



SOLUZIONI INNOVATIVE E SOSTENIBILI PER PREVENIRE IL CRISOLLEVAMENTO E DANNI ALLA PAVIMENTAZIONE STRADALE

23 Marzo, 2023

MACCAFERRI



5' Introduzione

*10' Come MacDrain™ Arctic Blanket
previene il criosollevamento*

10' Benefici e sostenibilità

Sessione Q&A Live

Relatore: Settimo De Carlo

Ingegnere civile e Corporate Manager in Maccaferri

An aerial photograph of a city intersection covered in snow. Several multi-story residential or commercial buildings with yellowish-brown facades and grey roofs are visible. The streets are filled with cars, some of which are parked and others in motion, leaving tracks in the snow. A few pedestrians can be seen walking across the snowy sidewalks. The overall scene depicts a winter day in an urban environment.

Le basse temperature e la neve possono avere un impatto significativo sulle condizioni stradali, provocando disagi alle persone che ne usufruiscono.



L'acqua piovana e la neve si infiltrano nel terreno attraverso le fessure della strada, mentre le acque sotterranee possono risalire per capillarità.

Quando l'acqua presente sotto al manto stradale congeal, si espande provocando significativi cedimenti nella pavimentazione.



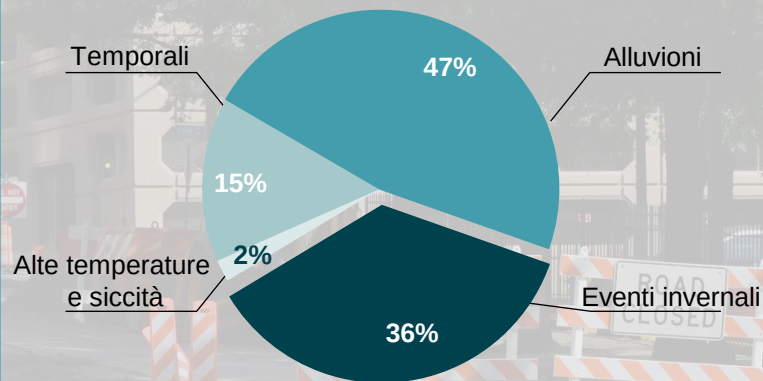


Ormaie e buche possono causare danni alle auto e mettere a rischio la vita delle persone. Motivo per cui, ogni volta che ciò accade è necessaria una pronta manutenzione.

Gli eventi estremi invernali hanno un grande impatto sul costo annuale totale delle manutenzioni stradali.



Quota di eventi meteorologici estremi
sui costi totali di manutenzione stradale

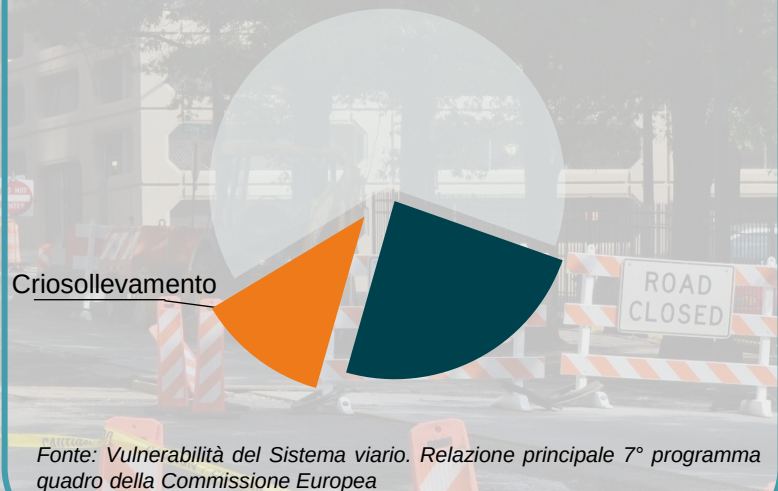


Fonte: Vulnerabilità del Sistema viario. Relazione principale 7° programma quadro della Commissione Europea

Gli eventi estremi invernali hanno un grande impatto sul costo annuale totale delle manutenzioni stradali.



Quota di eventi meteorologici estremi
sui costi totali di manutenzione stradale



In Europa, un terzo del budget annuale sulla manutenzione per eventi invernali è adibita alla riparazione delle strade a seguito dei danni causati dal gelo.

Gli eventi estremi invernali hanno un grande impatto sul costo annuale totale delle manutenzioni stradali.

Gli enti gestori delle infrastrutture richiedono una maggiore sicurezza per gli utenti ed una diminuzione dei costi di manutenzione

