



CAMERA DI COMMERCIO
VENEZIA ROVIGO

con il patrocinio della
Regione del Veneto



con il patrocinio del
Comune di Padova



evento co-organizzato dai partecipanti al
TAVOLO TECNICO ECONOMIA
CIRCOLARE NELLE INFRASTRUTTURE

RIFIUTI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE

Prospettive di
economia circolare



MODALITÀ DI PARTECIPAZIONE

La partecipazione al convegno è gratuita.
Per ragioni organizzative è necessaria la preventiva
iscrizione on-line da effettuarsi come segue:

- Collegarsi al sito della Camera di Commercio Venezia e Rovigo (www.dl.camcom.gov.it);
- Cliccare su "EVENTI E CORSI" e selezionare il convegno;
- Cliccare su "ISCRIVITI ON-LINE" quindi individuare la sede prescelta e procedere alla registrazione compilando i dati richiesti.
- L'iscrizione deve essere effettuata entro il 25 febbraio 2019.

NOTA BENE

Per favorire il dibattito e rispondere ai quesiti dei partecipanti è vivamente consigliato inviarli in forma scritta via mail almeno due giorni prima dell'evento. La trattazione degli stessi avverrà in forma anonima.

27 FEBBRAIO 2019

Centro Conferenze alla "Stanga"
Piazza Zanellato 21 — Padova

In streaming presso le sedi delle CCIAA del Veneto



PER INFORMAZIONI SUL CONVEGNO

e-mail: ambiente@dl.camcom.it
tel. 041 786 177 - 151 / fax 041 786 10

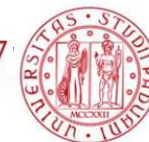
PER INFORMAZIONI SUI CREDITI CFP/ECM

È necessario fare direttamente
riferimento alla segreteria del
proprio ordine professionale

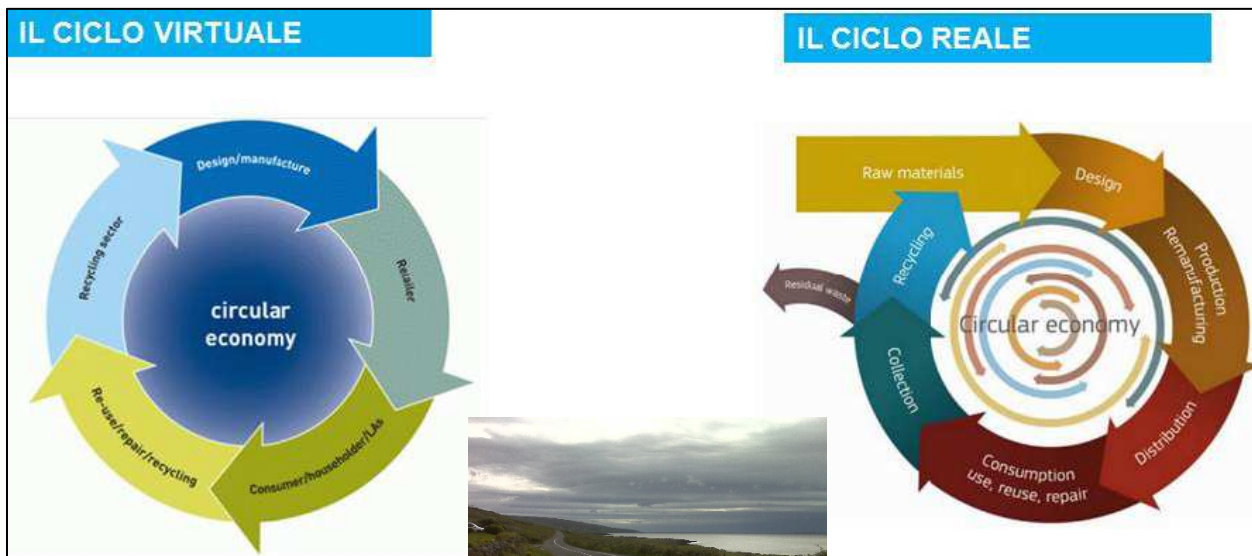
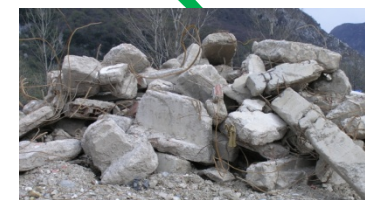
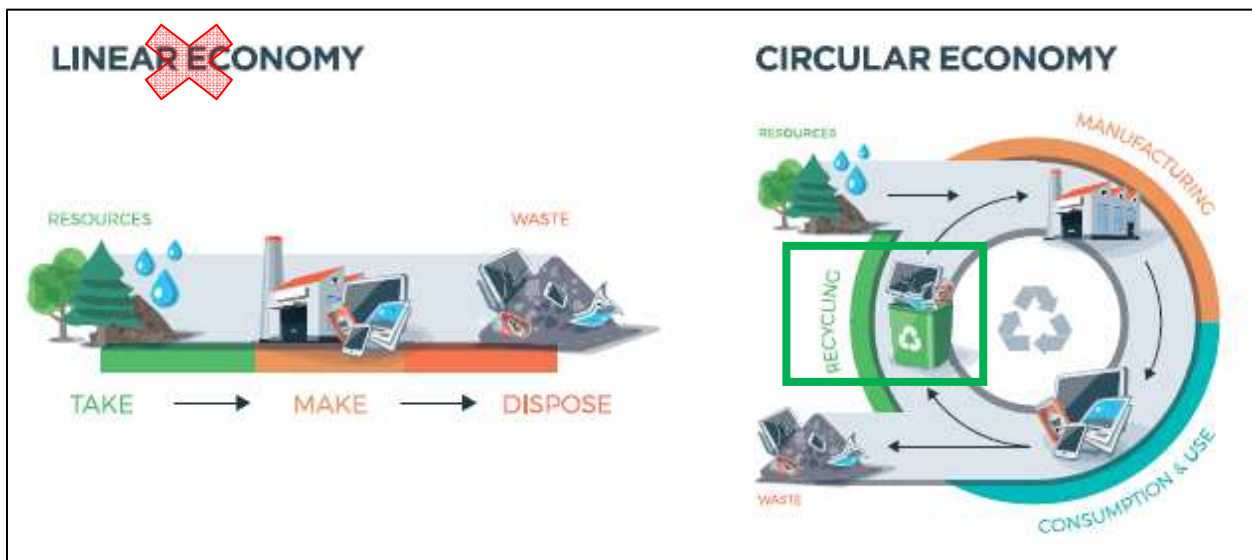
LA CARATTERIZZAZIONE PRESTAZIONALE DEI RICICLATI

Prof. Marco Pasetto

**Dip.to di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale
(DICEA) - Università degli Studi di Padova**



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Il recupero dei rifiuti inerti in campo infrastrutturale: una necessità, una opportunità

Tuttavia, in Italia, vige l'approccio dei *binari divergenti*, in base al quale gli stakeholders non riescono a trovare un percorso comune che sarebbe proficuo per l'intera collettività.



