

**DOCUMENTO DI PROGRAMMAZIONE DELLE
ATTIVITA' ESTRATTIVE - D.P.A.E.**

Volume 2

ALLEGATI ALLA RELAZIONE
Annesso 1 - Annesso 2 - Annesso 3



PRIMO STRALCIO

**INERTI DA CALCESTRUZZO, CONGLOMERATI
BITUMINOSI E TOUT-VENANT PER RIEMPIMENTI
E SOTTOFONDI**



REGIONE PIEMONTE

DOCUMENTO DI PROGRAMMAZIONE DELLE ATTIVITA' ESTRATTIVE-DPAE

PRIMO STRALCIO

INERTI DA CALCESTRUZZO, CONGLOMERATI BITUMINOSI E TOUT-VENANT PER RIEMPIMENTI E SOTTOFONDI

ALLEGATI ALLA RELAZIONE

ANNESSE 1

ANNESSE 2

ANNESSE 3

CONSULENZA SCIENTIFICA

Prof. Ing.	Vanni BADINO Coordinatore Politecnico di Torino - Dipartimento Georisorse e Territorio
Prof. Dott.	GiannAntonio BOTTINO Politecnico di Torino - Dipartimento Georisorse e Territorio
Prof. Ing.	Luigi BUTERA Politecnico di Torino - Dipartimento di Idraulica, Trasporti e Infrastrutture Civili
Prof. Ing.	Mauro FORNARO Politecnico di Torino - Dipartimento Georisorse e Territorio
Prof. Dott.	Alberto QUAGLINO Politecnico di Torino - Dipartimento Georisorse e Territorio
Prof. Arch.	Carlo SOCCO Politecnico di Torino - Dipartimento Territorio
Prof. Ing.	Gaudenzio VERGA Politecnico di Torino - Dipartimento Georisorse e Territorio

Hanno inoltre collaborato:

Dott. Elena COMINO, Dott. Ing. Antonella CUGLIANDOLO, Dott. Ing. Alberto DUTTO, Dott. Arch. Emanuela GUARINO, Dott. Geol. Giuseppe MANDRONE, Dott. Geol. Paola MARINI, Dott. Ing. Luca REYNAUDO, Dott. Ing. Roberto REVELLI, Dott. Ing. Silvia SABATINO, Dott. Ing. Irene SACERDOTE, Dott. Ing. Alberto TOLU, Dott. Ing. Gabriele ZOJA.

COORDINAMENTO REGIONALE

Settore Pianificazione e Verifica Attività

Arch.	Marilena DAMBERTO
Dott.	Luigi VIGLIERO
Dott.	Pier Paolo VARETTO

GESTIONE ED ELABORAZIONE DATI CARTOGRAFICI

C.S.I. Piemonte:	Dott. Marco FELLA
	Dott. Cesare GERBINO

SEGRETERIA ED ELABORAZIONE TESTI

Settore Artigianato, Cave e Torbiere, Acque Minerali e Termali, Polizia Mineraria

Sigg.re Giovanna GARBOLINO BRESSA, Vincenza LONGO, Rita RICUPIDO

INDICE

ANNESSE 1

	Pag.
1. ANALISI E CONFRONTO ECONOMICO ED ENERGETICO-AMBIENTALE FRA CAVE DI PIANURA E CAVE DI MONTE	1
1.1. - INTRODUZIONE	1
1.2. - CONFRONTO FRA CAVE CAMPIONE	2
1.2.1. - CONFRONTO ECONOMICO	3
1.2.1.1. - CAVA DI PIANURA	3
1.2.1.2. - CAVA DI MONTE 1	13
1.2.1.3. - CAVA DI MONTE 2	18
1.2.1.4. - CONFRONTO DEI RISULTATI OTTENUTI	24
1.2.2. - CONFRONTO ENERGETICO-AMBIENTALE	27
1.2.2.1. - CONFRONTO E COMMENTO DEI RISULTATI OTTENUTI	38
1.3. - CONSIDERAZIONI ECONOMICHE ED ENERGETICO-AMBIENTALI SUL SISTEMA PRODUTTIVO DEGLI INERTI IN PIEMONTE	42
1.3.1. - CONSIDERAZIONI ECONOMICHE	42
1.3.2. - CONSIDERAZIONI ENERGETICO-AMBIENTALI	44
1.4. - SIMULAZIONE DI UNA NUOVA CONFIGURAZIONE DEL RAPPORTO CAVE DI PIANURA - CAVE DI MONTE E CONCLUSIONI.	47

ANNESSE 2

2. LE ALTERNATIVE ALL'UTILIZZO DEI GRANULATI NATURALI NELL'INDUSTRIA DELLE COSTRUZIONI -I RIFIUTI DELLE CO- STRUZIONI E DEMOLIZIONI, LE RISULTE DAGLI SCAVI, GLI SCARTI LAPIDEI	51
2.1. - I MATERIALI DA DEMOLIZIONI E SCAVI	51
2.2. - GLI SCARTI DELL'INDUSTRIA LAPIDEA	59

ANNESSO 3

3. PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO E TUTELA DEL PAESAGGIO IN RAPPORTO CON LA PROGRAMMAZIONE REGIONALE DELL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA	63
3.0. - PREMESSA	63
3.1. - PROGRAMMAZIONE DI SETTORE E PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO: INDAGINE SU DI UN CASO DI STUDIO E CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GENERALE	64
3.2. - LA TUTELA DEL PAESAGGIO NELL'AMBITO DEL DPAAE	67
3.2.1. - UN QUADRO INFORMATIVO PER DELINEARE GLI SCENARI LOCALIZZATIVI A LIVELLO DI PROGRAMMAZIONE REGIONALE DELLE ATTIVITÀ ESTRATTIVE	67
3.2.2. - LA BASE INFORMATIVA	69
3.2.3. - L'INDICE DELLA QUALITÀ VISIVA DEL PAESAGGIO	72
3.2.3.1. - LA TIPOLOGIA DEI PAESAGGI	72
3.2.3.2. - LE COMPONENTI CHE INFLUENZANO LA QUALITÀ VISIVA DEL PAESAGGIO	74
3.2.3.3. - LA DESCRIZIONE E LA PONDERAZIONE DELLE COMPONENTI	76
3.2.3.4. - IL CALCOLO DELL'INDICE PER I SOTTOSISTEMI E PER LE SOVRAUNITÀ DI PAESAGGIO	77
3.2.4. - L'USO DELL'INDICE NELL'AMBITO DEL DPAAE	80
3.2.5. - UN QUADRO DEGLI SCENARI DELLA LOCALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA NEL PAESAGGIO DELLA PIANURA PIEMONTESE	81
3.2.6. - ANALISI DESCRITTIVA DELLE CARATTERISTICHE PAESISTICHE E STORICO-AMBIENTALI DEGLI AMBITI GEOGIACIMENTOLOGICI E DEI BACINI ESTRATTIVI	85

ANNESSE 1

1. ANALISI E CONFRONTO ECONOMICO ED ENERGETICO-AMBIENTALE FRA CAVE DI PIANURA E CAVE DI MONTE

1.1. INTRODUZIONE

Dall'esame della situazione dell'attività estrattiva in Piemonte emerge che attualmente le cave di pianura forniscono più del 90% della produzione annuale complessiva di inerti: le cave attive di monte sono infatti appena un ventina su un totale di oltre 300 cave attualmente in attività.

Il confronto economico ed energetico-ambientale fra i due tipi di cava può dunque avere un duplice scopo: il primo è quello di giustificare, o comunque contribuire a spiegare questo forte divario, il secondo è quello di prefigurare, dal punto di vista economico ed energetico-ambientale, le conseguenze di una variazione dello scenario produttivo in termini di rapporto tra numero di cave di monte e numero di cave di pianura.

Lo studio in merito è stato impostato sulla base sia di dati diretti rilevati analizzando specifiche attività produttive, sia di dati statistici relativi all'attività estrattiva e alla situazione socio-economica dell'intera Regione.

Precisamente, sono state dapprima analizzate e confrontate fra loro una cava di pianura e due di monte, scelte in modo da risultare rappresentative della situazione delle rispettive categorie e tali comunque da fornire risultati utili per considerazioni di carattere generale.

