e generalità

“La fitodepurazione è un processo naturale per depurare le acque reflue che utilizza le piante come filtri biologici in grado di ridurre le sostanze inquinanti in esse presenti”.

(.....sistemi ingegnerizzati che sono stati progettati e costruiti per riprodurre i naturali processi autodepurativi in un ambiente maggiormente controllabile....)

I trattamenti di fitodepurazione sono *trattamenti biologici secondari* (che necessitano di un trattamento primario di sedimentazione come una fossa settica) *e/o terziari* (di affinamento) che sfruttano la capacità di autodepurazione degli ambienti acquatici.

In questi biotopi gli inquinanti vengono naturalmente rimossi attraverso processi fisici, chimici e biologici tra cui filtrazione, adsorbimento, assimilazione da parte degli organismi vegetali, degradazione batterica ed antibiosi sono le maggiormente efficaci (Brix, 1993).



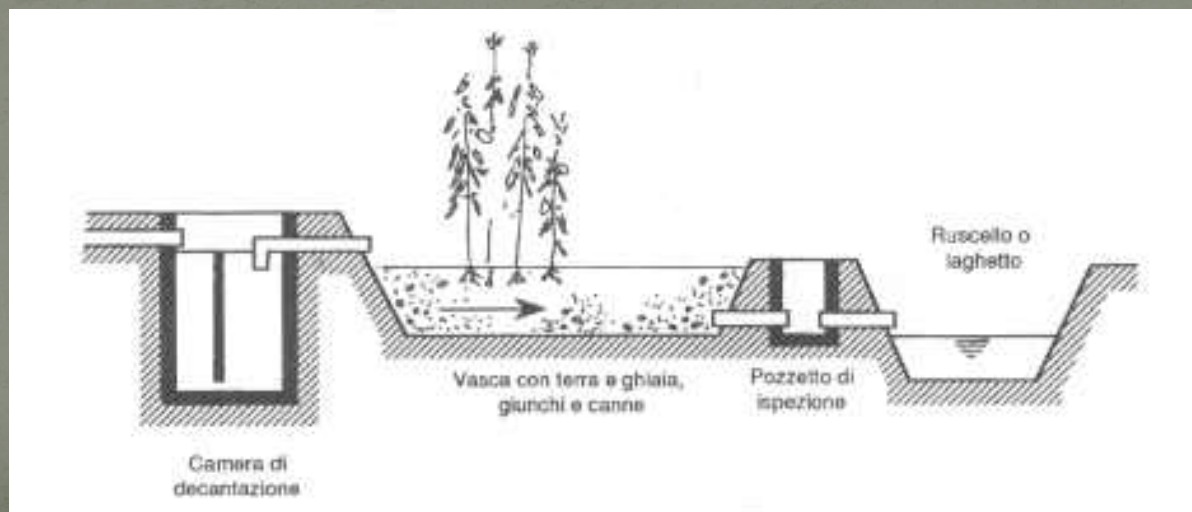
SEZIONE SCHEMATICA IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE TIPO

- A - FOSSA IMHOFF O TRICAMERALE
- B - POZZETTO D'ISPEZIONE ENTRATA FITODEPURATORE
- C - FITODEPURATORE
- D - POZZETTO ISPEZIONE E CONTROLLO LIVELLO USCITA

Campi d'impiego

Per quanto riguarda i reflui civili i campi d'impiego sono molteplici:

1. in siti abitativi rurali dove non sia possibile o sia troppo costoso il collegamento con la fognatura pubblica;
2. come smaltimento di reflui civili in campeggi, agriturismi o gruppi di case sparse;
3. come impianti di depurazione comunali fino 2000 ae, come stabilito dal D.lg. 152/99 e successive modifiche;
4. in progetti di recupero e ristrutturazione di edifici rurali realizzati in un ottica di sostenibilità sfruttando i criteri della bioarchitettura;
5. in progetti in cui si voglia inserire una gestione sostenibile del ciclo delle acque che prevede un risparmio idrico a monte, il riuso delle acque piovane e delle acque depurate con un trattamento naturale a impatto ambientale nullo e con scarso uso di tecnologie e di energia elettrica.



Descrizione e campo di applicazione



I sistemi di **fitodepurazione** prevedono lo sfruttamento di piante acquatiche (macrofite), in grado di biodepurare i reflui inquinanti immessi in bacini progettati con tale finalità.

La **depurazione mediante lagunaggio** sfrutta invece i naturali meccanismi di sedimentazione, filtrazione, assorbimento e degradazione delle sostanze inquinanti.

I due sistemi citati possono dunque essere impiegati sia come *trattamento depurativo secondario*, che come *sistema di affinamento (trattamento terziario)* a valle di impianti di depurazione convenzionali.

La fitodepurazione, specialmente in climi caldi e temperati, *garantisce un'elevata efficienza depurativa, grazie all'elevata quantità di acqua filtrata dalle macrofite e all'assorbimento di nutrienti necessario per lo sviluppo delle stesse.*

I bacini di lagunaggio, se progettati correttamente, *garantiscono ottimi rendimenti di rimozione dei solidi sospesi e della carica microbiologica (disinfezione).* Questa tipologia depurativa viene spesso adottata nel caso si preveda il riutilizzo dei reflui in agricoltura.

I due trattamenti sopra descritti possono essere opportunamente combinati in un sistema ibrido in grado di assolvere contemporaneamente all'abbattimento della sostanza organica (trattamento secondario), dei nutrienti (trattamento terziario) e della carica batterica (disinfezione).