IL RECUPERO/RICICLO: PERCHÉ?

- 1) LIMITI ALLA PRODUZIONE DI INERTI NATURALI
- 2) RISPARMIO DI AGGREGATO LAPIDEO
- 3) SALVAGUARDIA AMBIENTALE, RIDUZIONE DEGLI IMPATTI DELLE ESCAVAZIONI
- 4) RIDUZIONE QUANTITA', COSTI DI SMALTIMENTO DEI "RIFIUTI"
- 5) RIDUZIONE DEGLI IMPATTI DEI PRODOTTI SMALTITI

6) INOLTRE:

molti materiali riciclabili o riutilizzabili possono possedere caratteristiche fisiche e meccaniche, nonché prestazionali, confrontabili con quelle dei materiali tradizionali utilizzati nel settore delle costruzioni

E IL REIMPIEGO E' POSSIBILE :

- 1) Verificandone l'idoneità tecnica (qualità, prestazioni, ecc.)
- 2) Progettandone l'utilizzo con procedure specifiche (mix-design, campi-prova, ecc.)
- 3) Studiandone la compatibilità ambientale (inquinamento di falda, atmosfera, ecc.)

UN RUOLO FONDAMENTALE NELL'INCENTIVAZIONE DEL RICICLO LO
DETENGONO LE RICERCHE E GLI STUDI DI LABORATORIO

STUDI E RICERCHE

A.I.P.C.R. (Sydney, 1983) Off (outside) specification materials.

A.I.P.C.R. (Parigi, 1989) Marginal materials.

CEMBUREAU (Madrid, 1990) 6th Int. Symposium on Concrete Roads

ISAP (Nottingham, 1992) 7° Int. Conference on Asphalt Pavements

US DoT / FHWA (Denver, 1993) – Recovery and effective reuse of discarded materials and by-products for construction of highway facilities

...

Capitolato **prestazionale CIRS-Ministero Infrastrutture e Trasporti (2001)**

Materiali “di riciclo” da attività di demolizione o scarti di processi industriali trattati in impianto di lavorazione sono previsti: nei riporti, nel corpo del rilevato, negli strati anticapillari, negli strati in misto granulare, nelle fondazioni in misto cementato, in conglomerati bituminosi a caldo e a freddo (riciclo delle miscele)

UNI 10006 – Appendice A (2002) Frammenti di laterizi, murature, intonaci, conglomerati cementizi, sovrastrutture stradali e ferroviarie, allettamenti, rivestimenti, prodotti ceramici, scarti dell'industria di prefabbricazione di manufatti cementizi, materiali lapidei da cave autorizzate o attività di taglio e lavorazione in: riempimenti e colmate, corpo del rilevato e sottofondi stradali, strato anticapillare, antigelo o drenante, fondazioni, strati cementizi

UNI 11531-1 (2014) – CT 012/SC 02/GL 04 Materiali granulari non legati, cementizi e marginali: Norma Costruzione e manutenzione delle opere civili delle infrastrutture – Criteri di impiego dei materiali – Parte 1: Terre e miscele di aggregati non legati

STUDI E RICERCHE (Università)

2008, Padova 1° Workshop «COSTRUIRE STRADE CON RIFIUTI?»**2010, Padova 1st International Workshop «THE USE OF MARGINAL MATERIALS IN ROAD CONSTRUCTION»****2017 Padova 3rd International Workshop «THE USE OF MARGINAL MATERIALS IN ROAD CONSTRUCTION»**

STUDI E RICERCHE

3 PROSSIME INIZIATIVE

1/03/2019

Consiglio Superiore dei LL.PP. (presso MIT)
Insediamento nuovo Gruppo di Lavoro per il
rinnovo delle Norme Tecniche di tipo
prestazionale per *Capitolati Speciali
d'Appalto Stradali*



10/04/2019

UNI – CT 012/SC 02/GL 04
11531-2 Costruzione e manutenzione delle
opere civili delle infrastrutture – Materiali
granulari e miscele di aggregati legati
con leganti idraulici e aerei



11-13/09/2019

Università degli Studi di Padova (DICEA)
ISAP 2019 APE Symposium
Asphalt Pavements and Environment

ISAP - International Society for Asphalt Pavements
TC Asphalt Pavements and Environment (APE)
WG6 “By-products and Secondary Materials,
Recycling in Asphalt Pavements”



IN ITALIA

Norma UNI 11531-1:2014. Costruzione e manutenzione delle opere civili delle infrastrutture – Criteri di impiego dei materiali – Parte 1: Terre e miscele di aggregati non legati

Introduzione

Scopo e campo di applicazione

Riferimenti normativi

Termini e definizioni

Strati in materiale non legato

- colmate, strati anticapillari, rilevato, sottofondo
- corpo dei rilevati ferroviari e strato di supercompattato
- strati della sovrastruttura (fondazione, base)

Raccomandazioni per la posa in opera e la conduzione dei controlli

- **materiali provenienti da scavi eseguiti in depositi antropici**
- **prodotti principali, sottoprodotti o scarti di processi produttivi**
- **aggregati riciclati, risultanti dalla lavorazione di materiale inorganico precedentemente utilizzato nelle costruzioni**