Successivamente le considerazioni economiche ed energetico-ambientali sono state estese all'attuale situazione produttiva regionale, procedendo in particolare alla stima dei costi, dei consumi energetici e delle emissioni nell'ambiente dovuti a estrazione, preparazione e trasporto degli inerti, ai fini della valutazione del conseguente impatto nel contesto socio-economico piemontese.

A questo proposito si deve precisare che, per quanto riguarda gli aspetti ambientali, l'analisi quantitativa effettuata in questa sede riguarda esclusivamente le emissioni, che, come si vedrà, sono legate essenzialmente ai consumi energetici. Non si sono affrontati quindi, se non con

accenni qualitativi nella parte conclusiva, altri aspetti ambientali rilevanti dell'attività estrattiva, come quelli relativi a polveri, rumori, impatto sul paesaggio.

L'analisi si conclude con la simulazione di un ipotetico scenario produttivo che consenta un sostanziale aumento della produzione da cave di monte, tale da sopperire alla chiusura - o all'esaurimento - delle cave di un importante bacino produttivo di pianura.

1.2. CONFRONTO FRA CAVE CAMPIONE

Come esempio significativo di cava di pianura si è scelta una cava a fossa sotto falda operante nella zona di Carmagnola e Carignano.

Modernamente attrezzata e di dimensioni medio-grandi, la cava coltiva con benna mordente da draga galleggiante le alluvioni ghiaioso-sabbiose recenti del bacino del Po a Sud di Torino.

Quanto alle cave di monte la scelta è caduta su due cave in Provincia di Cuneo; la prima, che d'ora in poi verrà chiamata "Cava di monte 1", sita nelle vicinanze di Mondovì, e la seconda (d'ora in poi "Cava di monte 2) sita in Alta Val Tanaro che coltivano entrambe, con metodo tradizionale di abbattimento a gradoni con esplosivo, formazioni calcareo-dolomitiche del Terziario simili dal punto di vista mineralogico ma assai diverse per caratteristiche tecniche e conseguenti problemi di abbattimento. Le rispettive produzioni sono di norma destinate agli usi interni aziendali, e cioè alla preparazione di conglomerati cementizi e bituminosi, oltre che alla realizzazione di autobloccanti per pavimentazioni. Una quota significativa della produzione, per ragioni contingenti, è attualmente rappresentata da pietrame da costruzione e massi da scogliera.

Complessivamente le due cave di monte hanno fornito nel '95 una produzione di 330.000 t, non molto diversa dalla produzione della cava di pianura (390.000 t), con la quale sono quindi confrontabili dal punto di vista della dimensione produttiva. Per quanto riguarda invece le difficoltà geo-giacimentologiche e tecniche di coltivazione, esse rappresentano nell'insieme la situazione media delle cave di monte piemontesi, essendo un buon esempio, la prima delle situazioni mediamente più favorevoli, l'altra di quelle mediamente più difficili.

Oltre alla scelta accurata delle cave, per rendere significativo il confronto si è tenuto presente anche il problema dell'omogeneità del prodotto: per questo in ognuna delle cave si sono presi in considerazione per il confronto quei processi che danno luogo alle classi di pezzature che vengono impiegate per lo stesso prodotto finito. Sia per il confronto economico che per quello energetico-ambientale si è scelto in particolare un mix di classi granulometriche

caratteristico della preparazione del calcestruzzo, calcolandone i costi e gli effetti ambientali conseguenti ai diversi processi che il materiale subisce nelle cave di monte (frantumazione generalizzata e successivo lavaggio) e nelle cave di pianura (solo lavaggio oppure lavaggio più frantumazione).

L'analisi economica in questa prima fase è consistita nel calcolo del costo di produzione delle classi suddette, condotto in tutti i casi esaminati con lo stesso criterio, e cioè suddividendo la struttura produttiva in Centri di costo, rilevando in ciascuno di questi i costi diretti di produzione e ripartendo i costi indiretti, proporzionalmente alle produzioni, in base ai dati di bilancio delle aziende.

L'analisi energetica è stata a sua volta condotta in base alla metodologia LCA (Life Cycle Assessment) rilevando pertanto direttamente tutti i dati di input di energia e materia relativi alle singole fasi dell'attività produttiva, e successivamente elaborando i dati con l'uso del software Boustead Model 2, in modo da quantificare, assieme ai consumi energetici complessivi, anche i flussi materiali e in particolare le emissioni, utili per la valutazione degli effetti ambientali complessivi delle attività considerate.

1.2.1. CONFRONTO ECONOMICO

1.2.1.1 CAVA DI PIANURA

Quella prescelta come campione delle cave di pianura è una cava in attività da una trentina d'anni, la cui configurazione si è venuta trasformando e razionalizzando a partire da una serie di laghetti affiancati, fino ad arrivare all'unico grande lago attuale, tuttora in fase di espansione e approfondimento. Dopo aver operato in passato con draga a suzione, dal 1995 è entrata in funzione la nuova draga galleggiante con benna mordente che consente di approfondire l'estrazione dai 30 m prima raggiunti ai 60 m di profondità del piano di campagna, attualmente autorizzati.

L'intera superficie di proprietà della Società, pari a 585 ettari, dei quali 133 attualmente autorizzati allo scavo, è soggetta al vincolo ex L. 431/85 ed è inclusa entro l'area del "Sistema delle aree protette della Fascia fluviale del Po" istituita con L.R.28/90, modificata con L.65/95. In particolare, il Bacino produttivo Provana è inserito in zona di Area attrezzata, con previsione quindi di recupero dell'area per finalità ricreative di uso pubblico, il Piano di Area, approvato

nel 1995 dal Consiglio Regionale dà già un'indicazione della possibile (in quanto da recepire a livello di PRGC) sistemazione finale in tal senso.

Dal punto di vista geo-giacimentologico, l'attività estrattiva interessa i depositi alluvionali del Pleistocene medio - Olocene, che localmente arrivano a una profondità di 40-45 m dal piano di campagna, nonché i sottostanti depositi fluvio-lacustri del Villafranchiano: materiali sono costituiti da sabbie e ghiaie di buona qualità, alternate a livelli limoso-argillosi che possono funzionare da setti impermeabili per il sistema di falde idriche particolarmente importante per la zona. In particolare, a motivo dell'elevata permeabilità, gli strati superiori sono sede di una falda a superficie libera, la cui profondità è in diretta connessione con il regime del Po, oscillando di norma attorno ai 5-6 m dal piano di campagna.

L'analisi economica ha avuto come obiettivo la valutazione del costo dei prodotti ed è stata condotta, come si è detto, per Centri di costo e sulla base dei dati di bilancio messi a disposizione dall'azienda.

Le considerazioni seguenti, che illustrano il metodo seguito, valgono anche per le altre due cave analizzate. Per questa prima cava, quindi, la descrizione sarà convenientemente dettagliata, mentre per le successive si riporteranno semplicemente i dati e i risultati in tabella.

L'indagine è iniziata con l'individuazione - nella cava di pianura- di cinque Centri di costo (Cdc), corrispondenti a cinque specifici comparti del processo produttivo, denominati: Draga galleggiante, Prevalgio, Vaglio Primario + Lavatrici, Lavati, Frantumazione, con un approfondimento di analisi per il Cdc Frantumazione, che è stato ulteriormente suddiviso in altri quattro Cdc subordinati; si sono inoltre raggruppate in un Centro di spesa denominato "Spese Generali di cava" (che non corrisponde ad uno specifico comparto della cava) le voci di spesa non attribuibili direttamente ai singoli Centri suddetti e da ripartire quindi tra essi in base alle rispettive produzioni. Analogamente si sono conteggiate a parte le Spese generali di sede, costituenti le consuete voci di costo indiretto, e se ne è tenuto conto sommandole ai costi diretti, al termine della valutazione di questi, per il calcolo dei costi totali.

Come prevede il metodo, per ogni Centro sono stati rilevati i costi dei fattori di produzione e i quantitativi di materiali che fluiscono attraverso il Centro stesso in un dato periodo di tempo. Precisamente, si è fatto riferimento ai dati del 1995, calcolando i costi di produzione annuali, totali e unitari per ciascun tipo di prodotto commerciale.

I dati relativi al processo produttivo, ai fattori di costo considerati per ogni Centro e ai costi risultanti, diretti e totali, sono riportati in sintesi nei grafici e nelle tabelle seguenti.

Per la corretta lettura delle Tabelle, si tenga presente che si è calcolato, per ogni Centro di costo, oltre al costo di competenza anche il costo cumulato, cioè il costo del prodotto in uscita dal Centro stesso.

