



# PROTEZIONE IDRAULICA DEL TERRITORIO

Ing. Alessandro Cavagni

09/06/2026  
CNI

**MACCAFERRI**



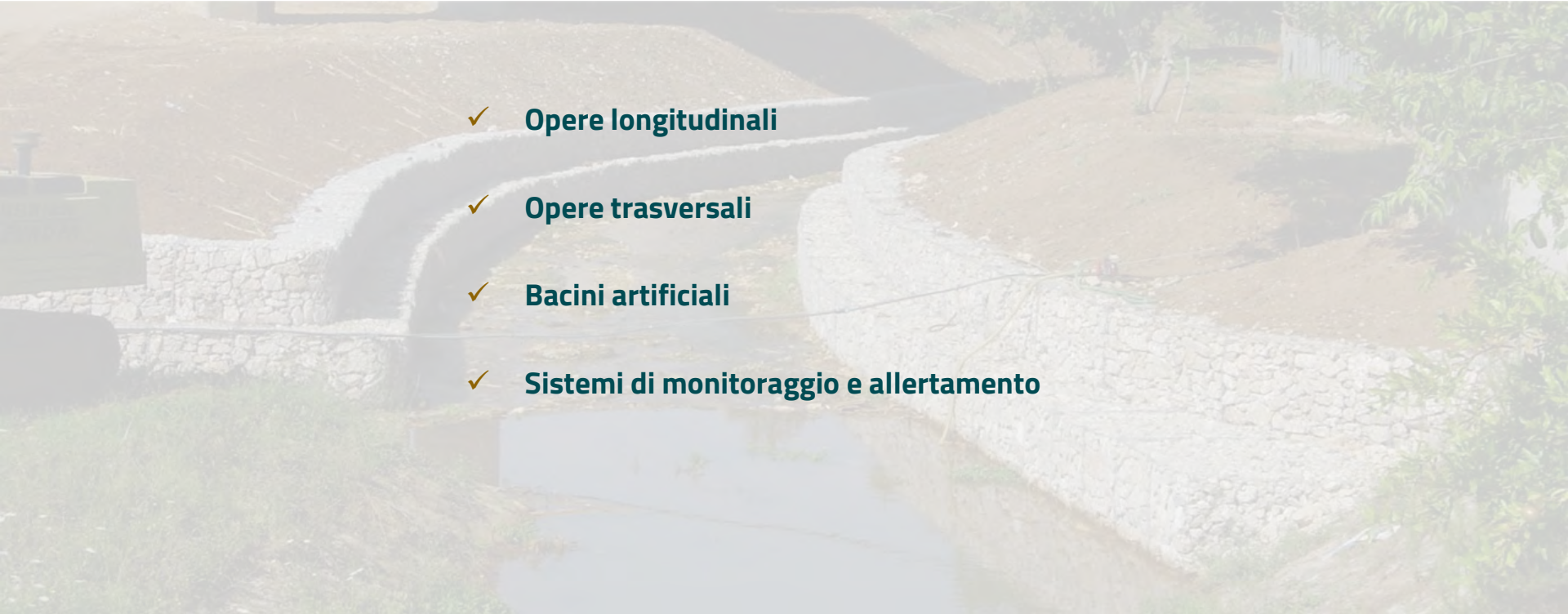
## **PRIMA APPLICAZIONE SOLUZIONI MACCAFERRI**

Protezione sponale sul fiume Reno, Casalecchio di Reno (Bologna)



## Protezione idraulica del territorio

---

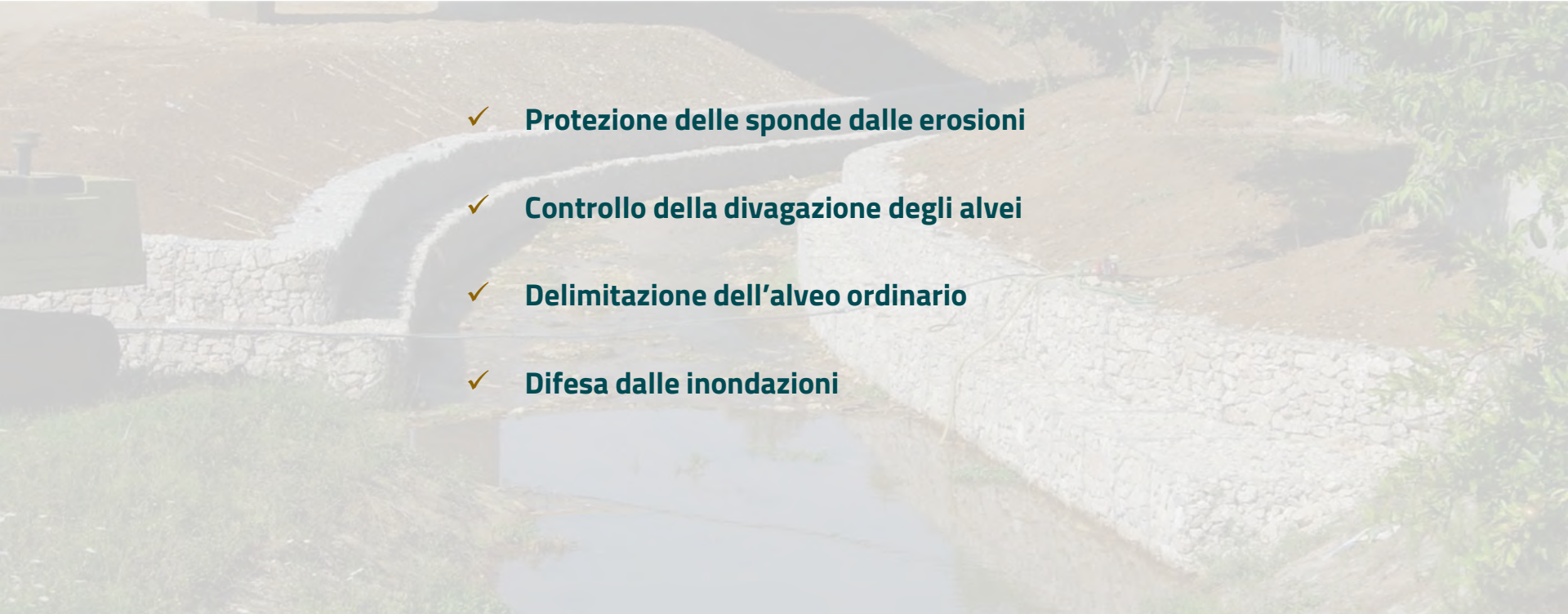
- 
- ✓ Opere longitudinali
  - ✓ Opere trasversali
  - ✓ Bacini artificiali
  - ✓ Sistemi di monitoraggio e allertamento

**CRITERI  
PROGETTUALI**

# **OPERE LONGITUDINALI**

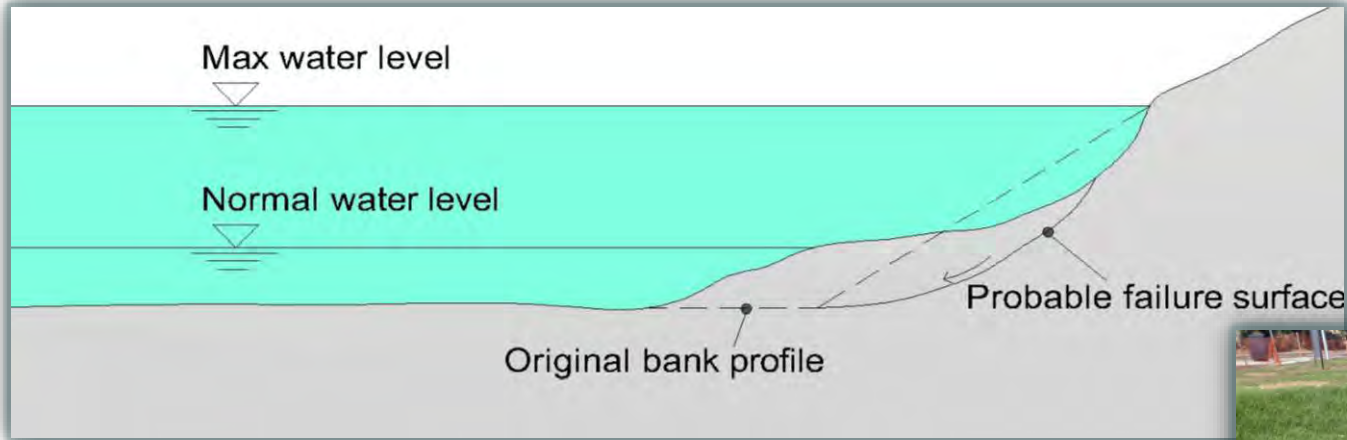


**Opere longitudinali:** interventi di prevalente sviluppo lineare, disposti parallelamente all'asse della corrente. Spesso, tali opere sono realizzate in aderenza alla sponda naturale esistente e possono caratterizzarsi per estensioni significative.

- 
- ✓ **Protezione delle sponde dalle erosioni**
  - ✓ **Controllo della divagazione degli alvei**
  - ✓ **Delimitazione dell'alveo ordinario**
  - ✓ **Difesa dalle inondazioni**

## PROTEZIONE DELLE SPONDE DALLE EROSIONI

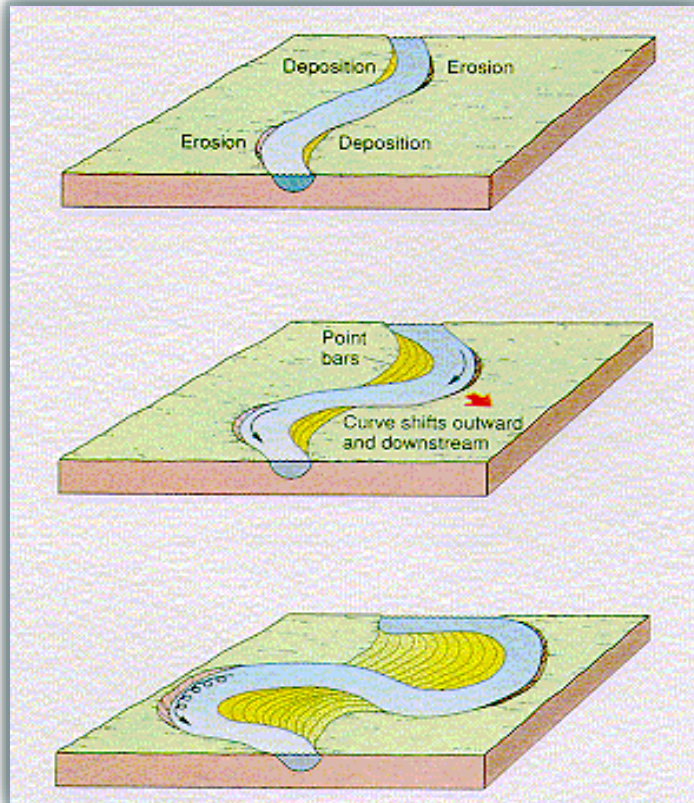
Il regime del corso d'acqua e la natura dei terreni attraversati possono non essere in condizioni di equilibrio: ciò può portare a situazioni in cui le correnti danno luogo a fenomeni di erosione della sponda o del proprio piede



Nella foto una rottura per effetto dell'erosione idrica al piede della sponda con scivolamenti lungo pareti subverticali



## CONTROLLO DELLA DIVAGAZIONE DEGLI ALVEI



La tendenza degli alvei ad assumere un andamento sinuoso è ricollegabile alla differente erodibilità delle formazioni attraversate.

In generale è possibile osservare una relativa stabilità delle sezioni di flesso planimetrico ed una decisa instabilità a valle dei vertici delle curve.

A curve di piccolo raggio e percorse con notevole velocità corrisponderanno sezioni profonde, caratterizzate da più probabili fenomeni di instabilità.

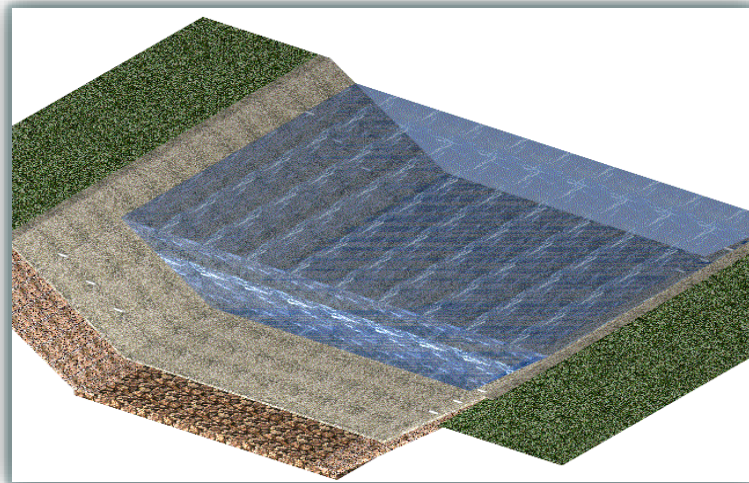
Viceversa, per raggi di curvatura superiore a 4-5 volte la larghezza del pelo libero, questi effetti diminuiscono.



## DELIMITAZIONE DELL'ALVEO ORDINARIO

I corsi d'acqua in ambienti antropizzati sono oggetto di interventi volti alla regolarizzazione delle sponde e degli alvei stessi per limitarne la sezione. Ciò può portare a delimitazioni del solo alveo di magra che può venire centralizzato con protezioni spondali continue, dando luogo alla creazione di golene fruibili (parchi fluviali).

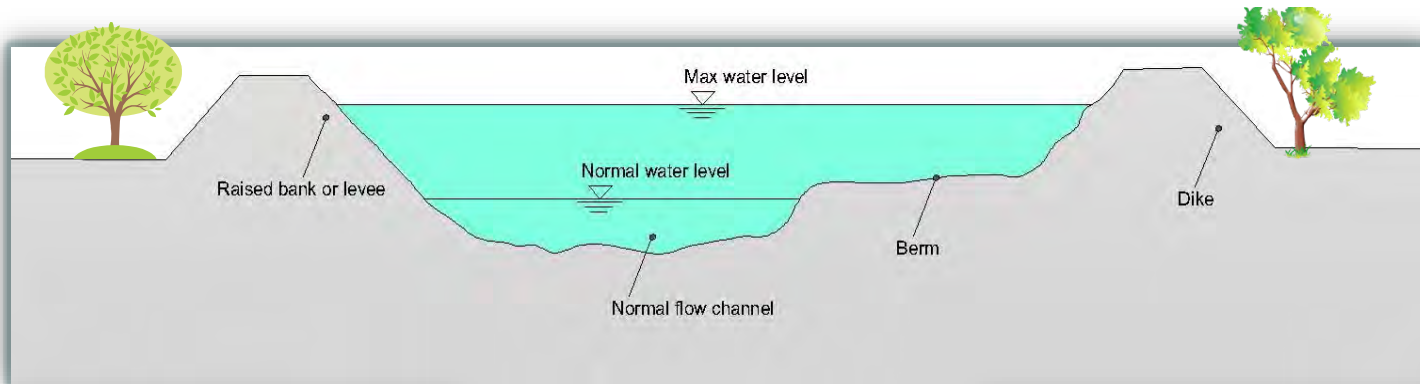
Tali interventi possono rendersi necessari anche per garantire il mantenimento di una quota minima di navigazione nel caso di vie d'acqua navigabili





## DIFESA DALLE INONDAZIONI

Scopo principale di tali interventi è il contenimento in alveo delle portate di piena, ottenuto rialzando artificialmente la sponda naturale modificando la scala di deflusso del corso d'acqua.



- ✓ Incremento velocità media
- ✓ Incremento pressione idrostatica



**PROTEZIONE ARGINE**



## STRUTTURE IMPIEGATE NELLE OPERE DI DIFESA

Le strutture utilizzate in idraulica fluviale possono essere suddivise in:

- ✓ Strutture in materiale sciolto;
- ✓ Strutture rigide;
- ✓ Strutture semi-rigide;
- ✓ Strutture flessibili.



Le strutture **rigide** sono suscettibili all'erosione: pur essendo robuste, la loro rigidità le rende fragili nei confronti di cedimenti delle fondazioni o di erosione al piede.



Le strutture **flessibili** sono ottimali in casi in cui possa avvenire un'erosione al di sotto della struttura, e che potrebbe comprometterne la stabilità.  
Ottima soluzione nei casi in cui vi siano incertezze sulla morfologia dell'area.





Rivestimenti spondali



Canali artificiali



Opere trasversali



Pennelli



Rivestimenti di canali



Opere longitudinali



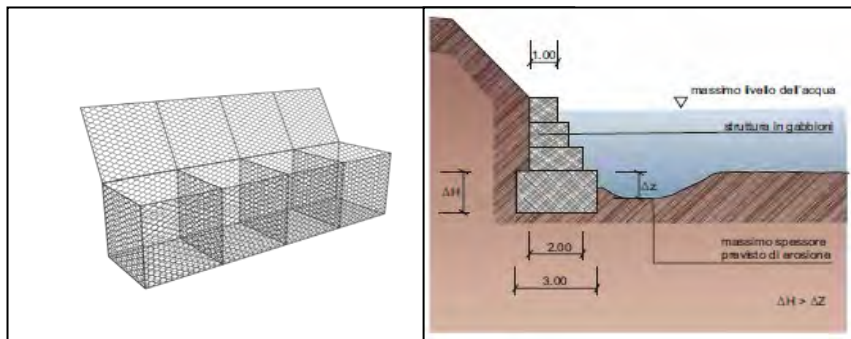
Culvert



Spalle di ponte



## Gabbioni

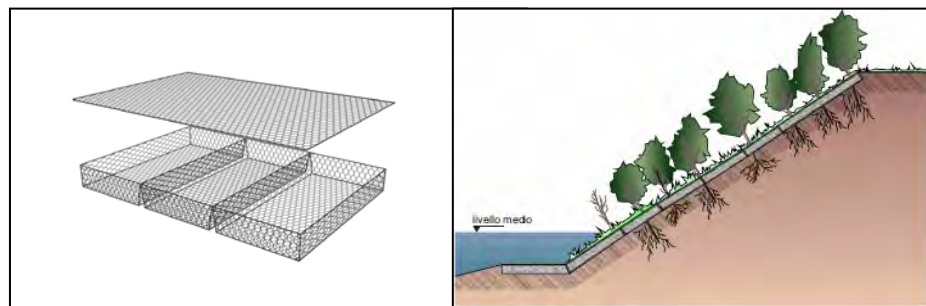


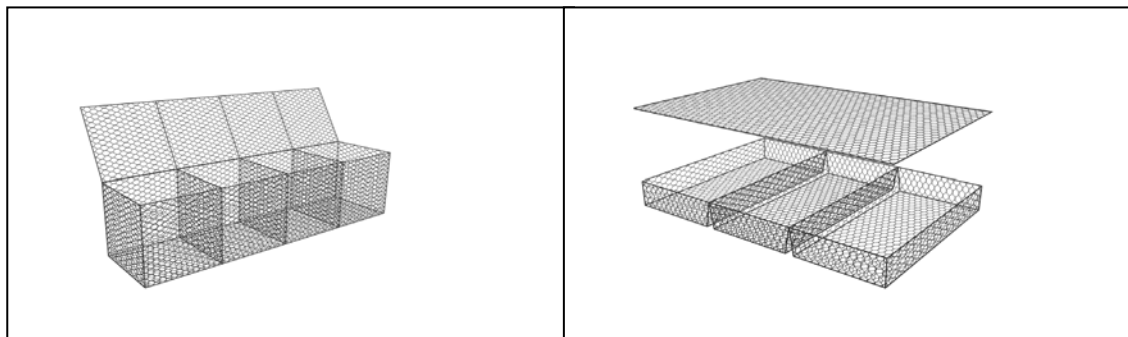
Oltre alla deformabilità ed alla resistenza tipica della strutture flessibili, gabbioni e materassi possiedono altre importanti proprietà quali **la permeabilità, la continuità strutturale, l'economicità nella costruzione e l'integrazione ambientale.**

## Materassi Reno

Punti chiave per la scelta della soluzione giusta in funzione della durabilità:

1. Rivestimento polimerico del filo
2. Nuove combinazioni di maglia e filo
3. Materassi Reno Plus





Soluzione	Maglia	Spessore filo (mm)	Rivestimento Polimerico	Note
Materasso Reno	6x8	2.2	Sì	
Gabbione	6x8	2.7	Sì	La maglia più stretta permette il riempimento con pietrame di pezzatura inferiore
	8x10	2.7	Sì	Gabbione standard
	8x10	3.0	Sì	Il filo più spesso offre maggiore protezione dal trasporto solido
	8x10	3.4	Sì	Maggior rigidità, resistenza a trazione e all'abrasione
	8x10	3.9	No	Maggior rigidità, resistenza a trazione

### UNI EN 10223-3 Appendice A

#### APPENDICE A CONDIZIONE DI AGGRESSIVITÀ AMBIENTALE DEL SITO DI INSTALLAZIONE, REQUISITI DEL RIVESTIMENTO DEL FILO

prospetto A.1 Condizione di aggressività ambientale del sito di installazione, requisiti del rivestimento del filo

