

Convegno a cura di Infobuild con il contributo di ANPAR, Associazione Nazionale Produttori di Aggregati Riciclati, con il patrocinio del Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino e della Provincia di Milano.

### **Titolo: “Gli aggregati da riciclo: aspetti logistici e problematiche ambientali nella valutazione economica del loro impiego” - Estratto degli atti**

Relatori: arch.Luigi Saino, presidente del Parco Lombardo del Ticino – arch.Luisa Morfini, Icite – arch.Claudio Conio, Politecnico di Milano – arch.Claudio Peja, Consorzio Parco Lombardo del Ticino – arch.Enrico Cerutti, responsabile recupero ambientale area Ticiter Castano Primo – arch.Stefano Seita, Consorzi Rimedi@ – arch.Antonella Grossi (Icite) – ing.Giorgio Bressi, Anpar – ing.Novo Umberto Maerna, Assessore Provinciale ai parchi, agricoltura edilizia varia, cave, protezione civile – Coordinamento arch.Claudio Sangiorgi, Laboratorio di Costruzione dell’Architettura I Facoltà di Bovisa, Politecnico di Milano

Il 30 novembre 2000 presso la tenuta “La Fagiana” a Pontevecchio di Magenta (Mi) si è svolto il convegno intitolato “Gli aggregati da riciclo: aspetti logistici e problematiche ambientali nella valutazione economica del loro impiego”. L’evento è stato realizzato grazie al contributo dell’Anpar, Associazione Nazionale Produttori di Aggregati Riciclati, con il patrocinio del Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino e della Provincia di Milano.

Arch.Luisa Morfini, Icite –

#### **Stato dell’arte di ricerca e normativa su aggregati e riciclati**

Negli ultimi anni la ricerca sulle possibilità di utilizzare gli aggregati riciclati in diverse applicazioni si è consolidata e ha dato risultati promettenti. Si dispone oggi di informazioni e di dati sulle caratteristiche e sul comportamento di tale materiale che consentono di considerarlo con la dovuta attenzione nella definizione di impasti e soluzioni tecniche.

Il settore della ricerca in particolare ha analizzato l’ottimizzazione di alcuni parametri che rappresentano gli elementi chiave per utilizzare al meglio gli aggregati riciclati: I parametri sono sintetizzati di seguito.

##### **La massa volumica**

L’aggregato si presenta in granuli avvolti da uno strato più o meno spesso di malta di cemento. Poiché la malta di cemento ha una porosità maggiore di quella degli elementi lapidei naturali, la massa volumica dell’aggregato riciclato risulta, secondo la totalità degli studi sull’argomento, sempre inferiore a quella dell’aggregato naturale. La riduzione della massa volumica è più marcata per gli aggregati fini riciclati che non per quelli grossi a causa di una maggiore percentuale di pasta di cemento. Il contenuto percentuale di malta originaria può variare per l’aggregato fine riciclato tra il 30 e il 65% mentre per l’aggregato grosso raramente supera il 40%. La tendenza attuale della normativa internazionale è quella di limitare il contenuto di malta di cemento negli aggregati da riciclo attraverso la definizione per questi ultimi di un limite di accettabilità per la massa volumica.

##### **Assorbimento d’acqua**

La presenza della malta aderente ai granuli determina, oltre ad una ridotta massa volumica, anche valori di assorbimento d’acqua superiori rispetto a quello degli aggregati naturali. L’assorbimento degli aggregati grossi riciclati (da 4 a 32 mm) varia tra il 4 e il 9% e sembra essere indipendente dalla qualità del calcestruzzo di origine; l’assorbimento degli aggregati fini riciclati può invece raggiungere valori dell’ordine del 12%. I valori di assorbimento degli aggregati naturali si attestano invece tra 0,5 e 2,5%.

## **La presenza di sostanze inquinanti**

Le sostanze inquinanti eventualmente presenti negli aggregati da riciclo possono essere dovute alla composizione naturale dei materiali ma possono anche essere state aggiunte come additivi nel processo di manifattura; nella maggior parte dei casi esse sono localizzate nei trattamenti protettivi superficiali.

Le sostanze indesiderate includono le malte di calce e gesso impiegate nell'intonaco, l'asfalto, il vetro e l'alluminio impiegati per la realizzazione degli infissi, materiali organici, piastrelle, laterizi, materiale refrattario, cloruri ecc. La presenza di queste sostanze nell'aggregato riciclato può comportare una perdita di resistenza meccanica del calcestruzzo.

Secondo alcune esperienze internazionali, nessuna penalizzazione della resistenza meccanica sarebbe registrata quando gli aggregati vengono contaminati da piastrelle e vetri di finestre, anche se un eccessivo quantitativo di vetri potrebbe determinare il degrado a lungo termine del calcestruzzo per reazione alcali-aggregato. La presenza del bitume nell'aggregato può penalizzare la resistenza meccanica a compressione. Alcune sostanze organiche possono rallentare il processo di idratazione del cemento oppure accentuare il problema dell'instabilità dimensionale del calcestruzzo sottoposto a cicli alternati di asciutto/bagnato. Altre sostanze organiche, come ad esempio le vernici, possono favorire l'intrappolamento di eccessivi quantitativi di aria nel calcestruzzo con la conseguenza di penalizzare fortemente le prestazioni meccaniche.

La presenza di terreno vegetale e di frazioni argillose finissime è indesiderabile al pari di quanto avviene per gli elementi lapidei naturali. Le sostanze limo-argillose infatti possono ridurre l'aderenza matrice cementizia-aggregati penalizzando la resistenza a compressione.

## **La difficoltà di controllo dell'acqua di impasto**

A causa delle caratteristiche di elevato assorbimento d'acqua, gli aggregati riciclati necessitano di tempi lunghi per portarsi in condizione satura a superficie asciutta. La velocità di assorbimento dell'acqua degli aggregati inoltre varia sensibilmente da un tipo a un altro soprattutto nei minuti che seguono la miscelazione. Questa situazione rende difficoltoso il controllo della lavorabilità, quindi dell'effettivo rapporto acqua/cemento.

A causa del più alto fabbisogno di acqua libera dei mix con aggregati da riciclo, alcune ricerche hanno ritenuto opportuno prevedere contenuti di cemento più elevati per i calcestruzzi con aggregati da riciclo rispetto ai corrispondenti calcestruzzi convenzionali. Per evitare questi inconvenienti, secondo alcuni studi è indispensabile procedere a una pre-saturazione degli aggregati mediante bagnatura.

## **La produzione di frazioni fini e la lavorabilità del calcestruzzo fresco**

La maggiore percentuale di vecchia malta attaccata agli inerti, oltre a ridurre la massa volumica e ad aumentare l'assorbimento d'acqua, è causa di quello che viene considerato il principale fattore di deterioramento della qualità dei calcestruzzi confezionati con aggregati da riciclo: la produzione poco controllata di frazioni fini generate dallo sgretolamento della vecchia malta durante la miscelazione in betoniera; tale fenomeno altera la curva granulometrica di partenza e si traduce in una perdita di lavorabilità determinando tempi di inizio e fine presa più brevi rispetto a quelli del calcestruzzo tradizionale.

Per tale ragione la maggioranza degli studi sull'argomento consigliano di non utilizzare le frazioni riciclate più fini ( $< 2$  mm) che presentano una maggiore percentuale di malta vecchia rispetto alle granulometrie più grosse, oppure di eseguire una pre-miscelazione a secco degli aggregati da soli in betoniera per cinque minuti che non deteriora le proprietà del calcestruzzo indurito. La lavorabilità del calcestruzzo fresco viene sorprendentemente migliorata.

## **Il ruolo di Icite**

L'ICITE, Istituto del CNR che opera sulla qualità dei materiali da costruzione, ha negli anni passati svolto una ricerca sulle possibilità di impiegare aggregati provenienti dalla frantumazione di macerie di solo calcestruzzo in impianti fissi con separazione delle altre frazioni.

La caratterizzazione degli aggregati è stata svolta con riferimento alle prove previste in normativa; in particolare lo studio ha controllato tutti i parametri che normalmente si considerano per gli aggregati

naturali, prestando particolarmente attenzione a quelle caratteristiche sopra descritte che influenzano le prestazioni degli aggregati riciclati. Le prove di caratterizzazione effettuate sugli aggregati riciclati hanno dimostrato che essi rispondono mediamente ai requisiti previsti dalla normativa vigente sugli aggregati naturali.

La ricerca è poi proseguita con la verifica prestazionale su blocchi in calcestruzzo per chiusura verticale, confezionati con percentuali variabili (30 e 70%) di aggregati riciclati. Le finalità della sperimentazione sono state quelle di confrontare le prestazioni di blocchi confezionati con aggregati naturali con quelle di blocchi che, a parità di condizioni di mix design e tecnologia produttiva, realizzassero la sostituzione di una parte di aggregati naturali con aggregati riciclati di pari assortimento granulometrico.

I risultati delle prove sono stati molto positivi perché i blocchi parzialmente costituiti da aggregati riciclati sono rientrati ampiamente nei limiti previsti da un progetto di norma in corso di approvazione. Se inoltre si considera che recentemente sono state sviluppate tecniche di demolizione selettiva che hanno dimostrato la possibilità di ottenere frazioni molto più omogenee e recuperabili rispetto a prima con una migliore qualità del materiale di risulta, ci si rende conto delle potenzialità del materiale riciclato.

Tuttavia, nonostante i buoni risultati di questa come di altre sperimentazioni, si è ancora lontani da una situazione favorevole per la creazione di un mercato di prodotti edilizi contenenti materiale riciclato.

Alcuni fattori tra loro concatenati devono essere risolti:

- il mondo della produzione si scontra con la mancanza di una rete capillare di impianti fissi di frantumazione delle macerie, che provoca una difficoltà di approvvigionamento di materie prime seconde e conseguenti prezzi non competitivi rispetto alle materie prime naturali; tale condizione è dovuta ai bassi costi di conferimento delle macerie in discarica e a ostacoli normativi nell'uso di materiale riciclato, in controtendenza con quanto avviene a livello europeo;
- l'attuale legislazione non penalizza sufficientemente il conferimento delle macerie in discarica;
- la sperimentazione sull'impiego di tali materiali in altre applicazioni deve essere ulteriormente consolidata e il mondo della produzione dovrebbe essere maggiormente sensibilizzato in questo senso.

Lo sviluppo della normativa di prodotto è, in particolare, uno snodo chiave. Al momento infatti non sono disponibili adeguati standard di riferimento che tengano conto delle diverse caratteristiche dei materiali riciclati; l'unico riferimento possibile è la normativa dei prodotti confezionati con materie primarie che però, essendo basata sulla conoscenza dei materiali naturali, contiene standard che non tengono conto di livelli prestazionali inferiori ma sempre accettabili e in sicurezza.

Le prime specifiche sui materiali riciclati sono state elaborate nell'ambito del Technical Committee CEN 154, "Gruppo ad hoc per gli aggregati da riciclo", che ha classificato gli aggregati da riciclo a seconda delle principali caratteristiche, ha stabilito i requisiti obbligatori per definire a quale classe gli aggregati da riciclo appartengono e le relative prove per verificarli, ha correlato i requisiti alle classi di esposizione del calcestruzzo previste dalla ENV 206 e ha individuato i test da svolgere per la verifica dei requisiti.

I risultati di questo gruppo di lavoro sono stati presi in considerazione dai gruppi del CEN che stanno elaborando le norme armonizzate specifiche sugli aggregati; infatti in ambito europeo sono in corso di approvazione alcuni gruppi di norme sugli aggregati che per la prima volta non obbligano all'utilizzo di soli aggregati naturali ma si limitano a definire le prestazioni che l'aggregato ed il calcestruzzo o le miscele con essi confezionati devono fornire, rendendo così possibile anche l'utilizzo di percentuali di aggregati da riciclo che garantiscano tali prestazioni.

I progetti di norma europea che si occupano di aggregati e che prendono in considerazione anche gli aggregati riciclati sono:

pr EN 12620	Aggregati per calcestruzzo
pr EN 13139	Aggregati per malte
pr EN 13043	Aggregati miscele bituminose e strati superficiali delle strade
pr EN 13242	Aggregati per materiali non legati e legati idraulicamente
pr EN 13285	Miscele non legate e legate idraulicamente (incluse i sottoprodotti e il materiale riciclato)

*pr EN 13450                   Aggregati per ballast ferroviario*  
*pr EN 13055                   Aggregati leggeri per calcestruzzo e malte*

Per ognuna di queste categorie sono poi allo studio progetti di norme che definiscono i metodi di prova per la verifica delle caratteristiche richieste per ogni tipologia

Il fatto significativo è che le norme consentiranno l'utilizzo di aggregati riciclati solo a condizione che essi risultino idonei in accordo a "regolamenti" nazionali.

Sulla base di questa situazione di fatto, il Gruppo di lavoro UNI "Rifiuti di Costruzione e Demolizione", ha valutato che fosse importante anche per l'Italia avviare iniziative di definizione di specifiche normative nazionali e a questo scopo ha programmato all'interno della propria attività lo sviluppo di norme sugli aggregati riciclati.

La prima iniziativa del gruppo di lavoro è la messa a punto di una norma sull'utilizzo di aggregati riciclati per impieghi stradali perché è l'applicazione più consolidata dal punto di vista degli operatori e con minori problematiche circa le prestazioni del materiale. Il gruppo in particolare sta elaborando una norma cosiddetta "ponte" tra gli aggregati riciclati e le norme esistenti per i materiali stradali. Attualmente è in vigore un corpo di norme del CNR che regola l'impiego di materiali per uso stradale e stabilisce i metodi di prova per le loro caratteristiche.

Le norme di riferimento per questa azione di ponte sono principalmente le seguenti:

*CNR UNI 10006/63       Tecniche di impiego delle terre.*

E' la norma che classifica gli aggregati per usi stradali in base ad alcune caratteristiche fondamentali e stabilisce quali classi possono essere usate nei diversi strati che compongono la strada (sottofondo, fondazione, strato di usura, et.)

*CNR B.U. 139/92 Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali*

E' una norma più recente (1994) rispetto alla 10006, che in sostanza riordina i valori ammessi per le caratteristiche degli aggregati legandoli, tra l'altro, alla classe di traffico cui la strada è destinata: traffico leggero, medio, pesante, molto pesante

*CNR B.U. 169/94       Istruzioni sull'uso della terminologia relativa alle pavimentazioni ed ai materiali stradali*

Chiarisce i termini relativi sia agli strati delle strade che ai materiali da impiegare; E' già importante notare che questa norma già adesso definisce "Terre e aggregati (o inerti)" come segue:

"Sono per lo più di origine naturale; talora gli aggregati possono essere costituiti da sottoprodotti industriali (loppe di alto forno, ceneri volanti) oppure da rifiuti (rifiuti di miniera, di demolizioni, rifiuti solidi urbani)".

La posizione degli enti normatori (Commissione Strade) è quella di non modificare le norme esistenti citate, ma piuttosto di individuare una sorta di griglia di requisiti che gli aggregati riciclati devono rispettare per essere presi in considerazione all'interno delle norme esistenti e in particolare all'interno della CNR 10006, ma anche nella CNR B.U. 169/94 attraverso la caratterizzazione e quindi la definizione dei rifiuti di demolizioni accettabili.

Di seguito si riporta brevemente la struttura della bozza di norma "ponte" alla CNR 10006 "Tecniche di impiego delle terre"

## **Requisiti di preselezione e accettazione degli aggregati riciclati per impieghi stradali**

### **Criteri generali**

I materiali sciolti costituiti da aggregati provenienti da costruzioni e demolizioni possono essere impiegati nelle costruzioni stradali alla stessa stregua delle terre di origine naturale purché:

a) rispettino i requisiti indicati nella presente norma

- b) siano conformi ai limiti previsti nella norma CNR UNI 10006 e successive integrazioni (CNR 139/92 etc.) per le differenti tipologie di impiego
- c) siano state rispettate le procedure di selezione e trattamento ed eseguiti i controlli e i prelievi previsti nella presente norma.

### **Formazione e stoccaggio delle partite**

La norma individua le modalità di stoccaggio dei prodotti, mirando a individuare criteri che garantiscano omogeneità e pulizia del materiale stoccato attraverso particolari cautele

### **Campionatura**

La norma individua le modalità di prelevamento del materiale da sottoporre alle successive prove di caratterizzazione con l'obiettivo di ottenere un campionamento omogeneo, simile al prelievo che compirebbe l'acquirente e utilizzatore di aggregati naturali.

All'interno di questo paragrafo la norma definisce anche le caratteristiche minime di un impianto a "prodotto costante", vale a dire con qualità più controllate e, appunto, costanti per i prodotti in uscita, fatto non influente considerando il materiale in entrata, il rifiuto di Costruzione e Demolizione che può presentare forte eterogeneità.

### **Requisiti tecnico-funzionali**

La norma individua valori per i seguenti parametri:

- Contenuto di materiali litici, calcestruzzi, mattoni e laterizi, pietrisco tolto d'opera, malte idrauliche ed aeree
- Contenuto in vetro
- Contenuto in conglomerati bituminosi
- Contenuto in materiali deperibili o cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, corrugati, ecc.)
- Contenuto in altri materiali (metalli, guaine, gomme, ecc.)
- Indice di plasticità
- Perdita in peso per abrasione con apparecchio Los Angeles
- Passante al crivello 75 UNI 2234
- Rapporto tra il passante al setaccio UNI 2332 (0.425 mm) e il passante al setaccio UNI 2332 (0.075 mm)
- Grado di uniformità
- Passante, al setaccio UNI 2332 (0.075 mm)
- Indice di forma (frazione > 4 mm)
- Indice di appiattimento (frazione > 4 mm)

Si fa presente che al momento della stesura della presente relazione, la norma è ancora in fase di elaborazione e quindi non sono stati riportati i valori adottati per ciascun parametro, essendo essi ancora oggetto di discussione.

## **Gli aggregati da riciclo nella gestione dei ripristini ambientali e quale potenziale strumento di riconversione dell'attività di cava.**

### **Il caso del Parco del Ticino.**

La legislazione nazionale in materia di riutilizzo della risorsa "rifiuto" a fini utili dal punto di vista ambientale, in questi ultimi anni, ha avuto una evoluzione che si può sicuramente valutare come positiva. Il riutilizzo delle materie prime seconde non può limitarsi al reimpiego industriale del materiale come vetro, metallo, carta, ecc., ma deve interessare quantitativi significativi di risorsa da sottrarre alle discariche attraverso impieghi compatibili con l'ambiente e con finalità di interesse anche pubblico.