Una miglior comprensione dell'analisi effettuata si può avere dalla descrizione sintetica del procedimento seguito per ottenere uno dei prodotti finali: ad esempio il 30-90.

L'analisi per Centri di costo viene effettuata seguendo il flusso del materiale nel processo produttivo: occorre quindi far riferimento al diagramma di flusso (v. Fig. 1.1).

Il primo Cdc (Draga galleggiante) comprende voci di costo chiaramente e facilmente individuabili, per cui il costo diretto del materiale in uscita è quello risultante dal rapporto fra la somma del costo totale annuo di tali voci e le tonnellate di materiale prodotto (cioè 830 £/t).

Da questo punto in poi è necessario raggruppare in un Centro di spesa, denominato "Spese generali di cava", le voci di costo che non è possibile imputare direttamente a un determinato Cdc inteso come reparto della cava: si tratta, ad esempio di manodopera e macchine utilizzate da più reparti, per cui, ai fini della quantificazione dei costi di ciascun reparto-Cdc, si ritiene corretto ripartire il costo complessivo di questo Centro di spesa proporzionalmente ai quantitativi di prodotto finito che esce da ogni Cdc.

Le voci "Spese generali cava" che compaiono nei successivi Cdc sono quindi ottenute con questo criterio: così, considerando che la produzione complessiva dell'impianto, pari a 420.000 t, proviene per l'8,6 % dal Prevalglio (36.000 t), al Cdc Prevalglio verranno imputate Spese generali di cava per $0.086 * 1.143.516.000 = 98 \text{ ML ca.}$ E lo stesso vale per gli altri Cdc, la cui produzione è rispettivamente di 53.080 t (13%), 226.680 t (54%) e 105.150 (25%).

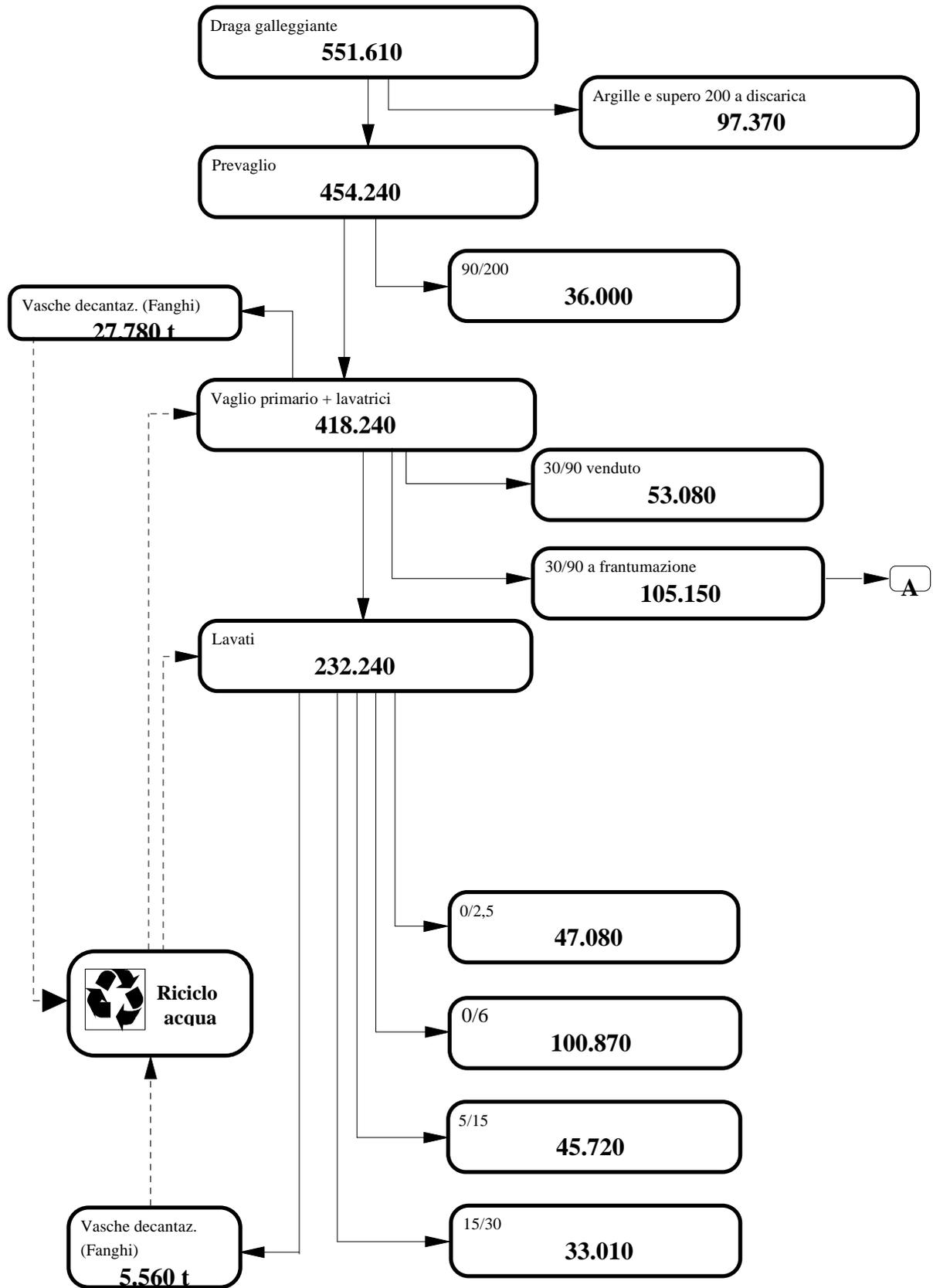
Proseguendo secondo il flusso del prodotto, si ha dunque che il costo cumulato all'uscita del Prevalglio è dato dal costo proprio del Cdc (175.480.000) più il totale del precedente comparto (Cdc Draga galleggiante: 377.597.000), poiché tutto il prodotto utile di questo comparto (454.240 t) viene trattato nel Cdc Prevalglio: pertanto il costo unitario del materiale in uscita risulta di 1220 £/t.

Il costo cumulato del materiale trattato nel Cdc "Vaglio 1.rio + Lavatrici" risulta, a sua volta, dalla somma del costo proprio del Cdc (296.495.000) più il costo cumulato del materiale in entrata, che è pari a $1220 \text{ £/t} * 418.240 \text{ t} = 509.005.000 \text{ £}$, e cioè 805.500.000 £