Miscele non legate di aggregati naturali e artificiali		Impieghi					
		Corpo del rilevato		Sottofondo		Supercompattato	
Caratteristica	Norma di prova	<i>Requisito</i>	<i>Frequenza minima di prova in fase di stesa</i>	<i>Requisito</i>	<i>Frequenza minima di prova in fase di stesa</i>	<i>Requisito</i>	<i>Frequenza minima di prova in fase di stesa</i>
Designazione della miscela	UNI EN 13285	0/63	5000 m ³	0 / 31,5	2000 m ³	0 / 63	2000 m ³
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1	OC₈₅	5000 m ³	OC₇₅	2000 m ³	NA	
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1	UF₃₅	5000 m ³	UF₁₅	2000 m ³	NA	
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1	G_N	5000 m ³	G_U	2000 m ³	NA	
Appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	NA		FI₃₅	20000 m ³	NA	
Qualità dei fini		MB₅	5000 m ³	MB₅	2000 m ³	NA	
Qualità dei fini (alternativo)		SE₂₀	5000 m ³	SE₃₀	2000 m ³	SE₂₅	2000 m ³
Resistenza alla frammentazione	UNI-EN 1097-2	LA₅₀	50000 m ³	LA₄₅	20000 m ³	LA₅₀	20000 m ³
Massa volumica max con energia Proctor modificata	EN 13286-2	√	5000 m ³	√	2000 m ³	√	2000 m ³
Portanza CBR dopo 4 gg di imbibizione su provini costipati, con umidità ±2% dell'ottimo, al 95% della massa volumica massima all'energia Proctor mod.	EN 13286-47	NA		≥ 10	50000 m ³	NA	
Portanza CBR dopo 4 gg di imbibizione su provini costipati, con umidità ±2% dell'ottimo, al 98% della massa volumica massima all'energia Proctor mod.	EN 13286-47	NA		NA		≥ 50	50000 m ³
Rigonfiamento CBR	EN 13286-47	NA		≤ 1 %	50000 m ³	NA	
Sonnenbrand del basalto (*)	UNI-EN 1097-2	SB_{LA}	50000 m ³	SB_{LA}	50000 m ³	NA	
Stabilità volumetrica (*)	UNI EN 1744-1 19.3	V_{3,5}	50000 m ³	V_{3,5}	20000 m ³	NA	

(*) Solo quando si usino aggregati per i quali è richiesta la prova.

Il simbolo √ indica che la caratteristica deve essere determinata, ma non deve rispondere a un requisito.

La coppia di lettere NA indica che la determinazione della caratteristica può essere omessa.

UNI
11531-1

Miscele non legate di aggregati naturali e artificiali		Impieghi					
		Strato anticapillare		Fondazione		Base	
Caratteristica	Norma di prova	<u>Requisito</u>	<u>Frequenza minima di prova in fase di stesa</u>	<u>Requisito</u>	<u>Frequenza minima di prova in fase di stesa</u>	<u>Requisito</u>	<u>Frequenza minima di prova in fase di stesa</u>
Designazione	UNI EN 13242 /13285	2/31,5		0/31,5		0 / 31,5	
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1	NA		OC₇₅	1000 m ³	OC₈₅	1000 m ³
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1	UF₃	1000 m ³	UF₉	1000 m ³	UF₉	1000 m ³
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 933-1	NA		LF₂	1000 m ³	LF₂	1000 m ³
Granulometria	UNI EN 933-1	G_{C85/15}	1000 m ³	G_A	1000 m ³	G_A	1000 m ³
Appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI₃₅	10000 m ³	FI₃₅	10000 m ³	FI₃₅	10000 m ³
Qualità dei fini	UNI EN 933-9	NA		MB₂	1000 m ³	MB_{1,5}	1000 m ³
Qualità dei fini (alternativo)	UNI EN 933-8	SE₇₀	1000 m ³	SE₃₀	1000 m ³	SE₅₀	1000 m ³
Resistenza alla frammentazione	UNI-EN 1097-2	LA₄₀	10000 m ³	LA₃₀	10000 m ³	LA₃₀	10000 m ³
Percentuale di particelle frantumate/arrotondate	UNI-EN 933-5	NA		NA		C_{90/3}	10000 m ³
Resistenza all'usura	UNI-EN 1097-1	NA		NA		M_{DE20}	10000 m ³
Massa volumica max con energia Proctor modificata	EN 13286-2	NA		√	2000 m ³	√	2000 m ³
Portanza CBR dopo 4 gg di imbibizione su provini costipati con umidità ±2% dell'ottimo al 95% della massa volumica massima all'energia Proctor mod.	EN 13286-47	NA		≥ 30	50000 m ³	NA	
Portanza CBR dopo 4 gg di imbibizione su provini costipati con umidità ±2% dell'ottimo al 100% della massa volumica massima all'energia Proctor mod.	EN 13286-47	NA		NA		≥ 80	50000 m ³
Rigonfiamento CBR	EN 13286-47	NA		≤ 1 %	50000 m ³	≤ 1 %	50000 m ³
Perdita di resistenza dopo cicli di gelo e disgelo (*)	EN 1367-1	NA		ΔS _{LA} ≤ 30	50000 m ³	ΔS _{LA} ≤ 30	50000 m ³
Sonnenbrand del basalto (**)	UNI-EN 1097-2	SB_{LA}	50000 m ³	SB_{LA}	50000 m ³	SB_{LA}	50000 m ³
Stabilità volumetrica (**)	UNI EN 1744-1 19.3	V_{3,5}	10000 m ³	V_{3,5}	10000 m ³	V_{3,5}	10000 m ³

(*) La prova può essere omessa per zone di impiego non soggette al gelo, oppure se l'assorbimento d'acqua dell'aggregato, determinato secondo l'annesso B della EN 1097-6, risulta minore di 0,5% (WA₂₄-0,5) .

(**) Solo quando si usino aggregati per i quali è richiesta la prova.

Il simbolo √ indica che la caratteristica deve essere determinata, ma non deve rispondere a un requisito.

La coppia di lettere NA indica che la determinazione della caratteristica può essere omessa.

