

Linee guida per il confezionamento del calcestruzzo con aggregati riciclati o artificiali

Relatore: Dott. Geol. Pasquale ZAMBITO – Coordinatore TT4 – ANPAR

Direttore del Laboratorio Prove CAVETEST srl

Rifiuti in Europa



**RIFIUTI SPECIALI
PRODOTTI IN UE
NEL 2012**

**2.510.000.000, in
Mg**

**RIFIUTI SPECIALI
NON PERICOLOSI,
IN Mg**

2.400.000.000

**RIFIUTI SPECIALI
PERICOLOSI, IN
Mg**

99.100.000

**RIFIUTI SPECIALI
NON PERICOLOSI
DA C&D, IN Mg**

821.000.000

**RIFIUTI SPECIALI
NON PERICOLOSI
DA C&D**

33 %



#43101595

**RIFIUTI SPECIALI
PRODOTTI IN
ITALIA NEL 2014**

130.000.000

**RIFIUTI SPECIALI
NON PERICOLOSI,
IN Mg**

121.000.000

**RIFIUTI SPECIALI
PERICOLOSI, IN
Mg**

8.840.000

**RIFIUTI SPECIALI
NON PERICOLOSI
DA C&D, IN Mg**

51.000.000

**RIFIUTI SPECIALI
NON PERICOLOSI
DA C&D**

39 %



**COSA FARE DI QUESTI RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI
DOPO LA LORO TRASFORMAZIONE IN AGGREGATI
RICICLATI O ARTIFICIALI???**

**E' POSSIBILE UN IMPIEGO IN ALTRI SETTORI
DELL'EDILIZIA CHE NON SIA IL CLASSICO RIEMPIMENTO
O SOTTOFONDO STRADALE**

Dott.ssa DI SEVO Giuseppina

- **LA PRODUZIONE DI CALCESTRUZZO CON AGGREGATI RICICLATI (ricerca ATECAP – ANPAR)**

Avv. MARTELLI Andrea

- **LA NORMATIVA SUL RECUPERO DEI RIFIUTI**

Dott. Geol. PINTO Giovanni

- **NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO SUL CALCESTRUZZO E SULLE MISCELE CEMENTIZIE**

Dott. Geol. ZAMBITO Pasquale
Ing. BRESSI Giorgio

- **PRODUZIONE DI AGGREGATI RICICLATI E ARTIFICIALI: PIANI DI CONTROLLO E CONSIGLI OPERATIVI**

Arch. ALTAMURA Paola
Dott. Geol. PINTO Giovanni

- **STRUMENTI DI INCENTIVO ALL'IMPIEGO DI AGGREGATI RICICLATI O ARTIFICIALI IN MISCELE LEGATE**

Prof.ssa FALESCHINI Flora
Prof.ssa CORINALDESI Valeria

- **RICERCA E PROVE SPERIMENTALI**

Arch. ALTAMURA Paola
Dott. Geol. ZAMBITO Pasquale

- **ESPERIENZE DI IMPIEGO SU SCALA REALE**

Dott. Geol. ZAMBITO Pasquale
Dott. MONDINI Nicola

- **IL FASCICOLO TECNICO**

PRODUZIONE DI AGGREGATI RICICLATI E ARTIFICIALI: PIANI DI CONTROLLO E CONSIGLI OPERATIVI

ANALISI

Valutazione dei processi di produzione sia degli aggregati riciclati che degli aggregati artificiali