- In quest'ottica la possibilità di reimpiego di materiale derivante da processi produttivi per il recupero ambientale di aree degradate è un elemento introdotto dal Decreto Ronchi (legge 22/97) e meglio specificato nella normativa approvata con Decreto Ministeriale del 5/2/98 – Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate dal recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22.
- Con queste premesse e per rendere efficaci queste previsioni occorre attivare gli Enti territoriali al fine di guidare il percorso necessario a realizzare gli intenti della legge.

Il ruolo dei Parchi in questa fase è fondamentale per due motivi principali:

1. Le aree a Parco solitamente hanno al loro interno zone residue di attività, in particolare di escavazione, abbandonate e spesso in stato di degrado.

(Questo in quanto trattandosi di aree storicamente marginali all'urbanizzato vi si svolgevano le principali attività di escavazione spesso in modo "selvaggio").

2. La presenza dell'ente gestore del Parco permette di realizzare una programmazione degli interventi in coerenza con la situazione ambientale individuando in maniera molto precisa le finalità che non possono che essere compatibili con gli obiettivi indicati dal Piano Territoriale del Parco stesso.

I Parchi quindi hanno la possibilità di diventare i proponenti di interventi che hanno almeno doppia valenza ambientale: la riduzione di rifiuti da "buttare" in discariche e il recupero controllato di aree degradate eliminando, nel contempo, zone a rischio ambientale (i "buchi" abbandonati sono una grossa tentazione per chi deve disfarsi di "qualcosa").

- L'attivazione di questi interventi è facilitata dalle procedure imposte dalla legge in quanto essendo semplificate consentono d'intervenire anche su piccole aree.

- La procedura da mettere in atto per fare incontrare domanda, l'ente Parco, e il produttore deve essere ben chiara e definita onde evitare che la cura sia peggiore della malattia tenendo altresì conto che si interviene, solitamente, in zone di estrema delicatezza ambientale.

1. La redazione di un progetto completo che contenga elementi molto chiari relativamente ai quantitativi di materiale, alle tipologie compatibili e alle forme di accesso alle aree e l'elemento primario di cui disporre.

2. L'utilizzo di un'unica tipologia di materiale evita che possibili miscugli di elementi attivino effetti non valutati in quanto le analisi di compatibilità vengono eseguite secondo i criteri dell'allegato 3 del decreto ministeriale 5.2.98 che certifica la non nocività di quel tipo di elemento e non considera la possibilità di miscugli di due o più elementi con i conseguenti effetti.

3. Per gli stessi motivi va evitata l'impermeabilizzazione dell'area da riempire, anche se questa operazione sembrerebbe maggiormente garantista, in quanto la concentrazione dell'elemento in caso di successiva possibile perdita del presidio nel tempo causerebbe l'immissione nell'ambiente di un prodotto concentrato in breve tempo invece che, come certificato dai test, in modo graduale provocando effetti non valutati e valutabili.

- Altre forme di azione nelle quali i Parchi possono/devono diventare elementi di proposizione e' quella relativa alla realizzazione di impianti per il recupero a fini edilizi di materiali destinati alle discariche. Il decreto 5/2/98 più volte citato oltre ad indicare i materiali adatti ad essere riutilizzati per i recuperi ambientali indica un'altra serie di residui industriali adatti per utilizzo in sostituzione di materiali per l'edilizia.

In particolare il materiale da demolizione, una volta frantumato e selezionato, si sta dimostrando molto conveniente come inerte per la realizzazione di rilevati stradali in quanto la sua disomogeneità garantisce una maggiore stabilità ed il minore peso specifico permette dei risparmi significativi nelle operazioni di trasporto e movimentazione.

Gli impianti di trattamento hanno un funzionamento abbastanza semplice selezionando il materiale tramite frantumazione con contemporanea eliminazione della maggior parte di residui estranei (plastica, legno, ferro, ecc.).

Questi impianti hanno una maggiore logica produttiva se vengono collocati su aree dove operano altre attività produttive dello stesso settore in particolare con gli impianti di lavorazione di inerte naturale.

- La proposta operativa che mi sento di fare e' articolata in due momenti fondamentali il primo la creazione di un elenco delle aree da recuperare adatte ad accogliere materiali indicati nel decreto 5/2/98 a fini di recupero ambientale in modo di poter fare incontrare domanda, recupero ambientale, e l'offerta di materie prime seconde a disposizione sul mercato e il secondo incoraggiare la collocazione di impianti di trattamento inerti in maniera sufficientemente e capillare al fine di:
  - sostituzione del materiale di cava,
  - evitare lo spreco della risorsa (macerie), diminuendo gli impatti causati dall'abbandono indiscriminato di tale materiale (discariche abusive) e contemporaneamente garantire un servizio sufficientemente diffuso in modo da evitare grandi percorrenze che tenuto conto del valore del materiale rischia di farlo diventare antieconomico.

In coerenza con quanto sopra espresso il Parco Ticino ha valutato positivamente 6 richieste di installazione di impianti di recupero macerie e sta utilizzando, in due situazioni, materiali adatti al recupero ambientale per completare progetti autorizzati.

Arch. Ernesto Cerutti, responsabile recupero ambientale area Ticiter Castano Primo

### **L'utilizzo delle materie prime secondo nel recupero ambientale**

L'esperienza della Ticiter, e conseguentemente la mia, nell'utilizzo delle materie prime seconde per il recupero ambientale è scaturita da un'esigenza occasionale in quanto la ditta stessa ha in corso di realizzazione un progetto di recupero ambientale di una ex cava, di cui sono il responsabile tecnico, in Comune di Castano Primo, sulla base di una convenzione sottoscritta con il Parco del Ticino diversi anni addietro.

L'area oggetto dell'intervento, quasi totalmente compromessa dagli scavi, non consentiva di ottenere la compensazione tra gli sterri e i riporti né tanto meno le risorse economiche per effettuare i lavori secondo il progetto di recupero concordato con L'Ente Parco.

Occorreva quindi reperire dall'esterno un quantitativo pari a circa 100.000 mc. di materiale idoneo per i ripristini. A questo punto l'Ente Parco si era assunto l'impegno di ottenere i permessi necessari per una discarica di inerti, onde recuperare i 100.000 mc. mancati senza oneri finanziari.

Arrivati però alla fase conclusiva dei lavori il Parco ha valutato inopportuno completare il recupero morfologico con materiale costituito prevalentemente da macerie grossolane, ed ha concordato con la Ticiter di utilizzare materiali classificati dal D.P.R. 22/97 e relative norme tecniche emanate nel 1998 come idonei per il recupero ambientale.

Conseguentemente la Ticiter ha installato, su un'area produttiva limitrofa al piano di recupero, un impianto regolarmente autorizzato alla trasformazione e recupero delle macerie e dei rifiuti inerti ed ha concordato con l'Ente Parco le modalità di utilizzo delle diverse tipologie di materiale da impiegare per i riempimenti che avrebbero interessato soltanto gli ultimi riporti nel rispetto dei piani di progetto.

Ora siamo in fase conclusiva ed è necessario usare materiale di pezzatura minuta che il nostro impianto è in grado di produrre, purtroppo però alcune disposizioni e norme interpretate in maniera discordante dagli operatori competenti (ad esempio la diversità di opinioni sul fatto che i materiali indicati dal D.P.R. del 1998 come idonei per i riempimenti in genere siano utilizzabili anche per i recuperi ambientali, come sarebbe logico e come è ritenuto tale dal nostro consulente esterno) non consentono al Parco di permetterci l'impiego di queste materie prime seconde e quindi non ci permettono di ultimare in tempi brevi il piano di recupero proprio perché siamo autorizzati ad usare solo segagione di marmo e materiali provenienti da scavi che ultimamente arrivano al nostro impianto in quantità non sufficiente per soddisfare il nostro fabbisogno.

Nonostante questi vincoli l'operazione è stata, fino ad ora, in complesso soddisfacente in quanto i costi di selezione, movimentazione e stesa del materiale prodotto sono stati quasi totalmente coperti dal ricavato relativo al ritiro dei materiali (rifiuti inerti)

Ritengo inoltre che la ditta Ticiter avrà in futuro un utile determinato dalla valorizzazione immobiliare dell'area recuperata, senza trascurare l'arricchimento del suo Curriculum in quanto questa operazione, maturata in collaborazione con l'Ente Parco ed il Comune di Castano Primo, consentirà alla Ditta stessa di proporsi per la realizzazione di iniziative analoghe avendo maturato una notevole esperienza tecnico - operativa.



Arch. Antonella Grossi (Icie – Bologna)

### **Il progetto Vamp di valorizzazione dei materiali e dei prodotti di demolizione**

In Italia il settore costruzioni produce oltre 40 milioni di tonnellate di scarti e residui: una quantità enorme di rifiuti da smaltire – come avviene oggi – che può invece trasformarsi in uno straordinario giacimento di manufatti da riusare e di materiali da riciclare, con evidenti vantaggi per l'ambiente e interessanti opportunità occupazionali

Un giacimento che può essere sfruttato se si riesce ad organizzare e rendere efficiente un “mercato dell'usato” di componenti e materiali da costruzione, ambientalmente conveniente economicamente sostenibile.

Questo è l'obiettivo di VAMP, che sta sviluppando e sperimentando nelle province di Modena e Reggio Emilia un'applicazione innovativa di “commercio elettronico” degli scarti e residui costruzione e demolizione (C&D).



VAMP è un sistema informativo distribuito, che trova le possibili corrispondenze fra la domanda e l'offerta di residui c&d registrate sul territorio, ed è quindi capace di “pilotare” i flussi di rifiuti verso le destinazioni di migliore valorizzazione.

VAMP è un progetto biennale di ricerca e sperimentazione avviato nel novembre 1998, coordinato dalla Regione Emilia-Romagna, Assessorato al Territorio Programmazione e Ambiente e parzialmente finanziato dall'Unione Europea, nell'ambito del Programma LIFE-Ambiente (LIFE 98/ENV/IT/33).

Partners della Regione Emilia Romagna sono: gli istituti di ricerca Icie e Quasco (BO), le aziende pubbliche Meta (MO) e Agac (RE), le imprese di costruzioni Coopsette (RE) e CMB (Carpi- MO), le cooperative sociali Aliante (MO) e Consorzio Quarantacinque (RE).

Il progetto sta avviandosi alla fase conclusiva: entro l'autunno sperimenterà il sistema informativo, permettendo a gruppi selezionati di utenti di accedere ad una particolare "Borsa telematica" dei materiali e degli scarti valorizzabili, in cui sia l'offerta che la richiesta di materiali potranno trovare un punto di incontro alle migliori condizioni di mercato.

### **Quadro di riferimento**

Le attività di c&d producono prevalentemente – anche se non esclusivamente – rifiuti non pericolosi (C.E.R.: 17 00 00), ma in quantitativi molto rilevanti. Tali quantitativi sono originati dai rifiuti provenienti da una grande quantità di “luoghi di produzione” temporanei, diffusi capillarmente sul territorio.

A differenza di quanto di norma avviene nei settori industriali, qui le caratteristiche fondamentali dell'attività e i conseguenti flussi di rifiuti si mantengono più o meno stabili nel tempo, mentre variano in permanenza gli operatori coinvolti.

Rispetto all'attività che li genera, i rifiuti c&d possono essere ritenuti una categoria relativamente omogenea, ma dal punto di vista della loro natura essi sono costituiti da un insieme numeroso ed eterogeneo di materiali diversi.

Per la frazione quantitativamente più rilevante di tali rifiuti (materiali inerti) il recupero, quando possibile, può avvenire solo nell'ambito delle attività del settore costruzioni (anche se non necessariamente negli stessi luoghi di produzione), mentre per le altre frazioni, ad eccezione dei materiali eventualmente riusabili in forma diretta, i possibili recuperi o riciclaggi interessano prevalentemente settori diversi dalle costruzioni. Stante il profilo tecnico prevalente delle lavorazioni e le dimensioni dei manufatti prodotti, le costruzioni costituiscono allo stesso tempo un settore potenzialmente molto interessante per il recupero di grandi quantità di rifiuti non pericolosi di diversa provenienza. Fra i più rilevanti per la pluralità di effetti ambientali positivi (recupero di rifiuti, risparmio di risorse naturali, prevenzione dei danni legati all'attività di cava) sono quelli che consentono di sostituire con diverse tipologie di rifiuti (recuperati tanto dalle costruzioni che da altri settori) i materiali naturali di cava e di fiume oggi utilizzati come inerti. Anche impieghi di altri materiali recuperati – benché quantitativamente meno consistenti - sono possibili e potenzialmente interessanti (es.: granulati di materiali plastici o trucioli di legno per coibentazioni).

In applicazione di obblighi normativi, o per autonoma iniziativa degli operatori del mercato almeno alcune delle “filiera” di gestione dei rifiuti che interessano il settore c&d risultano “presidiate”, benché non sempre in modo soddisfacente per copertura, efficacia e modalità di gestione dei rifiuti stessi. In molti casi esistono inoltre iniziative ed attività di gestione e valorizzazione dei rifiuti già sviluppate con finalità diverse, ma che potrebbero essere alimentate con rifiuti C&D, sottratti in questo modo allo smaltimento in discarica (es.: la raccolta differenziata dei contenitori in vetro, che potrebbe “accogliere” anche i rifiuti in vetro di provenienza C&D).

Osservato in un ambito territoriale sufficientemente esteso (indicativamente una provincia) l'insieme delle attività di c&d evidenzia un tessuto fitto e “permanente” di luoghi, ciascuno dei quali è un potenziale punto di raccordo fra i rifiuti prodotti dalle attività di c&d che in quei luoghi si svolgono, e quelli prodotti da altre attività ma recuperabili quali materiali da costruzione. Il settore c&d costituisce quindi un campo d'azione particolarmente interessante per sviluppare e sperimentare iniziative di gestione razionale dei rifiuti a scala territoriale, valorizzando i circuiti locali di recupero e riciclaggio, in particolare quelli che consentono di raccordare “trasversalmente” settori diversi e di sfruttare le reciproche complementarità.

### **Obiettivi del progetto**

Per valorizzare le diverse frazioni di rifiuti prodotti dalle attività di c&d o riciclabili nel settore, appare decisivo realizzare un efficace *sistema informativo distribuito* su base territoriale, capace di gestire i flussi di rifiuti “pilotandoli” di volta in volta verso le destinazioni più idonee a ridurre l'impatto ambientale, a limitarne e comunque ad ottimizzarne lo smaltimento ed a valorizzarne al massimo i possibili recuperi e riciclaggi. Questo sistema è concettualmente costituito da un modello virtuale dinamico della situazione territoriale, che si alimenta di continuo con le informazioni sui flussi di rifiuti, espresse in forma di “offerta” da parte di chi li produce e di “domanda” da parte di chi è interessato a recuperarli o riciclarli.

Un sistema che operi efficacemente secondo questo approccio:

- deve realizzare una forte connessione con la dimensione fisica del territorio (localizzazioni dei luoghi di produzione e degli impianti di trattamento e smaltimento per le diverse tipologie di rifiuti, distanze, reti di trasporto, ecc.) e la capacità di adattarsi di continuo alle trasformazioni che sul territorio si producono;
- deve offrire una strumentazione efficace (ma ad accesso molto semplice e rapidissimo) di ausilio alle decisioni, che in base alla situazione presente in quel momento sul territorio offra a ciascun utente un quadro delle opzioni disponibili ed elementi informativi sufficienti perché l'utente stesso decida la soluzione più idonea, fra quelle possibili;
- deve produrre un “valore aggiunto” costituito da una ricca dotazione di informazioni tecniche aggiornate, trasferibili su richiesta a ciascun utente, concernenti le modalità di “condizionamento” e di

conferimento idonee per ogni tipologia di rifiuto, in relazione alla destinazione cui esso viene indirizzato.

Su queste basi, VAMP si propone di realizzare e sperimentare un *sistema informativo distribuito* efficace ed innovativo per la *gestione dei flussi di rifiuti* aventi come origine e/o come destinazione di possibile recupero le attività di c&d (costruzione & demolizione), finalizzato a:

- ridurre le quantità di rifiuti smaltiti in discarica;
- valorizzare le frazioni riusabili o riciclabili;
- ottimizzare le potenzialità di tutti i circuiti locali di recupero esistenti sul territorio;
- creare condizioni favorevoli allo sviluppo di nuova occupazione, in particolare a favore delle fasce sociali più deboli, nelle attività di raccolta, selezione, trattamento, riuso e riciclaggio di rifiuti aventi come origine o possibile destinazione il settore C&D.

I risultati attesi, al momento dell'avvio del progetto, sono:

- definizione di una metodologia e di istruzioni tecniche per l'esecuzione delle attività di demolizione edilizia con criteri che consentano la riduzione delle quantità, la gestione razionale e la massima valorizzazione dei rifiuti;
- progettazione, sviluppo e realizzazione di un sistema informativo distribuito per la gestione ottimale dei rifiuti aventi come origine o destinazione di possibile recupero le attività di C&D, comprendente l'acquisizione delle basi cartografiche; lo sviluppo del software di gestione, delle procedure di accesso e dei protocolli; la definizione delle strumentazioni idonee a permettere la comunicazione col sistema informativo da parte di operatori dislocati sul territorio;
- sperimentazione al vero del funzionamento del sistema in due ambiti territoriali distinti (in provincia di Modena e in provincia di Reggio Emilia) rappresentativi della situazione regionale;
- diffusione dei risultati conseguiti - in vista dell'applicazione del sistema ad altri contesti territoriali - anche con l'utilizzo del progetto-pilota quale installazione dimostrativa; organizzazione di iniziative di informazione a favore delle diverse figure professionali coinvolte, finalizzate tra l'altro a promuovere nuova occupazione divulgazione dell'esperienza presso le Amministrazioni pubbliche, al fine di valutare la soluzione proposta rispetto agli indirizzi di politica di gestione dei rifiuti, di incentivazione del recupero e di uso di materiali recuperati e riciclati nelle attività c&d.

### **Risultati raggiunti al 16° mese**

Dopo 16 mesi di lavoro, a circa due terzi, quindi, dello sviluppo del progetto, VAMP ha conseguito i seguenti risultati:

- Mappa dinamica delle aree di sperimentazione (province di Reggio Emilia e di Modena) realizzata attraverso la mappatura digitale dei siti di trattamento, recupero, stoccaggio temporaneo e permanente dei rifiuti c&d, con la messa a punto di un modello di calcolo per la determinazione rapida delle distanze.