SISTEMI DI FITODEPURAZIONE E DI LAGUNAGGIO PER IL TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI URBANI: Il processo depurativo

I meccanismi biologici di rimozione degli inquinanti disciolti, che caratterizzano i processi fitodepurativi, si sviluppano a livello degli apparati radicali e rizomatosi delle piante acquatiche.

Esistono **diverse tecniche di progettazione** per tali bacini: **le idrofite** che esplicano l'azione fitodepurativa possono essere **emergenti, sommerse o galleggianti**, ed il **flusso idrico** che le attraversa può essere **superficiale** o **sub-superficiale**.



In sede progettuale, in base alle esigenze depurative specifiche dei singoli casi, privilegiando meccanismi di rimozione chimici, fisici o biologici, si seleziona la tipologia di impianto più idonea.

L'**efficienza depurativa** di uno stagno biologico è **strettamente legata al tempo di permanenza del refluo nei letti** preposti ai trattamenti di lagunaggio.

A tal proposito è **fondamentale il dimensionamento del bacino**, sia in termini di **superficie** adibita a lagunaggio (superficie richiesta per abitante equivalente), che per quanto concerne il **tempo di ritenzione dei reflui** nello stagno.

I **meccanismi** che determinano la rimozione di inquinanti in bacini di questo tipo sono: **radiazione solare; sedimentazione; degradazione aerobica e anaerobica da parte di alghe e batteri.**

SISTEMI DI FITODEPURAZIONE E DI LAGUNAGGIO PER IL TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI URBANI: Vantaggi dei sistemi di depurazione naturale

- Elevata **capacità depurativa** e affinamento complessivo del refluo;
- **costi di realizzazione e di gestione ridotti**;
- **facilità con cui le macrofite attecchiscono** e si sviluppano in climi caldi ;
- **impatto ambientale ridotto**: i bacini di fitodepurazione e di lagunaggio possono costituire parte integrante di un ecosistema acquatico;
- **flessibilità alle fluttuazioni stagionali di carico inquinate** dovute, per esempio, al turismo.



SISTEMI DI FITODEPURAZIONE E DI LAGUNAGGIO PER IL TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI URBANI: Limiti dei sistemi di depurazione naturale

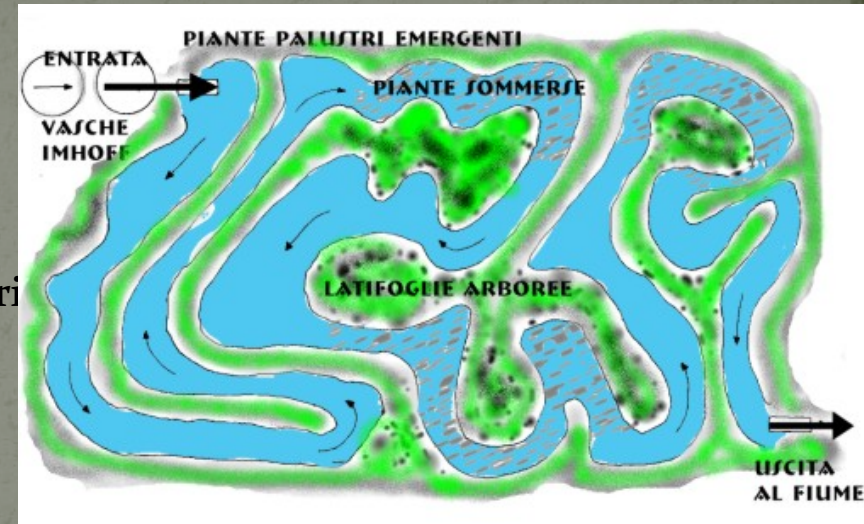
- Necessità di **superfici vaste**;
- possibile necessità di **impermeabilizzazione del fondo** e conseguente aumento dei costi in climi continentali, funzionano a pieno regime solamente nei mesi estivi.



BACINI ARTIFICIALI PER IL TRATTAMENTO SECONDARIO DELLE ACQUE DI RUNOFF URBANO : Vantaggi e limiti dei bacini di detenzione

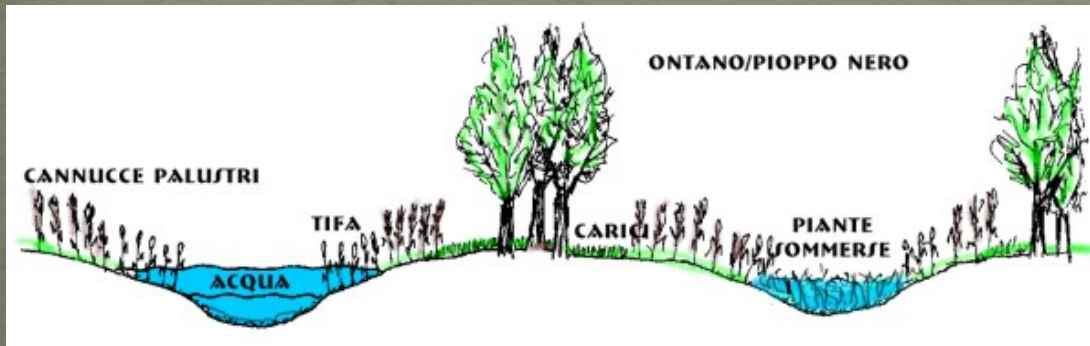
Tra i **vantaggi** sono da citare:

- se basati su un'accurata progettazione costituiscono un gradevole **elemento paesaggistico** e, grazie al bacino idrico permanente, possono diventare un luogo di svago e di divertimento;
- **racchiudono un ecosistema completo**; garantiscono un'efficienza di rimozione medio-alta per gli inquinanti disciolti e sospesi contenuti nelle acque di *runoff*.



