



In collaborazione con

Associazione Geologi della Provincia di Ferrara

CONVEGNO

**“AGGREGATI DI RICICLO PER LA COSTRUZIONE
DI OPERE CIVILI E INFRASTRUTTURALI”**

Ferrara, 11 Aprile 2008

Auditorium Biblioteca Comunale G. Bassani

Caratterizzazione geotecnica degli aggregati di riciclo

Relatore: Dott. Geol. Antonio Mucchi

D.M. n° 203/2003



Impone alle Pubbliche Amministrazioni di soddisfare il proprio fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota non inferiore al 30% di prodotti ottenuti con materiale riciclato"



Circ. n° 5205/05



"Il Ministero dell'Ambiente ha reso note le disposizioni per attuare nel settore edile, stradale e ambientale il D.M. 203/2003..."
In tale Circolare sono definiti alcuni dei possibili riutilizzi degli aggregati riciclati e le loro caratteristiche prestazionali.

La Provincia di Ferrara (Servizio Risorse Idriche e Tutela Ambientale) ha recepito pressochè integralmente il D.M. 203/03 e Circ. 5205/05 pervenendo così, in accordo con Gli Enti e Associazioni di Categorie, alla stesura di un "Accordo di Programma per il recupero dei residui da costruzione e demolizione"

Esempi di possibili riutilizzi degli aggregati di riciclo (Circ. 5205/05)

A1 – Corpo dei rilevati di opere in terra dell'ingegneria civile (All. C1)

A2 – Sottofondi stradali, ferroviari, aeroportuali, piazzali civili e industriali (All. C2)

A3 – Strati di fondazioni delle infrastrutture di trasporto e piazzali civili e industriali (All. C3)

A4 – Recuperi ambientali, riempimenti e colmate (All. C4)

A5 – Strati accessori aventi funzioni antigelo, anticapillare, drenanti, etc... (All. C5)

**A6 – Confezionamento calcestruzzi con classe di resistenza Rck 15 MPa, secondo norma
UNI 8520-2**

Nell'Accordo di Programma della Provincia di Ferrara NON è contemplato l'utilizzo dei riciclati per il confezionamento di calcestruzzi a bassa resistenza ma è previsto nella costruzione di strati di fondazioni in misto cementato

Caratteristiche prestazionali degli aggregati di riciclo (Circ. 5205/05)

Il materiale riciclato, per essere considerato idoneo all'impiego, deve essere caratterizzato con prove geotecniche di laboratorio. Gran parte di tali prove sono le stesse previste per la marcatura CE degli aggregati.



UNI EN 13242/04



Specifica le proprietà
degli aggregati ottenuti mediante
processo naturale o industriale
oppure riciclati
per impiego in opere di ingegneria
civile e nella costruzione di strade