Livello di aggressività ambientale del sito <sup>a)</sup> (in conformità al prospetto 1 della EN ISO 9223:2012)	Materiale di rivestimento plastico	Rivestimento	Classe <sup>b)</sup> (EN 10244-2)	Vita utile presunta del prodotto (anni)
Alta aggressività: (C4) Condizioni a contatto con acqua Zona temperata, ambiente atmosferico con elevato inquinamento o effetto sostanziale dei cloruri, per esempio aree urbane inquinate, aree industriali, aree costali, senza spruzzo di acqua salata, esposizione a forte effetto di sali disgelanti, per esempio zone subtropicale e tropicale, atmosfera con medio inquinamento, aree industriali, aree costali, posizioni riparate della costa	-	Lega di Zn95%/Al5%	A	10
	-	Lega di Zn90%/Al10%	A	25
	Cloruro di polivinile (PVC)	Lega di Zn95%/Al5%	A	120
	Poliamide (PA6)		E	
	Cloruro di polivinile (PVC)	Lega di Zn90%/Al10%	A	>120
	Poliamide (PA6)		E	
Altissima aggressività: (C5) Condizioni a contatto con acqua Zona temperata e subtropicale, ambiente atmosferico con elevatissimo inquinamento e/o importanti effetti dei cloruri, per esempio aree industriali, aree costali, posizioni riparate della costa. Zone subtropicali e tropicali (periodo di umidità molto elevato), ambiente atmosferico con inquinamento molto elevato (SO <sub>2</sub> maggiore di 250 µg/m <sup>3</sup> ), incluso inquinamento dovuto a processi di accompagnamento e produttivi e/o forte effetto di cloruri, per esempio aree estremamente industriali, fascia costiera e aree in mare aperto con contatto occasionale con nebbia salina	Cloruro di polivinile (PVC)	Lega di Zn95%/Al5%	A	120
	Poliamide (PA6)		E	
	Cloruro di polivinile (PVC)	Lega di Zn90%/Al10%	A	>120
	Poliamide (PA6)		E	
Estrema aggressività: (CX) Zone subtropicali e tropicali (periodo di umidità molto elevato), ambiente atmosferico con inquinamento molto elevato (SO <sub>2</sub> maggiore di 250 µg/m <sup>3</sup> ), incluso inquinamento dovuto a processi di accompagnamento e produttivi e/o forte effetto di cloruri, per esempio aree estremamente industriali, fascia costiera e aree in mare aperto con contatto occasionale con nebbia salina	Cloruro di polivinile (PVC)	Lega di Zn90%/Al10%	A	>120
	Poliestere (P)		E	
	Poliamide (PA6)			

## Utilizzo di filo plasticato – riferimenti normativi

Linee Guida consiglio  
superiore dei lavori  
pubblici per  
l'impiego di prodotti  
in reti metalliche a  
doppia torsione

doppia torsione  
in reti metalliche a

Aggressività ambientale	tipo di opera	tipo di rivestimento
bassa	1 e 2	Lega ZnAl5% oppure Lega ZnAl10%
media	1	Lega ZnAl5% oppure Lega ZnAl10%
media	2	Lega ZnAl10% oppure Leghe ZnAl e rivestimento plastico
alta	1 e 2	Lega ZnAl10% oppure Leghe ZnAl e rivestimento plastico
qualsiasi	3	Leghe ZnAl e rivestimento plastico

Per la definizione delle condizioni di aggressività ambientale si potrà fare riferimento alle categorie definite nella norma ISO 9223 (Tabella 1).

Categoria definita nella ISO 9223	Aggressività
C1	Molto bassa
C2	Bassa
C3	Media
C4	Alta
C5	Molto Alta
CX	Estrema

In ambienti dove è potenzialmente prevista la presenza di correnti vaganti, ad esempio in prossimità di impianti, linee ferroviarie e/o di campi di dispersione elettrica, e' opportuno adottare un livello di protezione massima, anche mediante uso di rivestimento polimerico, a meno di specifiche verifiche di dettaglio della particolare situazione in esame.

Per la definizione della vita nominale di opere di difesa idraulica si dovrà tener specificatamente conto del possibile danneggiamento della rete per abrasione da parte del trasporto solido e della maggiore o minore facilità di eseguire eventuali ripristini e quindi prevedere in fase di progetto accorgimenti tecnici opportuni (ad esempio scelta della fondazione più idonea per opere longitudinali o della protezione della gaveta per briglie). **In generale nelle opere a contatto permanente o temporaneo con acqua è opportuno prevedere rivestimenti in Lega ZnAl e rivestimento plastico.**



Nuovo EAD pubblicato nel 2025:  
EAD 200019-**01**-0102

[www.eota.eu](http://www.eota.eu)

EAD Number	EAD Title	OJEU	Status	Comment
200019-00-0102 <b>OLD</b>	Hexagonal Woven Mesh Gabion Boxes and Mattresses <a href="#">Download</a>	2015/C 378/02	Cited	Superseded by 200019-01-0102
200019-01-0102 <b>NEW</b>	Hexagonal woven mesh gabions, mattresses and sack gabions <a href="#">Download</a>	Decision (EU) 2025/1769	Cited	

## Nuove prestazioni certificabili e dichiarabili nella DoP del produttore:

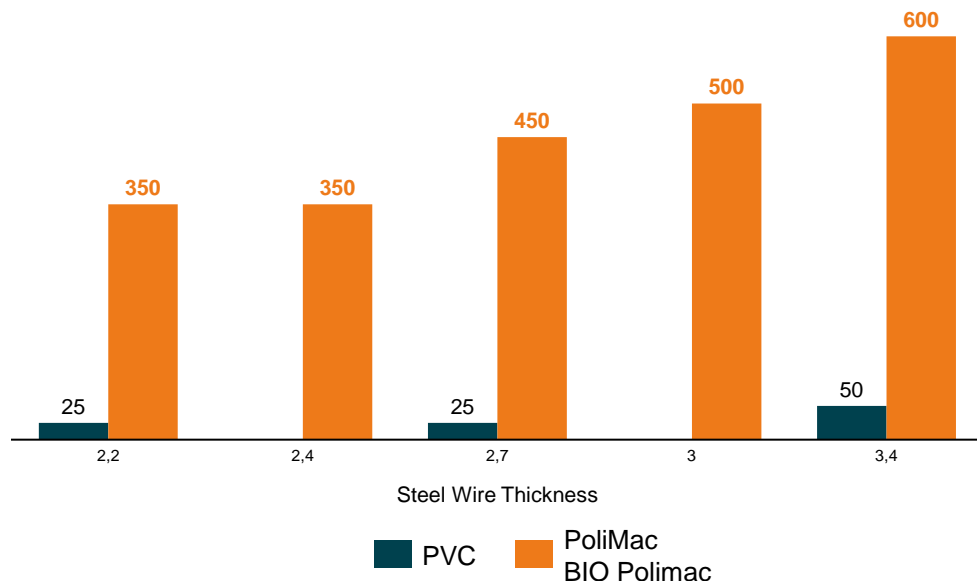
- Resistenza all'abrasione del rivestimento polimerico
- tensione tangenziale ammissibile in condizioni idrauliche
- Carico di punzonamento
- resistenza a compressione
- Integrità a flessione
- Vita utile del rivestimento polimerico

## OBIETTIVO DEL TEST



L'obiettivo è ottenere la resistenza del filo metallico rivestito all'abrasione causata da un'azione di sfregamento lineare. Il test finisce quando il rivestimento polimerico viene logorato fino a lasciare scoperto il filo metallico.

MEAN NUMBER of CYCLES



**M** L'abrasione è uno dei problemi più frequenti per diverse soluzioni

**M** Rivestimenti polimerici ad alte prestazioni offrono una resistenza all'abrasione 10 volte superiore rispetto al PVC

**M** Il test definisce la resistenza del rivestimento già estruso sul filo, pertanto può essere condotto in maniera semplice utilizzando un campione di un prodotto DT in sito per verificarne le prestazioni.

**M** Il test è semplice e viene condotto con uno strumento (TABER) che permette di ottenere risultati in un periodo breve (10-20 min / test)

**M** Il test viene meglio descritto nella ASTM A975

**Resistenza all'abrasione in  
condizioni bagnate (ISO  
22182) – configurazione della  
prova**

**8** campioni dello stesso  
materiale vengono testate in un  
tamburo rotante riempito con  
acqua e frammenti di basalto



**Durata:**

**2**

**Fasi**

**80,000** giri  
**totali**

# TEST DELLE PERFORMANCE: CONDIZIONI IDRAULICHE REALI

MACCAFERRI

RESISTENZA ALL'ABRASIONE IN CONDIZIONI BAGNATE (ISO 22182), RESISTENZA A CORROSIONE IN NEBBIA SALINA (ISO 9227)

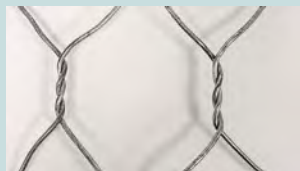
**RETE DT  
RIVESTIMENTO  
METALLICO**

**RETE  
ELETTROSALDATA  
RIVESTIMENTO  
METALLICO**

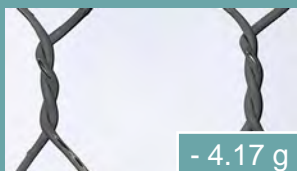
**RETE DT  
RIVESTIMENTO PVC**

**RETE DT  
RIVESTIMENTO AD  
ALTE PRESTAZIONI**

**PRIMA DEL TEST**



**DOPO IL TEST DI  
ABRASIONE  
BAGNATA**



**DURANTE IL  
TEST IN NEBBIA  
SALINA**



**DOPO IL TEST IN  
NEBBIA SALINA**







>80%

POLIMERO BIO ATTRIBUITO O CIRCULAR  
CERTIFICATO

-150%

GAS SERRA

RIDUZIONE DELLA CARBON FOOTPRINT\*

Il rivestimento polimerico Bio ha le stesse prestazioni del polimero ad alte prestazioni ed è realizzato con polimero con certificazione ISCC+. I granuli provengono da **materiale bio based riciclato (BIO-CIRCULAR)**: i rifiuti bio-based e i materiali fossili vengono miscelati secondo un approccio di **bilancio di massa certificato ISCC**.




## OBIETTIVO DEL TEST



Lo scopo del **test a scala reale** è quello di fornire **il limite di prestazione in termini di tensione tangenziale massima** alla quale non si arriva a rotture meccaniche o erosione/perdita di suolo al di sotto del rivestimento

### TENSIONI TANGENZIALI AMMISSIBILI

spessore	Materassi standard	Materassi Reno Plus	 Incremento di <b>2x</b>
17 cm	192 N/m <sup>2</sup>	445 N/m <sup>2</sup>	
23 cm	234 N/m <sup>2</sup>	534 N/m <sup>2</sup>	
30 cm	280 N/m <sup>2</sup>	637 N/m <sup>2</sup>	

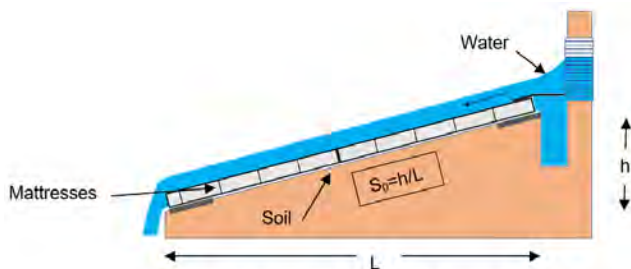


Figure B.1.1 – Longitudinal section of hydraulic flume

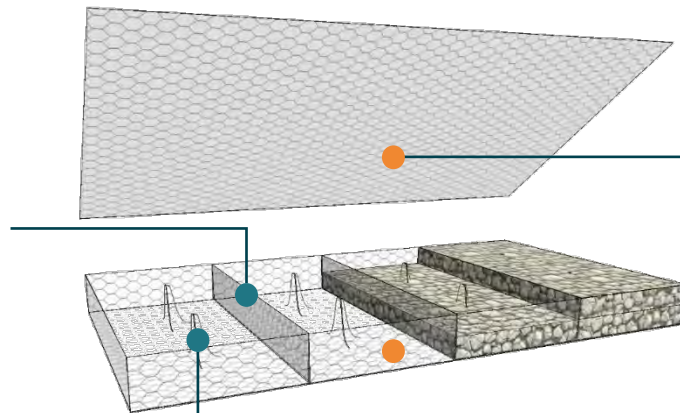
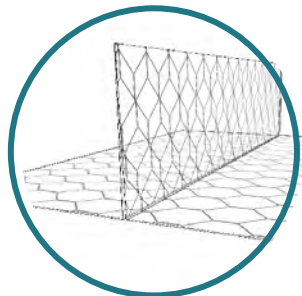
- M** Il test definisce la capacità della protezione in materassi di resistere allo sforzo dovuto al flusso d'acqua, mantenendo la sua funzione antierosiva (evitando perdite di suolo al di sotto).
- M** Il test è il più rappresentativo per determinare le prestazioni di una protezione idraulica antierosiva
- M** Il valore testato e dichiarato evidenzia le Migliori prestazioni del **Materasso Reno Plus** rispetto ai materassi tradizionali (singolo diaframma, senza tiranti)

La ricerca CSU del 2019

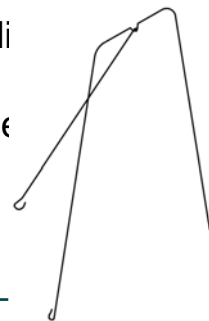


## Materasso Reno Plus con X-Ties

Il doppio diaframma verticale rende le operazioni di riempimento più semplici.



**X-Tie** è un Sistema di aggancio sviluppato sperimentalmente che massimizza la resistenza strutturale del materasso



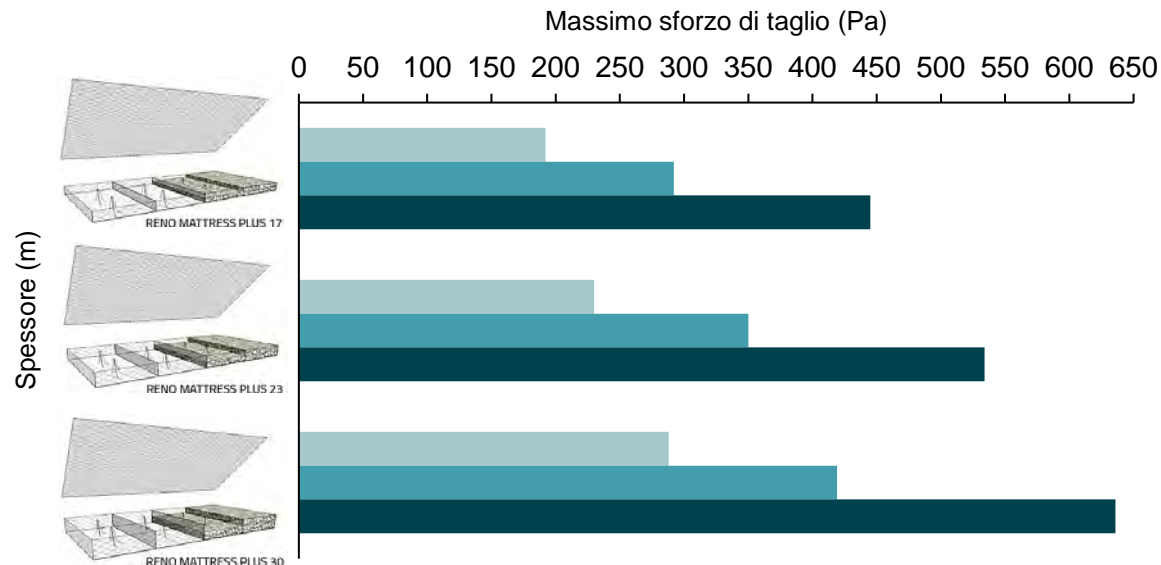
Il rivestimento **PoliMac®** fornisce una protezione eccezionale contro gli agenti abrasivi e le aggressioni chimiche



# CAMPAGNA DI TEST PRESSO COLORADO STATE UNIVERSITY

MACCAFERRI

Lo scopo della ricerca



- 1984 Campagna di test in Colorado con Reno Mattress con diaframma singolo
- 2019 Campagna di test in Colorado con Reno Mattress con diaframmi doppi
- 2019 Campagna di test in Colorado con Reno Mattress con X-Ties



Testati in conformità con:



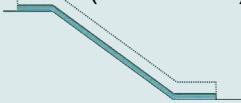


Designation: D6460 - 12

+52%

## La ricerca CSU del 2019 - RISULTATI

Progetto di protezione spondale usando **LA TENSIONE TANGENZIALE** come parametro di progetto

TENSIONE AGENTE (N/m <sup>2</sup> )	PIETrame SCIOLTO	MATERASSO RENO	MATREASSO RENO RENO PLUS (con X-Ties)
			
< 200	40 cm	17 cm	17 cm
200-250	45 cm	23 cm	17 cm
250-300	60 cm	30 cm	17 cm
300-400	84 cm	50 cm	23 cm



# Il nostro nuovo software per il calcolo LCA



**MacCycle Assessment**

DESIGN FOR SUSTAINABILITY



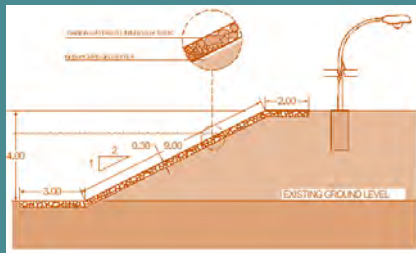
**MacCycle Assessment** è il nostro nuovo software sviluppato per supportare la comparazione LCA (Life Cycle Assessment) in applicazioni di ingegneria civile.

Il software permette di effettuare una comparazione ambientale soluzioni equivalenti da un punto di vista strutturale, confrontando soluzioni tradizionali con soluzioni Maccaferri. Conduce un calcolo LCA (fasi A1–C4) in accordo con la ISO 14040, ISO 14044 e EN 17472, utilizzando come indicatore il Global Warming Potential (GWP) per quantificare le emissioni equivalenti di gas serra.

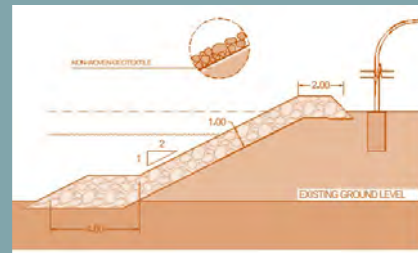
**MacCycle Assessment** permette di valutare l'impatto ambientale dalle prime fasi attraverso un dettagliato sviluppo di progetto, basato sulla certificazione EPD e database LCA riconosciuti.

# Protezione spondale

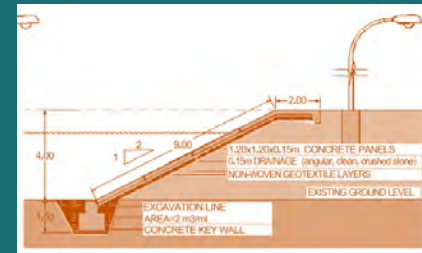
## MATERASSO RENO PLUS



## SCOGLIERE



## RIVESTIMENTO IN CALCESTRUZZO



	Materasso Reno Plus	Rip Rap	Rivestimento in calcestruzzo
Lunghezza della sponda	9.00 m	9.00 m	9.00 m
Spessore del rivestimento	0.30 m	1.00 m	0.15 + 0.15 m (strato di drenaggio + calcestruzzo)
Lunghezza del presidio al piede	3.00 m	4.00 m	3.00 m (2 m <sup>3</sup> /ml)

**Ipotesi di progetto:** Lo spessore dei diversi rivestimenti viene stimato basandosi su dati di letteratura e sulla più recente ricerca condotta sui Materassi Maccaferri  
**Vita utile:** 120 anni.

# Output del modello

## Input

- > Distanza fabbrica Maccaferri – cantiere **1400 km**
- > Distanza cava – cantiere **75 km**
- > Distanza per trasporto Acciaio&Calcestruzzo **25 km**
- > Lunghezza della sponda da proteggere **13 m**
- > Apron length **4 m**
- > Length at ground level **2m**
- > Reno Mattress Plus type **Reno Mattress Plus 6x3x0.3 m**

## Risultati

- **Reno Mattress Plus** reduces total emissions by up to **-87% vs. concrete** and up to **-40% vs. rip-rap**
- Concrete impact is driven by cement production.
- **Vegetative integration** can provide significant carbon sequestration benefits (up to **94% reduction of total emissions** for Reno Mattress Plus with local stones)
- Local stone sourcing strongly reduce emissions.
- Optimized structural efficiency reduces material-related emissions.