Tra i **limiti**:

- **poco economici** per aree drenate eccessivamente ridotte;
- sono necessari **ampi spazi**, il che può limitarne l'uso in zone densamente urbanizzate;
- i sedimenti provenienti da aree fortemente industrializzate o con runoff molto contaminati possono costituire un **elemento di criticità**.



Campi di applicazione della fitodepurazione

I sistemi di depurazione naturali delle acque reflue possono essere applicati a **tipologie di reflui molto differenziati tra loro**, come indicato nella seguente tabella, sia come **trattamenti secondari che terziari (post-trattamenti)**.

In quest'ottica i sistemi di depurazione naturale, sia per il trattamento secondario che terziario (finissaggio) dei reflui, rappresentano delle valide soluzioni impiantistiche capaci, attraverso una gestione semplice e poco onerosa, di ottime rese depurative (soprattutto per parametri quali COD, BOD₅, solidi sospesi e sedimentabili e Azoto) con impatto ambientale e consumo energetico nettamente ridotti rispetto ad altri sistemi depurativi.

	<u>TIPOLOGIA REFLUO</u>
-	
-	<u>scarichi civili</u>
<u>TRATTAMENTI SECONDARI</u>	<u>scarichi misti</u>
<u>E TERZIARI (o post-trattamenti)</u>	<u>scarichi industriali</u>
-	<u>percolati di discarica</u>
-	<u>acque di dilavamento di strade e autostrade</u>

I **trattamenti terziari** sono generalmente applicati a reflui, precedentemente depurati con impianti di tipo chimico-fisici e/o impianti ad ossidazione (impianti a fanghi attivi, impianti a biomasse adese), le cui caratteristiche non soddisfano i limiti imposti dalla normativa italiana ed europea.

I loro **principali obiettivi** sono infatti:

- **abbattimento del Fosforo**
- **abbattimento dell'Azoto**
- **abbattimento di metalli pesanti**
- **abbattimento di sostanze organiche che hanno tempi di biodegradabilità lenti e necessitano quindi di tempi di ritenzione più lunghi**
- **assicurare un'azione di tampone agli eventuali malfunzionamenti degli impianti tecnologici**
- **affinare la qualità microbiologica e chimica dei reflui.**

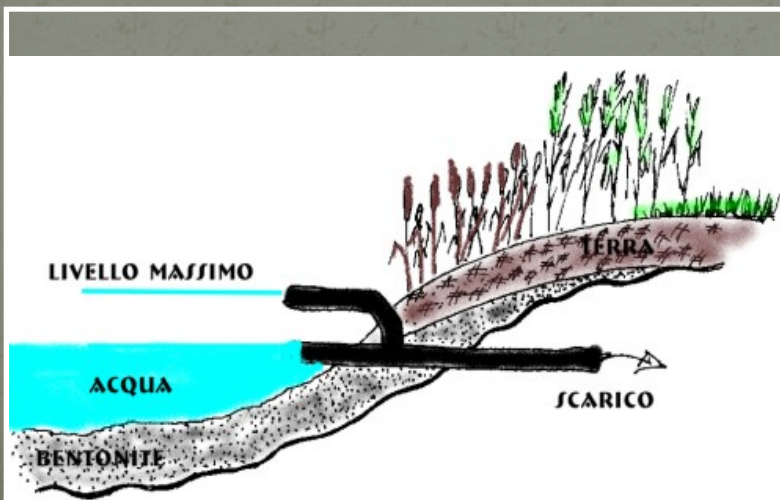
Classificazione delle tecniche di Fitodepurazione

Le **tecniche di fitodepurazione** possono essere classificate in base alla prevalente forma di vita delle macrofite che vi vengono utilizzate (Brix 1993):

1. **Sistemi a macrofite galleggianti (Lemna, Giacinto d'acqua,...);**
2. **Sistemi a macrofite radicate sommerse (Elodea,..);**
3. **Sistemi a macrofite radicate emergenti (Fragmiti, Tife, ecc.);**
4. **Sistemi multistadio (combinazioni delle tre classi precedenti tra loro o con interventi a bassa tecnologia come, ad esempio, i lagunaggi o i filtri a sabbia).**

I **sistemi a macrofite radicate emergenti** possono subire una ulteriore classificazione dipendente dal cammino idraulico delle acque reflue:

1. **Sistemi a flusso superficiale ;**
2. **Sistemi a flusso sommerso orizzontale;**
3. **Sistemi a flusso sommerso verticale**