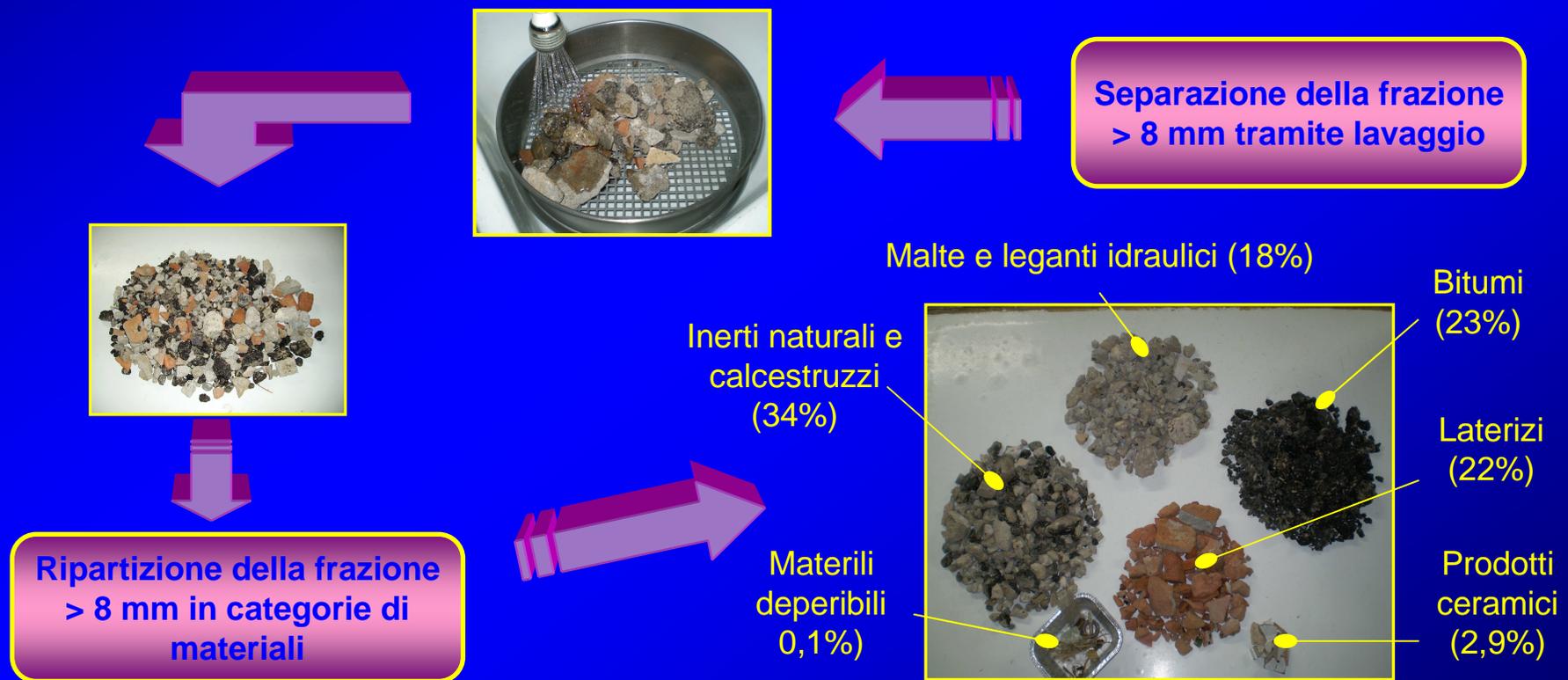
**ELENCO DELLE PRINCIPALI PROVE E NORMATIVE DI RIFERIMENTO
PER LA DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE
GEOTECNICHE DEGLI AGGREGATI DI RICICLO (Circ. 5205/05)**

1. Composizione delle miscele contenenti aggregati di riciclo	UNI EN 13285
2. Requisiti granulometrici	UNI EN 933 - 1
3. Equivalente in sabbia	UNI EN 933 - 8
4. Resistenza alla frammentazione con prova "Los Angeles"	UNI EN 1097 - 2
5. Indice di forma	UNI EN 933 - 4
6. Indice di appiattimento	UNI EN 933 - 3
7. Indice di portanza CBR	CNR UNI 10009
8. Resistenza al gelo-disgelo	UNI EN 1367 - 1

1. COMPOSIZIONE DELLE MISCELE CONTENENTI AGGREGATI RICICLATI (UNI EN 13285)

L'analisi va effettuata separando visivamente le diverse tipologie di materiali trattenute al setaccio 8 mm. La quantità di materiale da vagliare è funzione del D_{MAX} del campione (Se $D_{MAX} \leq 32$ mm \rightarrow 4.000 gr; se $D_{MAX} > 32$ mm \rightarrow 10.000 gr)

Procedimento



**COMPOSIZIONE DELLE MISCELE
CONTENENTI AGGREGATI RICICLATI (UNI EN 13285)**

Limiti di accettabilità (% in massa) – Circ. n° 5205/2005

Materiali / Usi	Corpo dei rilevati	Sottofondi stradali	Strati di fondazione	Riempimenti e colmate	Strati accessori (Antigelo...)
Materiali litici, pietrisco, cls, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte, intonaci, scorie spente e loppe	> 70%	> 80%	> 90%	> 70%	> 80%
Vetro e scorie vetrose	≤ 15%	≤ 10%	≤ 5%	≤ 15%	≤ 10%
Conglomerati bituminosi	≤ 25%	≤ 15%	≤ 5%	≤ 25%	≤ 15%
Altri rifiuti minerali di cui sia ammesso il recupero dalla legislazione vigente	≤15% tot. e ≤ 5% per tipologia	≤15% tot. e ≤ 5% per tipologia	≤ 5% per tipologia	≤15% tot. e ≤ 5% per tipologia	≤15% tot. e ≤ 5% per tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, Materiali plastici cavi	≤ 0,1%	≤ 0,1%	≤ 0,1%	≤ 0,1%	≤ 0,1%
Altri materiali (metalli, gesso, gomme, guaine...)	≤ 0,6%	≤ 0,4%	≤ 0,4%	≤ 0,6%	≤ 0,4%