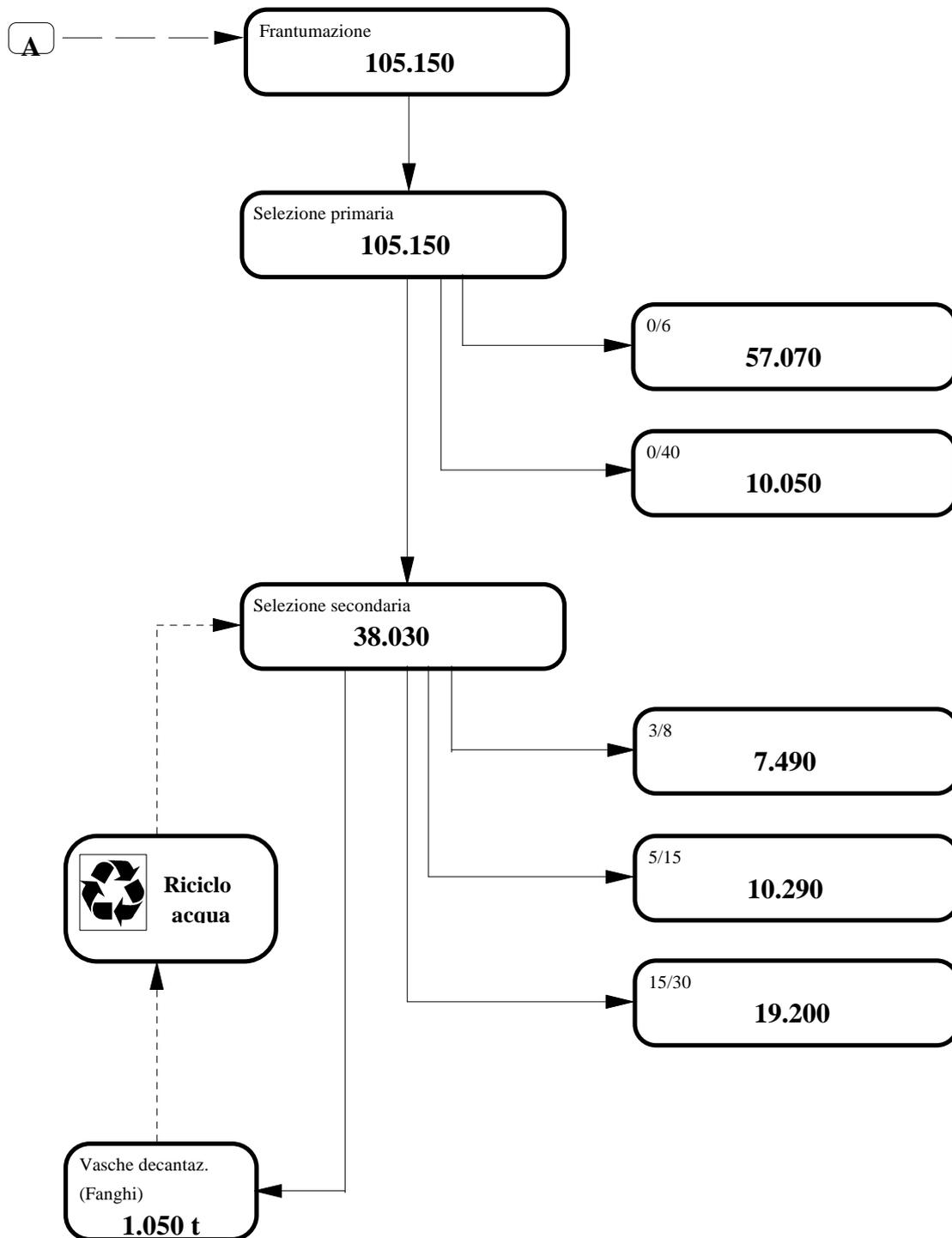
(arrotondati). Il calcolo del costo cumulato va fatto infatti sul materiale che passa in ciascun Cdc, moltiplicando il costo unitario per le tonnellate trattate: in questo caso quindi bisogna tener conto del fatto che all'uscita dal Prevaglio 36.000 t escono come prodotto finale, per cui al Vaglio primario arrivano solo $454.240 - 36.000 = 418.240$ t, e che 27.780 t vanno a discarica come fanghi. Pertanto il materiale in uscita, che ammonta a $418.240 - 27.780 = 390.460$ t, avrà un costo unitario pari a $805.493.000/390.000 = 2.060$ £/t.

Risulta in tal modo calcolato il costo del 30-90, che appunto fa parte dei prodotti in uscita dal Cdc considerato. Del tutto analogo è il calcolo del costo diretto degli altri prodotti.

Fig. 1.1: Cava di pianura ⇒ diagramma di flusso (dati di produzione in t, anno 1995)



(segue) Fig. 1.1



Tab. 1.1: Centro di costo “Draga galleggiante”

VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	IMPORTO
Manodopera*	/	75.499.000 £
Prestazioni Di Terzi	/	4.825.000 £
Draga Galleggiante	2793 h	259.587.000 £
Bettolina ☒	979 h	37.686.000 £
Pala Fiatallis 220	/	/
Pala Fiat-Hitachi 220.2	/	/
Pala Fiatallis Fr10b	/	/
Fh 270	/	/
Perlini 131	/	/
Iveco 330h30	/	/
Totale	/	377.597.000 £

* Manodopera necessaria per il funzionamento della macchina

☒ Inclusa la manodopera per la guida

COSTO CUMULATO	MATERIALE TRATTATO	COSTO MATERIALE IN USCITA
377.597.000 £	454.240 t	830 €/t

Tab. 1.2: Centro di spesa “Spese Generali di cava” (●)

VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	IMPORTO
Manodopera*	/	46.748.000 £
Prestazioni Di Terzi	/	84.253.000 £
Ammortamenti	/	756.744.000 £
Energia Elettrica	/	/
Mat. Usura E Manut.	/	42.231.000 £
Spese Generali	/	191.000.000 £
Pala Fiatallis 220	10 h	304.000 £
Pala Fiat-Hitachi 220.2	10 h	274.000 £
Pala Fiatallis Fr10b	660 h	16.034.000 £
Fh 270	200 h	5.928.000 £
Perlini 131	/	/
Iveco 330h30	/	/
TOTALE	/	1.143.516.000 £

* Manodopera per il funzionamento dell'impianto e per la manutenzione del medesimo inclusa quella per gli automezzi sotto indicati

- Da questo punto in poi, l'importo relativo a questo centro di costo è stato ripartito tra i successivi centri di costo in base ai rispettivi quantitativi di prodotto finito in uscita da ciascun Centro.

Tab. 1.3: Centro di costo “Prevaglio”

VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	IMPORTO
Manodopera*	/	113.000 £
Ammortamenti	/	2.423.000 £
Energia Elettrica	/	18.234.000 £
Mat. Usura E Manut.	/	11.468.000 £
Pala Fiatallis 220 ☒	100,7 h	5.958.000 £
Pala Fiat-Hitachi 220.2 ☒	155,5 h	9.899.000 £
Pala Fiatallis Fr10b ☒	/	/
Fh 270 ☒	353 h	20.005.000 £
Perlini 131 ☒	195,7 h	7.573.000 £
Iveco 330h30 ☒	32,9 h	1.808.000 £
Spese Generali Cava	/	97.999.000 £
TOTALE	/	175.480.000 £

* Manodopera necessaria per la manutenzione del centro di costo esclusa la manodopera dei mezzi sotto indicati

☒ Inclusa la manodopera per la guida

COSTO CUMULATO	MATERIALE TRATTATO = PRODOTTO IN USCITA	COSTO MATERIALE IN USCITA
553.077.000 £	454.240 t	830 + 390 = 1220 $\frac{£}{t}$

Tab. 1.4: Centro di costo "Vaglio Primario + Lavatrici"

VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	IMPORTO
Manodopera*	/	5.893.000 £
Ammortamenti	/	28.470.000 £
Energia Elettrica	/	57.620.000 £
Mat. Usura E Manut.	/	22.760.000 £
Pala Fiatallis 220 ☒	148,5 h	8.785.000 £
Pala Fiat-Hitachi 220.2 ☒	229,3 h	14.595.000 £
Pala Fiatallis Fr10b ☒	/	/
Fh 270 ☒	/	/
Perlini 131 ☒	288,6 h	11.166.000 £
Iveco 330h30 ☒	48,5 h	2.666.000 £
Spese Generali Cava	/	144.540.000 £
TOTALE	/	296.495.000 £

* Manodopera per la manutenzione dell'impianto esclusa quella per gli automezzi sotto indicati

☒ Inclusa la manodopera per la guida

COSTO CUMULATO	MATERIALE TRATTATO	PRODOTTO IN USCITA	COSTO MATERIALE IN USCITA
805.493.000 £	418.240 t	390.460 t	2.060 $\frac{£}{t}$

Tab. 1.5: Centro di costo "Lavati"

VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	IMPORTO
---------------	----------	---------

Manodopera*	/	86.439.000 £
Ammortamenti	/	45.768.000 £
Energia Elettrica	/	63.820.000 £
Mat. Usura E Manut.	/	31.091.000 £
Pala Fiatallis 220 ☒	635,5 h	37.574.000 £
Pala Fiat-Hitachi 220.2 ☒	980,6 h	62.428.000 £
Pala Fiatallis Fr10b ☒	/	/
Fh 270 ☒	/	/
Perlini 131 ☒	1234,2 h	47.760.000 £
Iveco 330h30 ☒	207,3 h	11.401.000 £
Spese Generali Cava	/	617.499.000 £
TOTALE	/	1.003.780.000 £

* Manodopera per il funzionamento dell'impianto e per la manutenzione del medesimo, esclusa quella per gli automezzi sotto indicati

☒ Inclusa la manodopera per la guida

COSTO CUMULATO	MATERIALE TRATTATO	PRODOTTO IN USCITA	COSTO MATERIALE IN USCITA
1.482.891.000 £	232.240 t	226.680 t	6.540 €/t

Tab. 1.6: Centro di costo "Frantumazione"

VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	IMPORTO
Manodopera*	/	9.978.000 £
Ammortamenti	/	16.263.000 £
Energia Elettrica	/	76.584.000 £
Mat. Usura E Manut.	/	115.149.000 £
Pala Fiatallis 220 ☒	586,3 h	34.661.000 £
Pala Fiat-Hitachi 220.2 ☒	1104,6 h	57.587.000 £
Pala Fiatallis Fr10b ☒	/	/
Fh 270 ☒	/	/
Perlini 131 ☒	1138,5 h	44.057.000 £
Iveco 330h30 ☒	191,3 h	10.517.000 £
Spese Generali Cava	/	283.477.000 £
TOTALE	/	648.273.000 £

* Manodopera per la manutenzione dell'impianto esclusa quella per gli automezzi sotto indicati

☒ Inclusa la manodopera per la guida

Come si è detto il Centro di "Frantumazione" è stato ulteriormente disaggregato in quattro centri di costo (F1 : F4) i cui dati di produzione e costo sono sintetizzati nella seguente Tab. 1.6.1.