LATIFOGLIE ARBOREE

Ontano nero

Alnus Glutinosa

Pioppo nero

Populus Nigra

MACROFITE EMERSE

Cannuccia palustre

Phragmites Communis

MACROFITE SOMMERSE

Lingue d'oca

Potamegeton Lucens

Millefoglio

Myriophyllum Spicatum

Tifa

Typha Latifolia

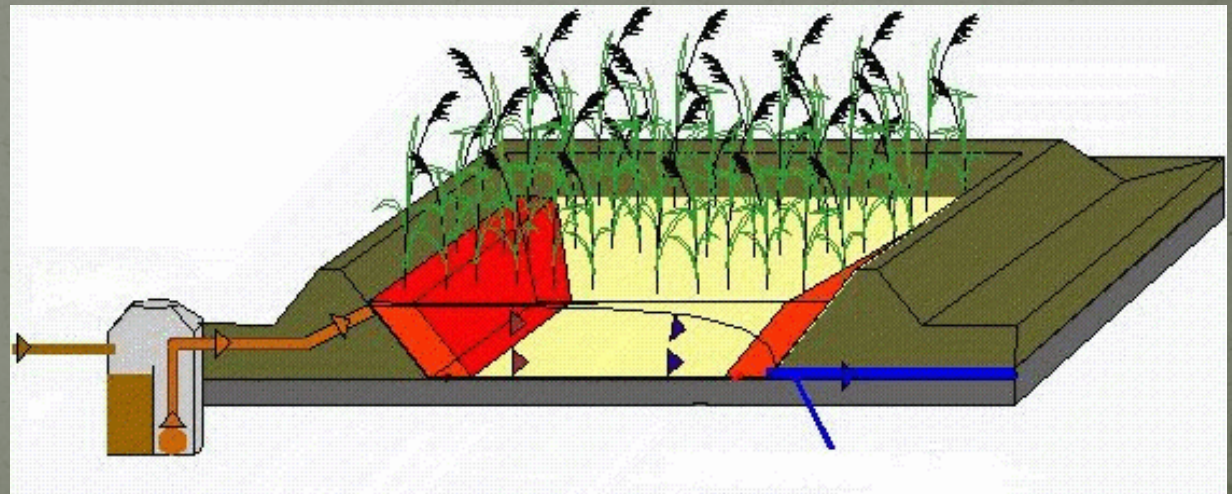
Carice

Carex Acutiformis

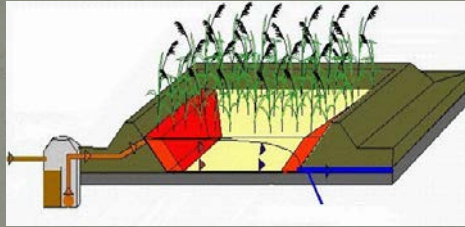
Classificazione delle tecniche di Fitodepurazione: Sistemi a flusso sommerso orizzontale.

I sistemi di fitodepurazione (**flusso sommerso orizzontale**) sono costituiti da **vasche** contenenti **materiale inerte** con granulometria prescelta al fine di assicurare una adeguata conducibilità idraulica (i mezzi di riempimento comunemente usati sono sabbia, ghiaia, pietrisco); tali materiali inerti costituiscono il supporto su cui si sviluppano le radici delle **piante emergenti** (sono comunemente utilizzate le *Phragmites australis*); il **fondo delle vasche** deve essere opportunamente impermeabilizzato facendo uso di uno strato di argilla, possibilmente reperibile in loco, in idonee condizioni idrogeologiche, o, come più comunemente accade, di membrane sintetiche (HDPE o LDPE 2 mm di spessore);

il flusso di acqua rimane costantemente al di sotto della superficie del vasoio assorbente e scorre in senso orizzontale grazie ad una leggera pendenza del fondo del letto (circa 1%) ottenuta con uno strato di **sabbia** sottostante il manto impermeabilizzante.

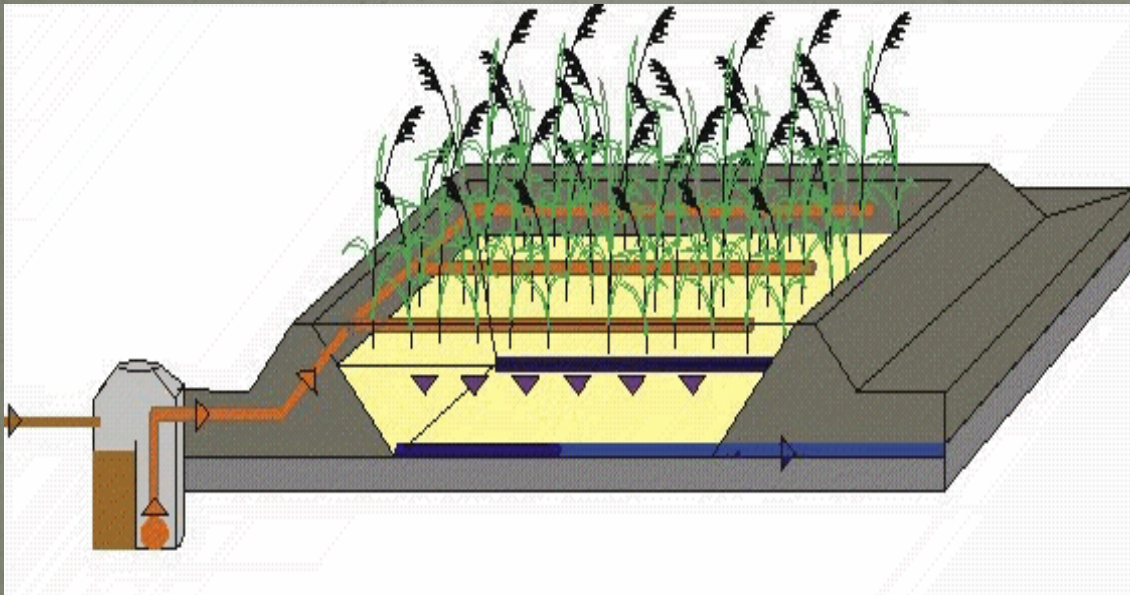


Classificazione delle tecniche di Fitodepurazione: Sistemi a flusso sommerso orizzontale.



Durante il passaggio dei reflui attraverso la rizosfera delle macrofite, **la materia organica viene decomposta dall'azione microbica**, l'azoto viene denitrificato, se in presenza di sufficiente contenuto organico, **il fosforo e i metalli pesanti vengono fissati per adsorbimento sul materiale di riempimento**; i contributi della vegetazione al processo depurativo possono essere ricondotti sia allo sviluppo di una efficiente popolazione microbica aerobica nella rizosfera sia all'azione di pompaggio di ossigeno atmosferico dalla parte emersa all'apparato radicale e quindi alla porzione di suolo circostante, con conseguente migliore ossidazione del refluo e creazione di una alternanza di zone aerobiche, anossiche ed anaerobiche con conseguente sviluppo di diverse famiglie di microrganismi specializzati e **scomparsa pressoché totale dei patogeni**, particolarmente sensibili ai rapidi cambiamenti nel tenore di ossigeno disciolto. I sistemi a flusso sommerso assicurano una buona protezione termica dei liquami nella stagione invernale, specie nel caso si possano prevedere frequenti periodi di copertura nevosa.

