SEMINARIO FORMATIVO

per professionisti e imprese di categoria

AGGREGATI RICICLATI: caratteristiche e campi di impiego

Destinazioni di impiego degli aggregati riciclati e normative di riferimento

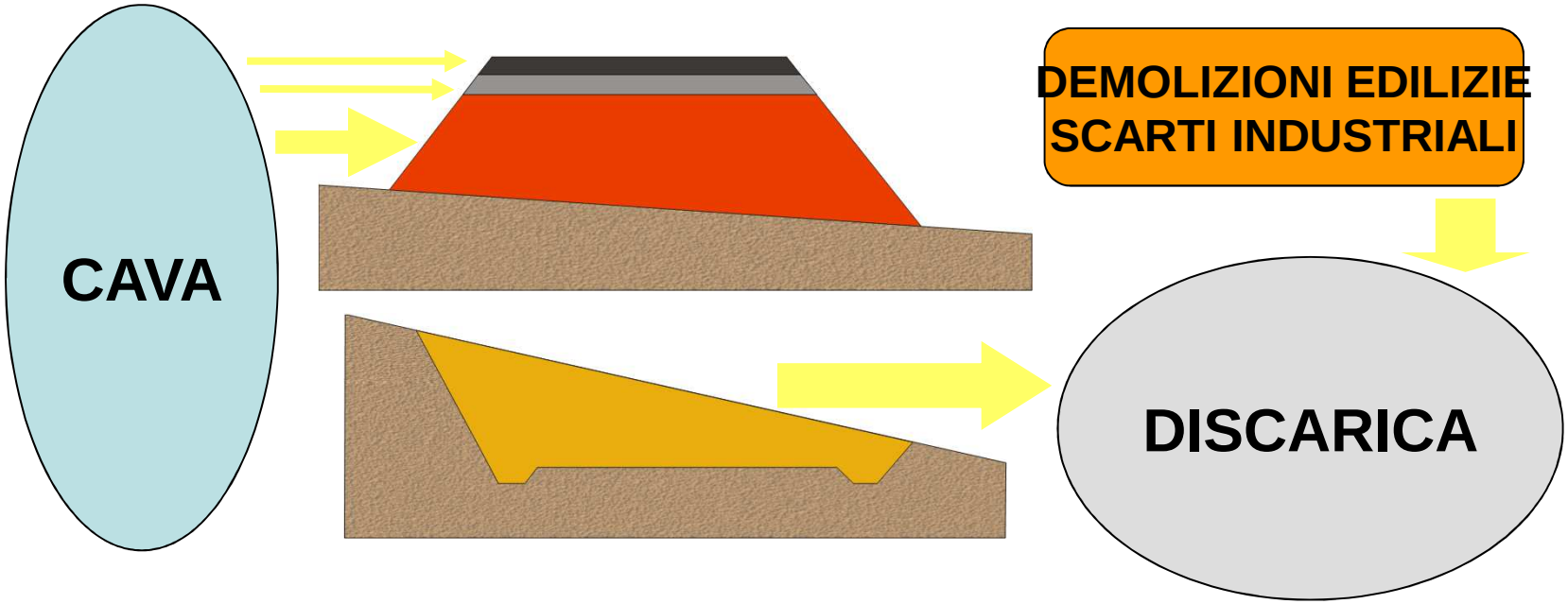
Prof. Ing. Antonio D'Andrea
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale
Sapienza Università di Roma
antonio.dandrea@uniroma1.it

I "nuovi" materiali per la costruzione di infrastrutture

- La formazione dei volumi necessari per la corretta disposizione nello spazio delle sedi viarie è sempre avvenuta mediante movimentazione di tanto materiale "povero", quali le terre più facilmente disponibili sul territorio. Nei tempi recenti:
  - la domanda è aumentata:
    - fluidità e sicurezza della circolazione richiedono tracciati stradali e ferroviari sempre più "rigidi" riguardo a tortuosità planimetrica e gradienti altimetrici: la "quota di progetto" è più frequentemente e più significativamente discosta dalla "quota del terreno";
    - l'aumento delle portate di traffico ha richiesto l'ampliamento delle sezioni;
    - la compatibilità ambientale (rumore, inquinamento atmosferico e dei corpi idrici superficiali e profondi, intrusione visiva, etc.) esige interventi "voluminosi" di mitigazione (dune, barriere, vasche di trattamento);
  - la disponibilità è diminuita:
    - restrizioni alle attività di cava per ragioni paesaggistiche e per risparmio di risorse
    - innalzamento dei prezzi degli assortimenti granulari di qualità

- Si è notevolmente incrementata la produzione di rifiuti civili ed industriali (rifiuti solidi urbani, demolizioni edilizie, residui e scarti di attività estrattive e di industrie siderurgiche, tessili, etc.).

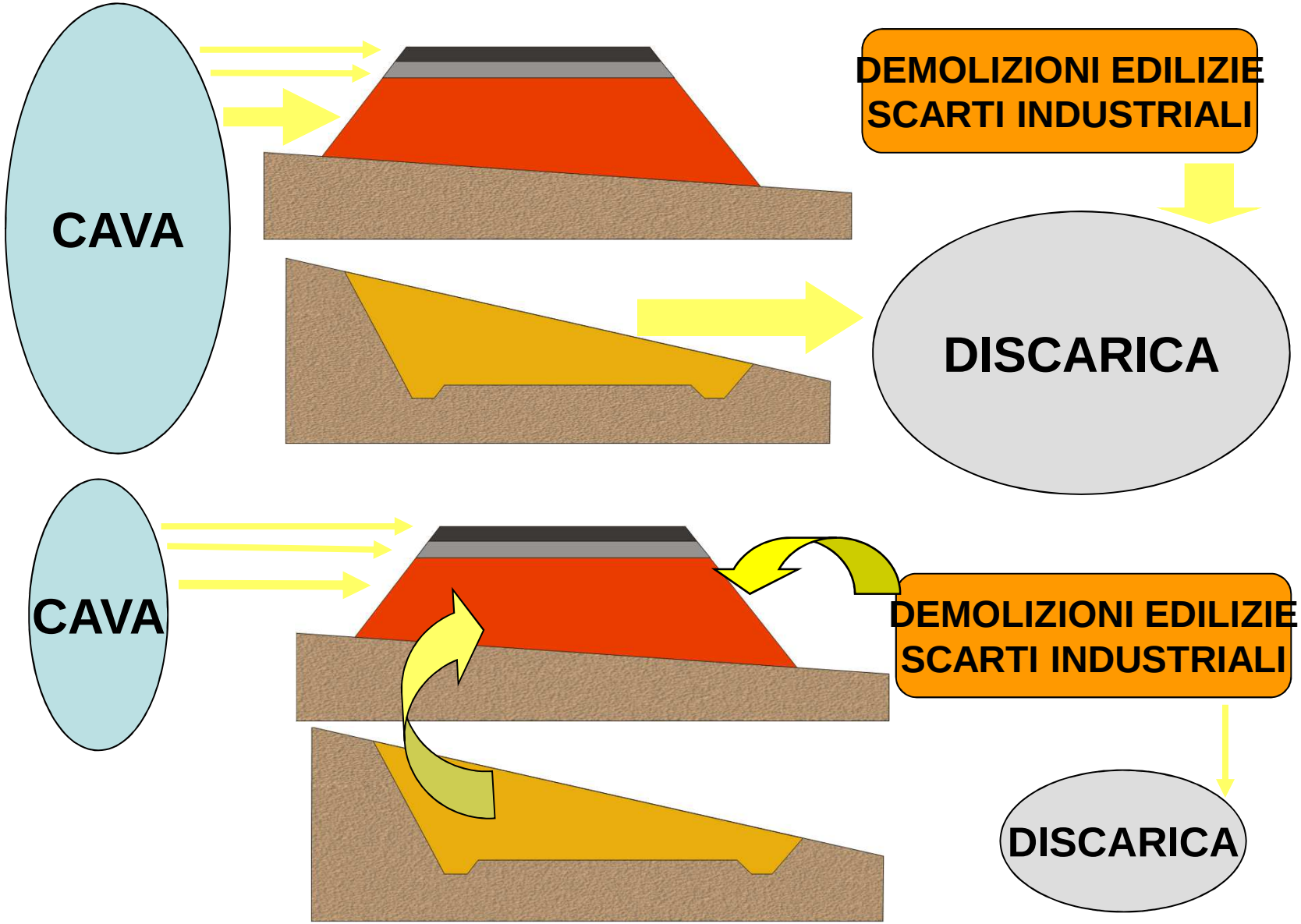
I "nuovi" materiali per la costruzione di infrastrutture



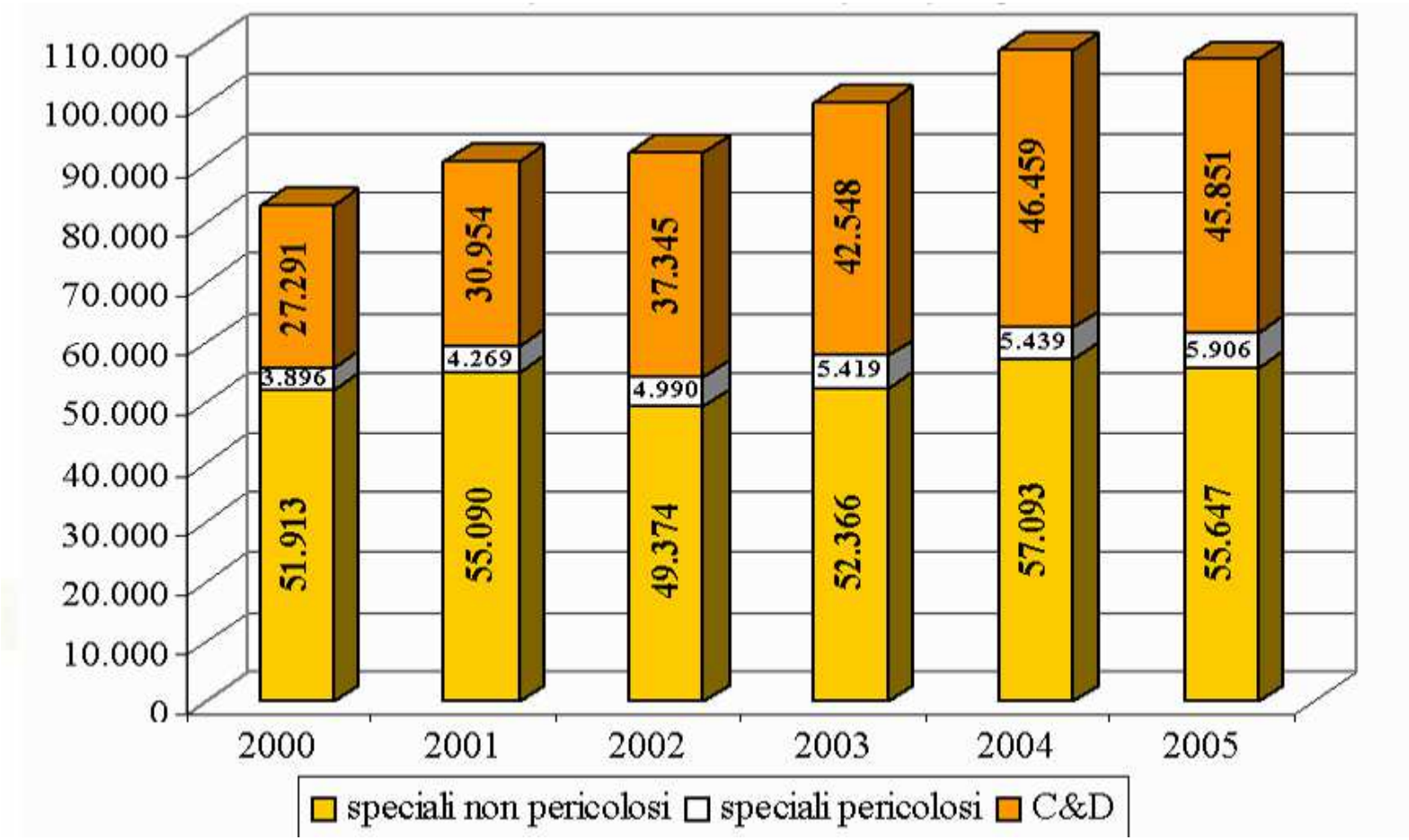
In molti stati europei, come anche nelle regioni italiane meno ricche di materie prime naturali e con attività edilizia più intensa, si sono pian piano sviluppate:

- **tecnologie ed impianti innovativi per i materiali alternativi;**
- **circuito e mercato per i rifiuti recuperabili civili e industriali;**
- **competenze tecniche e norme per il loro buon impiego.**

I "nuovi" materiali per la costruzione di infrastrutture



Quantificazione della potenzialità del recupero dei rifiuti



Produzione totale di rifiuti speciali in Italia (migliaia di tonn.) **Fonte: APAT**

Tra i rifiuti speciali il C&D ha importanza rilevante

Relativizziamo le quantità in gioco

- **Si stima 1 ton/abitante/anno**
- **Se si riciclasse tutto il rifiuto da C&D si arriverebbe a meno del 20% del totale della domanda di aggregati.**
- **Il tasso di riciclaggio è quasi al 100% in Olanda, ma in Italia è drammaticamente più basso. Dati attendibili del 2010 indicano che in Piemonte era di circa il 42%, mentre la media italiana era inferiore al 20%. Dati evidentemente gonfiati di alcuni enti favoleggiano di un 97% di riciclato in Italia.**
- **Nella provincia di Torino la ripartizione tra i diversi scarti è mostrata in figura.**
- **Poiché in quantità limitata, il C&DW va impiegato nelle applicazioni cui è più vocato.**

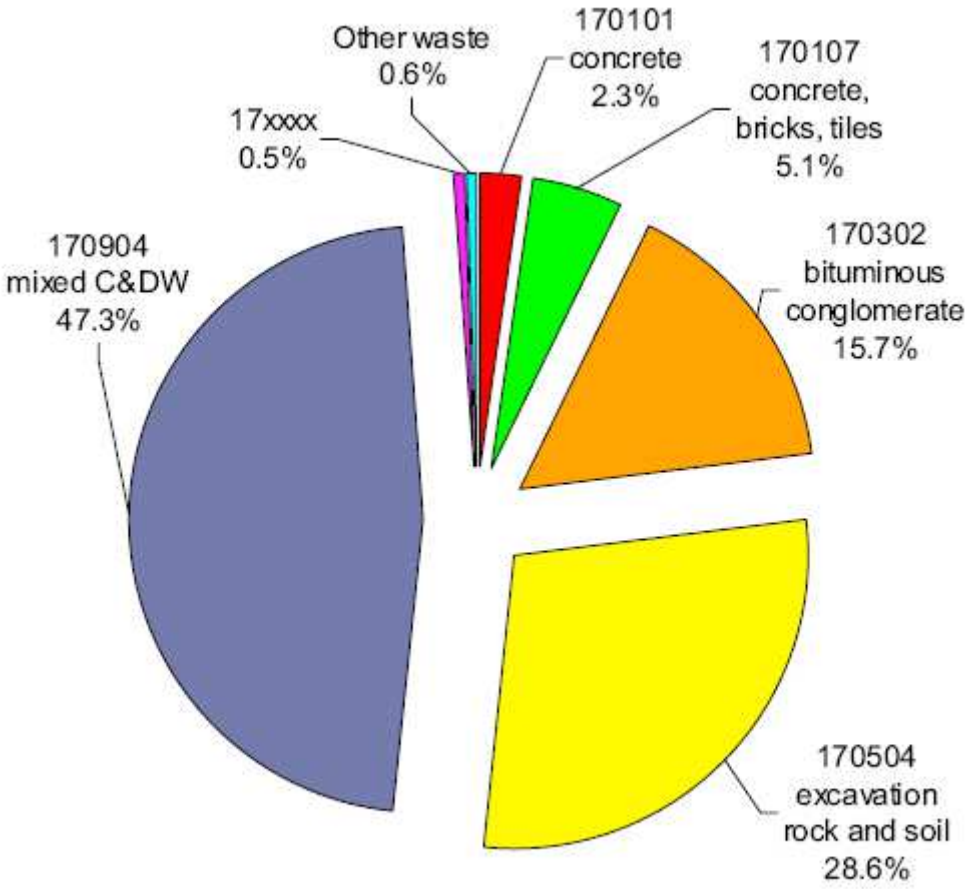


Fig. 1. Average composition of C & DW in the study area (Provincia di Torino).