Miscele non legate di aggregati riciclati		Impieghi					
		Colmate/rinterri		Corpo del rilevato		Sottofondo	
Caratteristica	Norma di prova	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa
Designazione della miscela	UNI EN 13285	0/63	20 000 m ³	0/63	5 000 m ³	0/31,5	2 000 m ³
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1	OC ₇₅	20 000 m ³	OC ₈₅	5 000 m ³	OC ₇₅	2 000 m ³
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1	-		UF ₃₅	5 000 m ³	UF ₁₅	2 000 m ³
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1	G _N	20 000 m ³	G _N	5 000 m ³	G _U	2 000 m ³
Appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	-		FI ₅₀	50 000 m ³	FI ₃₅	2 000 m ³
Qualità dei fini		-		MB ₅	5 000 m ³	MB ₅	2 000 m ³
Qualità dei fini (alternativo)		-		SE ₂₀	5 000 m ³	SE ₃₀	2 000 m ³
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	-		LA ₅₀	50 000 m ³	LA ₄₅	20 000 m ³
Solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	-		SS _{0,2}	5 000 m ³	SS _{0,2}	2 000 m ³
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro.	UNI EN 933-11	R _{cug50}	20 000 m ³	R _{cug50}	5 000 m ³	R _{cug70}	2 000 m ³
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	-		R _{g5-}	5 000 m ³	R _{g5-}	2 000 m ³
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	-		R _{a30-}	5 000 m ³	R _{a10-}	2 000 m ³
Contenuto di materiale galleggiante: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume,	UNI EN 933-11	FL ₁₀₋	20 000 m ³	FL ₁₀₋	5 000 m ³	FL ₅₋	2 000 m ³
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X ₁₋	20 000 m ³	X ₁₋	5 000 m ³	X ₁₋	2 000 m ³
Massa volumica max. con energia Proctor modificata	UNI EN 13286-2	-		√	5 000 m ³	√	2 000 m ³
Portanza CBR dopo 4 d di imbibizione su provini costipati con umidità ±2% dell'ottimo al 94% della massa volumica massima all'energia Proctor modificata	UNI EN 13286-47	-		-		≥10	50 000 m ³
Rigorifiamento CBR	UNI EN 13286-47	-		-		≤1%	50 000 m ³

Il simbolo √ indica che la caratteristica deve essere determinata, ma non deve rispondere a un requisito.
La coppia di lettere NA indica che la determinazione della caratteristica può essere omessa.

Miscele non legate di aggregati riciclati		Impieghi					
		Strato anticapillare		Fondazione		Base	
Caratteristica	Norma di prova	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa
Designazione	UNI EN 13242 UNI EN 13285	2/31,5		0/31,5		0/31,5	
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1	-		OC_{75}	1 000 m ³	OC_{85}	1 000 m ³
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1	UF_3	1 000 m ³	UF_9	1 000 m ³	UF_9	1 000 m ³
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 933-1	-		LF_2	1 000 m ³	LF_2	1 000 m ³
Granulometria	UNI EN 933-1	$G_{C85/15}$	1 000 m ³	G_A	1 000 m ³	G_A	1 000 m ³
Appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	F_{35}	10 000 m ³	F_{35}	10 000 m ³	F_{35}	10 000 m ³
Qualità dei fini	UNI EN 933-9	-		MB_2	1 000 m ³	$MB_{1,5}$	1 000 m ³
Qualità dei fini (alternativo)	UNI EN 933-8	SE_{70}	1 000 m ³	SE_{30}	1 000 m ³	SE_{50}	1 000 m ³
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA_{40}	10 000 m ³	LA_{30}	10 000 m ³	LA_{30}	10 000 m ³
Percentuale di particelle frantumate/arrotondate	UNI EN 933-5	-		-		$C_{90/3}$	10 000 m ³
Resistenza all'usura	UNI EN 1097-1	-		-		M_{DE20}	10 000 m ³
Solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	$SS_{0,2}$	1 000 m ³	$SS_{0,2}$	1 000 m ³	$SS_{0,2}$	1 000 m ³
Contenuto di frammenti di congl. cementizi, manufatti in cls, malte, elementi lapidei naturali, sfidri di cava o pietrisco, di materiali legati idraulicamente, vetro.	UNI EN 933-11	R_{cu90}	1 000 m ³	R_{cu90}	1 000 m ³	R_{cu90}	1 000 m ³
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R_{g5-}	1 000 m ³	R_{g5-}	1 000 m ³	R_{g5-}	1 000 m ³
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R_{a30-}	1 000 m ³	R_{a5-}	1 000 m ³	R_{a1-}	1 000 m ³
Contenuto di materiale galleggiante: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche.	UNI EN 933-11	FL_{5-}	1 000 m ³	FL_{5-}	1 000 m ³	FL_{5-}	1 000 m ³
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri	UNI EN 933-11	X_{1-}	1 000 m ³	X_{1-}	1 000 m ³	X_{1-}	1 000 m ³
Massa volumica max. con energia Proctor modificata	UNI EN 13286-2	-		✓	2 000 m ³	✓	2 000 m ³
CBR 4d imbibizione provini costipati umidità ±2% ottimo 94% della m.vol. max energia Proctor modificata	UNI EN 13286-47	-		≥50	20 000 m ³	NA	
CBR 4d imbibizione provini costipati umidità ±2% ottimo 99% della m.vol. max energia Proctor modificata	UNI EN 13286-47	-				≥100	20 000 m ³
Rigonfiamento CBR	UNI EN 13286-47	-		≤1%	20 000 m ³	≤1%	20 000 m ³
Perdita di resistenza dopo cicli di gelo e disgelo (*)	UNI EN 1367-1	-		Δ S _{LA} ≤30	10 000 m ³	Δ S _{LA} ≤30	10 000 m ³

(*) La prova può essere omessa per zone di impiego non soggette al gelo, oppure se l'assorbimento d'acqua dell'aggregato, determinato secondo l'appendice B della UNI EN 1097-6:2008, risulta minore di 0.5% ($W/A_{24} < 0,5$).

Il simbolo ✓ indica che la caratteristica deve essere determinata, ma non deve rispondere a un requisito.

La coppia di lettere NA indica che la determinazione della caratteristica può essere omessa.

IN ITALIA (in fase di sviluppo)

Norma UNI 11531-2:2019 (?). Costruzione e manutenzione delle opere civili delle infrastrutture – Criteri di impiego dei materiali – Parte 2: Materiali granulari e miscele di aggregati legati con leganti idraulici e aerei

- Stabilizzazioni con cemento e calce,
- Misti cementati,

- Azione dei diversi leganti;
- Miglioramento e stabilizzazione;
- Tipologie di applicazione, suddivise per : componenti, dosaggi, composizione granulometrica della miscela, fuso, tempi di attivazione dell'effetto legante, mix design, sensibilità all'acqua, modalità di confezionamento delle miscele, destinazione funzionale (strato e profondità);
- Tecniche di cantiere ed attrezzature, prove, controlli in corso d'opera (tipologia, frequenza);
- Verifiche prestazionali

D.I. 8/05/2003, n. 203 - Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo.