VERIFICA

PIANI DI CONTROLLO SIA PER USI STRUTTURALI CHE PER USI NON STRUTTURALI

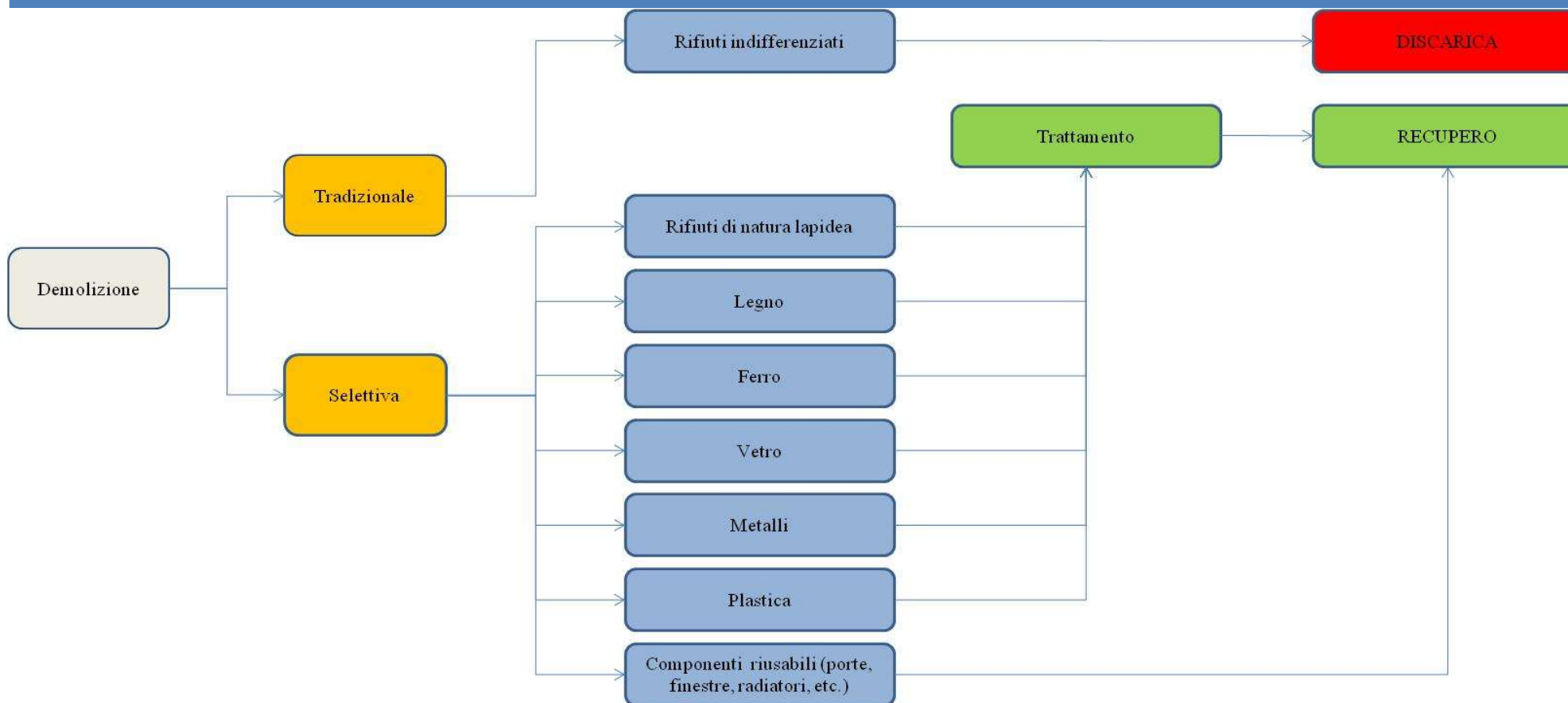
CONFORMITA'

ETICHETTATURA CE, REDAZIONE DELLA DoP, APPOSIZIONE DELLA MARCATURA CE

PROMOZIONE

REDAZIONE DEL FASCICOLO TECNICO

AGGREGATI RICICLATI:



AGGREGATI ARTIFICIALI:

scorie di fonderia da acciaieria;

scorie di fusione;

rifiuti del trattamento delle scorie;

rivestimenti e materiali refrattari a base di carbone provenienti dalle lavorazioni metallurgiche e non;

rifiuti prodotti dalla lavorazione della pietra;

forme e anime da fonderia utilizzate e non;

scarti di ceramica, mattoni, mattonelle e materiali da costruzione (sottoposti a trattamento termico);

rifiuti della produzione di materiali compositi a base di cemento;

rifiuti e fanghi di cemento;

miscele bituminose.

terra e roccia

Per poter impiegare gli aggregati riciclati da C&D e gli aggregati artificiali nei calcestruzzi è stata predisposta una tabella che racchiude tutte le prove previste dalla normativa vigente:

Tabella 1-Piano prove e controlli conforme a EN 12620:2008 + UNI 8520-1:2015 + DM 11/04/2007 -UTILIZZI STRUTTURALI