Life Cycle Assessment (LCA) - Alternative Solutions Comparison

Emissions	CASE A-1 Maccaferri Mattresses, local stones	CASE A-2 Maccaferri Mattresses, quarry stones	CASE B Stone embankment (rip-rap)	CASE C Concrete slab
Materials production (A1-A3)	44.987	44.987	37.821	388.754
Transport to building site (A4)	4944	20.033	41.401	11.553
Site preparation (A5)	7219	7219	16.929	19.255
Use stage (B1) - sequestration	-53.906	-53.906	0	0
End of life stage (C1-C4)	26	26	0	12.464
<b>Total emissions (kgCO2e)</b>	<b>97.274</b>	<b>72.349</b>	<b>96.951</b>	<b>431.925</b>
Impact reduction vs traditional CASE B	-40%	-28%	-	-
Impact reduction vs traditional CASE C	-87%	-83%	-	-

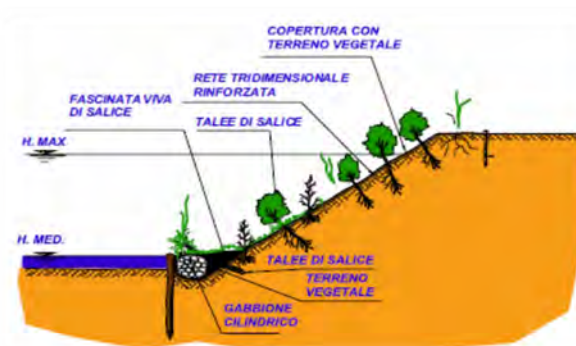


2D LCA Comparison



\*MacCycle Assessment eDesign |  
Copyright® Officine Maccaferri S.p.A.  
2026. All Right Reserved Notice:  
drawings and calculations here  
expressed serve only as general  
design outline and advice, aiming to  
the best use of the products. The user  
should always check they accuracy in  
the final.

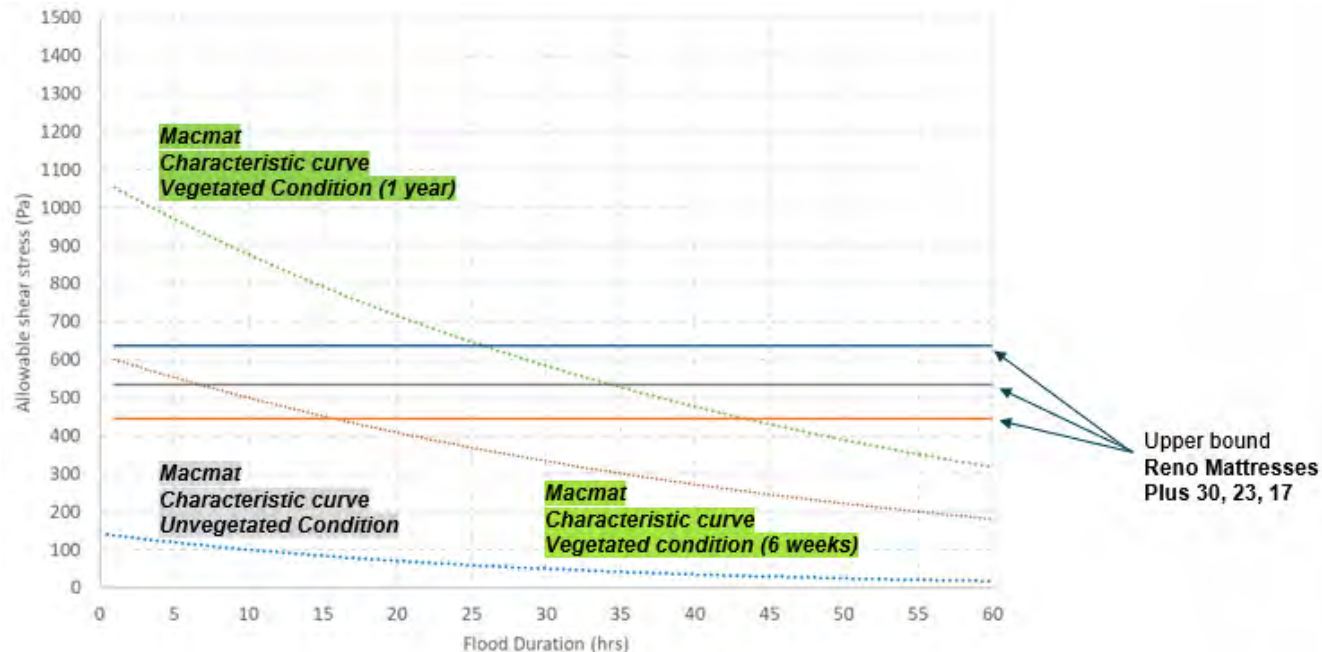






MATERIALE	<b>NON VEGETATO</b> struttura appena realizzata senza lo sviluppo vegetativo <b>(N/m<sup>2</sup>)</b>	<b>VEGETATO</b> Struttura con piante sviluppate dopo il terzo periodo vegetativo <b>(N/m<sup>2</sup>)</b>
Geostuoia rinforzata	<b>20 – 120 <sup>(1)</sup></b>	<b>100 – 300 <sup>(1)</sup></b>

(1) Funzione della durata di piena  
(1-60 h)

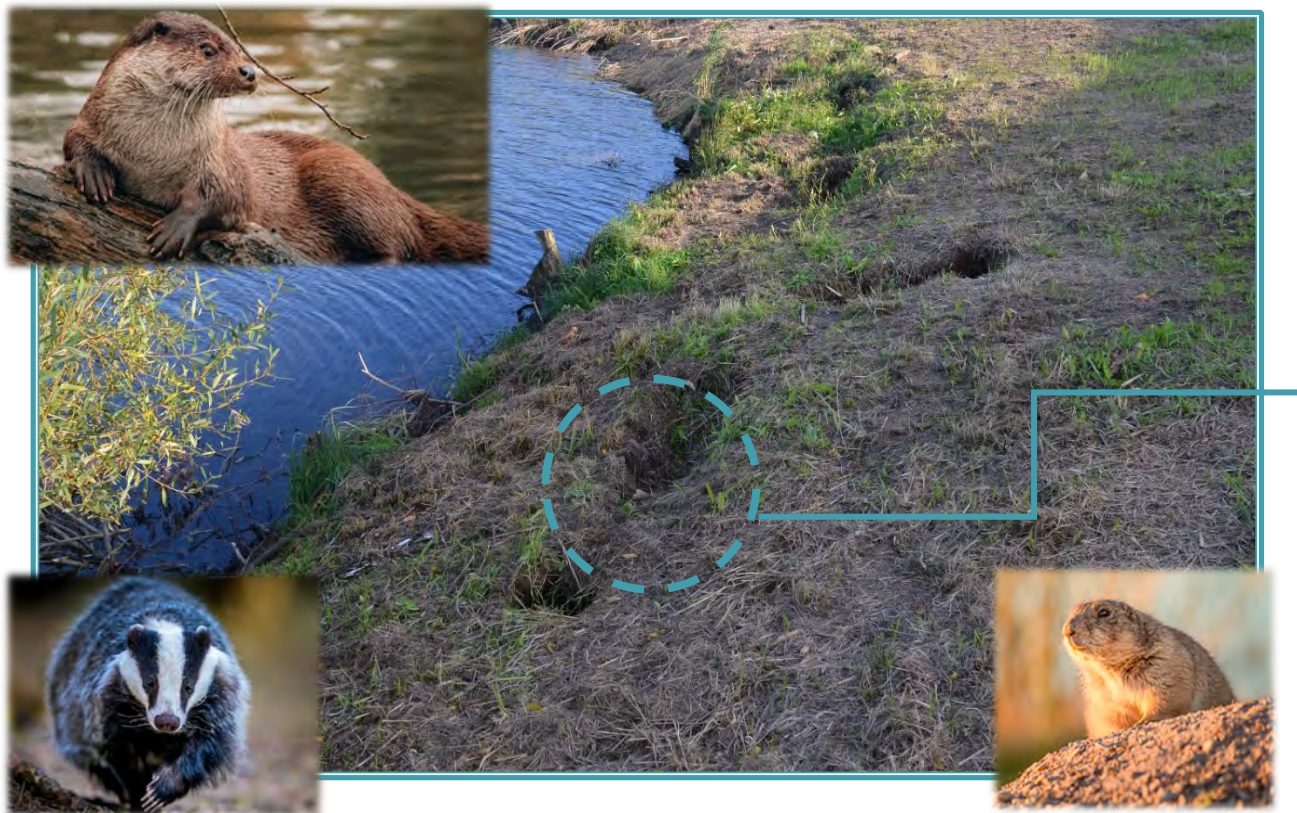




# DANNI CAUSATI DAGLI ANIMALI FOSSORI

MACCAFERRI

Intrusione e problemi strutturali dell'argine





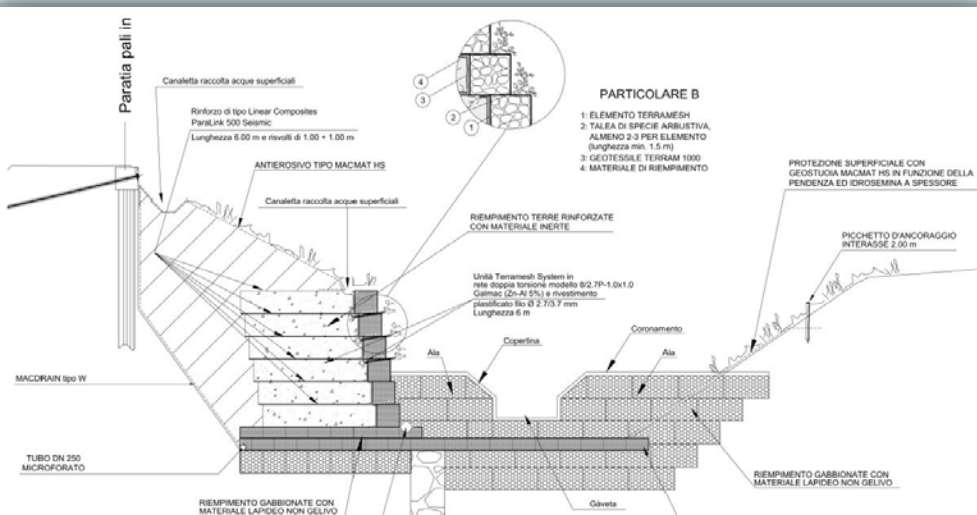








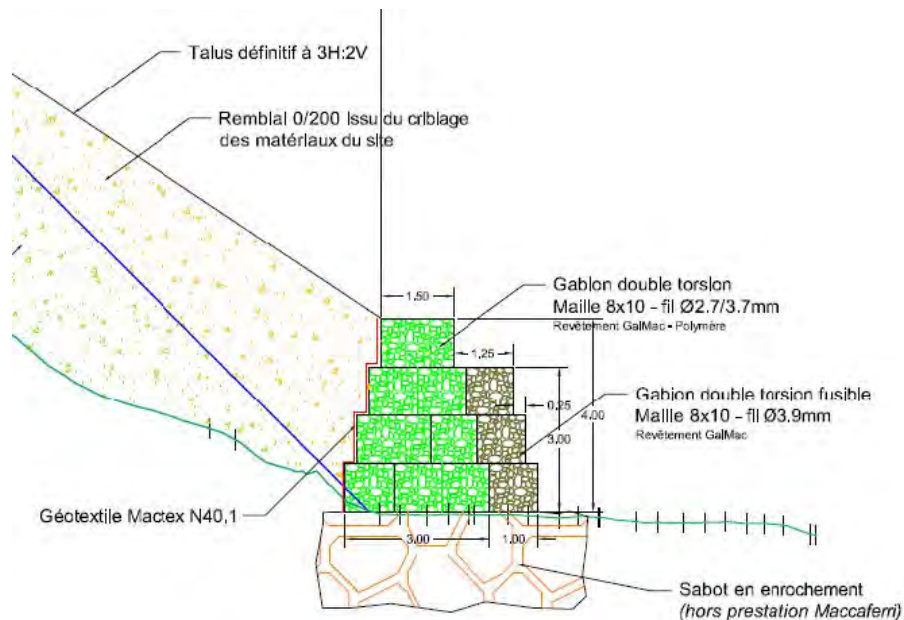
## TERRE RINFORZATE



- Aumento delle caratteristiche meccaniche del terreno
  - Paramento drenante
  - Geotessile di separazione



Utelle - Francia



## GABBIONI PRERIEMPITI CUBIMAC MATERASSI PRERIEMPITI RENOMAC

Nel caso di installazione subacquea del rivestimento, le unità possono essere preriempite a terra e varate mediante gru ed appositi telai



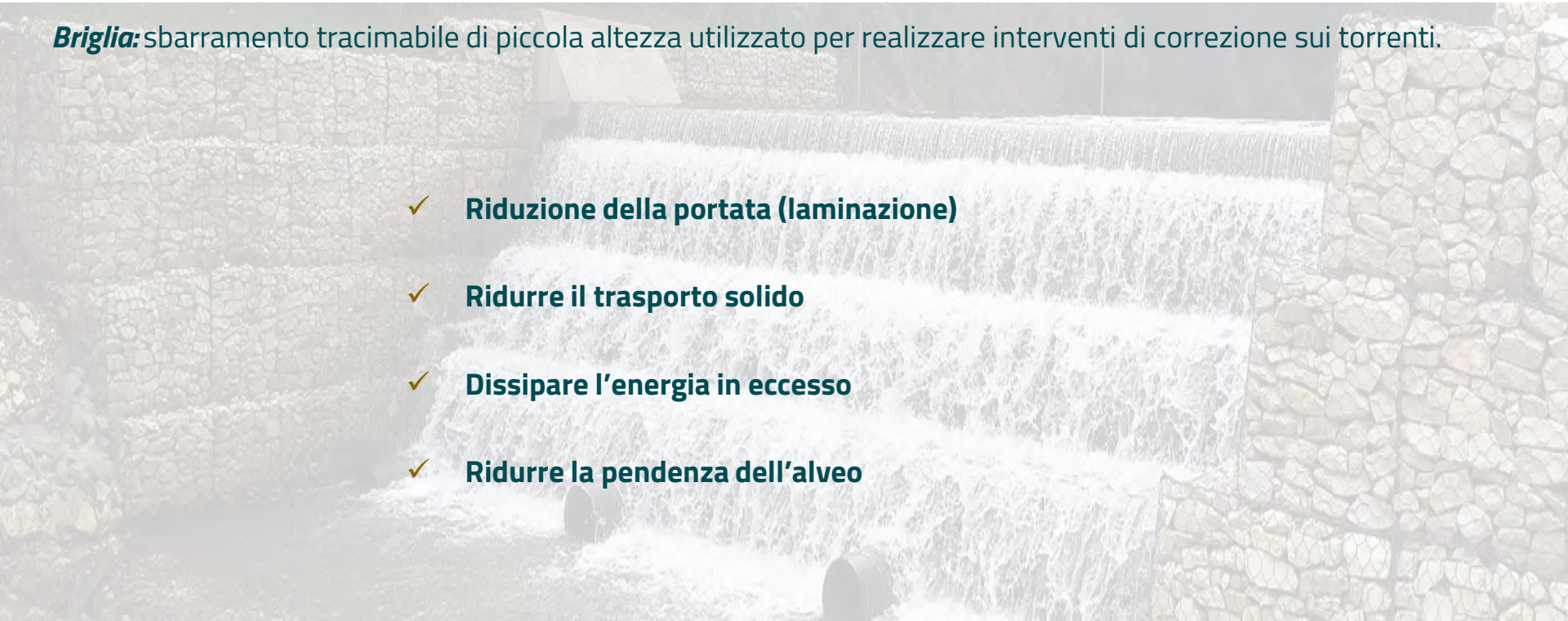
**CRITERI  
PROGETTUALI**

# **OPERE TRASVERSALI: BRIGLIE**



**Opere trasversali:** manufatti la cui geometria occupa interamente la sezione trasversale di un corso d'acqua. Hanno lo scopo di consolidare l'alveo imponendogli una nuova e minore pendenza, riducendo l'erosione del bacino di raccolta. Si suddividono in soglie e briglie.

**Briglia:** sbarramento tracimabile di piccola altezza utilizzato per realizzare interventi di correzione sui torrenti.

- 
- ✓ **Riduzione della portata (laminazione)**
  - ✓ **Ridurre il trasporto solido**
  - ✓ **Dissipare l'energia in eccesso**
  - ✓ **Ridurre la pendenza dell'alveo**



