

SCENARIO ED OBIETTIVI DEL WORKSHOP “L’Impiego di Aggregati Artificiali e Riciclati nel CLS -Stato dell’arte e prospettive” – Ordine Ingegneri di Bergamo 17 e 28/06/2021

Il mondo (almeno quello occidentale) cammina a grandi passi verso l’Economia Circolare ma il percorso è accidentato: Abitudini, Tecnologia, Convenienze economiche e Vincoli normativi ne frenano il cammino che, quindi, v`a molto a rilento.

In questo Workshop ci siamo calati in verticale sugli Aggregati Non Naturali per il Calcestruzzo armato. Tutti i tipi di aggregati non naturali: quelli da riciclo di cls tramite demolizioni selettive e frantumazioni o da recupero di scarti di produzione di manufatti prefabbricati e gli aggregati artificiali ottenuti per trasformazione di rifiuti industriali e/o urbani. Le possibilità sono veramente tante e non siamo certo all’anno zero ma il cammino è ancora lungo.

Con la partecipazione attiva dei maggiori stakeholders abbiamo fatto il punto sullo stato dell’arte in questo campo, da diversi punti di vista, ed **abbiamo elaborato questo documento sintetico, accompagnato da ampie relazioni allegate, non solo per divulgare le informazioni sul tema ma anche per proporlo ai normatori** in vista di scelte coraggiose e difficili, consapevoli dei limiti e dei vincoli concreti con cui gli operatori debbono fare i conti ma anche informati sullo stato dell’arte della ricerca e, quindi, sulle prospettive concrete perseguibili in questo campo.

Ecco la sintesi delle 12 Relazioni (i documenti completi sono in allegato).

- | | |
|--|---|
| 1) Ing. Livio Izzo (OIB-Assoprem) | Lo Scenario di mercato, tecnologico e normativo |
| 2) Ing. Giorgio Bressi (ANPAR) | L’end of waste dei rifiuti inerti utilizzabili nei calcestruzzi |
| 3) Ing. Edoardo Arcaini (OIB-ANCE BG) | La difficile “Miniera” delle demolizioni selettive |
| 4) Ing. Bruno Della Bella (GCN) | La promettente “Miniera” degli scarti di prefabbricazione |
| 5) Dott. Giorgio Ferrari (MAPEI) | Gli aggregati Non Naturali fra luci ed ombre |
| 6) Ing. Margherita Galli (FederBeton) | Utilizzo degli aggregati di riciclo ed artificiali nel calcestruzzo: opportunità e prospettive future |
| 7) Dott. Michele Cantoni (OdA) | La “Miniera” nascente dei Rifiuti Solidi Urbani |
| 8) Geom. Giovanni Bairo (PITTINI) | La “Miniera” consolidata delle acciaierie |
| 9) Prof. Giovanni Plizzari (UNI BS) | L’effetto sull’ambiente dell’utilizzo di aggregati non naturali nel cls |
| 10) Prof.ssa Sabrina Sorlini (UNI BS) | Applicazioni strutturali degli aggregati non naturali |
| 11) Ing. Deborah Floris (Heidelbergcement Group) | L’utilizzo di materie Prime Seconde nel mix design dei calcestruzzi: esempi di applicazioni in cantiere |
| 12) Ing. Pierluigi Caruso (ABICert) | L’impiego degli aggregati non naturali per il confezionamento di calcestruzzo conforme ai CAM |

1) Ing. Livio Izzo (Assoprem, OIB)

LA DOMANDA DEL MERCATO

La domanda in questo campo è già molto avanti. Pressochè tutti i cosiddetti “Protocolli Ambientali”, oltre che le leggi dello stato con i CAM, premiano o addirittura obbligano ad utilizzare almeno una percentuale di soglia minima di aggregati non naturali nel cls. Il Titolo IV della nuova Disciplina delle Costruzioni instaura e regola la “Sostenibilità delle costruzioni” come una vera e propria nuova disciplina normalizzando e proceduralizzando tutta la materia, p.e. con la Relazione di Sostenibilità ambientale, e privilegiando, naturalmente, il “contenuto di materiale recuperato, riciclato o di sottoprodotti”.

L’OFFERTA DEL MERCATO

Gli aggregati non naturali costano, in genere, meno di quelli di cava ma:

... **PROBLEMA N. 1: Il Materiale NON SI TROVA**

... **PROBLEMA N. 2:** del poco materiale che SI TROVA **se ne può utilizzare solo una parte perché le normative, NTC 2018 ... 11.2.9.2 e UNI EN 12620, sembrano scoraggiare l’utilizzo di aggregati fini.**

... **PROBLEMA N. 3:** Sul piano tecnologico, se ci immaginiamo di usare aggregato non naturale come se fosse naturale, avremo delle brutte sorprese sulle prestazioni del calcestruzzo prodotto.... ma **bisogna mettere a punto ricette ad hoc.**

2) Ing. Giorgio Bressi (ANPAR)

Considerazioni/Criticità

Fissare dei criteri di EoW è necessario perché attualmente gli operatori anche più attenti e coscienti possono subire gravissime conseguenze (contenziosi civili, blocco dell'attività, sequestro degli impianti, avvio di procedimenti penali) perché nel quadro normativo attuale sono presenti ampi spazi di interpretazione;

Gli operatori del settore ritengono che le modalità per valutare gli impatti oggi presenti nella normativa sul recupero dei rifiuti (DM 5/2/98 e smi) non siano idonee al settore dei rifiuti inerti e sia pertanto necessario rifarsi alla definizione di EoW presente nelle norme e ragionare ex-novo sull'opportunità di mantenere limiti alla cessione sui materiali o inserire nuovi criteri e/o metodi di misura;

Non è affatto certo che un test condotto su un campione preso da un cumulo di 3.000 m³ (che difficilmente potrà essere rappresentativo e consentirà una ripetibilità della prova) nelle modalità previste dal DM 5/2/98 (frantumando le particelle di diametro > 4 mm) e con limiti sull'eluato che non hanno una valenza scientifica ed ecotossicologica (nessuno ne sa più l'origine) e per di più su parametri che sono costituenti dei rifiuti in ingresso (come i solfati, i cloruri e il COD) e non contaminanti, sia rappresentativo delle reali condizioni d'uso dell'aggregato e adatto a valutare i reali "impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana".

Le norme tecniche limitano l'impiego degli aggregati riciclati a quelli grossi, mentre anche quelli fini possono trovare impieghi (ad esempio nell'industria del cemento).