FORMA, DIMENSIONI E DENSITA' DEI GRANULI	Proprietà	Metodo di prova	Simbolo	Frequenza	Frequenza consigliata	APPLICABILITA'					LIMITI	NOTE	Osservazioni del gruppo di lavoro
						FINE	GROSSO	MISTO	0/8	FILLER			
FORMA, DIMENSIONI E DENSITA' DEI GRANULI	Designazione dimensionale	UNI EN 933-1	d/D	1/settimana	Lotto di produzione	SI	SI	SI	SI	SI	PROSPETTO 2 DELLA UNI EN 12620:2008		Si definisce Lotto di produzione un cumulo di aggregato da 500 mc
	GRANULOMETRIA	UNI EN 933-1	Gxx	1/settimana	Lotto di produzione	SI	SI	SI	SI	SI			
	MODULO DI FINEZZA	UNI EN 12620	FM	1/settimana	Lotto di produzione	SI	SI	SI	SI	SI			
	INDICE DI APPIATTIMENTO	UNI EN 933-3	F _{lxx}	1/mese se di origine frantumata	1/mese	NO	SI	SI	SI	NO		Valori oltre F140 possono influire sulla lavorabilità del calcestruzzo.	Anche se il DM 2007 dispone la possibilità di indicare NPD è utile il richiamo della UNI 8520-2:2016 che ne chiede la determinazione. Il valore influenza la lavorabilità del cls
	INDICE DI FORMA	UNI EN 933-4	S _{lxx}	2/anno se di origine naturale		NO	SI	SI	SI	NO		Valori oltre S140 possono influire sulla lavorabilità del calcestruzzo.	
	MASSA VOLUMICA ED ASSORBIMENTO	UNI EN 1097-6	VALORE DICHIARATO	1/mese		SI	SI	SI	SI	NO	MV > 1,5 Mg/m ³		La massa volumica è influenzata direttamente dalla composizione dell'aggregato. Se la variabilità della prova composizionale è > del 10% delle prove ITT, si richiede la rideterminazione del valore
	MASSA VOLUMICA IN MUCCHIO	UNI EN 1097-3 App. A	VALORE DICHIARATO	Quando richiesto	Quando richiesto	SI	SI	SI	SI	NO			
	MASSA VOLUMICA IN MUCCHIO	UNI EN 1097-3	VALORE DICHIARATO	Quando richiesto	Quando richiesto	NO	NO	NO	NO	SI			
MASSA VOLUMICA DEL FILLER	UNI EN 1097-7	VALORE DICHIARATO	1/anno	1/mese	NO	NO	NO	NO	SI				
PULIZIA	CONTENUTO DEI FINI	UNI EN 933-1	F _{xx}	1/settimana	Lotto di produzione	SI	SI	SI	SI	SI	PROSPETTO 2 DEL prUNI 8520-2:2015		
	EQUIVALENTE IN SABBIA BLU DI METILENE	UNI EN 933-8 UNI EN 933-9	SE MB	1/settimana 1/settimana	Lotto di produzione Lotto di produzione	SI SI	NO NO	SI SI	SI SI	NO SI	SE > 70 MB < 1,5	4.5.b dell'UNI 8520-2:2015 4.5.c dell'UNI 8520-2:2015	
	CONTENUTO IN CONCHIGLIE	UNI EN 933-7	F _{xx}	1/anno		NO	SI	SI	SI	NO			Vista l'origine si può anche escludere dal piano prove
RESISTENZA ALLA FRAMMENTAZIONE	RESISTENZA ALLA FRAMMENTAZIONE	UNI EN 1097-2	LA	2/anno	2/anno	NO	SI	SI	SI	NO	LA' 30 PER C 50/60 <		Se marcati CE secondo la UNI EN 13242 hanno già frequenza semestrale
	PROVA D'URTO	UNI EN 1097-2	SZ	2/anno	N.A.	NO	SI	SI	NO	NO			METODO NON IDONEO PER AGGREGATI RICICLATI
RESISTENZA ALLA LEVIGABILITA' / USURA / ABRASIONE	RESISTENZA ALLA LEVIGABILITA' / USURA / ABRASIONE	UNI EN 1097-8	PSV _{xx}	1/anno	N.A.	NO	SI	SI	NO	NO			Aggregati non destinati a strati di usura
	RESISTENZA ALLA ABRASIONE	UNI EN 1097-8 APP. A	AAV _{xx}	1/anno	N.A.	NO	SI	SI	NO	NO			Aggregati non destinati a strati di usura
	RESISTENZA ALL'USURA MICRO-DEVAL	UNI EN 1097-1	MD Exx	1/anno	2/anno	NO	SI	SI	SI	NO			Se marcati CE secondo la UNI EN 13242 hanno già frequenza semestrale