La mappa rappresenta i siti di interesse per il progetto VAMP, classificandoli in base alle attività in essi svolte e collocandoli sul territorio.

La classificazione dei siti utilizzata è la seguente:

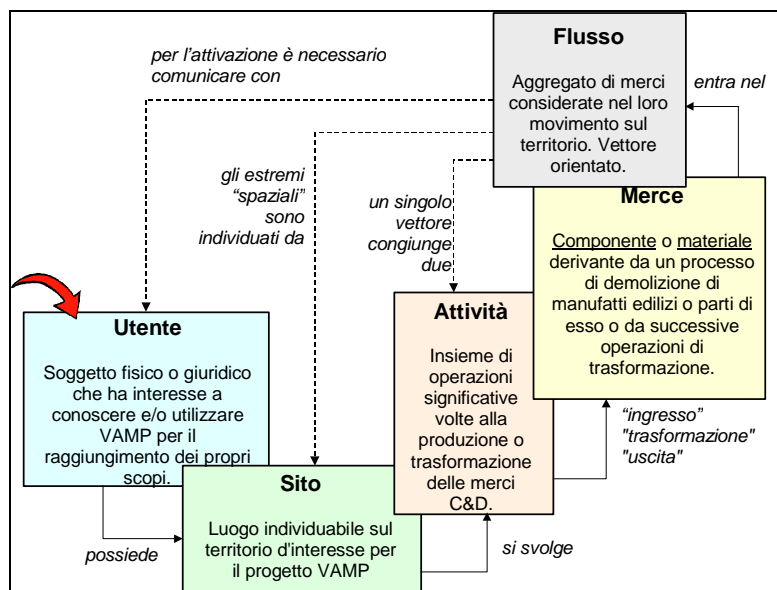
- produzione rifiuti;
- trattamento rifiuti;
- riutilizzo rifiuti;
- deposito temporaneo;
- deposito permanente (discarica);
- Modello logico-funzionale del sistema informativo Vamp che non solo descrive le entità di interesse per il progetto (*utente, sito, attività, merce e flusso*), cioè gli attori del sistema, e le relazioni esistenti tra essi, ma in cui sono anche identificate e rappresentate le varie situazioni di interesse del progetto VAMP come:
  - il modello del ciclo di vita delle merci;

- la descrizione del flusso fisico (flusso delle merci);
- la descrizione del flusso logico (flusso di informazioni).
- il modello Origine/Destinazione e le modalità di gestione dei flussi delle merci c&d

Il *risultato teorico* della applicazione di un modello di gestione dei flussi di merci di origine e/o destinazione c&d sarebbe quello di far seguire alle merci un particolare ciclo di vita "ottimizzato" che, a partire dalla produzione e attraverso un certo numero di passaggi di trattamento e trasformazione, si richiuda mediante il riutilizzo di queste nelle attività del settore delle costruzioni.

Tuttavia, stante la natura non coercitiva del sistema VAMP, non è possibile obbligare gli utenti a portare le merci verso la destinazione "migliore" (anche perché il concetto di migliore, o ottimo, può essere riferito tanto al punto di vista del sistema quanto a quello dell'utente, che non sempre coincidono). Inoltre, l'articolazione del ciclo di vita delle merci dipende da più utenti e nessuno può garantire che ciascuno di essi utilizzi VAMP in modo completo né esclusivo; in ogni punto del ciclo, quindi, le merci potrebbero uscire dal "flusso pilotato".

Il pilotaggio completo delle merci non può quindi essere garantito poiché il sistema VAMP fornisce indicazioni ma è sempre e solo l'utente che prende le decisioni. Per tali motivi *il tentativo di ottimizzare globalmente il ciclo di vita delle merci per il pilotaggio dei relativi flussi non permette il raggiungimento degli obiettivi del progetto. Questi obiettivi possono invece essere raggiunti ottimizzando localmente tale ciclo di vita.*



**Figura 1:** Rappresentazione schematica del modello di funzionamento del sistema informativo VAMP

- Attivazione di un sito web (<http://www.regione.emilia-romagna.it/vamp>) che, oltre alle informazioni generali sul progetto, rende disponibile un'ampia documentazione prodotta nel corso della ricerca sul tema della valorizzazione dei residui c&d e dà accesso al sistema informativo Vamp.

Il sistema informativo Vamp è il dispositivo con il quale gli utenti di Vamp possono accedere alle funzionalità della borsa telematica, inserendo le proprie "inserzioni" ed ottenendo corrispondenti risposte ottimizzate rispetto alla situazione locale dinamicamente aggiornata e gerarchizzate in base a diversi criteri.

Il cuore del sistema informativo Vamp, cioè lo strumento attraverso cui Vamp opera per ottimizzare il flusso di merci di provenienza c&d, è il **SSD** (Sistema di Supporto alle Decisioni). SSD è un sistema

di analisi ed elaborazione delle informazioni a supporto dei decisori: estrae informazioni da una base dati e vi applica un modello decisionale per ricavare consigli utili alla formulazione di piani strategici. Il Sistema di Supporto alle Decisioni progettato per VAMP deve supportare gli utenti nelle scelte:

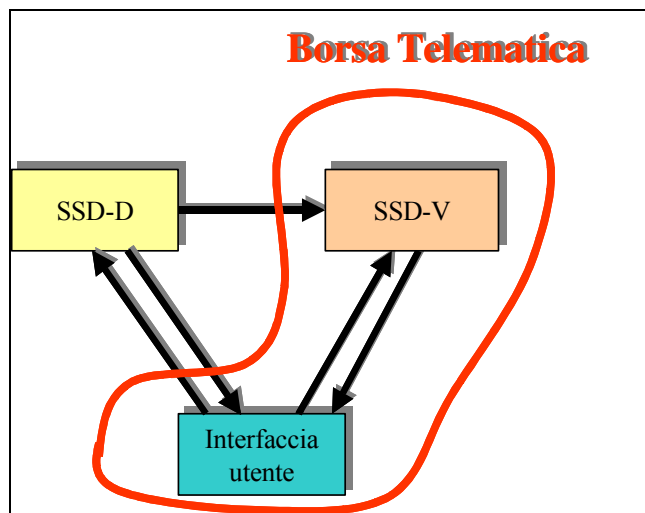
- 1) inerenti le modalità, procedure e tecniche di demolizione di edifici o parti di edificio (**SSD-D**) e
- 2) che possono essere adottate nello smaltimento dei residui e nell'approvvigionamento di materiali e componenti usati e/o riciclati (**SSD-V**).

In particolare:

- Sistema di Supporto alla Demolizione (**SSD-D**): esso rappresenta il necessario presupposto per la separazione in cantiere delle frazioni riusabili/recuperabili. Lo scopo di questa parte del sistema è quello di supportare la formulazione di un piano di demolizione contenente valutazioni sulla fattibilità dello smontaggio/demolizione, valutazioni su tempi e costi di questa operazione e una serie d'istruzioni operative su come effettuare tale demolizione per separare le frazioni recuperabili/riciclabili dal manufatto edilizio. Cinque database costituiscono la conoscenza di base su cui poggia il sistema di supporto alle decisioni:
  - Modello di scomposizione dell'edificio (unità, strati e rispettive relazioni) e - Liste CER integrate (elenco dei *componenti e frammenti* e rispettivo codice CER)
  - Criteri di valutazione della prestazione residua dei componenti e della fattibilità tecnica dello smontaggio
  - Criteri di valutazione della separabilità e riciclabilità dei frammenti e rottami
  - Istruzioni di smontaggio e demolizione selettiva
  - Criteri di quantificazione di componenti e materiali costituenti le unità costruttive
- Il Sistema di Supporto alla Valorizzazione delle merci (**SSD-V**): lo scopo di questo modulo è quello di fornire supporto per uno smaltimento/approvvigionamento ecologicamente compatibile ed economicamente conveniente di materiali e componenti c&d che un qualunque utente detiene (il concetto di valorizzazione è da intendersi in questo senso). Questo supporto consiste nell'*individuare tutti i siti accessibili e indicare quali siti di recupero/smaltimento delle merci c&d sono più idonei rispetto a determinati criteri*.

Allo stato attuale, il SSD-V consente di identificare i siti di destinazione più idonei per lo smaltimento/recupero dei rifiuti. L'*input* da fornire al software è la localizzazione del sito di origine e l'identificazione del rifiuto da smaltire o recuperare, mentre la selezione delle destinazioni più idonee - che costituisce l'*output* fornito dal sistema informativo - viene generato sulla base di un modello decisionale che prende in considerazione due fondamentali punti di vista:

  - **Punto di vista economico.** La gestione dei rifiuti deve essere economicamente conveniente. I criteri attualmente individuati sono il **costo di realizzazione** dell'attività, che indica ad esempio la tariffa per il conferimento dei rifiuti ad un particolare sito o il prezzo richiesto da chi cede un componente usato reimpiegabile, e la **distanza** tra il sito di origine e quello di destinazione del flusso di merci, per valutare i costi di trasporto.
  - **Punto di vista ambientale.** La gestione dei rifiuti deve essere ecologicamente compatibile. Il criterio individuato è quello di associare ad ogni tipo di attività un **coefficiente d'impatto ambientale** che ne quantifica l'impatto sull'ambiente. Anche da un punto di vista ambientale vi è interesse a percorrere la **distanza** minore, in quanto il trasporto provoca inevitabilmente inquinamento atmosferico e acustico, ma le diverse attività che possono essere realizzate per conseguire l'eliminazione del residuo sono caratterizzate ciascuna da uno specifico livello di compatibilità ambientale: gli stessi mattoni producono un impatto minimo se riusati, maggiore se triturati per farne inerti riciclati e ancora maggiore se conferiti in discarica per lo stoccaggio finale.



**Figura 2:** *Articolazione dei moduli del sistema informativo accessibili tramite il sito Web di VAMP*

- La difficoltà di mettere a sistema un universo di informazioni, qualitative e quantitative, disomogenee tra loro ma necessarie per la definizione del sistema di gestione Vamp (come identificare e quantificare componenti e materiali, come valutarli, come e in che modo trasferire l'informazione) ha richiesto di verificarne 'al vero' le difficoltà di elaborazione si è proceduto ad avviare, e concludere, un test di funzionamento sul campo nel cantiere "Ex-Sarsa" di Reggio Emilia (impresa Coopsette S.C.a r.l.). L'attività di demolizione del complesso edilizio è avvenuta secondo i principi della massima valorizzazione dei rifiuti, nel rispetto degli obiettivi previsti dal progetto VAMP, e si è attuata attraverso la selezione e la separazione di un certo numero di materiali e componenti.



**Figura 3:** *Smontaggio delle capriate di copertura nel cantiere di sperimentazione VAMP "Ex-Sarsa" di Reggio Emilia (autunno 1999)*

### **L'investimento nel settore degli aggregati riciclati: alcune valutazioni**

Il riciclaggio dei materiali edili trova la sua origine nel momento della demolizione, totale o parziale, di un manufatto edilizio [Rigamonti, 1996]. Esiste una connessione molto forte tra demolizione e valorizzazione dei rifiuti. Le tecniche di demolizione impiegate influenzano in modo determinante la qualità dei rifiuti da costruzione e demolizione e conseguentemente dei materiali riciclati: le materie prime seconde (MPS) ottenute da rifiuti omogenei sono di qualità superiore rispetto a quelle provenienti da mix eterogenei [Rigamonti, 1996]. Quindi se l'obiettivo è quello di favorire il riciclo dei materiali edili, allora si dovrebbero adottare pratiche di demolizione che consentano di ottenere la separazione dei rifiuti per frazioni omogenee. Per ottenere questo risultato l'attività di demolizione deve avvalersi di una pluralità di strumenti di demolizione parziale e deve prevedere uno smantellamento per fasi successive dell'intero edificio. Una strategia di questo tipo, detta di demolizione selettiva, è oggi ancora poco praticata, perché comporta il sostenimento di costi elevati, dovuti al massiccio impiego di manodopera e ai tempi lunghi di esecuzione. Inoltre la mancanza di un indotto organizzato, cioè di una rete capillare di impianti di valorizzazione e di un mercato del riciclaggio, ha finora scoraggiato le imprese.

Nella realtà accade che nella scelta delle tecniche di demolizione da adottare si considerano come elementi prioritari l'aspetto economico e la velocità di esecuzione dell'operazione e non si tiene conto della necessità di ricollocare nel processo produttivo le diverse tipologie di rifiuti e componenti.

Queste considerazioni spingono a demolire soprattutto in maniera tradizionale, con l'adozione di procedure non selettive, che non permettono la migliore valorizzazione possibile dei rifiuti edili. I materiali che si ottengono hanno infatti una composizione fortemente eterogenea (rifiuti indifferenziati), per cui male si prestano ad essere recuperati e riutilizzati.

Pertanto essi possono o essere smaltiti in discarica oppure essere avviati al recupero soltanto dopo aver subito un adeguato trattamento di selezione.

Una demolizione selettiva, invece, può essere organizzata in modo tale da consentire la separazione degli elementi riusabili, delle diverse frazioni costituenti il rifiuto da demolizione, nonché l'allontanamento delle sostanze estranee o inquinanti.

Il recupero dei componenti richiede un'attenta pianificazione per individuare quali sono gli elementi che dovranno essere smontati manualmente e con molta cura [Tondi, 1998].

Sono componenti riusabili le porte, le finestre, i cancelli, le ringhiere, ecc., dotati di prestazioni residue sufficienti per poter essere reimpiegati nella loro funzione originaria dopo aver subito un processo di nobilitazione, che consiste nella pulitura, manutenzione ed eventuale adattamento. Invece gli elementi in pessimo stato di conservazione devono essere smontati al fine di recuperare i singoli materiali costituenti (es. legno, vetro e ferro) da avviare a riciclaggio.

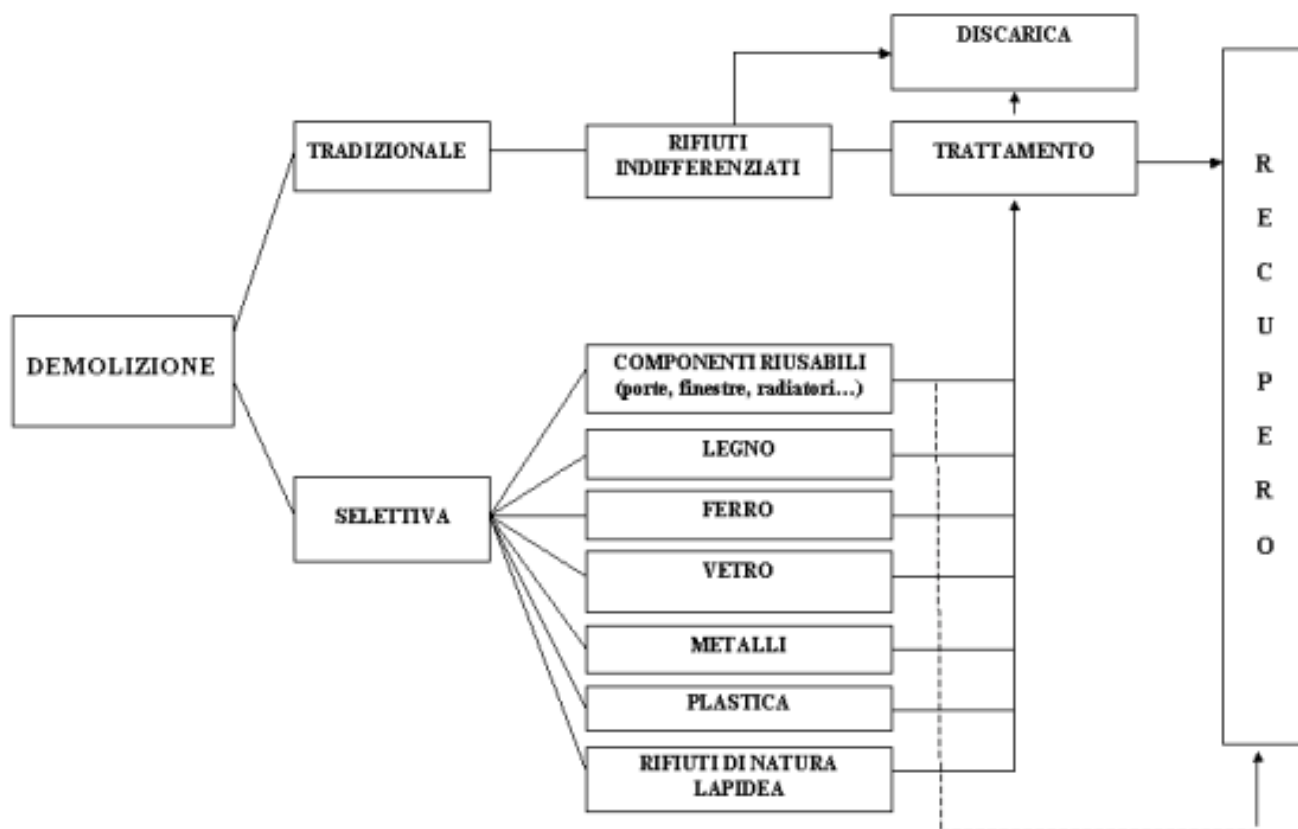
Ci sono però anche altri materiali che provengono dalle demolizioni e ristrutturazioni, che possono essere riutilizzati tali e quali. Si tratta ad esempio dei coppi, che vengono puliti e rivenduti per essere impiegati in nuove costruzioni rustiche; dei mattoni fatti a mano, che dopo un'accurata pulizia vengono impiegati per pavimentazioni interne ed esterne. E' ancora il caso delle travi di legno, che possono essere rivendute e utilizzate per la costruzione ad esempio di camini e tavernette [Anonimo, 1998].

Seguendo la gerarchia di gestione dei rifiuti dettata dall'Unione Europea [Bressi e Pagani, 1995], recepita anche nel nostro quadro normativo in materia, i rifiuti che non possono essere riusati possono però essere riciclati. Procedendo alla separazione all'origine delle differenti categorie di rifiuti, è possibile avviare a trattamento non solo i materiali tipici delle costruzioni come laterizio, calcestruzzo e macerie miste, ma anche il legno, la plastica, il vetro e i metalli che possono essere conferiti ai rispettivi canali di riciclaggio. Una demolizione di questo tipo non solo permette di recuperare la quasi totalità dei rifiuti prodotti (poiché in discarica finiscono soltanto gli elementi edilizi contenenti amianto e gli isolanti) [Bressi, 1999], ma

consente anche la produzione di MPS per l'edilizia di elevata qualità, mediante l'avviamento al riciclo di rifiuti omogenei.