Proposte

L'approccio al problema deve essere innovativo rispetto al passato: bisogna innanzitutto dimenticare il DM 5/2/98 e la circolare 5205/05 e tornare all'art. 184ter che non prescrive test di cessione, ma chiede di valutare gli "impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana". In questi ultimi 20 anni sono stati pubblicati Regolamenti Europei (ad es. REACH e CLP) che hanno stravolto il quadro normativo in cui i recuperatori di rifiuti inerti oggi operano. Applicando metodi di valutazione in essi contenuti (test ecotossicologici) è possibile determinare in modo scientifico se un aggregato riciclato, derivante da rifiuti non pericolosi sia davvero in grado di apportare impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana; Sostituire la Circolare 5205/05 con la UNI 11531-1 per gli usi degli aggregati nelle infrastrutture (usi sciolti);

Considerare l'impiego degli aggregati riciclati e/o artificiali nel calcestruzzo non solo nelle norme tecniche nazionali ed internazionali, facendo ad esse riferimento in una norma di legge;

Obiettivi

Fissare criteri di EoW ragionando dalla fine, cioè dal prodotto (aggregato riciclato o artificiale) e non dai rifiuti di partenza. Non ha importanza sapere quali rifiuti o loro componenti costituiscono l'aggregato riciclato, se non per fissare i parametri pertinenti da monitorare per valutare il loro impatto sull'uomo e sull'ambiente;

Caratterizzare gli aggregati riciclati e artificiali "standard" ai quali applicare test ecotossicologici in grado di escludere impatti sulla salute dell'uomo e sull'ambiente.

Applicare sistemi di qualità, inserimento di diversi momenti di controllo del processo di recupero, per tutelarsi dal rischio di non raggiungere le condizioni di EoW al termine del processo (così come suggerito anche dal Protocollo europeo di gestione dei rifiuti da C&D pubblicato dalla Commissione Europea) e possibilmente sostituire all'esecuzione di test di cessione prove sulla composizione merceologica sui rifiuti in ingresso e sugli aggregati prodotti (per assicurarsi di essere rappresentati dalle prove standard del punto precedente).

3) Ing. Edoardo Arcaini (ANCE - BG)

La difficile “Miniera” delle demolizioni selettive.

Nei cantieri edili sono prodotti grandi quantitativi di residui, qualificati in parte come rifiuti (sostanze od oggetti di cui il detentore si disfa) oppure come sottoprodotti (sostanze od oggetti destinati con certezza ad un nuovo utilizzo, compatibile con le prescrizioni di legge).

Limitandosi ai soli rifiuti prodotti in Italia, i più recenti dai registrati da ISPRA – e riferiti all’anno 2019 – confermano una continua crescita della produzione di rifiuti, in linea con la crescita del PIL, costituiti per la maggior parte da rifiuti SPECIALI NON PERICOLOSI (144 milioni di tonnellate, pari al 78% dei rifiuti prodotti). All’interno di questa categoria di rifiuti, i rifiuti SPECIALI NON PERICOLOSI derivanti da ATTIVITA’ DI DEMOLIZIONE E COSTRUZIONE sono pari a 70 milioni di tonnellate. Dati analoghi sono registrati a livello regionale: in Lombardia ogni anno sono prodotti 38 milioni di tonnellate di rifiuti, costituiti in gran parte da rifiuti speciali non pericolosi prodotti in cantiere (15 milioni di tonnellate).

A questa elevata produzione di rifiuti corrispondono elevate percentuali di recupero, che ISPRA riferisce essere pari al 78% (al di sopra dell’obiettivo europeo del 70%).

Nonostante queste importanti percentuali di recupero, si continuano a registrare difficoltà regolamentari (da anni si è in attesa della definizione del decreto End of Waste per i rifiuti da cantiere) oltre a una diffusa diffidenza in merito all’utilizzo di aggregati riciclati prodotti da rifiuti inerti, soprattutto per il possibile utilizzo per la produzione di calcestruzzo.

E’ altresì necessario “nobilitare” questa tipologia di rifiuti anche in fase di produzione, operando ove possibile attraverso operazioni di demolizione selettiva, separando all’origine le varie tipologie di rifiuti e avviandole a idonei impianti di trattamento. La demolizione selettiva comporta numerosi vantaggi di natura “ambientale” ma per contro comporta maggiori costi di demolizione oltre alla possibilità di utilizzo solo in cantieri di grandi dimensioni e a complicazioni e difficoltà burocratiche.

Sono pertanto necessari **contributi specifici** al fine di agevolare la diffusione.

4) Ing. Bruno Della Bella (GCN)

La promettente “Miniera” degli scarti di prefabbricazione.

Sommario

Gli scarti o sottoprodotti di alcuni processi di prefabbricazione, quale la produzione di solai aleolari, costituiscono una grossa fonte di aggregati riciclabili nel processo stesso previa una normale pratica industriale di pinzatura, frantumazione e vagliatura.

Infatti la produzione con vibrofinitrice prevede sempre una parte iniziale e di fine getto da scartare, lastre speciali con intagli o scassi da progetto da togliere, sottomoduli (di larghezza $b < 120$ cm), qualche lastra da scartare per N.C. geometrica o strutturale, ed infine lastre prodotte su commessa e non ritirate dal Cliente per vari motivi di cantiere, di licenza o di insolvenza

La quantità di tali sottoprodotti si può stimare solitamente dal 3.5 al 5.0 % della produzione, ma talvolta i mancati ritiri possono essere della stessa entità e tali materiali sono una materia prima ottimale per aggregati da riciclo (o più precisamente da sottoprodotto) di alta qualità, con caratteristiche come quelli naturali.

Questions

La ns Azienda li utilizza in parte, ma in parte risulta inutilizzata e deve essere inviata a discarica come rifiuto, in quanto come “sottoprodotto” non può essere rivenduto o ceduto a terzi, anche se l'utilizzatore terzo è un prefabbricatore come noi

Questo è uno spreco da sanare

Come pure risulta **non comprensibile perché gli aggregati da riciclo non devono contenere parte fini:**

OK la frazione 4-8 mm ma non la 0-8 mm, che invece risulta perfettamente compatibile con il mix design Rck 55 dei ns manufatti.

Così si spreca il 15-20 % dell'aggregato da sottoprodotto.

5) Dott. Giorgio Ferrari (Mapei S.p.A.)

GLI AGGREGATI NON NATURALI TRA LUCI ED OMBRE

Gli aggregati non naturali rappresentano una vasta categoria di materiali che possono rappresentare un'importante risorsa nell'ambito dell'economia circolare in sostituzione degli aggregati naturali.

La classificazione e l'utilizzo degli aggregati è regolata dalle seguenti norme e regolamenti:

D.M. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni";

UNI EN 12620 (2013) "Aggregati per calcestruzzo";

UNI EN 206 (2014) "Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità"

UNI 11104 (2016) "Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206".

Gli aggregati di recupero sono gli aggregati risultanti da calcestruzzo non utilizzato nelle costruzioni. Per varie ragioni, non tutto il calcestruzzo preconfezionato prodotto negli impianti di betonaggio viene posto in opera ma un'aliquota, stimata intorno al 3 per cento dell'intera produzione, rimane all'interno dell'autobetoniera e rientra all'impianto di produzione. Tale calcestruzzo residuo, chiamato calcestruzzo "reso" o calcestruzzo "di ritorno", se non può essere riutilizzato immediatamente per la produzione di calcestruzzo di classe inferiore, può essere recuperato per la produzione di aggregati.

La norma EN 206 e la corrispondente norma di dettaglio nazionale UNI 11104 stabiliscono la modalità e l'idoneità per il riutilizzo degli aggregati provenienti dal recupero del calcestruzzo.

L'aggregato di recupero può essere utilizzato come aggregato per il calcestruzzo purché sia utilizzato solo internamente dal produttore o un gruppo di produttori.

L'aggregato di recupero non deve essere aggiunto in quantità maggiori del 5 % in massa dell'aggregato totale se non suddiviso in classi granulometriche.