Le ricerche e le esperienze maturate

- **Una notevole mole di ricerche è stata sviluppata a partire dagli anni '90 in Europa e nel mondo, fino a giungere all'introduzione dei materiali da C&D nei testi normativi, come aggregati di consolidata utilizzabilità tecnica.**

- **L'Università di Roma "La Sapienza" ha espresso il proprio contributo in collaborazione con enti privati e pubblici (Ferrovie dello Stato, Municipalizzate, altri istituti universitari) in programmi di ricerca integrati, tra i quali tre PRIN:**

  - PROGETTO DI RICERCA DI INTERESSE NAZIONALE anno 2000:
    Ottimizzazione dell'impiego dei materiali riciclati nelle costruzioni stradali
    tema del DITS: *Strada sperimentale realizzata con materiali riciclati*

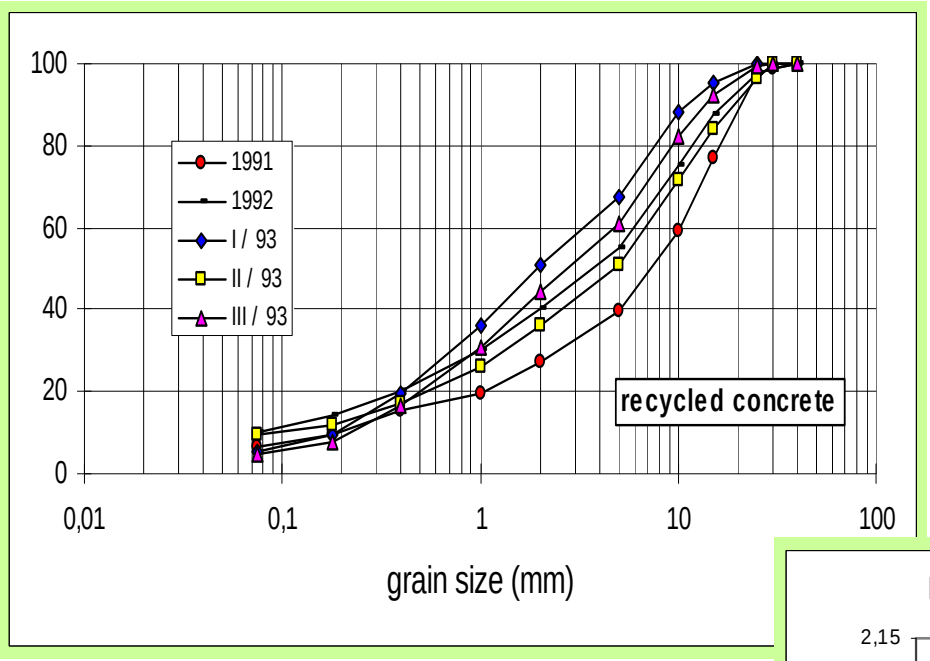
  - PROGETTO DI RICERCA DI INTERESSE NAZIONALE anno 2003:
    Prestazioni e durabilità di strade ed elementi strutturali realizzati con materiali riciclati
    tema del DITS: *Prestazioni e durabilità di strade realizzate con materiali riciclati*

  - PROGETTO DI RICERCA DI INTERESSE NAZIONALE anno 2006: *Recupero degli scarti destinati a discarica: dalla ricerca tecnologica innovativa all'impiego su larga scala e all'inquadramento normativo*
    tema del DITS: *Trasferimento alla pratica realizzativa dei risultati sperimentali sui materiali riciclati destinabili a rilevati e sovrastrutture stradali*

<u>Il riutilizzo degli scarti edilizi non è una novità</u>

nelle strade della romanità era presente uno strato di fondazione detto "rudus" o "ruderatio", composto di macerie provenienti dalle demolizioni.

Impieghi possibili: nel corpo del rilevato e nel sottofondo stradale

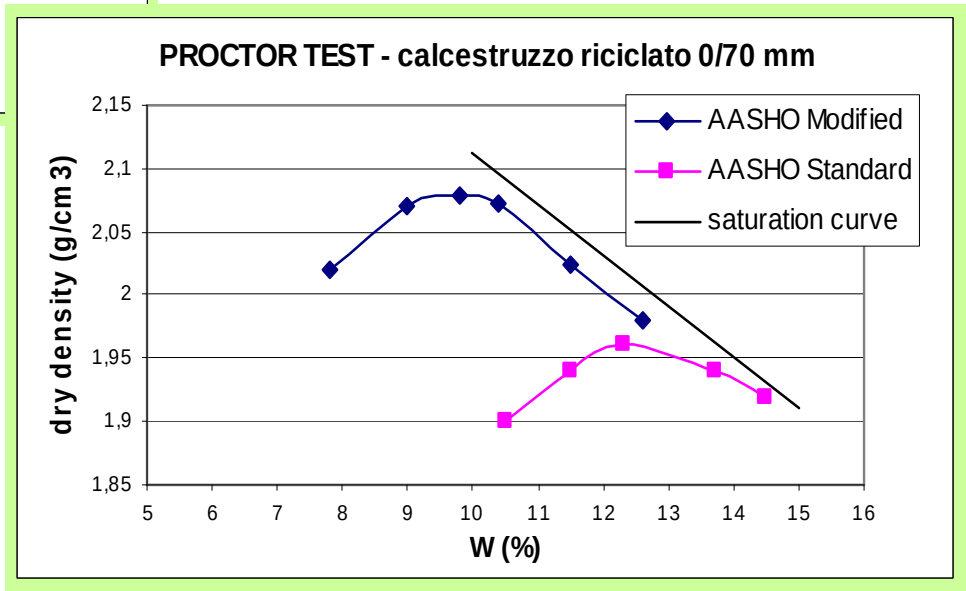


insensibile all'acqua

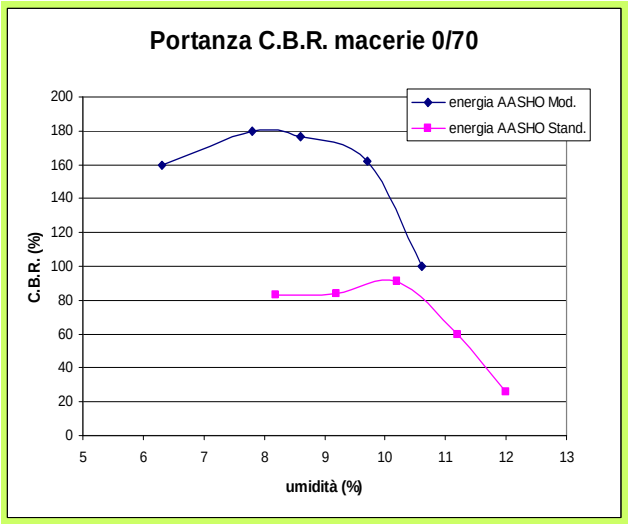
capacità drenante

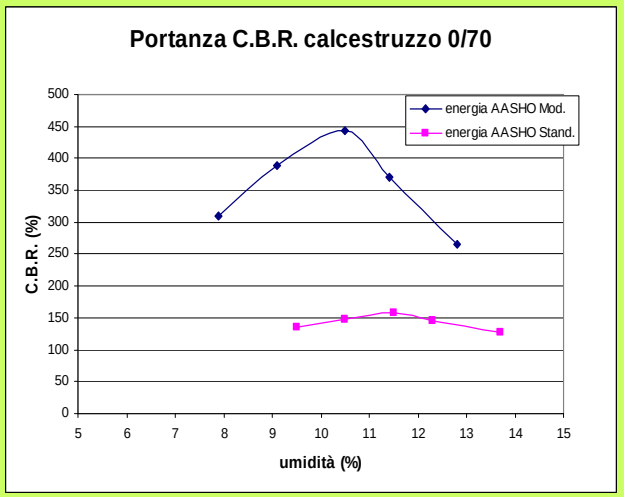
progettabile

buona portanza



Impieghi possibili: nella fondazione stradale

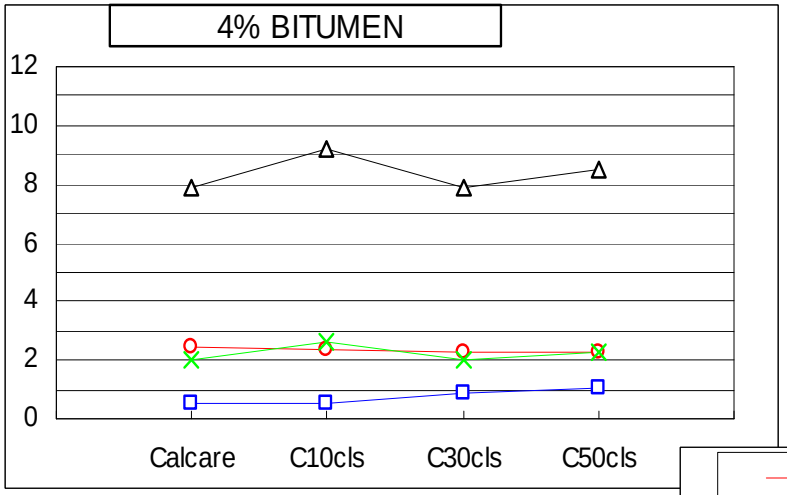


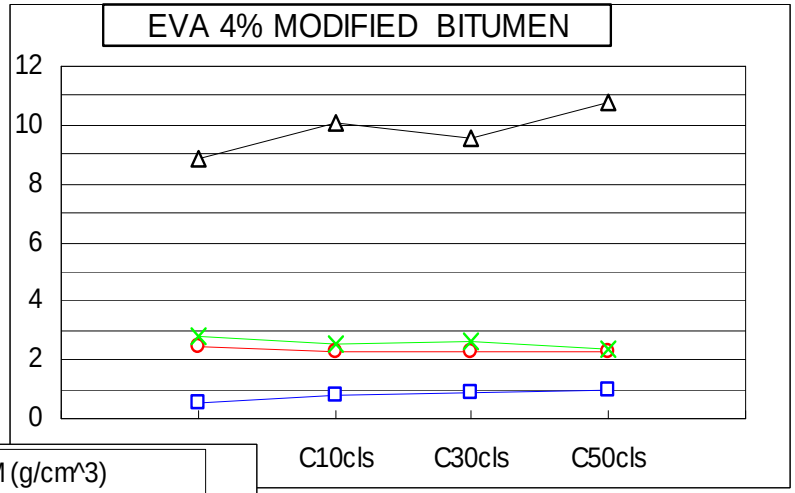


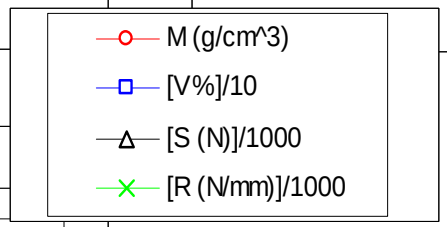
date	Region	C.B.R. (%)	
			>>>>>>>>>>>>100 >>>>>>>200
gennaio 1990	Emilia	102	>>>>>>>>>>>
estate 1992	Emilia	180	>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
marzo 1999	Toscana	106	>>>>>>>>>>>
novembre 99	Lazio	142	>>>>>>>>>>>>>>>
06.12.1999	Lazio	138	>>>>>>>>>>>>>>>
14.12.1999	Lazio	141	>>>>>>>>>>>>>>>
20.12.1999	Lazio	151	>>>>>>>>>>>>>>>>
29.12.1999	Lazio	158	>>>>>>>>>>>>>>>>>
02.01.2000	Piemonte	138	>>>>>>>>>>>>>>>
03.01.2000	Liguria	152	>>>>>>>>>>>>>>>>
10.01.2000	Lazio	137	>>>>>>>>>>>>>>>
17.01.2000	Piemonte	127	>>>>>>>>>>>>>>
20.02.2000	Piemonte	129	>>>>>>>>>>>>>>
10.03.2000	Liguria	157	>>>>>>>>>>>>>>>>>
17.03.2000	Liguria	155	>>>>>>>>>>>>>>>>>
20.03.2000	Piemonte	127	>>>>>>>>>>>>>>
07.04.2000	Liguria	150	>>>>>>>>>>>>>>>>
14.04.2000	Liguria	161	>>>>>>>>>>>>>>>>>
primav. 2000	Lombardia	210	>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
autunno 2000	Lazio	141	>>>>>>>>>>>>>>>

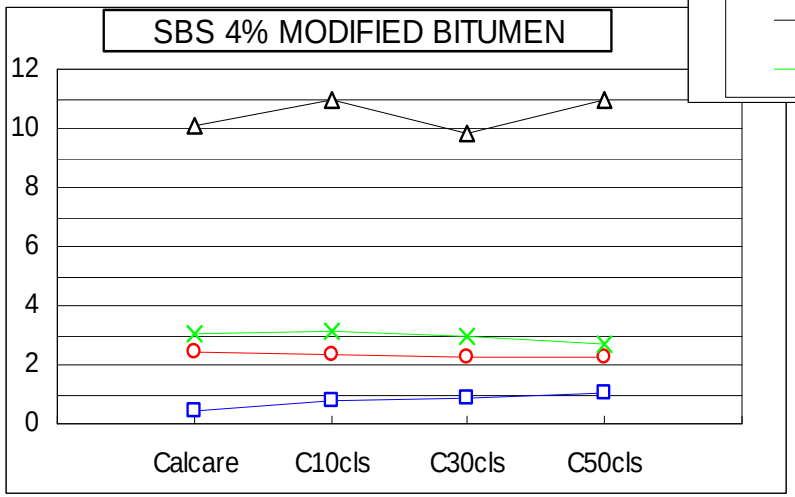
CBR elevati, ma Los Angeles molto variabili in relazione all'origine del rifiuto