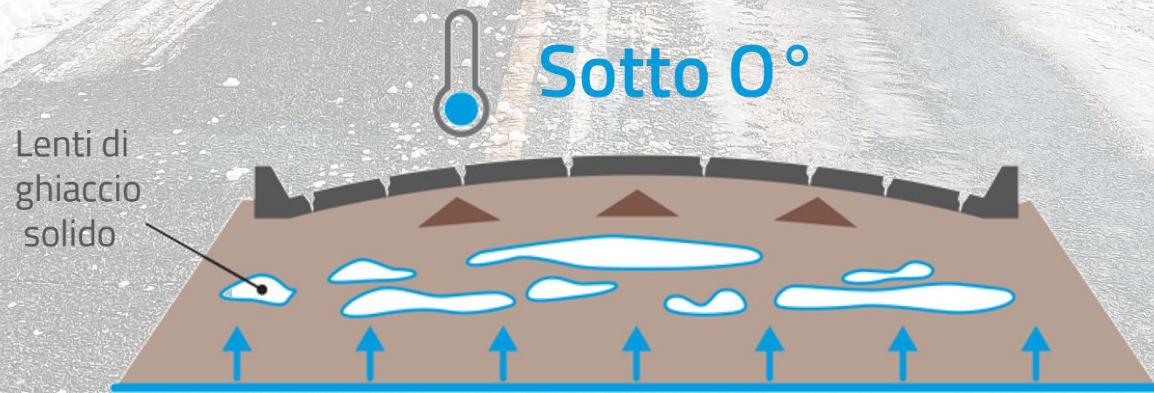


IL FENOMENO DEL CRIOSOLLEVAMENTO



1

CRIOSOLLEVAMENTO E FESSURAZIONI STRADALI SUPERFICIALI



MACCAFERRI



2

ROTTURA MANTO STRADALE E DISGELO DELLA SUPERFICIE

Terreno saturo
in disgelo ed
estremamente
morbido

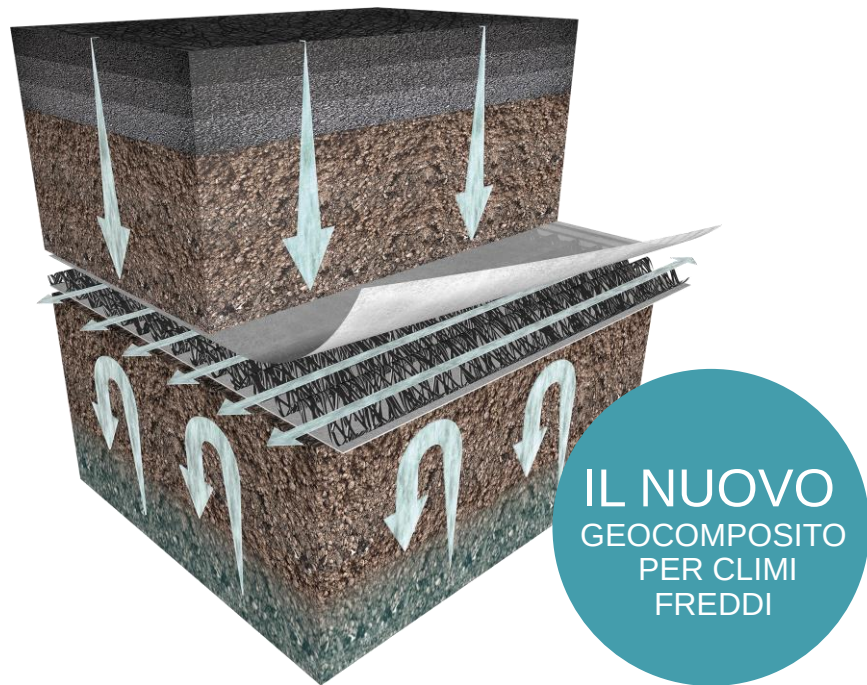


Sopra 20°

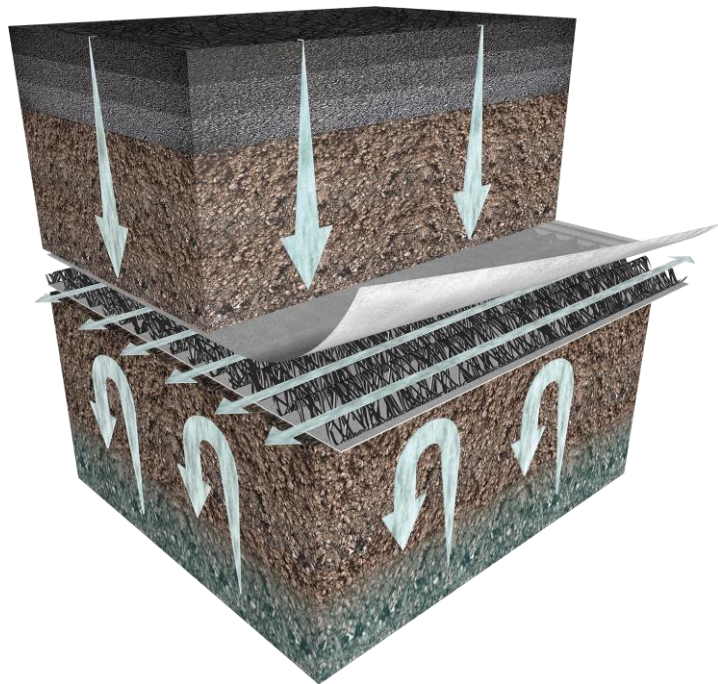
Strati di
terreno
ghiacciato e
impervio



MacDrain™ ARCTIC BLANKET

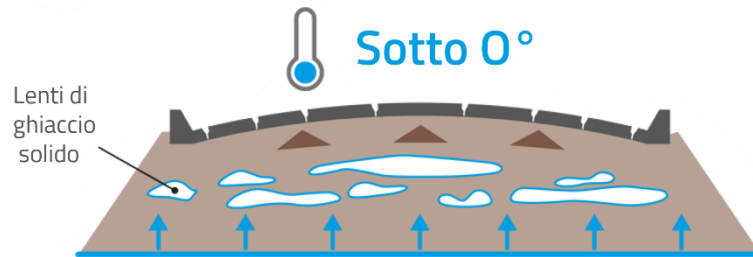


MacDrain™ ARCTIC BLANKET

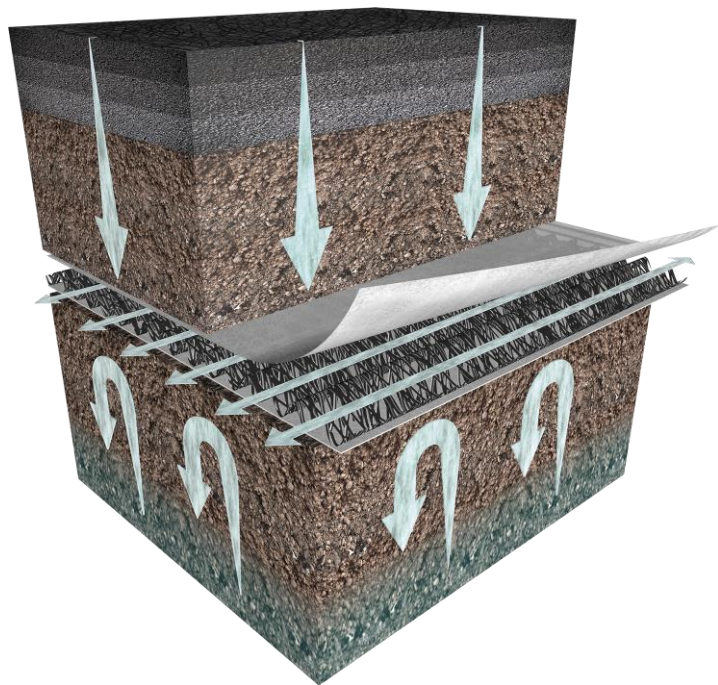


1

CRISOLLEVAMENTO E FESSURAZIONI STRADALI SUPERFICIALI



MacDrain™ ARCTIC BLANKET



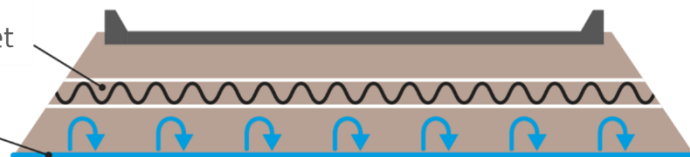
- 1 NESSUNA DEFORMAZIONE E FESSURAZIONE DEL MANTO STRADALE



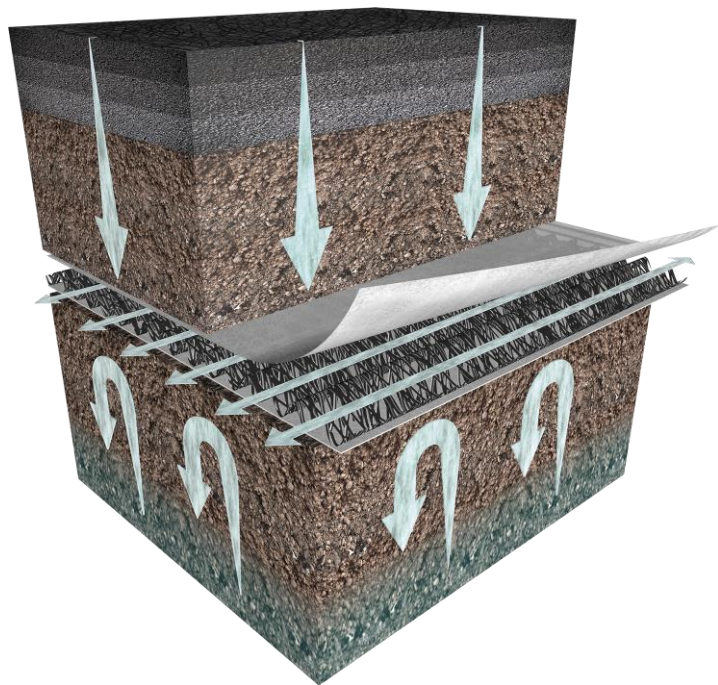
Sotto 0°

MacDrain™
Arctic Blanket

Livello
dell'acqua



MacDrain™ ARCTIC BLANKET

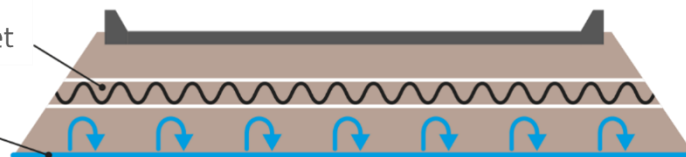


- 1 NESSUNA DEFORMAZIONE E FESSURAZIONE DEL MANTO STRADALE

 **Sotto 0°**

MacDrain™
Arctic Blanket

Livello
dell'acqua



- 2 DISTRUZIONE DELLA SUPERFICIE STRADALE A CAUSA DEL TRAFFICO DEL DISGELO

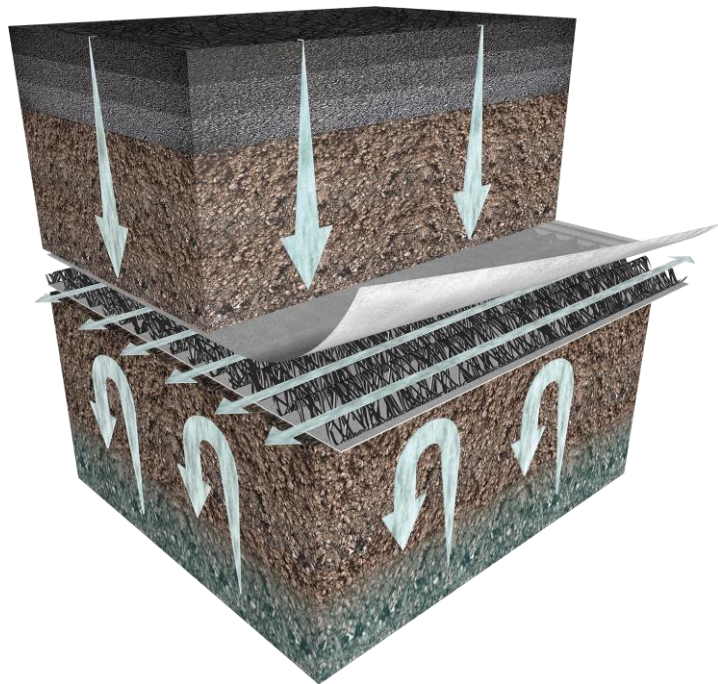
 **Sopra 20°**

Terreno saturo
scongelo ed
estremamente
soffice

Strati di terreno
ghiacciato ed
impervio



MacDrain™ ARCTIC BLANKET

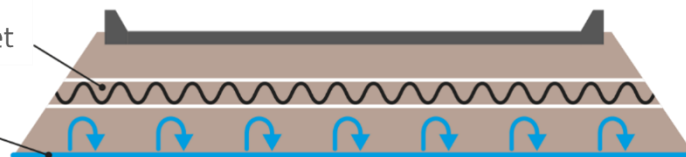


- 1 NESSUNA DEFORMAZIONE E FESSURAZIONE DEL MANTO STRADALE

 **Sotto 0°**

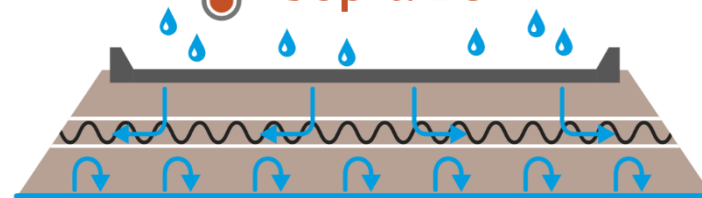
MacDrain™
Arctic Blanket

Livello
dell'acqua

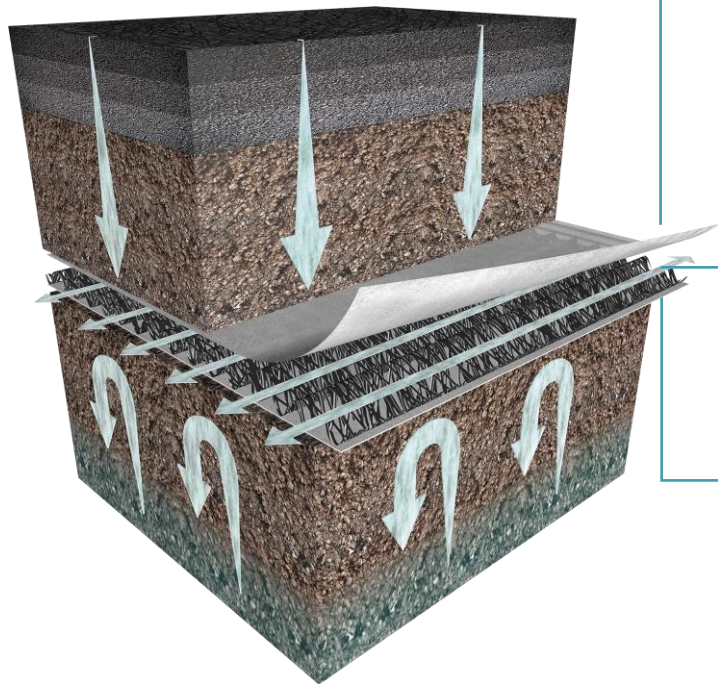


- 2 NESSUN ACCUMULO DI ACQUA NEL SOTTOFONDO STRADALE

 **Sopra 20°**



MacDrain™ ARCTIC BLANKET



Geotessile non tessuto

Selezionato per soddisfare i più elevati standard di resistenza durante la fase di posa e compattazione nella struttura sopraelevata. Lo strato superiore funge da filtro consentendo all'acqua del terreno sovrastante di entrare nel nucleo di drenaggio sottostante, migliorando il drenaggio lungo il piano del geosintetico e fornendo prestazioni di stabilizzazione del suolo migliorate.

Geostuoia con profilo a W

Sviluppato per fornire caratteristiche di drenaggio con un'alta resistenza ai carichi di compressione e un'elevata portata minimizzando il creep a compressione.