Proprietà	Metodo di prova	Simbolo	Frequenza	Frequenza consigliata	APPLICABILITA'					LIMITI	NOTE	Osservazioni del gruppo di lavoro
					FINE	GROSSO	MISTO	0/8	FILLER			
Designazione dimensionale	UNI EN 933-1	d/D	1/settimana	Lotto di produzione	SI	SI	SI	SI	SI			Si definisce Lotto di produzione un cumulo di aggregato da 500 mc
GRANULOMETRIA	UNI EN 933-1	Gxx	1/settimana	Lotto di produzione	SI	SI	SI	SI	SI	PROSPETTO 2 DELLA UNI EN 12620:20008		
MODULO DI FINEZZA	UNI EN 12620	FM	1/settimana	Lotto di produzione	SI	SI	SI	SI	SI	-----		
INDICE DI APIATTIMENTO	UNI EN 933-3	F _{lxx}	1/mese se di origine frantumata	1/mese	NO	SI	SI	SI	NO		Valori oltre F140 possono influire sulla lavorabilità del calcestruzzo.	Anche se il DM 2007 dispone la possibilità di indicare NPD è utile il richiamo della UNI 8520-2:2016 che ne chiede la determinazione. Il valore influenza la lavorabilità del cls
INDICE DI FORMA	UNI EN 933-4	S _{lxx}	2/anno se di origine naturale		NO	SI	SI	SI	NO		Valori oltre S140 possono influire sulla lavorabilità del calcestruzzo.	

- **PRIMA DI APPORRE LA MARCATURA CE SUGLI AGGREGATI DI QUALSIASI NATURA IL PRODUTTORE DEVE REDIGERE UN MANUALE CHE GOVERNA UN SISTEMA DI CONTROLLO DELLA PRODUZIONE**
- **IL PRODUTTORE ESEGUE LE PROVE ITT (INITIAL TYPE TESTING)**
- **IL PRODUTTORE ETICHETTA L'AGGREGATO**
- **REDIGE L'APPOSITA DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE (DOP – DECLARATION OF PERFORMANCE) (REGOLAMENTO DELEGATO 574/2014)**
- **INTERVIENE UN ENTE TERZO DI CERTIFICAZIONE CHE VERIFICA L'APPLICAZIONE DEL SISTEMA E RILASCIAMO UN NUMERO DI MARCATURA CE**

DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE - DoP -

N.

 <p>ANPAR Associazione Nazionale Produttori Aggregati Riciclati</p>	Codice di identificazione unico del prodotto-tipo (1):	MPS ...	
	Usi previsti (2):	Aggregati per calcestruzzi	
	Fabbricante (3):	CAVETEST SRL	
	Sistemi di VVCP (5):	2+	
	Noorma armonizzata (6a):		
	Organismi notificati (6a):	AJA Registrars Europe n° 2309 Via delle Arti, 123 - 00054 Fiumicino (Rm)	
Documentazione tecnica appropriata e/o documentazione tecnica specifica (8):			
PRESTAZIONE DICHIARATA (7)			
Forma delle particelle	FI	Cloruri solubili in acqua	Dichiarato
Dimensioni delle particelle	d/D	Solfati idrosolubili di aggregati riciclati	55
	cat.	Solfati solubili in acido	45
	Mg/m ³	Zolfo totale	5
Purezza		Componenti che alterano la presa e l'indurimento delle miscele legate con leganti idraulici	Dichiarato
Contenuto in fini	f	Componenti che alterano la velocità di presa e indurimento del calcestruzzo	Dichiarato
Qualità dei fini	%_MB_SE		
Percentuale di particelle frantumate	C	Influenza dell'aggregato riciccolato sul tempo di inizio presa del cemento	A
Resistenza alla frammentazione/frantumazione	L4	Contenuto di carbonato	Dichiarato
Stabilità di volume	V	Emissione di radioattività	Dichiarato
Assorbimento/soluzione di acqua	W4 %	Rilascio di idrocarburi poliaromatici	Dichiarato
Composizione/contenuto	Calcestruzzi	Resistenza all'attrito	M _{DE}
	Calcestruzzi, pietra naturale	Rcu	Rilascio di metalli pesanti
Pietra naturale, calcestruzzi, vetro	RcuG	Zinco	Dichiarato
Forniti, piastrelle, mattoni	Rb	Cromo	Dichiarato
Conglomerati bituminosi	Ra	Piombo	Dichiarato
Vetro	Rg	Rame	Dichiarato
Altro	X	Rilascio di altre sostanze pericolose	Dichiarato
Altro, vetro	XRg	Durabilità al gelo / disgelo	F, MS
Frisoli	FL	Durabilità alla reazione alcali-silice	Dichiarato
Cloruri solubili in acido	Dichiarato		
<p>La prestazione del prodotto sopra identificato è conforme all'insieme delle prestazioni dichiarate. La presente dichiarazione di responsabilità viene emessa, in conformità al regolamento (UE) n° 305/2011, sotto la sola responsabilità del fabbricante sopra identificato.</p>			
Firmato a nome e per conto del fabbricante da:		Rappresentante Direzione	
Carpenedolo, li			