Impieghi possibili: nei misti bitumati



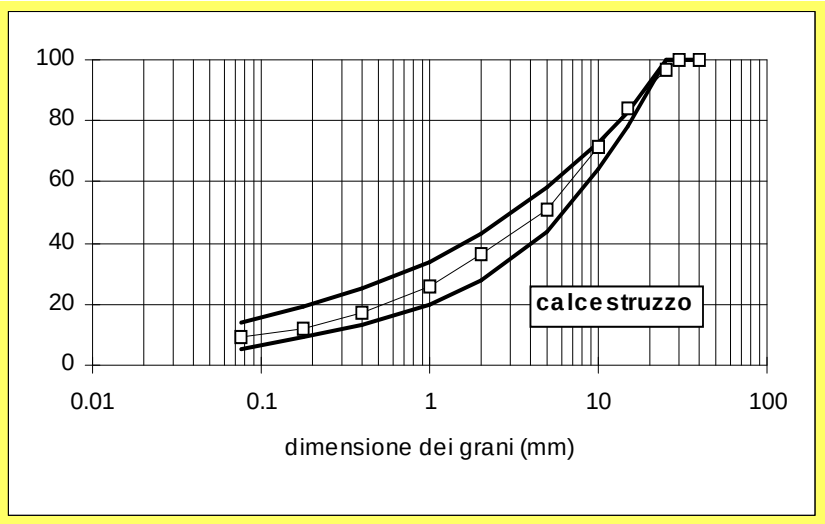


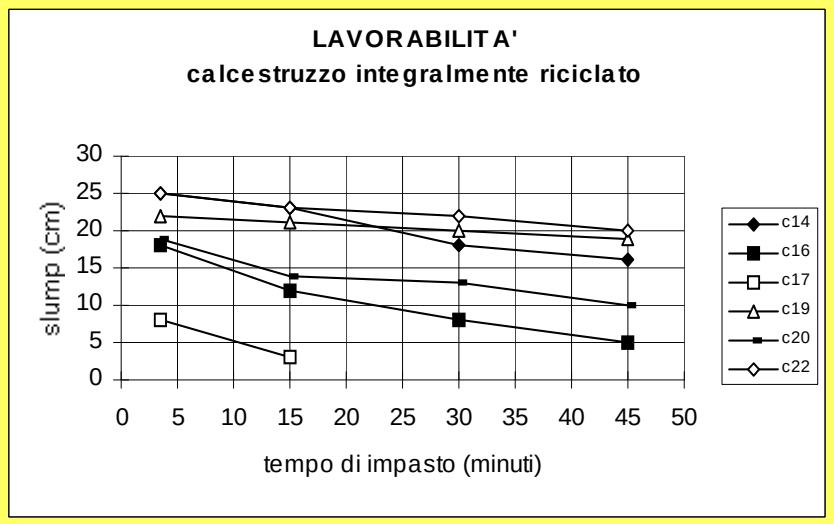


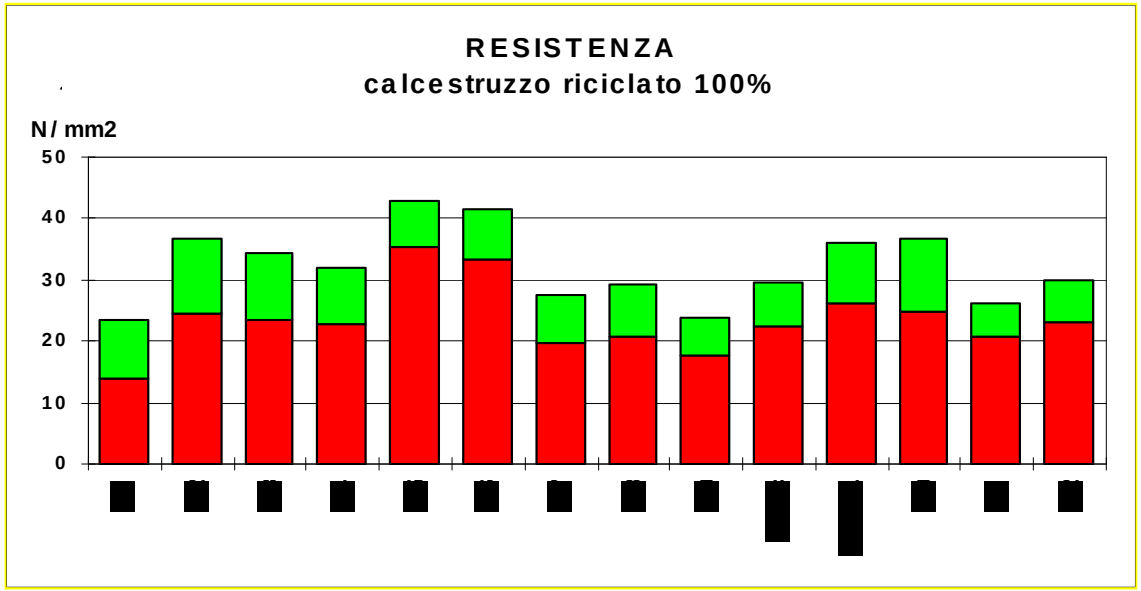


Elevato assorbimento di bitume e necessità di bitumi modificati per garantire le resistenze.
Si può usare la frazione grossa ripulita dal fino.

Impieghi possibili: nei misti cementati e nei calcestruzzi





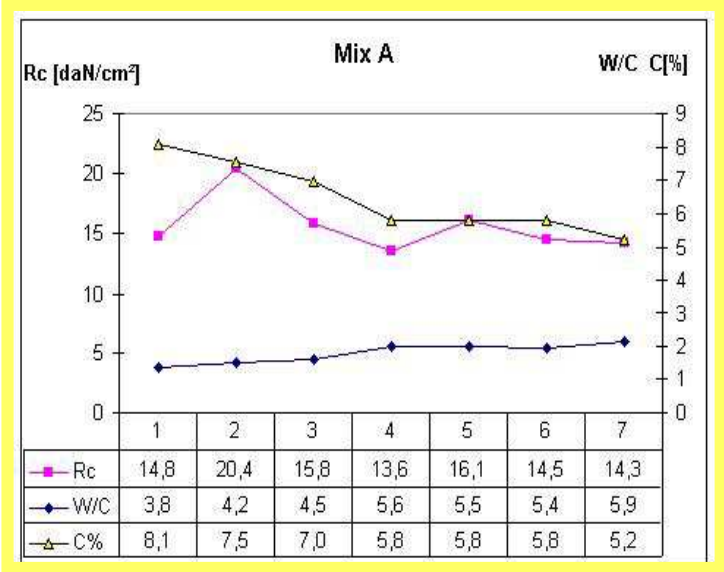


Lavorabilità che si riduce nel tempo per assorbimento d'acqua.

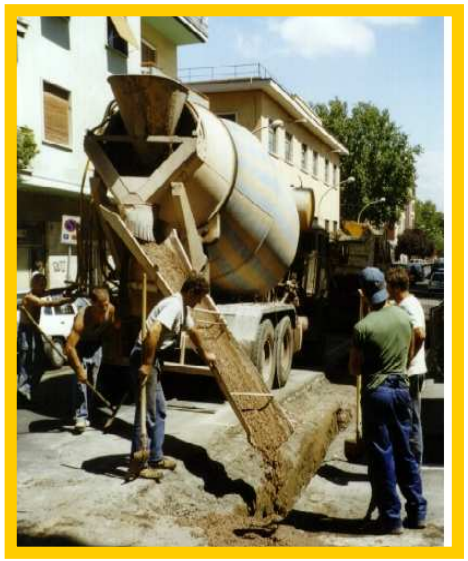
Necessita un accurato controllo di produzione

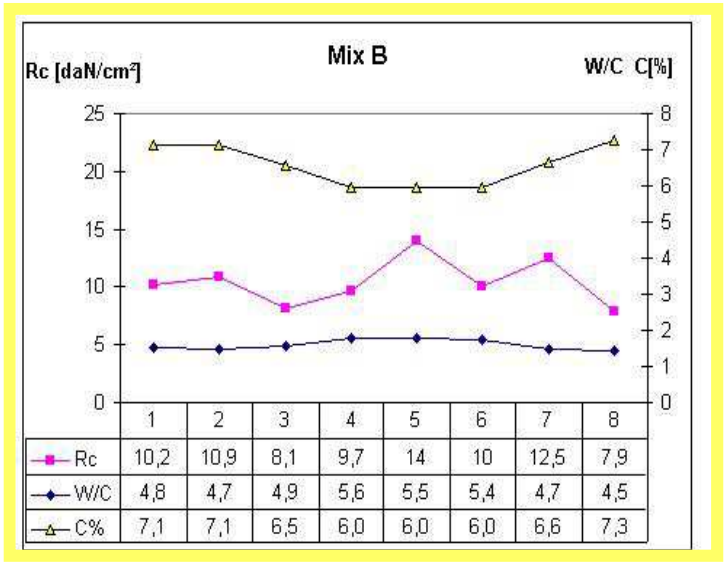
Destinazione valida all'interno di stabilimenti di prefabbricazione.

Impieghi possibili: nei debolmente legati a cemento di rapida presa (betonabili)



	1	2	3	4	5	6	7
Rc	14,8	20,4	15,8	13,6	16,1	14,5	14,3
W/C	3,8	4,2	4,5	5,6	5,5	5,4	5,9
C%	8,1	7,5	7,0	5,8	5,8	5,8	5,2





	1	2	3	4	5	6	7	8
Rc	10,2	10,9	8,1	9,7	14	10	12,5	7,9
W/C	4,8	4,7	4,9	5,6	5,5	5,4	4,7	4,5
C%	7,1	7,1	6,5	6,0	6,0	6,0	6,6	7,3

Riempimenti fluidi da non costipare (betonabili), molto utilizzati per il ripristino rapido di cavi di pubblici servizi. Risparmio di cemento rispetto ad altri aggregati.

Composizione dei riciclati da C&D

RIUTILIZZABILI	Da eliminare / minimizzare
calcestruzzo	terra vegetale
cemento e malte varie	legname
conglomerati bituminosi	carta, cellulosa e polistirolo
mattoni, laterizi, tegole	metalli, gomme, guaine, vernici
ceramica, piastrelle	plastica e materiali compositi
vetro e residui vetrosi	gesso
elementi litici	materiali per isolamento
	amianto (smaltimento selettivo)

Analisi delle materie da eliminare:

Inquinanti

- metalli pesanti
- vernici, acidi, veleni, etc.
- guaine, etc.

Leggi ambientali

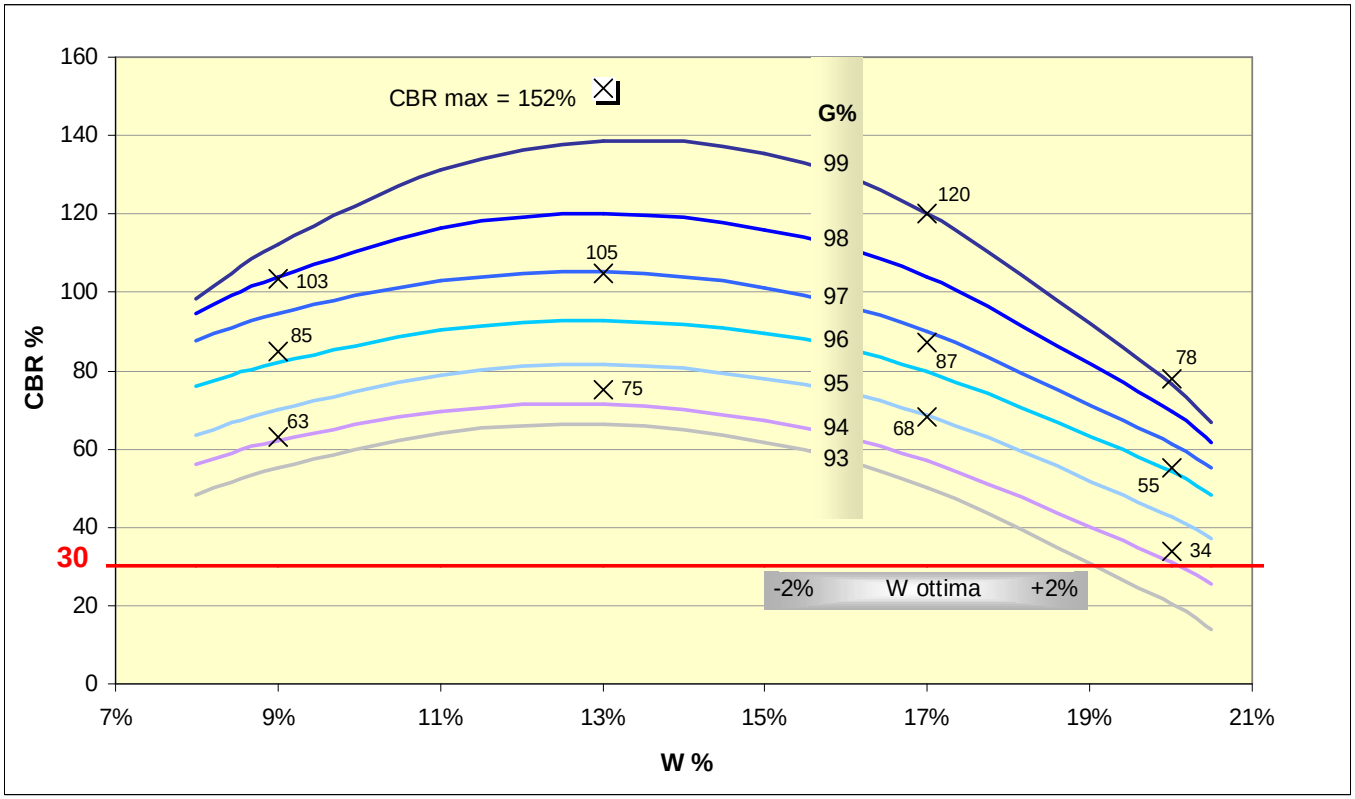
Non inquinanti e non deperibili: ferro, plastica, vetro, ..

Possibili problemi: ad es. tondini isolati e lunghi (costipamento)

Deperibili → Legno, carta, cartone, fibre tessili, residui alimentari, polistirolo, etc.

Ci sono differenze con i materiali tradizionali ?