Geotessile non tessuto idrofobico

Progettato per prevenire la risalita capillare delle acque sotterranee rimanendo permeabile al flusso verso il basso

MACDRAIN™ ARCTIC BLANKET: TEST SPERIMENTALI



Elevate prestazioni

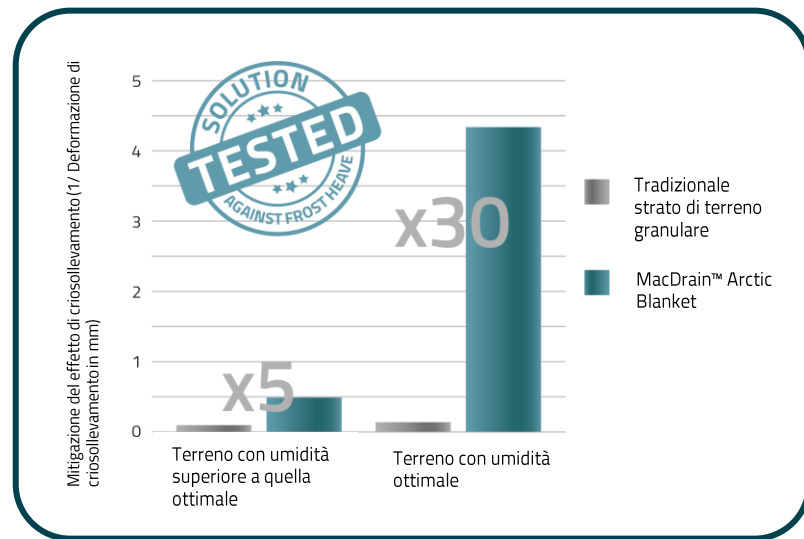
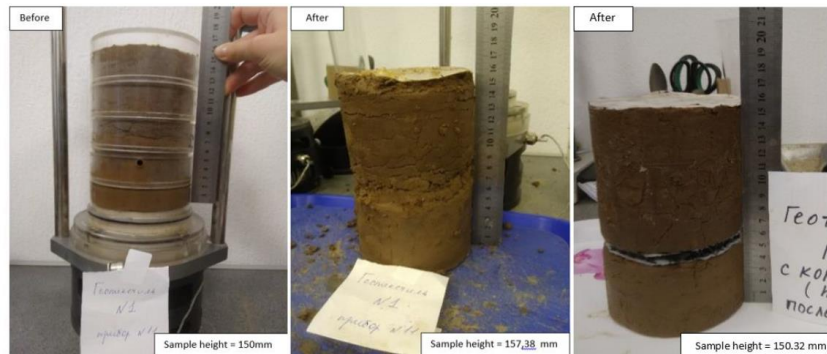
Progettati per resistere a carichi di compressione ed elevati flussi di traffico senza necessitare di manutenzione periodica

TEST DI CRISOLLEVAMENTO

Test di laboratorio in accordo con lo standard GOST 28622-2012

- M** Le prove sono state eseguite sia con un'umidità ottimale che con una maggiore umidità per la compattazione.
- M** Le misurazioni vengono effettuate a intervalli su un periodo di 96 ore.
- M** I campioni utilizzati sono alti 150 mm con il geocomposito posizionato a 100 mm.

I risultati hanno dimostrato che avere **MacDrain™ Arctic Blanket** all'interno del campione diminuisce drasticamente il fenomeno del crisollevamento.



MacDrain™ Arctic Blanket, inserita all'interno del sottofondo stradale, ha mostrato una riduzione delle deformazioni del terreno **oltre 30 volte** di quella del terreno granulare.

Elevate prestazioni

Progettati per resistere a carichi di compressione ed elevati flussi di traffico senza necessitare di manutenzione periodica

TEST DI CRISOLLEVAMENTO

Test di laboratorio a CELTEST (UK) in accordo con lo standard BS812: Parte 124:2009

- M** I test sono stati eseguiti con un terreno non soggetto al gelo a densità secca massima (1,8 Mg/m³) e contenuto d'acqua ottimale (16,6%).
- M** Le misurazioni vengono effettuate a intervalli su un periodo di 96 ore.

I risultati hanno mostrato che **MacDrain™ Arctic Blanket** all'interno del campione riduce il crisollevamento da 9.8 mm a 2.2 mm



Test Specimen - Maximum Heave Observed in 96 hours (mm)			
Test Specimen 1		10.5	(nearest 0.5mm)
Test Specimen 2		10.0	(nearest 0.5mm)
Test Specimen 3		9.0	(nearest 0.5mm)
Range of Test Specimens Maximum Heave		1.5	(should not exceed 6mm)
Mean Frost Heave		9.8	(nearest 0.1mm)

Test Specimen - Maximum Heave Observed in 96 hours (mm)			
Test Specimen 1		1.5	(nearest 0.5mm)
Test Specimen 2		2.5	(nearest 0.5mm)
Test Specimen 3		2.5	(nearest 0.5mm)
Range of Test Specimens Maximum Heave		1.0	(should not exceed 6mm)
Mean Frost Heave		2.2	(nearest 0.1mm)

TEST SPERIMENTALI MACDRAIN™ ARCTIC BLANKET

MACCAFERRI

Elevate prestazioni

Progettati per resistere a carichi di compressione ed elevati flussi di traffico senza necessitare di manutenzione periodica

TEST sui danni durante l'installazione a basse temperature

Test effettuati a Kemi (Finlandia)

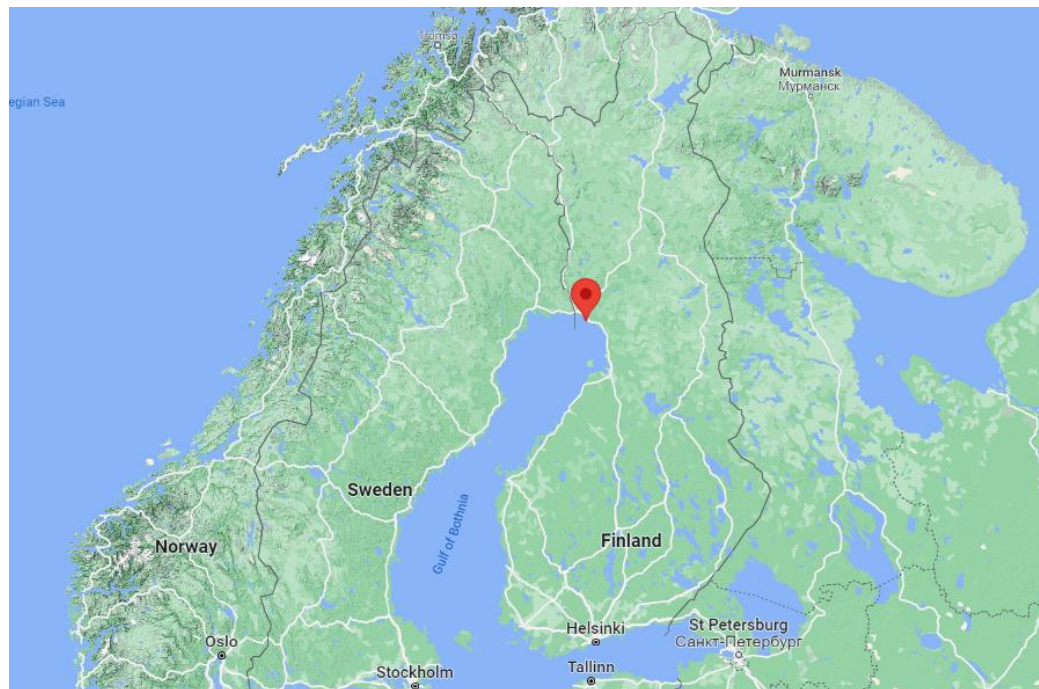


Figure 1: Location of the field tests (Screenshot Google Maps)

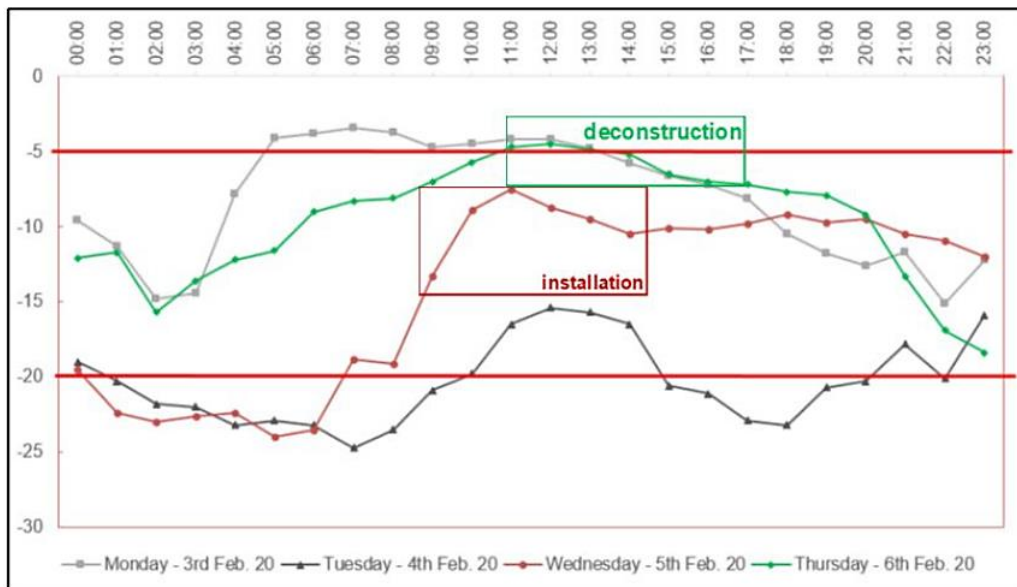
Elevate prestazioni

Progettati per resistere a carichi di compressione ed elevati flussi di traffico senza necessitare di manutenzione periodica

TEST sui danni durante l'installazione a basse temperature

Test effettuati a Kemi (Finlandia)

- M** Le prove sono state eseguite a -12°C come temperatura misurata sul sottofondo;



Elevate prestazioni

Progettati per resistere a carichi di compressione ed elevati flussi di traffico senza necessitare di manutenzione periodica

TEST sui danni durante l'installazione a basse temperature

Test effettuati a Kemi (Finlandia)

- M** Le prove sono state eseguite a -12°C come temperatura misurata sul sottofondo;
- M** La **MacDrain™ Arctic Blanket** è stato installato direttamente sul terreno ghiacciato



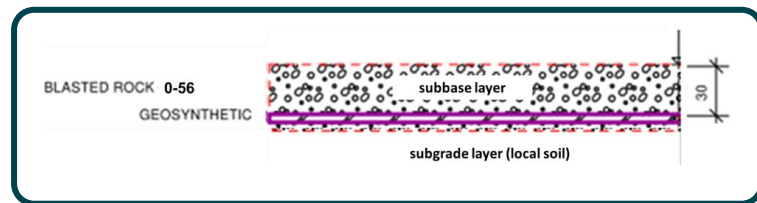
Elevate prestazioni

Progettati per resistere a carichi di compressione ed elevati flussi di traffico senza necessitare di manutenzione periodica

TEST sui danni durante l'installazione a basse temperature

Test effettuati a Kemi (Finlandia)

- M** Le prove sono state eseguite a -12°C come temperatura misurata sul sottofondo;
- M** La **MacDrain™ Arctic Blanket** è stato installato direttamente sul terreno ghiacciato;
- M** È stato posato uno strato granulare di base di spessore 30cm;



Elevate prestazioni

Progettati per resistere a carichi di compressione ed elevati flussi di traffico senza necessitare di manutenzione periodica

TEST sui danni durante l'installazione a basse temperature

Test effettuati a Kemi (Finlandia)

- M** Le prove sono state eseguite a -12°C come temperatura misurata sul sottofondo;
- M** La **MacDrain™ Arctic Blanket** è stato installato direttamente sul terreno ghiacciato;
- M** È stato posato uno strato granulare di base di spessore 30cm;
- M** Lo strato è stato compattato con cinque passate con rullo dinamico da 12,6 t;



Elevate prestazioni

Progettati per resistere a carichi di compressione ed elevati flussi di traffico senza necessitare di manutenzione periodica

TEST sui danni durante l'installazione a basse temperature

Test effettuati a Kemi (Finlandia)

- M** Le prove sono state eseguite a -12°C come temperatura misurata sul sottofondo;
- M** La **MacDrain™ Arctic Blanket** è stato installato direttamente sul terreno ghiacciato;
- M** È stato posato uno strato granulare di base di spessore 30cm;
- M** Lo strato è stato compattato con cinque passate con rullo dinamico da 12,6 t;
- M** La base è stata rimossa ed i campioni danneggiati sono stati raccolti e portati in laboratorio.