Tab. 1.6.1: *Disaggregazione dati "Frantumazione"*

CENTRI DI COSTO	IMPORTO (£)	MATERIALE TRATTATO (T)	COSTO TRATTAMENTO (£/T)	COSTO MATERIALE IN USCITA
F1	74.134.000	18.400	4.030	6.090
F2	325.209.000	86.750	3.750	5.810
F3	148.102.000	105.150	1.410	7.270
F4	100.828.000	36.980	2.730	10.200

Come si è detto in precedenza, il criterio adottato ha portato a rilevare per ogni centro di costo i costi diretti. A questi occorre aggiungere ancora i costi indiretti rappresentati dalle spese generali di sede, che, specificamente conteggiate, sono risultate pari al 27% del totale dei costi diretti. Il costo totale unitario dei prodotti in uscita è stato pertanto calcolato incrementando i costi diretti nella stessa misura percentuale. I risultati sono raccolti sinteticamente nel quadro conclusivo di Tab 1.7.

Tab. 1.7: *Costo dei prodotti della Cava di pianura*

SETTORE DI PRODUZIONE	PRODOTTO COMMERCIALE	COSTO DIRETTO	COSTO TOTALE
PREVAGLIO	90÷200	1.220 £/t	1.540 £/t
VAGLIO PRIM. + LAVATRICI	30÷90	2.060 £/t	2.620 £/t
LAVATI	15÷30	6.540 £/t	8.290 £/t
//	5÷15	6.540 £/t	8.290 £/t
//	0÷6	6.540 £/t	8.290 £/t
//	0÷2,5	6.540 £/t	8.290 £/t
SELEZIONE PRIM.	0÷40	7.270 £/t	9.230 £/t
	0÷6	7.270 £/t	9.230 £/t
SELEZIONE SEC.	15÷30	10.200 £/t	12.950 £/t
	5÷15	10.200 £/t	12.950 £/t
	3÷8	10.200 £/t	12.950 £/t

A proposito dei dati sopra riportati si può evidenziare quanto segue.

Nel 1995 dalle 550.000 t di materiale scavato si sono ottenute circa 450.000 t, pari a circa 340.000 m³, di prodotti vendibili, mentre sono state messe a discarica circa 100.000 t di scarti, costituiti da argille e pezzature superiori ai 200 mm.

Tra le voci di costo più rilevanti, il costo del lavoro, riferito agli otto addetti in attività nell'azienda, ha inciso per il 21% del costo diretto complessivo di produzione, la forza motrice (energia elettrica) per il 15%, gli ammortamenti per il 34%, le spese generali di sede per il 27%.

1.2.1.2 CAVA DI MONTE 1

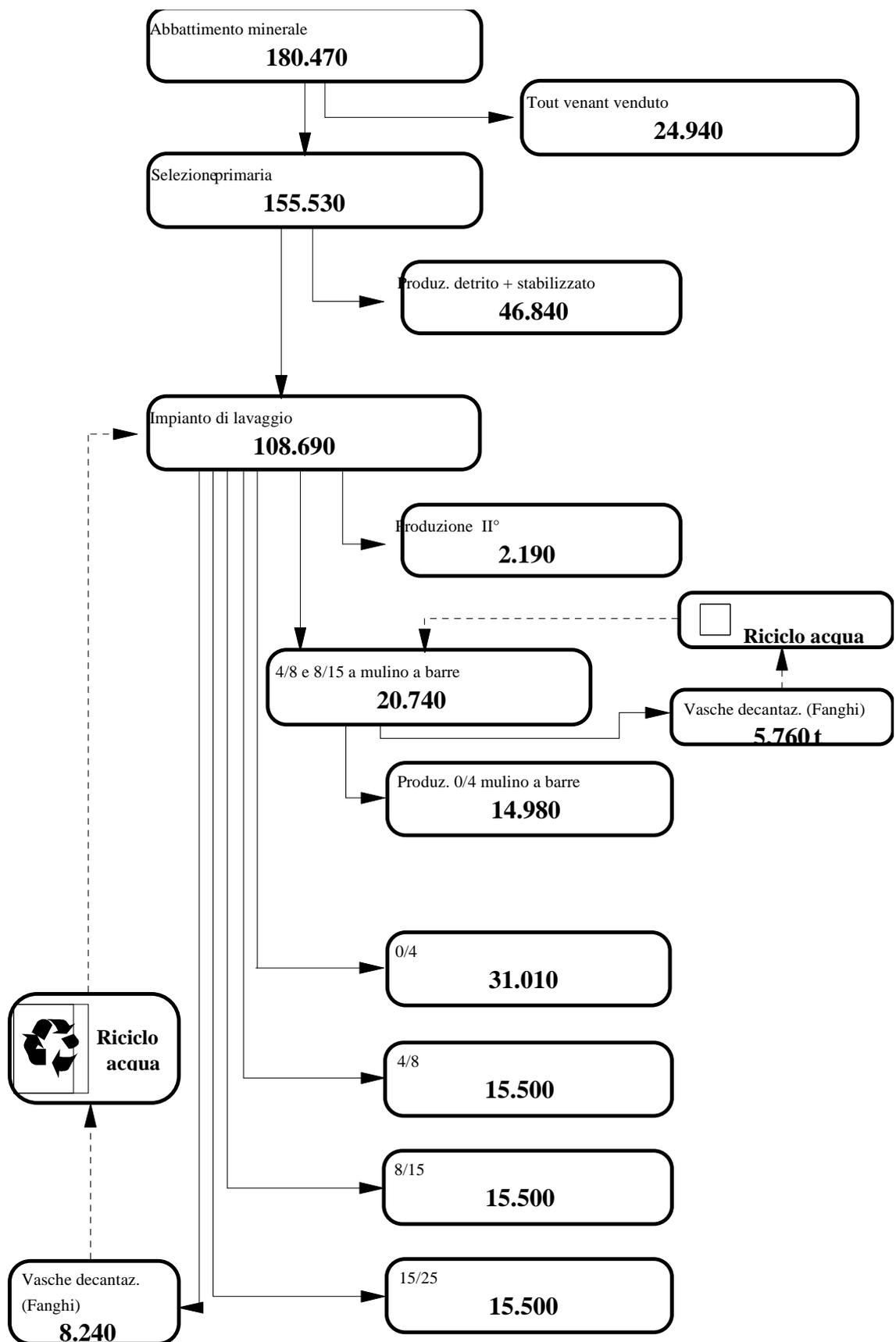
La cava è situata tra i 550 e i 600 m s.l.m., in zona soggetta a vincoli di varia natura (urbanistici, idrogeologici, ambientali) che impediranno la prosecuzione della coltivazione nel lungo periodo, nonostante le imponenti disponibilità fisiche dell'ottimo materiale calcareo-dolomitico costituente il giacimento. La coltivazione avviene a gradoni con abbattimento meccanico ed eventuale preminaggio: l'uso di esplosivo è peraltro estremamente limitato, date le condizioni della roccia particolarmente favorevoli all'abbattimento.

Come per il caso precedente, la valutazione del costo di produzione è stata effettuata in base ai dati del 1995 e con il metodo dei Centri di Costo.

La produzione del 1995 è stata di circa 170.000 t, corrispondenti a 120.000 m³ in mucchio. I Centri di Costo individuati sono i seguenti: Tout Venant, Detrito + stabilizzato, Lavati, Mulino a barre, oltre al Centro di spesa " Spese generali di cava". Anche in questo caso le spese generali di cava sono state ripartite in base ai prodotti finiti uscenti dai diversi Cdc, mentre le spese generali di sede sono state aggiunte ai costi diretti per calcolare i costi totali.