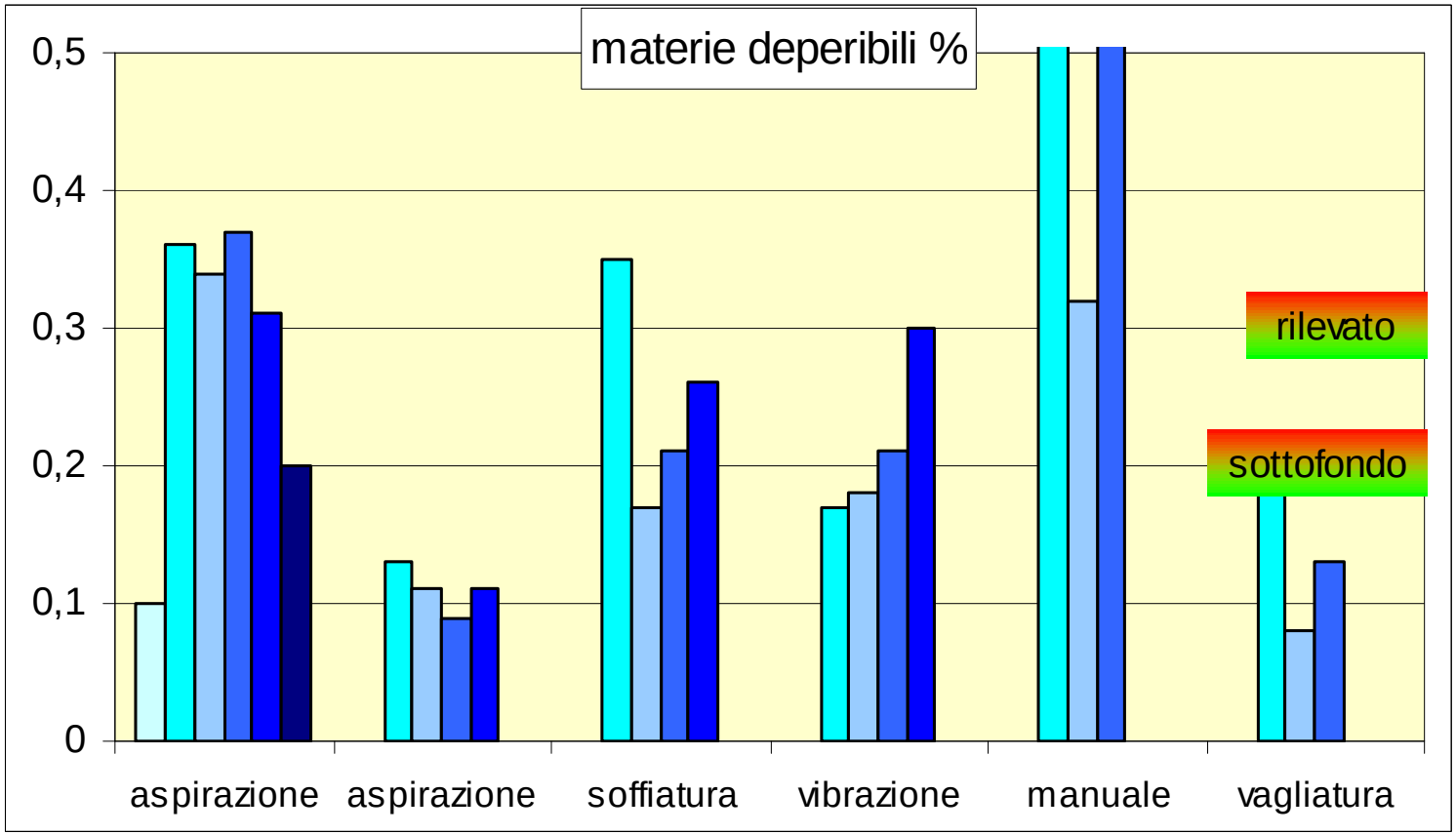
Materiali deperibili: creazione di vuoti nel tempo.



Conseguenza tecnica: riduzione di portanza, stimabile con prove CBR.

Limite proponibile: 1% in volume = 0,2% in massa

Eliminazione dei deperibili: efficacia delle procedure di riduzione



Altre possibili preoccupazioni tecniche:

Presenza di elementi non litoidi

Forma dei grani

Disomogeneità costituzionale

Possibile incostanza nel tempo

FORMA DEI GRANI:

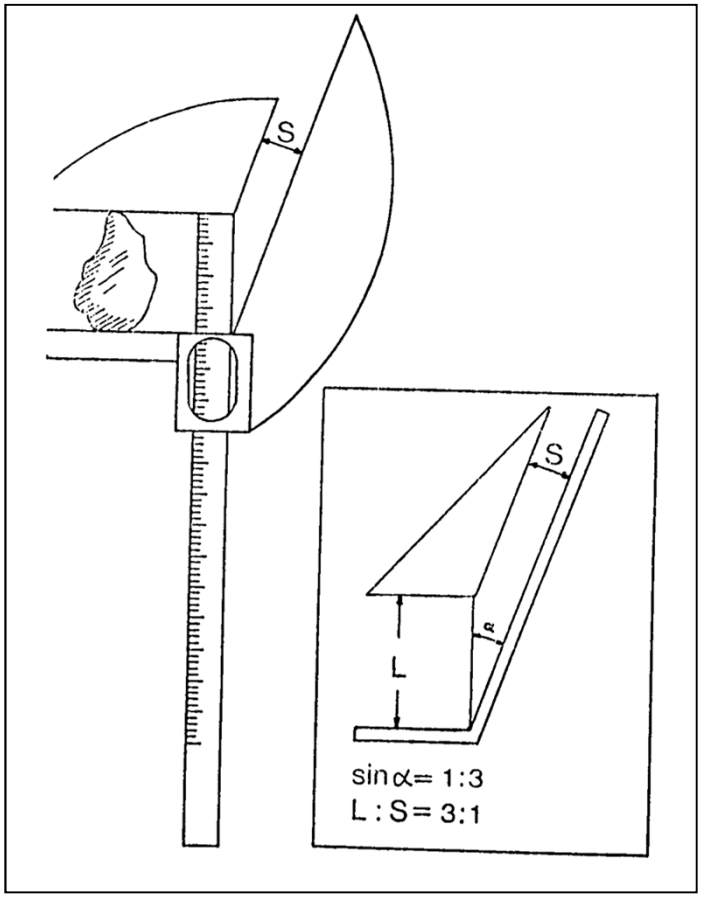
Influisce su lavorabilità e su compattezza del materiale costipato

Dipende dalla presenza relativa di piastrelle e foratini, ma soprattutto dal frantumatore impiegato in impianto.

Coefficiente di forma: L/S

Coefficiente di appiattimento: D/S

prove "La Sapienza"	R.O.S.E. cls	R.O.S.E. macerie	E.R.A. cls
Indice di forma	9	27	16
Indice di appiattimento	10	35	



DISOMOGENEITA' COSTITUZIONALE

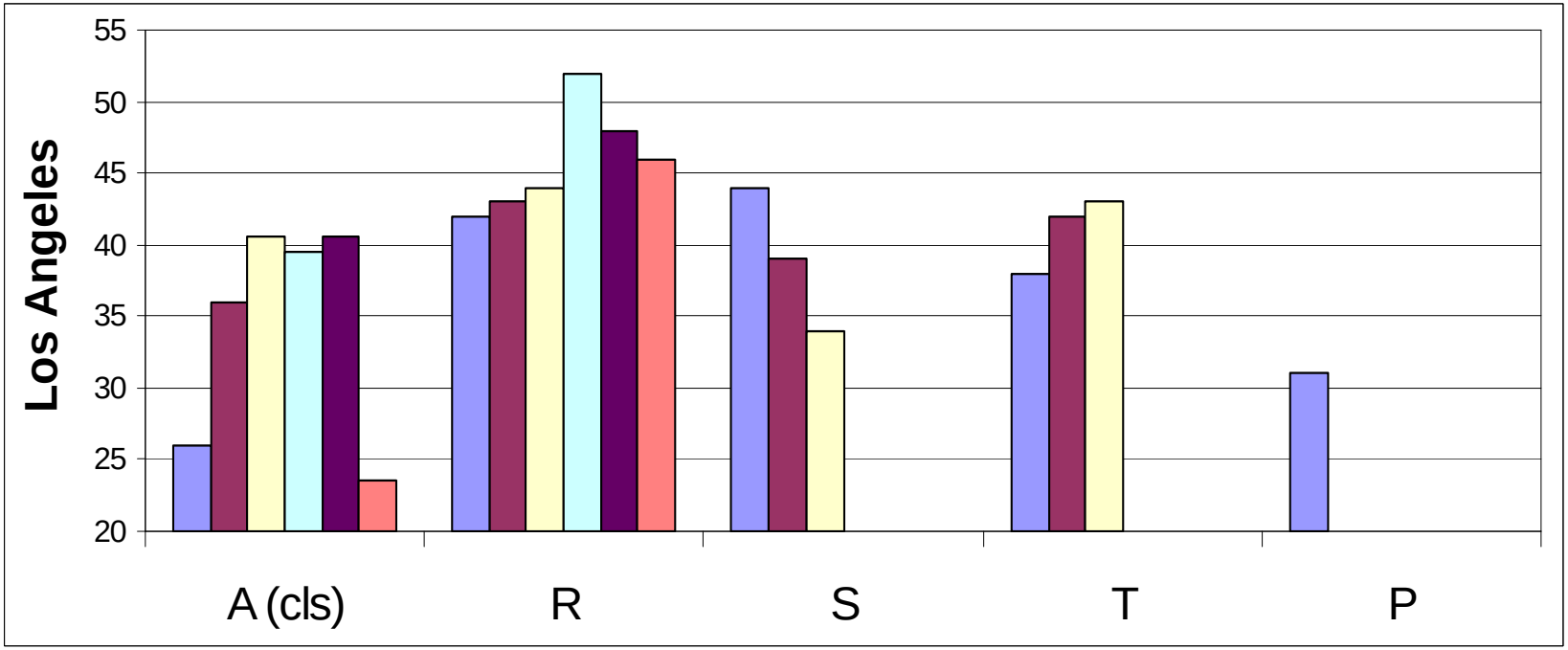
Nuclei duri + parti frantumabili

Elementi di diversa frantumabilità

Problemi:
- **polverizzazione per costipamento eccessivo**
- **produzione di fino durante la vita utile**

Controlli: **granulometria tendente alla stabilizzazione**
produzione di fino per costipamento normalizzato
limite al Coefficiente Los Angeles

DISOMOGENEITA' COSTITUZIONALE



Limite al Coefficiente Los Angeles -> 45

DISOMOGENEITA' COSTITUZIONALE

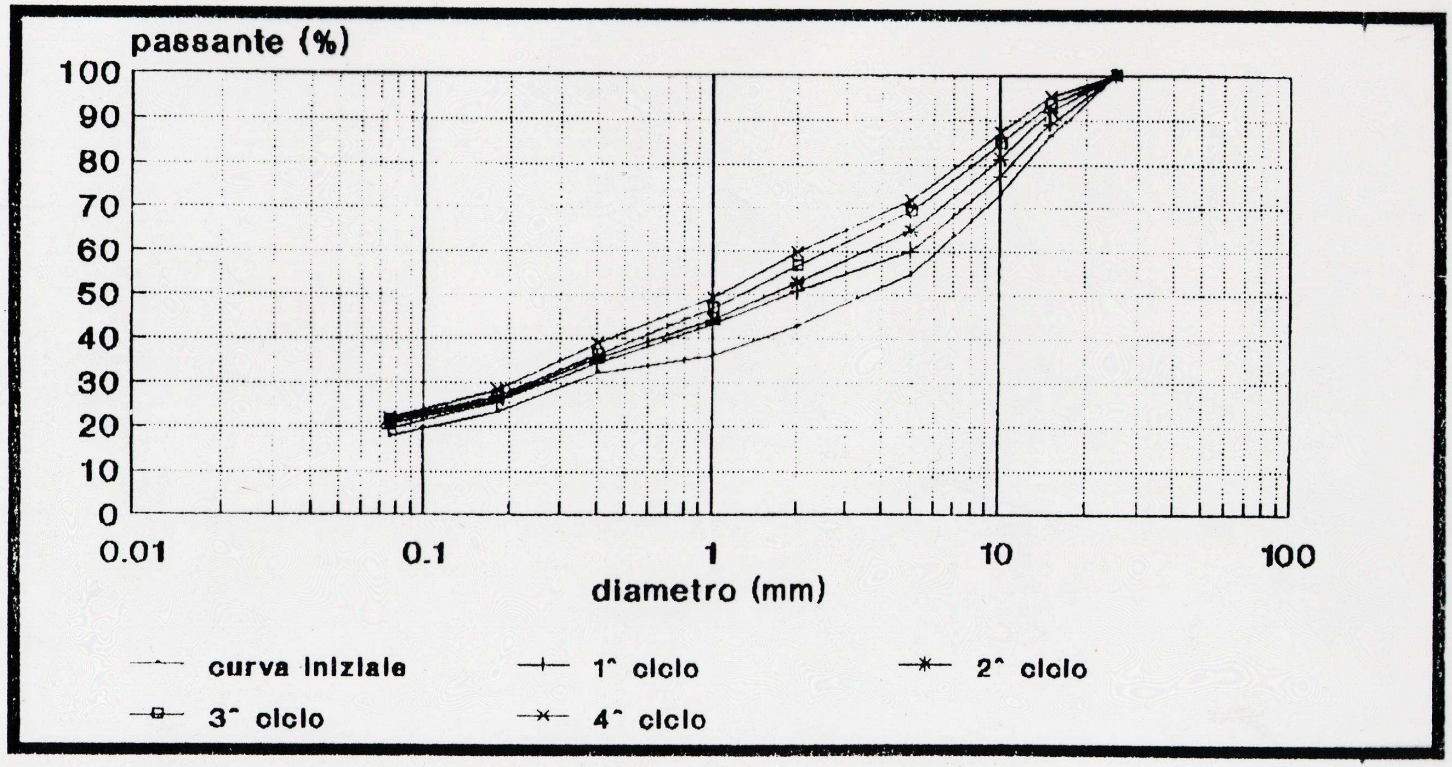


Fig. 9 - Evoluzione granulometrica conseguente a cicli di costipamento - Macerie 0/30.