Circolare Ministero dell'Ambiente 15/07/2005, n. 5205 - Indicazioni per l'operatività nel settore edile, stradale e ambientale, ai sensi del decreto ministeriale 8 maggio 2003, n. 203.

Prevede il riuso di “Materiale realizzato utilizzando rifiuti post-consumo da costruzione e demolizione” per:

- A.1 realizzazione del corpo dei rilevati di opere in terra dell'ingegneria civile;
- A.2 realizzazione di sottofondi stradali, ferroviari, aeroportuali e piazzali civili e industriali;
- A.3 realizzazione di strati di fondazione delle infrastrutture di trasporto e piazzali civili e industriali;
- A.4 realizzazione di recuperi ambientali, riempimenti e colmate;
- A.5 realizzazione di strati accessori (aventi funzione anticapillare, antigelo, drenante, etc.);
- A.6 confezionamento di calcestruzzi con classe di resistenza Rck 15 MPa.

D.P.R. 13/06/2017, n. 120 - Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11/11/2014, n. 164

LA NORMATIVA TECNICA EUROPEA (oggi)

“Construction Products Directive” CPD 89/106/CEE

“Construction Products Regulation” n. 305/2011

Norme tecniche europee che, a partire dal Giugno 2004, hanno determinato il ritiro delle norme nazionali e, in forza di decreto (D.P.R. 246 del 21/04/1993, ecc.), hanno introdotto la marcatura CE obbligatoria per alcuni prodotti (futuro?):

UNI EN 13242/2008 “Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade” → Miscele fuori mandato

UNI EN 13043/2004 “Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico” → Miscele sotto mandato (M/124)

Aggregato: Materiale granulare utilizzato nelle costruzioni. Gli aggregati possono essere naturali, artificiali o riciclati

Aggregato *naturale*: di origine minerale, sottoposto unicamente a lavorazione meccanica

Aggregato *artificiale*: di origine minerale derivante da un processo industriale che implica una modificazione termica o di altro tipo

Aggregato *riciclato*: risultante dalla lavorazione di materiale inorganico precedentemente utilizzato nelle costruzioni

→ Classificazione geometrica, fisica, chimica, di durabilità

**prEN
13242:2017
Annex A
(normativo)**

Nr.	Source material	Sub-number	Specific material	History of use
P	Natural aggregates	P	All petrographic types included in EN 932-3	Yes
A	Construction and demolition recycling industries	A1	Reclaimed asphalt	Yes
		A2	Crushed concrete	Yes
		A3	Crushed bricks, masonry	Yes
		A4	Hydraulically bound and unbound materials	Yes
		A5	Mix of A1, A2, A3 and A4	Yes
		A6	Recycled railway ballast	Yes
B	Municipal solid waste incineration industry	B1	Municipal incinerator bottom ash ^{a)} (excluding fly ash) (MIBA)	Yes
		B2	Municipal incinerator fly ash (MIFA)	No
C	Coal Power generation industry	C1	Coal fly ash	Yes
		C2	Fluidized bed combustion fly ash (FBCFA)	Yes
		C3	Boiler slag	Yes
		C4	Coal bottom ash	Yes
		C5	Fluidized bed combustion bottom ash (FBC bottom ash)	Yes

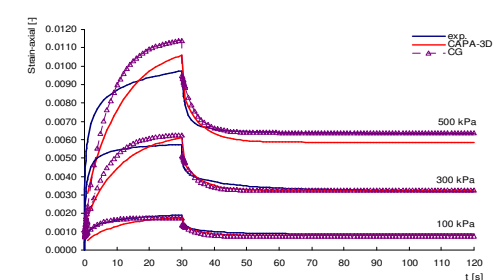
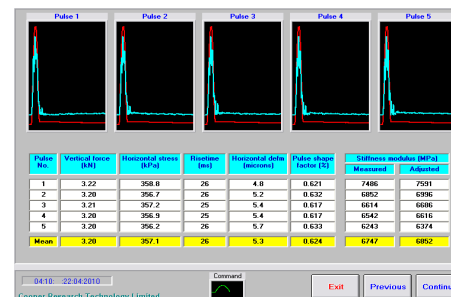
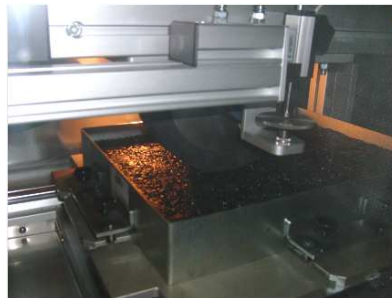
Nr.	Source material	Sub-number	Specific material	History of use
D	Iron and steel industry	D1	Granulated blast furnace slag (GBS) (vitrified)	Yes
		D2	Air-cooled blast furnace slag (ABS) (crystallized)	Yes
		D3	Basic oxygene furnace slag (converter slag, BOS)	Yes
		D4	Electric arc furnace slag (from carbon steel production, EAF C)	Yes
		D5	Electric arc furnace slag (from stainless/high alloy steel production, EAF S)	Yes
		D6	Ferrochromium slag	Yes
E	Nonferrous metal industry	E1	Copper slag	Yes
		E2	Molybdenum slag	No
		E3	Zinc slag	Yes
		E4	Phosphorous slag	Yes
F	Foundry industry	F1	Foundry sand	Yes
		F2	Foundry cupola furnace slag	Yes
G	Mining and quarry industry	G1	Red coal shale	Yes
		G2	Refuse from hard coal mining (black coal shale)	Yes
		G3	Pre-selected all-in from quarry/mining	Yes
		G4	Spent oil shale	Yes
H	Maintenance dredging works	H1	Dredge spoil sand	Yes
		H2	Dredge spoil clay	No
I	Miscellaneous	I1	Excavated soil	No
		I2	Paper sludge ash	Yes
		I3	Sewage sludge incineration ash (municipal)	Yes
		I4	Biomass ash	Yes
		I5	Crushed glass	Yes

*) Requirements on MIBA are based on experience with grated installations.