Nel caso in cui le quantità degli aggregati lavati di recupero siano maggiori del 5 % in massa dell'aggregato totale, esse devono essere divise in aggregati grossi e fini separati e conformi alla EN 12620.

Nel caso in cui le quantità degli aggregati frantumati di recupero siano maggiori del 5 % in massa dell'aggregato totale, esse devono essere trattate come aggregati riciclati.

Gli aggregati lavati di recupero si ottengono miscelando il calcestruzzo fresco con acqua (rapporto acqua/calcestruzzo = 1.5-2) in idonei impianti dove, per gravità, gli aggregati di recupero (aggregati grossi e sabbie) vengono separati dalle frazioni fini (acqua, cemento, limi). L'acqua in eccesso, dopo sedimentazione, può essere riutilizzata per la produzione di nuovo calcestruzzo. I fanghi di risulta sono rifiuti speciali.

Gli aggregati frantumati di recupero sono ottenuti per frantumazione del calcestruzzo reso indurito mediante processo di frantumazione con opportuni mulini/frantoi. Tali macchinari non sono normalmente presenti negli impianti di produzione del calcestruzzo preconfezionato e quindi il calcestruzzo reso indurito deve essere trasferito presso impianti esterni, con conseguenti oneri economici e ambientali.

Un nuovo processo di recupero a secco utilizza additivi che trasformano istantaneamente il calcestruzzo reso fresco in un materiale granulare che, una volta indurito, ha le caratteristiche idonee per essere utilizzato come aggregato di recupero. Il processo avviene direttamente nell'autobetoniera che contiene il calcestruzzo reso e si completa nell'arco di una decina di minuti. Tale processo non produce alcun tipo di rifiuto (né solido né liquido), non richiede investimenti impiantistici, e rappresenta il sistema più sostenibile per il trattamento del calcestruzzo reso.

Il trattamento del calcestruzzo reso per produrre aggregati di recupero è ancora un processo poco applicato e viene tuttora privilegiato lo smaltimento in discarica, che comporta oneri economici e impatto ambientale rilevanti e poco sostenibili. Nell'ottica dell'economia circolare, è quindi auspicabile che venga **promosso e incentivato il recupero del calcestruzzo reso** con metodi il più possibile sostenibili.

6) Ing. Margherita Galli (FederBeton)

Proposte per lo sviluppo del mercato degli aggregati riciclati ed artificiali.

Il recente Circular Economy Action Plan della Commissione EU, come noto, ha individuato nel settore dell'edilizia uno di quelli sui quali è necessario intervenire per potenziarne la circolarità, insieme a tessile, elettronica, batterie e veicoli, imballaggi, plastiche, alimentare. Cemento e calcestruzzo possono fornire un importante contributo alla circolarità del comparto delle costruzioni attraverso l'utilizzo di materiali riciclati, sottoprodotti, End of Waste inseriti nella filiera produttiva.

Al riguardo le potenzialità di riciclo dei rifiuti inerti, soprattutto dei materiali da costruzione e demolizione, sono estremamente interessanti, ma le caratteristiche attuali di tali rifiuti e le pratiche applicate alla lavorazione e al tipo di demolizione, ancora poco selettiva, ne limitano fortemente la qualità e le caratteristiche tecniche.

Le aziende del settore del calcestruzzo possono produrre calcestruzzo e miscele da riempimento con parziale sostituzione degli aggregati naturali, che rappresentano uno dei principali costituenti, con aggregati riciclati da calcestruzzo di demolizione o materie prime seconde di origine industriale (aggregati industriali) come, ad esempio, le scorie di acciaieria. Tuttavia, il mercato nazionale non presenta quantità sufficienti di aggregati riciclati idonei dal punto di vista normativo alla produzione di calcestruzzo strutturale (d.m. 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, UNI EN 12620).

I dati che l'Ispra elabora per fotografare la situazione della gestione dei rifiuti nazionale evidenziano ormai da alcuni anni che in Italia l'obiettivo imposto dalla Direttiva rifiuti di riciclare e recuperare il 70% in peso dei rifiuti da costruzione e demolizione è stato raggiunto. Si tratta però, nella maggioranza dei casi, di downcycling, ovvero di forme di recupero di tali rifiuti di scarso valore, ad esempio per riempimenti e coperture a causa della scarsa qualità di tali materiali prodotti. Andrebbero incrementate quindi azioni per lo sviluppo di una demolizione sempre più selettiva e allo stesso tempo investimenti per poter installare impianti di lavorazione moderni e tecnologici che consentano la produzione di inerti riciclati di ottima qualità.

Infine, attualmente Federbeton sta portando avanti degli studi con le aziende del settore per utilizzare gli aggregati di riciclo in sostituzione delle materie prime necessarie alla realizzazione della farina cruda per produrre il clinker, il costituente principale del cemento. Gli inerti di riciclo sono infatti parzialmente decarbonatati e di conseguenza il loro utilizzo nel ciclo a caldo del cemento, riduce le emissioni di CO2

legate al processo di decarbonatazione delle materie prime, pari al 60% della CO2 totalmente emessa.

LE PROPOSTE DI FEDERBETON PER PROMUOVERE IL RICICLO DI QUALITÀ DEI RIFIUTI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE

L'obiettivo a cui tendere nel breve periodo sarebbe pertanto la creazione di un mercato per gli aggregati di recupero di ottima qualità, implementato a livello nazionale. Le misure economiche da adottare in tal senso, per quanto riguarda gli impianti di produzione di materiali riciclati, sarebbero:

in affiancamento a quanto già previsto dal decreto MISE 11 giugno 2020 in attuazione dell'art. 26 del decreto cosiddetto "Crescita", **aumentare i finanziamenti pubblici del Piano "Transizione 4.0"** al fine di prorogare per un triennio le misure di sostegno per gli investimenti impiantistici necessari alle imprese produttrici di prodotti di recupero o end of waste, fra cui quelli utilizzabili nei materiali da costruzione, e raddoppiare sia la misura del credito di imposta previsto, portandolo al 20%, sia il limite degli investimenti agevolabili fino a 3 milioni di euro annui;

finanziare con contributi a fondo perduto pari al 50% degli investimenti necessari, la realizzazione di nuovi impianti di riciclo di rifiuti o l'ampliamento di quelli esistenti, al fine di ottenere dei materiali di qualità, che si affianchino al mercato degli aggregati naturali nelle applicazioni dove possono essere valorizzati per la produzione di materiali da costruzione.

Per quanto riguarda gli utilizzatori di prodotti di riciclo, sarebbe necessario:

- introdurre l'IVA agevolata su materiali di recupero e end of waste da utilizzare nel settore delle costruzioni.

Utili in tal senso sarebbero anche dei meccanismi premiali da parte delle Stazioni appaltanti pubbliche, come ad esempio aumenti volumetrici concessi ai progetti che prevedono l'utilizzo di materiali di recupero. Tale pratica è stata già adottata dal Comune di Bologna.

Come leva per la promozione dei materiali di recupero nelle costruzioni, si inserisce anche la necessaria vigilanza affinché i Criteri Ambientali Minimi (e pertanto anche quelli relativi al settore dell'edilizia) vengano effettivamente integrati nei bandi pubblici.