Variazione di granulometria a seguito di costipamento

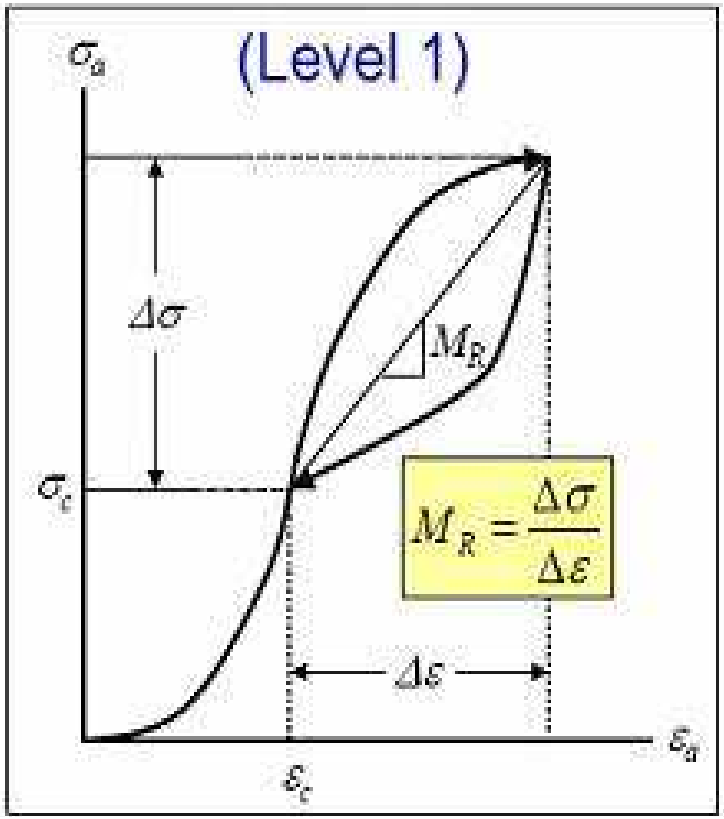
Per ottenere parametri meccanici e deformativi più aderenti alle condizioni di reale esercizio per un sottofondo:

- ***Risposta a carichi dinamici (modulo resiliente)***
- ***Deformazioni permanenti dopo sollecitazioni ripetute***

<u>Si ottengono con prove triassiali cicliche.</u>

Modulo resiliente

Il modulo resiliente è il rapporto tra lo sforzo deviatorico e la deformazione recuperata dopo la sua rimozione:



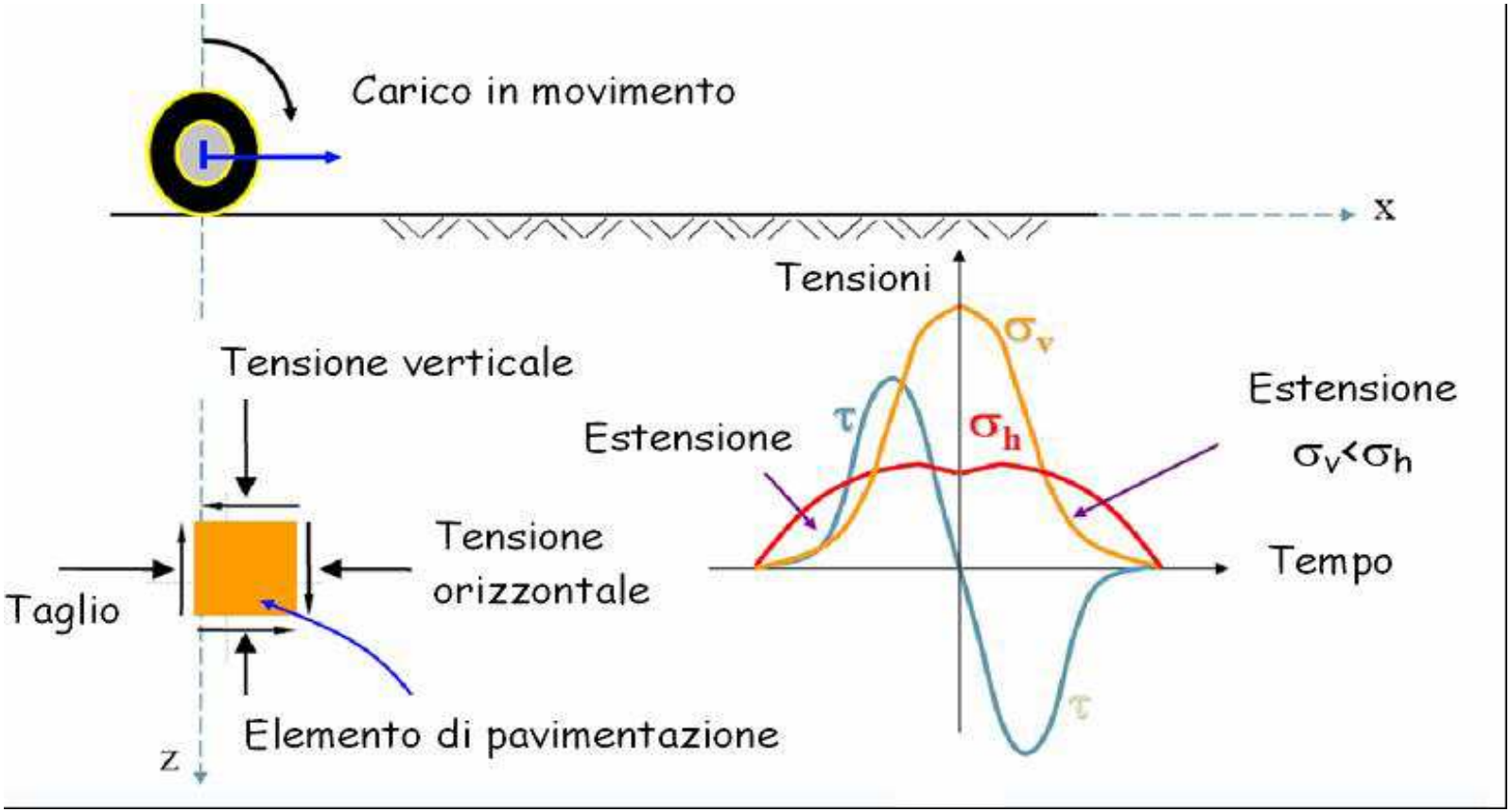
Modulo resiliente (EN 13286/7)

Una definizione più generale comprende il caso di pressione di confinamento variabile:

$$E_r = \frac{\sigma_{1r}^2 - \sigma_{1r}\sigma_{3r} - 2\sigma_{3r}^2}{\sigma_{1r}\varepsilon_{1r} + \sigma_{3r}\varepsilon_{1r} - 2\sigma_{3r}\varepsilon_{3r}}$$

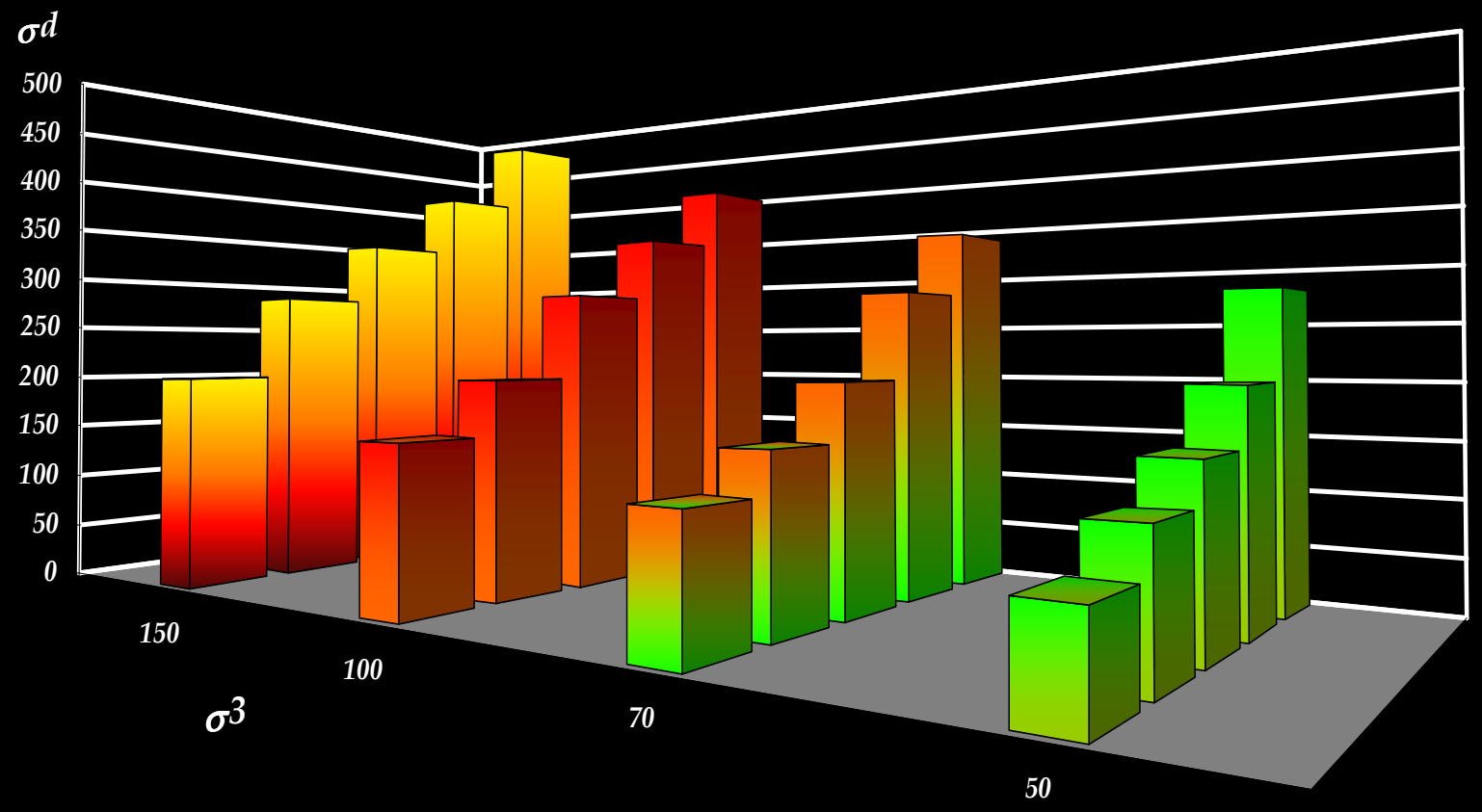
Prove di carico a pressioni di cella differenti

per studiare le diverse combinazioni di carico riconoscibili nell'elementino rappresentativo dello strato

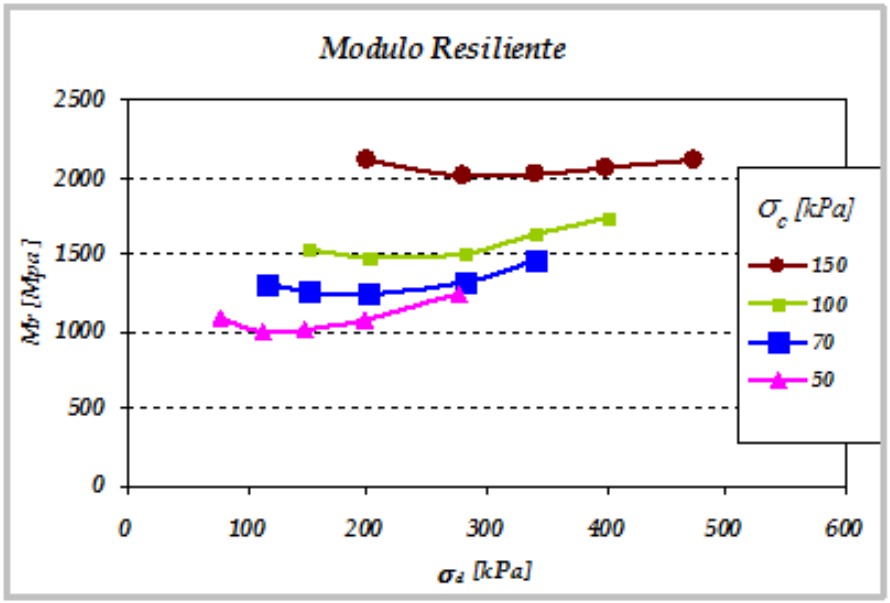


Cicli di carico dopo condizionamento a

σc = 70[kPa] σd = 340[kPa]