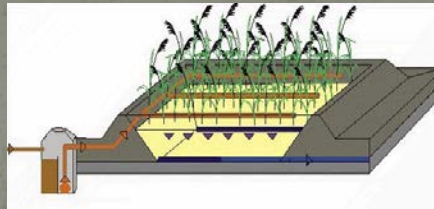
Classificazione delle tecniche di Fitodepurazione: Sistemi a flusso sommerso verticale.



La configurazione di questi sistemi è del tutto simile a quelli appena descritti. La differenza consiste nel fatto che il **refluo da trattare scorre verticalmente nel medium di riempimento** (percolazione) e viene immesso nelle vasche con carico alternato discontinuo, mentre nei sistemi flusso sommerso sotterraneo, si ha un flusso a pistone, con alimentazione continua.

Questa **metodologia con flusso intermittente** (reattori batch) implica l'impiego di un numero minimo di due vasche in parallelo per ogni linea che funzionano a flusso alternato, in modo da poter regolare i tempi di riossigenazione del letto variando frequenza e quantità del carico idraulico in ingresso, mediante l'adozione di dispositivi a sifone autoadescante opportunamente dimensionati.

Classificazione delle tecniche di Fitodepurazione: Sistemi a flusso sommerso verticale.



Le **essenze impiegate** sono le medesime dei sistemi a flusso orizzontale.

Il **medium di riempimento si differenzia** invece dai sistemi a flusso orizzontale in quanto non si utilizza una granulometria costante per tutto il letto, ma si dispongono alcuni strati di ghiaie di dimensioni variabili, partendo da uno strato di sabbia alla superficie per arrivare allo strato di pietrame posto sopra al sistema di drenaggio sul fondo. Questi sistemi, ancora relativamente nuovi nel panorama della fitodepurazione ma già sufficientemente validati, hanno la prerogativa di consentire una notevole diffusione dell'ossigeno anche negli strati più profondi delle vasche, giacché la diffusione di questo elemento è circa 10.000 volte più veloce nell'aria che nell'acqua, e di alternare periodi di condizioni ossidanti a periodi di condizioni riducenti.

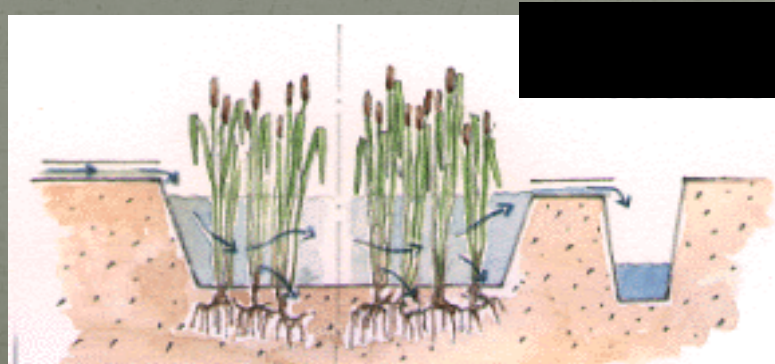
I **tempi di ritenzione idraulici** nei sistemi a flusso verticale sono abbastanza brevi; la sabbia superficiale diminuisce la velocità del flusso, il che favorisce sia la denitrificazione sia l'adsorbimento del fosforo da parte della massa filtrante.

Classificazione delle tecniche di Fitodepurazione: Sistemi a flusso superficiale.

I sistemi **a flusso superficiale** consistono in **vasche o canali dove la superficie dell'acqua è esposta all'atmosfera ed il suolo, costantemente sommerso, costituisce il supporto per le radici delle piante emergenti**; anche in questi sistemi il flusso è orizzontale e l'altezza delle vasche generalmente limitata a poche decine di centimetri.

In questi sistemi i meccanismi di abbattimento riproducono esattamente tutti i fattori in gioco nel potere autodepurativo delle zone umide.

I dati disponibili sull'applicazione di questi impianti in Europa sono abbastanza scarsi e riguardano prevalentemente gli impianti più grandi, mentre ben poco risulta in letteratura sulle applicazioni in piccola scala (come il trattamento dei reflui domestici per case isolate o piccole comunità) che sono invece abbastanza diffuse in alcuni paesi (Francia, Paesi Bassi, ...).

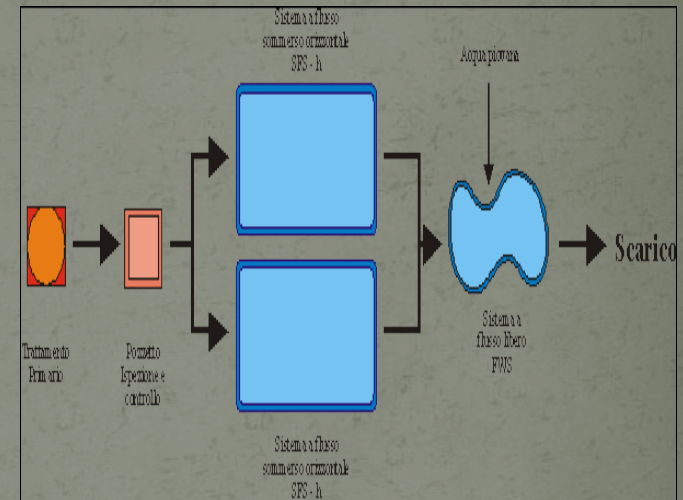


Tecniche di Fitodepurazione: Esempi di applicazioni.