Quanto sopra esposto permette di individuare lo schema di gestione dei rifiuti da demolizione riportato nel grafico di Fig. 1.

Figura 1 – La gestione dei rifiuti da demolizione



### Ruolo della tecnologia

I rifiuti da demolizione, per essere riutilizzati, devono essere trattati in appositi impianti di frantumazione, selezione e classificazione.

La possibilità di ottenere MPS da questi rifiuti è, infatti, prevista dal D.M. 5 febbraio 1998, che al punto 7.1.3 dell'allegato 1- suballegato 1- per quanto riguarda le attività di recupero prevede: "...fasi meccaniche e tecnologicamente interconnesse di macinazione, vagliatura, selezione granulometrica e separazione della frazione metallica e delle frazioni indesiderate per l'ottenimento di frazioni inerti di natura lapidea a granulometria idonea e selezionata....".

La normativa quindi prevede che gli impianti di frantumazione siano dotati di determinate caratteristiche (deferizzatori, vagli, ecc.), ma non specifica il tipo d'impianto.

Quindi, uno dei problemi legati al recupero dei rifiuti da demolizione riguarda proprio la scelta della tecnologia da adottare.

Il primo aspetto da considerare riguarda i requisiti qualitativi del prodotto riciclato.

In assenza di procedure di demolizione selettiva, per ottenere un prodotto di qualità è necessario ricorrere all'adozione d'impianti dotati di speciali apparecchiature in grado di garantire l'eliminazione del materiale non inerte e delle frazioni leggere. Soltanto in questo modo è possibile parlare di un vero e



proprio riciclaggio, vale a dire di un trattamento volto a trasformare il rifiuto in un prodotto dalle elevate caratteristiche qualitative e prestazionali.

Questo risultato è però ottenibile soltanto con gli impianti fissi, posto che gli impianti mobili non sono sempre in grado di eliminare efficacemente materiali come carta, plastica e legno, che possono costituire un problema per la qualità dell'aggregato riciclato [Galgano, 1998]. La necessità di contenere l'entità dei macchinari da trasportare ha infatti impedito di dotare questi impianti di efficaci sistemi di selezione, per cui essi consentono soltanto il recupero grossolano di metallo e la riduzione volumetrica delle macerie, ottenendo di fatto un prodotto non molto diverso da quello originario [Galgano, 1998], a meno che il materiale non venga sottoposto a separazione prima del trattamento.

Le pratiche di demolizione selettiva consentono invece di avviare a riciclo un rifiuto omogeneo, il che capovolge il problema della scelta della tecnologia.

In questo caso, infatti, anche gli impianti mobili consentono di raggiungere dei buoni risultati in termini di qualità del prodotto ottenuto, offrendo in aggiunta vantaggi economici molto interessanti.

Essi, infatti, richiedono investimenti per l'acquisto e spese di gestione notevolmente inferiori rispetto a quelli necessari per gli impianti fissi e consentono di risparmiare i costi di trasporto delle macerie [Rigamonti, 1996], in quanto gli aggregati così prodotti vengono riutilizzati in loco.

La "qualità del prodotto ottenibile" e la "tecnica di demolizione adottata" rivestono quindi fondamentale importanza nella scelta della tecnologia da adottare. La demolizione selettiva è però ancora poco praticata e quindi per garantire l'elevata qualità degli inerti recuperati è necessario ricorrere all'adozione di tecnologie più sofisticate, che richiedono investimenti e costi di esercizio maggiori.

In Italia al momento attuale esistono, presumibilmente, 50/70 impianti mobili di frantumazione e una trentina di impianti fissi, anche se un vero e proprio censimento non risulta essere mai stato effettuato.

Tra gli impianti fissi una decina di essi attualmente in esercizio applicano la tecnologia denominata R.O.S.E. (Recupero Omogeneizzato Scarti Edilizi), sulla quale sono state effettuate numerose ricerche sia sotto il profilo della tecnologia di trattamento, che di quella dell'utilizzo dei materiali riciclati.

Tale tecnologia, nata a livello sperimentale sul primo impianto progettato e realizzato a Castellarano (RE) tra il 1988 e il 1989, ha subito nel corso di un decennio modifiche e miglioramenti nel corso delle diverse applicazioni.

Di volta in volta infatti la progettazione ha lavorato su tutti quei particolari costruttivi che solo le diverse esperienze gestionali fino ad oggi condotte hanno potuto mettere in evidenza giungendo così alla realizzazione dell'ultimo esemplare, realizzato a La Spezia nel 1999, che si presenta al pubblico con efficienze di trattamento e rimozione sempre più elevate a fronte di ancora più modesti impatti sull'ambiente.

### **Breve descrizione della tecnologia - Il ciclo tecnologico**

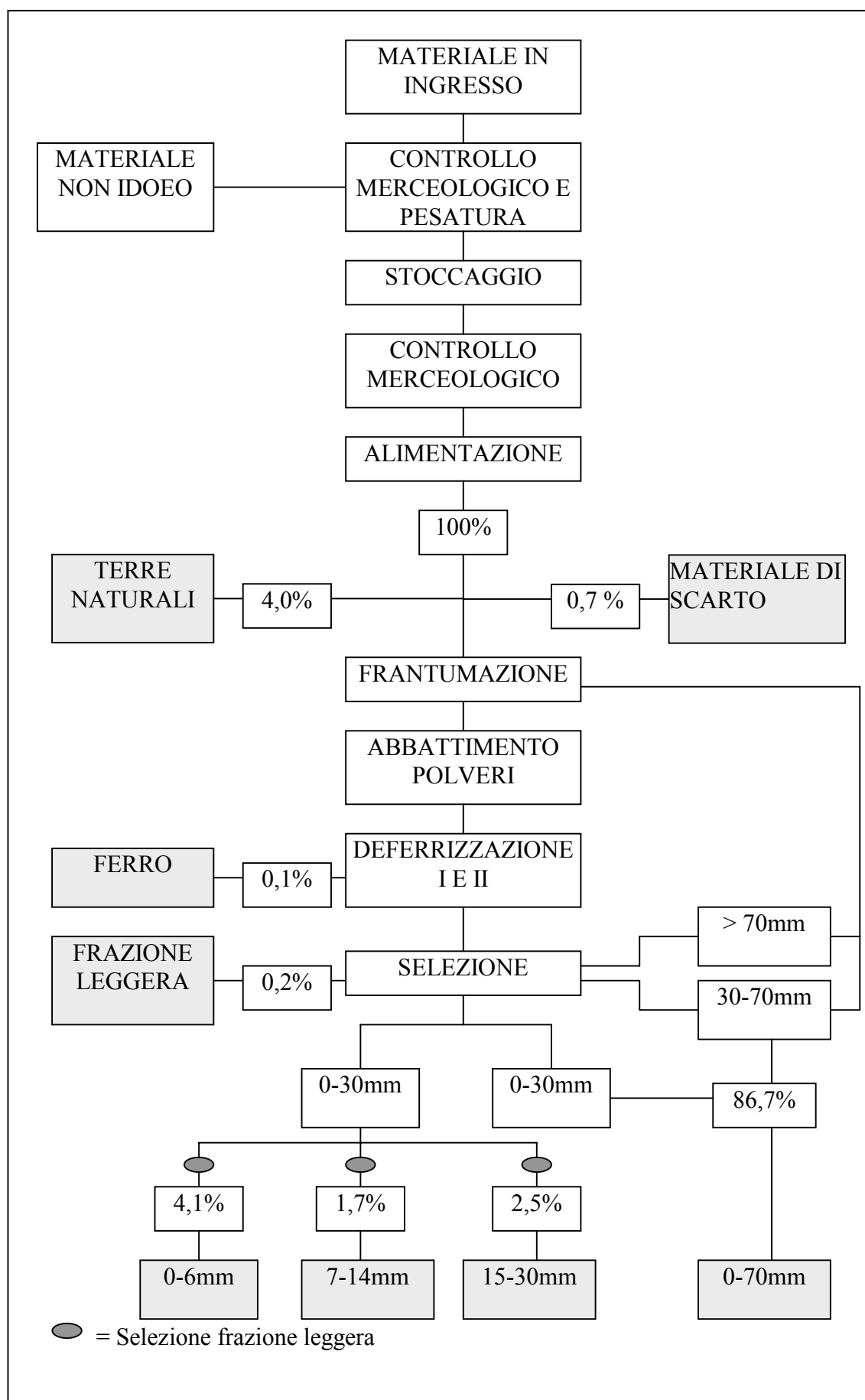
In Fig. 2 si riporta lo schema a blocchi dell'impianto.

Lo schema di flusso è costituito da una prima fase di controllo di qualità dei rifiuti in ingresso per verificarne l'ammissibilità all'impianto da un punto di vista sia normativo sia tecnico.

Il controllo viene realizzato tramite l'impiego di una prima telecamera a colori, collegata ad un video ripetitore ad alta risoluzione, che consente di verificare dall'alto il tipo di materiale presente sull'autocarro in arrivo alla fase di pesatura. Un'altra telecamera rileva l'immagine della targa del veicolo associandola, nel monitor di lettura, a quella del carico. La gestione dei dati raccolti durante l'intera giornata di lavoro tramite un elaboratore elettronico permette di poter risalire allo smaltitore in caso si verificano delle non conformità in merito alla natura del materiale conferito. Dopo la redazione dei documenti amministrativi per il conferimento, lo scarico avviene in zona debitamente attrezzata (stoccaggio provvisorio), posta in prossimità dell'impianto. L'area di stoccaggio è sufficientemente ampia da consentire la possibilità di ripartizione del materiale in ingresso in cumuli di natura merceologica abbastanza omogenea.

Tale ripartizione consente la produzione di materiale riciclato caratterizzato da un diverso livello qualitativo a seconda delle percentuali dei diversi cumuli utilizzate.

**Fig. 2: Schema di flusso dell'impianto di riciclaggio dei rifiuti da costruzione e demolizione con tecnologia R.O.S.E.**



L'alimentazione al ciclo di trattamento viene sempre effettuata con una pala gommata. Sempre al fine di garantire un controllo sistematico sulla qualità dei rifiuti conferiti non viene consentita, grazie a specifici accorgimenti costruttivi, l'alimentazione diretta dagli autocarri in arrivo.

La tramoggia di carico di 20 m<sup>3</sup> di capacità e 4,5 m di larghezza superiore, è costruita in carpenteria metallica pesante, e completata da un alimentatore, con variatore automatico di portata, avente lunghezza di 4 m e larghezza di 1 m.

Il materiale viene costantemente tenuto sotto controllo qualitativo da una terza telecamera, che opera sulla bocca d'uscita dell'alimentatore, ovvero prima che i rifiuti inizino il ciclo di trattamento vero e proprio.

In questa fase l'operatore, qualora ne ravvisi la necessità, può bloccare l'alimentazione e sottoporre i materiali o ad una semplice ispezione visiva più accurata, oppure può disporre l'accantonamento degli stessi per eseguire un'analisi chimico-fisica al fine di verificarne in via definitiva la qualità o l'eventuale presenza di rifiuti pericolosi.

La fase successiva corrisponde ad una prima selezione effettuata tramite vibrovaglio, che permette di evitare l'invio alla macinazione della frazione fine.

Le frazioni granulometriche qui ottenute sono 0÷8 mm e/o 0÷30 mm, che possono essere stoccate a parte o semplicemente riunite al materiale di macinazione.

Dopo questa operazione il materiale viene convogliato nella camera di frantumazione. Il mulino, del tipo da urto, è stato costruito in modo tale da consentire, oltre ovviamente alla riduzione granulometrica dei rifiuti, il distacco del ferro dall'impasto di calcestruzzo senza che in tale operazione possano verificarsi danni alla meccanica del mulino stesso.

La tecnologia applicata consente di realizzare il perfetto distacco del ferro dal calcestruzzo. Tale distacco risulta di particolare importanza in quanto se avviene solo parzialmente si vanifica tutta l'operazione in quanto i piccoli blocchetti di calcestruzzo tra loro collegati dal tondino devono essere smaltiti in discarica autorizzata con un doppio danno economico: il costo di conferimento ed il mancato guadagno dalla vendita del solo metallo.

A valle del mulino si trova un dispositivo, coperto da brevetto, per l'abbattimento delle polveri a getti di acqua nebulizzata che consente l'eliminazione del problema e il recupero delle polveri stesse che, invece di disperdersi nell'ambiente, vanno ad incrementare la frazione fine del prodotto.

Per mezzo di un estraattore orizzontale, i materiali in uscita dal mulino vengono convogliati attraverso un nastro trasportatore sino al primo deferrizzatore elettromagnetico a nastro, la cui funzione è quella di separare i metalli ferrosi presenti e di provvedere direttamente allo stoccaggio in un apposito cassone metallico. Il deferrizzatore è costituito da una elettrocalamita ed un nastro trasportatore. I materiali ferrosi vengono attratti dall'elettrocalamita posizionandosi sul nastro in movimento. Quando il rottame metallico raggiunge l'estremità di questo, cessa di essere sottoposto all'azione elettromagnetica e, conseguentemente, precipita in un apposito cassone.

Il ricavato della vendita del ferro recuperato è, grosso modo, analogo al costo annuo dell'energia elettrica necessaria al funzionamento dell'impianto.

Dopo questa operazione, utilizzando un nastro trasportatore, sul quale viene effettuata una seconda fase di deferrizzazione mediante un separatore elettromagnetico di emergenza a nastro, il materiale viene convogliato ad un vibrovaglio a due piani multiforo, che separa le frazioni granulometriche: 0÷30 mm, 0÷70 mm, >70 mm, con possibilità di riciclo di quest'ultima.

Il vibrovaglio effettua anche la prima separazione di carta, plastica, ecc., di dimensioni superiori ai 70 mm, che vengono stoccati in un apposito contenitore.

Le frazioni superiori ai 30 mm sono poi separatamente inviate ad un ulteriore ciclo di eliminazione delle frazioni leggere ancora contenute o alla rifrantumazione in ricircolo automatico. La frazione 30÷70 mm (pietrisco) può in questo punto dell'impianto, una volta depurata della frazione leggera o essere stoccata, oppure ricongiungersi alla frazione 0÷30 mm di prima selezione per dar luogo alla frazione 0÷70 mm impiegabile in rilevati e sottofondi stradali. Le due frazioni (0÷30 mm e 0÷70 mm) vengono stoccate a

cumulo mediante un nastro trasportatore che termina con un elemento girevole ad altezza variabile, in grado di minimizzare la produzione di polveri di caduta.

Mediante un nastro reversibile è pure possibile, prima che la frazione 0÷30 mm dal primo vaglio confluisca al nastro a cumulo, alimentare una seconda stazione di vagliatura, a due piani, per la produzione di sabbie 0-6 mm e di granulati 6÷15 mm e 15÷30 mm.

Entrambe queste ultime due granulometrie vengono sottoposte ad una ulteriore fase di depurazione delle eventuali presenze residue di frazioni leggere, che vengono a loro volta convogliate in appositi contenitori.

### **Caratteristiche tecniche**

#### **○ Rumorosità e vibrazioni**

La rumorosità rappresenta per gli impianti di questo genere uno degli aspetti più critici di impatto ambientale (sia interno, cioè relativo agli ambienti di lavoro, sia esterno, cioè relativo all'ambiente circostante).

Da misure effettuate presso l'impianto in funzione non vengono raggiunti i 70 dB(A) di emissioni sonore all'interno della cabina di controllo (dove l'operatore addetto al controllo dell'impianto abitualmente staziona). Per quanto concerne il livello equivalente di emissione sonora, anche nel punto più rumoroso dell'impianto si riesce a restare entro il livello di 80 dB(A).

Per quanto concerne le vibrazioni, misure effettuate nei diversi punti dell'impianto hanno dimostrato che l'apporto dovuto al suo funzionamento è di entità sostanzialmente riconducibile a quello già presente nell'ambiente dovuto ad altre sorgenti.

#### **○ Emissioni in atmosfera/polveri**

Gli sforzi effettuati dal costruttore per limitare le emissioni in atmosfera hanno dato risultati al di fuori degli standard tradizionali. Infatti la produzione di polveri presso l'impianto è praticamente nulla nella fase di frantumazione e si limita a quella dovuta alla sola movimentazione del materiale prima e dopo il trattamento.

Anche la produzione dovuta allo stoccaggio del materiale riciclato in cumuli è stata limitata impiegando, come già osservato in precedenza, un particolare elemento girevole ad altezza variabile, in grado di minimizzare la produzione di polveri di caduta.

#### **○ Potenza installata e capacità di produzione**

La potenza totale di esercizio dell'intero complesso è pari a solo circa 100 kW, per una produzione oraria di 50÷100 m<sup>3</sup>/h. Tali livelli di capacità produttiva sono funzionali al tipo di produzione impostata. Ovviamente le capacità inferiori sono associate alla produzione di materiali fini che necessitano un massiccio impiego del ricircolo interno di materiale presso l'impianto.

#### **○ Manodopera necessaria**

L'avanzata automazione delle varie fasi di processo permette il regolare funzionamento dell'impianto mediante l'impiego di tre soli operatori.

Il primo provvede, per mezzo di una pala, all'alimentazione dell'impianto, prelevando il materiale dai cumuli di stoccaggio provvisorio.

Il secondo gestisce, dalla sala di controllo, le operazioni del ciclo produttivo dell'impianto, l'alimentazione del mulino, il funzionamento dei nastri, il convogliamento del riciclato ai cumuli di alimentazione e, di qui, al sito di carico degli autocarri. Nella sala di controllo è situato il secondo monitor a colori che controlla il materiale in transito verso la bocca di alimentazione del mulino.

Il terzo si occupa della ricezione e pesatura del materiale in entrata, del primo controllo qualitativo, oltre che della pesatura e fatturazione del materiale in uscita.

Per ottimizzare funzionalità e compiti degli operatori, i due monitor sono collegati fra loro in maniera da consentire lo scambio delle immagini riprese delle due telecamere, rendendo così possibile un controllo più accurato delle due distinte fasi da parte di entrambi.

## **Parametri determinanti per l'investimento**

Per valutare la convenienza economica ad iniziare un nuovo tipo di attività con l'acquisto e l'installazione di un impianto fisso finalizzato al recupero e riciclaggio dei rifiuti speciali non pericolosi di natura inerte è necessario esaminare in dettaglio tutti i fattori che possono influire in qualche misura sulla redditività dell'operazione.