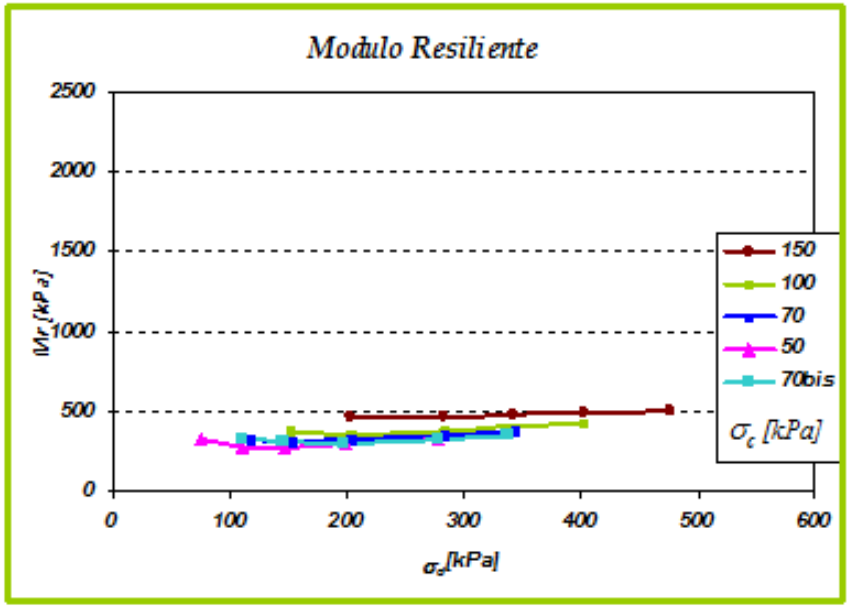
Calcare selezionato



Mr = 1000-2000 MPa

CBR = 160

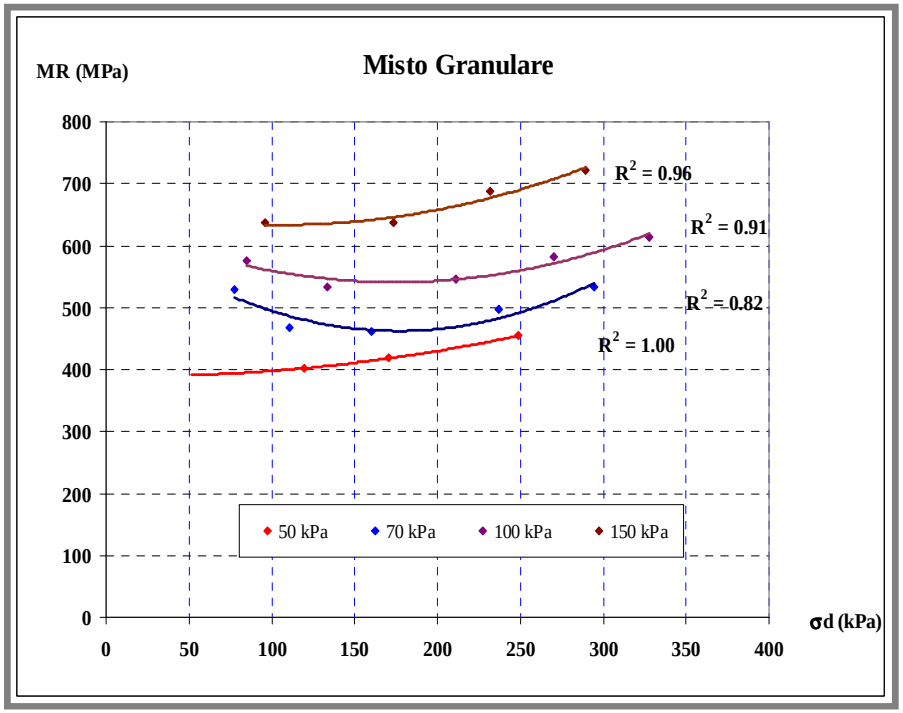
C&D Alto Lazio



Mr = 200-500 MPa

CBR = 130

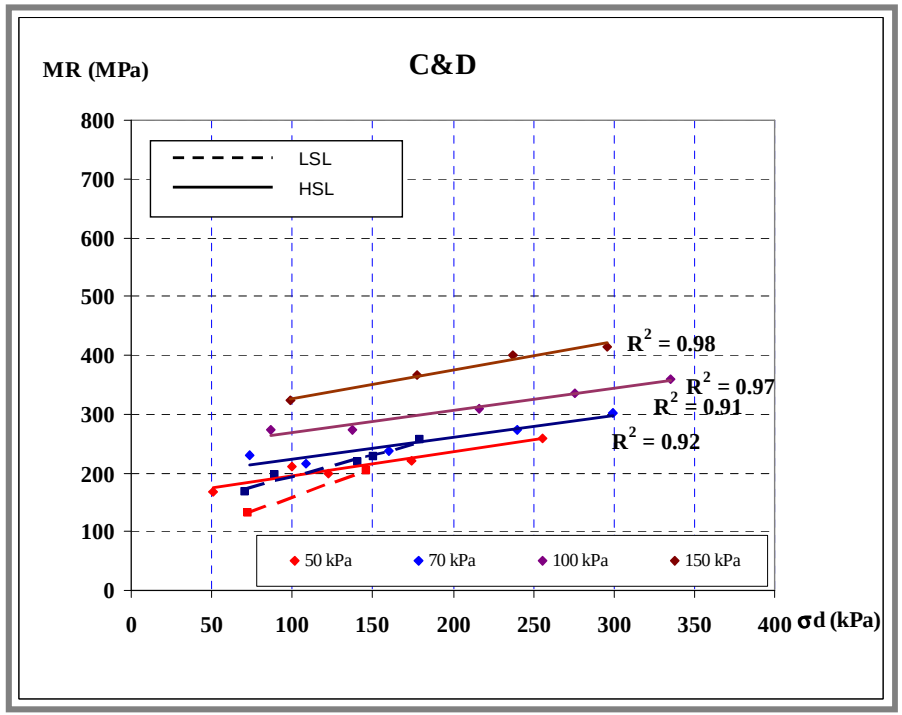
Misto granulare '08



Mr = 400-700 MPa

CBR = 110

C&D Bracciano '08

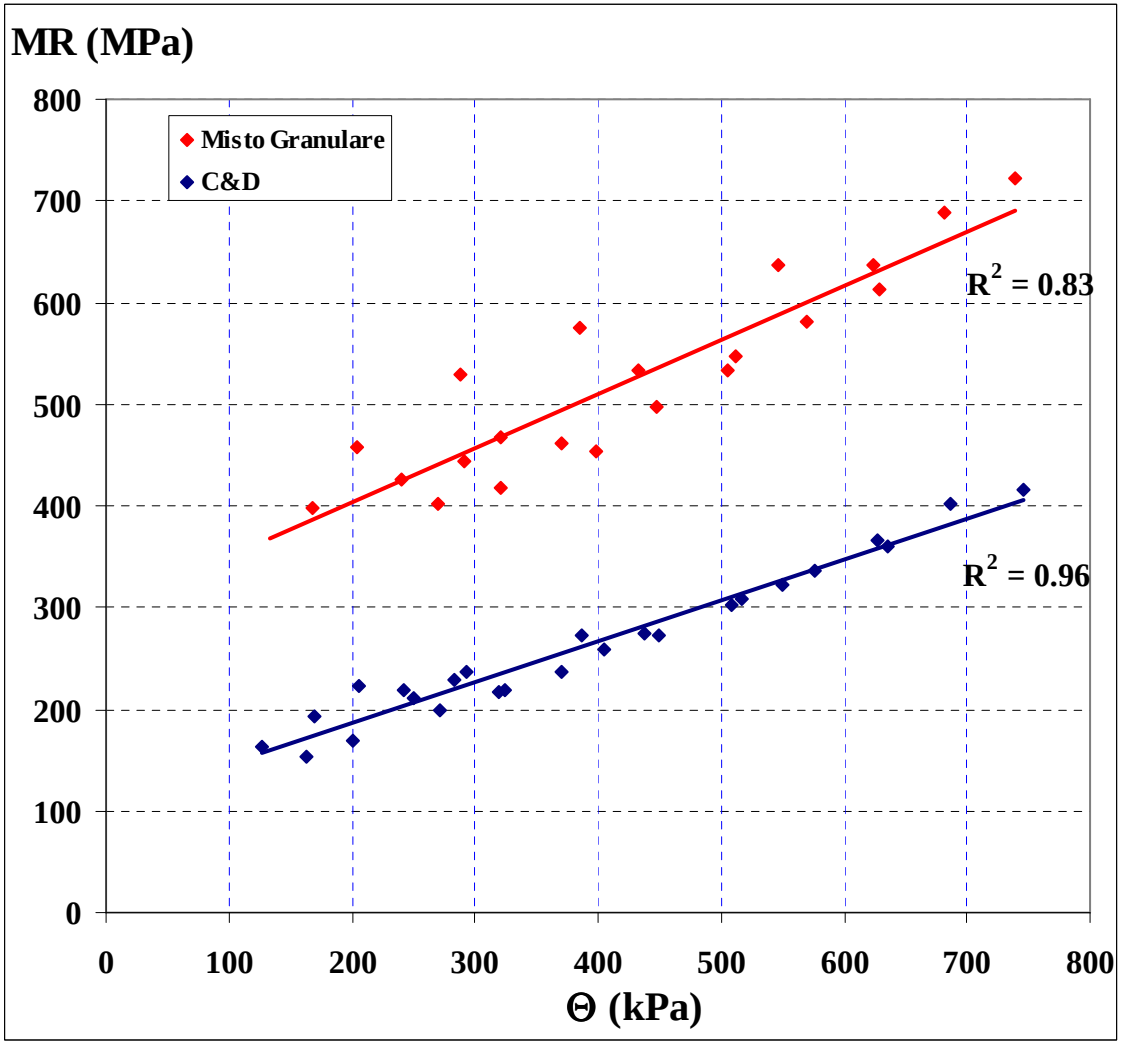


Mr = 200-400 MPa

CBR = 100

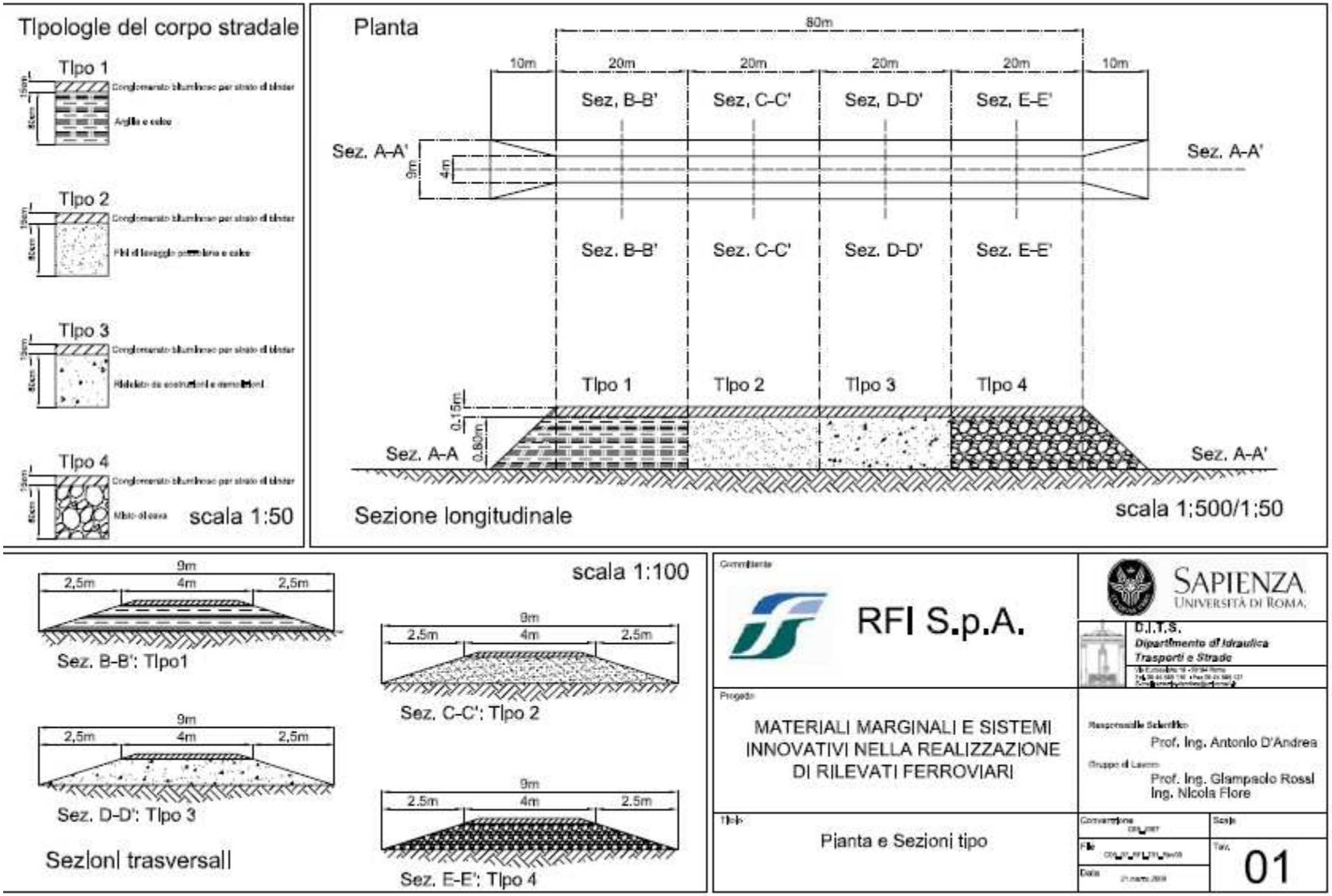
Prove sulle caratteristiche tenso-deformative dei materiali granulari sciolti

modulo resiliente

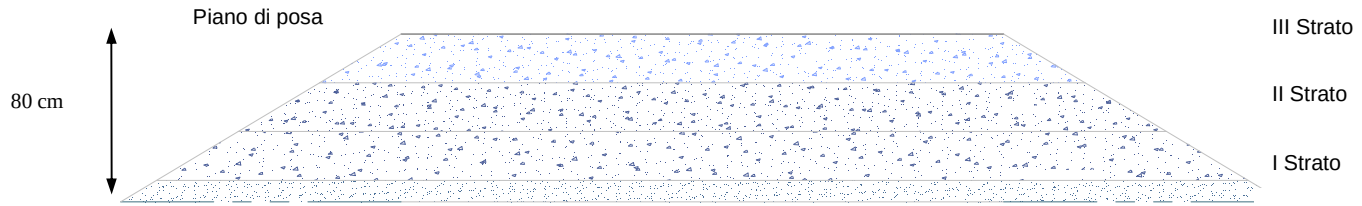


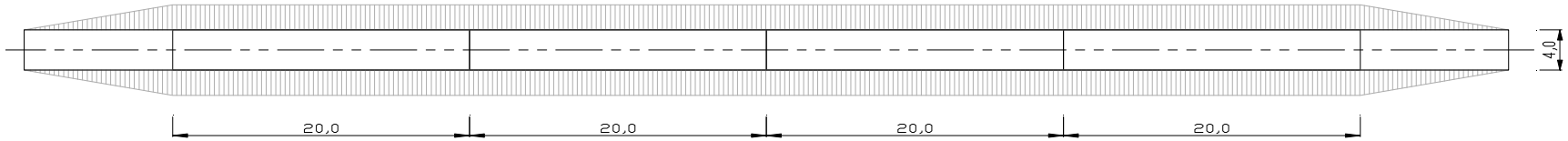
$$\Theta = \sigma_1 + 2\,\sigma_3 = \sigma_d + 3\,\sigma_c = 3\,J_1$$

Confronti sulle caratteristiche di portanza e deformabilità in opera

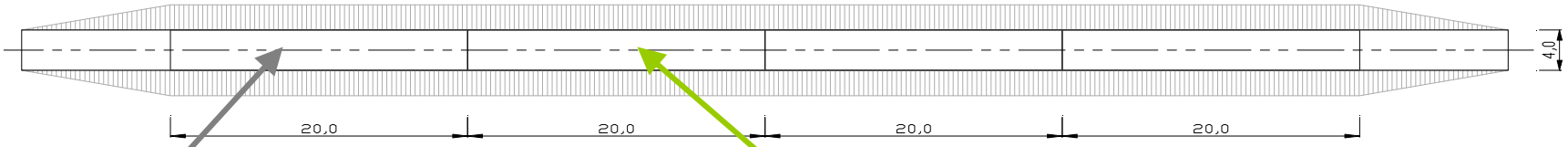


Confronti sulle caratteristiche di portanza e deformabilità in opera





Confronti sulle caratteristiche di portanza e deformabilità in opera



Misto granulare FS	C&D Bracciano
Mr = 400-700 MPa	Mr = 200-400 MPa
CBR = 110	CBR = 100
FWD 15 gg = 173 MPa	FWD 15 gg = 137 MPa
FWD 50 gg = 188 MPa	FWD 50 gg = 236 MPa

Il recupero dei C&D Waste era già alla fine degli anni '90 una possibilità concreta, pronta per la codifica. L'ammissione del C&D era un'esigenza socio-economica per ottenere progressi nel campo ambientale e del risparmio di risorse non rinnovabili.

I più importanti sforzi per risolvere il problema e stabilire adeguati requisiti di accettazione:

- ***FERROVIE DELLO STATO (ITALFER)***
  Specifica tecnica interna – in vigore da due anni - unilaterale
- ***MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE***
  Bozza di nuovo Capitolato – presentato nel 2001 - unilaterale
- ***UNI – Ente nazionale di normazione***
  Aggiornamento UNI-CNR 10006 – accordo volontario

Nelle normative furono scelti rigore e qualità.
Un malinteso favoritismo avrebbe squalificato i materiali riciclati e sarebbe stata la morte del settore.

- Riduzione livelli prestazionali
- "Semplificazione" dei test
- Generica equiparazione
- Criteri statistici "di qualità"

- Qualità tecnica elevata
- Consapevolezza problematiche
- Specializzazione degli impieghi
- Controlli sui cumuli costituiti

Criteri adottati per le normative inizio anni 2000

Ente normatore	FS-Italferr	UNI-2002	Ministero/CNR
prescrizioni aggiuntive vs. naturali	SI	SI	SI
modalità di produzione	impianto fisso	-	impianto fisso
controlli sui cumuli (composizione)	NO	SI	SI
campo-prova (prestazione)	SI	-	SI

Sintesi dei requisiti tecnici aggiuntivi: norma UNI:2002

Parametro	Rilevato	Sottofondo	Fondazione
Materiali deperibili (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume) e materiali plastici cavi (corrugati, tubi, bottiglie, etc.) (1)	≤ 0,3 % in massa	≤ 0,2 % in massa	≤ 0,2 % in massa
Altri materiali (gesso, metalli, guaine, gomme, etc.) (1)	≤ 0,6 % in massa	≤ 0,4 % in massa	≤ 0,4 % in massa
Dimensione massima	≤ 140 mm	≤ 63 mm	Granulometria conforme al fuso previsto dalla norma CNR B.U. 176/95
Passante al setaccio da 63 mm	85 – 100 % (1)	= 100 %	
Passante al setaccio da 4 mm	≤ 60 %	≤ 60 %	
Rapporto tra il passante al setaccio da 0,425 mm ed il passante al setaccio da 0,075 mm		> 3/2	
Passante al setaccio da 0,075 mm	≤ 25 %	≤ 15 %	
Incremento del passante al setaccio da 0,075 mm dopo costipamento AASHO modificato		≤ 5%	≤ 5%
Indice di Plasticità	≤ 6	= Non Plastico	= Non Plastico
Indice di forma (1)		≤ 35	≤ 35
Indice di appiattimento (frazione > 4 mm) (1)		≤ 35	≤ 35
Perdita in peso per abrasione con apparecchio "Los Angeles"		≤ 45	CNR 176/95
Ulteriori prescrizioni (in funzione della categoria di traffico)			Tipo 1 norme CNR 139 e 176
Indice portante CBR determinato, sia immediatamente dopo il costipamento, sia dopo 4 gg. di imbibizione in acqua, su provini costipati al 94% $\gamma_{d\,max}$ e a $w = \pm 2\%\ w_{ott}$			> 30

I requisiti si fanno sempre più selettivi man mano che si sale verso la sovrastruttura.