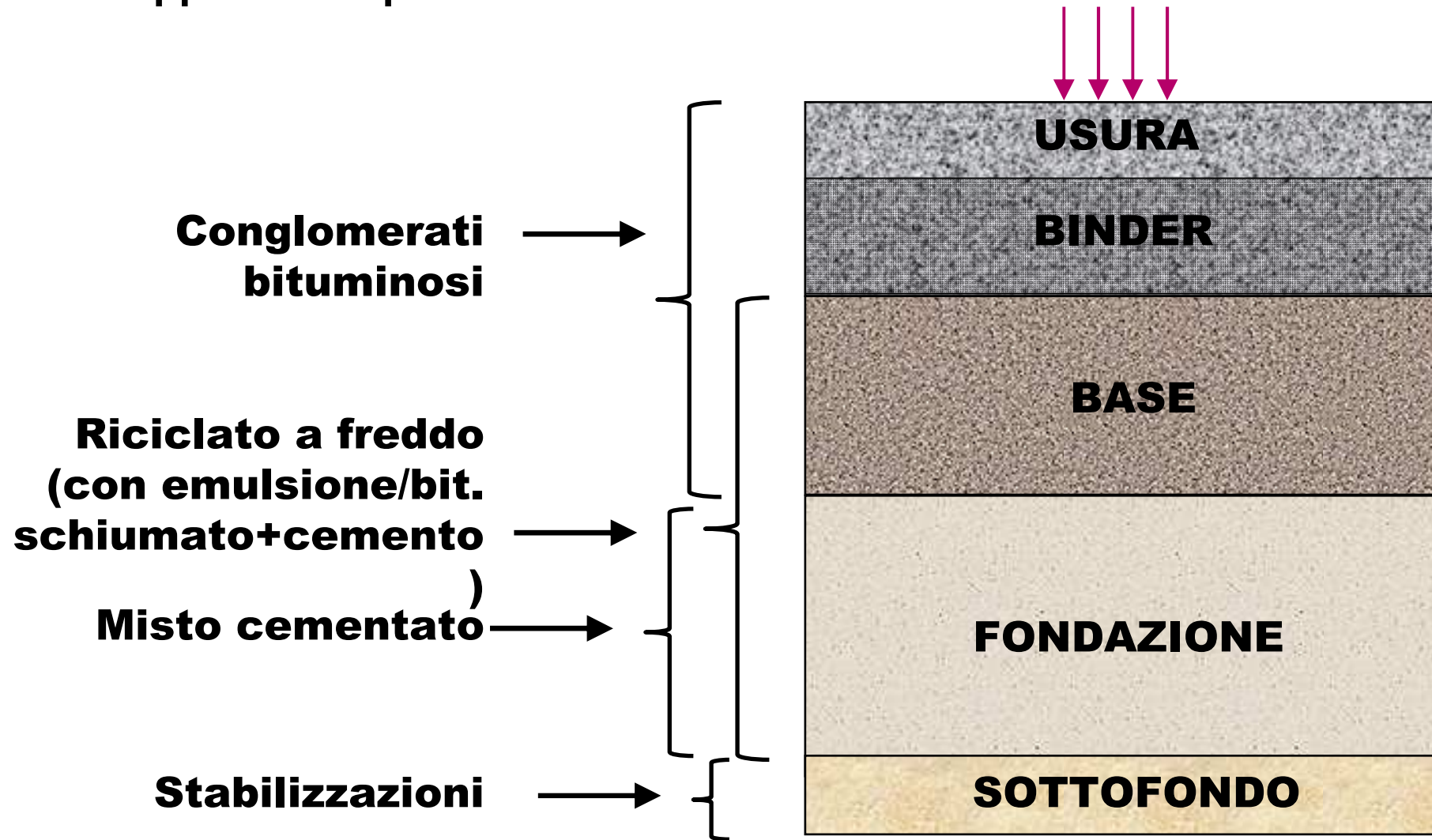
National regulations on dangerous substances may require verification and declaration on release, and sometimes content, when construction products covered by this standard are placed on those markets. In the absence of European harmonized test methods, verification and declaration on release/content should be done taking into account national provisions in the place of use.

Caratterizzazione dei materiali

- Di norma, con le stesse procedure previste per materiali tradizionali (vd. EN 13242, 13043, ecc.)
 - E' richiesta attenzione specifica nei riguardi delle caratteristiche di degradabilità, assorbimento d'acqua, sensibilità al gelo, contenuto di calce libera ecc. in relazione a potenziale rigonfiamento, rilasci...
 - Devono essere monitorate le proprietà chimiche (cessione, eco-tossicità, ecc.)
- ... ma anche ...
- Devono essere proposti ed utilizzati nuovi test funzionali prestazionali



Applicazioni possibili



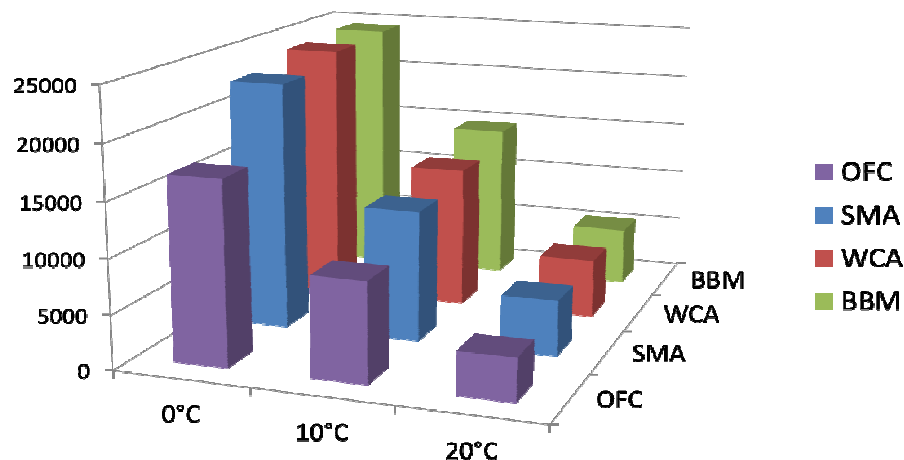
Un confronto:

Proprietà fisiche e meccaniche	Calcare frantumato	Sabbia naturale	EA F A	EA F B	RAP	Sabbia fonderia	RSU
M.V. reale grani (g/cm ³)	2.80	2.76	3.97	4.14	2.53	2.76	2.59
M.V. app.te grani (g/cm ³)	2.72	2.55	3.87	3.92	2.36	2.64	2.53
Indice di Plasticità (-)	-	0	0	0	0	0	0
Indice di Forma(%)	2 – 4	-	8	10	10	15	36
Indice di appiattimento (%)	2 – 5	-	6	12	7	5	39
Equivalente in sabbia (%)	56	64	79	83	82	27	45
Coeff.te Los Angeles (%)	23 - 30	-	7	15	27	-	44

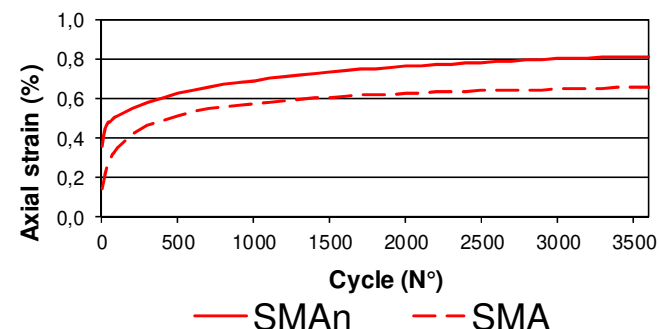
	Stab. Marshall			Rigidezza Marshall		Res. Traz. Ind.		Modulo	
Mix	OBC [%]	MS [daN]	Δ MS [%]	MQ [daN/mm]	Δ MQ [%]	ITs [MPa]	Δ ITs [%]	S_m [MPa]	ΔS_m [%]
BBM	4.5	2,637	+34	730	+19	1.10	+21	1,669	+18
BBM _n	4.5	1,967		613		0.91		1,414	
AWC	5.0	2,901	+69	438	+34	0.74	+3	1,107	+8
AWC _n	5.0	1,713		328		0.72		1,021	
SMA	5.5	1,533	+2	360	+10	1.13	+15	1,622	+20
SMA _n	5.5	1,500		328		0.98		1,351	
PA	5.0	868	+7	260	+70	0.62	+3	1,004	+8
PA _n	5.0	809		153		0.60		932	

BBM binder in c.b., **AWC** usura in c.b.,
SMA Stone Mastic Asphalt, **PA** c.b. poroso

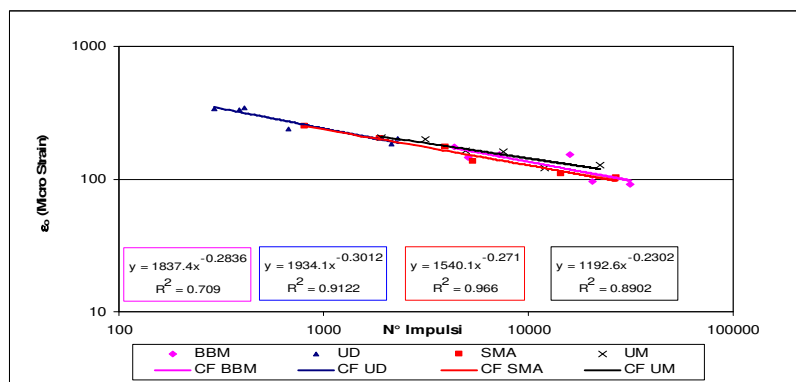
n = aggregato naturale



Elevati valori di Modulo alle più basse temperature

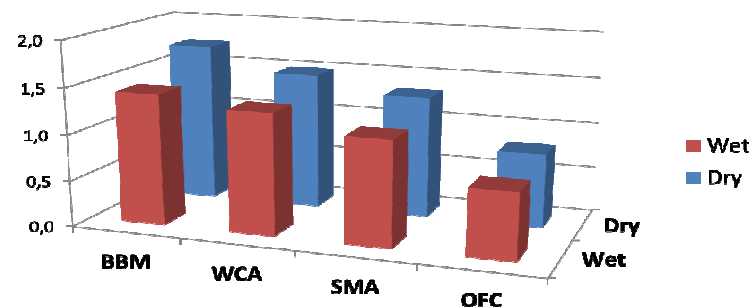


Riduzione di deformazione permanente: BBM 10%, AWC 32%, SMA 21%, PA 28%



Miglioramento del comportamento a fatica

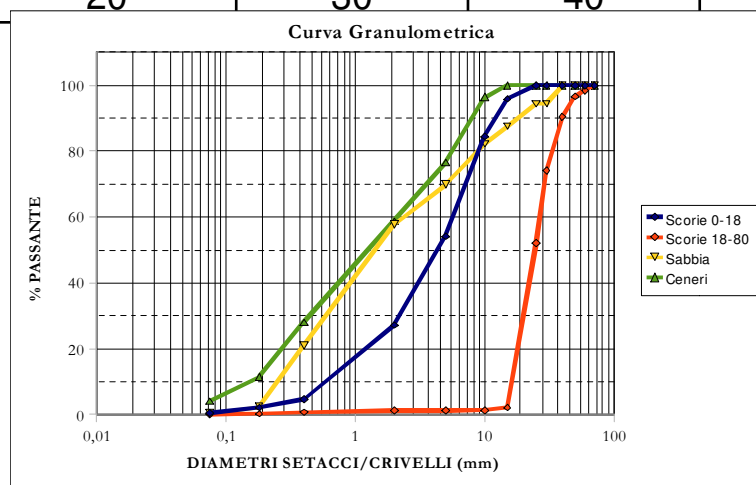
BBM binder in c.b., **AWC** usura in c.b.,
SMA Stone Mastic Asphalt, **PA** c.b. poroso
n = aggregato naturale