**A PARETE  
VERTICALE**



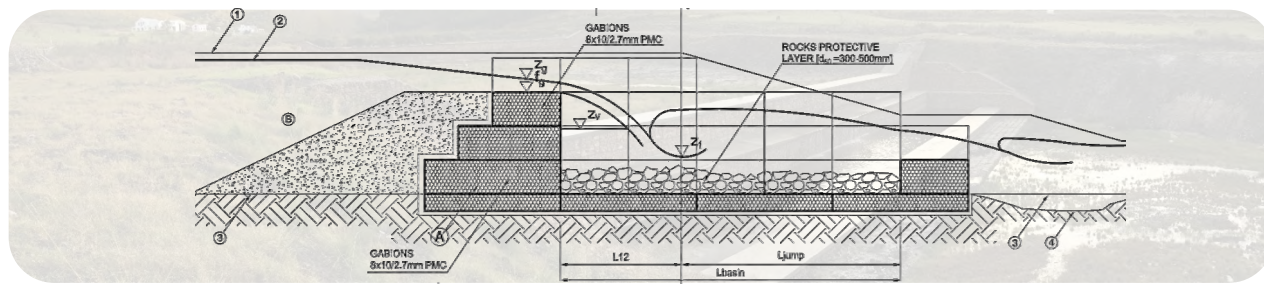
**A GRADONI**



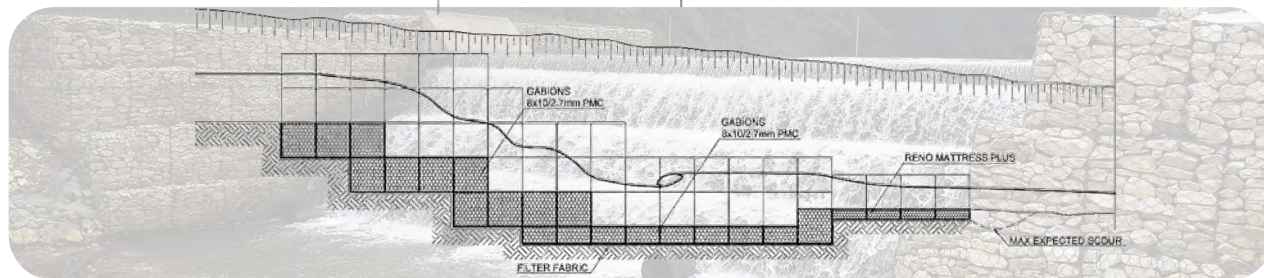
**A SCIVOLO**



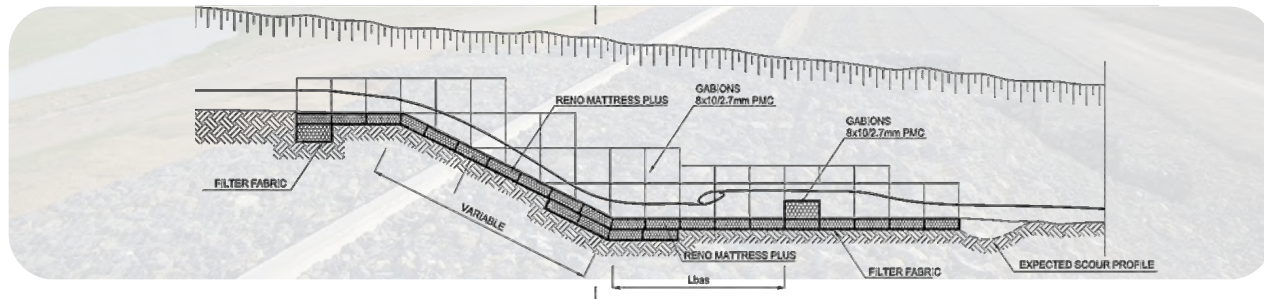
A PARETE  
VERTICALE



A GRADONI



A SCIVOLO



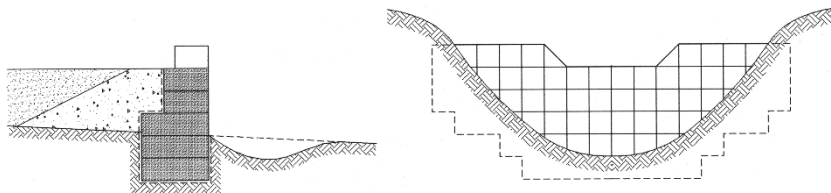


A PARETE  
VERTICALE

STEPPED WEIR

SLOPED WEIR

BACINO NON RIVESTITO







A PARETE  
VERTICALE

STEPPED WEIR

SLOPED WEIR

BACINO NON RIVESTITO & CONTROBRIGLIA



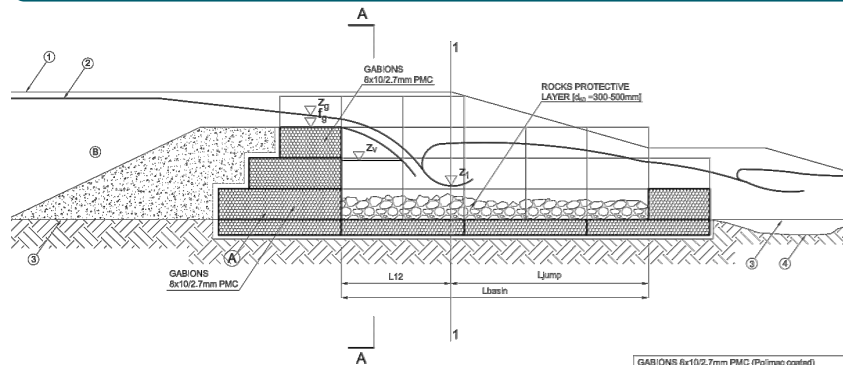


## A PARETE VERTICALE

## STEPPED WEIR

## SLOPED WEIR

## BACINO RIVESTITO & CONTROBRIGLIA



A PARETE  
VERTICALE

STEPPED WEIR

SLOPED WEIR

## BACINO RIVESTITO & CONTROBRIGLIA





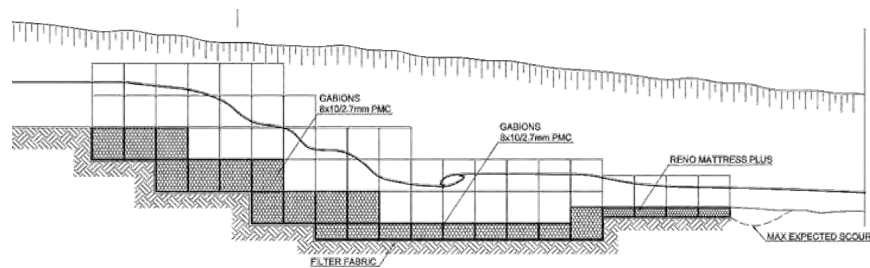
A PARETE  
VERTICALE

STEPPED WEIR

SLOPED WEIR



SINGLE VERTICAL  
DROP



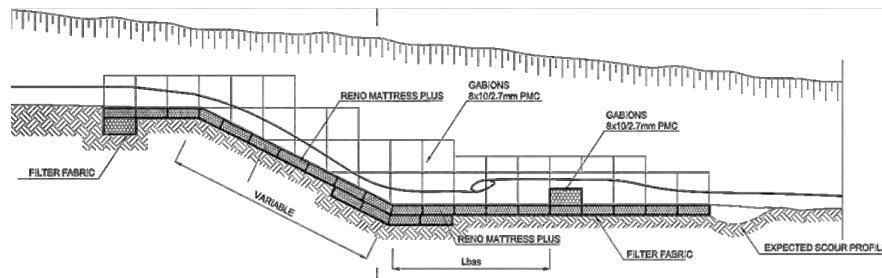
A GRADONI



SLOPED WEIR



SINGLE VERTICAL  
DROP



STEPPED WEIR



A SCIVOLO

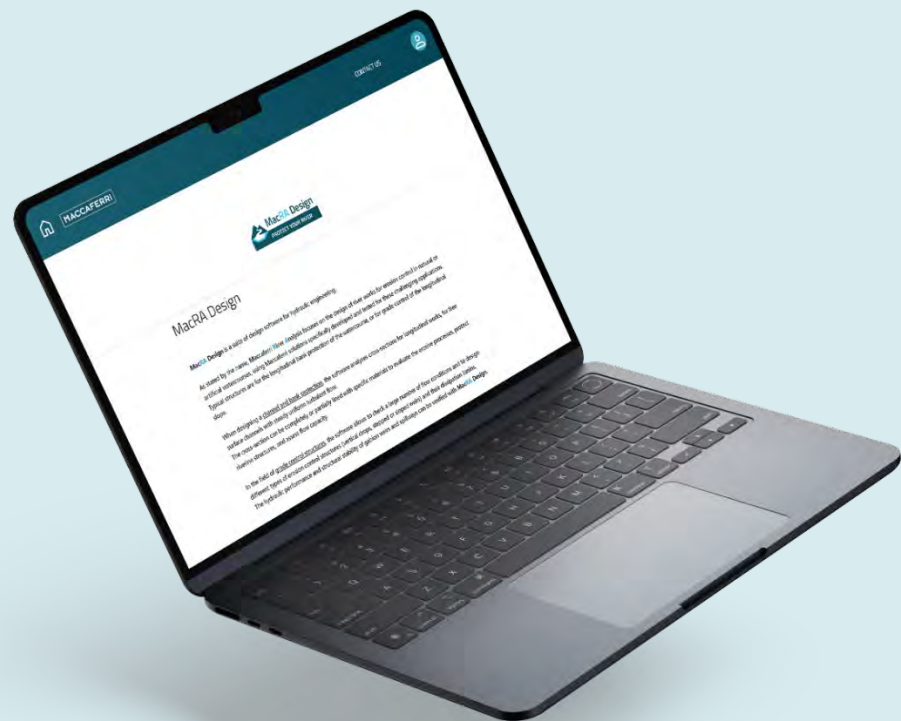


## TRATTO VALLIVO



Groynes Rio Salta, Argentina





**Maccaferri River Analysis** è una suite di software di progettazione per l'ingegneria idraulica, che si concentra sulla progettazione di opere fluviali riguardanti il controllo dell'erosione in corsi d'acqua naturali o artificiali, utilizzando soluzioni Maccaferri appositamente sviluppate e testate per queste sfidanti applicazioni.

**<https://edesign.maccaferri.com/HomeHub>**



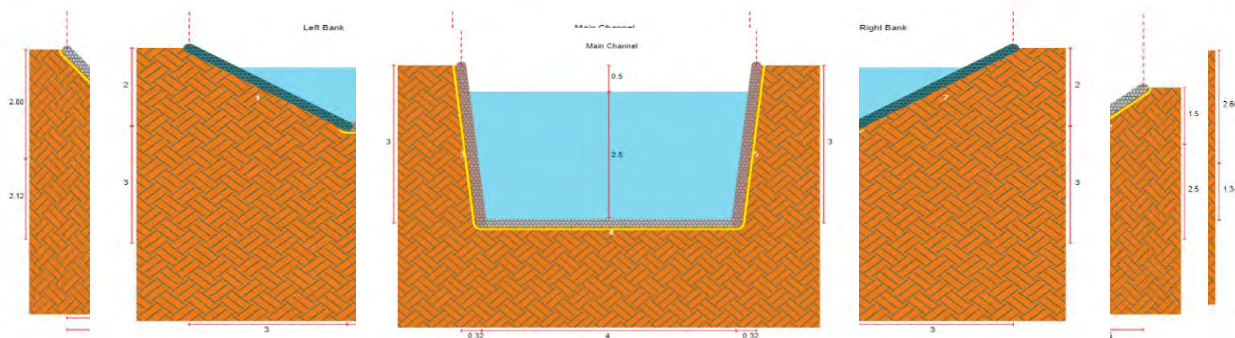
PROTEZIONE DEL  
CANALE E DELLE  
SPONDE



Nella progettazione di un canale e di una protezione spondale, il software analizza le sezioni riguardanti opere longitudinali, per correnti a pelo libero in moto uniforme.



## PROTEZIONE DEL CANALE E DELLE SPONDE



**M** Sezioni rettangolari

**M** Sezioni a singolo e doppio trapezio

**M** Sezioni con sotto settori

**M** Sezioni con sponde verticali



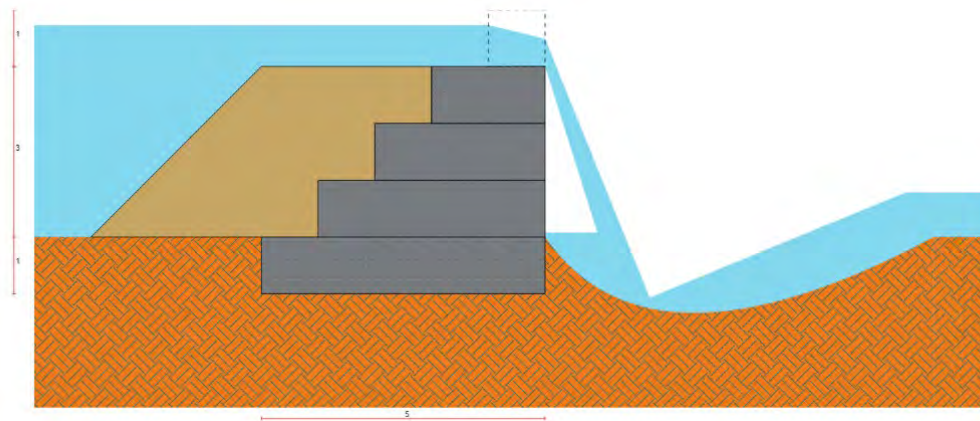
STRUTTURE DI  
CONTROLLO DELLA  
PENDENZA



Il software consente di verificare numerose condizioni di flusso e di progettare diversi tipi di strutture di controllo dell'erosione e relativi bacini di dissipazione.



## STRUTTURE DI CONTROLLO DELLA PENDENZA



**M** Briglie inclinate

**M** Briglie a gradoni

**M** Briglie a salto verticale



**CRITERI  
PROGETTUALI**

# **VASCHE DI LAMINAZIONE, CASSE DI ESPANSIONE**

# CASE HISTORY – RIPRISTINO CASSA DI ESPANSIONE

MACCAFERRI

Falconara Marittima (AN)



Intervento di **somma  
urgenza**



**CRITERI  
PROGETTUALI**

# **BACINI ARTIFICIALI**



# L'ACCUMULO DI ACQUA PER CREARE VALORE

MACCAFERRI

Destinazioni d'uso più frequenti

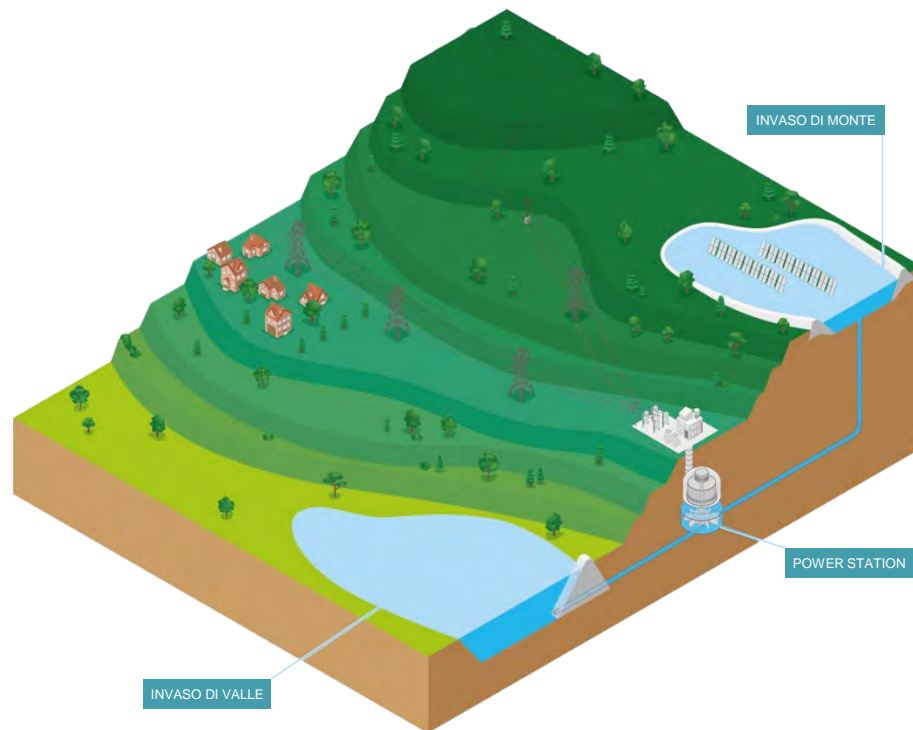
ARCHITETTURA

RISERVE IDRICHE

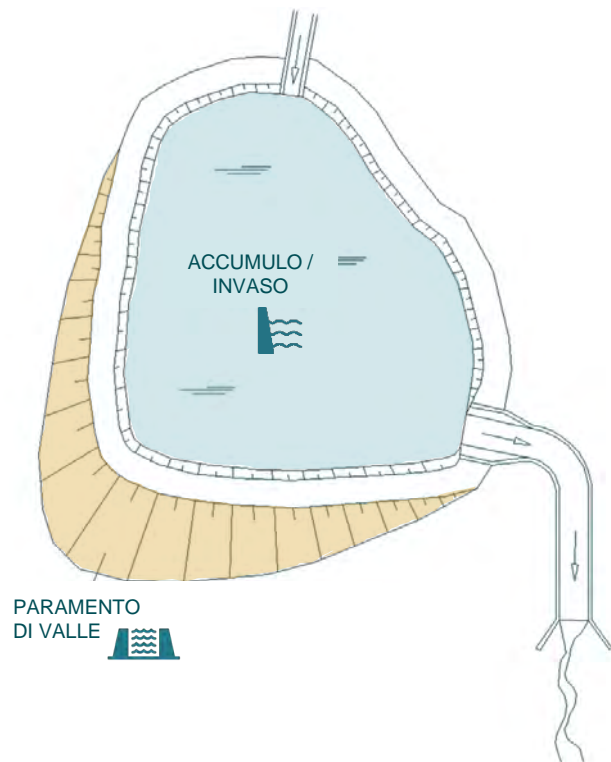
RISERVE ANTINCENDIO

RISERVE PER INNEVAMENTO ARTIFICIALE

IMPIANTI DI FITODEPURAZIONE

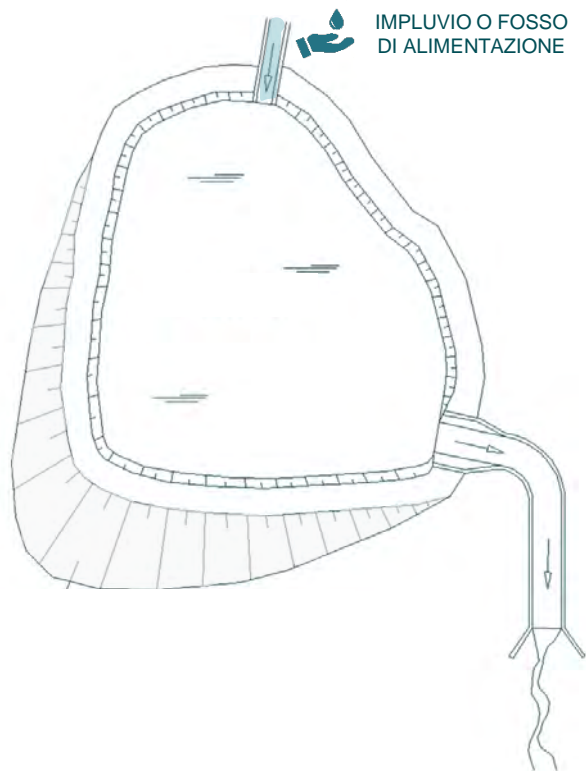


Schema tipo di un invaso collinare



INVASO

Schema tipo di un invaso collinare



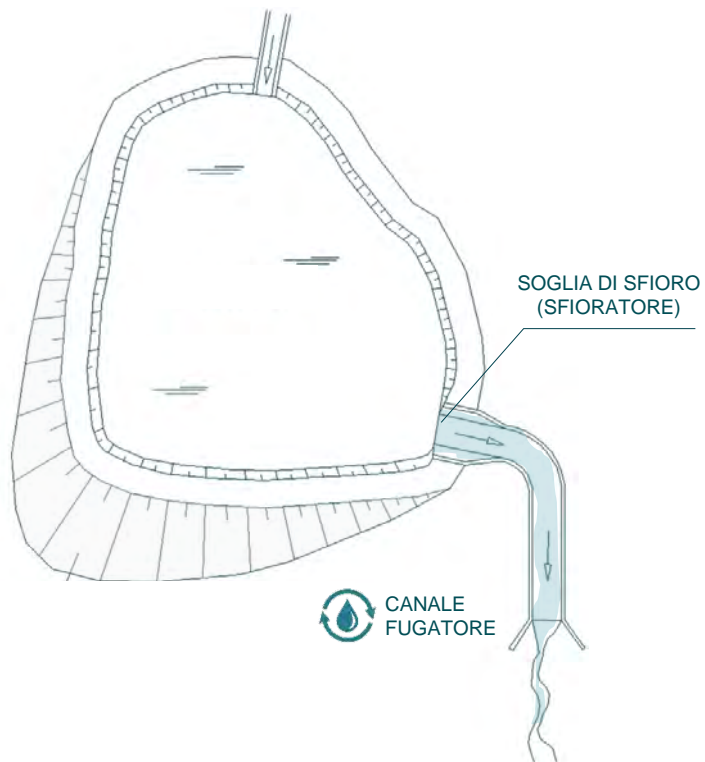
**INVASO**



**CAPTAZIONE  
ACQUE**



Schema tipo di un invaso collinare



**INVASO**

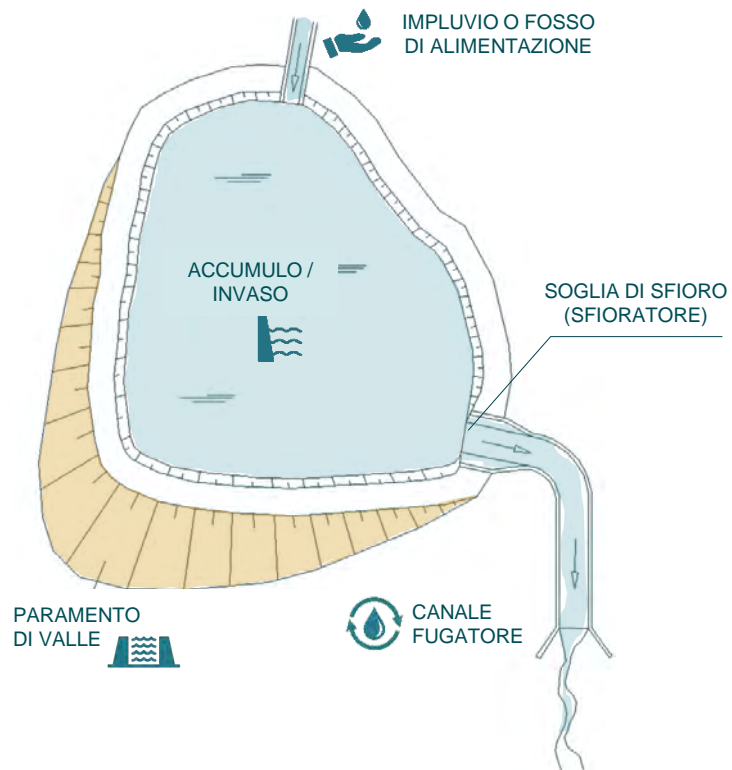


**CAPTAZIONE  
ACQUE**



**SFIORO E  
RESTITUZIONE**

## Schema tipo di un invaso collinare



**INVASO**



**CAPTAZIONE  
ACQUE**



**SFIORO E  
RESTITUZIONE**



INVASO







INVASO

IMPERMEABILIZZAZIONE



## Considerazioni progettuali generali

Approccio alla progettazione di tipo conservativo basato sulla normativa del D. Lgs.121/2020 per la gestione di discariche di rifiuti, normalizzata per l'uso equivalente di geosintetici.