2. REQUISITI GRANULOMETRICI (UNI EN 933-1/2: 1999/97)

La prova serve a determinare la distribuzione granulometrica di un aggregato mediante setacciatura

Procedimento

1. Quartatura del campione fino ad ottenere la porzione minima di prova, funzione del D_{max}

Dimensione max (mm)	Massa minima di prova (Kg)
63	40
32	10
16	2,6
8	0,6
≤ 4	0,2



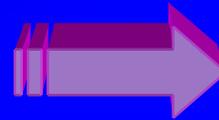
REQUISITI GRANULOMETRICI (UNI EN 933-1/2)

2. Setacciatura a umido utilizzando la serie di setacci riportati sulla normativa.

N.B. Solo setacci ad apertura quadrata

Apertura nominale dei setacci da utilizzare:

80 mm, 63 mm, 40 mm, 31,5 mm, 20 mm,
16 mm, 14 mm, 12,5 mm, 10 mm, 8 mm,
6,3 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,063 mm.



REQUISITI GRANULOMETRICI (UNI EN 933-1/2)

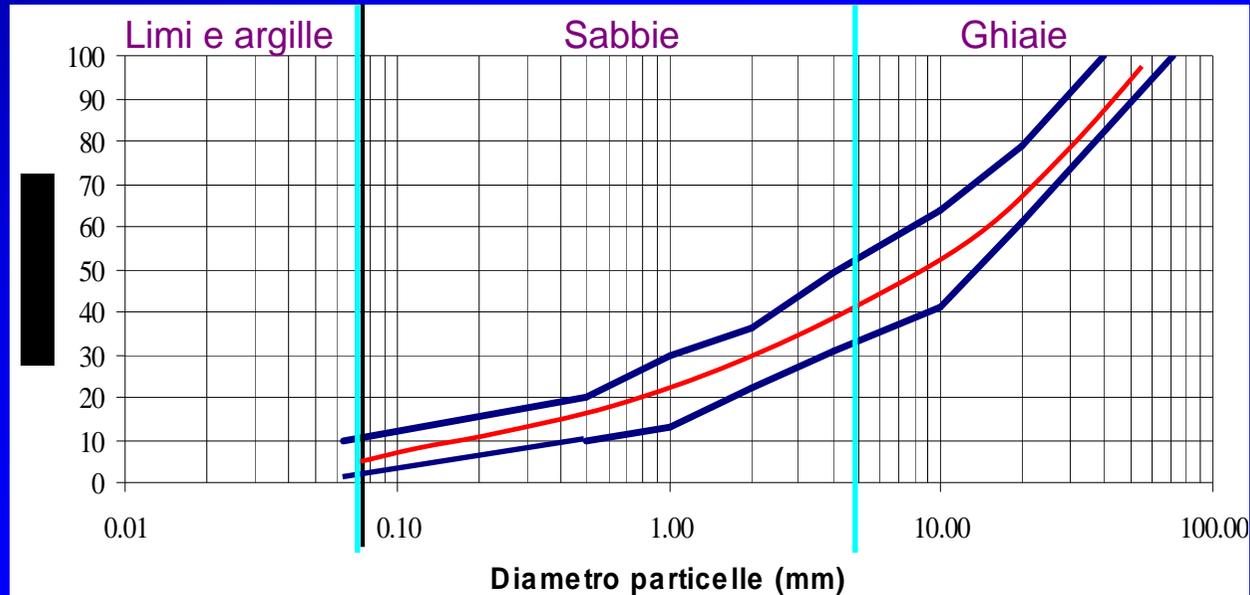
Limiti di accettabilità – Circ. n° 5205/2005

Parametri \ Uso	Corpo dei rilevati	Sottofondi stradali	Strati di fondazione	Riempimenti e colmate	Strati accessori (Antigelo, drenanti)
Passante set. 63 mm	> 85% Tratt. privo di fori	100%	100%	> 85% Tratt. privo di fori	non previsto
Passante set. 40 mm	non previsto	non previsto	100%	non previsto	non previsto
Passante set. 20 mm	non previsto	non previsto	> 61%; <79%	non previsto	non previsto
Passante set. 10 mm	non previsto	non previsto	> 41%; <64%	non previsto	non previsto
Passante set. 4 mm	≤ 60%	≤ 60%	> 31%; <49%	non previsto	non previsto
Passante set. 2 mm	non previsto	non previsto	> 22%; <36%	non previsto	non previsto
Passante set. 1 mm	non previsto	non previsto	>13%; <30%	non previsto	non previsto
Passante set. 0,5 mm	non previsto	non previsto	>10%; <20%	non previsto	non previsto
Passante set. 0,063 mm	≤ 25% (≤ 15%)	≤ 15%	≤ 10%	≤ 15%	non previsto
Dimensione max D_{max}	125 mm	63 mm	40 mm	non previsto	non previsto
Rapporto tra Pass. 0,5 mm e Pass. 0,063 mm	non previsto	> 1,5	> 1,5	non previsto	non previsto