Elevate prestazioni

Progettati per resistere a carichi di compressione ed elevati flussi di traffico senza necessitare di manutenzione periodica

TEST sui danni durante l'installazione a basse temperature

Test effettuati a Kemi (Finlandia) - laboratorio SKZ (Germania)

- M** Campioni danneggiati durante l'installazione sono stati testati in conformità alle norme EN ISO 10319, EN ISO 25619-2 e EN ISO 12958.
- M** Sui campioni non danneggiati sono stati condotti test secondo la EN ISO 25619-2 a 4 diverse temperature (20°C, 0°C, -10°C and -20°C).

caratteristiche		campioni	temperatura			
			- 20°C	- 10°C	0°C	20°C
Kemi	prova di trazione (20 cm) resistenza alla compressione/capacità di deflusso dell'acqua	danneggiati (in situ) (test)		X		(X)
		riferimento				X
Laboratorio	resistenza alla compressione/deformazione & deformazione da compressione (1 Mpa)	indisturbati	X	X	X	X

Elevate prestazioni

Progettati per resistere a carichi di compressione ed elevati flussi di traffico senza necessitare di manutenzione periodica

TEST sui danni durante l'installazione a basse temperature

Test effettuati a Kemi (Finlandia) - laboratorio SKZ (Germania)

- Analisi della **resistenza a trazione** e della deformazione sui campioni danneggiati dalla posa sotto roccia frantumata ad una temperatura di -10°C

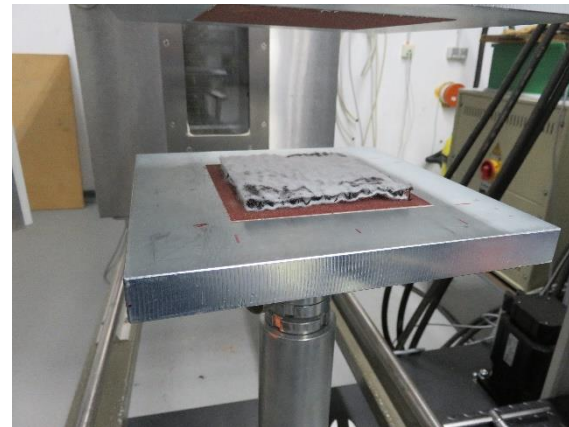
Il prodotto mostra un comportamento abbastanza simile se esposto alle condizioni di installazione a Kemi:

- una ragionevole riduzione della resistenza alla trazione (tra $\sim 25\%$ e $\sim 30\%$)
- una riduzione leggermente superiore (ma comunque ragionevole) della deformazione a trazione (tra $\sim 30\%$ e $\sim 40\%$)

- Analisi della **resistenza a compressione** e deformazione sui campioni danneggiati dalla posa sotto roccia frantumata ad una temperatura di -10°C

- Nessuna riduzione della resistenza alla compressione
- Il prodotto è più rigido alle basse temperature! (deformazione da compressione residua 124%)

- I risultati del test di **trasmissività** rientrano nella tolleranza del prodotto



Elevate prestazioni

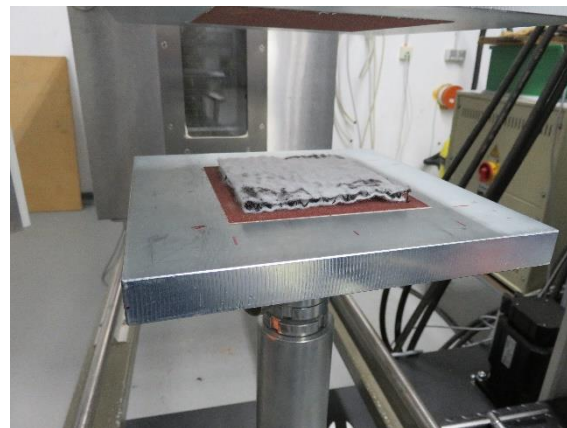
Progettati per resistere a carichi di compressione ed elevati flussi di traffico senza necessitare di manutenzione periodica

TEST sui danni durante l'installazione a basse temperature

Test effettuati a Kemi (Finlandia) - laboratorio SKZ (Germania)

		MACDRAIN ARCTIC BLANKET			
	Unit	20°C	0°C	-10°C	-20°C
Resistenza alla compressione sec. EN ISO 25619-2					
Resistenza residua	%	-	170.7	169.2	231.3
Deformazione a compressione sec. EN ISO 25619-2					
Deformazione residua	%	-	103.6	126.2	112.5
Deformazione a 1,0 MPa acc. EN ISO 25619-2					
Deformazione residua	%	-	93.1	95.8	89.6

Risultati dei test di laboratorio in camera climatica a temperatura controllata su MacDrain Arctic Blanket



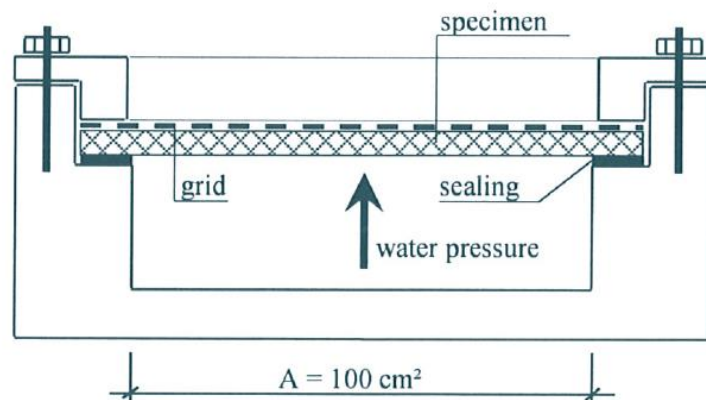
MacDrain™ Arctic Blanket
è adatto all'installazione su
terreno ghiacciato

Elevate prestazioni

Progettati per resistere a carichi di compressione ed elevati flussi di traffico senza necessitare di manutenzione periodica

Determinazione della resistenza alla penetrazione dell'acqua

Test della pressione idrostatica con Kiwa GmbH – Test di laboratorio secondo DIN EN 13562:2000-07



Parametri del test

Temperatura	21 °C
Umidità	50%
Diametro del campione	140 mm
Area esposta del campione	100 cm ²
Tipologia di acqua	de-ionized
Temperatura dell'acqua	21,4 °C
Velocità di gradiente della pressione dell'acqua	100 ± 5 mm/min

Elevate prestazioni

Progettati per resistere a carichi di compressione ed elevati flussi di traffico senza necessitare di manutenzione periodica

Determinazione della resistenza alla penetrazione dell'acqua

Test della pressione idrostatica con Kiwa GmbH – Test di laboratorio secondo DIN EN 13562:2000-07

Risultati

Materiali	Carico idraulico (medio)
Standard PP non tessuto 140 g/m ²	1 mm
Standard PP non tessuto 150 g/m ²	3 mm
Getessile non tessuto Idrofobico 140 g/m ²	54 mm
Getessile non tessuto Idrofobico 150 g/m²	77 mm

HydroFabric TI300 PP non tessuto 150 g/m²

Campione	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
Carico idraulico	97 mm	78 mm	110 mm	40 mm	55 mm	68 mm	79 mm	76 mm	72 mm	98 mm

Elevate prestazioni

Progettati per resistere a carichi di compressione ed elevati flussi di traffico senza necessitare di manutenzione periodica

Determinazione della resistenza alla penetrazione dell'acqua

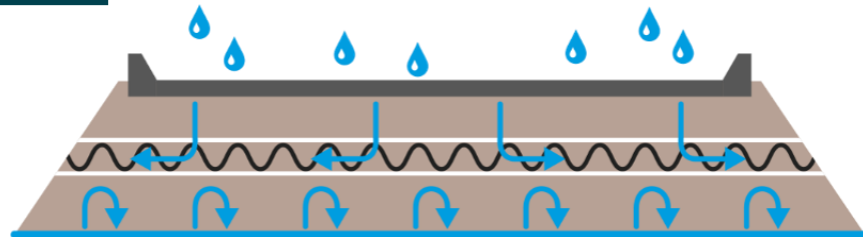
Test della pressione idrostatica con Kiwa GmbH – Test di laboratorio secondo DIN EN 13562:2000-07

Risultati

Materiali	Carico idraulico (medio)
Standard PP non tessuto 140 g/m ²	1 mm
Standard PP non tessuto 150 g/m ²	3 mm
Getessile non tessuto Idrofobico 140 g/m ²	54 mm
Getessile non tessuto Idrofobico 150 g/m²	77 mm

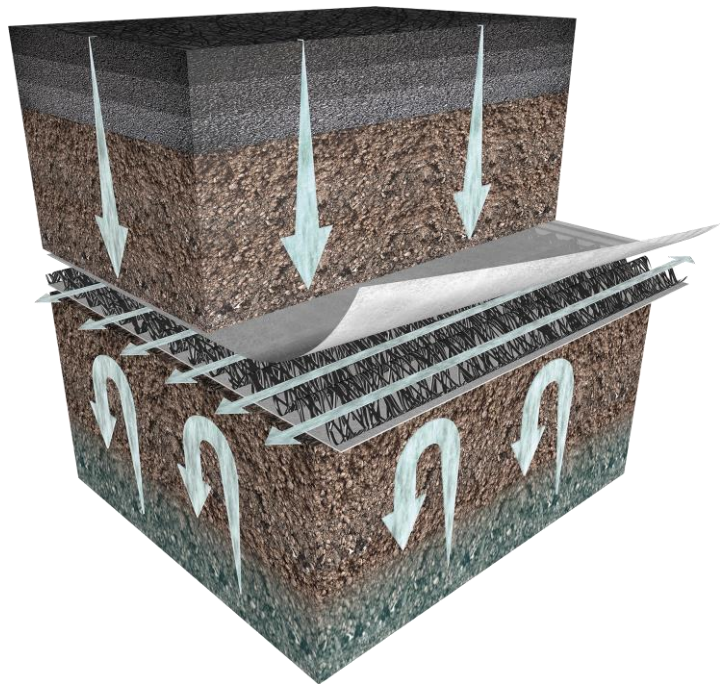
Questo geotessile non tessuto con comportamento idrofobico costituisce lo strato inferiore del MacDrain™ Arctic Blanket e **blocca quindi il movimento verso l'alto dell'acqua.**

Inoltre, quando il battente d'acqua sopra il MacDrain™ Arctic Blanket è molto alto, il geotessile idrofobico **impedisce all'acqua di infiltrarsi nel sottosuolo.**