I risultati dell'analisi sono riportati in sintesi nei diagrammi di flusso e nelle tabelle seguenti.

Fig. 2.1: *Cava di monte 1* \Rightarrow *diagramma di flusso (dati di produzione in t, anno 1995)*



Tab. 2.1: Centro di costo "Tout venant"

VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	IMPORTO
Manodopera*	/	86.618.000 £
Prestazioni Di Terzi	/	75.920.000 £
Ammortamenti	/	/
Spese Generali	/	38.257.000 £
Esplosivi	/	65.035.000 £
Energia Elettrica	/	/
Roc 810h	441 h	29.973.000 £
Roc 601	70 h	10.027.000 £
Fl 14	60,5 h	1.686.000 £
Fh 270	644 h	22.190.000 £
Cat 966f	23 h	1.146.000 £
Cat 980	1.843,5 h	53.839.000 £
Perlini 131	23,5 h	691.000 £
Mezzi Vari ☒	386 h	13.339.000 £
TOTALE	/	398.721.000 £

* Manodopera necessaria per l'abbattimento più la manodopera dei mezzi utilizzati a tale scopo di seguito riportati

☒ Inclusa la manodopera per la guida

COSTO CUMULATO	MATERIALE TRATTATO = PRODOTTO IN USCITA	COSTO MATERIALE IN USCITA
398.721.000 £	180.470 t	2.210 €/t

Tab. 2.2: Centro di spesa "Spese Generali di cava" (●)

VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	IMPORTO
Manodopera*	/	25.949.000 £
Prestazioni Di Terzi	/	3.335.000 £
Ammortamenti	/	21.610.000 £
Energia Elettrica	/	/
Mat. Usura E Manut.	/	10.794.000 £
Spese Generali	/	74.136.000 £
Roc 810h	/	/
Roc 601	/	/
Fl 14	4 h	112.000 £
Fh 270	/	/
Cat 966f	/	/
Cat 980	252,5 h	7.374.000 £
Payloder H65	/	/
Perlini 131	/	/
Mezzi Vari ☒	154 h	8.360.000 £
TOTALE	/	151.670.000 £

* Manodopera per il funzionamento dell'impianto e per la manutenzione del medesimo inclusa quella per gli automezzi sotto indicati

☒ Inclusa la manodopera per la guida

- Da questo punto in poi, l'importo relativo al centro di spesa "spese generali di cava" è stato ripartito tra i successivi Centri di costo in base ai rispettivi quantitativi di prodotto finito in uscita da ciascun centro.

Tab. 2.3: Centro di costo "Detrito + Stabilizzato"

VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	IMPORTO
Manodopera*	/	3.095.000 £
Prestazioni Di Terzi	/	893.000 £
Ammortamenti	/	696.000 £
Energia Elettrica	/	4.481.000 £
Mat. Usura E Manut.	/	2.354.000 £
Roc 810h	/	/
Roc 601	/	/
Fl 14	/	/
Fh 270	/	/
Cat 966f ☒	425,25 h	30.939.000 £
Cat 980	/	/
Payloder H65 ☒	36,45 h	1.976.000 £
Perlini 131 ☒	78,44 h	4.108.000 £
Mezzi Vari	/	/
Spese Generali Cava	/	50.203.000 £
TOTALE	/	98.745.000 £

* Manodopera per il funzionamento dell'impianto e per la manutenzione del medesimo , esclusa quella per gli automezzi sotto indicati

☒ Inclusa la manodopera per la guida

COSTO CUMULATO	MATERIALE TRATTATO = PRODOTTO IN USCITA	COSTO MATERIALE IN USCITA
202.261.000 £	46.840 t	2.210 + 2.110 = 4.320 €/t

Tab. 2.4: Centro di costo "Lavati"

VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	IMPORTO
Manodopera*	/	40.237.000 £
Prestazioni Di Terzi	/	1.280.000 £
Ammortamenti	/	9.046.000 £
Energia Elettrica	/	58.254.000 £
Mat. Usura E Manut.	/	14.807.000 £
Roc 810h	/	/
Roc 601	/	/
Fl 14	/	/
Fh 270	/	/
Cat 966f ☒	723,78 h	52.658.000 £
Cat 980	/	/
Payloader H65 ☒	61,93 h	3.361.000 £
Perlini 131 ☒	133,43 h	6.987.000 £
Mezzi Vari ☒	4,5 h	248.000 £
Mezzi Pulizia Vasconi ☒	423,5 h	23.441.000 £
Spese Generali Cava	/	85.390.000 £
TOTALE	/	295.709.000 £

* Manodopera per il funzionamento dell'impianto e per la manutenzione del medesimo , esclusa quella per gli automezzi sotto indicati

☒ Inclusa la manodopera per la guida

COSTO CUMULATO	MATERIALE TRATTATO	PRODOTTO IN USCITA	COSTO MATERIALE IN USCITA
535.899.000 £	108.690 t	100.450 t	5.330 €/t

Tab. 2.5: Centro di costo "Mulino a barre"

VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	IMPORTO
Manodopera*	/	18.571.000 £
Prestazioni Di Terzi	/	/
Ammortamenti	/	4.175.000 £
Energia Elettrica	/	26.886.000 £
Mat. Usura E Manut.	/	4.953.000 £
Roc 810h	/	/
Roc 601	/	/
Fl 14	/	/
Fh 270	/	/
Cat 966f ☒	324,46 h	23.606.000 £
Cat 980	/	/
Payloader H65 ☒	11,66 h	633.000 £
Perlini 131 ☒	25,12 h	1.315.000 £
Mezzi Vari ☒	8,5 h	435.000 £
Mezzi Pulizia Vasconi ☒	296,5 h	16.410.000 £
Spese Generali Cava	/	16.077.000 £
TOTALE	/	113.061.000 £

* Manodopera per il funzionamento dell'impianto e per la manutenzione del medesimo, esclusa quella per gli automezzi sotto indicati

☒ Inclusa la manodopera per la guida

COSTO CUMULATO	MATERIALE TRATTATO	PRODOTTO IN USCITA	COSTO MATERIALE IN USCITA
223.725.000 €	20.740 t	14.980 t	14.935 €/t

Analogamente a quanto fatto per la Cava di pianura si sono a questo punto valutate le spese generali di sede, che sono risultate pari al 19% dei Costi totali Diretti. Incrementando questi del 19% si sono pertanto valutati i costi totali di produzione. I risultati sono raccolti sinteticamente in Tab 2.6.

Tab. 2.6: *Costo dei prodotti della Cava di monte 2*

SETTORE DI PRODUZIONE	PRODOTTO COMMERCIALE	COSTO DIRETTO	COSTO TOTALE
TOUT VENANT	TOUT VENANT	2.210 €/t	2.630 €/t
DETRITO + STABILIZZATO	DETRITO + STABILIZZATO	4.320 €/t	5.140 €/t
LAVATI	25÷40	5.330 €/t	6.350 €/t
	15÷25	5.330 €/t	6.350 €/t
	8÷15	5.330 €/t	6.350 €/t
	4÷8	5.330 €/t	6.350 €/t
	0÷4	5.330 €/t	/
MULINO A BARRE	0÷4 MULINO A BARRE	14.930 €/t	/
	0÷4 GLOBALE	8.460 €/t	10.080 €/t

1.2.1.3 CAVA DI MONTE 2

La cava, ubicata tra 520 e 700 m s.l.m., opera anch'essa in un contesto caratterizzato da limitazioni tecniche diverse, conseguenti in particolare alla situazione morfologica del versante molto scosceso su cui è disposto il fronte di coltivazione, che sovrasta la sede della strada statale e quella dell'adiacente ferrovia.

Anche questa cava presenta problemi di gestione derivanti da diversi vincoli territoriali (soprattutto la vicinanza alle infrastrutture di trasporto, oltre al vincolo idrogeologico). Le riserve potenziali sono peraltro notevoli, e così pure le prospettive di prosecuzione della coltivazione, in considerazione delle caratteristiche geologiche e dell'estensione dell'area di proprietà in zona non interessata da insediamenti o attività antropiche.