* = valore espresso nell'Accordo di Programma della Provincia di Ferrara sui rifiuti inerti

REQUISITI GRANULOMETRICI (UNI EN 933-1)

Fuso di riferimento per strati di fondazione



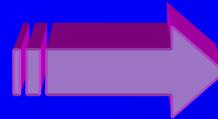
NOTA: La curva granulometrica dovrebbe ricadere, per quanto possibile, nella parte medio-bassa del fuso, dal momento che la lavorazione in sito ne provoca in parte la frantumazione, con conseguente aumento della frazione fine e spostamento della curva d'origine verso i limiti superiori del fuso

3. EQUIVALENTE IN SABBIA (UNI EN 933-8: 2000)

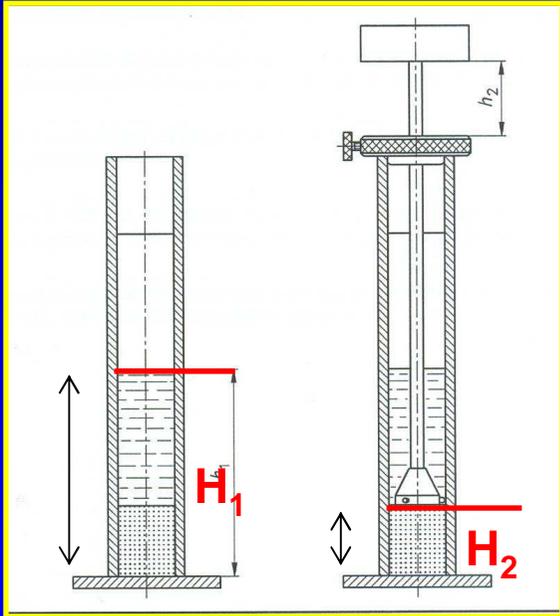
Il principio è quello di valutare la quantità di sabbia nella parte fine di un aggregato, misurando il suo spessore rispetto alla totalità della frazione 0/2 mm sedimentata

Procedimento

- Preparazione soluzione di lavaggio:
 - Cloruro di Calcio
 - Glicerina,
 - Formaldeide
 - H₂O distillata
- Isolamento della frazione < 2 mm (120 gr per cilindro)
- Immersione della porzione di prova nella soluzione di lavaggio all'interno del cilindro
- Scuotimento dopo 10 min di immersione (90 cicli in 30 sec, con corsa = 20 cm)
- Misura dell'altezza degli strati sedimentati dopo 20 min



EQUIVALENTE IN SABBIA (UNI EN 933-8)



$$E.S. = \frac{H_2}{H_1} * 100$$

Dove:

E.S. = Equivalente in Sabbia

H₁ = altezza della sospensione

H₂ = Strato di sabbia

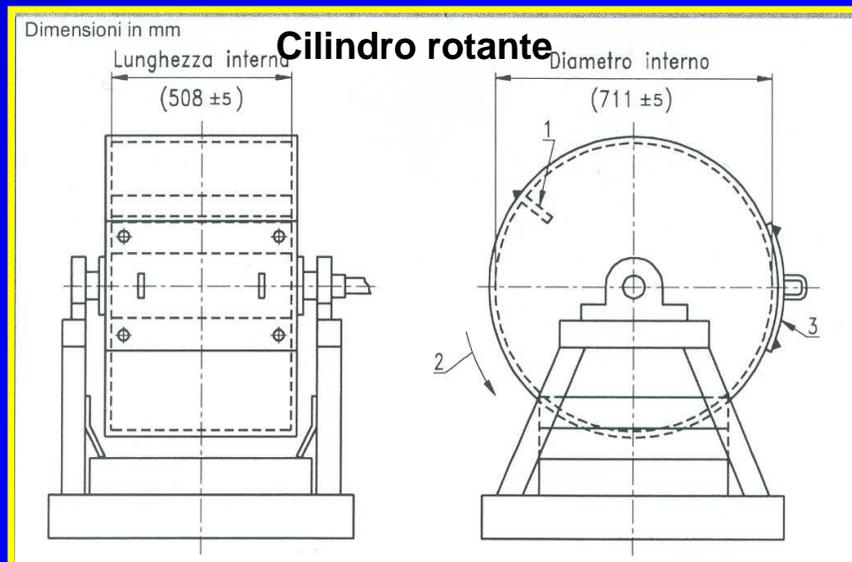
Limiti di accettabilità – Circ. n° 5205/2005