MACDRAIN™ ARCTIC BLANKET: BENEFITS

MacDrain™ ARCTIC BLANKET



MINOR CONSUMO DI MATERIALE



INSTALLAZIONE PIÙ VELOCE



ELEVATE PRESTAZIONI

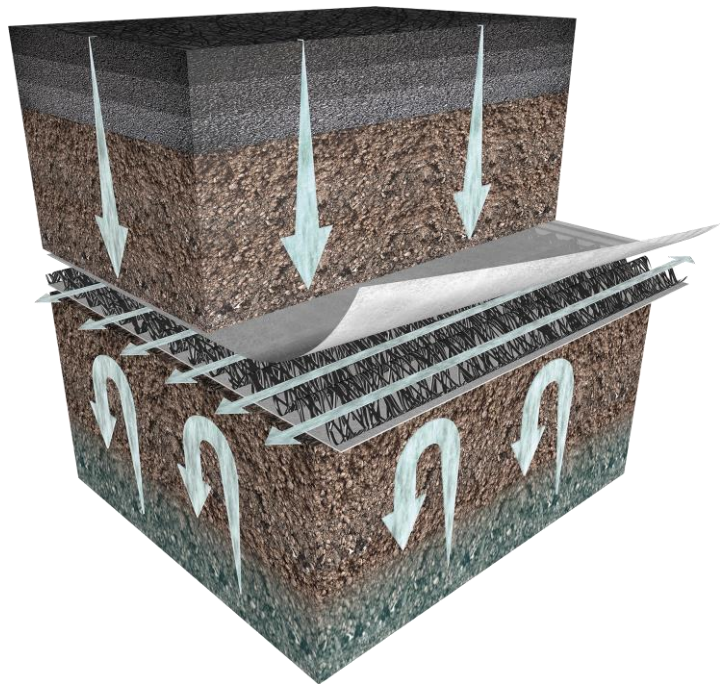


COSTO INFERIORE



SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

MacDrain™ ARCTIC BLANKET



MINOR CONSUMO DI MATERIALE



INSTALLAZIONE PIÙ VELOCE



ELEVATE PRESTAZIONI



COSTO INFERIORE



SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

I BENEFICI DI MACDRAIN™ ARCTIC BLANKET

MACCAFERRI

Risparmio di materiale

MacDrain™ Arctic Blanket permette una riduzione fino all'**80%** dello spessore rispetto alla struttura tradizionale.

Senza MACDRAIN™ ARCTIC BLANKET

30-50 cm di terreno granulare sono necessari per mitigare l'effetto del criosollevamento



30-50 cm

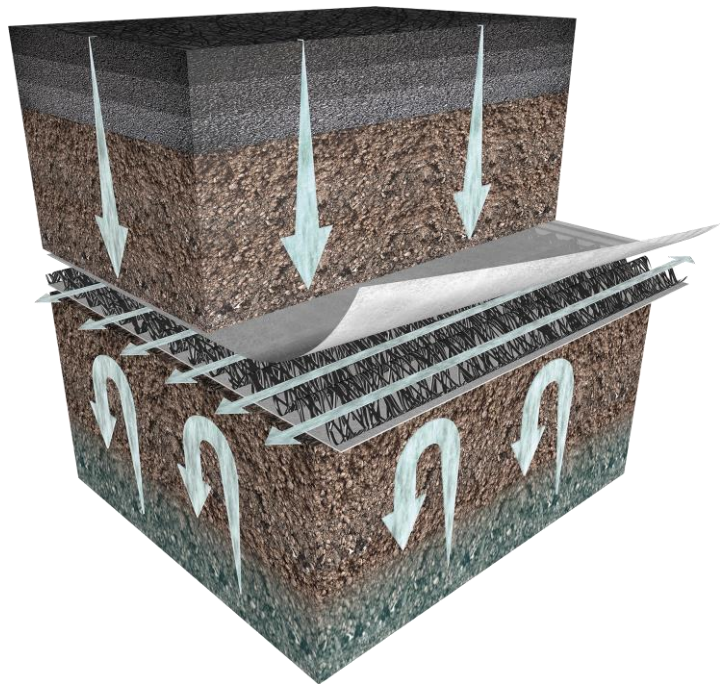
con MACDRAIN™ ARCTIC BLANKET

5-10 mm di MacDrain™ Arctic Blanket garantiscono una protezione della strada di lunga durata contro il criosollevamento



5-10 mm

MacDrain™ ARCTIC BLANKET



MINOR CONSUMO DI MATERIALE



INSTALLAZIONE PIÙ VELOCE

ELEVATE PRESTAZIONI

COSTO INFERIORE

SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

I BENEFICI DI MACDRAIN™ ARCTIC BLANKET

MACCAFERRI

Velocità di installazione

MacDrain™ Arctic Blanket può essere **facilmente srotolato** senza richiedere attrezzature e operazioni speciali

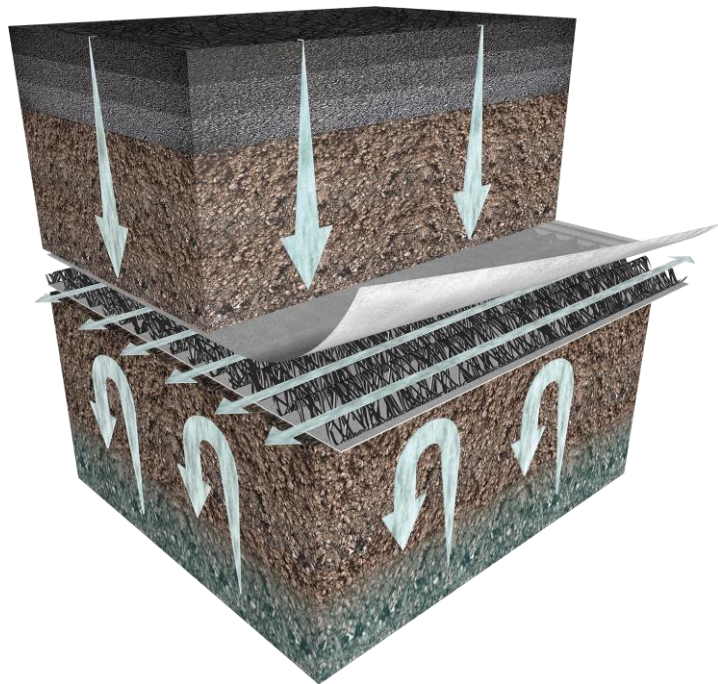
senza MACDRAIN™ ARCTIC BLANKET



con MACDRAIN™ ARCTIC BLANKET



MacDrain™ ARCTIC BLANKET



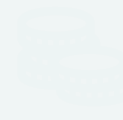
MINOR CONSUMO DI MATERIALE



INSTALLAZIONE PIÙ VELOCE



ELEVATE PRESTAZIONI



COSTO INFERIORE



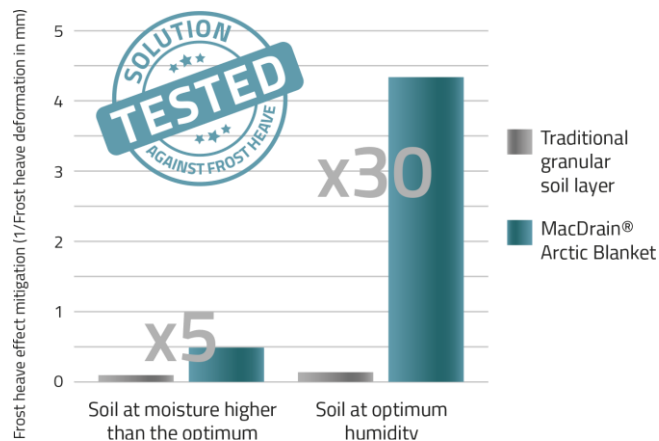
SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

I BENEFICI DI MACDRAIN™ ARCTIC BLANKET

MACCAFERRI

Elevate prestazioni

Le prove sono state eseguite sia con un'umidità ottima che con un'alta umidità.



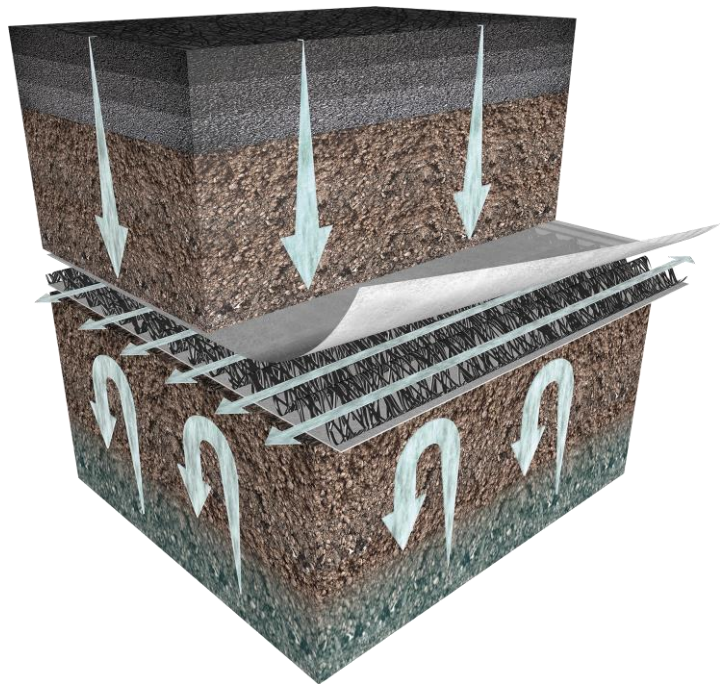
I risultati hanno dimostrato che **MacDrain™ Arctic Blanket** diminuisce drasticamente il fenomeno del criosollevamento.

Test sul danneggiamento durante l'installazione a basse temperature (a -12°C)



I risultati ottenuti hanno dimostrato che **MacDrain™ Arctic Blanket** è adatto all'installazione su terreno ghiacciato.

MacDrain™ ARCTIC BLANKET



MINOR CONSUMO DI MATERIALE



INSTALLAZIONE PIÙ VELOCE



ELEVATE PRESTAZIONI



COSTO INFERIORE



SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

Riduzione dei costi

MacDrain™ Arctic Blanket ha un **inferiore costo iniziale e non ha bisogno di manutenzione** rispetto alla posa di uno strato di terreno granulare.