Dal punto di vista della normativa a supporto, è necessario **emanare quanto prima il Regolamento end of waste per i rifiuti inerti** da parte del Ministero della Transizione Ecologica, studiandone successivamente un adattamento per

comprendere anche gli utilizzi degli inerti di recupero nei cicli a caldo, come quello di produzione del cemento, oltre che nei cicli a freddo già previsti. Al riguardo in realtà sarebbe necessario semplificare in generale sia le procedure di emanazione che di modifica successiva alla pubblicazione dei decreti end of waste, nel caso in cui emergano nuove tecnologie di riciclo o nuovi utilizzi per gli end of waste. I tempi attualmente previsti, dovuti sia alle istruttorie interne al Ministero della Transizione Ecologica che ai successivi passaggi in Consiglio di Stato e in Commissione europea, non sono compatibili con uno sviluppo tempestivo dell'economia circolare.

Sarebbe infine di aiuto, oltre all'applicazione della demolizione selettiva già menzionata, anche l'implementazione di centri di raccolta dei rifiuti delle costruzioni e demolizioni sul territorio, come modalità per separare in modo efficace le frazioni inerti utilizzabili nel cemento e nel calcestruzzo strutturale, dagli altri costituenti.

7) Dott. Michele Cantoni (Officina dell'Ambiente)

LA "MINIERA" NASCENTE DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI

Inquadramento della società

Officina dell'Ambiente SpA è una società indipendente nata nel 2001 che opera nel settore del recupero dei rifiuti speciali e si è specializzata nella valorizzazione delle ceneri pesanti (o scorie) derivanti dall'incenerimento dei RSU, con le quali elabora una famiglia di aggregati di origine industriale denominata Matrix utilizzati in un'ampia gamma di settori dell'industria edilizia. Grazie all'elevato livello di raffinazione raggiunto, il Matrix è classificato come Materia Prima Seconda o, secondo la dizione più moderna, come End of Waste (EoW).

Sin dalle origini, l'azienda si è posta come antesignana dell'interpretazione del concetto di economia circolare poiché, con la propria lavorazione, aiuta a chiudere il circolo virtuoso della gestione dei rifiuti solidi urbani, trovando una nuova collocazione al principale rifiuto di processo che si ottiene durante la termodistruzione dei RSU, le ceneri pesanti appunto.

A prescindere da un certo grado di eterogeneità, la scorie da RSU sono costituite per circa il 90% da una matrice minerale che è particolarmente adatta per la sostituzione delle materie prime naturali di cava o miniera nella produzione di clinker di cemento o nella produzione di conglomerati cementizi e bituminosi.

In particolare, la norma tecnica armonizzata UNI EN 12620 (Aggregati per calcestruzzo), nella revisione del 2013, conteneva un elenco ufficiale di fonti alternative a quella naturali per la produzione di aggregati. Accanto a macerie da C&D, ceneri volanti da centrali elettriche a carbone, scorie dell'industria siderurgica, sono presenti anche le ceneri pesanti da RSU, chiamate MIBA nella dizione inglese.

Pochi mesi dopo l'emissione, la norma fu ritirata ma è altamente probabile che questo elenco continuerà ad essere presente e ad evolversi a seconda del progresso tecnico/scientifico nelle future revisioni della norma UNI 12620.

Le attività di recupero si svolgono presso i due stabilimenti di Officina dell'Ambiente, entrambi certificati ISO 14001 e registrati EMAS:

Impianto di Lomello (PV), autorizzato al trattamento/recupero di rifiuti da un'Autorizzazione Integrata Ambientale n. 12566 del 25/10/2007 rilasciata dalla Regione Lombardia

Impianto di Conselice (RA), autorizzato al trattamento/recupero di rifiuti da un'Autorizzazione Integrata Ambientale n. 4071 del 19/12/2013 rilasciata dalla Provincia di Ravenna.

Le ceneri pesanti da RSU

Le direttive comunitarie, ai fini della sostenibilità ambientale, prevedono una gerarchia nella gestione dei rifiuti, sia quelli speciali/industriali, che quelli di origine domestica.

In primis, è necessario recuperare ogni frazione valorizzabile dei RSU attraverso la differenziazione ed eventualmente il compostaggio delle frazioni organiche.

In seconda battuta, è richiesto di recuperare energia dai RSU non ulteriormente differenziabili attraverso la termovalorizzazione nei cosiddetti "inceneritori".

Solo come ricorso marginale è ancora consentito lo smaltimento finale in discarica senza ulteriore valorizzazione.

In Europa, secondo i dati del Cewep (federazione europea dei gestori di termovalorizzatori per RSU) sono operativi circa 500 inceneritori per RSU.

In Italia ne operano circa 40 localizzati nei principali capoluoghi di provincia e, in essi, vengono annualmente inceneriti circa il 20% dei RSU prodotti, equivalenti a circa 6,3 milioni di tonnellate (dati del 2018).

Poiché l'assortimento merceologico dei RSU è abbastanza costante, anche la percentuale di cenere che residua sul fondo dei forni degli inceneritori al termine della termodistruzione è abbastanza costante ed è pari a circa il 20-25% del peso del rifiuto incenerito.

Questo porta ad una disponibilità annuale in Italia di circa 1,2 – 1,5 Mton di MIBA.

Le MIBA sono costituite da una frazione minerale per una percentuale pari all'85-90% con livello di umidità variabile; il rimanente è costituito da rottami di tipo ferroso e non ferroso e da una percentuale residuale di incombusti costituita da frammenti di carta, plastica e tessili.

La Matrix family

Il Matrix è ottenuto dalla raffinazione della frazione minerale delle ceneri pesanti da RSU a valle di un procedimento di natura meccanica costituito da un'alternanza di fasi di frantumazione, vagliature ed asportazione dei materiali estranei (rottami metallici e frazioni incombuste).

La precisa scelta industriale di operare sin dalla sua partenza su una tipologia unica di rifiuto (già di per sé stessa caratterizzata da una notevole costanza di composizione chimica), senza alcun ricorso a miscele fra rifiuti di diversa natura, oppure fra rifiuti ed MPS ovvero rifiuti e materie prime naturali, conferisce ai prodotti Matrix family una costanza chimica notevole che si manifesta in una ripetitività delle prestazioni fisico-meccaniche particolarmente apprezzate dagli utilizzatori.

I costituenti principali del Matrix sono gli ossidi di silicio, ferro, calcio, alluminio, ecc, che costituiscono le rocce naturali. Infatti, il primo ed ancor oggi principale settore di utilizzo del Matrix è quello di sostituire, in piccola percentuale, la marna, il minerale naturale tradizionalmente utilizzato per la produzione del clinker di cemento.

Nel corso degli anni, con il progredire del livello di raffinazione, quella del Matrix è diventata una famiglia di 5 aggregati, ciascuno con una particolare distribuzione granulometrica e con specifici settori di utilizzo: Matrix Standard; AGMatrix; Sand Matrix (famiglia di 3 sabbie con granulometrie 0/2; 0/4 e 2/4 mm).

Oltre alla produzione del clinker da cemento in sostituzione della marna naturale, il Matrix viene utilizzato come aggregato di origine industriale in settori a freddo, ovvero nella produzione di conglomerati cementizi e bituminosi.