Uso Parametro	Corpo dei rilevati	Sottofondi stradali	Strati di fondazione	Riempimenti e colmate	Strati accessori (Antigelo, drenanti ...)
E.S.	> 20	> 30	> 30	non previsto	non previsto

4. RESISTENZA ALLA FRAMMENTAZIONE "Los Angeles" (UNI EN 1097-2)

La norma specifica i procedimenti per la determinazione della resistenza alla frammentazione degli aggregati grossi.

La prova consiste nell'inserire in un cilindro rotante un campione di aggregato insieme a sfere di acciaio.



PROVA "Los Angeles" (UNI EN 1097-2)

Requisiti di prova

- Campione da analizzare costituito da 5 Kg passante al setaccio 14 mm e trattenuto al setaccio 10 mm
- Carica di n°11 sfere in acciaio, (ø = 45 - 49 mm, massa = 400 - 445 gr)
- Rotazione: 500 giri a velocità 31-33 giri/min
- Setaccio per vagliatura a fine prova: 1,6 mm

$$L.A. = \frac{M_i - M_t}{M_i} * 100$$

Dove:

L.A. = Coefficiente Los Angeles

M_i = Massa iniziale (5 Kg)

M_t = Massa trattenuta al set. 1,6 mm



M_i = massa inizio prova



Rotazione



M_t = massa trattenuta al set. 1,6 mm

PROVA "Los Angeles" (UNI EN 1097-2)

Limiti di accettabilità – Circ. n° 5205/2005

Uso Parametro	Corpo dei rilevati	Sottofondi stradali	Strati di fondazione	Riempimenti e colmate	Strati accessori (Antigelo, drenanti ...)
Coeff. L. A.	non previsto	non previsto ≤ 45	≤ 30	non previsto	non previsto

= requisito non previsto nell'accordo di programma della Provincia di Ferrara sui rifiuti inerti

**L'Accordo di Programma prevede invece la prova Los Angeles per i riciclati trattati a cemento.
(Coeff. L.A. variabile da ≤ 30 a ≤ 40 in relazione alla tipologia di traffico)**

5. INDICE DI FORMA (UNI EN 933-4)

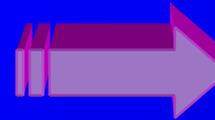
La prova serve per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati in base al rapporto esistente tra lunghezza e spessore dei singoli componenti

Lunghezza **L**: massima distanza tra due piani paralleli tangenziali alla superficie del granulo

Spessore **E**: minima distanza tra due piani paralleli tangenziali alla superficie del granulo

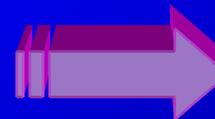


$$\frac{L}{E} < 3$$



Granulo
CUBICO

$$\frac{L}{E} > 3$$



Granulo
NON CUBICO

INDICE DI FORMA (UNI EN 933-4)

Procedimento

- Separazione dell'aggregato in classi granulometriche in cui risulti $D \leq 2d$ Utilizzando la serie di setacci di riferimento: 4 mm, 5,6 mm, 8 mm, 11,2 mm, 16 mm, 22,4 mm, 31,5 mm, 45 mm, 63 mm. Scartare le frazioni $< 4\text{ mm}$ e $> 63\text{ mm}$.

- Per ogni classe granulometrica misura di L ed E per separazione dei granuli cubici ($L/E < 3$) e granuli non cubici ($L/E > 3$)



INDICE DI FORMA (UNI EN 933-4)

$$\text{S.I.} = \frac{M_2}{M_1} * 100$$

Dove:

S.I. = Indice di forma

M₁ = Massa totale dei granuli esaminati

M₂ = Massa totale dei granuli **NON CUBICI**

Limiti di accettabilità – Circ. n° 5205/2005

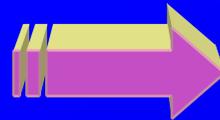
Uso Parametro	Corpo dei rilevati	Sottofondi stradali	Strati di fondazione	Riempimenti e colmate	Strati accessori (Antigelo, drenanti ...)
S.I. (%)	non previsto	≤ 40	≤ 40	non previsto	non previsto

6. INDICE DI APPIATTIMENTO (UNI EN 933-3: 1998)

La prova serve per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati sulla base della vagliatura dell'aggregato attraverso setacci a barre parallele di apertura specifica.