Un'analisi di questo tipo richiede la considerazione dei seguenti aspetti:

- ◆ La localizzazione dell'impianto
- ◆ L'analisi della concorrenza
- ◆ L'analisi delle condizioni di mercato
- ◆ La definizione del bacino d'utenza

### **La localizzazione dell'impianto**

Il primo problema che l'impresa incontra nella realizzazione di un impianto fisso è la scelta dell'area.

Si tratta, infatti, di unità operative dalle notevoli dimensioni per le quali si rende necessario disporre di ampi spazi non solo per l'installazione degli impianti, ma anche per la movimentazione e lo stoccaggio dei materiali in entrata e dei prodotti in uscita.

Il tema della localizzazione si pone poi anche in relazione al fatto che i rifiuti da demolizione sono materiali di scarso valore sui quali incidono notevolmente i costi di trasporto ed oltre una certa distanza non c'è più la convenienza ad avviarli al riciclaggio. Pertanto se si vuole rendere conveniente il trasporto ed il recupero, allora le aree vanno trovate in prossimità dei centri urbani [Frontera, 2000], in punti serviti da idonee infrastrutture stradali (arterie di grande comunicazione) e non in luoghi lontani ed isolati. L'ambito territoriale entro il quale è possibile ipotizzare un recupero economicamente conveniente può essere ragionevolmente compreso in un raggio di 20 km dall'impianto.

### **Analisi della concorrenza**

L'analisi della concorrenza deve essere condotta sia sul piano dell'offerta di aggregati naturali per l'edilizia sia sul piano del conferimento dei rifiuti in discarica [Bressi e Zummo, 1998]. Si tratta quindi di valutare:

- ◆ la presenza di siti adibiti all'estrazione di aggregati per l'edilizia;
- ◆ la presenza di impianti autorizzati allo smaltimento dei rifiuti da demolizione;
- ◆ la presenza di altri impianti di riciclaggio [Corvino, 2000].

### **La presenza di siti adibiti all'estrazione di aggregati per l'edilizia**

Importante è valutare la presenza e la distribuzione sul territorio delle cave, nonché la validità temporale dei permessi d'escavazione [Bressi e Zummo, 1998].

In questa fase si deve anche escludere la presenza in loco di sfruttatori di cave abusive e la presenza di cave di prestito. In alcune realtà del nostro paese, infatti, i produttori di aggregato riciclato dovrebbero entrare in competizione con i venditori di materiale estratto abusivamente. Si tratta di regioni nelle quali è possibile trovare sul mercato l'aggregato naturale a prezzi così bassi da rendere praticamente antieconomica l'operazione di riciclaggio.

### **Lo smaltimento dei rifiuti da demolizione**

L'analisi della concorrenza impone anche la rilevazione del numero e dell'ubicazione delle discariche di seconda categoria tipo A, dove possono essere stoccati definitivamente i rifiuti di origine edilizia.

L'attività di smaltimento non si pone come un ostacolo all'attività di riciclaggio in Regioni, dove l'introduzione dell'eco taxa (tributo istituito con la L. 549/95, che per i rifiuti inerti derivanti dal settore edilizio è fissato con Legge Regionale in misura non inferiore a 2 LIt e non superiore alle 20 LIt/kg.) e l'effettiva riscossione del tributo ha sensibilmente incrementato il costo complessivo del conferimento in discarica, consentendo agli impianti di riciclaggio di conseguire un vantaggio assoluto di costo nei confronti delle discariche [Bressi e Zummo, 1998].

Ancora una volta però è necessario distinguere tra le diverse realtà del nostro Paese, perché ci sono Regioni come l'Emilia Romagna dove il tributo è stato applicato nella misura massima proprio sullo smaltimento dei rifiuti inerti, Regioni come il Friuli Venezia Giulia dove la sovrattassa è stata fissata nella

misura minore e ancora altre zone in cui l'incremento della tariffa di smaltimento in discarica non ha fatto che favorire il fenomeno già diffuso dell'abusivismo.

Chi deve valutare la convenienza economica e finanziaria di un progetto imprenditoriale in questo settore, deve tenere conto di tutti questi aspetti, perché la pratica consolidata dello smaltimento abusivo lascia poco spazio alle attività finalizzate al riciclaggio dei rifiuti da demolizione.

### **La presenza di altri impianti di riciclaggio**

Infine, si deve escludere, nell'ambito territoriale d'interesse, la presenza di iniziative analoghe a quella che s'intende porre in essere.

Ogni concorrente presenta un vantaggio di costo nei confronti degli altri nella zona compresa nel raggio di 20 km dal suo insediamento, oltre la quale i costi di trasporto rendono ardue azioni competitive [Bressi e Zummo, 1998].

Realizzare l'impianto in una zona sufficientemente distante dagli impianti di trattamento preesistenti, diventa un fattore decisivo per la redditività della futura iniziativa imprenditoriale. Le imprese che devono smaltire i rifiuti della demolizione sceglieranno l'unità di trattamento non solo in funzione della tariffa, ma anche in relazione della distanza da percorrere.

### **Analisi delle condizioni di mercato**

L'attività di recupero dei rifiuti speciali non pericolosi di natura inerte si pone su due differenti mercati: da un lato offre il servizio di smaltimento dei residui della demolizione, e dall'altro commercializza l'inerte riciclato ottenuto dal trattamento [Bressi e Zummo, 1998].

Questo richiede l'analisi delle seguenti condizioni di mercato:

- ◆ smaltimento dei rifiuti da demolizione;
- ◆ commercializzazione dell'inerte riciclato [Corvino, 2000].

### **Smaltimento dei rifiuti da demolizione**

Per fissare la tariffa di conferimento all'unità impiantistica di trattamento è necessario analizzare quali siano i prezzi praticati dalle alternative di smaltimento nel bacino di utenza.

La corretta determinazione del prezzo d'accettazione del materiale è molto importante per la redditività della gestione dell'impianto, poiché il conferimento dei rifiuti edili da parte delle imprese genera un vero e proprio ricavo e una fonte importante di risorse finanziarie.

Considerata la facilità con cui si può non adempiere all'obbligo fiscale dell'ecotassa (smaltimento abusivo) è opportuno offrire un prezzo per lo smaltimento nell'impianto di trattamento quasi in linea con il solo costo d'ingresso in discarica [Bressi e Zummo, 1998].

La tariffa però deve essere fissata in modo tale da essere in ogni caso incentivante rispetto al conferimento in discarica.

### **Commercializzazione dell'inerte riciclato**

Il prezzo praticato deve essere necessariamente inferiore a quello del corrispondente inerte naturale (che presenta forti differenze nelle diverse aree geografiche), non tanto in ragione di una qualità inferiore, quanto per assicurare un incentivo verso l'acquisto degli aggregati alternativi.

Infatti nonostante la sperimentazione abbia da tempo dimostrato la concreta possibilità di utilizzare questi prodotti anche in impieghi di tipo strutturale, le resistenze del settore edile sono ancora molto forti.

La differenza di prezzo non deve però essere troppo elevata, sia perché è necessario garantire un risultato di gestione positivo, sia perché non si crei la convinzione che l'inerte riciclato sia un prodotto scadente e quindi da non utilizzare.

Il linea di massima è opportuno mantenere il prezzo del prodotto riciclato tra l'80% ed il 90% del prezzo del materiale naturale che si intende sostituire [Bressi, 1999].

### **Definizione del bacino d'utenza**

La corretta valutazione della congruità del bacino d'utenza è necessaria per garantire l'approvvigionamento dell'impianto.

Infatti il principale fattore di rischio per questo tipo di attività è rappresentato dall'impossibilità di disporre in modo regolare e continuo di una quantità sufficiente di materiale da trattare in alimentazione.

Il rischio quindi è quello di avere alte percentuali di inutilizzo della tecnologia o, nei casi peggiori, dei tempi di fermo macchina.

Si tratta quindi di stimare la produzione annua di rifiuti da demolizione nel territorio in cui si è ipotizzata la localizzazione dell'impianto.

Questo richiede la raccolta e l'elaborazione dei seguenti dati:

- ◆ il numero degli abitanti della città o del Comune e delle zone limitrofe interessate e ricomprese in un raggio di 15 e 20 km dal luogo di insediamento dell'impianto;
- ◆ i dati sulla produzione media pro-capite annua di rifiuti speciali non pericolosi di natura inerte;
- ◆ la dinamica della attività costruttiva del luogo.

### **La valutazione di fattibilità tecnico-economica: un Caso di specie**

Per meglio comprendere quanto espresso in precedenza si riporta nel seguito un esempio pratico che si propone di esplicitare la valutazione di fattibilità tecnico-economica relativamente alla localizzazione di un'unità impiantistica del tipo appena descritto finalizzata al recupero di rifiuti speciali non pericolosi di natura inerte, a ridosso della città di Ferrara.

Dall'analisi delle condizioni di mercato sono emersi dei costi medi di smaltimento in discarica di tipo 2A di 4.500 Lit/t, per cui si è ritenuta verosimile l'applicazione di una tariffa media di conferimento all'unità impiantistica di 3.000 Lit/t in modo da incentivare, almeno in fase di avviamento, i conferimenti presso la piattaforma di progetto. In ragione dei prezzi di mercato degli inerti naturali per costruzione [Sabbia 19.000÷24.000 Lit/t - Aggregati grossolani 22.500 Lit/t], volendo assicurare un incentivo verso l'acquisto di aggregati alternativi derivanti dal trattamento di recupero dei rifiuti inerti, pur riconoscendo per gli stessi caratteristiche prestazionali del tutto consone per le forme d'uso previste, sia riferendosi al minor peso specifico apparente dei prodotti di recupero rispetto agli inerti naturali  $\gamma_{Riciclato} = 1.4 \text{ t/m}^3$ ;  $\gamma_{Naturale} = 1.6 \text{ t/m}^3$  che ad una riduzione media di prezzo di vendita del 15% rispetto alla Materia Prima Corrispondente (M.P.C.) ed ipotizzando una produzione indirizzata per il 50% alla produzione di aggregati fini (riferimento al prezzo della Sabbia PO 19.000 Lit/t) e per il restante 50% alla produzione delle restanti pezzature, si definisce un prezzo medio di mercato:

$$P_{medio} = (100 - 15) \% \times [50\% \text{ 19.000 Lit /t} + 50\% \text{ 22.500 Lit /t}] = 17.640 \text{ Lit /t}$$

E' di certo possibile collocare, in termini cautelativi, il prezzo medio di vendita degli aggregati alternativi derivanti dal recupero di rifiuti inerti come pari, nell'orizzonte spaziale e temporale cui è riferita la presente analisi, a 17.500 Lit/t.

Riferendosi ai dati desumibili dall'analisi delle popolazioni residenti nella città capoluogo e nei paesi a ridosso della stessa è possibile stimare un bacino di utenza costituito da circa 180.000 abitanti equivalenti cui corrispondono, assunta valida una produzione annua media pro-capite di 0,5 t/ab/anno, 90.000 tonnellate di rifiuti speciali non pericolosi di natura inerte all'anno.

Nella fattispecie operativa si esclude, per il comparto territoriale di interesse, la presenza di iniziative analoghe a quella di progetto.

### **Valutazione economica**

Il presente paragrafo risulta dedicato alla valutazione economica del progetto in esame.

Allo scopo di eseguire una corretta parametrizzazione in funzione del numero N di abitanti equivalenti, si ipotizza il conferimento di un quantitativo medio annuo di rifiuti pari a  $0,5 * N \text{ t/anno}$ , per i quali si assume applicabile la tariffa di conferimento media assunta pari a  $T_{conf.} = 3.000 \text{ Lit/t}$ , da cui deriverebbero, a seguito di specifico trattamento R.O.S.E., i seguenti materiali:

- $0,495 * N \text{ t/anno}$  (99,0%) inerti stabilizzati granulometricamente da immettere sul mercato ( $P_{medio} = 17.500 \text{ Lit/t}$ );
- $3,0 * 10^{-3} * N \text{ t/anno}$  (0,6%) elementi metallici da conferire in fonderia ( $T_f = 60.000 \text{ Lit/t}$ );
- $0,5 * 10^{-3} * N \text{ t/anno}$  (0,1%) frazioni leggere da smaltire in discarica di I Categoria ( $T_I = 120.000 \text{ Lit/t}$  inclusi costi di trasferimento).

- $1,5 \cdot 10^{-3} \cdot N$  t/anno (0.3%) materiali inerti non idonei al riutilizzo da smaltire in discarica di II Categoria Tipo A ( $T_{II/A} = 20.000$  Lit/t inclusi costi di trasferimento).

Si definisce, sulla scorta di quanto desunto da precedenti esperienze, il seguente quadro d'investimento (da intendersi come fortemente cautelativo):

**Tabella 1** – Quadro spese d'investimento iniziale (anno 2000)

<b>VOCI DI SPESA</b>	<b>COSTO (Lit.)</b>
Oneri di concess./aut. + consul. esterne	40.000.000
Impianto	1.800.000.000
Opere di fondazione per impianto	70.000.000
N. 2 Pale gommate $2.5 \div 3.0 \text{ m}^3$	400.000.000
Pesa/Box Ufficio	70.000.000
Officina + Attrezzature	60.000.000
Sistemazione aerea	100.000.000
Oneri di urbanizzazione/Allac. vari	60.000.000
Imprevisti	100.000.000
<b>Totale</b>	<b>2.700.000.000</b>
Quota di Amm. Economico (15 anni)	180.000.000

Allo scopo di definire ricavi e costi gestionali è possibile riferirsi alle seguenti tabelle ottenute mediante sia l'applicazione delle tariffe e dei prezzi, precedentemente fissati, alle relative quantità che grazie a risultati economici ottenuti in condizioni di analogo funzionamento:

**Tabella 2** - Quadro consuntivo ricavi di gestione annui (anno 2000)

<b>RICAVI (Lit.)</b>	
Conferimento rifiuti	$0.5 \cdot 3.000 \cdot N$
Vendita armatura metallica	$3,0 \cdot 10^{-3} \cdot 60.000 \cdot N$
Vendita Inerti da riciclo	$0,495 \cdot 17.500 \cdot N$
<b>Totale (Lit.)</b>	<b><math>R_T = 10.342 \cdot N</math></b>

**Tabella 3** – Quadro consuntivo costi di gestione annui (anno 2000)

<b>COSTI (Lit.)</b>	
Quota Amm. Economico (15 anni)	180.000.000
Smaltimento sovralli	$90 \cdot N$
Spese per personale (4 operatori)	180.000.000
Manutenzione/Ricambi Impianto	$80.000.000 + 160 \cdot N$
Assicurazioni e spese generali*	$175.000.000 + 300 \cdot N$
<b>Totale (Lit.)</b>	<b><math>C_T = C_F + C_V = 615.000.000 + 550 \cdot N</math></b>

Sulla base dei precedenti riscontri, si definisce per l'iniziativa in parola un punto di pareggio economico (break even point) dalla soluzione dell'equazione:

$$R_T = C_T = C_F + C_V \quad N = 62.806 \text{ abitanti equivalenti}$$

In particolare, attesa una potenzialità complessiva di bacino di 180.000 abitanti equivalenti, si registra che il punto di pareggio aziendale interviene al 34.89% dell'effettiva potenzialità esprimibile dall'intero bacino.

Da tale analisi si desume, pertanto, per una utenza di riferimento di 180.000 abitanti equivalenti un margine di sicurezza di ampio respiro definito dalla differenza  $\Delta = R_T - C_T = 1.861.560.000 - 714.000.000$

\* In tale voce risultano inglobati: Manutenzione/carburante pala, energia impianto, canone di fitto terreno (costo simulato), spese varie di gestione impianto (Enel – Telecom – Acqua – ect.), imprevisti in genere (10%).

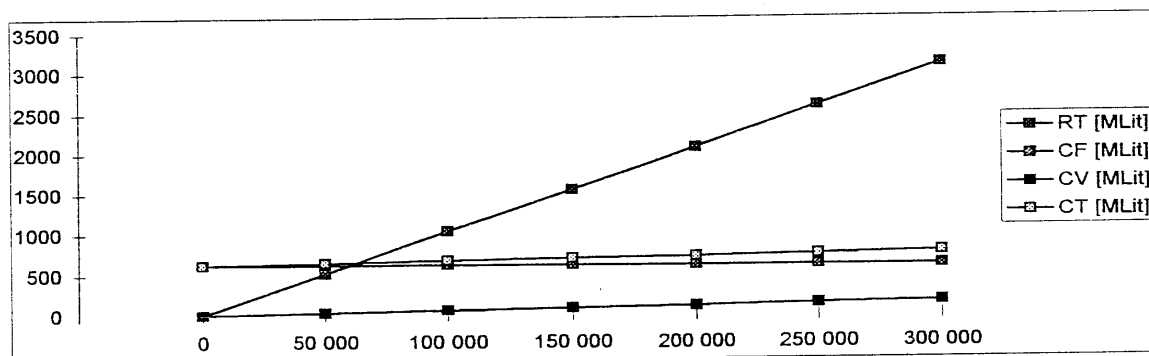


= 1. 147.560.000 Lit/anno, da cui si ricava un utile lordo pari a circa il 61.64% dei ricavi totali. Si precisa che gli oneri relativi alla gestione del centro di raccolta sono stati conglobati nella definizione della tariffa media di conferimento applicata (Fig. 3).

**Figura 3 - Prospetto economico (Anno 2000)**

RIFERIMENTI:	N = Abitanti Equivalenti			RT = 10.342* N		CT = CF + CV = 615.000.000 + 550 *N	
			Quota Amm. Econ. (15 anni):180.000.000 Lit/anno			Utenza di rif.:180.000 unità	
N [ab. eq.]	RT [MLit]	CF [MLit]	CV [MLit]	CT [MLit]	D [MLit]	N [%]	D/RT [%]
0	0.00	615.00	0.00	615.00	-615.00	0.00	#
50 000	517.10	615.00	27.50	642.50	-125.40	14.29	-24.25
100 000	1034.20	615.00	55.00	670.00	364.20	28.57	35.22
150 000	1551.30	615.00	82.50	697.50	853.80	42.86	55.04
200 000	2068.40	615.00	110.00	725.00	1343.40	57.14	64.95
250 000	2585.50	615.00	137.50	752.50	1833.00	71.43	70.90
300 000	3102.60	615.00	165.00	780.00	2322.60	85.71	74.86

Indice Economico: Break Even Point: N = 62.806 abitanti equivalenti



### Valutazione finanziaria

La presente valutazione finanziaria, prendendo le mosse dalla precedente analisi economica, risulta riferita ad una unità impiantistica R.O.S.E. caratterizzata da un'utenza dell'ordine di 180.000 abitanti equivalenti, tali da generare un quantitativo medio annuo di rifiuti pari a 90.000 t/anno ( $T_{conf.} = 3.000$  Lit/t) di cui:

- ♦ 89.100 t/anno (99.0%) inerti stabilizzati granulometricamente da immettere sul mercato ( $P_{medio} = 17.500$  Lit/t);
- ♦ 540 t/anno (0,6%) elementi metallici da conferire in fonderia
- ♦ ( $T_f = 60.000$  Lit/t);
- ♦ 90 t/anno (0,1%) frazioni leggere da smaltire in discarica di I categoria ( $T_1 = 120.000$  Lit/t inclusi costi di trasferimento);

- ◆ 270 t/anno (0,3%) materiali inerti non idonei al riutilizzo da smaltire in discarica di II categoria tipo A ( $T_{II/A} = 20.000 \text{ Lit/t}$  inclusi costi di trasferimento).