FASCICOLO TECNICO:

- Per far fronte alla domanda crescente di informazioni sia sui prodotti sia sui processi di recupero è opportuno che il produttore di aggregati riciclati si doti di un “Fascicolo Tecnico” da allegare alla fornitura di aggregati riciclati o artificiali utile a riportare in modo esaustivo e organizzato tutte le informazioni necessarie a rassicurare l’utente sul processo di gestione dei rifiuti C&D e sulla qualità dei materiali recuperati da tali rifiuti.

- 1. Descrizione della filiera produttiva**
- 2. Certificazioni possedute**
- 3. Analisi di compatibilità ambientale**
- 4. Etichette CE**
- 5. Dichiarazione di prestazione (DoP)**
- 6. Classificazione ai sensi della C.M. 5205/2005 e/o della norma UNI 11531-1**
- 7. Scheda tecnica di prodotto**

CONSIGLI OPERATIVI:

- L'utilizzo di aggregati riciclati nella produzione di calcestruzzo necessita di accorgimenti particolari sia nell'accettazione delle materie prime, sia nel monitoraggio delle caratteristiche geometriche, fisiche e chimiche
- Per l'utilizzo di aggregati industriali/artificiali, sarà solo necessario rivalutare i mix design del calcestruzzo da produrre poiché l'inserimento di aggregati industriali/artificiali nella miscela andranno a modificare la massa volumica del calcestruzzo, la lavorabilità, le resistenze a compressione finali e bisognerà valutare anche la pompabilità del calcestruzzo

Accettazione e stoccaggio materie prime

Controllo visivo di verifica per gli aggregati di riciclo utilizzati per la produzione di calcestruzzi strutturali (Tipo A).

La verifica dovrà individuare il rischio di superamento delle percentuali massime ammesse per i vari costituenti: in caso di evidenti difformità (es. eccesso di laterizi, frammenti di conglomerato bituminoso, etc) il materiale dovrà essere respinto. In caso di dubbio il materiale potrà essere stoccato se possibile in aree separate per le necessarie verifiche puntuali, per eventuale declassamento al Tipo B o ritorno al fornitore.

Controllo umidità

I limiti sulle percentuali di umidità dovranno preferibilmente essere fissati contrattualmente con il produttore per facilitare la gestione in impianto delle fasi di carico;

livelli di umidità molto elevati possono causare problemi nella miscelazione per la creazione di agglomerati soprattutto nelle parti più ricche in fini.

Monitoraggio delle caratteristiche geometriche e fisiche

Dal punto di vista fisico devono essere monitorate due caratteristiche fondamentali come la massa volumica e l'assorbimento d'acqua in quanto fondamentali per un corretto bilanciamento delle rese volumetriche e per la valutazione dell'acqua efficace in miscela