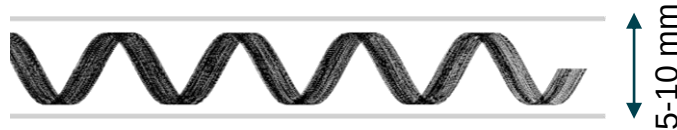
senza MACDRAIN™ ARCTIC BLANKET



30-50 cm

con MACDRAIN™ ARCTIC BLANKET

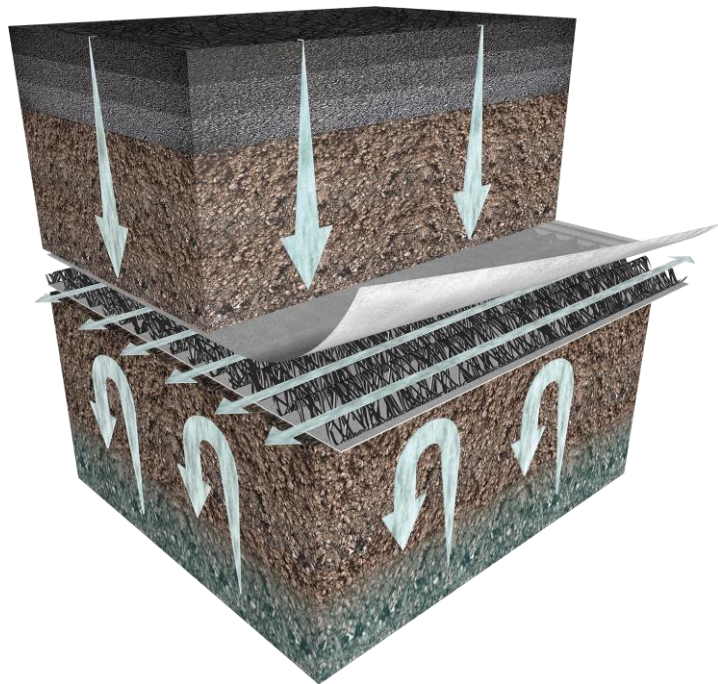
MacDrain™ Arctic Blanket riduce drasticamente i tempi di installazione



5-10 mm

MacDrain™ Arctic Blanket non necessita manutenzione

MacDrain™ ARCTIC BLANKET



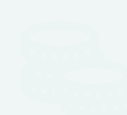
MINOR CONSUMO DI MATERIALE



INSTALLAZIONE PIÙ VELOCE



ELEVATE PRESTAZIONI



COSTO INFERIORE



SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

I BENEFICI DI MACDRAIN™ ARCTIC BLANKET

MACCAFERRI

Sostenibilità ambientale



MINOR CONSUMO DI MATERIALE



PRESTAZIONI ELEVATE



INSTALLAZIONE PIÙ VELOCE



MINORI ESTRAZIONI



MINORI TRASPORTI



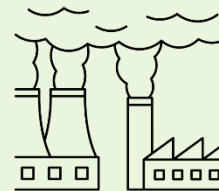
**MINOR SPRECO DI
MATERIALE**



MINORI INTERRUZIONI



**PROMOZIONE DI LAVORO
SICURO E DIGNITOSO**



**MINORI
EMISSIONI**

I BENEFICI DI MACDRAIN™ ARCTIC BLANKET

MACCAFERRI

Sostenibilità ambientale



MINOR CONSUMO DI MATERIALE



PRESTAZIONI ELEVATE



INSTALLAZIONE PIÙ VELOCE

8 DECENT WORK AND
ECONOMIC GROWTH



9 INDUSTRY, INNOVATION
AND INFRASTRUCTURE



11 SUSTAINABLE CITIES
AND COMMUNITIES



12 RESPONSIBLE
CONSUMPTION
AND PRODUCTION



13 CLIMATE
ACTION



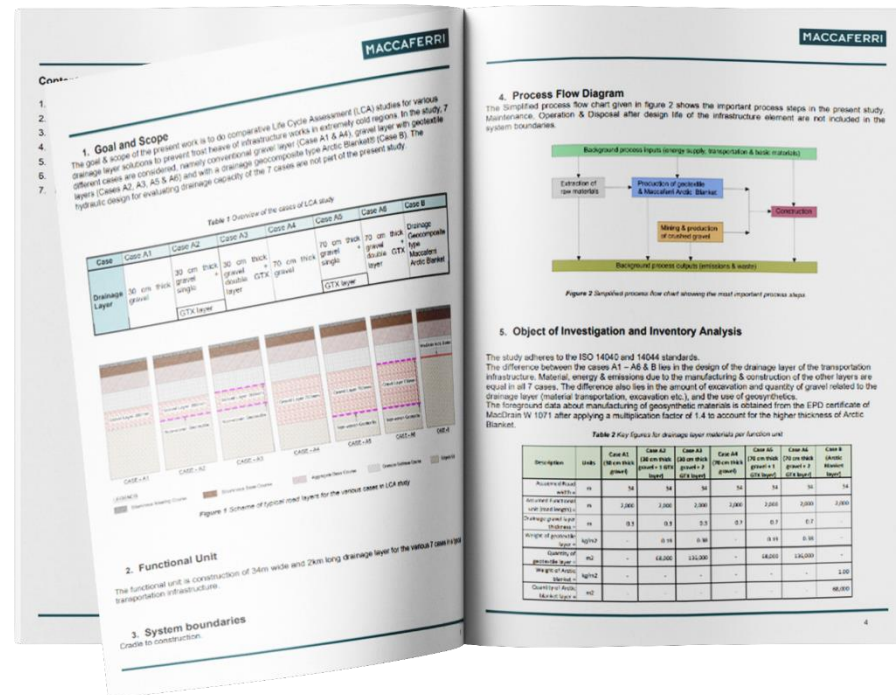
SUSTAINABLE
DEVELOPMENT **GOALS**

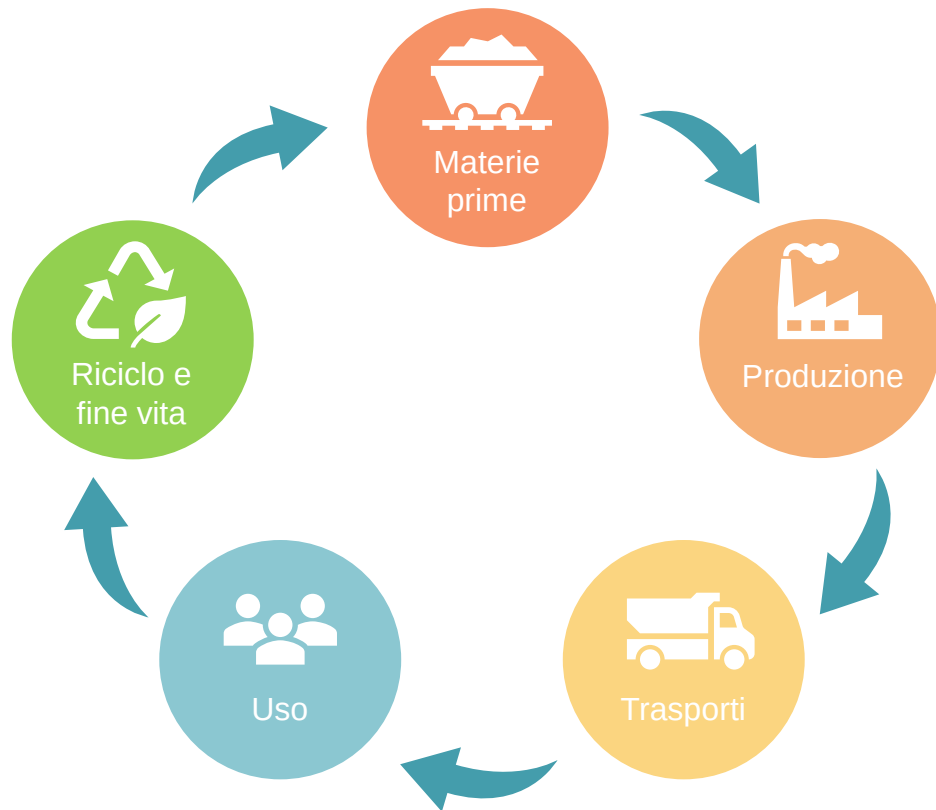
I BENEFICI DI MACDRAIN™ ARCTIC BLANKET

MACCAFERRI

Sostenibilità ambientale – Analisi del ciclo di vita

È stata effettuata un'analisi del ciclo di vita (LCA) comparativa tra diverse soluzioni, tutte con funzione di **drenaggio** e con lo scopo di prevenire il fenomeno del **crisollevamento** nelle **infrastrutture stradali**, specialmente in regioni dal clima estremamente rigido.





Life Cycle Assessment

Uno studio LCA prevede un'analisi approfondita di inventario, in cui vengono raccolti tutti i dati di input e output riguardanti l'**energia** e i **materiali** necessari durante il **ciclo di vita** del prodotto, del processo o del servizio. Di questi flussi vengono poi calcolate le **emissioni** nell'ambiente. Lo studio LCA valuta quindi i potenziali impatti ambientali cumulativi. L'obiettivo è individuare, documentare e migliorare la **performance ambientale** complessivo del prodotto.

Categorie di impatto

Le **prestazioni ambientali** sono valutate con riferimento ai sette **indicatori di categoria di impatto a livello midpoint**, elencati di seguito.



Consumo di risorse (minerali e combustibili fossili) (ADP-M & ADP-F) è una misura legata all'estrazione di minerali e combustibili fossili per qualsiasi attività.



Potenziale di riscaldamento globale (GWP) misura il contributo all'effetto serra di un determinato gas, calcolato in intervallo temporale e riferito alla CO₂.



Potenziale di acidificazione (AP) è una misura delle emissioni che comportano effetti acidificanti per l'ambiente, come nel fenomeno della pioggia acida.



Potenziale di eutrofizzazione (EP) fornisce una misura dell'arricchimento di nutrienti in ambienti acquatici o terrestri, che porta a danni all'ecosistema.



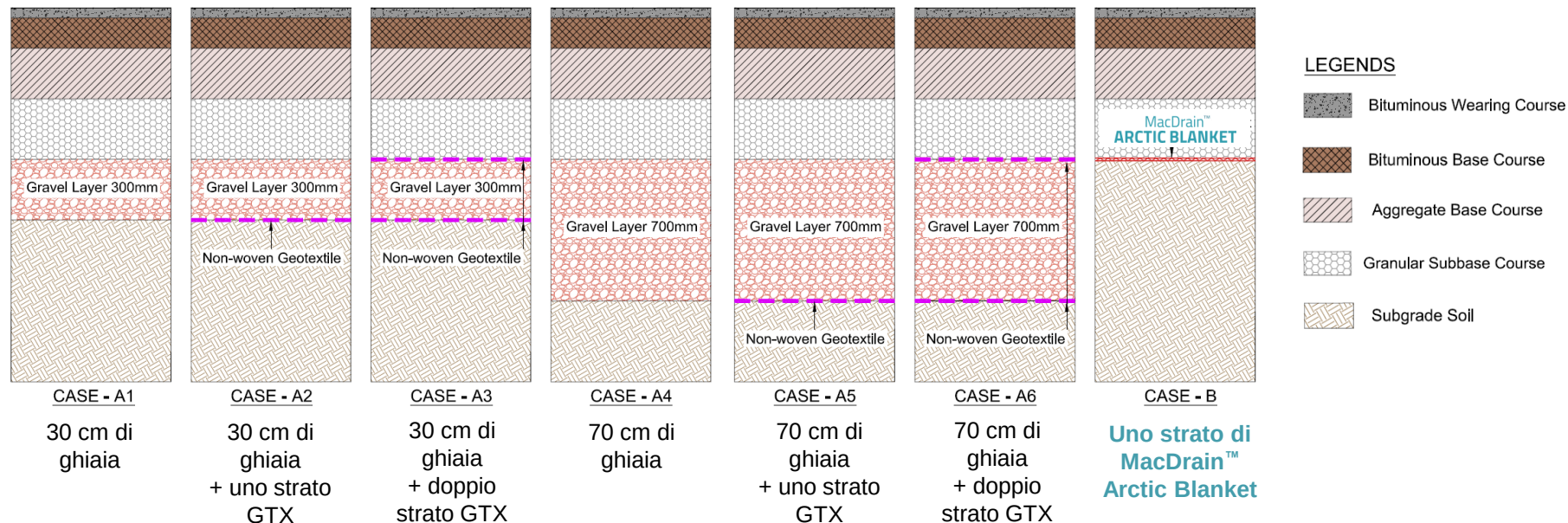
Ossidazione fotochimica (PCO) è una reazione chimica che contribuisce alla formazione dello smog e dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane.