In particolare l'intera analisi finanziaria verrà condotta riferendosi, come anno base, al 2000 e considerando semplicisticamente il primo anno di attività a regime dell'impianto il 2002 (in effetti l'impianto potrebbe essere attivo a fine 2000 inizio 2001 per cui si ipotizza direttamente il funzionamento a regime in via cautelativa dal 01.01.2002, trascurando eventuali ricavi anticipati tenendo in tal modo la fase di avviamento aziendale). In tale ottica si considererà l'investimento iniziale suddiviso in due "trance" (40% al 2000 e 60% al 2001) da attualizzare mediante il tasso annuo di attualizzazione fissato pari al 2%.

Si definisce, sulla scorta di quanto desunto da precedenti esperienze, il seguente quadro d'investimento (da intendersi come fortemente cautelativo):

**Tabella 4 – Quadro spese d'investimento iniziale (anno 2000)**

<b>VOCI DI SPESA</b>	<b>COSTO (Lit)</b>
Oneri di concess./aut. + consul. esterne	40.000.000
Impianto	1.800.000.000
Opere di fondazione per impianto	70.000.000
N. 2 Pale gommate $2.5 \div 3.0 \text{ m}^3$	400.000.000
Pesa/Box Ufficio	70.000.000
Officina + Attrezzature	60.000.000
Sistemazione aerea	100.000.000
Oneri di urbanizzazione/Allac. vari	60.000.000
Imprevisti	100.000.000
<b>Totale</b>	<b>2.700.000.000</b>
Quota di Amm. Finanziario (5 anni)	540.000.000

Si definisce dunque un investimento iniziale di Lit. 2.700.000.000, che suddivisi in 2 "trance" definiscono, applicando un tasso annuo di attualizzazione pari al 2%, le seguenti rate:

2000 (0A):  $[2.700.000.000 \text{ Lit} \times 0.40] \times 1.02 = 1.101.600.000 \text{ Lit}$ ;

2001 (0B) :  $[2.700.000.000 \text{ Lit} \times 0.60] \times 1.02^2 = 1.685.450.000 \text{ Lit}$ ;

Ammortamenti:  $[1.101.600.000 \text{ Lit} + 1.685.450.000 \text{ Lit}] / 5 = 557.410.000 \text{ Lit/anno}$ .

Allo scopo di definire ricavi e costi gestionali è possibile riferirsi alle seguenti tabelle ottenute mediante sia l'applicazione delle tariffe e dei prezzi, precedentemente fissati, alle relative quantità che grazie a risultati economici ottenuti in condizioni di analogo funzionamento:

**Tabella 5 – Quadro consuntivo ricavi di gestione annui (anno 2000)**

<b>RICAVI (Lit)</b>	
Conferimento Rifiuti	270.000.000
Vendita armatura metallica	32.400.000
Vendita Inerti Alternativi	1.559.250.000
<b>TOTALE (Lit)</b>	<b>1.861.650.000</b>

**Tabella 6 – Quadro consuntivo costi di gestione annui (anno 2000)**

<b>COSTI (Lit)</b>	
Smaltimento sovvalli	16.200.000
Spese per personale (4 operatori)	180.000.000
Manutenzione/Ricambi Impianto	108.800.000
Assicurazioni e Spese Generali*	229.000.000
<b>Totale (Lit.)</b>	<b>534.000.000</b>

Sulla base delle precedenti risultanze, assunto un onere fiscale del 53.2% (IRAP 16.20% - IRPEG 37%), è possibile procedere alla redazione di un opportuno prospetto finanziario, fondato sulle seguenti ipotesi:

Anno Base 2000

Durata media di vita tecnologica dell'impianto 15 anni;

Tasso annuo di attualizzazione 2%;

IVA: 20% su Circolante – 5% su Ricavi

Investimento 2.700 Mlit.

L'analisi del prospetto finanziario in parola, di seguito riportato, consente il calcolo dei seguenti indici economici:

VAN (Valore Attuale Netto): differenza fra la somma dei flussi di cassa attualizzati all'attivazione dell'impianto e l'investimento iniziale;

TIR (Tasso Interno di Rendimento): tasso tale da rendere il valore attuale dei flussi di cassa in entrata, attesi dall'investimento, uguale al valore attuale dei flussi di cassa in uscita richiesti dall'investimento;

Pay-back Period: periodo di tempo entro il quale si recupera l'investimento iniziale attraverso gli incassi futuri dallo stesso generati.

L'analisi economico-finanziaria eseguita ha condotto a risultati più che soddisfacenti.

VAN (18%) = 779.570.000.000 Lit: risultato ampiamente positivo attestante un rendimento dell'investimento superiore al 18% richiesto;

TIR = 26.45%: tasso interno fortemente positivo rispetto alle attuali aspettative di mercato;

Pay-back Period = 3,05 anni: intervallo temporale sufficientemente ridotto [Corvino, 2000].

### **Conclusioni**

Il successo del prodotto riciclato dipende, in questo come in ogni altro settore industriale, dalla possibilità tecnica ed economica di ottenere un materiale dalle caratteristiche qualitative sufficienti e dal costo confrontabile (generalmente più basso) con quello dei corrispondenti prodotti ottenuti dalla materia prima vergine.

Nel caso degli aggregati riciclati per ottenere un prodotto di qualità si hanno essenzialmente di fronte due strade:

- ◆ lavorare sulla qualità dei materiali prima che siano soggetti ad un trattamento, cioè durante la fase di demolizione (selettiva);
- ◆ lavorare sulla qualità dei materiali che derivano da una demolizione tradizionale, cioè durante la fase di trattamento.

Nel primo caso si rende necessaria una diffusione della prassi di selezionare i rifiuti nel momento stesso della demolizione, al fine di ottenere un materiale con caratteristiche di omogeneità e di affidabilità indispensabili a garantirne una collocazione sul mercato.

In tal caso la tecnologia adottabile può essere anche molto semplice, visto lo sforzo di separazione operato all'origine.

---

\* In tale voce risultano inglobati: manutenzione/carburante pale (40.000.000 Lit/anno), energia impianto (40.000.000 Lit/anno), canone di fitto terreno (80.000.000 Lit/anno), spese varie gestione ufficio [Enel, Telecom, Acqua, ect.] (40.000.000 Lit/anno), imprevisti in genere (29.000.000 Lit/anno).

Nel secondo caso (quello che oggi è la prassi), invece, si deve sottoporre a trattamento un rifiuto indifferenziato ed è pertanto necessario ricorrere all'impiego di tecnologie sofisticate, che richiedono investimenti più sostenuti e capacità gestionali.

Il mercato, che stenta ancora ad affermarsi, potrebbe essere sostenuto da una serie di provvedimenti, tra cui:

- ◆ l'introduzione di un bonus fiscale sui materiali di riciclo (per esempio la riduzione dell'Iva per incentivare l'uso dei prodotti riciclati) [Frontera, 2000];
- ◆ la modifica dei criteri per l'accesso ai fondi per gli investimenti alle imprese (legge 488/1992), in modo tale da premiare le aziende che riciclano di più e che producono meno rifiuti [Frontera, 2000] ;
- ◆ lo snellimento degli iter amministrativi per le attività di recupero dei rifiuti da costruzione e demolizione;
- ◆ l'introduzione, da parte del Ministero dei Lavori Pubblici, di una voce specifica relativa agli aggregati riciclati nei capitolati d'appalto.

Si registrano già i primi segnali positivi: una recente specifica tecnica delle Ferrovie dello Stato rende possibile l'utilizzo degli scarti edilizi per la realizzazione di rilevati ferroviari e anche l'ANAS [Frontera, 2000] ha di recente definito un documento, che apre le porte ai materiali riciclati.

Sia le FS che l'ANAS prevedono però soltanto l'impiego di materiali che soddisfino determinati requisiti qualitativi e che provengono da impianti di frantumazione dotati di specifiche caratteristiche.

Tali impianti, che si sono ormai sviluppati sull'intero territorio nazionale con capitali di natura generalmente privata (semmai con qualche finanziamento pubblico previsto in normative nazionali o locali), hanno permesso fino ad oggi lo sviluppo del mercato dei prodotti riciclati dimostrando che gli investimenti necessari possono essere agevolmente ripagati in tempi pienamente accettabili (circa 3 anni).

## BIBLIOGRAFIA

**Anonimo (1998)** "La I.PRE.V. demolisce e ricicla totalmente una fabbrica a Rozzano", Recycling demolizioni e riciclaggio, n. 4, pag.86-87.

**Bressi G. (1999)** "Tecnologie di riciclaggio dei rifiuti da C&D", in Oltre il duemila, Riciclare per l'ambiente, le materie prime, seconde e gli inerti in edilizia, Agenzia Regione Recupero Risorse, AREA, Regione Toscana, Area Srl, Pisa.

**Bressi G. e Pagani C. (1995)** "Una strategia per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione" RS - Rifiuti Solidi, Vol. 9, n. 5, pag. 332-337.

**Bressi G. e Zummo E. (1998)** "Opportunità imprenditoriali nel riciclaggio dei rifiuti da costruzione e demolizione. Un caso aziendale.", in de Fraja Frangipane E., Vismara R. Recupero di materiali ed energia da rifiuti solidi, Milano.

**Corvino D. (2000)** "Studio di fattibilità tecnico-economica per la realizzazione di un impianto a Ferrara".

**Frontera M. (2000)** "Bonus fiscale sui prodotti riciclati", Edilizia e Territorio, n.8, pag.17.

**Galgano C. (1998)** "Esempio di utilizzo degli inerti riciclati in Italia", in Tondi A., Delli S., Quaderni di architettura naturale, La casa riciclabile, I rifiuti in edilizia, Edicom Edizioni, Monfalcone.

**Imolesi E. (1999)** "Il riciclo delle opere civili: sistemi di gestione industriale", in Guida all'industria estrattiva ed al riciclaggio, Edizioni PEI, Parma.

**M.F. (2000)**, "Inerti nel capitolato, rivoluzione FS", Edilizia e Territorio, n.4, pag.11.

**Rigamonti E. (1996)** Il riciclo dei materiali in edilizia, Maggioli Editore, Rimini.

**Tondi A. (1998)** "La raccolta differenziata in cantiere: riciclaggio e riuso", in Tondi A., Delli S., Quaderni di architettura naturale, La casa riciclabile, I rifiuti in edilizia, Edicom Edizioni, Monfalcone.

Dr. Ing. Domenico CORVINO – Direttore Tecnico PESCALE S.p.A.

**Progetto R.O.S.E.**

**Piattaforma per il recupero di rifiuti speciali non pericolosi di natura inerte**

## **Analisi economico finanziaria**

### **0. Premessa**

Allo scopo di garantire un approccio operativo/esplicativo al presente documento si ritiene opportuno indirizzare dare concretezza alla valutazione di fattibilità tecnico-economica relativamente alla localizzazione di una unità impiantistica dedicata tipo R.O.S.E. [Recupero Omogeneizzato Scarti Edilizi], finalizzata al recupero di rifiuti speciali non pericolosi di natura inerte, precipuamente individuati da residui derivanti da attività edili (Costruzioni - Demolizioni - Scavi), di cui al punto b) del comma 3 dell'ex art.7 del D.Lgs N.22 del 05.02.1997, a ridosso della città di Ferrara in modo da interessare, in termini di bacino di utenza, le località più prossime alla città capoluogo. In particolare il presente studio si propone di estrinsecare i principali aspetti di carattere sia tecnico che economico caratterizzanti l'ipotesi di razionalizzazione della gestione dei rifiuti speciali non pericolo di origine edilizia a livello provinciale. Al fine di garantire un approccio metodologico adeguato all'analisi tecnico-economica di cui in epigrafe, si procederà ad uno screening sufficientemente dettagliato delle componenti tecniche, economiche e finanziarie che influenzano la valutazione oggetto della presente analisi, offrendo, altresì, la caratterizzazione di parametri di semplice controllo in sede di applicazione operativa dell'iniziativa imprenditoriale medesima.

In termini sistemici, il presente lavoro verrà sviluppato mediante la definizione di dettaglio dei seguenti aspetti essenziali:

- Inquadramento territoriale
- Analisi delle condizioni di mercato
- Definizione utenza
- Soluzione impiantistica
- Valutazione economica
- Valutazione finanziaria
- Conclusioni

assicurando, pertanto, una rigorosa parametrizzazione dei rapporti tecnico-economici esistenti fra l'insediamento produttivo in oggetto ed il corrispondente bacino di utenza.

### **1. Inquadramento territoriale**

La presente analisi è riferita all'ipotesi di pianificazione gestionale dei rifiuti speciali non pericolosi di origine edilizia nell'ambito provinciale di Ferrara mediante la localizzazione di una unità impiantistica R.O.S.E. [Recupero Omogeneizzato Scarti Edilizia] a ridosso della città capoluogo in modo da garantire

un servizio efficace per tutta la fascia provinciale limitrofa alla stessa dove è possibile ritenere concentrata la gran parte della popolazione residente, ferma restando la possibilità di attivare centri di raccolta e trasferimento per le aree non direttamente servite dalla piattaforma di recupero.

In termini strettamente logistici si evidenzia che l'ipotesi di pianificazione gestionale in studio risponde in pieno sia all'obiettivo di garantire un servizio diretto in quasi tutto il territorio provinciale che alla necessità di disporre di una rete infrastrutturale adeguata al flusso di mezzi di tipo pesante da adibirsi al trasporto dei materiali inerti in ingresso ed uscita da ciascun centro.

Attestata la rispondenza logistica dell'ipotesi insediativa di cui in epigrafe (unità impiantistica a ridosso della città capoluogo) e verificata l'idoneità delle infrastrutture stradali presenti (arterie di grande comunicazione), risulta necessario analizzare i seguenti aspetti:

Presenza di siti adibiti ad estrazione di inerti per edilizia ;

Modalità di smaltimento di rifiuti inerti;

Incidenza di iniziative analoghe.

In funzione dei dati in disponibilità è possibile attestare che i prezzi di mercato degli inerti naturali si allineano ai riferimenti validi a livello nazionale, definendosi una leggerissima variabilità fra il prezzo delle sabbie (24.000 Lit/t sabbia di frantoio – 19.000 Lit/T sabbia PO) e dei pietrischi o comunque delle granulometrie più grossolane (22.500 Lit/t).

Lo smaltimento dei residui di origine edilizia risulta ad oggi individuabile esclusivamente nel conferimento presso impianto di stoccaggio definitivo (Discarica Categoria 2 Tipo A) con prezzi variabili fra le 2.000 Lit/t per gli scarti di laterizio semplice e le 6.000 Lit/t per i pali centrifugati, passando per le 4.500 Lit/t per lo scarico di materiale terroso ovvero calcestruzzo semplice.

Nella fattispecie operativa si esclude, per il comparto territoriale di interesse, la presenza di iniziative analoghe a quella di progetto.

## **2. Analisi delle condizioni di mercato**

L'iniziativa di pianificazione gestionale oggetto della presente analisi economica si propone su due differenti mercati in funzione sia dei servizi offerti (smaltimento di rifiuti speciali non pericolosi di natura inerte) che dei prodotti commercializzati (aggregati alternativi derivanti dal riciclaggio dei rifiuti di natura inerte). In termini sostanziali la presente analisi delle condizioni di mercato procederà all'esame pedissequo delle seguenti situazioni di mercato:

- smaltimento rifiuti speciali non pericolosi di natura inerte (essenzialmente macerie edilizie);
- commercializzazione aggregati alternativi derivanti dal riciclaggio rifiuti di natura inerte.

Lo smaltimento dei residui di origine edilizia risulta individuabili esclusivamente nello stoccaggio definitivo dei materiali di risulta presso Discarica di Categoria 2 Tipo A con costi medi di smaltimento dell'ordine di 4.500 Lit/t, ragion per cui è possibile ritenere verosimile l'applicazione di una tariffa media di conferimento presso l'unità impiantistica di 3.000 Lit/t in modo da incentivare, almeno in fase di avviamento, i conferimenti presso la piattaforma di progetto.

Il valore fissato risulta estremamente cautelativo per due ordini di motivi:

- in primo luogo si evidenzia come la presente iniziativa risulti come unica soluzione alternativa all'attuale situazione di stoccaggio in discarica autorizzata;
- in secondo luogo si attesta la possibilità di passare da un modello dissipativo (scarico del rifiuto) ad un modello conservativo della "ricchezza rifiuto", in linea con gli indirizzi normativi di riferimento in materia (ex D.Lgs 22/97), escludendosi nel contempo forme di uso del "tal quale" non legittimate a livello normativo.

In tale ottica è, pertanto, immediato rilevare che la tariffa di conferimento presso l'unità impiantistica di 3.000 Lit/t risulta di certo incentivante rispetto all'attuale soluzione offerta dal mercato.