SPANNOCCHIA - CHIUSDINO (SI)

La **tenuta agricola di Spannocchia** (max 60 abitanti) svolge attività agrituristica, per cui ha una produzione di liquami che presenta rapide oscillazioni di carico idraulico e organico: ha scelto la fitodepurazione perché garantisce maggiore efficacia depurativa (anche per il riutilizzo delle acque), minori costi e un ottimo inserimento ambientale.

I reflui dell'Azienda Agraria, dopo un trattamento primario mediante fossa Imhoff, passano ad un sistema secondario costituito da due vasche a flusso sommerso orizzontale in parallelo. Successivamente le acque reflue vengono raccolte in un bacino in cui confluiscono anche le acque meteoriche e da qui utilizzate per irrigare il frutteto biologico (vedi schema seguente).



In questo caso il sistema è concepito da un lato in modo da recuperare i nutrienti (sottodimensionato), dall'altro in modo da riutilizzare tali nutrienti e chiudere all'interno delle aree di produzione i cicli dell'azoto e del fosforo. Il laghetto finale svolge una doppia funzione: di raccolta e stoccaggio delle acque e di ulteriore trattamento (finissaggio) delle acque reflue in particolare per l'abbattimento della carica batterica.

Tecniche di Fitodepurazione: Esempi di applicazioni.

OLEIFICIO COOPERATIVO - VINCI (FI)

Impianto flusso sommerso orizzontale + flusso superficiale.

L'impianto tratta le acque reflue provenienti **dall'attività di frangitura delle olive e produzione dell'olio di oliva**, comunemente definite "acque di vegetazione", fino ad oggi smaltite per spargimento al suolo nei termini di legge, con elevati costi per il loro trasporto alla destinazione finale. Il trattamento di tali reflui consiste in un bacino di stoccaggio, in due vasche di fitodepurazione a flusso subsuperficiale orizzontale ed un successivo stadio a flusso superficiale i cui effluenti vengono ricircolati in testa alle vasche flusso sommerso verticale. Entro trenta giorni dal termine dell'attività di frangitura (in genere negli ultimi giorni di gennaio) viene effettuato un trattamento completo delle acque, in modo tale da minimizzare qualsiasi evenienza di formazione di maleodoranze al sopravvenire delle più alte temperature primaverili. Si utilizza invece l'alta capacità evapotraspirativa del sistema ed il ricircolo delle acque trattate per ridurre drasticamente la quantità delle acque da destinare allo spandimento su terreno agricolo e ridurre di conseguenza i relativi costi gestionali.



Tecniche di Fitodepurazione: Esempi di applicazioni.

L'area di fitodepurazione di **Ca' di Mezzo** è situata nel Comune di Codevigo (PD) al confine con il Comune di Chioggia (VE). Essa è stata realizzata con i fondi assegnati dalla Regione del Veneto al Consorzio di Bonifica Adige-Bacchiglione per il risanamento della Laguna di Venezia.

L'area di fitodepurazione è un **ecosistema palustre completamente ricostruito su terreni precedentemente utilizzati per fini agricoli**. L'area si estende per circa 30 ettari tra il Fiume Bacchiglione e il Canal Morto, immediatamente a valle del Ponte di Ca' di Mezzo. *I terreni utilizzati per la ricostruzione dell'area umida erano dotati di un sistema di drenaggio insufficiente e pertanto venivano frequentemente allagati e ciò rendeva difficili ed improduttive le pratiche agricole.*



La foto aerea mostra l'area dell'intervento prima dell'inizio delle opere; si possono notare, in primo piano, alcuni appezzamenti non coltivati e l'alveo relitto del Fiume Bacchiglione il cui corso, in origine, divagava per l'antica palude fino al mare seguendo il tracciato dei paleoalvei ancora oggi riconoscibili.

Tecniche di Fitodepurazione: Esempi di applicazioni.

Una volta a regime **l'area umida di Ca' di Mezzo** sarà in grado di abbattere circa il 50% dei solidi sospesi, dell'azoto e del fosforo in ingresso sottraendo così alla Laguna circa 50 tonnellate/anno di azoto e 5 di fosforo.

Il phragmiteto piantato nell'area umida, dovrebbe raggiungere nei prossimi tre anni, una densità di circa 100 piante per m², pari a quella riscontrabile nei canneti naturali della zona.

L'area umida di Ca' di Mezzo è stata ricostruita non solo per migliorare la qualità delle acque superficiali ma anche per ricreare un ambiente naturale che costituirà l'habitat ideale per molte forme di animali. In questo modo quindi si contribuisce ad aumentare la diversità biologica dell'ambiente rurale ed a ricostruire luoghi di ricreazione e di educazione ambientale. Il Consorzio di Bonifica Adige-Bacchiglione ha intrapreso questa nuova fase della Bonifica conscio di poter svolgere un ruolo importante per il riequilibrio idraulico e ambientale del proprio comprensorio e di poter così valorizzare econo-micamente le aree agricole degradate.



Utilizzo di elementi naturali ai fini della sostenibilità e del minimo impatto ambientale: la pietra e le piante.



Sistemazioni e rinaturalizzazione del territorio



Depurazione acque



Verde pensile



An aerial photograph of a house with a green roof. The roof is covered in a dense layer of colorful plants, including yellow and orange flowers. The house has a wooden exterior and a swimming pool in the backyard. A car is parked in the driveway. The background shows a green lawn and a fence.