Riduzione dello strato di ozono (ODP) fornisce una misura dell'impovertimento dello strato di ozono stratosferico causato da diversi gas.

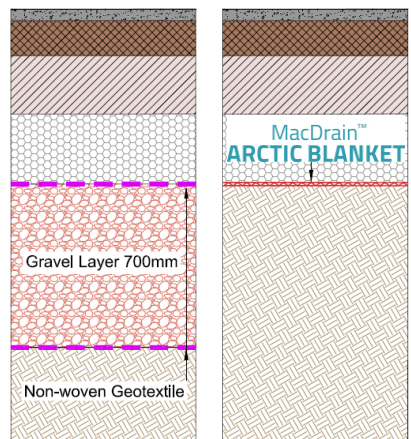
Uno studio comparativo tra 7 casi

Lo studio confronta **7 casi diversi**, chiamati strato di ghiaia convenzionale (Caso A1 e A4), strato di ghiaia con aggiunta di geotessile (Casi A2, A3, A5 e A6) e il geocomposito drenante tipo MacDrain™ Arctic Blanket (Caso B).



*Il progetto idraulico per la valutazione della capacità di drenaggio dei 7 casi non fa parte del presente studio.

MacDrain™ Arctic Blanket vs 70 cm di ghiaia e un doppio strato di geotessile

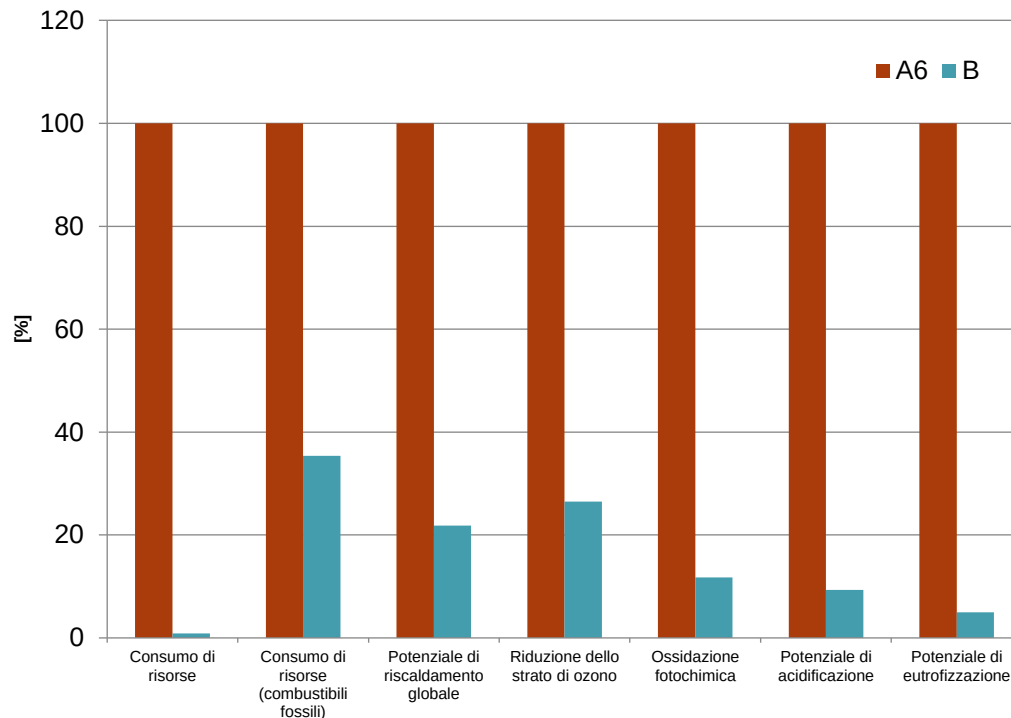


CASE - A6

70 cm di
ghiaia
+ doppio strato
GTX

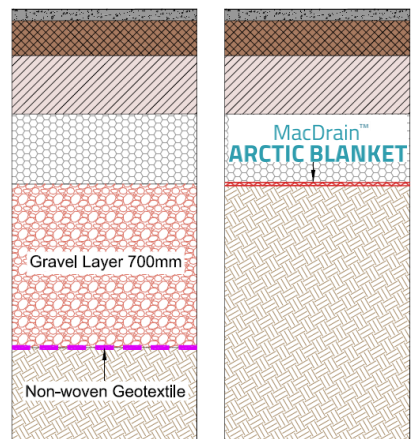
CASE - B

Uno strato di
MacDrain™
Arctic Blanket



*Il progetto idraulico per la valutazione della capacità di drenaggio dei 7 casi non fa parte del presente studio.

MacDrain™ Arctic Blanket vs 70 cm di ghiaia e uno strato di geotessile

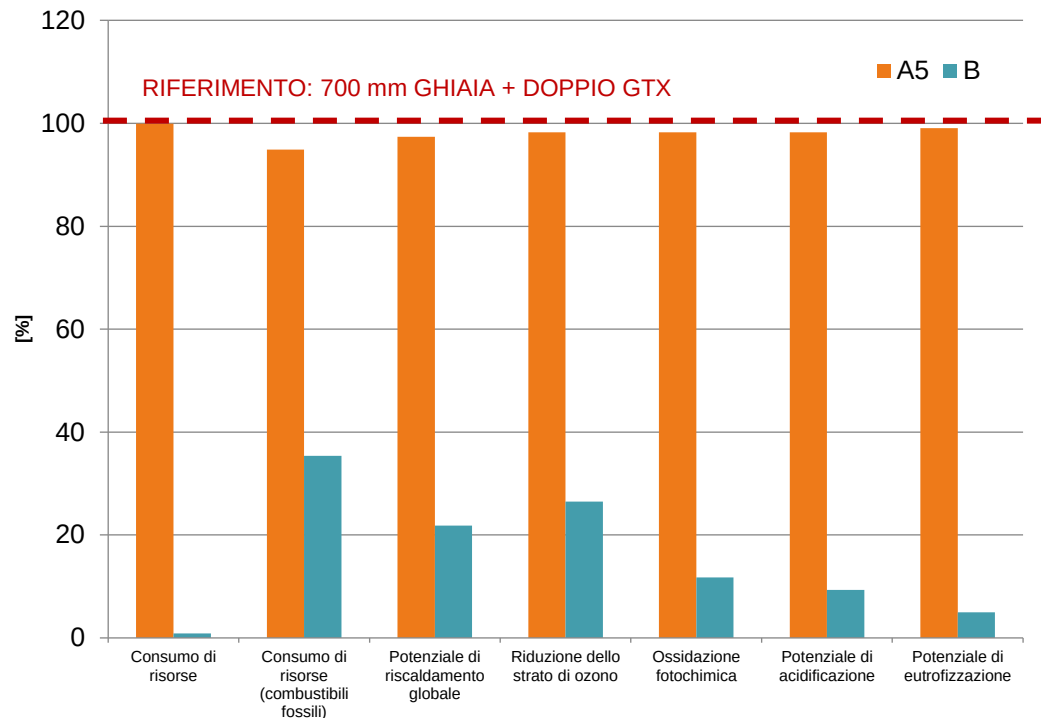


CASE - A5

70 cm di
ghiaia +
uno strato
GTX

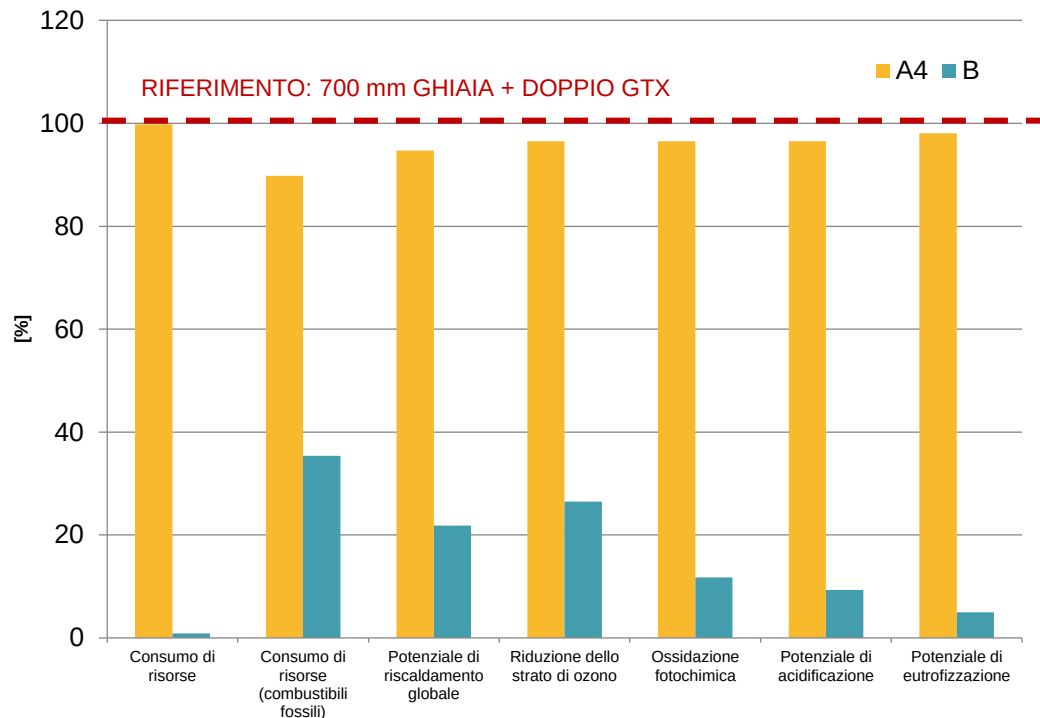
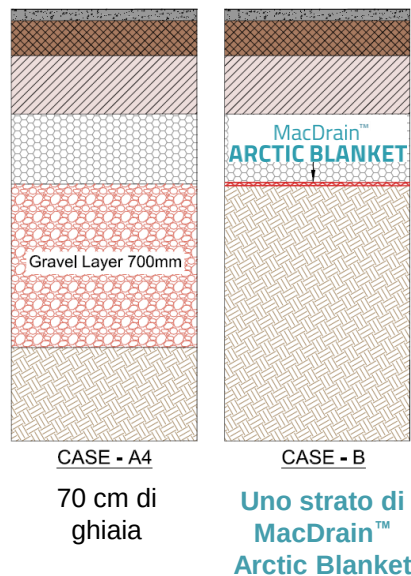
CASE - B

Uno strato di
MacDrain™
Arctic Blanket



*Il progetto idraulico per la valutazione della capacità di drenaggio dei 7 casi non fa parte del presente studio.