In ragione dei prezzi di mercato degli inerti naturali per costruzione [Sabbia 19.000+24.000 Lit/t – Aggregati grossolani 22.500 Lit/t], volendo assicurare un incentivo verso l'acquisto di aggregati alternativi derivanti dal trattamento di recupero dei rifiuti inerti, pur riconoscendo per gli stessi

caratteristiche prestazionali del tutto consone per le forme d'uso previste, sia riferendosi al minor peso specifico apparente dei prodotti di recupero rispetto agli inerti naturali ( $\gamma_{\text{Riciclato}} = 1.4 \text{ t/m}^3$ ;  $\gamma_{\text{Naturale}} = 1.6 \text{ t/m}^3$ ) che ad una riduzione media di prezzo di vendita del 15% rispetto alla Materia Prima Corrispondente (M.P.C.)<sup>\*</sup> ed ipotizzando una produzione indirizzata per il 50% alla produzione di aggregati fini (riferimento al prezzo della Sabbia PO 19.000 Lit/t) e per il restante 50% alla produzione delle restanti pezzature, si definisce un prezzo medio di mercato:

$$P_{\text{medio}} = (100 - 15)\% \times [50\% 19.000 \text{ Lit/t} + 50\% 22.500 \text{ Lit/t}] = 17.640 \text{ Lit/t.}$$

In ragione delle considerazioni in precedenza dettagliatamente sviluppate è di certo possibile collocare, in termini cautelativi, il prezzo medio di vendita degli aggregati alternativi derivanti dal recupero dei rifiuti inerti come pari, nell'orizzonte spaziale e temporale cui è riferita la presente analisi, a 17.500 Lit/t.

### 3. Definizione utenza

In termini generali la definizione del bacino di utenza al cui servizio risulta disposto il sistema di pianificazione gestionale oggetto della presente analisi prende le mosse dalla parametrizzazione di due fattori essenziali:

1. produzione media pro-capite annua di rifiuti speciali non pericolosi di natura inerte riconducibili in termini essenziali ai materiali di risulta di origine edilizia;
2. fabbisogno medio pro-capite annuo di aggregati inerti.

Le ricerche svolte in Italia per la definizione dei quantitativi di rifiuti di origine edilizia risultano particolarmente difficili in quanto non è presente alcuna forma di monitoraggio su tale categoria di rifiuto. Oltretutto la valutazione di questo tipo di rifiuto è resa difficoltosa dallo scarso interesse che ha finora suscitato, in quanto materiale impropriamente ritenuto “comunque e sempre” di natura non pericolosa e di scarso valore energetico. Dati indicativi risultano forniti dal Ministero dell'Ambiente che, per l'anno 1991, stima la produzione complessiva di rifiuti in Italia come pari a  $97.4 \times 10^6$  tonnellate, così distinte:

- $17.3 \times 10^6$  tonnellate di rifiuti solidi urbani (RSU & RSUA);
- $80.1 \times 10^6$  tonnellate di rifiuti speciali (RS) di cui oltre  $34 \times 10^6$  tonnellate provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi di natura civile.

Le prime ricerche indirizzate alla stima della produzione di rifiuti di origine edilizia, intraprese a partire dal 1991 dall'ENTE CASTALIA su commissione del Ministero dell'Ambiente sulla base dei conferimenti registrati in discarica prevalentemente nelle regioni settentrionali, hanno fornito un valore medio di produzione annua pro-capite di residui inerti di natura edile variabile fra 400÷600 Kg/ab\*anno. In effetti, però, tale stima è certamente da ritenersi come una approssimazione in difetto in quanto, a causa dei fenomeni di scarico incontrollato e di riutilizzo “tal quale” del rifiuto, è necessario prevedere una netta inferiorità dei dati legali di conferimento rispetto a quelli effettivi di produzione.

Risulta evidente che tali valori - riferiti al numero di abitanti - possono essere ulteriormente sottostimati per i piccoli e medi centri a forte espansione urbanistica od in fase di ristrutturazione (viaria, fognaria, edilizia, ect.), mentre è sufficientemente attendibile per i centri medi ad espansione limitata o statica. Per quanto attiene i grandi agglomerati urbani, il dato può risultare sovrastimato, in quanto l'incidenza della concentrazione della popolazione rischia di maggiorare notevolmente i quantitativi calcolati tramite coefficienti sui residenti, anche se l'effetto di concentrazioni di terziario o di attività produttive possono ancora una volta condurre ad una stima in difetto.

Si ritiene, pertanto, verosimile assumere una produzione media pro-capite annua pari a 500 Kg/ab\*anno = 0.5 t/ab\*anno, assicurando un ampio margine cautelativo per l'iniziativa in parola.

---

<sup>\*</sup>Infatti, in qualsiasi tipo di realizzazione, è necessario disporre di un fissato quantitativo di materiale in volume e non in peso; pertanto, fissare un prezzo di vendita unitario in peso per il prodotto riciclato pari all'85% di quello praticato per gli inerti naturali, significa proporre un prezzo unitario in volume pari al 85% \*  $\gamma_{\text{Riciclato}}/\gamma_{\text{Naturale}} = 76.5\%$  di quello relativo ad inerti naturali.

Riferendosi ai dati desumibili dall'analisi delle popolazioni residenti nella città capoluogo e nei paesi a ridosso della stessa è possibile stimare una bacino di utenza costituito da circa 170.000 abitanti equivalenti cui corrispondono, assunta valida una produzione annua media pro-capite di 0,5 t/ab\*anno, 85.000 tonnellate di rifiuti speciali non pericolosi di natura inerte all'anno.

La collocazione degli aggregati alternativi derivanti dal recupero dei materiali di risulta edilizia è garantito da un fabbisogno medio pro-capite annuo di aggregati lapidei inerti stimato in Italia, riferendosi a ricerche del 1988 condotte dall'ANEPLA, come pari a circa 2.5 m<sup>3</sup> corrispondente a 4.3 t/ab\*anno, impiegati sia per la produzione di conglomerati e malte che per impieghi ove non si richiedono elevatissimi requisiti prestazionali. Alla luce dei dati in precedenza richiamati è di certo configurabile come la produzione di inerti da recupero vada a coprire solo una nicchia limitata del mercato degli aggregati lapidei naturali da destinarsi di certo a forme d'uso di maggior pregio.

#### **4 Soluzione impiantistica**

La soluzione impiantistica per l'attività di recupero rifiuti speciali non pericolosi di natura inerte riconducibili in termini essenziali nei materiali di risulta edilizi è definita da una unità di impiantistica R.O.S.E. [Recupero Omogeneizzato Scarti Edilizia]. La soluzione impiantistica R.O.S.E., prodotta e commercializzata dalla PESCALE S.p.A. con sede in Castellarano (RE), insignita per l'anno 1990 del Premio Nazionale di Settore per il Riciclo dei Materiali da parte dell'ENEA, rappresenta di certo una delle migliori espressioni tecnologiche nel settore specifico del trattamento di rifiuti speciali inerti. Nella fattispecie progettuale è possibile sintetizzare le caratteristiche peculiari e qualificanti dell'impiantistica R.O.S.E. in 2 aspetti essenziali:

- scarso impatto sulla salute dei lavoratori (assenza di cernite manuali, presenza di valvole shut-off su tutte le linee di selezione, ect.) e sull'ambiente (risparmio di risorse e di energia, controllo di qualità dei materiali impiegati e prodotti, ridotta produzione di polveri, contenimento dell'inquinamento acustico, ect.);
- soluzioni impiantistiche semplici ed al tempo stesso particolarmente efficienti.

Allo scopo di esemplificare le modalità di funzionamento del sistema impiantistico di progetto, si propone nel seguito una descrizione di dettaglio delle singole unità e gruppi che lo costituiscono.

#### **INGRESSO MATERIALI DI RIFIUTO E CONTROLLO DI QUALITÀ IN ACCETTAZIONE**

Gli autocarri in conferimento presso l'impianto di trattamento vengono avviati in corrispondenza di piattaforma pesatrice al fine di stimare la quantità e la qualità, in via preliminare, mediante l'utilizzo di una telecamera a colori che consente una preliminare verifica del materiale presente sull'autocarro in arrivo alla pesa.

#### **STOCCAGGIO TEMPORANEO E ALIMENTAZIONE IMPIANTO.**

Effettuato lo scarico in zona debitamente attrezzata (stoccaggio provvisorio), l'alimentazione all'impianto di trattamento viene effettuata mediante pala gommata, evitando, in ogni caso, alimentazione diretta dagli autocarri in arrivo onde garantire l'assenza di inquinanti nei materiali trattati. Dalla tramoggia di carico, realizzata in carpenteria metallica pesante con capacità di circa 20 m<sup>3</sup> e larghezza superiore di 4.5 m, il materiale addotto viene trasferito all'effettivo comparto di trattamento dell'unità impiantistica.

#### **GRUPPO DI SGROSSATURA E UNITÀ DI FRANTUMAZIONE**

Il materiale in trattamento, dopo un secondo controllo di tipo televisivo e successivo passaggio su adeguato vibrovaglio per opportuna sgrossatura della frazione fine terrosa, viene convogliato all'unità di frantumazione costituita da specifico mulino a martelli, finalizzato a garantire sia una opportuna riduzione granulometrica dei detriti che il perfetto distacco delle armature metalliche dagli elementi di calcestruzzo che le contengono.

All'uscita del gruppo di frantumazione si prevede la predisposizione di un tunnel che, avvolgendo il nastro trasportatore primario (depolverazione), finalizzato alla captazione del materiale polverulento soggetto ad aerodispersione ed al suo utilizzo quale integratore della frazione fine (filler) del materiale trattato.



## DEFERRIZZAZIONE

I materiali trattati vengono successivamente convogliati all'unità di deferrizzazione costituita da N.2 nastri magnetici disposti serialmente al fine di evitare qualsiasi presenza di materiale ferroso nel materiale trattato.

## SELEZIONE GRANULOMETRICA

Il materiale, ridotto granulometricamente e privato della frazione ferrosa, eventualmente presente, viene trasferito ad un vibrovaglio a due piani multiforo che realizza 4 selezioni granulometriche opzionali (0/20 mm, 20/30 mm, 30/70 mm, 0/70 mm), con possibilità di riciclo facoltativo, parziale o totale, per le frazioni con dimensioni superiori a 30 mm. In particolare l'impiantistica è munita di un gruppo di subclassazione della frazione 0/20 mm in grado di garantire una ulteriore suddivisione in tre flussi: 0/6 mm, 6/12 mm e 12/20 mm, stoccati in cumuli con altezza sempre inferiore a 5 m.

In fase di selezione si procede, altresì, alla separazione in automatico delle frazioni leggere non idonee (carta, plastica, legno, ect.), sfruttando il loro diverso peso mediante un sistema di selezione per flottazione, prevedendone lo stoccaggio in apposito contenitore ed il successivo smaltimento finale mediante conferimento in discarica controllata. L'eliminazione delle frazioni leggere viene ulteriormente migliorate mediante tre step di raffinazione a ventilazione forzata nonché mediante inserimento di una unità di intercettazione dimensionale degli sfridi di legno suscettibili di recupero.

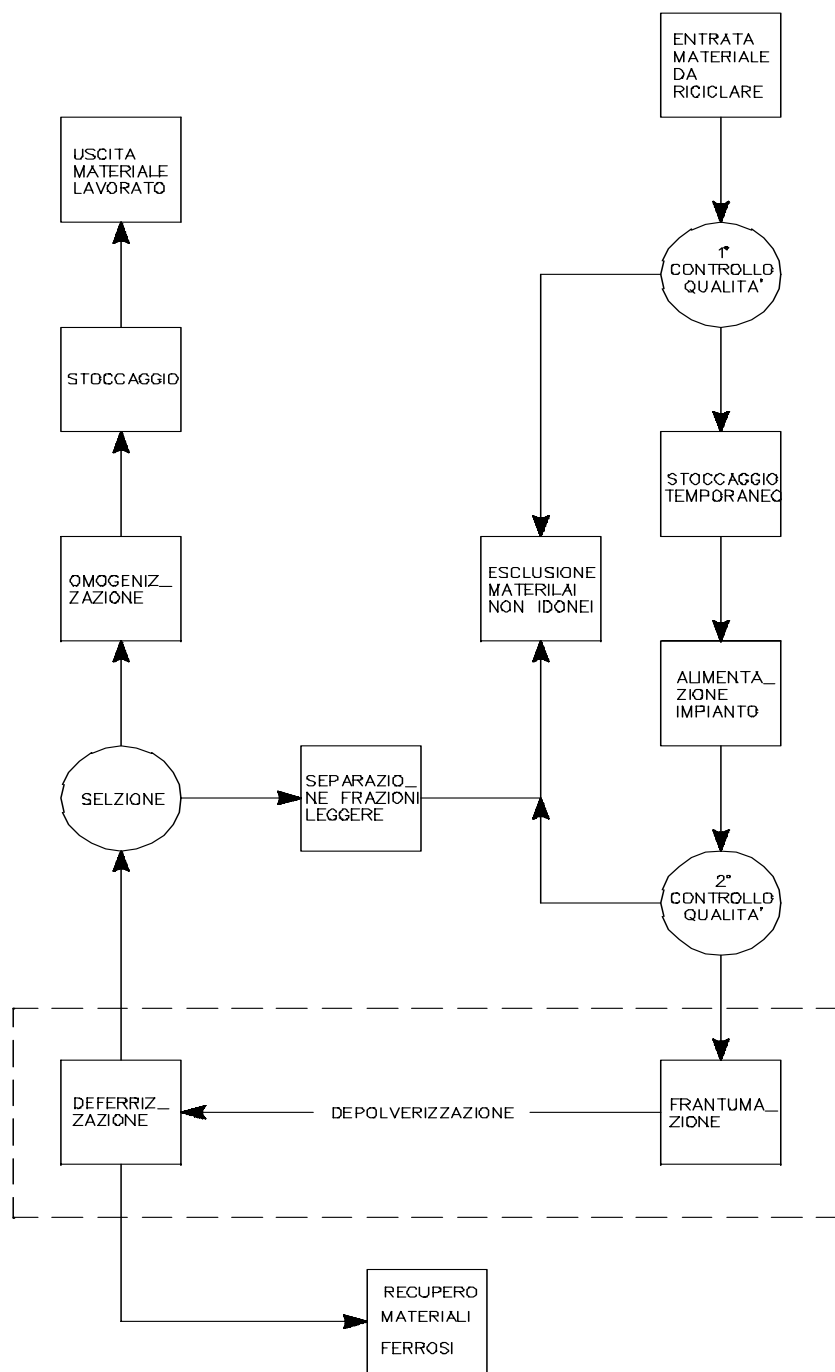
L'efficienza della soluzione impiantistica proposta risulta particolarmente elevata consentendo la produzione di aggregati lapidei alternativi in misura del 98.5% in peso del materiale avviato a trattamento. La residua parte è costituito da materiale metallico (0.8%), suscettibile di ulteriore recupero in fonderia, da sovralli leggeri (0.2%) da destinarsi a smaltimento in discarica come materiali assimilabile ai residui urbani ed un quantitativo residuale (0.5%) di inerti non recuperabili da avviare a discarica.

In termini specifici gli aggregati lapidei alternativi in uscita dalla presente unità di trattamento, privati della frazione metallica e delle eventuali impurità (frazioni leggere) e classati granulometricamente, trovano specifico impiego non solo per riempimenti, risagomature, arginature e nelle realizzazioni stradali ordinarie (fondazione, massicciata) ma ulteriormente nella produzione di conglomerati sia cementizi che bituminosi, nonché per la produzione di elementi prefabbricati leggeri.

La precedente descrizione conferma, senza tema di smentita, la perfetta conformità della soluzione impiantistica presentata alla Normativa Tecnica vigente in materia di residui di agli ex artt.31 e 33 del D.Lgs 22/97. che al punto 7.1.3 dell'Allegato 1 al D.M.A. 05.02.1998 prescrive pedissequamente per le operazioni di recupero rifiuti inerti di origine edilizia l'attuazione di *“fasi meccaniche e tecnologicamente interconnesse di macinazione, vagliatura, selezione granulometrica e separazione della frazione metallica e delle frazioni indesiderate per l'ottenimento di frazioni inerti di natura lapidea a granulometria idonea e selezionata, con eluato di test di cessione conforme a quanto previsto in allegato 3 al presente decreto e con caratteristiche di cui alle norme CNR-UNI 10006”*.

Nell'ambito della presente analisi progettuale dell'impiantistica R.O.S.E. giova precisare che la stessa risulta munita di tutti i presidi e gli approntamenti necessari a garantire il rispetto delle norme in materia di tutela ambientale (inquinamento atmosferico – inquinamento acustico – inquinamento idrico) nonché gli standards di sicurezza ed igiene sui luoghi di lavori nei modi e nei termini dettati dal disposto normativo quadro ex D.Lgs 626/94. In particolare si precisa, altresì, che la costruzione impiantistica in parola risulta realizzata in conformità alle prescrizioni di cui al *“Regolamento di attuazione delle direttive comunitarie 89/392, 91/368, 93/44 e 93/68”* meglio noto come *Direttiva Macchine* e, pertanto, debitamente munito di regolare dichiarazione di conformità (Marchio CE) nei modi e nei termini fissati all'Allegato II dello stesso regolamento attuativo.

## ***CICLO DI FUNZIONAMENTO***



## 5 Valutazione economica

Il presente capitolo risulta dedicato alla valutazione economica dell'ipotesi di pianificazione gestionale dei rifiuti speciali non pericolosi di natura inerte nell'ambito provinciale di Ferrara mediante una unità impiantistica R.O.S.E. in corrispondenza della città capoluogo in modo da garantire il servizio per gli abitati residenti nei comuni dislocati a ridosso della stessa città imo da garantire il servizio per la quasi totalità del territorio provinciale.

Allo scopo di eseguire una corretta parametrizzazione in funzione del numero  $N$  di abitanti equivalenti, si ipotizza il conferimento di un quantitativo medio annuo di rifiuti pari a  $0,5 * N$  t/anno, per i quali si assume applicabile la tariffa di conferimento media assunta pari a  $T_{conf.} = 3.000$  Lit/t, da cui deriverebbero, a seguito di specifico trattamento R.O.S.E., i seguenti materiali:

- $0,495 * N$  t/anno (99.0%) inerti stabilizzati granulometricamente da immettere sul mercato ( $P_{medio} = 17.500$  Lit/t);
- $3,0 * 10^{-3} * N$  t/anno (0.6%) elementi metallici da conferire in fonderia ( $T_f = 60.000$  Lit/t);
- $0,5 * 10^{-3} * N$  t/anno (0.1%) frazioni leggere da smaltire in discarica di I Categoria ( $T_I = 120.000$  Lit/t inclusi costi di trasferimento);
- $1,5 * 10^{-3} * N$  t/anno (0.3%) materiali inerti non idonei al riutilizzo da smaltire in discarica di II Categoria Tipo A ( $T_{II/A} = 20.000$  Lit/t inclusi costi di trasferimento).

Si definisce, sulla scorta di quanto desunto da precedenti esperienze, il seguente quadro d'investimento (da intendersi come fortemente cautelativo):

Tabella A - Quadro spese d'investimento iniziale [Anno 2000].