Per quanto riguarda i conglomerati cementizi, il Matrix copre tutte le possibili declinazioni di questo versatile materiale da costruzione:

-Calcestruzzo preconfezionato: in questo settore, può essere utilizzato AGMatrix in parziale sostituzione del ghiaietto naturale. L'aggregato è calibrato e lavato e consegue valori particolarmente bassi di cloruri e solfati potendosi fregiate della marcatura CE secondo la norma UNI EN 12620 per l'utilizzo in calcestruzzi anche strutturali ad elevata resistenza meccanica

-Malte preosate: in questo settore, in particolare quello delle malte preosate in sacco per intonaci e massetti, Sand Matrix 0-2 mm sostituisce parzialmente le sabbie naturali in percentuali fino al 10% (marcatura CE secondo la UNI EN 13139)

-Manufatti cementizi: AGMatrix e le varie tipologie di Sand Matrix sono da oltre 10 anni utilizzati per la produzione di cordoli, masselli autobloccanti e blocchi in CLS vibrocompresso da importanti produttori a livello nazionale

-Misti cementati: AGMatrix e Sand Matrix 0-4 mm vengono da anni utilizzati per la produzione di strati di basamento nelle opere di ingegneria stradale (i cosiddetti misti cementati) in quanto caratterizzati da buone prestazioni meccaniche ed al possesso della marcatura CE secondo la norma armonizzata UNI EN 13242. In questo tipo di

applicazione, è prescritta una percentuale massima di utilizzo in sostituzione delle sabbie naturali ed anche un contenuto minimo di legante idraulico (cemento) a garanzia della corretta gestione del materiale.

Da molti anni, i rappresentanti della famiglia Matrix sono utilizzati anche nella produzione di conglomerati bituminosi nelle opere stradali.

Quattro aggregati Matrix sono marcati CE secondo la UNI EN 13043 (aggregati per conglomerato bituminoso) e sono utilizzati da anni nella produzione di tutti gli strati tecnologici del pacchetto stradale (strati di base, binder ed usura) in sostituzione degli aggregati naturali in percentuali che possono arrivare fino al 25%.

Così pure, il Matrix viene utilizzato nella produzione di bitumi a freddo, prodotto bituminoso solitamente venduto in sacco e caratterizzato da elevata lavorabilità iniziale per opere di ripristino delle buche nel manto stradale.

Matrix e consapevolezza d'uso

La produzione e l'utilizzo di un EoW garantisce notevoli vantaggi a favore della sostenibilità per l'ambiente ma richiede una particolare consapevolezza durante tutto il ciclo di vita: dalla produzione dell'aggregato al suo utilizzo, tenendo presente il contesto applicativo ed anche lo scenario a fine vita.

I produttori di EoW operano nella gestione di rifiuti e devono quindi essere autorizzati a questa attività dalle autorità locali (Regione o Provincia) solitamente con un'autorizzazione ordinaria che, al di sopra di particolari soglie, è definita Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA).

Nello specifico, i materiali si pongono come sostituti eco-sostenibili degli aggregati naturali ma le loro caratteristiche chimico-fisiche devono comunque rispettare i requisiti previsti dalle norme tecniche armonizzate per gli specifici settori di utilizzo. E' quindi necessario certificare il proprio Controllo della Produzione di Fabbrica (FPC) e provvedere ad apporre la marcatura CE a valle di un ciclo di audit ispettivi da parte di un ente di certificazione indipendente.

Inoltre, gli EoW devono essere registrati presso l'Agenzia Chimica Europea (ECHA) ai sensi del regolamento REACH (Reg. 1907/2006/CE) che prescrive l'iter per la registrazione, valutazione ed autorizzazione all'immissione in commercio nel territorio comunitario di sostanze chimiche e loro miscele.

I vantaggi nell'utilizzo di materiali alternativi EoW nei settori dell'edilizia sono sia di tipo economico che ambientale. Lo studio del Ciclo di Vita del Matrix (LCA) ha messo in evidenza che per ogni tonnellata di Matrix utilizzato, tenendo conto delle

caratteristiche riciclate del materiale, dell'evitato smaltimento in discarica del rifiuto di partenza e del recupero dei rottami metallici ottenuti dalla raffinazione delle scorie, si evita l'emissione di oltre 700 kg di CO2 equivalente rispetto ad una stessa quantità di sabbia naturale (cfr. categoria d'impatto "Riscaldamento globale a 100 anni" – EPD Sand Matrix).

In questi 20 anni di attività, Officina dell'Ambiente ha valorizzato oltre 3 milioni di tonnellate di MIBA garantendo un risparmio di almeno 2,5 Mton di minerali di estrazione naturale e contribuendo ad evitare lo smaltimento indifferenziato in discariche per rifiuti speciali per un volume complessivo di almeno 2 milioni di m3.

L'utilizzo dei materiali alternativi nell'edilizia per quanto caratterizzato da indubbi vantaggi difficilmente potrà essere fatto in sostituzione totale dei materiali naturali.

L'utilizzo di EoW, per esempio nei CLS preconfezionati richiede un attento studio e ricalibrazione del mix design per valorizzare le caratteristiche del Matrix e mitigarne, al tempo stesso, alcuni difetti caratteristici.

Normalmente **gli EoW da MIBA sono caratterizzati da un assorbimento superficiale di acqua di impasto superiore agli aggregati naturali** e quindi il calcestruzzo richiede minimi aggiustamenti con additivi fluidificanti per non perdere eccessiva lavorabilità. Inoltre, per alcune applicazioni faccia a vista, l'utilizzo di materiali alternativi, per quanto performanti, **potrebbe essere sconsigliato per motivi di natura prettamente estetica.**

Matrix e CAM

Il nuovo codice degli appalti stabilisce che, negli appalti della Pubblica Amministrazione, le stazioni appaltanti debbano rispettare i cosiddetti Criteri Ambientali Minimi.

Nel caso dei calcestruzzi, tra le varie prestazioni ambientali, è richiesto l'utilizzo di una percentuale minima di materiali riciclati pari ad almeno il 5%.

Il raggiungimento di questa performance deve essere dimostrata da parte del produttore attraverso l'utilizzo di una etichetta di tipo ambientale o certificazione volontaria a scelta fra:

- Etichetta di tipo III (EPD);
- Certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di certificazione come ReMade in Italy;
- Asserzione Ambientale relativa al contenuto di riciclato elaborata in accordo alla norma ISO 14021 e convalidata da un ente di certificazione.

Matrix, con la sua natura di materiale riciclato post consumer al 100%, possiede tutte le certificazioni di prodotto elencate e quindi garantisce all'utente evoluto che la percentuale di Matrix introdotta nel calcestruzzo corrisponda automaticamente alla percentuale di materiale riciclato raggiunta dal mix design.

8) Geom. Giovanni Bairo (Gruppo PITTINI)

Granella® - Sostenibilità ambientale ed elevate prestazioni

Contenimento delle emissioni, uso razionale delle risorse, gestione degli impianti produttivi volta al miglioramento continuo dell'impatto sull'ambiente: questi in sintesi gli obiettivi che il Gruppo Pittini persegue attraverso un processo costante di ricerca e sviluppo.