MacDrain™ Arctic Blanket vs 70 cm di ghiaia

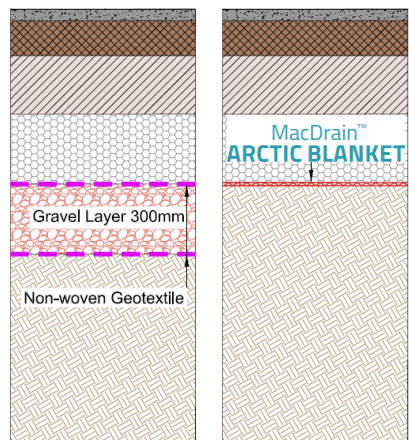


*Il progetto idraulico per la valutazione della capacità di drenaggio dei 7 casi non fa parte del presente studio.

ANALISI DEL CICLO DI VITA (LCA)

MACCAFERRI

MacDrain™ Arctic Blanket vs 30 cm di ghiaia e un doppio strato di geotessile

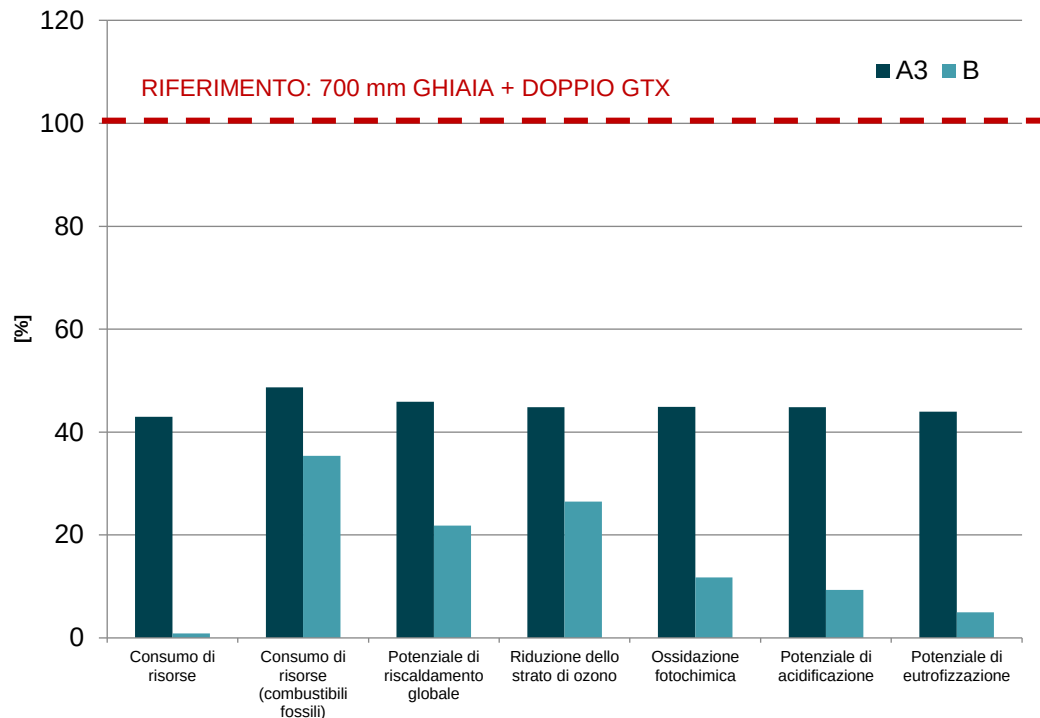


CASE - A3

30 cm di
ghiaia
+ doppio
strato GTX

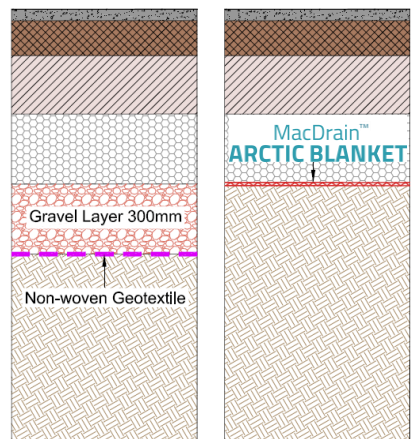
CASE - B

Uno strato di
MacDrain™
Arctic Blanket



*Il progetto idraulico per la valutazione della capacità di drenaggio dei 7 casi non fa parte del presente studio.

MacDrain™ Arctic Blanket vs 30 cm di ghiaia e uno strato di geotessile

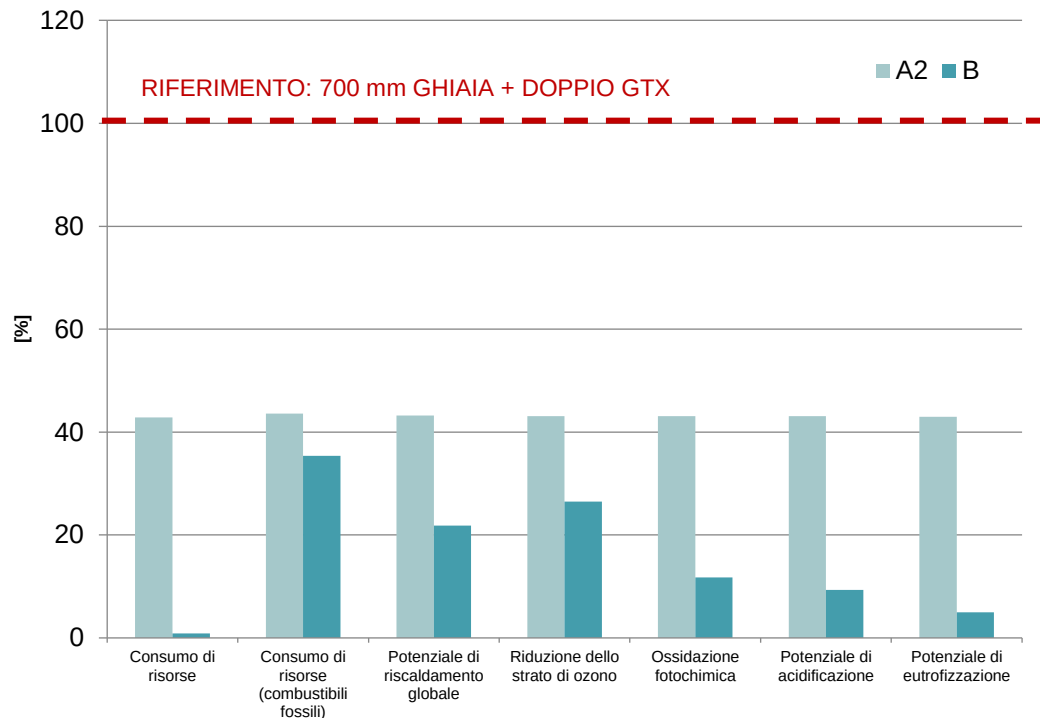


CASE - A2

30 cm di
ghiaia
+ uno strato di
geotessile GTX

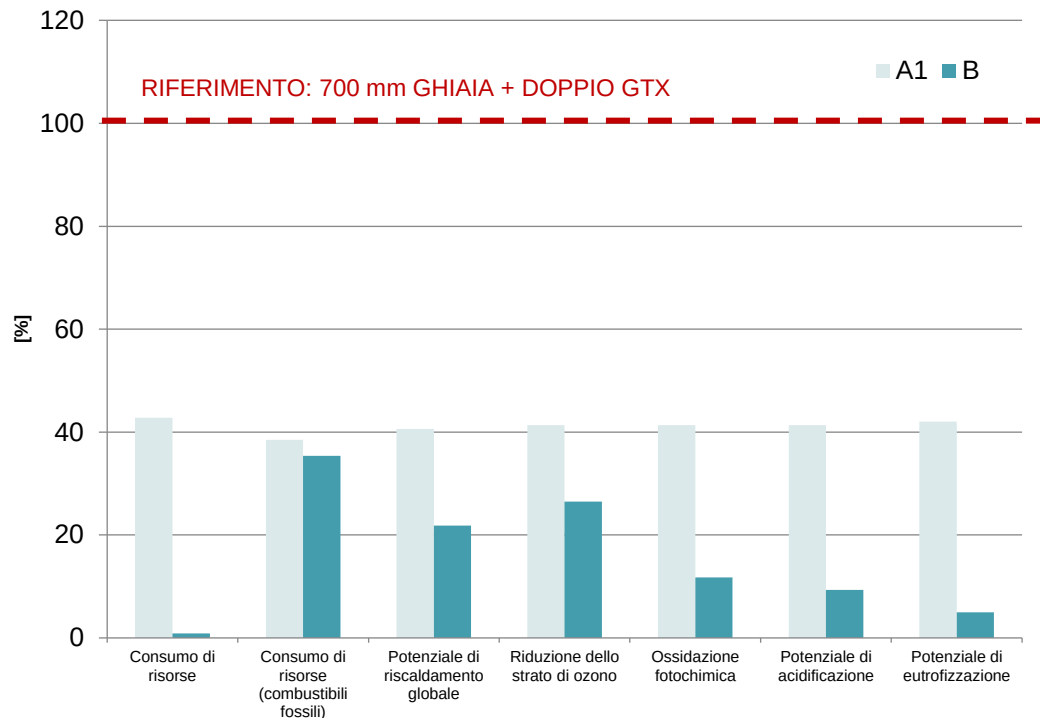
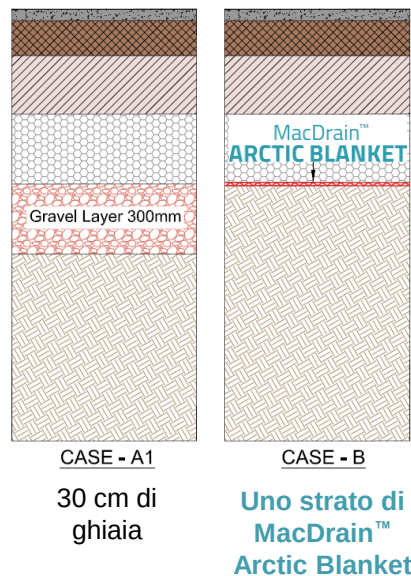
CASE - B

Uno strato di
MacDrain™
Arctic Blanket



*Il progetto idraulico per la valutazione della capacità di drenaggio dei 7 casi non fa parte del presente studio.

MacDrain™ Arctic Blanket vs 30 cm di ghiaia



*Il progetto idraulico per la valutazione della capacità di drenaggio dei 7 casi non fa parte del presente studio.

MacDrainTM **ARCTIC BLANKET**

UN SISTEMA DI DRENAGGIO PER PREVENIRE LA RISALITA CAPILLARE
DELLE ACQUE SOTTERRANEE ED IL CRISOLLEVAMENTO