Voci di spesa	Costo [Lit]
Oneri di concess./aut. + consul. esterne	40.000.000
Impianto	1.800.000.000
Opere di fondazione per impianto	70.000.000
N.2 Pale gommate $2.5 \div 3.0 \text{ m}^3$	400.000.000
Pesa/Box Ufficio	70.000.000
Officina + Attrezzature	60.000.000
Sistemazione area	100.000.000
Oneri di urbanizzazione/Allac. vari	60.000.000
Imprevisti	100.000.000
<b>TOTALE</b>	<b>2.700.000.000</b>
<b>Quota di Amm. Economico (15 anni)</b>	<b>180.000.000</b>

Allo scopo di definire ricavi e costi gestionali è possibile riferirsi alle seguenti tabelle ottenute mediante sia l'applicazione delle tariffe e dei prezzi, precedentemente fissati, alle relative quantità che grazie a risultati economici ottenuti in condizioni di analogo funzionamento:

Tabella B - Quadro consuntivo ricavi di gestione annui [Anno 2000].

RICAVI [Lit]	
Conferimento Rifiuti	$0.5 * 3.000 * N$
Vendita armatura metallica	$3,0 * 10^{-3} * 60.000 * N$
Vendita Inerti da riciclo	$0,495 * 17.500 * N$
<b>TOTALE [Lit]</b>	<b><math>R_T = 10.342 * N</math></b>

Tabella C - Quadro consuntivo costi di gestione annui [Anno 2000].

<b>COSTI [Lit]</b>	
Quota Amm. Economico (15 anni)	180.000.000
Smaltimento sovvalli	90 * N
Spese per personale (4 operatori)	180.000.000
Manutenzione/Ricambi Impianto	80.000.000 + 160* N
Assicurazioni e Spese Generali*	175.000.000 + 300 * N
<b>TOTALE [Lit]</b>	<b><math>C_T = C_F + C_V = 615.000.000 + 550 * N</math></b>

Sulla base dei precedenti riscontri, si definisce per l'iniziativa in parola un punto di pareggio economico (break even point) dalla soluzione dell'equazione:

$$R_T = C_T = C_F + C_V \quad N = 62.806 \text{ abitanti equivalenti.}$$

In particolare attesa una potenzialità complessiva di bacino di 180.000 abitanti equivalenti, si registra che il punto di pareggio aziendale interviene al 34.89% dell'effettiva potenzialità esprimibile dall'intero bacino.

Da tale analisi si desume, pertanto, per una utenza di riferimento di 180.000 abitanti equivalenti un margine di sicurezza di ampio respiro definito dalla differenza  $\square = R_T - C_T = 1.861.650.000 - 714.000.000 = 1.147.650.000$  Lit/anno, da cui si ricava un utile lordo, su base quindicennale, pari a circa il 61.64% dei ricavi totali. Si precisa che gli oneri relativi alla gestione del centro di raccolta sono stati conglobati nella definizione della tariffa media di conferimento applicata.

## 6 Valutazione finanziaria

La presente valutazione finanziaria, prendendo le mosse dalla precedente analisi economica, risulta riferita ad una unità impiantistica R.O.S.E. caratterizzata da un'utenza dell'ordine di 180.000 abitanti equivalenti, tali da generare un quantitativo medio annuo di rifiuti pari a 85.000 t/anno ( $T_{\text{conf.}} = 3.000$  Lit/t) di cui:

- 84.150 t/anno (99.0%) inerti stabilizzati granulometricamente da immettere sul mercato ( $P_{\text{medio}} = 6.400$  Lit/t);
- 510 t/anno (0.6%) elementi metallici da conferire in fonderia ( $T_f = 60.000$  Lit/t);
- 85 t/anno (0.1%) frazioni leggere da smaltire in discarica di I categoria ( $T_I = 120.000$  Lit/t);
- 255 t/anno (0.3%) materiali inerti non idonei al riutilizzo da smaltire in discarica di II categoria tipo A ( $T_{II/A} = 20.000$  Lit/t).

In particolare l'intera analisi finanziaria verrà condotta riferendosi, come anno base, al 2000 e considerando, semplicisticamente, il primo anno di attività a regime dell'impianto il 2002 (in effetti l'impianto potrebbe essere attivo a fine 2000 inizio 2001 per cui si ipotizza direttamente funzionamento a regime in via cautelativa dal 01.01.2002, trascurando eventuali ricavi anticipati tenendo in tal modo la fase di avviamento aziendale). In tale ottica si considererà l'investimento iniziale suddiviso in due "trance" (40% al 2000 e 60% al 2001) da attualizzare mediante il tasso annuo di attualizzazione fissato pari al 2%.

\*In tale voce risultano inglobati: Manutenzione/Carburante Pala, Energia Impianto, Canone di Fitto Terreno (costo simulato), Spese Varie di Gestione Impianto (Enel - Telecom - Acqua, ect.), Imprevisti in genere (10%).

Si definisce, sulla scorta di quanto desunto da precedenti esperienze, il seguente quadro d'investimento (da intendersi come fortemente cautelativo):

Tabella D - Quadro spese d'investimento iniziale [Anno 2000].

<b>Voci di spesa</b>	<b>Costo [Lit]</b>
Oneri di concess./aut. + consul. esterne	40.000.000
Impianto (C)	1.800.000.000
Opere di fondazione per impianto	70.000.000
N.2 Pale gommate 2.5÷3.0 m <sup>3</sup>	400.000.000
Pesa/Box Ufficio	70.000.000
Officina + Attrezzature	60.000.000
Sistemazione area	100.000.000
Oneri di urbanizzazione/Allac. vari	60.000.000
Imprevisti	100.000.000
<b>TOTALE</b>	<b>2.700.000.000</b>
<b>Quota di Amm. Finanziario (5 anni)</b>	<b>540.000.000</b>

Si definisce, dunque, un investimento iniziale di Lit 2.600.000.000 che suddivisi in 2 “trance” definiscono, applicando un tasso annuo di attualizzazione pari al 2%, le seguenti rate:

- 2000 (0A):  $[2.700.000.000 \text{ Lit} \times 0.40] \times 1.02 = 1.101.600.000 \text{ Lit}$ ;
- 2001 (0B):  $[2.700.000 \text{ Lit} \times 0.60] \times 1.02^2 = 1.685.450.000 \text{ Lit}$ ;
- Ammortamenti:  $[1.060.800.000 \text{ Lit} + 1.685.450.000 \text{ Lit}] / 5 = 557.410.000 \text{ Lit/anno}$ .

Allo scopo di definire ricavi e costi gestionali è possibile riferirsi alle seguenti tabelle ottenute mediante sia l'applicazione delle tariffe e dei prezzi, precedentemente fissati, alle relative quantità che grazie a risultati economici ottenuti in condizioni di analogo funzionamento:

Tabella E - Quadro consuntivo ricavi di gestione annui [Anno 2000].

<b>RICAVI [Lit]</b>	
Conferimento Rifiuti	270.000.000
Vendita armatura metallica	32.400.000
Vendita Inerti Alternativi	1.559.250.000
<b>TOTALE [Lit]</b>	<b>1.861.650.000</b>

Tabella F - Quadro consuntivo costi di gestione annui [Anno 2000].

<b>COSTI [Lit]</b>	
Smaltimento sovvalli	16.200.000
Spese per personale (4 operatori)	180.000.000
Manutenzione/Ricambi Impianto	108.800.000

Assicurazioni e Spese Generali*	229.000.000
<b>TOTALE [Lit]</b>	<b>534.000.000</b>

Sulla base delle precedenti risultanze, assunto un onere fiscale del 53.2% (IRAP 16.20% - IRPEG 37%), è possibile procedere alla redazione di un opportuno prospetto finanziario, fondato sulle seguenti ipotesi:

- Anno Base 2000;
- Durata media di vita tecnologica dell'impianto 15 anni;
- Tasso annuo di attualizzazione 2%;
- IVA: 20% su Circolante - 5% su Ricavi;
- Investimento 2.700 MLit.

L'analisi del prospetto finanziario in parola consente il calcolo dei seguenti indici economici:

VAN (Valore Attuale Netto): differenza fra la somma dei flussi di cassa attualizzati all'attivazione dell'impianto e l'investimento iniziale;

TIR (Tasso Interno di Rendimento): tasso tale da rendere il valore attuale dei flussi di cassa in entrata, attesi dall'investimento, uguale al valore attuale dei flussi di cassa in uscita richiesti dall'investimento;

Pay-back Period: periodo di tempo entro il quale si recupera l'investimento iniziale attraverso gli incassi futuri dallo stesso generati.

L'analisi economico-finanziaria eseguita ha condotto a risultati più che soddisfacenti:

⇒ VAN (18%) = 779.570.000.000 Lit: risultato ampiamente positivo attestante un rendimento dell'investimento superiore al 18% richiesto;

⇒ TIR = 26.45%: tasso interno fortemente positivo rispetto alle attuali aspettative di mercato;

⇒ Pay-back Period = 3.05 anni: intervallo temporale sufficientemente ridotto.

## 7. Conclusioni

La precedente analisi tecnico-economica ha evidenziato, seppur sotto ipotesi particolarmente cautelative, la significativa convenienza economica derivante dall'installazione di una unità impiantistica R.O.S.E. dedicata al recupero di rifiuti speciali non pericolosi di natura inerti, riconducibili essenzialmente ai materiali di risulta edilizia, in corrispondenza della città di Ferrara in modo di garantire il servizio per la gran parte del relativo territorio provinciale.

Assumendo, infatti, i risultati in precedenza ottenuti [Break event point al 34.89% della produzione di regime - VAN(18%) = 779.570.000 Lit - TIR = 26.45% - Pay-back Period = 3.05 anni] è possibile attestare l'ottimo grado di sicurezza, flessibilità e convenienza per l'ipotesi di investimento in oggetto.

Ad ulteriore conferma di quanto in precedenza espresso giova evidenziare che la presente simulazione di gestione economica è stata esplicitata escludendosi qualsivoglia forma di finanziamento agevolato ovvero di indebitamento per l'iniziativa in essere di certo ammissibili in funzione del tipo di attività (tutela ambientale).

---

\*In tale voce risultano inglobati: Manutenzione/Carburante pale (40.000.000 Lit/anno), Energia Impianto (40.000.000 Lit/anno), Canone di fitto terreno (80.000.000 Lit/anno), Spese varie di gestione ufficio [Enel, Telecom, Acqua, ect.] (40.000.000 Lit/anno), Imprevisti in genere (29.000.000 Lit/anno).

**Intervento dell'Assessore Dott. Ing. Umberto Novo Maerna**  
**Provincia di Milano Assessorato alle Cave**

Sono particolarmente lieto dell'invito, da parte del Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino a partecipare a questo Convegno sull'impiego degli aggregati da riciclo provenienti dal settore delle costruzioni, nella certezza che una tale giornata di studio sulla materia possa contribuire, con l'apporto delle esperienze di rappresentanti di Enti locali e di realtà imprenditoriali, ad approfondire tematiche volte alla valutazione della convenienza economica di un tale impiego senza tuttavia tralasciare gli aspetti ambientali di grande interesse ed attualità soprattutto riferiti ad una attività di riciclo in aree di p-regio naturalistico.

Quale Assessore alle Cave della Provincia di Milano, ho potuto rendermi conto come la possibilità di impiego degli aggregati da riciclo abbia una importante ricaduta sulla commercializzazione del materiale di cava estratto richiesto dal mercato.

Il problema del continuo consumo di risorse esauribili che negli ultimi anni ha sicuramente contribuito a provocare un pericoloso ed irreversibile danno all'ambiente ponendo l'esigenza di come utilizzare i materiali di scarto della produzione per un concreto riutilizzo.

Un importante contributo a tutela dell'ambiente è sicuramente dato dal riciclo nel settore delle costruzioni, ancora poco considerato perché costoso rispetto alla facilità di smaltimento dei materiali in discarica, o peggio, abusivamente.

La nuova Legge regionale, -a- 14/98, che detta le nuove norme per la disciplina della coltivazione dei materiali di cava, prevede, unicamente ai successivi criteri per la formazione dei nuovi Piani delle Cave provinciali che venga tenuta in grande considerazione l'esigenza di limitare un'indiscriminata estrazione di materiali lapidei anche impedendo lo spreco dei materiali utilizzati in edilizia principalmente a seguito di demolizioni.

I nuovi Piani, in sostanza, dovranno sì tenere conto, preliminarmente, dei giacimenti sfruttabili in relazione alla copertura dei fabbisogni previsti dai bacini di utenza, da riferire però all'esigenza di garantire la massima compatibilità ambientale e paesaggistica, prevedendo una programmazione della destinazione finale delle aree al termine dell'attività estrattiva, al fine di evitare usi impropri ed improvvisati.

Un ruolo importante, in questo senso, viene attribuito alle amministrazioni comunali che devono indirizzare gli interventi di recupero ambientale (con particolare attenzione alle aree protette) ad una riconversione progressiva dell'attività estrattiva, individuando nuove attività compatibili con le caratteristiche e gli usi del territorio e con le esigenze della collettività.

La nuova Legge Regionale, sempre in riferimento alle problematiche di tutela ambientale prevede di:

- Limitare l'apertura di nuovi poli estrattivi favorendo, per contro, l'individuazione di "*ambiti*" che accorpino aree contigue a quelle già oggetto di attività, contenenti sia le aree previste per l'effettivo sfruttamento dei giacimenti, sia quelle per impianti e servizi di cava, nonché le aree circostanti necessarie a garantire un corretto rapporto tra aree di intervento e territorio adiacente.
- L'individuazione di aree, di riserva da adibire ad estrazione esclusivamente per le occorrenze di opere pubbliche. Ciò consentirà di evitare il ricorso indiscriminato a cave di prestito su aree non idonee e senza garanzia di recupero ambientale.
- L'identificazione di cave, cessate da sottoporre a recupero ambientale.
- La previsione che Regione e Province incentivino impianti di lavorazione di inerti riciclati.



In particolare nella stesura del nuovo Piano Provinciale Cave della Provincia di Milano, in itinere, i criteri fondamentali dovranno sicuramente, proprio per una corretta salvaguardia dei giacimenti disponibili, limitati in considerazione, della capware urbanizza7.ione presente soprattutto nel Nord Milano e della cospicua presenza di vincoli ambientali, porre particolare attenzione a sfruttare tutti i quantitativi che si possono tendere disponibili dalla previsione di riassetto di cave cessate e dal riciclaggio di inerti provenienti da macerie che potrebbero contribuire a limitare il ricorso a nuove aree di estrazione, consentendo una sia pur parziale copertura dei fabbisogni e limitando l'individuazione di nuovi ambiti estrattivi

Verranno in aiuto sia la nuova Legge regionale in materia di cave, che indica l'opportunità di prevedere l'ampliamento delle cave attive, con priorità rispetto all'apertura di nuove cave, sia il Piano scaduto che presenta circa il 50 % di aree e quantitativi previsti da estrarre nel decennio 1990 - 2000, non ancora estratti alla scadenza e quindi residui ed ancora autorizzabili.

Per il riutilizzo di inerti provenienti da demolizione si dovrà cercare di stabilite quantità e destinazioni. Il nuovo Piano potrebbe individuarne quantitativi attendibili anche a seguito di un impegno della Provincia di prevedere nei capitolati d'appalto quote di tali materiali compatibili con le infrastrutture ed i manufatti da realizzare verificando.

1. La disponibilità degli impianti di trattamento già esistenti sul territorio provinciale
2. Le istanze di attivazione degli impianti di trattamento presentate dagli operatori del settore
3. I quantitativi di materiale da demolizione messo a discarica

La valutazione dei fabbisogni, partendo dall'attuale range, di produzione che, stante la scarsa vivacità del mercato del decennio trascorso, costituisce sicuramente un valore di minima, dovrà essere, te, successivamente elaborata anche attraverso l'analisi, come previsto nelle indicazioni programmatiche per il nuovo Piano Cave per la copertura dei fabbisogni, dei quantitativi prevedibili da trattare risultanti dai modelli MUD (Modello Unico di dichiarazione Ambientale) quantificando la dimensione del riciclaggio di macerie complessivo per la Provincia.

Anche la nuova indicazione della recente normativa che prevede per il prelievo ed il trasporto di materiali di risulta provenienti da scavi ed opere pubbliche, qualora abbiano un volume superiore a 30.000 mc, denuncia alla Provincia indicando il luogo di prelievo e di collocazione o deposito consentirà una più corretta valutazione e quantificazione di volumi che contribuiranno alla copertura dei fabbisogni.

Sono profondamente convinto, peraltro, che alcuni principi devono essere chiaramente affermati sia per quanto riguarda la libertà d'impresa degli operatori sia per quanto riguarda la difesa degli interessi pubblici a tutela dell'ambiente.

Penso, inoltre, che una visione organica e razionale del recupero delle aree interessate dall'attività estrattiva, sia nell'interesse non solo dei cittadini e di tutti gli Enti coinvolti ma anche degli stessi operatori del settore.

Ritengo di grande interesse gli aspetti affrontati nella prima parte di questa giornata ed in particolare la possibilità di utilizzo di questi materiali nella gestione dei ripristini ambientali e della riconversione e riuso delle aree di cava, in particolare in aree di Parco.

Sempre nella ricerca di fonti alternative di approvvigionamento, sollecitati dalla nuova Legge sulle cave e dai relativi criteri per la stesura dei nuovi Piani Cave ai fini di perseguire la massima -nazionalizzazione della coltivazione dei giacimenti disponibili finalizzata alla esigenza di limitare al massimo l'accesso a nuove aree estrattive per una massima salvaguardia del territorio, è degno di grande attenzione anche, il tema trattato legato alla gestione dei ripristini ambientali attraverso l'uso di aggregati da riciclo.

Come già detto nelle linee programmatiche per la stesura del nuovo Piano Cave, approvate dall'Amministrazione Provinciale di Milano<sup>2</sup> è prevista una particolare attenzione a sfruttare tutti i quantitativi che si possono rendere disponibili dalla previsione dei recuperi ambientali di cave cessate con estrazione di inerti fino a data a compensare i costi di recupero ambientale. Il ricorso all'utilizzo di

aggregati da riciclo in particolari situazioni potrà favorire la definizione di alcuni interventi altrimenti impossibili.

Vi ringrazio dell'attenzione prestata e vi rinnovo i complimenti per la buona riuscita di tale iniziativa che è sicuramente servita ad approfondire tematiche di grande attualità ed interesse.