Non è un caso se già nel 1995 è stato adottato come linea guida di produzione il principio "Zero Waste", un esempio virtuoso di economia circolare. Zero Waste significa che nel Gruppo Pittini la produzione di acciaio non genera rifiuti, ma valorizza i residui di lavorazione in modo da ridurre gli sprechi energetici e proseguire la filiera produttiva.

Ne è un esempio la Granella®: un potenziale residuo di produzione dell'acciaieria valorizzato in un prodotto a marchio registrato. In tal modo migliaia di tonnellate di materiale sono utilizzate nella realizzazione di manti bituminosi e di conglomerati cementizi, sostituendo materie prime di estrazione naturale con un effetto diretto sull'ambiente.

La costante attenzione alla tutela dell'ambiente, alla riduzione dei consumi energetici e alla rivalutazione degli avanzi di lavorazione si traduce nella certificazione di conformità alla norma ISO 14001 che rappresenta un importante risultato in un'ottica di miglioramento continuo.

Processo produttivo

Dal processo di produzione di acciaio tramite la fusione di rottame ferroso in forno elettrico, si genera un residuo di lavorazione, composto prevalentemente da ossidi di ferro, calcio e silicio tra loro combinati in forma cristallina e parzialmente vetrosa e da gocce di acciaio. Da questo, attraverso un processo produttivo dedicato si ottiene la Granella®, utilizzata come aggregato nella produzione di manti bituminosi, conglomerati cementizi e misti cementati.

Vantaggi

La Granella® è ecoefficiente ed il suo utilizzo permette una sensibile riduzione nell'impiego di materie prime naturali.

L'utilizzo di Granella®, dotata di dichiarazione EPD certificata, consente ai costruttori di accedere ai crediti per i protocolli internazionali di valutazione della sostenibilità delle opere.

Certificazioni

La Granella® derivata dalla scoria di acciaieria prodotta negli stabilimenti di Ferriere Nord è corredata da certificazione e marchio CE in conformità al Regolamento (UE) n. 305/2011 e secondo le norme: UNI EN 13043 ("Aggregati per conglomerati bituminosi"), UNI EN 12620 ("Aggregati per conglomerati cementizi") e UNI EN13242 ("Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione delle strade").

In accordo con il Regolamento su prodotti per Costruzione 305/2011/EU, presso gli stabilimenti di Osoppo e Potenza è implementato un Factory Production Control che opera secondo il sistema 2+. Il FPC della Granella® è certificato dal 2004 dall'ente sloveno ZAG per gli standard EN 12620:2002+A1:2008, EN13043:2002/AC:2004 e EN 13242:2002+A1:2007 e dal 2017 è certificato anche dall'ente italiano IGO per la norma UNI EN 13043:2002/AC:2004.

Nel novembre 2018 la Granella® prodotta nello stabilimento di Osoppo (UD), ha ottenuto la certificazione EPD - Environmental Product Declaration - diventando così il primo aggregato ricavato da scoria di acciaieria con una dichiarazione ambientale di prodotto certificate.

Applicazioni

CONGLOMERATI BITUMINOSI

La Granella® un'efficace soluzione ingegneristica per le pavimentazioni stradali perché consente sia l'aumento della capacità portante (stabilità), che l'incremento della resistenza a frammentazione in seguito all'applicazione di carichi verticali.

Diversi anni di impiego confermano che uno strato di usura confezionato con Granella® garantisce:

Sicurezza in termini di aderenza e di controllo del veicolo in tutte le situazioni. La Granella®, grazie all'elevato valore VL, garantisce almeno 10 punti di CAT (Coefficiente di Aderenza Trasversale) in più rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati naturali (basalti, porfidi, diabase).

Durevolezza in quanto il decadimento delle caratteristiche meccaniche (resistenza alla frammentazione) e funzionali (micro e macrorugosità) è molto lento anche in presenza di volumi di traffico molto rilevanti.

Affidabilità come aggregato perché conferisce ad un conglomerato tutte le caratteristiche necessarie per garantire la funzionalità richiesta per la durata e per le condizioni di carico previste.

CONGLOMERATI CEMENTIZI

La Granella® nell'ambito dei conglomerati cementizi, in sostituzione di parte degli inerti naturali, consente di ottenere:

elevate prestazioni con resistenza a compressione maggiore rispetto alla medesima miscela con solo aggregato naturale;

maggior resistenza all'abrasione;

ottima affinità con aggiunte ad attività pozzolanica;

maggior durabilità ai cicli di gelo e disgelo;

duttilità se abbinati all'impiego di fibre d'acciaio di rinforzo;

ritiro controllato, con il contributo di additivi speciali SRA e agenti espansivi.

MISTI CEMENTATI

Dal punto di vista geotecnico la Granella® 0-4 è equiparata agli inerti naturali per il corpo del rilevato (norma UNI 11531-1 gruppo A1) e possiede:

un fuso granulometrico stretto, a conferma di un elevato grado di omogeneità produttiva;

una massa volumica reale dei grani molto alta e conseguentemente il suo valore di densità secca massima;

contenuto d'acqua ottimale relativamente basso;

capacità portante, sia immediata che dopo imbibizione, elevata;

una densità in sito, dopo compattazione, superiore a quanto richiesto dai CSA.

La Granella® 0-4, legata con opportuna percentuale di cemento, è in grado di fornire le resistenze meccaniche richieste dai capitolati d'appalto.

9) Prof. Ing. Giovanni Plizzari (Università degli studi di Brescia)

Applicazioni strutturali degli aggregati non naturali. Stato dell'arte e prospettive

La presentazione riguarda le applicazioni strutturali di calcestruzzi confezionati con aggregati non naturali, con particolare riferimento ai calcestruzzi con aggregati da demolizione e con scorie di acciaieria.

La presentazione è strutturata in un Inquadramento normativo relativo agli aggregati 'non naturali' nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, a cui è seguita una discussione sulle principali caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi con questi aggregati, per finire con alcune applicazioni strutturali con gli aggregati 'non naturali'.

Relativamente all'inquadramento normativo, si ricorda che per le NTC 2018 sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620. In particolare, è consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da demolizioni, con alcune limitazioni, a condizione che la miscela di calcestruzzo sia confezionata con aggregati riciclati e venga preliminarmente qualificata e documentata. Gli aggregati devono comunque essere conformi alla UNI EN 12620 e devono essere marcati CE.

Relativamente alle principali caratteristiche fisiche e meccaniche si sono messi a confronto gli aggregati naturali, artificiali e da demolizione, evidenziando che le proprietà fisiche e meccaniche di un calcestruzzo realizzato con aggregati riciclati sono fortemente influenzate dalla qualità dello stesso aggregato riciclato. In particolare, la massa volumica è ridotta, l'assorbimento d'acqua è maggiore e la resistenza meccanica si riduce, soprattutto se utilizza la parte fine dell'aggregato riciclato. Naturalmente si possono migliorare le condizioni operative prestando particolare attenzione alla pulizia degli aggregati e alla progettazione della miscela.

La parte sugli aggregati da demolizione si è conclusa con alcune applicazioni strutturali reali e la presentazione di alcune prove di laboratorio.