La prescrizione richiesta è sempre almeno pari a quella dei misti naturali.

I requisiti sono di tipo compositivo con l'aggiunta di prove tradizionali.

I RIFIUTI MINERALI

dei quali sia ammesso il recupero nelle strade.

CRITERIO GUIDA:

massima "eterogeneità" di

composizione mineralogica e costituzionale

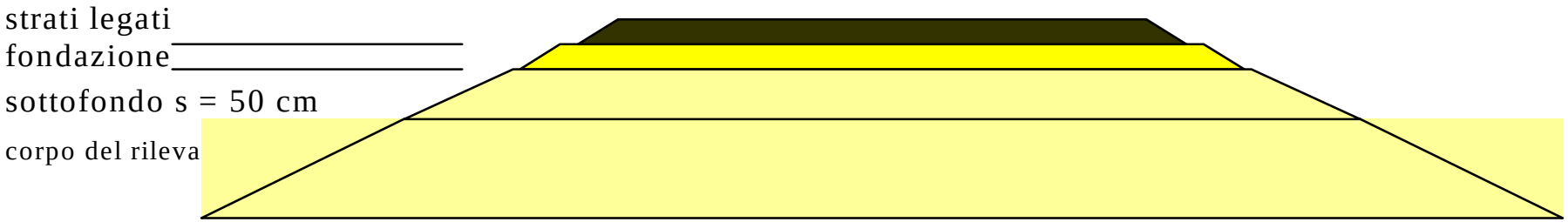
come garanzia di "costanza" delle prestazioni

(es.: il campionamento evidenzia l'eccessiva "omogeneità).

Se questo è un criterio valido, allora una modesta quantità di altri materiali può essere introdotta nelle miscele, sempre nel rispetto delle prescrizioni tecniche.

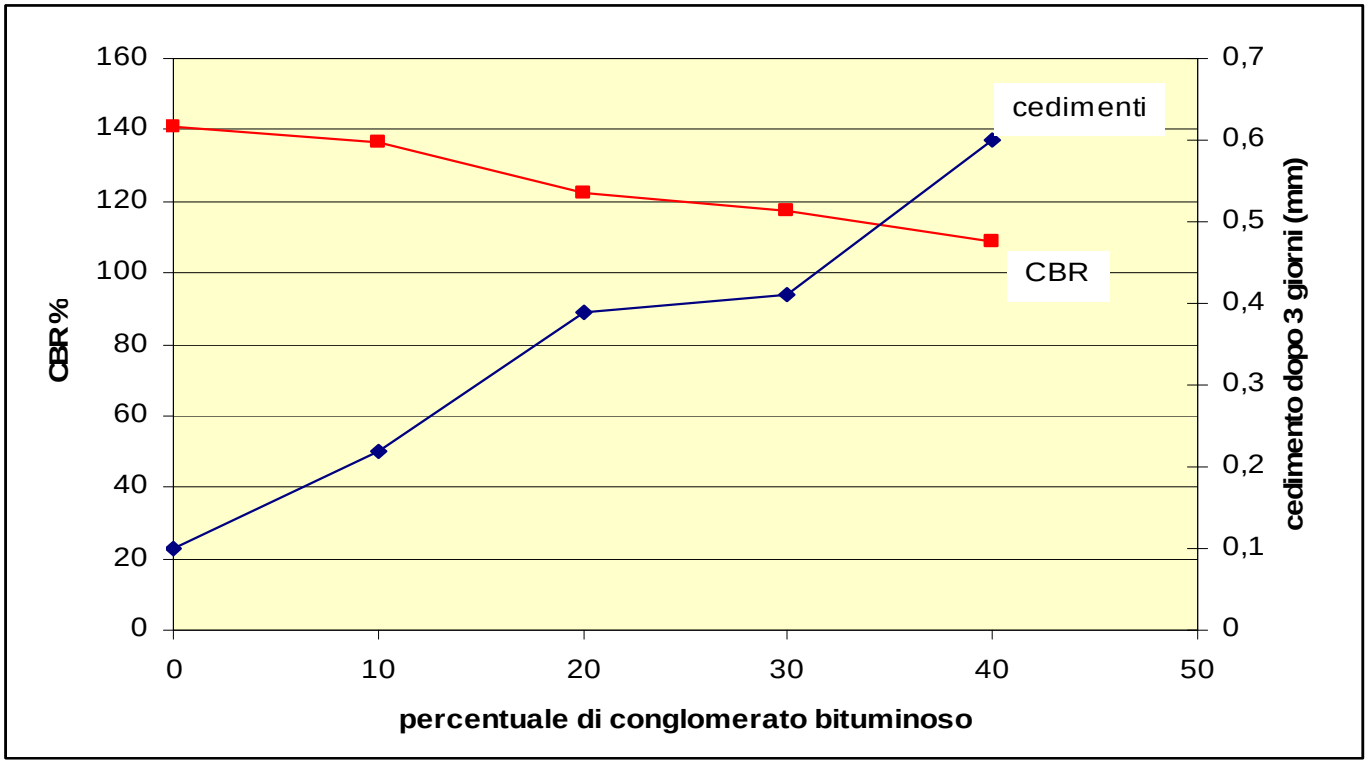
I RIFIUTI MINERALI

dei quali sia ammesso il recupero nelle strade.



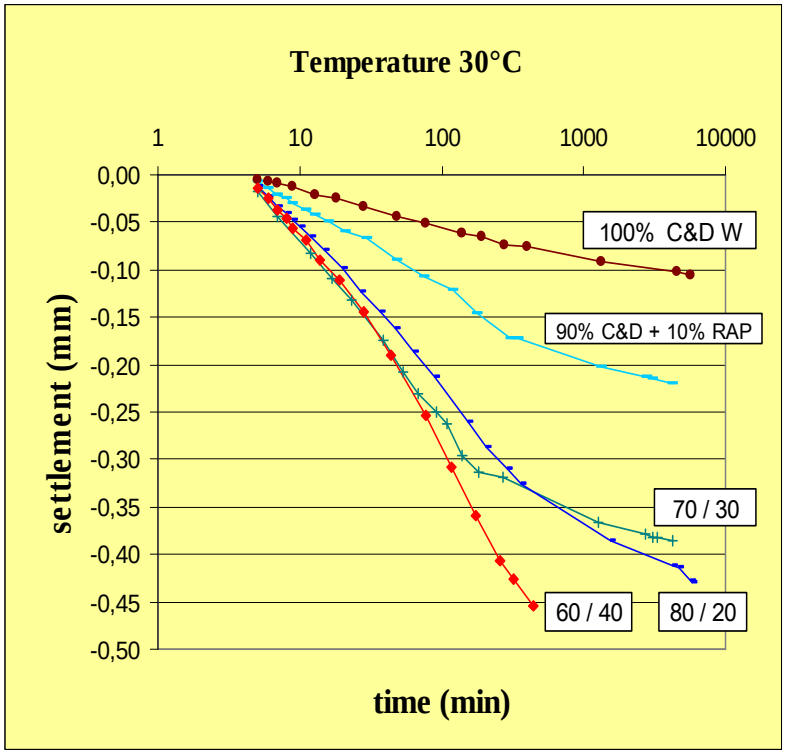
Tipologia di materiale	Rilevato	Sottofondo	Fondazione
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, loppe e scorie d'altoforno	> 70% in massa	> 80% in massa	> 90% in massa
Vetro e scorie vetrose	≤ 10% in massa	≤ 10% in massa	≤ 5% in massa
Conglomerati bituminosi	≤ 25% in massa	≤ 15% in massa	≤ 5% in massa
Altri rifiuti dei quali sia ammesso il recupero come aggregato sciolto nelle costruzioni stradali (normativa "Ronchi")	≤ 15% in totale e ≤ 5% per ogni tipologia	≤ 15% in totale e ≤ 5% per ogni tipologia	≤ 5% per ogni tipologia

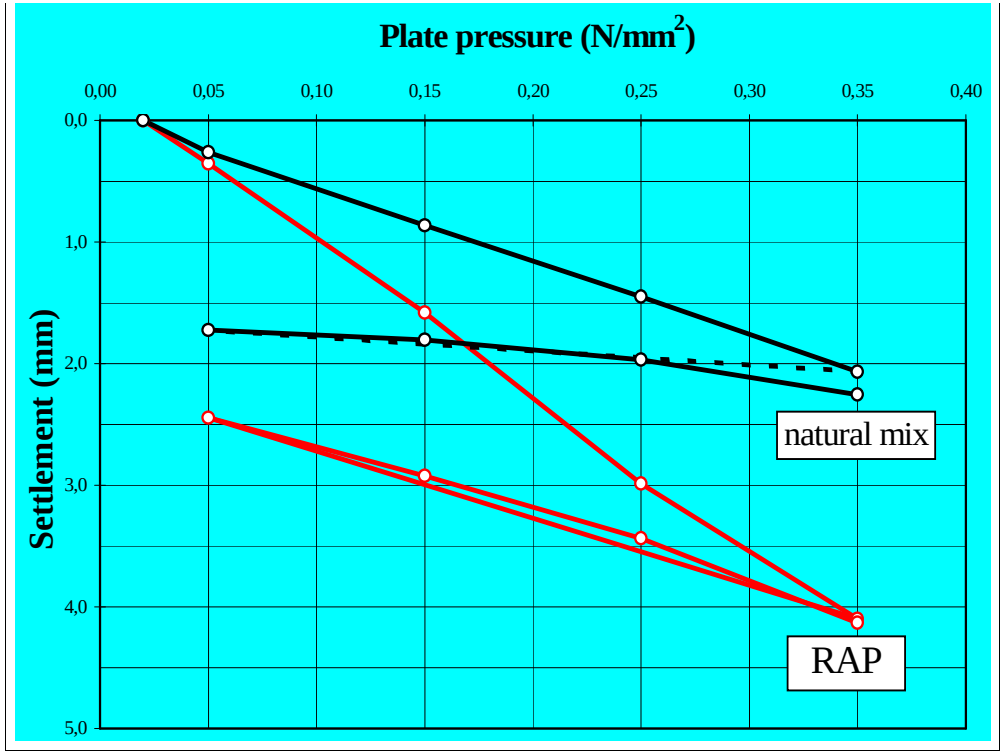
CAUTELA:
limitare i conglomerati bituminosi



Risultati di prove a carico costante versus CBR

RICERCHE SPECIALI SUL "FRESATO"

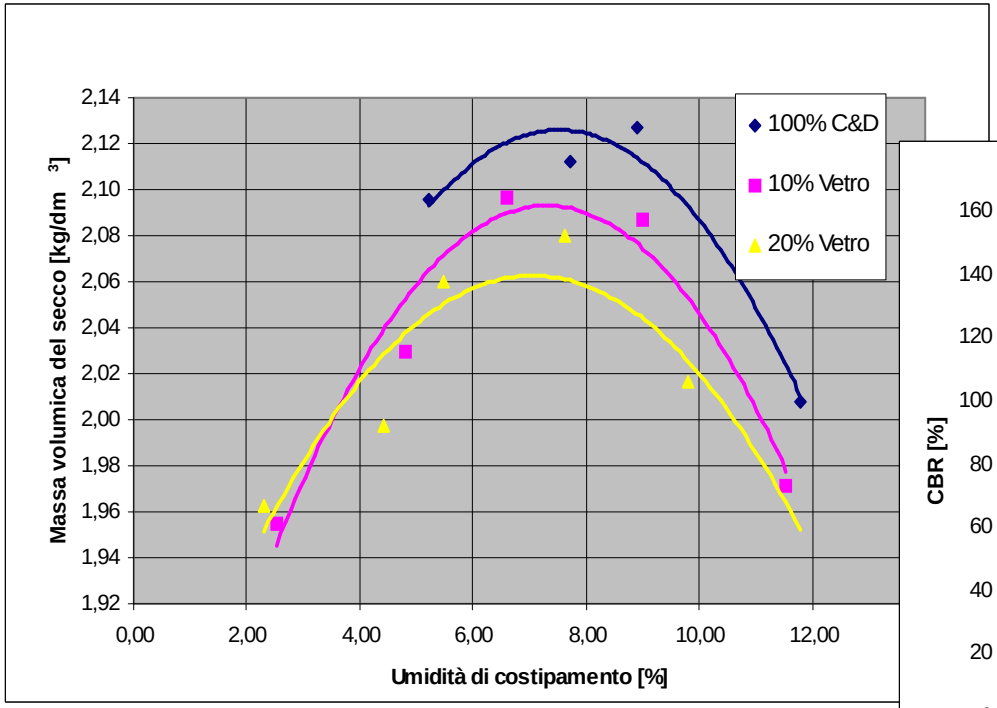




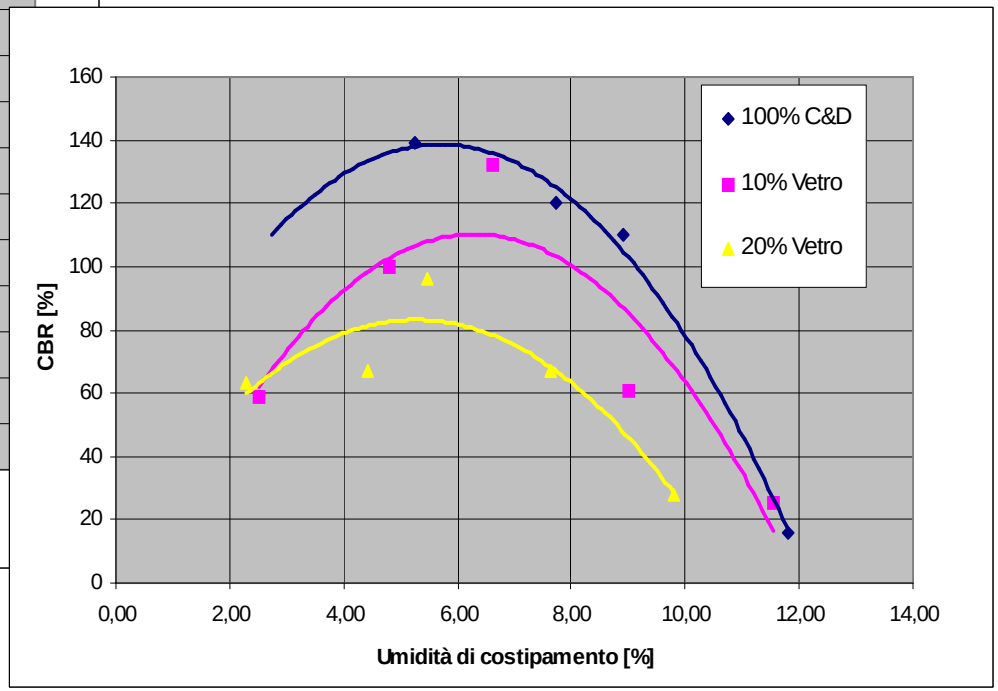
Prove a carico costante
Università "La Sapienza"