**L'utilizzo delle piante per la realizzazione di
opere a basso impatto ambientale o di
mitigazione**

**IL VERDE PENSILE:
ASPETTI AMBIENTALI,
TECNICI ED ECONOMICI**









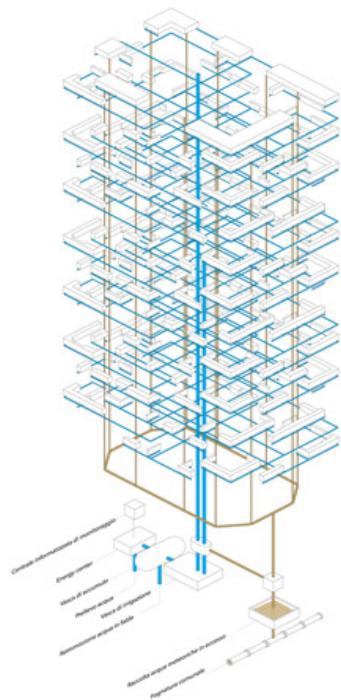




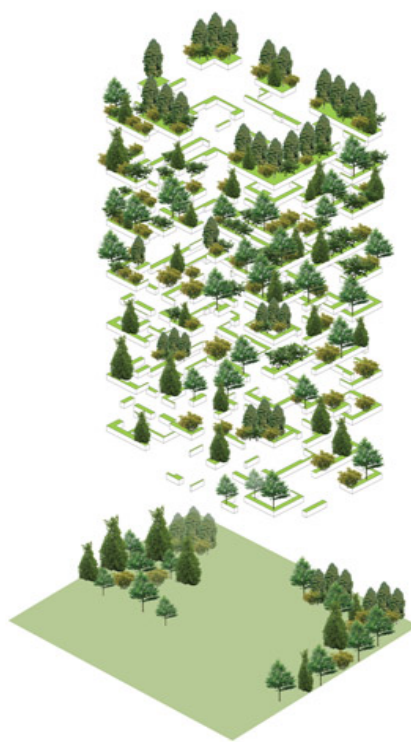








SISTEMA IDRICO



VEGETAZIONE



BOSCO VERTICALE









“Copertura verde” è il termine che nel linguaggio tecnico più aggiornato e rigoroso, indica la realizzazione di coperture che prevedono, sulle stesse, l’installazione di materiale vegetale.

Il **VERDE PENSILE** è una risposta non solo *estetica*, ma anche *funzionale*, in ambito urbano e periurbano, alla forte urbanizzazione ed industrializzazione per recuperare aree sottratte all’ambiente.



GIARDINO PENSILE e TETTO VERDE

I due tipi di realizzazioni hanno finalità diverse.

Il **giardino pensile** è il comune giardino realizzato all'interno dei cortili, la realizzazione non tiene conto di sovraccarichi strutturali, costi di gestione e realizzazione, ma conta molto di più la destinazione e la possibilità di soddisfare gli utilizzatori del giardino.



Coperture palazzine private di un villaggio

Il **tetto verde** tiene conto delle esigenze dei beneficiari della struttura, ma soprattutto dell'equilibrio costi/benefici, della possibilità di adattare la copertura a verde alla struttura senza costi aggiuntivi, della riduzione dei costi di gestione.

Il tetto verde in Italia

Solo in questi ultimi anni si è rilevata una crescita del mercato grazie anche:

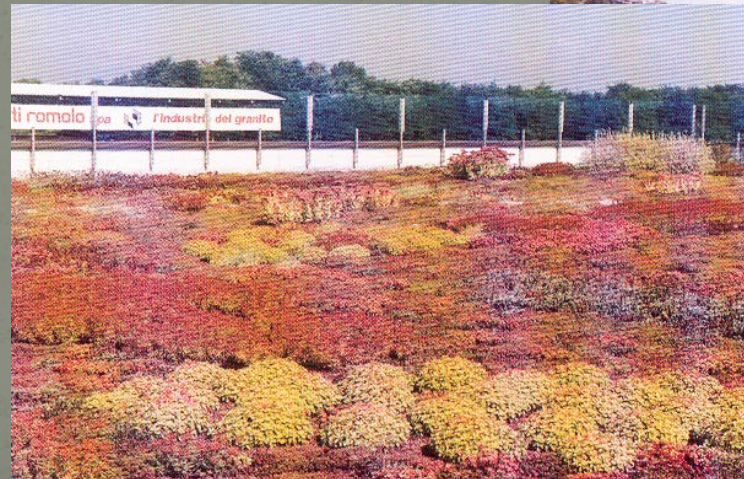
- ✓ Alla nuova attenzione verso l'aspetto energetico;
- ✓ Alla crescente richiesta di migliorare la vivibilità delle città;



- ✓ Alla sensibilizzazione verso i problemi derivanti dall'aumento di aree impermeabilizzate;
- ✓ Alla sensibilizzazione delle persone verso il recupero di aree verdi in città.

Caratteristiche di di un buon tetto verde:

- ✓ Efficienza;
- ✓ Leggerezza;
- ✓ Spessore contenuto;
- ✓ Costi di gestione ridotti al minimo



Copertura edificio industriale

sopra: aspetto primaverile;
destra: aspetto autunnale

Copertura centro di trattamento rifiuti

Le coperture continue dei **tetti verdi** si distinguono in due tipologie:

1. Tipologia a **verde INTENSIVO**



2. Tipologia a **verde ESTENSIVO**



Le differenze fra le due tipologie sono nette tra loro rispetto agli obiettivi che si intende raggiungere quando si realizzano.

Tipologia a VERDE INTENSIVO

L'obiettivo primario è quello di soddisfare le aspettative dell'utente;



Copertura centro commerciale

prevale l'interesse estetico del richiedente rispetto alla manutenzione, costi di realizzazione e costi di gestione.