La presentazione è poi continuata con la parte relativa all'uso nel calcestruzzo di scorie di acciaieria come aggregato, presentandone le principali problematiche e le principali caratteristiche fisico-meccaniche.

In particolare si è visto che il peso specifico del conglomerato risulta pari a circa 3100 kg/m³, valore circa il 25% superiore rispetto a quello di un comune calcestruzzo.

Le condizioni ambientali possono inficiare la correttezza delle prescrizioni sul quantitativo d'acqua, portando ad una sovrastima o sottostima in funzione della presenza di acqua nei vuoti interstiziali. E' quindi fondamentale un controllo e un monitoraggio attento delle condizioni di stoccaggio al fine di garantire una ripetibilità del prodotto confezionato.

10) Prof. Sabrina Sorlini (Università degli studi di Brescia)

L'effetto sull'ambiente dell'utilizzo di aggregati non naturali

Nel presente intervento viene presentato l'effetto sull'ambiente correlato all'utilizzo di aggregati non naturali. In particolare, vengono analizzati gli aggregati riciclati derivanti dai rifiuti da costruzione e demolizione e due particolari tipologie di aggregati artificiali: le scorie di acciaieria e le ceneri pesanti derivanti dall'incenerimento dei rifiuti solidi urbani (RSU).

I rifiuti da costruzione e demolizione (C&D), classificati all'interno dell'Elenco Europeo dei Rifiuti con codice 17, rappresentano, in termini quantitativi, il flusso principale di rifiuti speciali prodotti sull'intero territorio nazionale (40% dei rifiuti speciali = 56,8 milioni di tonnellate). L'importanza del recupero di tali rifiuti nel settore delle costruzioni è supportata da sviluppi normativi europei e nazionali che, a partire dalla Direttiva 2008/98/CE (successivamente modificata dalla Direttiva 2018/851), prevedono il raggiungimento, entro il 2020, di un obiettivo di riciclo pari al 70% in peso. Ad oggi, in Italia, il tasso di recupero di tali rifiuti come aggregati riciclati si attesta al 76%.

La produzione italiana delle scorie di acciaieria è pari a circa 4.2 milioni di tonnellate (dato al 2020). Il 70% circa è rappresentato dalle scorie da forno elettrico ad arco (EAF o scoria nera). La percentuale di recupero attuale si aggira intorno al 45-50% ed i riutilizzi più comuni comprendono l'aggiunta in parziale sostituzione del legante cementizio o dell'aggregato naturale per la produzione di calcestruzzo, aggregato nella costruzione di strade, aggiunte in conglomerati bituminosi, misti cementati, sottofondi stradali, riempimenti e strati di copertura di discariche.

Il quantitativo di scorie da incenerimento RSU prodotte annualmente in Italia si attesta a circa 1,2 milioni di tonnellate. Il 50% circa viene recuperato per la produzione di cemento. Sebbene le quantità in gioco siano decisamente contenute rispetto ad altre tipologie di rifiuti (ad es. i rifiuti da costruzione e demolizione), il recupero di tali residui per utilizzi più nobili rispetto alla produzione di cemento, ad esempio come aggregati nel settore delle costruzioni, costituirebbe un risparmio di risorse naturali ed una riduzione dei rifiuti da avviare a smaltimento in discarica (le scorie di incenerimento RSU vengono utilizzate per la copertura giornaliera dei rifiuti).

Rifiuti da costruzione e demolizione e aggregati riciclati

Trattandosi principalmente di aggregati riciclati misti, caratterizzati da una forte eterogeneità (dovuta al fatto che le tecnologie attualmente adottate dagli impianti di trattamento sono semplici e poco avanzate), il principale utilizzo è nel settore stradale e geotecnico, come strati di riempimento, sottofondi stradali ecc. Viceversa, a causa di prestazioni tecniche poco performanti, l'utilizzo in applicazioni più nobili come la produzione di calcestruzzo non trova ancora reale applicazione, se non in calcestruzzi a basse prestazioni. Dal punto di vista ambientale, gli aggregati riciclati presentano una composizione chimica molto variabile, con contenuti elevati di cadmio, mercurio, cromo VI e oli minerali. Criticità si riscontrano anche relativamente al possibile rilascio di contaminanti nell'ambiente, valutato mediante esecuzione del test di cessione in accordo alla metodica UNI EN 12457-2. In particolare, cromo totale, COD, nichel, selenio, rame e, talvolta, solfati risultano parametri critici per il recupero diretto (D.M. 186/2006). Il rilascio di cromo è generalmente associato alla presenza di calcestruzzo, cemento e materiali ceramici (argilla) all'interno dei rifiuti C&D e degli aggregati riciclati. Similmente, elevati rilasci di COD si registrano a causa della sostanza organica contenuta principalmente nei C&D misti e rilasci elevati di solfati sono invece associati alla presenza di gesso e materiali ceramici. Il pH fortemente alcalino di questi materiali (generalmente superiore a 10) influenza, inoltre, il rilascio di determinati contaminanti. Per quanto riguarda invece il calcestruzzo confezionato con aggregati riciclati, la normativa non prevede l'obbligo di esecuzione del test di cessione sul monolito ma, risultati di

letteratura, evidenziano, rispetto ad un calcestruzzo tradizionale confezionato con aggregati naturali, un rilascio maggiore di inquinanti quali cromo, zinco, rame e bario. Ciò è collegato al fatto che l'utilizzo di aggregati riciclati nella miscela provoca un aumento di porosità, e conseguentemente, una maggiore permeabilità nonché una diminuzione di densità.

Scorie di acciaieria

I processi di produzione dell'acciaio in Italia danno luogo a diverse tipologie di scorie d'acciaieria, classificate all'interno dell'Elenco Europeo dei Rifiuti con codice 10. Circa il 70% di queste è costituito da scorie da forno elettrico ad arco (EAF o scoria nera) ed i riutilizzi principali comprendono la parziale sostituzione dell'aggregato naturale o del cemento nella produzione di calcestruzzo, misti cementati, sottofondi stradali, riempimenti e strati di copertura di discariche. Il riutilizzo nel settore delle costruzioni può essere limitato sia dalla loro maggiore densità rispetto all'aggregato naturale, sia dalla presenza di elementi come CaO e MgO in forma libera, che danno luogo ad instabilità volumetrica ed a fenomeni di espansione.

Il recupero delle scorie in forma granulare è subordinato all'esecuzione del test di cessione secondo il metodo in Allegato 3 al D.M. 186/2006 (UNI 12457-2, rapporto L/S 1:10, concentrazione nominale 100 g/L) e alla loro caratterizzazione chimica.

La valutazione della caratteristica di pericolo HP14 "Ecotossico" è tuttora oggetto di dibattito tra gli enti regolatori. ISS e ISPRA (Parere ISS, 2013; Nota ISPRA, 2018) suggeriscono di verificare tale caratteristica attraverso una batteria di saggi biologici. Una proposta comprende i saggi di tossicità acuta in crostacei (*D. magna*) e batteri (*V. fischeri*) e di tossicità subacuta in alghe monocellulari (*P. subcapitata*). Al momento si è ancora in attesa di linee guida definitive.