Prove in situ (piastra da 30 cm)
Università di Pisa

RISULTATI SPERIMENTALI SUL VETRO

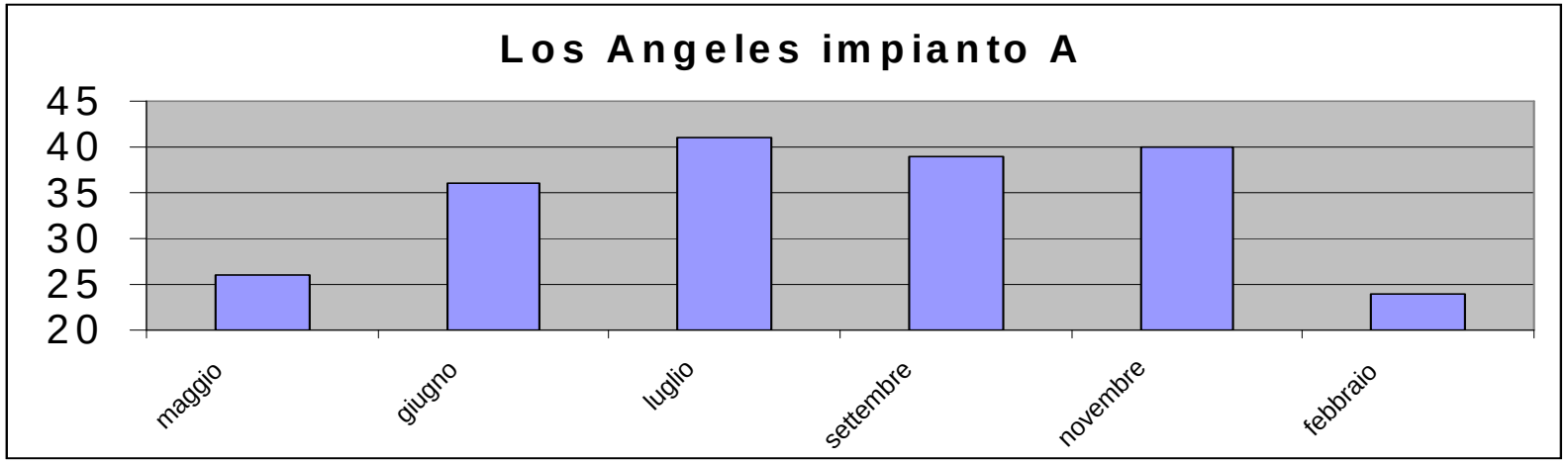


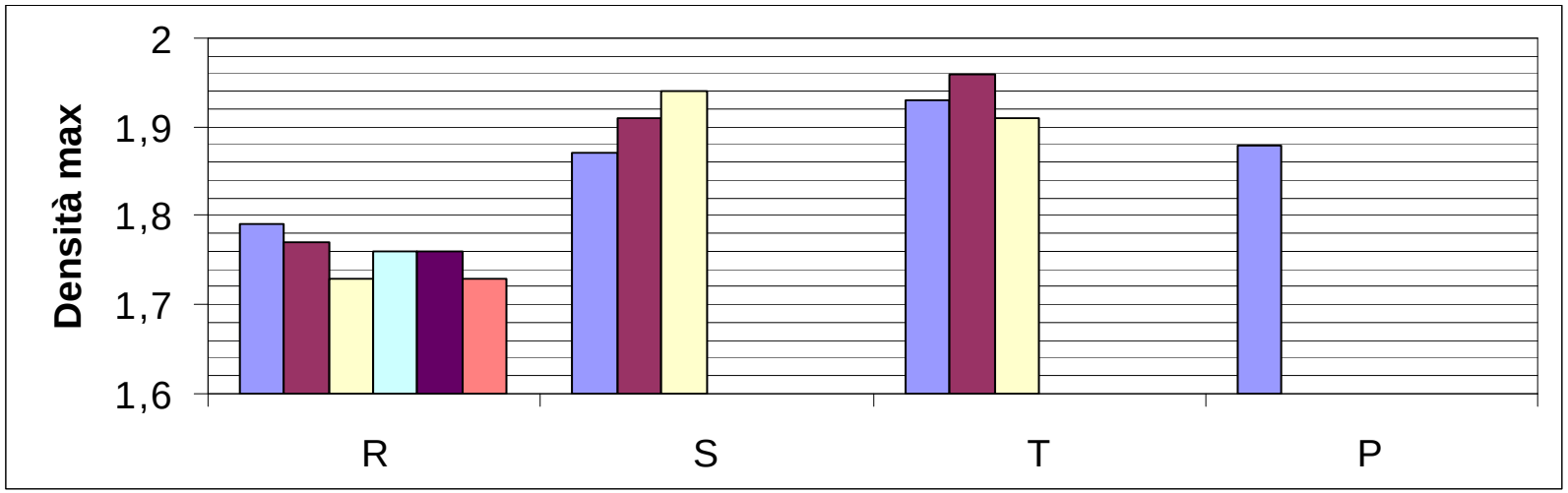
Caratteristiche di costipamento



Caratteristiche di portanza

VARIABILITA' COMPOSITIVA ED INCOSTANZA NEL TEMPO





INCOSTANZA NEL TEMPO - RIMEDI

CRITERIO GUIDA:

massima "eterogeneità" di

composizione mineralogica e costituzionale

come garanzia di "costanza" delle prestazioni

(un buon campionamento svela l'eccessiva "omogeneità")

Inversione della logica di controllo ordinaria:

ricercare ed evidenziare le disuniformità locali

PROCEDURE PRO-COSTANZA

Classificazione dei conferimenti
Stoccaggio per categorie
Prelievo proporzionale

Frantumazione e riclassificazione granulometrica
Asportazione automatica di leggeri ed estranei

Accumulazione in grandi volumi

Rimescolamento

Maggiori garanzie con impianti fissi

MODALITA' DI SAGGIO E CONTROLLO

In relazione alla variabilità della provenienza, dalla quale può conseguire disuniformità del comportamento in opera,

- **gli aggregati da C&D possono essere impiegati unicamente se facenti parte di LOTTI (o partite)**
- **i LOTTI vanno tutti caratterizzati prima dell'impiego**
- **il lotto non deve superare i 3000 m^3**

C.M. 5205 del 15 luglio 2005 (G.U. 25/7/05)

Allegato C1 **CORPO DEI RILEVATI**

PARAMETRO
Materiali litici di qualunque proveni d'opera, calcestruzzi, laterizi, refratt ceramici, malte idrauliche ed aeree, spente e loppe di fonderia di metalli (caratterizzate secondo EN 13242).
Vetro e scorie vetrose
Conglomerati bituminosi
Altri rifiuti minerali dei quali sia am nel corpo stradale ai sensi della legis
Materiali deperibili: carta, legno, fib residui alimentari, sostanze organich Materiali plastici cavi: corrugati, tub in plastica, etc.
Altri materiali (metalli, gesso*, guai roccia o di vetro, etc.)
Passante al setaccio da 63 mm
Passante al setaccio da 4 mm
Passante al setaccio da 0,063 mm
Equivalente in Sabbia
Dimensione massima D_{max}
Ecocompatibilità

(*) Il gesso deve essere riconosciuto mediante gocce di soluzione costituita da una parte di H
(**) La serie di setacci deve essere composta 0,063 mm.
Nota 1: La preparazione del campione da sotto 1097/5).
Nota 2: I costituenti della frazione trattenuta a calcestruzzo scevro di armatura sporgenti: passanti al setaccio da 63 mm.
Nota 3 (Frequenza delle Prove): gli aggrega ingegneria civile devono essere caratterizzati disomogeneità dovute alla variabilità dei mate un periodo di una settimana (frequenza minim Possono essere impiegati esclusivamente lotti cui si riferisce.

Allegato C2 **SOTTOFONDI STRADALI**

PARAMETRO
Materiali litici di qualunque proveni d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrat malte idrauliche ed aeree, intonaci, di fonderia di metalli ferrosi (caratte 13242).
Vetro e scorie vetrose
Conglomerati bituminosi
Altri rifiuti minerali dei quali sia am sottofondi stradali ai sensi della legi
Materiali deperibili: carta, legno, fib residui alimentari, sostanze organich Materiali plastici cavi: corrugati, tub plastica, etc.
Altri materiali (metalli, gesso*, guai roccia o di vetro, etc.)
Equivalente in Sabbia
Perdita in peso per abrasione con ap Angeles"
Passante al setaccio da 63 mm
Passante al setaccio da 4 mm
Rapporto tra il Passante al setaccio Passante al setaccio da 0,063 mm
Passante al setaccio 0,063 mm
Indice di forma (frazione > 4 mm)
Indice di appiattimento (frazione >
Ecocompatibilità

(*) Il gesso deve essere riconosciuto mediante gocce di soluzione costituita da una parte
(**) La serie di setacci deve essere composta 0,063 mm. La preparazione del campione UNI EN 1097/5).
Nota 3 (Frequenza delle Prove): gli aggreg ingegneria civile devono essere caratteri prevenire disomogeneità dovute alla var produzione di un periodo di una settima pari a 3000 m³. Possono essere impiegati esclusivamente per il lotto cui si riferisce.

Allegato C3 **STRATI DI FONDAZIONE**

PARAMETRO
Materiali litici di qualunque prov d'opera, calcestruzzi, laterizi, ref malte idrauliche ed aeree, intona di fonderia di metalli ferrosi (car 13242).
Vetro e scorie vetrose
Conglomerati bituminosi
Altri rifiuti minerali dei quali sia sottofondi o fondazioni stradali a vigente
Materiali deperibili: carta, legno, residui alimentari, sostanze orga Materiali plastici cavi: corrugati, plastica, etc.
Altri materiali (metalli, guaine, g vetro, etc.)
Passante al setaccio da 40 mm
Passante al setaccio da 20mm
Passante al setaccio da 10mm
Passante al setaccio da 4 mm
Passante al setaccio da 2 mm
Passante al setaccio da 1 mm
Passante al setaccio da 0,5 mm
Passante allo staccio da 0,063 mm
Rapporto tra il Passante al set Passante al setaccio da 0,063 mm
Equivalente in Sabbia
Perdita in peso per abrasione Angeles"
Indice di forma (frazione > 4 mm
Indice di appiattimento (frazione
Ecocompatibilità

(*) La preparazione del campione da sot 1097/5).
Nota 1: L'indice portante CBR della miscel della massa volumica max AASHTO M
costipamento, sia dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, un valore non inferiore a 30.
Nota 3 (Frequenza delle Prove): gli aggregati riciclati per miscele non legate e legate idraulicamente destinati a lavori stradali e altri lavori di ingegneria civile devono essere caratterizzati conformemente a quanto indicato nella Norma Armonizzata UNI EN 13242:2004. Al fine di prevenire disomogeneità dovute alla variabilità dei materiali costituenti il materiale va caratterizzato per lotti. Tali lotti possono rappresentare la produzione di un periodo di una settimana (frequenza minima allegato C UNI EN 13242:2004) e devono comunque avere dimensione massima pari a 3000 m³. Possono essere impiegati esclusivamente lotti precedentemente caratterizzati e tale caratterizzazione è da intendersi valida esclusivamente per il lotto cui si riferisce.

Allegato C4 **RECUPERI AMBIENTALI, RIEMPIMENTI E COLMATE**

PARAMETRO
Materiali litici di qualunque provenienza, pietri d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodott ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, sc spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo EN 13242).
Vetro e scorie vetrose
Conglomerati bituminosi
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il re nel corpo stradale ai sensi della legislazione vig
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, c residui alimentari, sostanze organiche eccetto b Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di in plastica, etc.
Altri materiali (metalli,gesso*, guaine, gomme, roccia o di vetro, etc.)
Passante al setaccio da 63 mm
Passante al setaccio da 0,063 mm
Ecocompatibilità

(*) Il gesso deve essere riconosciuto mediante l'osservazio gocce di soluzione costituita da una parte di HCl e due part
(**) La serie di setacci deve essere composta al minimo da 0,063 mm.
Nota 1: La preparazione del campione da sottoporre ad ana 1097/5).
Nota 2: I costituenti della frazione trattenuta al setaccio da calcestruzzo scevro di armatura sporgenti): non possono e passanti al setaccio da 63 mm.
Nota 3 (Frequenza delle Prove): gli aggregati riciclati per ingegneria civile devono essere caratterizzati conformemen disomogeneità dovute alla variabilità dei materiali costituen un periodo di una settimana (frequenza minima allegato C Possono essere impiegati esclusivamente lotti precedentem cui si riferisce.

Allegato C5
STRATI ACCESSORI AVENTI FUNZIONE ANTIGELO, ANTICAPILLARE, DRENANTE, ETC.

Possono essere costituiti da materiale riciclato se considerato idoneo allo scopo. Tale materiale deve rispettare le prescrizioni relative alla composizione valide per gli strati di sottofondo.

PARAMETRO	MODALITÀ DI PROVA	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo EN 13242).	Separazione visiva sul trattenuto al setaccio 8 mm	> 80% in massa
Vetro e scorie vetrose	Idem	≤ 10% in massa
Conglomerati bituminosi	Idem	≤ 15% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nei sottofondi stradali ai sensi della legislazione vigente	Idem	≤ 15% in totale e ≤ 5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie in plastica, etc.	Idem	≤ 0,1% in massa
Altri materiali (metalli, gesso**, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, etc.)	Idem	≤ 0,4 % in massa
Ecocompatibilità	Test di cessione di cui all'All. 3 DM 05/02/1998	Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal DM 5 febbraio 1998

Nota (Frequenza delle Prove): gli aggregati riciclati per miscele non legate e legate idrauliamente destinati a lavori stradali e altri lavori di ingegneria civile devono essere caratterizzati conformemente a quanto indicato nella Norma Armonizzata UNI EN 13242:2004. Al fine di prevenire disomogeneità dovute alla variabilità dei materiali costituenti il materiale va caratterizzato per lotti. Tali lotti possono rappresentare la produzione di un periodo di una settimana (frequenza minima allegato C UNI EN 13242:2004) e devono comunque avere dimensione massima pari a 3000 m³. Possono essere impiegati esclusivamente lotti precedentemente caratterizzati e tale caratterizzazione è da intendersi valida esclusivamente per il lotto cui si riferisce.

corpo dei rilevati
sottofondi e fondazioni
sistemazioni ambientali
strati drenanti ed antigelo

Schede tecniche per il C&D
Primo rifiuto introdotto nel catalogo