Copertura garage interrato

Caratteristiche tecniche: a VERDE INTENSIVO

Le caratteristiche tecniche sono:

- ✓ **Peso:** a partire dai 150 Kg/mq;
- ✓ **Necessità di apporti idrici irrigui;**
- ✓ **Manutenzione elevata;**
- ✓ **Necessità che la struttura sia progettata per sopportare i carichi di questo sistema.**



Tipologia a VERDE ESTENSIVO

Rappresenta una novità nel settore dal punto di vista delle soluzioni tecniche ma anche dal punto di vista concettuale.

L'aspetto estetico è secondario rispetto ad altri obiettivi che portano vantaggi sia per il singolo che per la collettività.



Copertura a giardino pensile: basilica di Aquileia (Ud)

Nel verde estensivo le caratteristiche fondamentali sono:

- ✓ Costi di installazione che consentano l'ammortamento dell'intervento nel medio termine;
- ✓ Ridotto fabbisogno nutritivo delle piante;



Copertura garage seminterrato



- ✓ Costi di gestione ridotti al minimo;
- ✓ Adattabilità del sistema alla struttura;
- ✓ Leggerezza e spessore contenuto (a partire da 70 Kg/mq e spessori di 12 cm).

VANTAGGI DEL VERDE PENSILE

VANTAGGI ECOLOGICO-PAESAGGISTICI

Tra i **vantaggi ecologici** delle realizzazioni col verde pensile si possono citare:

- ✓ il **recupero del verde** di superfici altrimenti non utilizzabili con miglioramento del microclima esterno ed influsso positivo sul clima degli ambienti interni;
- ✓ la **creazione di nuovi ambienti** di vita per uomini, piante ed animali;
- ✓ Il **miglioramento della percezione visiva** e funzione di **ricucitura al paesaggio** naturale circostante.

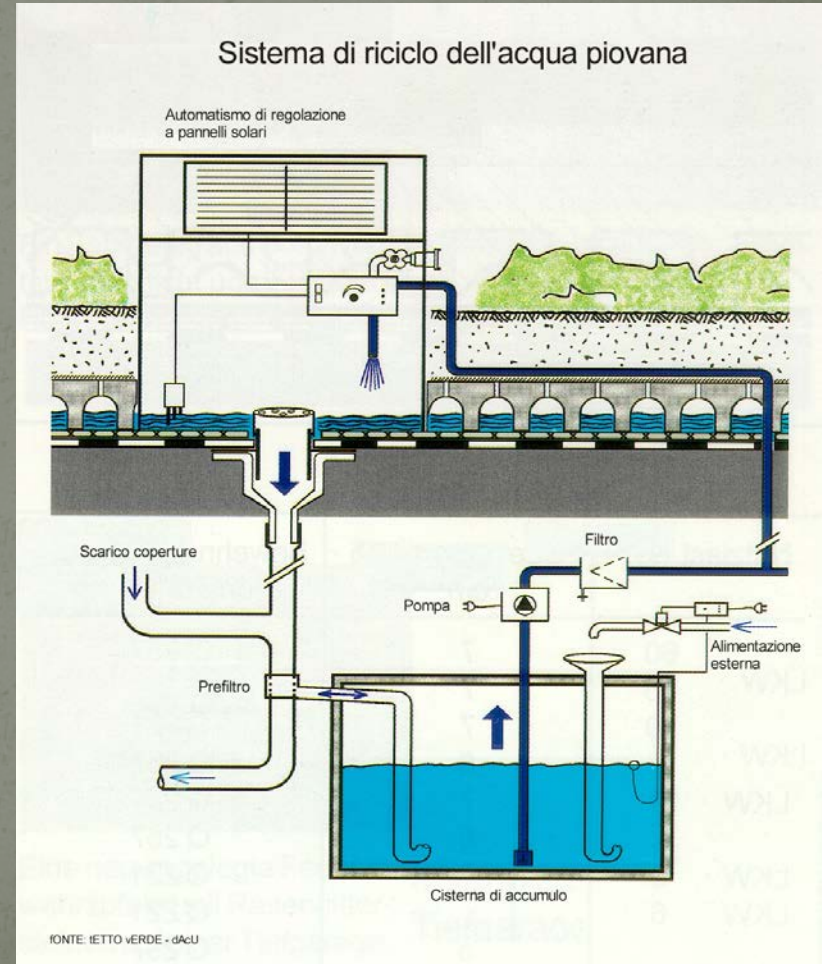


VANTAGGI DEL VERDE PENSILE

VANTAGGI TECNICI

Tra i **vantaggi di tipo tecnico** sono da citare:

- ✓ la **regimazione idrica dei deflussi delle acque** meteoriche (funzione di trattenimento) con conseguente alleggerimento del carico sulla rete di canalizzazione delle acque bianche;
- ✓ la **funzione antirumore** attraverso una minore riflessione e migliore insonorizzazione;
- ✓ il **filtraggio delle polveri e fissaggio di sostanze nutritive dell'aria e delle piogge.**



VANTAGGI DEL VERDE PENSILE

VANTAGGI ECONOMICI



I **vantaggi economici** sono ricavabili da:

- ✓ una **durata maggiore dell'impermeabilizzazione** attraverso la protezione dagli agenti atmosferici;
- ✓ un **maggiore isolamento termico** con minore impiego degli impianti di climatizzazione e conseguente risparmio energetico;
- ✓ un **aumento di valore degli immobili.**

NON C'E' UNA SOLA COMODITA',



**NELLA
NOSTRA
CIVILTA'
ATTUALE, CHE
NON ARRECHI
ANCHE
DISAGIO**

KAHLIL GIBRAN