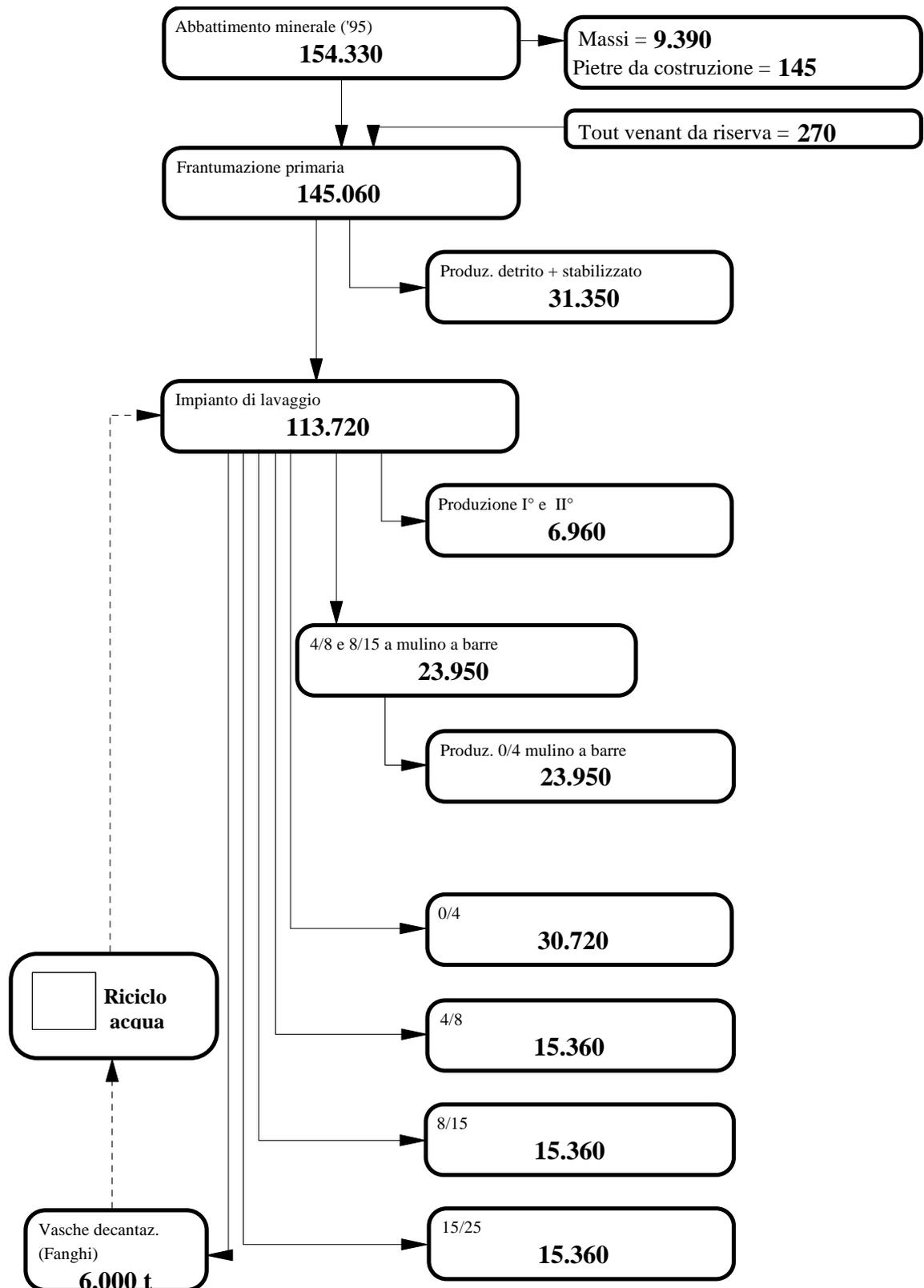
La formazione rocciosa, abbastanza tenace, è coltivata a gradoni e richiede uso di esplosivo con volate sistematiche.

La produzione del 1995 è stata di 154.300 t, pari a circa 110.000 m³ in mucchio.

In modo del tutto analogo alla cava precedente, sono stati individuati i seguenti Centri di Costo: Tout Venant, Spese generali di cava, Frantumazione primaria, Lavati, Mulino a barre; a parte si sono conteggiate le Spese generali di sede.

I relativi risultati sono raggruppati sinteticamente nei diagrammi e nelle tabelle che seguono.

Fig. 3.1: Cava di monte 2 ⇒ diagramma di flusso (dati di produzione in t, anno 1995)



Tab 3.1: Centro di costo "tout venant"

VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	IMPORTO
Manodopera*	/	121.289.000 €
Prestazioni Di Terzi	/	21.781.000 €
Ammortamenti	/	/
Spese Generali	/	26.974.000 €
Esplosivi	/	118.276.000 €
Energia Elettrica	/	/
Roc 810h	458 h	31.128.000 €
Fl 14	44.5 h	1.240.000 €
Fh 270	1340 h	46.172.000 €
Cat 966c	330 h	5.739.000 €
Cat 966e	1177.5 h	40.335.000 €
Cat 950	5 h	80.000 €
Perlini 131	40 h	318.000 €
Mezzi Vari ☒	374 h	20.568.000 €
TOTALE	/	433.900.000 €

* Manodopera necessaria per l'abbattimento più la manodopera dei mezzi utilizzati a tale scopo di seguito riportati

☒ Inclusa la manodopera per la guida

COSTO CUMULATO	MATERIALE TRATTATO = PRODOTTO IN USCITA	COSTO MATERIALE IN USCITA
433.900.000 €	154.330 t	2.810 €/t

Tab. 3.2: Centro di costo "spese generali di cava" (●)

VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	IMPORTO
Manodopera*	/	10.890.000 €
Prestazioni Di Terzi	/	190.000 €
Ammortamenti	/	11.076.000 €
Energia Elettrica	/	/
Mat. Usura E Manut.	/	/
Spese Generali	/	69.775.000 €
Roc 810h	/	/
Fl 14	/	/
Fh 270	/	/
Escavatore Simit	/	/
Cat 950	/	/
Cat 966c	/	/
Cat 966e	/	/
Perlini 131	/	/
Mezzi Vari ☒	26 h	1.344.000 €
TOTALE	/	93.275.000 €

* Manodopera per il funzionamento dell'impianto e per la manutenzione del medesimo, esclusa quella per gli automezzi sotto indicati

☒ Inclusa la manodopera per la guida

- Da questo punto in poi, l'importo relativo al Centro di costo "Spese generali di cava" è stato ripartito tra i successivi Centri di costo in base ai rispettivi quantitativi di prodotto finito in uscita da ciascun Centro.

Tab. 3.3: Centro di costo "Frantumazione primaria"

VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	IMPORTO
Manodopera*	/	47.260.000 £
Prestazioni Di Terzi	/	/
Ammortamenti	/	34.294.000 £
Energia Elettrica	/	36.808.000 £
Mat. Usura E Manut.	/	15.542.000 £
Roc 810h	/	/
Fl 14	/	/
Fh 270	/	/
Cat 966c ☒	60,4 h	2.437.000 £
Cat 966e ☒	29 h	1.657.000 £
Cat 950 ☒	375,6 h	14.664.000 £
Escavatore Simit ☒	235,5 h	10.335.000 £
Perlini 131 ☒	151,8 h	4.692.000 £
Mezzi Vari ☒	44 h	1.557.000 £
Spese Generali Cava	/	21.024.000 £
TOTALE	/	190.270.000 £

* Manodopera per il funzionamento dell'impianto e per la manutenzione del medesimo, esclusa quella per gli automezzi sotto indicati

☒ Inclusa la manodopera per la guida

COSTO CUMULATO	MATERIALE TRATTATO = PRODOTTO IN USCITA	COSTO MATERIALE IN USCITA
598.010.000 £	145.060 t	2.810 + 1.310 = 4.120 €/t

Tab. 3.4: Centro di costo "Lavati"

VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	IMPORTO
Manodopera*	/	37.675.000 €
Prestazioni Di Terzi	/	275.000 €
Ammortamenti	/	68.588.000 €
Energia Elettrica	/	73.616.000 €
Mat. Usura E Manut.	/	12.633.000 €
Roc 810h	/	/
Roc 601	/	/
Fl 14	/	/
Fh 270	107 h	6.179.000 €
Cat 966c ☒	161,4 h	6.512.000 €
Cat 966e ☒	77,4 h	4.427.000 €
Cat 950 ☒	1003,7 h	39.184.000 €
Escavatore Simit ☒	/	/
Perlini 131 ☒	405,7 h	12.540.000 €
Mezzi Vari ☒	26 h	1.378.000 €
Mezzi Pulizia Vasconi ☒	214 h	11.897.000 €
Spese Generali Cava	/	56.179.000 €
TOTALE	/	331.083.000 €