Ceneri pesanti e scorie di incenerimento RSU

Dal punto di vista ambientale, il pH alcalino delle scorie di incenerimento RSU (l'eluato del test di cessione secondo la UNI EN 12457-2 evidenzia valori sensibilmente superiori a 10) influenza notevolmente il rilascio soprattutto di alcuni metalli pesanti (rame, piombo, zinco, ...) limitandone talvolta la possibilità di recupero.

Al fine di superare tali criticità è possibile applicare una serie di pretrattamenti quali: la vagliatura e deferrizzazione indispensabile per eliminare la componente ferrosa e non ferrosa recuperabile nelle rispettive filiere produttive; la maturazione allo scopo di ottenere la carbonatazione delle scorie (in tale periodo si opera l'ossidazione biologica della sostanza organica solubile residua, vengono dilavati i cloruri e si osserva la diminuzione del pH determinato soprattutto dalla precipitazione dei carbonati); il lavaggio (quest'ultimo soprattutto per la parte più fine) che permette di ottenere una sensibile riduzione del rilascio di numerosi inquinanti allo scopo di ottenere aggregati utilizzabili anche per il confezionamento di calcestruzzo.

Un elemento su cui porre l'attenzione è la valutazione dell'ecotossicità. Dai risultati effettuati nel corso di una sperimentazione, le scorie sottoposte a trattamenti di deferrizzazione, vagliatura e lavaggio non evidenziano tossicità acuta su *Daphnia magna*. Questo aspetto è un argomento che merita sicuramente ulteriori approfondimenti, basati anche sull'analisi della speciazione chimica dei composti più problematici.

11) Ing. Deborah Floris (HeidelbergCement Group)

L'utilizzo di materie Prime Seconde nel mix design dei calcestruzzi: esempi di applicazioni in cantiere. Stato dell'arte

L'edilizia è un settore ad alta intensità energetica con un'importante impronta ambientale in termini sia di emissioni di carbonio sia di domanda di materie prime. Se consideriamo che la produzione di calcestruzzo è di circa 2,5 miliardi di mc/anno, e che per produrre 1 mc di CLS sono necessari circa 2.000 kg di aggregato e che per produrre 1 Ton di CEM sono necessarie circa 1,5 Ton di materie prime, si capisce come il settore sia non certo da considerarsi ecosostenibile, e anzi apra ampi scenari di possibile miglioramento.

Attualmente in Italia i rifiuti prodotti dal settore delle costruzioni costituiscono il 40% circa del totale degli scarti prodotti. Il calcestruzzo può essere però prodotto sostituendo parte delle materie prime costituenti con materie di recupero come nel caso degli aggregati che possono essere sostituiti quasi totalmente da aggregati industriali (per esempio scorie di acciaieria) o da aggregati ottenuti da riciclo dei rifiuti da costruzione. Naturalmente la sostituzione dovrà avvenire nel rispetto delle percentuali imposte dalle NTC, in funzione delle resistenze meccaniche a compressione (limite max 30%).

Principi di Sostenibilità

E' fondamentale applicare i principi dell'economia circolare al mondo dell'edilizia in genere. I principi di sostenibilità nel settore delle costruzioni passano essenzialmente attraverso 2 leve chiave: la riduzione della generazione dei rifiuti, e la limitazione del consumo delle risorse naturali.

Progetti di Ricerca e Buone Pratiche per la demolizione e ricostruzione

Italcementi e Calcestruzzi hanno collaborato come partner industriali ad un interessante progetto di ricerca svolto dal Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura dell'Università di Cagliari. Il progetto (MEISAR) "Materiali per l'Edilizia e le Infrastrutture Sostenibili: gli Aggregati Riciclati" è un progetto di ricerca volto a sviluppare una filiera ecosostenibile delle costruzioni in calcestruzzo valorizzando gli aggregati riciclati. Facilitare il riutilizzo di materiali provenienti dalla demolizione o dagli scarti di lavorazione del settore edilizio, può allora davvero limitare l'estrazione di materie prime, contribuendo alla salvaguardia dell'intero patrimonio dei depositi naturali, il cui sfruttamento è sempre più complesso e soggetto a forti vincoli normativi. Il progetto MEISAR inquadra alcune sue attività

nell'ambito degli studi propedeutici alla realizzazione del nuovo Stadio per il Cagliari Calcio. All'interno del progetto è stata eseguita una estesa campagna sperimentale che ha avuto come oggetto la demolizione selettiva di una porzione del vecchio Stadio Sant'Elia di Cagliari e la classificazione delle macerie per valutare la fattibilità del loro successivo riuso (come MPS) nella progettazione di nuovi calcestruzzi strutturali da impiegare nella costruzione del nuovo stadio. La campagna sperimentale sugli aggregati riciclati prodotti dal calcestruzzo dello Stadio Sant'Elia - in via di demolizione per la costruzione di uno stadio di "nuova generazione" - ha consentito di sviluppare un'analisi che ha messo in relazione prestazioni degli aggregati e del calcestruzzo riciclato e prestazioni del calcestruzzo "genitore". La collaborazione con lo studio di Progettazione, firmatario del nuovo progetto per lo stadio del Cagliari Calcio, ha rappresentato un'ottima opportunità (un Modello da Replicare) per la **sperimentazione di buone pratiche sostenibili**, sia per gli enti pubblici che per gli operatori del settore **in riferimento all'utilizzo delle materie prime seconde derivanti da demolizioni**.

12) Ing. Pierluigi Caruso (Abicert)

L'impiego degli aggregati non naturali per il confezionamento di calcestruzzo conforme ai CAM

1. DM 11 ottobre 2021, i calcestruzzi usati per il progetto devono essere prodotti con un contenuto di materiale riciclato (sul secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto; gli elementi prefabbricati in calcestruzzo utilizzati nell'opera devono avere un contenuto totale di almeno il 5% in peso di materie riciclate, e/o recuperate, e/o di sottoprodotti.
2. La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:
 - una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDItaly© o equivalenti;
 - una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade in Italy® o equivalenti; - (UNIPDR 88/2020 - ACCREDIA)
 - una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO 14021.
3. CONVALIDA ASSERTIONE AMBIENTALE AUTO-DICHIARATA secondo la norma ISO 14021:2016 – 7.8 contenuto di riciclato(schema di certificazione non accreditato).
4. CERTIFICAZIONE SUL CONTENUTO DI RICICLATO secondo la UNIPdR 88/2020 (Schema di certificazione accreditato ACCREDIA - UNI CEI EN ISO/IEC 17065) - Viene definito il concetto di sottoprodotto ai fini della certificazione: 3.18. sottoprodotto.
5. REQUISITI DEGLI AGGREGATI RICICLATI AI FINI DELLA CERTIFICAZIONE SUL CONTENUTO DI RICICLATO NEL CALCESTRUZZO: NORMA UNI EN 12620, punto 3.5: aggregato riciclato.

CRITICITÀ: Difficoltà a reperire materiale idoneo per la certificazione ai fini CAM:

Le macerie riciclate in impianti autorizzati in procedura semplificata (tipologia 7.1 di cui al D.M. 5 febbraio 1998) non possono essere impiegate come aggregati per il calcestruzzo ma soltanto per recuperi ambientali [7.1.3.b)]; realizzazione di rilevati e sottofondi stradali e ferroviari e aeroportuali, piazzali industriali [7.1.3.c)].