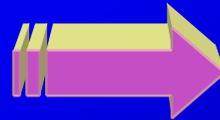
Procedimento

1. Separazione del campione in classi granulometriche d_i/D_i con setacci tradizionali a maglia quadrata: 80 mm, 63 mm, 50 mm, 40 mm, 31,5 mm, 25 mm, 20 mm, 16 mm, 12,5 mm, 10 mm, 8 mm, 6,3 mm, 5 mm, 4 mm. Scartare le frazioni < 4 mm e > 80 mm.



2. Vagliatura di ogni classe d_i/D_i con setaccio a barre parallele di apertura $D_i/2$

(Esempio: La classe 63/80 viene passata al setaccio a barre di apertura 40 mm)



INDICE DI APPIATTIMENTO (UNI EN 933-3)

$$F.I. = \frac{M_2}{M_1} * 100$$

Dove:

F.I. = Indice di appiattimento

M₁ = Somma delle masse dei granuli di ogni classe d/D_i, in grammi

M₂ = Somma delle masse dei granuli di ogni classe granulometrica passante al corrispondente staccio a barre di apertura D/2

Granulo Passante (M₂)



Granulo trattenuto

Limiti di accettabilità – Circ. n° 5205/2005

Usò Parametro	Corpo dei rilevati	Sottofondi stradali	Strati di fondazione	Riempimenti e colmate	Strati accessori (Antigelo, drenanti ...)
F.I. (%)	non previsto	≤ 35	≤ 35	non previsto	non previsto

7. INDICE DI PORTANZA CBR (CNR UNI 10009)

La prova CBR misura la capacità portante di un terreno in determinate condizioni di densità e umidità, che può essere utilizzato per il dimensionamento degli stati di fondazione e di base delle pavimentazioni flessibili sia stradali che aeroportuali.

Procedimento

1. Isolamento della frazione di prova:
La prova va eseguita sul materiale
passante al setaccio 19 mm

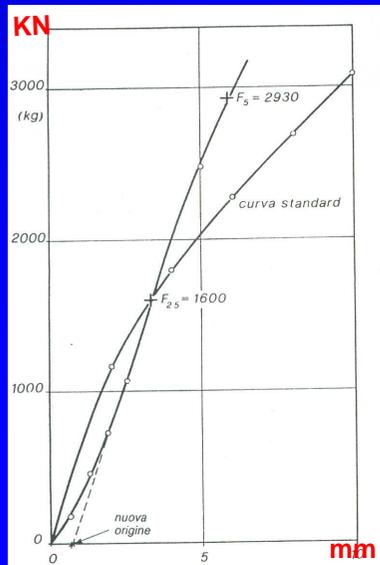
2. Compattazione al 94% della densità secca
massima AASHTO Modificata, a umidità
compresa entro $\pm 2\%$ del valore ottimo

3. Saturazione del provino per 4 giorni
con misura del rigonfiamento



INDICE DI PORTANZA CBR (CNR UNI 10009)

4. Fase di penetrazione: lettura sforzo ogni 0,5 mm di avanzamento verticale del pistone



$$CBR_{2,5} = \frac{L_{2,5 \text{ mm}}}{13,24} * 100$$

$$CBR_5 = \frac{L_{5 \text{ mm}}}{19,96} * 100$$

Dove:

L : Carico misurato in corrispondenza di 2,5 e 5 mm di penetrazione (kN)

13,24 e 19,96: Carico misurato a 2,5 e 5 mm di penetrazione su materiale standard di riferimento (kN)

Limiti di accettabilità – Circ. n° 5205/2005

Usò Parametro	Corpo dei rilevati	Sottofondi stradali	Strati di fondazione	Riempimenti e colmate	Strati accessori (Antigelo, drenanti ...)
Ind. CBR	non previsto	non previsto	non previsto > 30	non previsto	non previsto

= requisito non previsto nell'Accordo di Programma della Provincia di Ferrara sui rifiuti inerti

8. RESISTENZA AL GELO-DISGELO (UNI EN 1367-1: 2001)

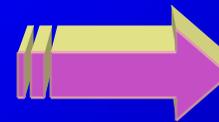
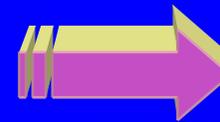
La prova serve per stabilire il comportamento degli aggregati quando sono soggetti a cicli di gelo e disgelo.