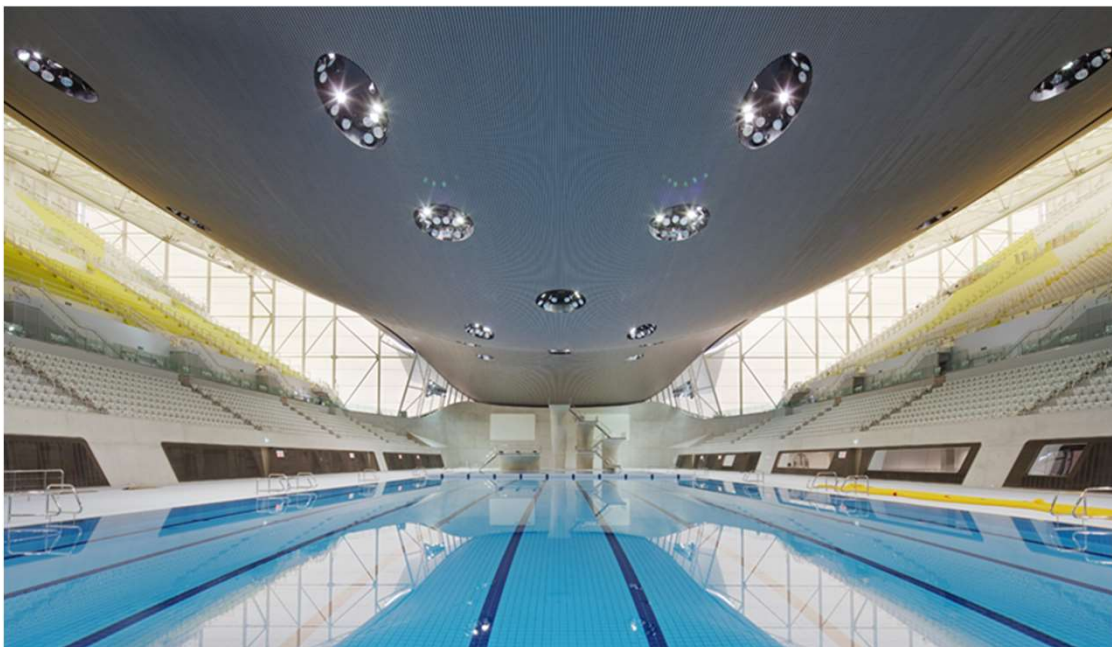
Verifica del mantenimento della lavorabilità e dell'influenza sul tempo di presa dei leganti

La presenza notevole di sostanze indesiderate può influenzare il mantenimento della lavorabilità del calcestruzzo aumentando o diminuendo in modo sostanziale i tempi di presa dei leganti idraulici (sostanze organiche, metalli) o influenzando negativamente i processi di presa e indurimento (terre limoso/argillose, solfati)

Controllo delle prestazioni meccaniche

In considerazione della variabilità compositiva degli aggregati di riciclo le prestazioni meccaniche possono subire oscillazioni anche considerevoli. Una importante indicazione può essere data dai valori di resistenza ad urto e rotolamento (Los Angeles). In maniera indiretta dovranno essere effettuati prelievi sulle miscele di calcestruzzo per verificare gli effetti di eventuali decadimenti delle caratteristiche sulle resistenze a compressione.

ESPERIENZE DI IMPIEGO SU SCALA REALE



Aquatics Centre, progettato da *Zaha Hadid Architects* per il Parco Olimpico di London 2012 e certificato BREEAM *Excellent*

104.000 tonnellate di aggregati riciclati e artificiali nel calcestruzzo strutturale e non (51% degli aggregati usati in termini di massa)

ESPERIENZE DI IMPIEGO SU SCALA REALE



Ampliamento di un edificio scolastico ad Hirzenbach, Zurigo

I nuovi edifici sono stati realizzati con l'impiego del 95% di calcestruzzo riciclato RC pigmentato, come definito dal protocollo MINERGIE – Eco, con aggregati riciclati provenienti da una distanza inferiore a 25 km dal cantiere.

ESPERIENZE DI IMPIEGO SU SCALA REALE



L'Italcementi i.lab, progettato da Richard Meier, è il Centro Ricerca e Innovazione di Italcementi, realizzato nel 2012 nell'area del Parco Scientifico e Tecnologico Kilometro Rosso a Bergamo.

L'azienda Calcestruzzi ha sviluppato e fornito due classi di calcestruzzi “sostenibili”, in risposta ai requisiti della certificazione LEED. In particolare, per la realizzazione dei massetti, delle fondazioni e dei muri perimetrali contro terra sono stati impiegati calcestruzzi con inerti fini riciclati, provenienti da demolizioni edili o scorie d’alto forno, recuperati a una distanza non superiore a 400 km dal cantiere

**«NELLA COMUNICAZIONE LA COSA PIU' IMPORTANTE E'
SENTIRE CIO' CHE NON VIENE DETTO»**

P. Drucker

Grazie per l'attenzione
Dott. Geol. Pasquale ZAMBITO
p.zambito@cavetest.it – www.cavetest.it



Aderente



ANPAR - Associazione Nazionale Produttori Aggregati Riciclati
Via del Poggio Laurentino, 11 - 00144 Roma
Tel: +39 06.99.69.579 - Fax: +39 06.59.19.955
mail: info@anpar.org - mail: unire@associazione-unire.org

www.anpar.org