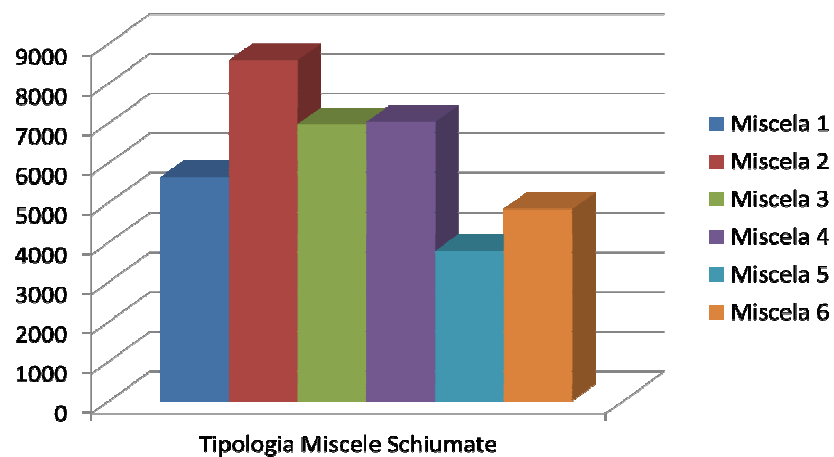


Limitata sensibilità all'acqua

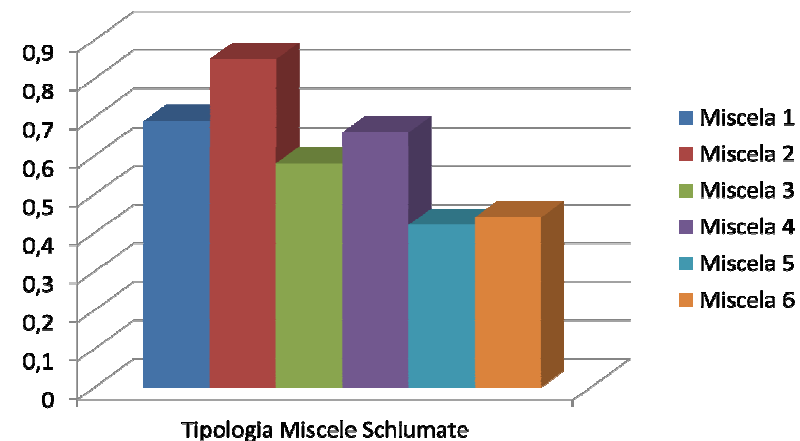
O anche: Conglomerato a freddo schiumato con inerte artificiale

Miscela	Scoria 0/18 (%)	Scoria 18/80 (%)	Sabbia di fonderia (%)	Cenere pesante (%)	Cemento (%)	Bitume schiumato (%)
1	75	10	5	10	1 ÷ 5	3 ÷ 5
2	40	20	30	10	1 ÷ 5	3 ÷ 5
3	20	20	30	30	1 ÷ 3	3 ÷ 5
4	20	20	40	20	1 ÷ 3	3 ÷ 5
5	20	20	0	60	1 ÷ 3	3 ÷ 5
6	10	20	30	40	1 ÷ 3	3 ÷ 5

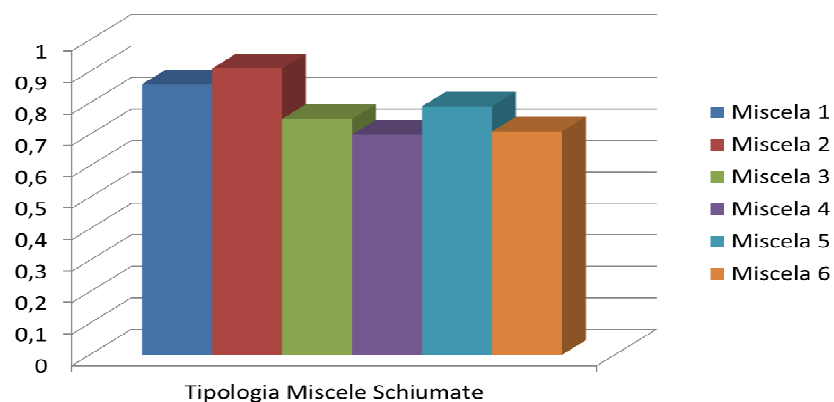




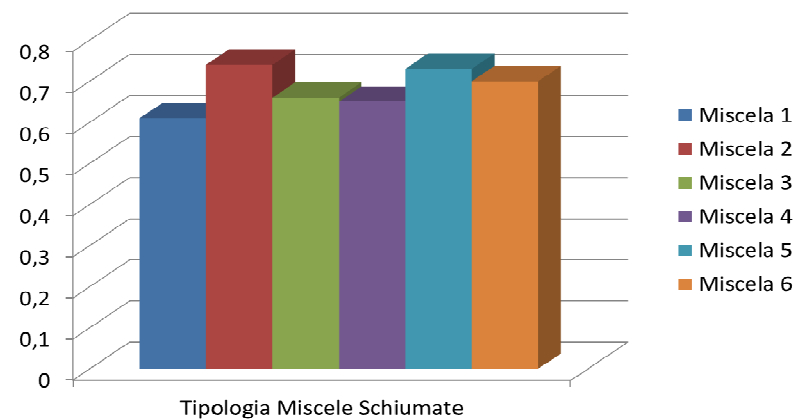
MODULO DI RIGIDEZZA (MPa) (a 25°C, 25 ms)



TRAZIONE INDIRETTA (MPa) (a 25°C)



VARIAZIONE DEL MODULO DI RIGIDEZZA (-)
(dopo 24 h in acqua a 25°C)



VARIAZIONE DELLA RES. T.I. (-)
(dopo 24 h in acqua a 25°C)

Conclusioni

- ✓ La ricerca sul recupero dei rifiuti inerti ha raggiunto livelli molto avanzati
- ✓ La caratterizzazione fisico-meccanica e prestazionale risulta estesa e può contare su sperimentazioni in campi-prova e svariate applicazioni
- ✓ La normativa tecnica europea (ed italiana) è aperta all'utilizzo di inerti non naturali ed al riuso dei materiali
- ✓ Il quadro legislativo è ancora inadeguato, anche contraddittorio
- ✓ Vi è una chiara consapevolezza dei rischi ambientali correlati con l'utilizzo di materiali non convenzionali e sono disponibili protocolli per il monitoraggio degli interventi, adattabili alle diverse necessità
- ✓ Ogni materiale possiede specificità che vanno valutate con attenzione, ma senza cadere in facili estremismi.



Grazie per l'attenzione,

Marco Pasetto
marco.pasetto@unipd.it