### MEMBRANE POLIMERICHE SINTETICHE HDPE

**IMPERMEABILIZZAZIONE  
GARANTITA AL 100%**



### GEOMEMBRANA BENTONITICA



**VALUTAZIONE DEL TEMPO DI  
TRANSITO DELLA  
GEOMEMBRANA, SECONDO  
NORMATIVA E CON  
APPROCCIO CONSERVATIVO**

## Considerazioni progettuali generali

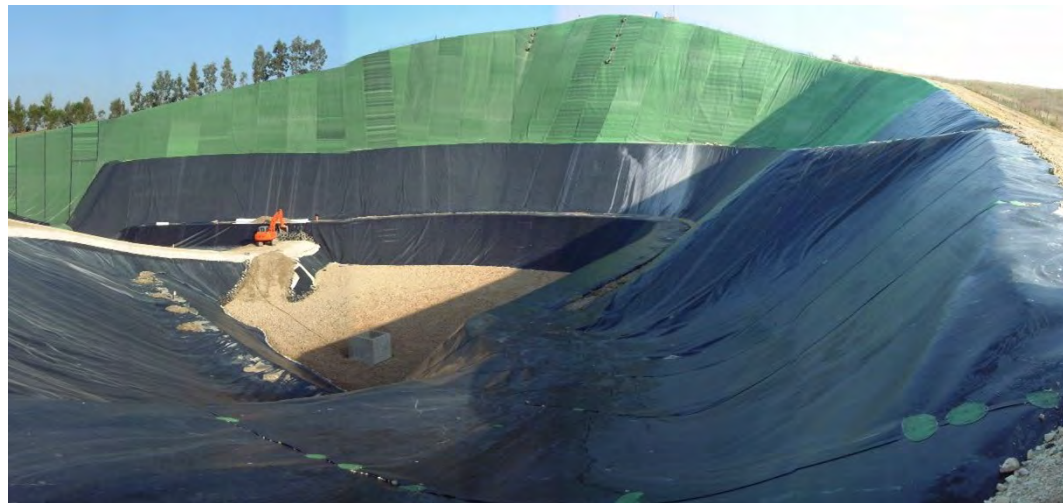
IMPERMEABILIZZAZIONE



PROTEZIONE DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE



MASCHERAMENTO E STABILIZZAZIONE

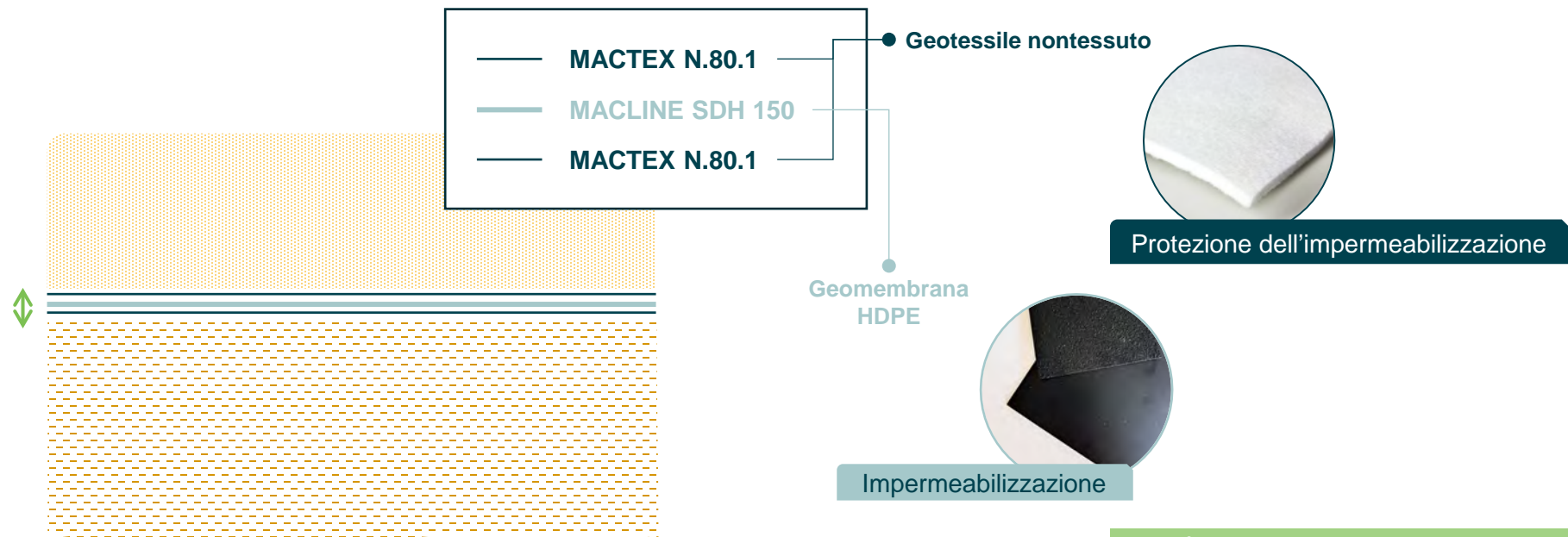










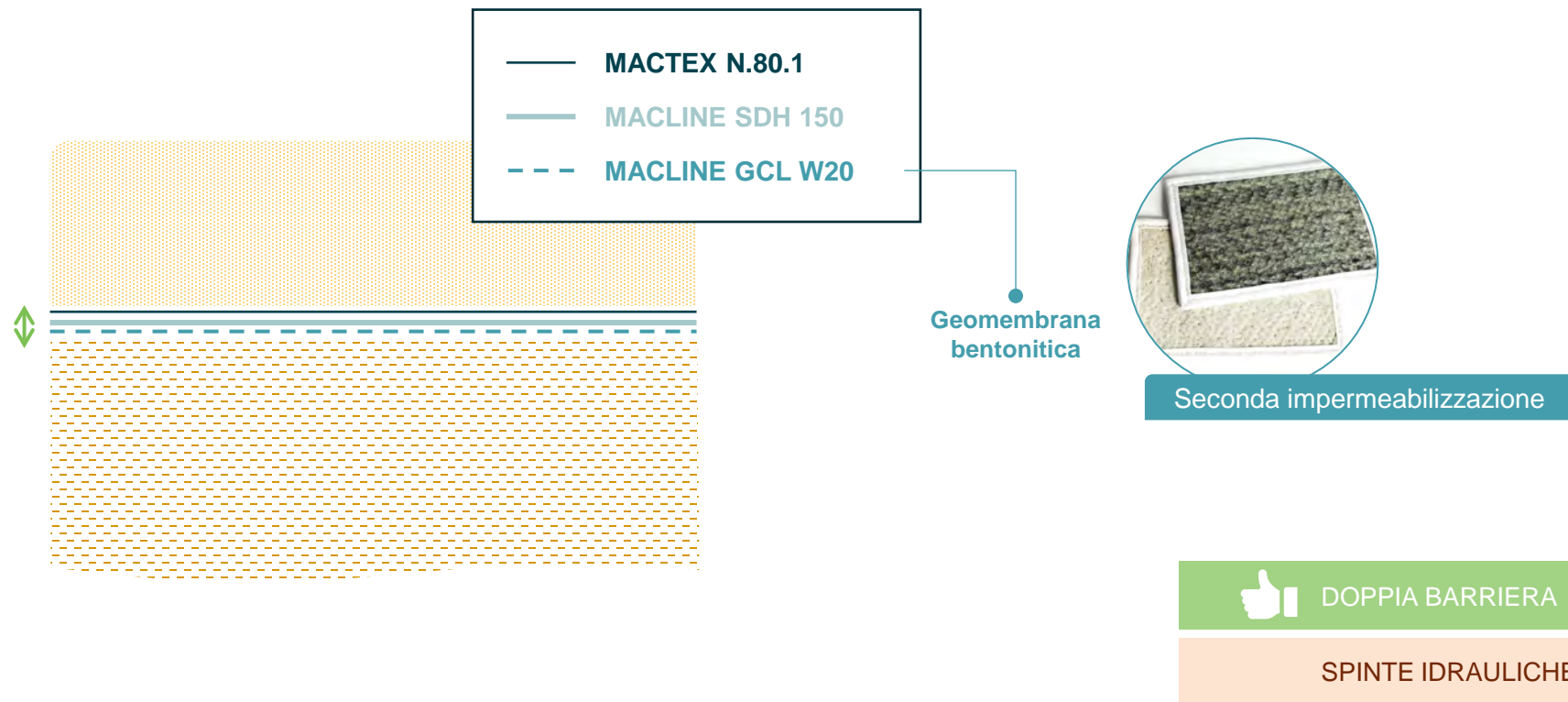


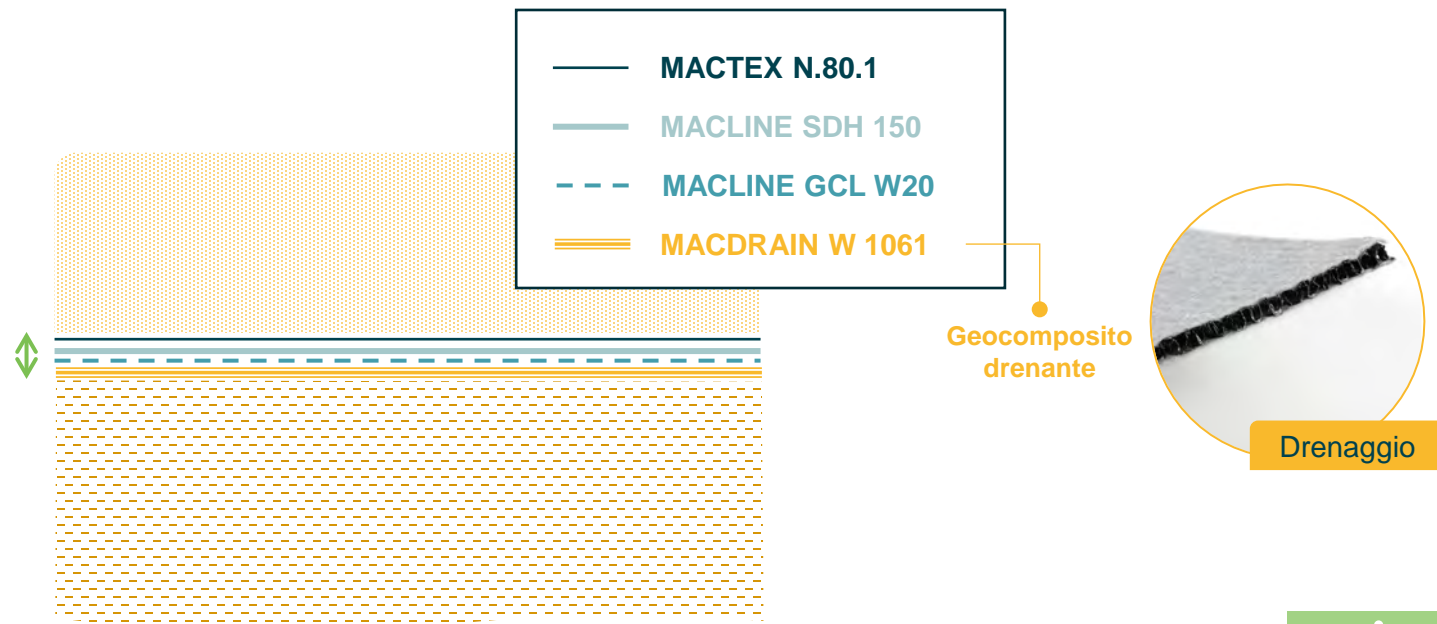
INSTALLAZIONE SEMPLICE

SISTEMA MONOBARRIERA

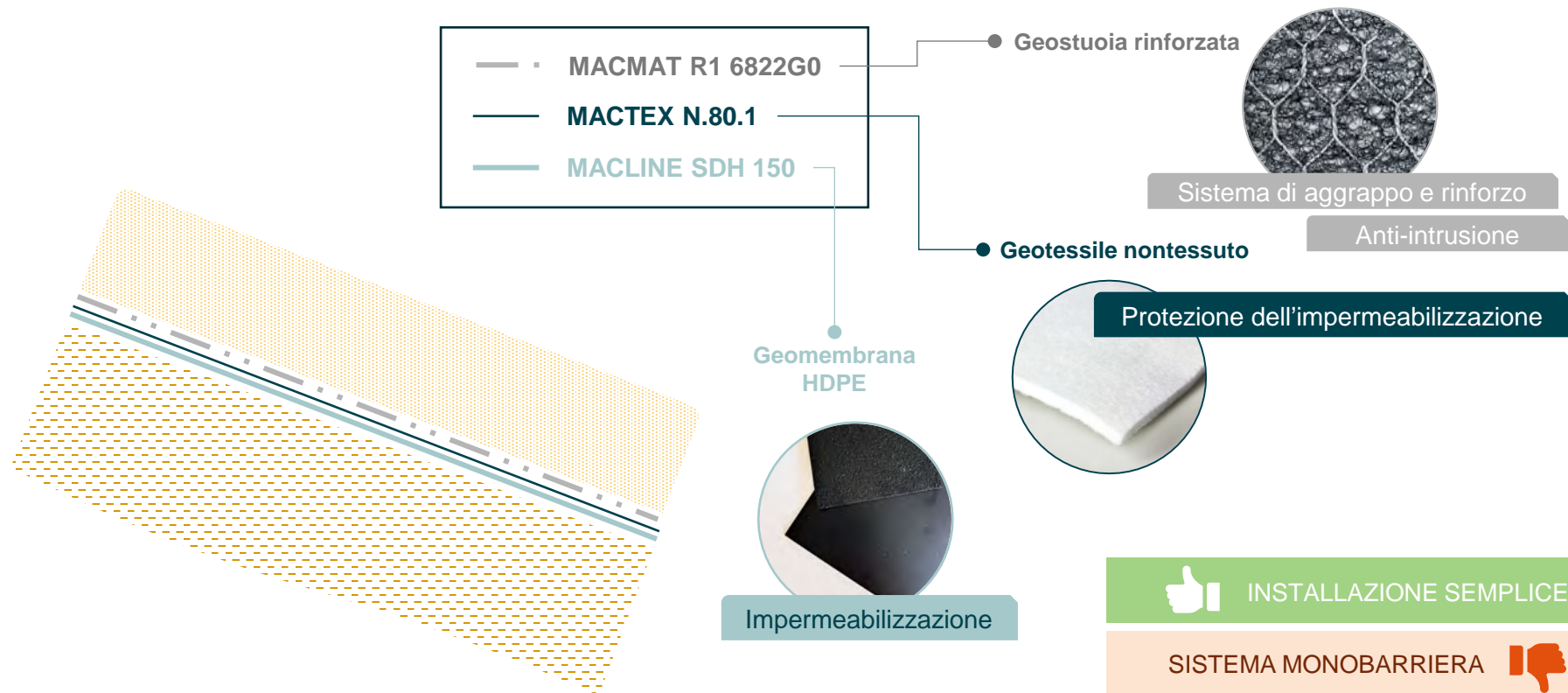








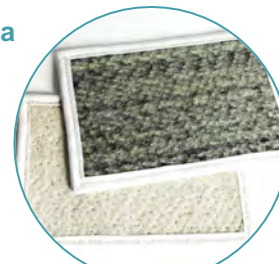
SISTEMA COMPLETO



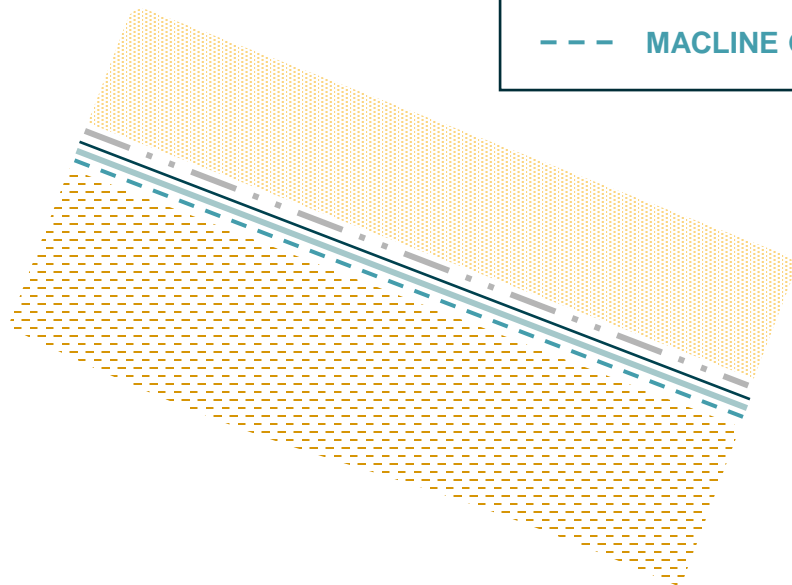


- • MACMAT R1 6822G0
- MACTEX N.80.1
- MACLINE SDH 150
- - - MACLINE GCL W20

Geomembrana bentonitica



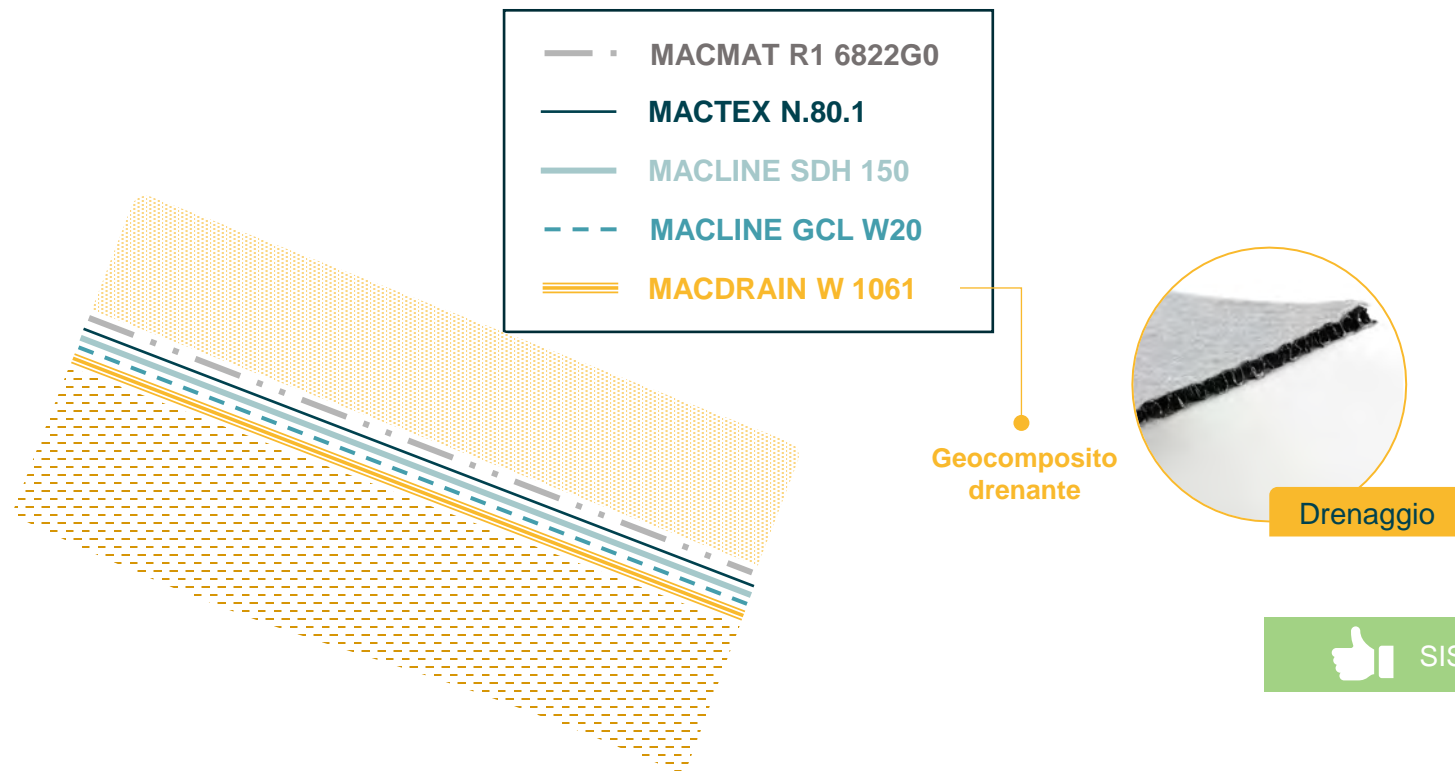
Seconda impermeabilizzazione



DOPPIA BARRIERA

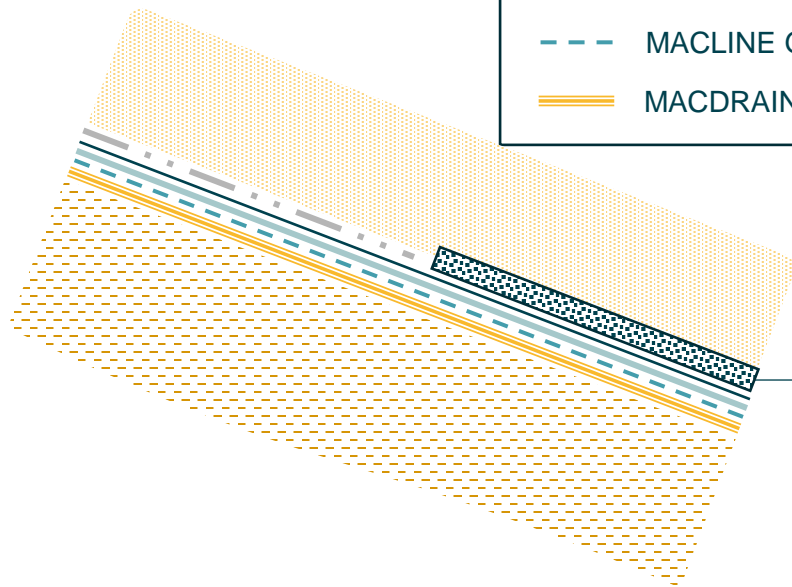
SPINTE IDRAULICHE





SISTEMA COMPLETO

- MACMAT R1 6822G0
- MACTEX N.80.1
- MACLINE SDH 150
- MACLINE GCL W20
- MACDRAIN W 1061



Reno Mattress Plus



PROTEZIONE BACINO DA  
CORRENTE DI FONDO



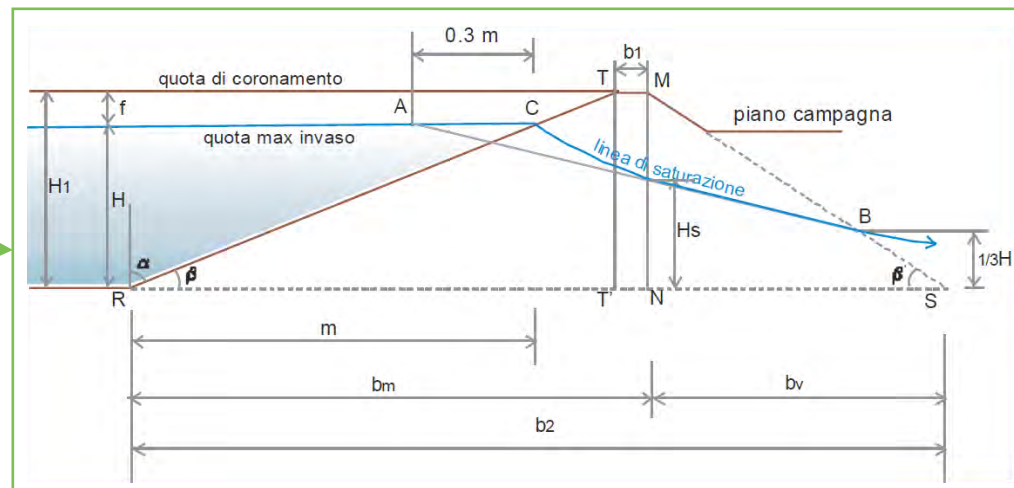
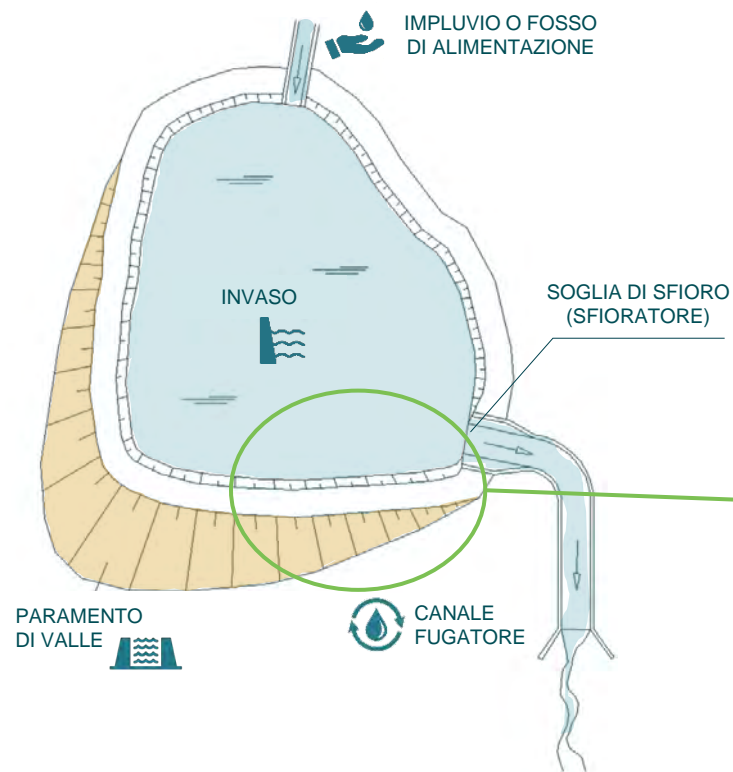