Procedimento

1. Isolamento della frazione di prova in funzione del D_{max} dell'aggregato.
La prova viene eseguita su 3 campioni

Dimensione max (mm)	Massa di prova per campione (gr)
da 4 mm a 8 mm	1000
da 8 mm a 16 mm	2000
da 16 mm a 32 mm	4000
da 32 mm a 63 mm	6000

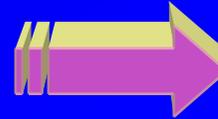
2. Immersione dei 3 campioni in acqua e raffreddamento fino a $-17,5^{\circ}$.
Successivo scongelamento in bagno d'acqua a circa 20°
(n°10 cicli)



RESISTENZA AL GELO-DISGELO (UNI EN 1367-1)

3. Dopo 10 cicli di gelo-disgelo si esegue la vagliatura dei 3 campioni al setaccio d/2

(Esempio: se la prova viene effettuata sulla frazione 8/16, al termine dei cicli il campione viene vagliato al setaccio 4 mm)



$$F = \frac{M_1 - M_2}{M_1} * 100$$

Dove:

F = Perdita % di massa dei 3 campioni dopo i cicli di gelo- disgelo

M₁ = Massa totale iniziale dei 3 campioni di prova essiccati, in grammi

M₂ = Massa totale finale dei 3 campioni di prova essiccati, in grammi, trattenuta al setaccio d/2 dopo i cicli di gelo-disgelo

La Circ. 5205/05 non prevede questo requisito

Nell'Accordo di Programma della Provincia di Ferrara tale prova è invece prevista solo nei misti cementati, con valore di F ≤ 30 per tutte le tipologie di traffico

RIASSUNTO E CONCLUSIONI

Tabella riassuntiva dei Limiti di accettabilità – Circ. n° 5205/2005

Uso Parametro	Corpo dei rilevati (All. C1)	Sottofondi stradali (All. C2)	Strati di fondazione (All. C3)	Riempimenti e colmate (All. C4)	Strati accessori (Antigelo...) (All. C5)
Materiali litici, pietrisco, cls, laterizi, refrattari, ecc... (trattenuto > 8 mm) (EN 13285)	> 70%	> 80%	> 90%	> 70%	> 80%
Vetro e scorie vetrose (EN 13285)	≤ 15%	≤ 10%	≤ 5%	≤ 15%	≤ 10%
Conglomerati bituminosi (EN 13285)	≤ 25%	≤ 15%	≤ 5%	≤ 25%	≤ 15%
Altri rifiuti minerali di cui sia ammesso il recupero dalla legislazione vigente (EN 13285)	≤15% tot. e ≤ 5% per tipologia	≤15% tot. e ≤ 5% per tipologia	≤ 5% per tipologia	≤15% tot. e ≤ 5% per tipologia	≤15% tot. e ≤ 5% per tipologia
Materiali deperibili (carta, legno, ecc...) (EN 13285)	≤ 0,1%	≤ 0,1%	≤ 0,1%	≤ 0,1%	≤ 0,1%
Altri materiali (metalli, gesso, gomme, guaine...) (EN 13285)	≤ 0,6%	≤ 0,4%	≤ 0,4%	≤ 0,6%	≤ 0,4%



Convegno "Aggregati di riciclo per la costruzione di opere civili e infrastrutturali"