INVASO

ARGINATURE



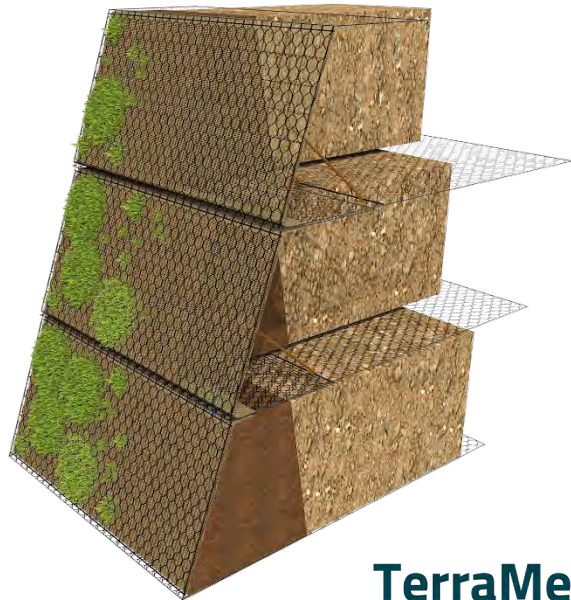
## Sezione tradizionale per l'argine di valle





La soluzione tecnica: terre rinforzate

Le arginature possono essere realizzate tramite strutture in terra rinforzata. Le soluzioni che Maccaferri propone sono composte da unità pre-assemblate, pronte per essere installate una volta giunte in cantiere.

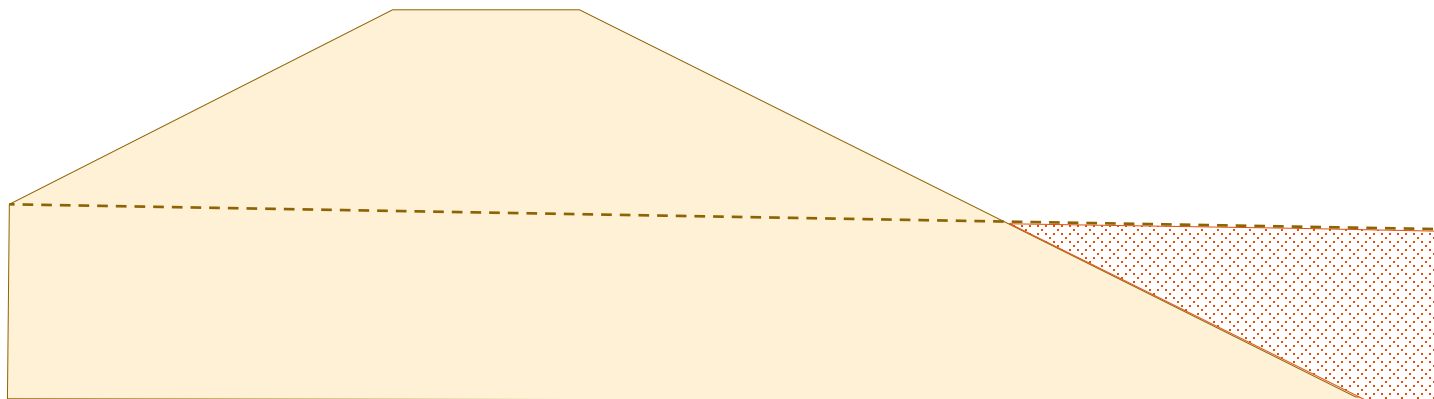


**TerraMeshGreen**  
Rise to the challenge



La soluzione tecnica: terre rinforzate

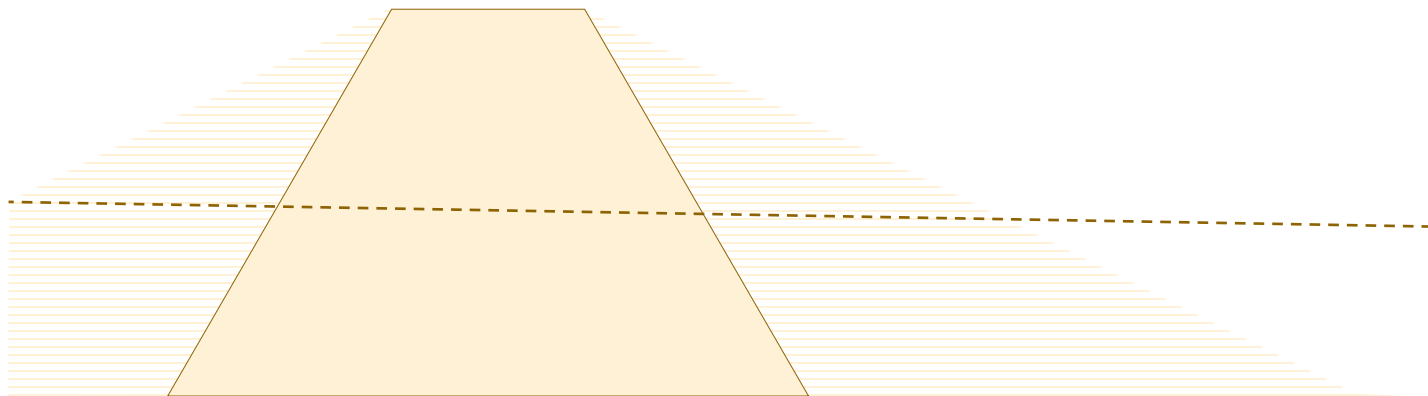
## SEZIONE TIPO CON SCAVI E RIPORTI





La soluzione tecnica: terre rinforzate

## SEZIONE IN TERRA RINFORZATA



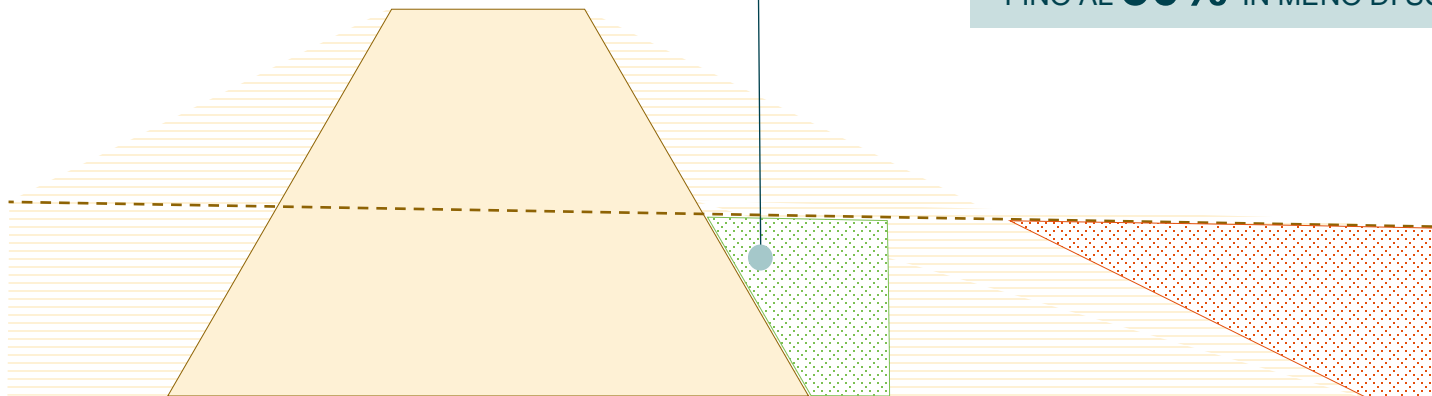
La soluzione tecnica: terre rinforzate

## SEZIONE IN TERRA RINFORZATA



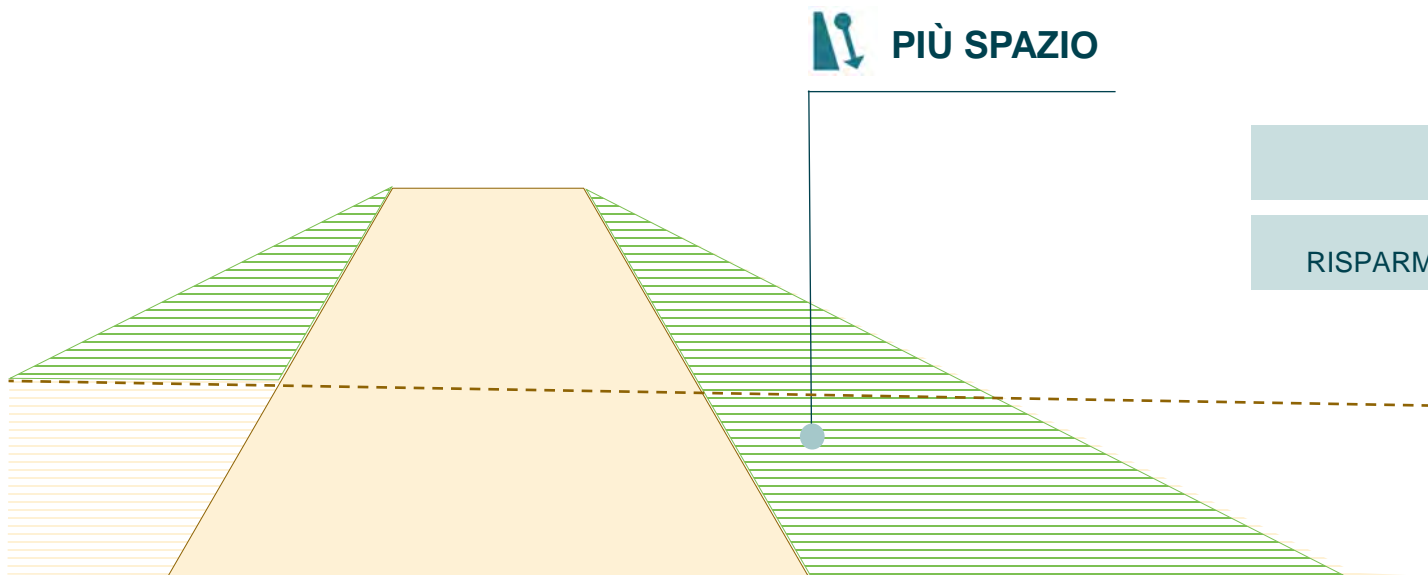
MENO SCAVI

FINO AL **50%** IN MENO DI SCAVI E MOVIMENTI TERRA



La soluzione tecnica: terre rinforzate

## SEZIONE IN TERRA RINFORZATA



**PIÙ SPAZIO**

PENDENZE FINO A **70°**

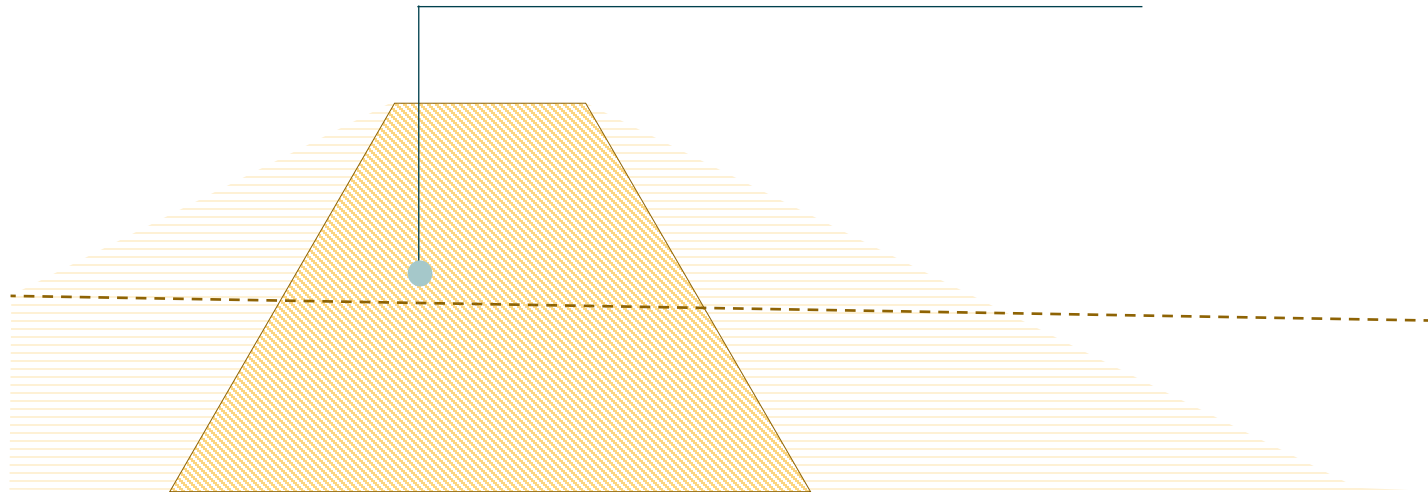
RISPARMIO DI SPAZIO DEL **74%**

La soluzione tecnica: terre rinforzate

## SEZIONE IN TERRA RINFORZATA



RECUPERO MATERIALI DI SCAVO





La soluzione tecnica: terre rinforzate

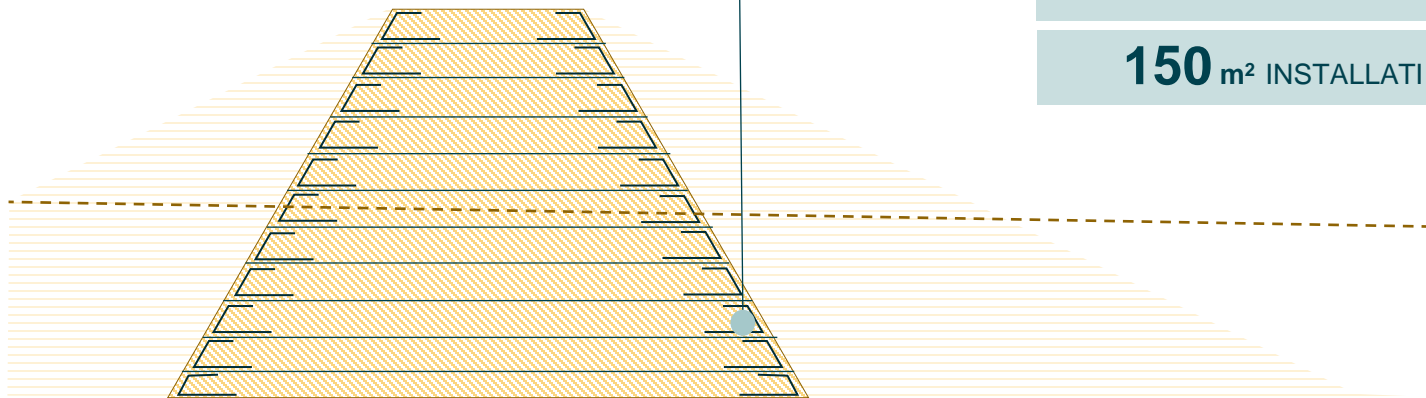
## SEZIONE IN TERRA RINFORZATA



## INSTALLAZIONE VELOCE

SOLUZIONE PRE-ASSEMBLATA

**150** m<sup>2</sup> INSTALLATI IN UN TURNO DI LAVORO



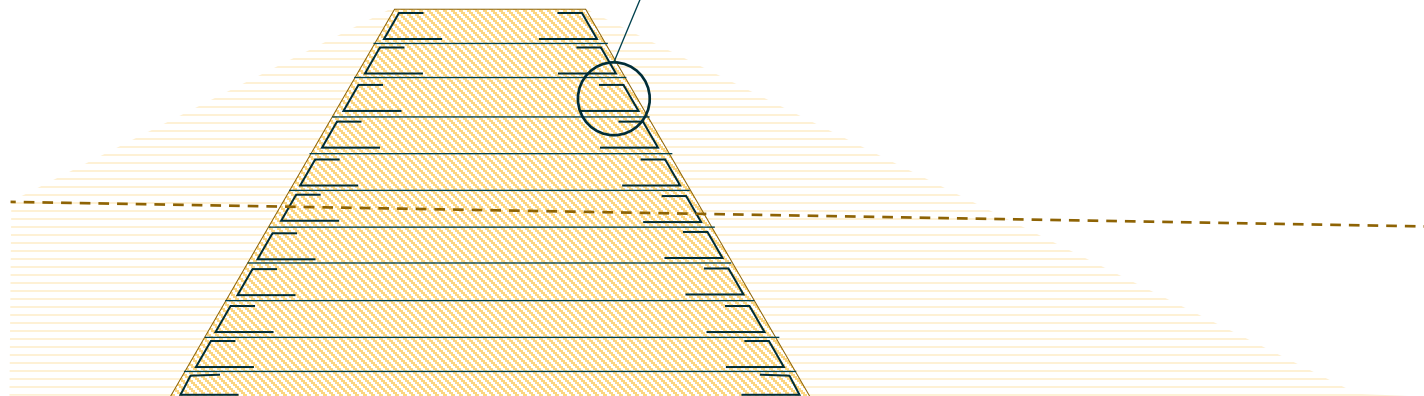
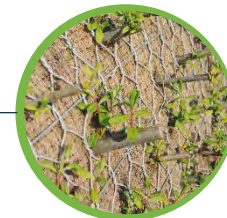
La soluzione tecnica: terre rinforzate

## SEZIONE IN TERRA RINFORZATA

## BENEFICI AMBIENTALI



RINVERDIMENTO E SEQUESTRO CO<sub>2</sub>



La soluzione tecnica: terre rinforzate

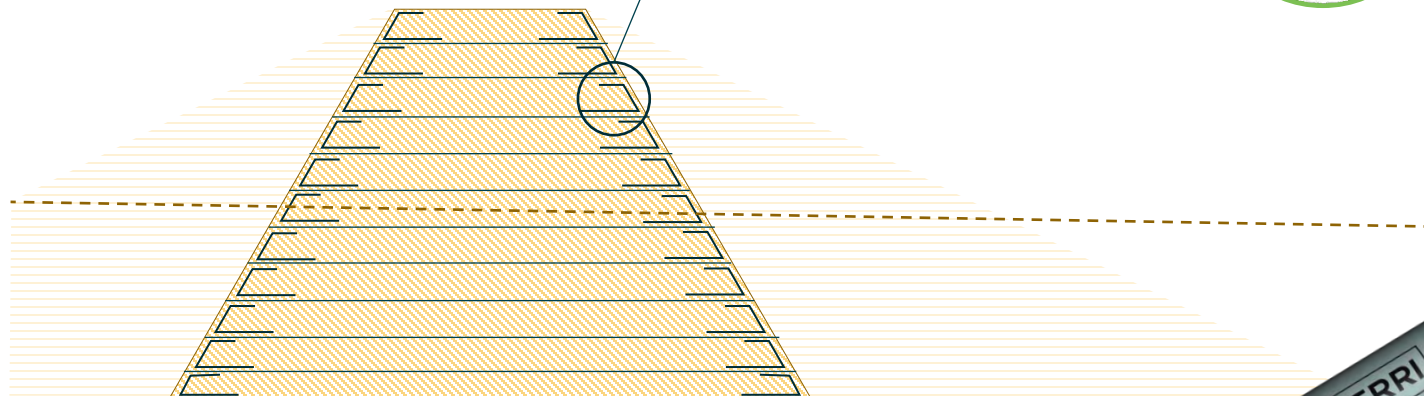
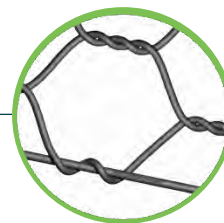
SEZIONE IN TERRA RINFORZATA