Parametri / Uso	Corpo dei rilevati	Sottofondi stradali	Strati di fondazione	Riempimenti e colmate	Strati accessori (anticapillari, drenanti...)
Passante set. 63 mm (EN 933-1)	> 85% Tratt. privo di fori	100%	100%	> 85% Tratt. privo di fori	non previsto
Passante set. 40 mm (EN 933-1)	non previsto	non previsto	100%	non previsto	non previsto
Passante set. 20 mm (EN 933-1)	non previsto	non previsto	> 61%; <79%	non previsto	non previsto
Passante set. 10 mm (EN 933-1)	non previsto	non previsto	> 41%; <64%	non previsto	non previsto
Passante set. 4 mm (EN 933-1)	≤ 60%	≤ 60%	> 31%; <49%	non previsto	non previsto
Passante set. 2 mm (EN 933-1)	non previsto	non previsto	> 22%; <36%	non previsto	non previsto
Passante set. 1 mm (EN 933-1)	non previsto	non previsto	>13%; <30%	non previsto	non previsto
Passante set. 0,5 mm (EN 933-1)	non previsto	non previsto	>10%; <20%	non previsto	non previsto
Passante set. 0,063 mm (EN 933-1)	≤ 25% (≤ 15%)	≤ 15%	≤ 10%	≤ 15%	non previsto
Dimensione massima D _{max} (EN 933-1)	125 mm	63 mm	40 mm	non previsto	non previsto
Rapp. Pass. 0,5/ 0,063 mm (EN 933-1)	non previsto	> 1,5	> 1,5	non previsto	non previsto
Equivalente in sabbia (%) (EN 933-8)	> 20	> 30	> 30	non previsto	non previsto
Coeff. Los Angeles (%) (EN 1097-2)	non previsto	non previsto ≤ 45	≤ 30	non previsto	non previsto
Indice CBR (%) (UNI CNR 10009)	non previsto	non previsto	non previsto > 30	non previsto	non previsto
Indice di Forma (%) (EN 933-4)	non previsto	≤ 40	≤ 40	non previsto	non previsto
Indice di Appiattimento (%) (EN 933-3)	non previsto	≤ 35	≤ 35	non previsto	non previsto
Ecocompatibilità	Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal D.M. 5 Febbraio 1998				

In rosso le variazioni apportate nell'Accordo di Programma della Provincia di Ferrara sui rifiuti inerti

CONTROLLO DEGLI AGGREGATI

Importante distinzione

PRODUTTORE

Marcatura ed etichettatura CE
obbligatoria (UNI EN 13242)

Serve a definire e a dichiarare
le caratteristiche del prodotto:

- Requisiti geometrici
- Requisiti fisici
- Requisiti chimici
- Requisiti di durabilità

ENTE APPALTANTE

Prescrizione e controlli

Compito di verificare i requisiti
prestazionali del prodotto di riciclo
previsti dalla Circ. 5205/05. Tali requisiti
devono essere obbligatoriamente
riportati nei Capitolati e fatti osservare dalla
Direzione Lavori e dai Collaudatori
in corso d'opera.

**Verifiche periodiche del Produttore
(UNI EN 13242 - Marcatura CE)**

Prova (Norma)	Frequenza minima di prova
Analisi petrografica (EN 932-3)	1 ogni 2 anni
Analisi granulometrica (EN 933-1)	1 a settimana
Indice di Forma (EN 933-4)	1 al mese
Indice di Appiattimento (EN 933-3)	1 al mese
% particelle frantumate (EN 933-5)	1 al mese
Contenuto fini (EN 933-1)	1 a settimana
Qualità fini - Eq.Sabbia - Blu Met. - (EN 933-8 e EN 933-9)	1 a settimana
Resist. Frammentazione (Los Angeles) e Usura (EN 1097-1/2)	2 all'anno
Massa volumica e Assorbimento (EN 1097-6)	1 all'anno
Prove chimiche (solfati solubili, zolfo totale, sostanza humica) (EN 1744)	1-2 all'anno
Resist. Gelo-disgelo (EN 1367-1)	1 ogni 2 anni
Sost. Pericolose (Rilascio metalli pesanti)	Se dubbio o necessario

**Verifiche a cura dell'Ente appaltante
(Circ. 5205/2005)**

Prova (Norma)	Frequenza minima di prova
Analisi composizionale (EN 13285)	<p>Ogni lotto di materiale (max 3000 m³)</p> <p>N.B. La caratterizzazione non può essere estesa ad altri lotti</p>
Analisi granulometrica (EN 933-1)	
Qualità fini - Equivalente in Sabbia (EN 933-8)	
Resist. Frammentazione (Los Angeles) (EN 1097-2)	
Indice di Forma (EN 933-4)	
Indice di Appiattimento (EN 933-3)	
Indice di portanza CBR (UNI 10009)	
Resist. Gelo-disgelo (EN 1367-1)	
Ecocompatibilità (All.3 DM 05/02/98)	

CAMPIONAMENTO

Il n° minimo di campioni da prelevare è funzione della forma del cumulo e del suo volume complessivo



m ³ cumulo piatto	< 500	500-1000	1000-3000
n° minimo campioni da prelevare (50 Kg)	3	4	5



Almeno 5 campioni di 50 Kg ciascuno, da parti diverse e a differente quota (dimensione massima cumulo: 3000 m³)

Il campionamento deve essere eseguito secondo le modalità previste dal CNR B.U. n°25/1972 (Punti 6-7) e UNI E N 932-1: 1998