BENEFICI AMBIENTALI



**120 ANNI DI VITA UTILE**

MINORE MANUTENZIONE



La soluzione tecnica: terre rinforzate

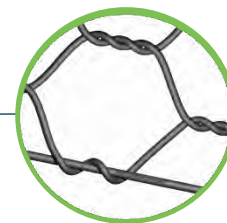
## SEZIONE IN TERRA RINFORZATA

### BENEFICI AMBIENTALI



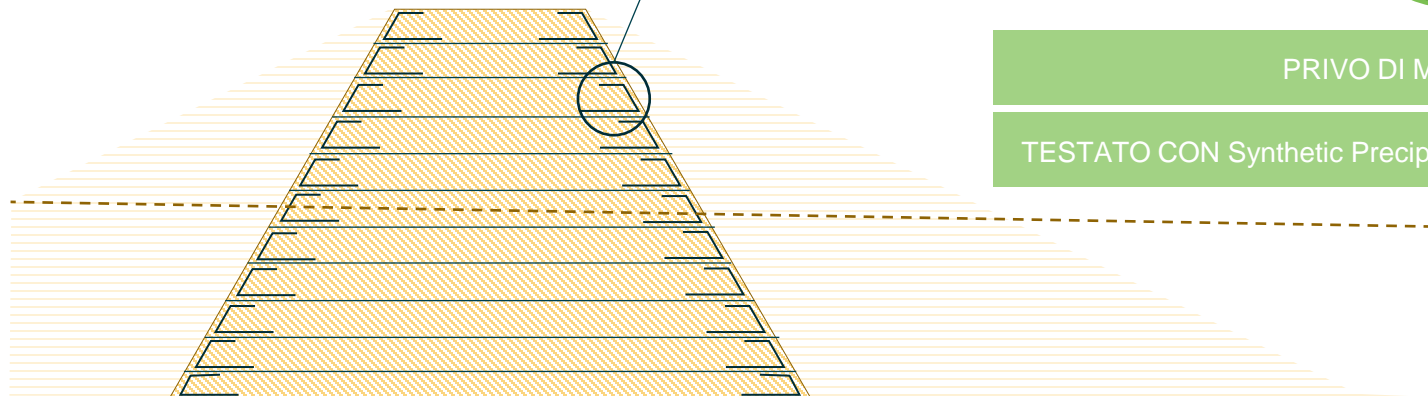
**NESSUNA CONTAMINAZIONE**

SICURO PER AMBIENTI ACQUATICI



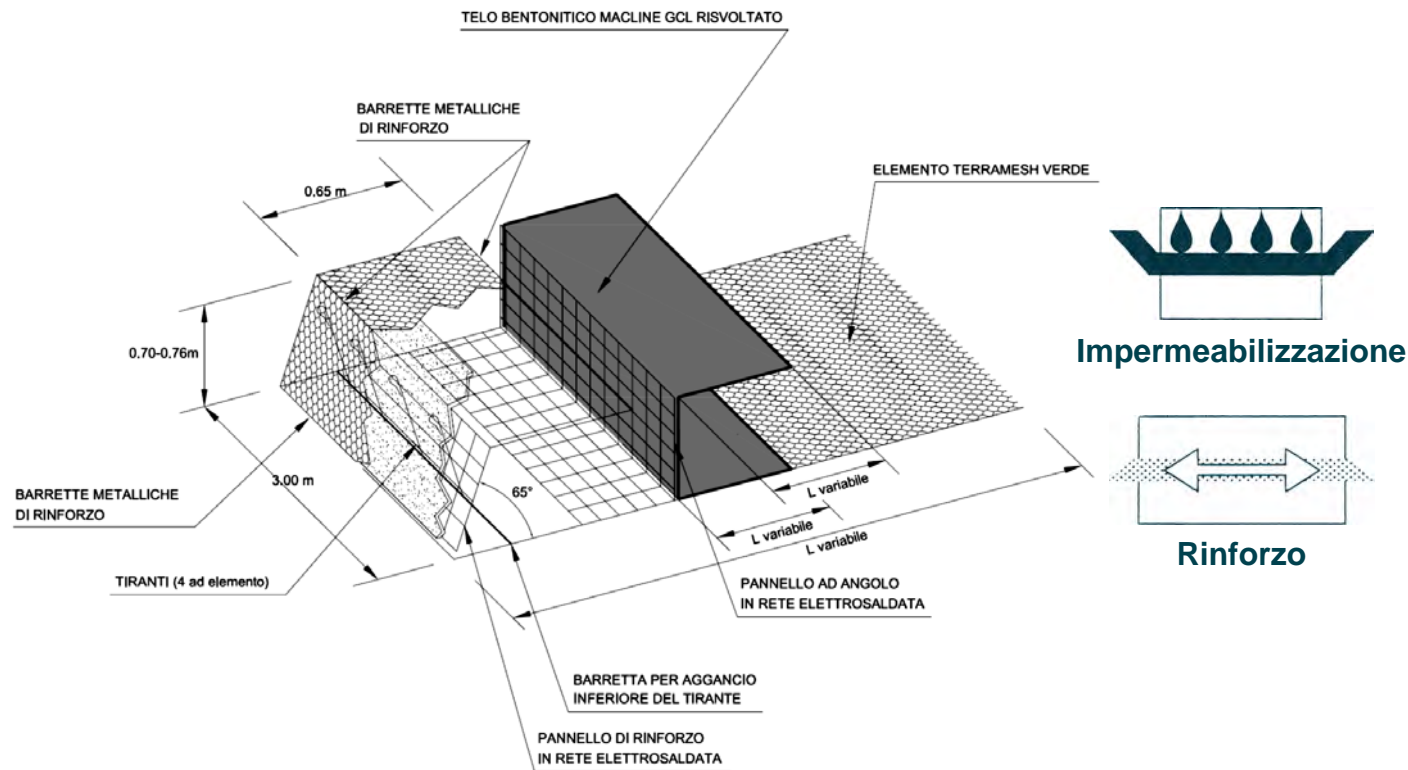
PRIVO DI METALLI PESANTI E PFAS

TESTATO CON Synthetic Precipitation Leaching Procedure

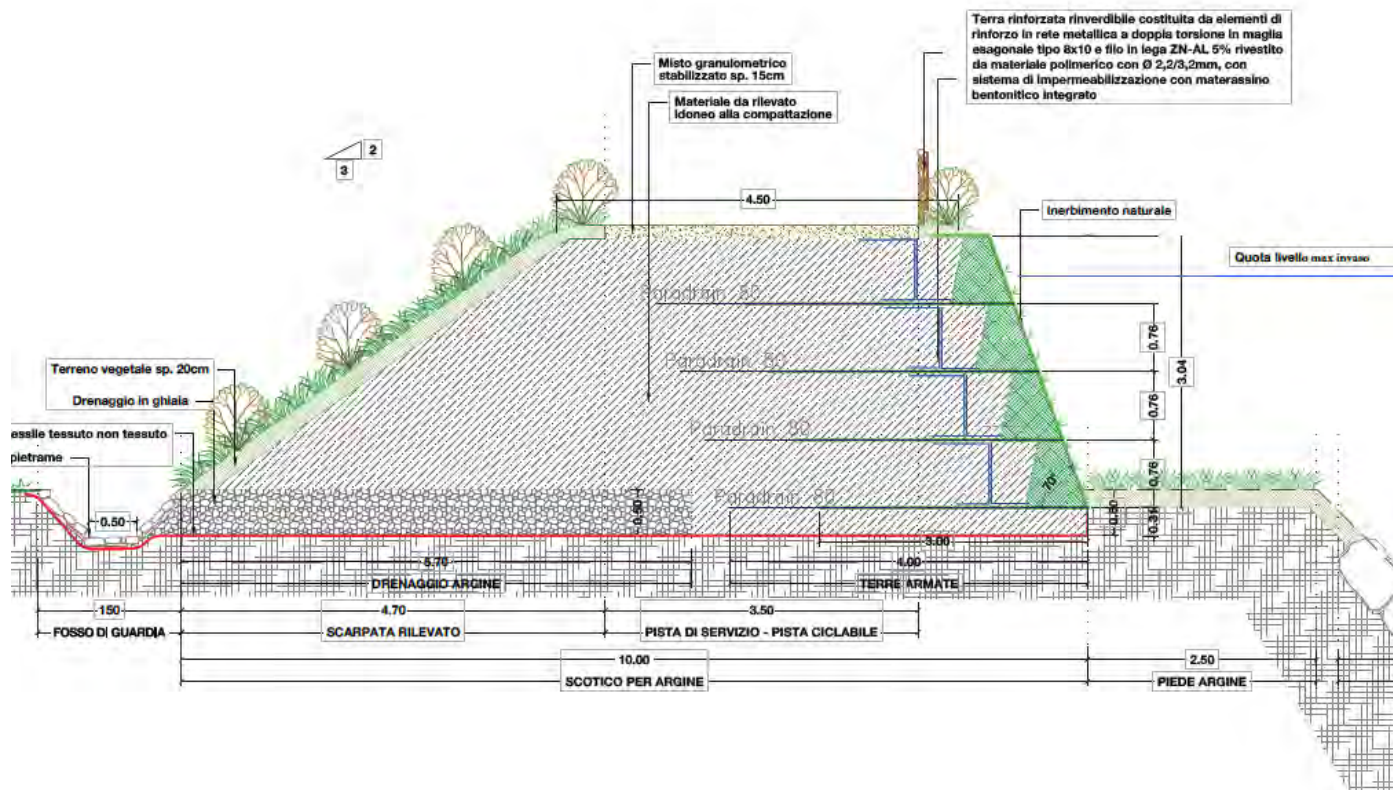




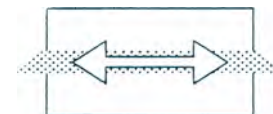
## Argini impermeabilizzati in terra rinforzata: TerraMesh Liner



## Argini impermeabilizzati in terra rinforzata: TerraMesh Liner



Impermeabilizzazione



Rinforzo

Argini impermeabilizzati in terra rinforzata: TerraMesh Liner

1

## CASE HISTORY

Bacino montano di piccole dimensioni a Roccaraso (AQ)



Invaso con sponde in terra rinforzata bifacciale



Argini impermeabilizzati in terra rinforzata: TerraMesh Liner

1

## CASE HISTORY

Bacino montano di piccole dimensioni a Roccaraso (AQ)



Impermeabilizzazione con geomembrane



Argini impermeabilizzati in terra rinforzata: TerraMesh Liner

1

## CASE HISTORY

Bacino montano di piccole dimensioni a Roccaraso (AQ)



Invaso con sponde in terra rinforzata in funzione

**30,000 m<sup>3</sup>**

VOLUMETRIA DELL'INVASO

**65°**

ANGOLO DI INCLINAZIONE DELLE SPONDE

Argini impermeabilizzati in terra rinforzata: TerraMesh Liner

2

## CASE HISTORY

### Vasca di accumulo - Consorzio bonifica UFITA



Paramento di monte in terra rinforzata bifacciale

Argini impermeabilizzati in terra rinforzata: TerraMesh Liner

2

## CASE HISTORY

### Vasca di accumulo - Consorzio bonifica UFITA



Paramento di monte in terra rinforzata impermeabilizzato



Argini impermeabilizzati in terra rinforzata: TerraMesh Liner

2

## CASE HISTORY

### Vasca di accumulo - Consorzio bonifica UFITA



Paramento di valle in terra rinforzata completamente rinverdito



Argini impermeabilizzati in terra rinforzata: TerraMesh Liner

2

## CASE HISTORY

### Vasca di accumulo - Consorzio bonifica UFITA



**60,000 m<sup>3</sup>**

VOLUMETRIA DELL'INVASO

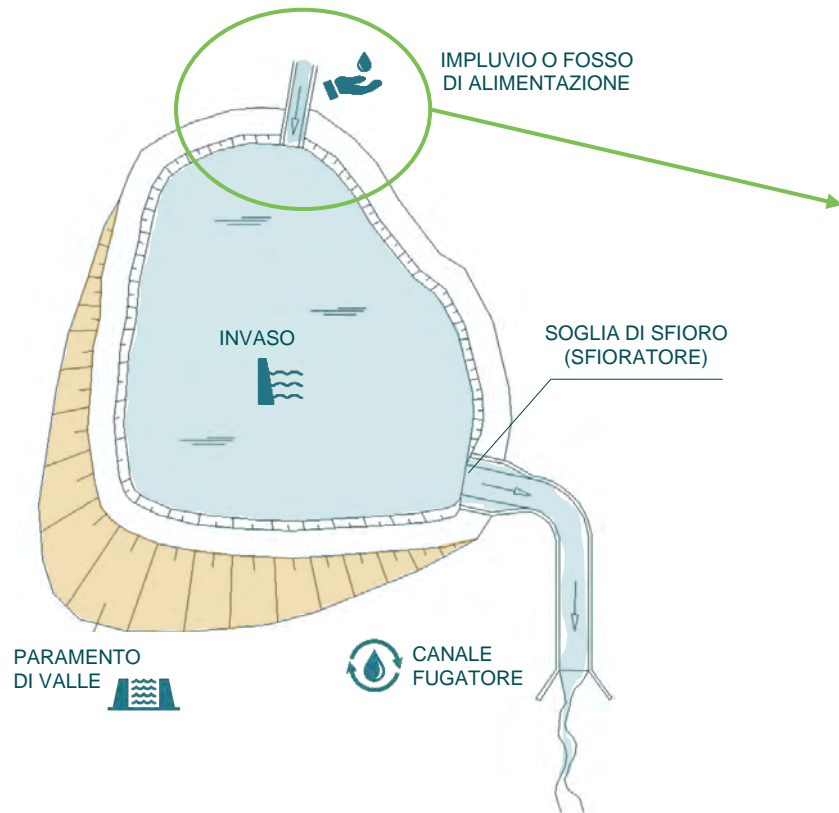
**60°**

ANGOLO DI INCLINAZIONE DELLE SPONDE



**CAPTAZIONE  
ACQUE**







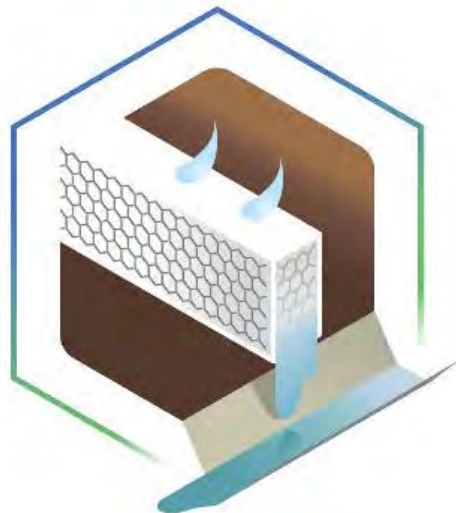
Contro il rischio idrogeologico

## TRINCEE DRENANTI



DRENAGGIO CON PANNELLO PRE-ASSEMBLATO  
AD ALTA EFFICIENZA

## GABIODRAIN





### CANALIZZAZIONI SUPERFICIALI

In alternativa ai canali tradizionali realizzati con canalette prefabbricate in calcestruzzo o in acciaio:

CANALIZZAZIONE PRINCIPALI CON RINFORZO CON RENO MATTRESS PLUS

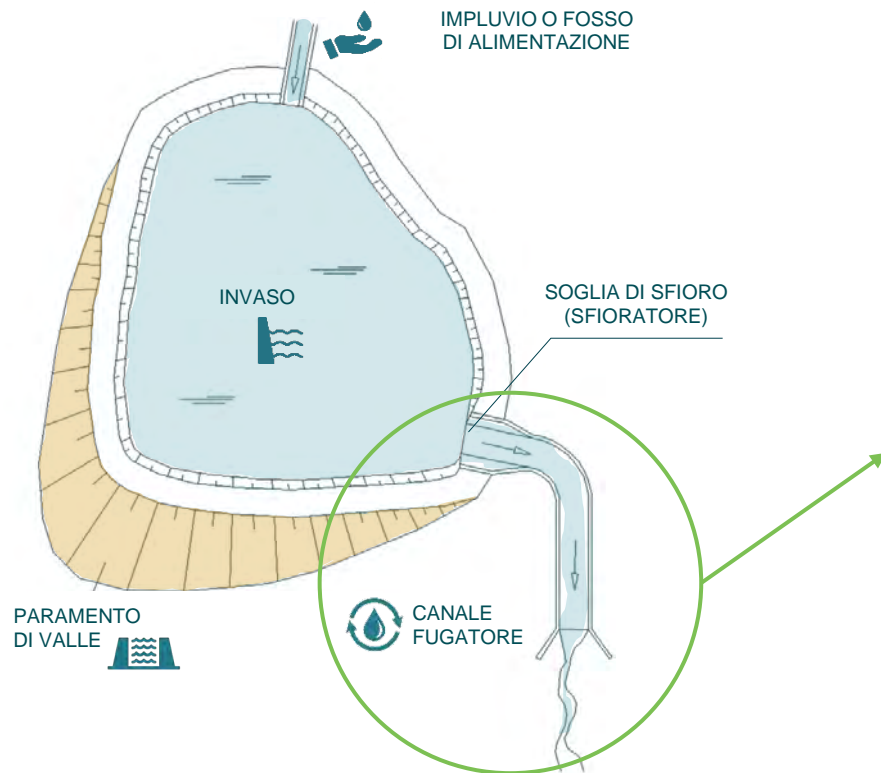
CANALIZZAZIONI SECONDARIE CON RIVESTIMENTO IN MACMAT L140.14





**SFIORO E  
RESTITUZIONE**







## TERRE RINFORZATE

PROTEZIONE DALL'EROSIONE



ELEVATA RESISTENZA AL TRASCINAMENTO



INTEGRAZIONE NELL'AMBIENTE



## GABBIONI

## RENO MATTRESS PLUS





## INTEGRAZIONE NELL'AMBIENTE



RIVEGETAZIONE

UTILIZZO DI MATERIALI NATURALI

**MONITORAGGIO E  
ALLERTAMENTO**

# **SISTEMI DI MONITORAGGIO**

4 kit per monitoraggio  
e allertamento in  
ambito idraulico



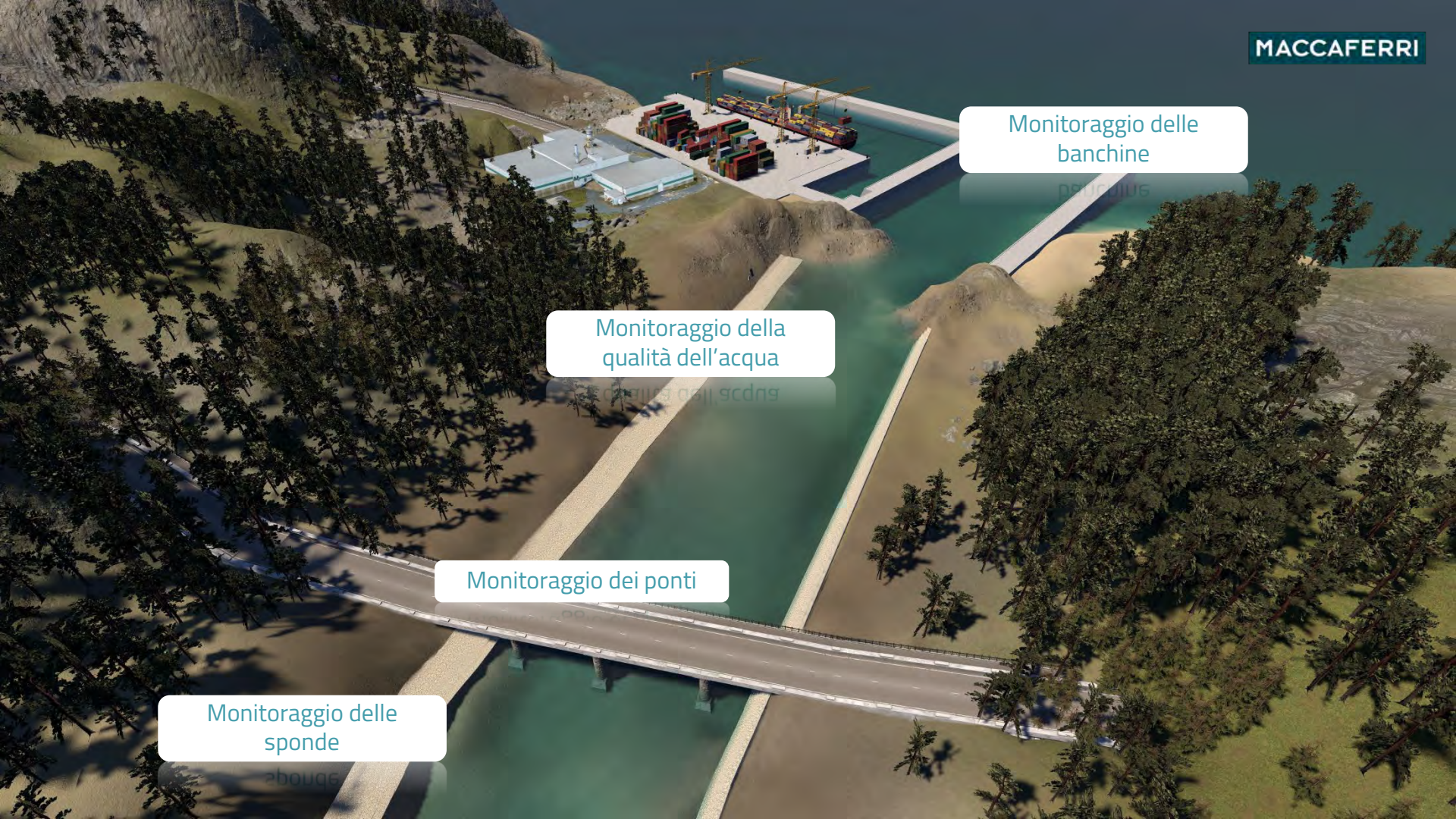


Monitoraggio delle  
banchine

Monitoraggio della  
qualità dell'acqua

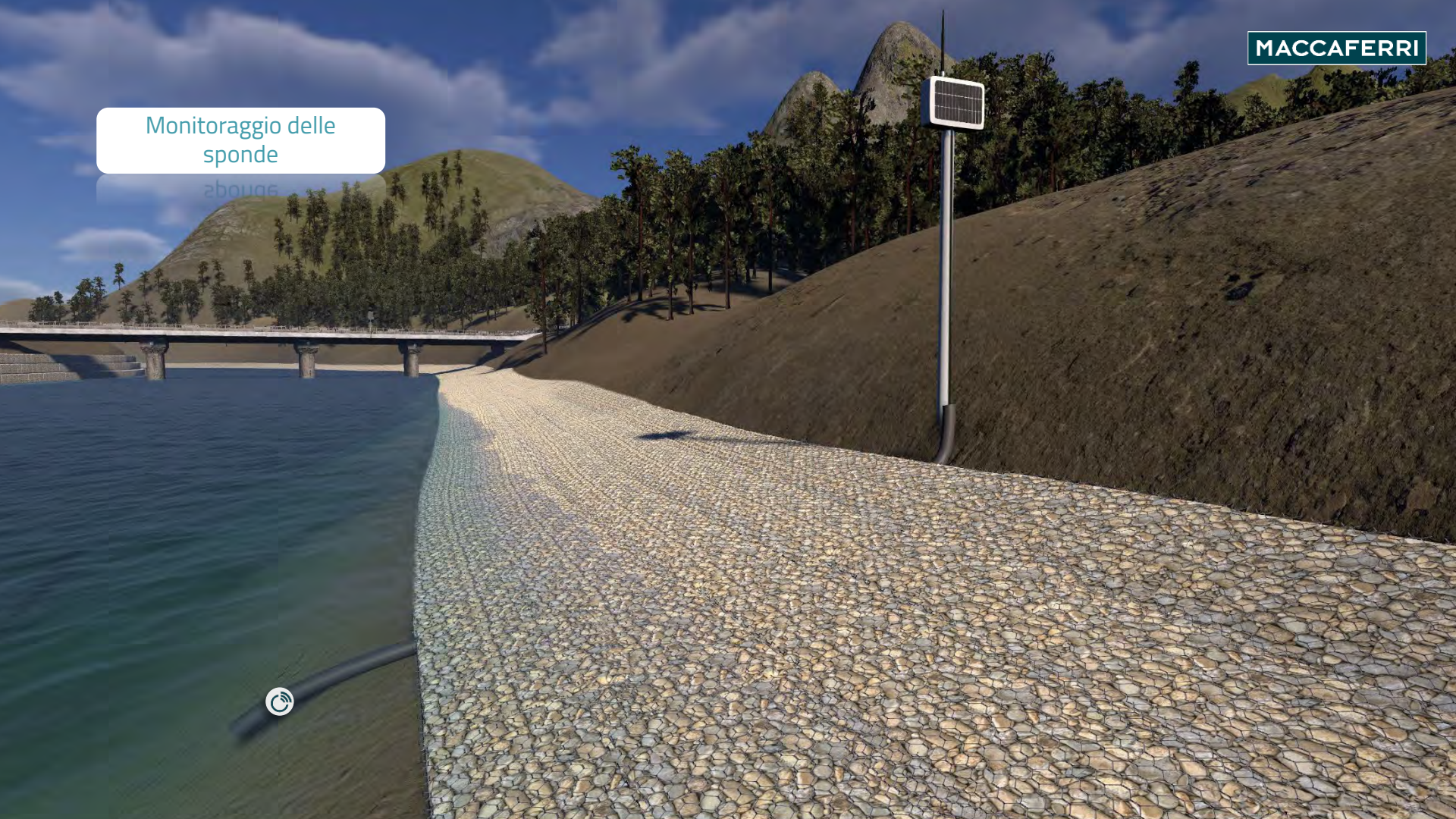
Monitoraggio dei ponti

Monitoraggio delle  
sponde





Monitoraggio delle  
sponde





Monitoraggio delle  
sponde



# Monitoraggio delle sponde

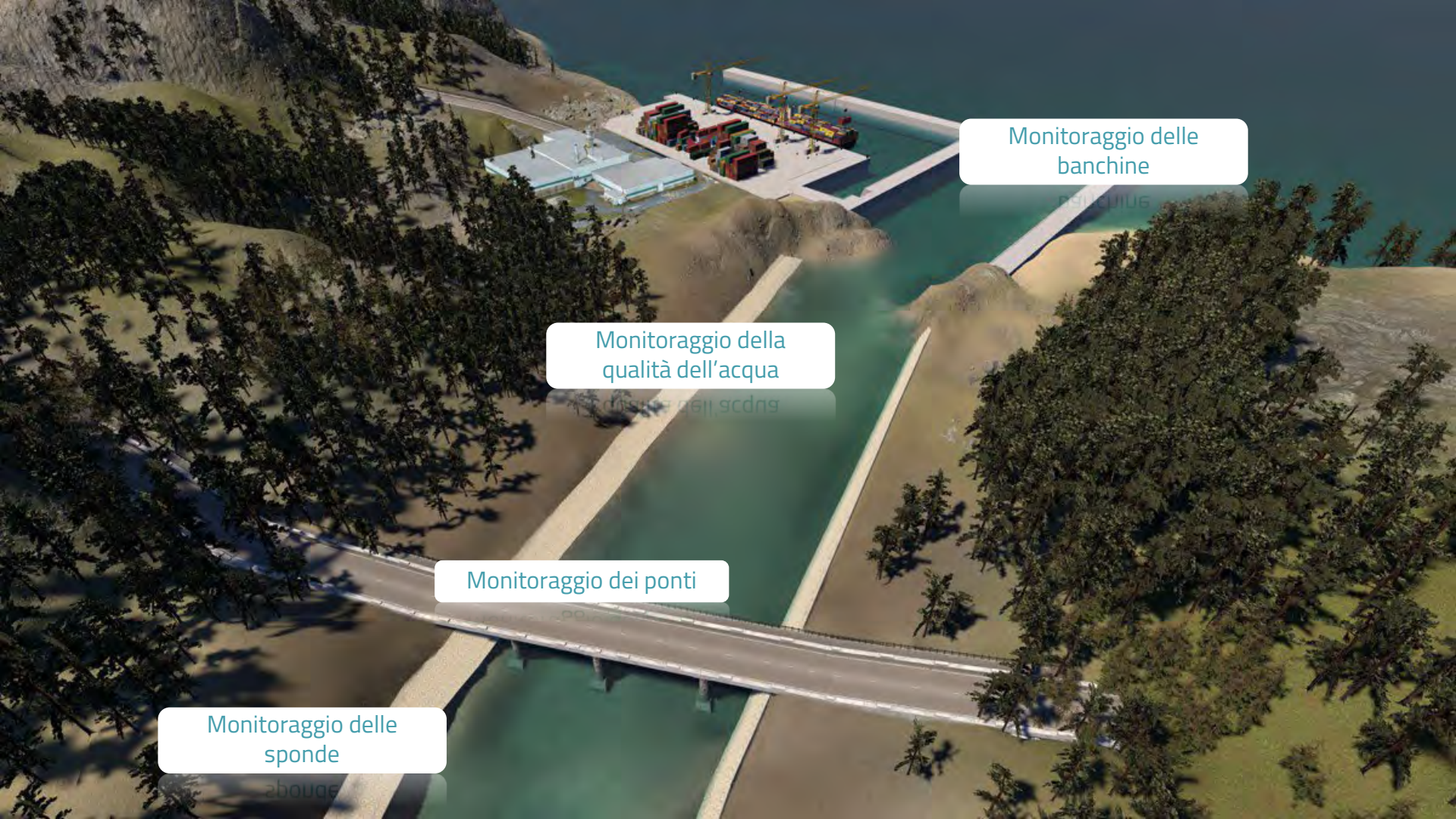
Sistema di monitoraggio delle sponde  
**integrabile con gabbioni e materassi.**

Costituito da

- Sensore piezometrico
- Antenna IoT
- Sistema di sostegno
- Sistema di alimentazione (pannello solare)







Monitoraggio delle  
banchine

Monitoraggio della  
qualità dell'acqua

Monitoraggio dei ponti

Monitoraggio delle  
sponde



Monitoraggio della  
qualità dell'acqua





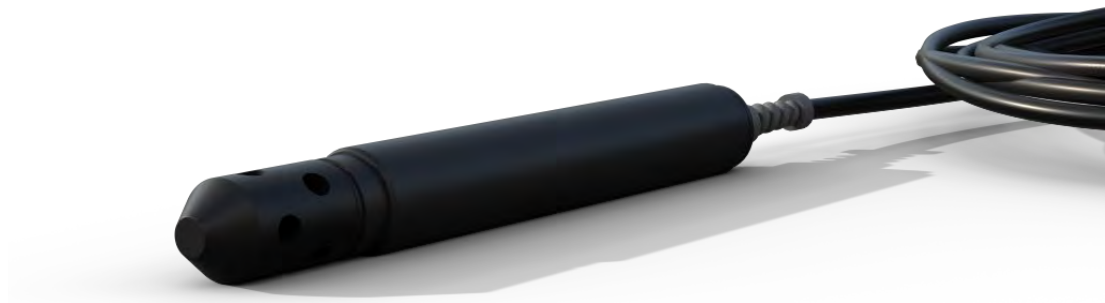
Monitoraggio della  
qualità dell'acqua



# Monitoraggio della qualità dell'acqua

Sistema di monitoraggio di 6+1 parametri, costituito da:

- ✓ Sonda multiparametrica
- ✓ Sistema di trasmissione
- ✓ Alimentazione (pannello solare)
- ✓ Struttura di supporto





6+1

parametri

Di monitoraggio della qualità  
dell'acqua



3

Anni di dati

8GB di dati  
memorizzati, sempre  
disponibile

Alimentato a energia solare  
con una batteria aggiuntiva per 7 giorni  
di alimentazione in assenza di luce



Monitoraggio delle  
banchine

Monitoraggio della  
qualità dell'acqua

Monitoraggio dei ponti

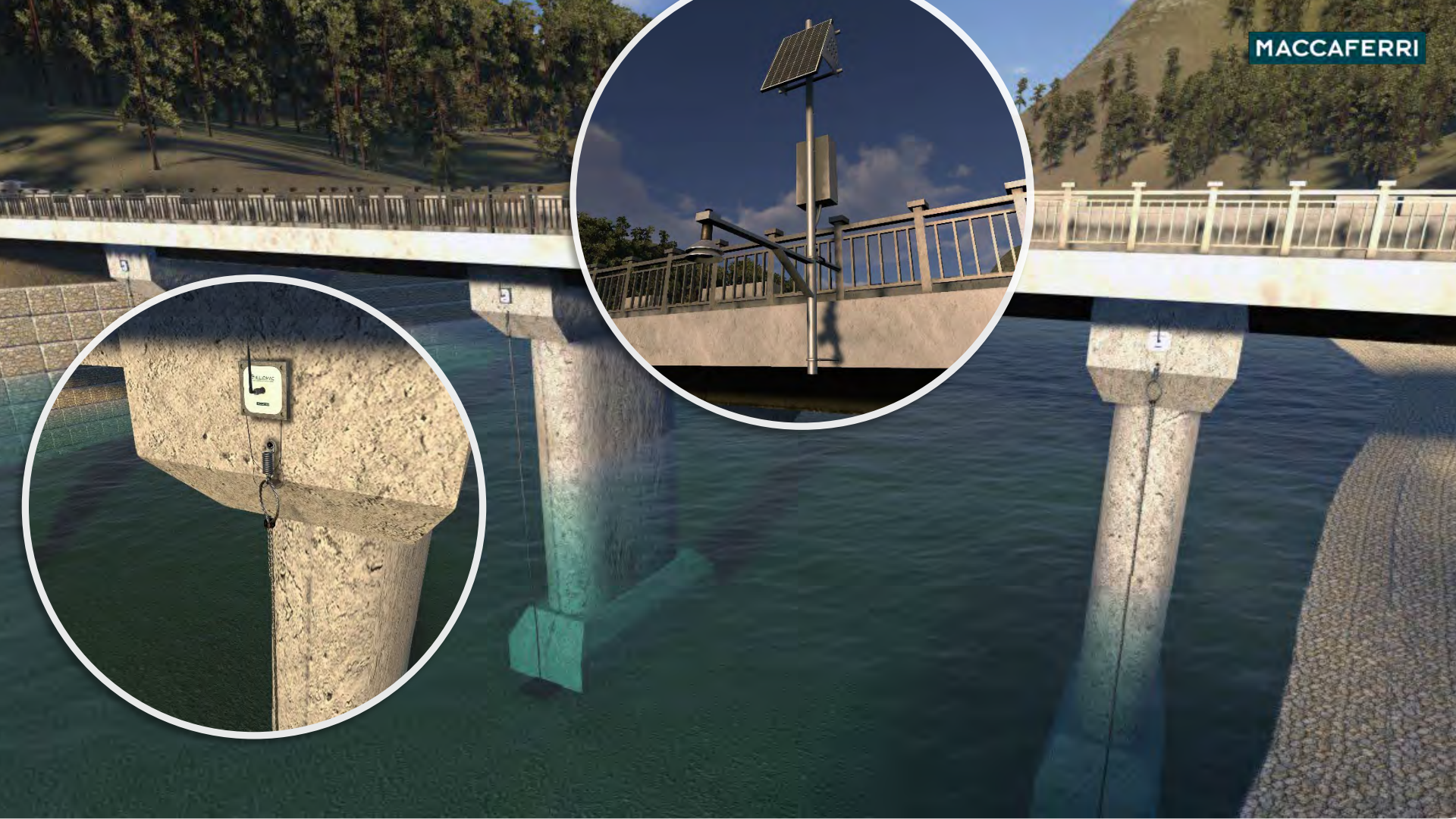
Monitoraggio delle  
sponde



## Monitoraggio dei ponti







# Monitoraggio dei ponti

Kit di monitoraggio delle condizioni idrauliche in corrispondenza di ponti che attraversano il corso d'acqua:

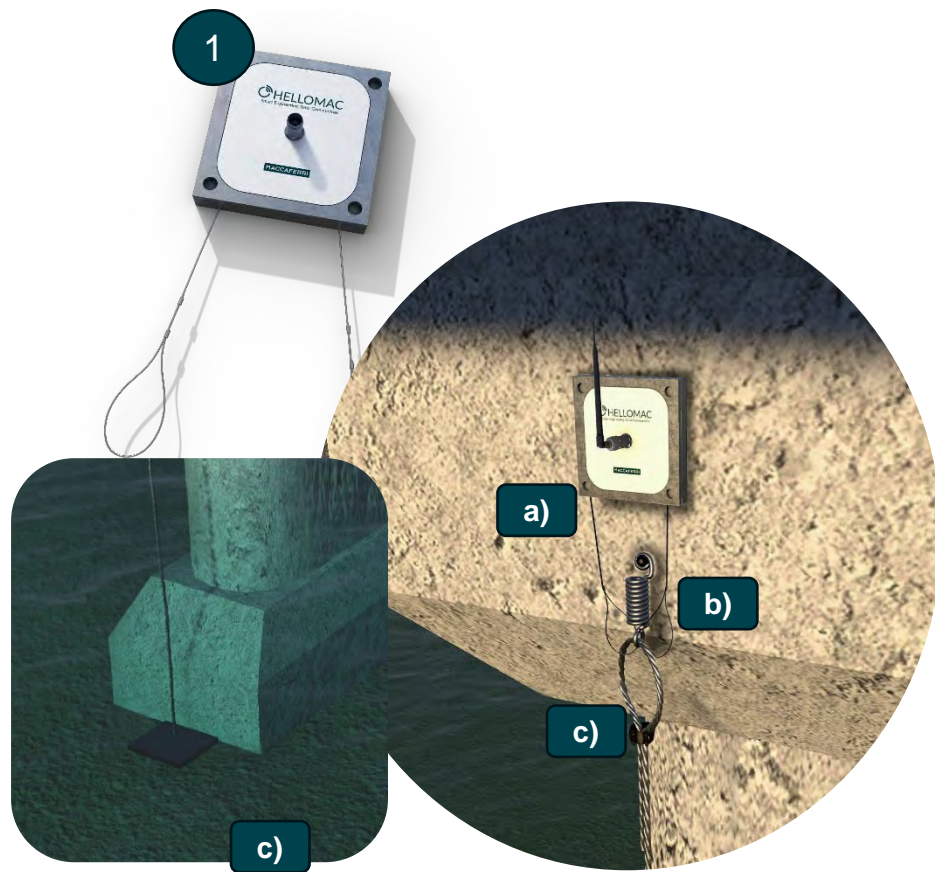
- 1 Erosione delle pile
  - ✓ Sensore di abbassamento/deformazione del fondo alveo
  - ✓ Alimentazione (batteria)
  - ✓ Sistema di supporto (piastra di fissaggio)
- 2 Livello idrometrico
  - ✓ Sensore a ultrasuoni
  - ✓ Alimentazione (pannelli solari)
  - ✓ Sistema di supporto (a braccio mobile)
- 3 Centralina



# Monitoraggio dei ponti

## 1 Erosione delle pile

- Installazione a ridosso delle pile, a valle
  - Zona di maggiore erosione
  - Proteggere il kit
- Principio di funzionamento
  - a) Cavi interni attivabili con >25 kg
  - b) Molla intermedia da 250 kg
  - c) Cavo e zavorra da 250 kg (NON COMPRESI)





# Monitoraggio dei ponti

## 2 Livello idrometrico

- Installarlo direttamente sul ponte
- Sensore con funzionamento a ultrasuoni





Monitoraggio delle  
banchine

Monitoraggio della  
qualità dell'acqua

Monitoraggio dei ponti

Monitoraggio delle  
sponde



Monitoraggio delle  
banchine





Monitoraggio delle  
banchine



# Monitoraggio delle banchine

Sistema di monitoraggio dell'erosione al piede dei muri di banchina, per evitare danni e instabilità alle strutture portuali.

## Stesso kit di monitoraggio erosione

- ✓ Sensore di abbassamento/deformazione del fondale
- ✓ Alimentazione (batteria)
- ✓ Sistema di supporto (piastra di fissaggio)
- ✓ Hubir





5 anni

di durata della batteria.  
Alimentazione esterna non  
necessaria





5 km

Ampia gamma di trasmissione  
Alimentazione esterna non  
necessaria

## Kit Plus HELLOMAC Hydro

**Clima Control**

**Safety Alert**

Combinare il vostro HELLOMAC Hydro con il Kit Plus di cui avete bisogno.

### Clima Control

Soluzione integrata misura le precipitazioni, la temperatura e l'umidità dell'aria, fornendo informazioni in tempo reale sulle principali condizioni ambientali.



### Safety Alert



Combinare il vostro HELLOMAC Hydro con il Kit Plus di cui avete bisogno.

### Clima Control

### Safety Alert

HELLOMAC Hydro punta a migliorare la sicurezza, e questo kit Plus la porta avanti integrando pannelli di segnalazione, sirene e cancelli.



# 5 network



GPRS, 4G, Satellite, Lorawan, Wifi.

# App, SMS, Email

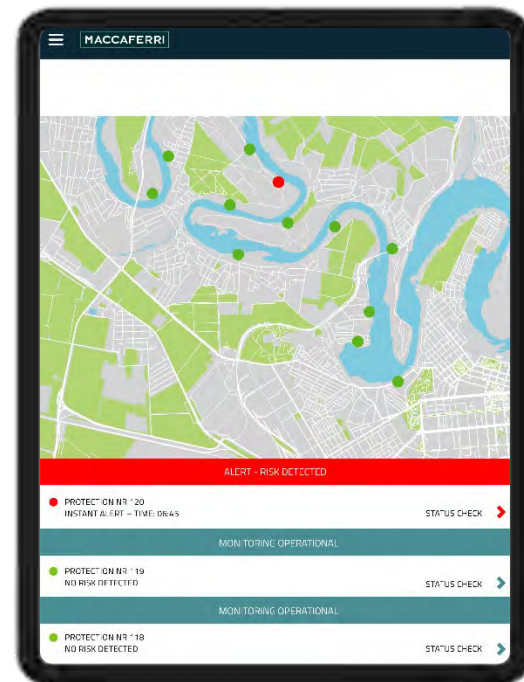
Diverse tipologie di avviso





# HELLOMAC APP

Possibilità di monitorare i sensori ed estrapolare dati



**Grazie per l'attenzione!!**

**Alessandro Cavagni**

**[a.cavagni@maccaferri.com](mailto:a.cavagni@maccaferri.com)**

**+393371247061**