* Manodopera per il funzionamento dell'impianto e per la manutenzione del medesimo, esclusa quella per gli automezzi sotto indicati

☒ Inclusa la manodopera per la guida

COSTO CUMULATO	MATERIALE TRATTATO	PRODOTTO IN USCITA	COSTO MATERIALE IN USCITA
800.052.000 €	113.720 t	107.720 t	7.430 €/t

Tab. 3.5: Centro di costo "Mulino a barre"

VOCI DI COSTO	QUANTITÀ	IMPORTO
Manodopera*	/	9.437.000 €
Prestazioni Di Terzi	/	/
Ammortamenti	/	15.373.000 €
Energia Elettrica	/	36.808.000 €
Mat. Usura E Manut.	/	5.356.000 €
Roc 810h	/	/
Roc 601	/	/
Fl 14	/	/
Fh 270	/	/
Cat 966c ☒	46,2 h	1.863.000 €
Cat 966e ☒	22,1 h	1.267.000 €
Cat 950 ☒	287,2 h	11.209.000 €
Escavatore Simit ☒	/	/
Perlini 131 ☒	116 h	3.588.000 €
Mezzi Vari ☒	35 h	266.000 €
Spese Generali Cava	/	16.071.000 €
TOTALE	/	101.238.000 €

* Manodopera per il funzionamento dell'impianto e per la manutenzione del medesimo, esclusa quella per gli automezzi sotto indicati

☒ Inclusa la manodopera per la guida

COSTO CUMULATO	MATERIALE TRATTATO = PRODOTTO IN USCITA	COSTO MATERIALE IN USCITA
279.150.000 £	23.950 t	7.430 + 4.220 = 11.650 €/t

Le Spese Generali di Sede del 1995, dettagliatamente conteggiate, ammontano a L.238.295.000, pari al 22.4% del totale dei Costi diretti. Il costo totale di produzione di ciascun prodotto è stato quindi valutato incrementando i costi diretti nella stessa misura. I risultati sono raccolti sinteticamente in Tab. 3.6 .

Tab. 3.6: *Costo dei Prodotti della Cava di monte 2*

SETTORE DI PRODUZIONE	PRODOTTO COMMERCIALE	COSTO DIRETTO	COSTO TOTALE
TOUT VENANT	TOUT VENANT	2.810 €/t	3.440 €/t
	PIETRE DA COSTRUZIONE	2.810 €/t	3.440 €/t
	MASSI	2.810 €/t	3.440 €/t
FRANTUMAZIONE PRIMARIA	DETRITO + STABILIZZATO	4.120 €/t	5.040 €/t
LAVATI	40÷120	7.430 €/t	9.090 €/t
	25÷40	7.430 €/t	9.090 €/t
	15÷25	7.430 €/t	9.090 €/t
	8÷15	7.430 €/t	9.090 €/t
	4÷8	7.430 €/t	9.090 €/t
	0÷4	7.430 €/t	/
MULINO A BARRE	0÷4 MULINO A BARRE	11.650 €/t	/
	0÷4 GLOBALE	9.280 €/t	11.360 €/t

1.2.1.4 CONFRONTO DEI RISULTATI OTTENUTI

In base ai valori ottenuti si può ora effettuare il confronto economico fra le produzioni delle diverse cave.

In prima approssimazione si può confrontare il costo medio della produzione venduta di ciascuna cava, ottenibile dalla media ponderata dei costi di tutti i prodotti venduti. I dati relativi sono riportati nelle successive Tabb. 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4.

Tab. 4.1: *Costo della produzione venduta - Cava di pianura*

SETTORE DI PRODUZIONE	PRODOTTO (pezzatura)	QUANTITÀ (t)	COSTO UNITARIO (£/t)	IMPORTO TOTALE (10³ £)
Prevaglio	90-200	5.000	1.540	7.700
Vaglio primario	30-90	53.080	2.620	139.069
Lavati	15-30	33.010	8.290	273.653
	5-15	45.720	8.290	379.019
	0-6	100.870	8.290	832.212
	0-2,5	47.080	8.290	390.293
Frantumati	15-30	19.200	12.950	248.640
	5-15	10.290	12.950	133.255
	3-8	7.490	12.950	96.955
	0-6	57.070	9.250	525.756
	0-40	10.040	9.250	92.669
Totali		388.850		3.123.261

Tab. 4.2: Costo della produzione venduta - Cava di monte 1

SETTORE DI PRODUZIONE	PRODOTTO (pezzatura)	QUANTITÀ (t)	COSTO UNITARIO (£/t)	IMPORTO TOTALE (10³ £)
Abbattimento	T.V.	24.940	2.630	65.592
Selezione primaria	Detrito + Stabilizzato	46.840	5.140	240.758
Lavaggio	25-40	2.190	6.350	13.907
	15-25	15.500	6.350	98.425
	8-15	15.500	6.350	98.425
	4-8	15.500	6.350	98.425
	0-4	31.010	6.350	126.914
Molino a barre	0-4	14.980	17.770	266.195
Totali		166.460		1.078.641

Tab. 4.3: Costo della produzione venduta - Cava di monte 2

SETTORE DI PRODUZIONE	PRODOTTO (pezzatura)	QUANTITÀ (t)	COSTO UNITARIO (£/t)	IMPORTO TOTALE (10³ £)
Abbattimento	Massi e pietre.	9.550	3.440	32.852
Selezione primaria	Detrito + Stabilizzato	31.350	5.040	158.004
Lavaggio	25-40 + 40-120	6.960	9.090	63.448
	15-25	15.360	9.090	139.622
	8-15	15.360	9.090	139.622
	4-8	15.360	9.090	139.622
	0-4	31.720	9.090	279.245
Molino a barre	0-4	23.950	14.260	341.527
Totali		148.610		1.293.942

Tab. 4.4: Costo medio della produzione venduta

CAVA	QUANTITÀ (t)	COSTO DEL VENDUTO (1.000 £)	COSTO MEDIO UNITARIO (£/t)
Cava di pianura	388.850	3.123.261	8.030
Cava di monte 1	166.460	1.078.641	6.480
Cava di monte 2	164.230	1.295.036	8.710

Da questi valori risulta che il costo di produzione della cava di pianura è intermedio fra i costi delle due cave di monte. Ma non è sufficiente effettuare il confronto solo sulla base del costo medio della produzione, in quanto le produzioni non sono omogenee per qualità. Per questo motivo conviene far riferimento, per ogni cava, allo stesso mix di granulometrie utilizzabile per realizzare un determinato prodotto commerciale. A tale scopo si è scelto il mix costituito dal 45% di 0-4 mm (oppure 0-6, ove non disponibile) e dal 55 % di pezzature comprese nel fuso 3-40 mm.

Il risultato del confronto è riportato in Tab. 4.5, dove il costo medio per ciascuna cava è stato calcolato facendo la media ponderata dei costi delle rispettive quantità prodotte: ad esempio, il costo dello 0-6 mm della Cava di pianura si ricava tenendo conto che il 64% della produzione proviene dal solo lavaggio (8.292 £/t), mentre il 36% deriva dal mulino a barre (9.230 £/t), per cui il costo medio dello 0-6 venduto risulta: $8.290 \times 0,64 + 9.230 \times 0,36 = 8.640$ £/t.

Analogo calcolo va fatto per trovare il costo medio del 3-40, tenendo conto delle quote vendute di 3-8, 5-15 e 15-30.

Tab. 4.5: *Costo unitario del mix per calcestruzzo (45% 0-4 mm ; 55% 3-40 mm)*

CAVA	COSTO MEDIO 0-4 mm (£/t)	COSTO MEDIO 3-40 mm (£/t)	COSTO UNITARIO MIX (£/t)
Cava di pianura	8.640	9.770	9.260
Cava di monte 1	10.070	6.350	8.024
Cava di monte 2	11.360	9.090	10.110

I valori ottenuti confermano la posizione intermedia della cava di pianura rispetto alle due di monte e precisamente da essi risulta che il costo minore di produzione del mix considerato si ha nella Cava di monte 1, mentre nella Cava di pianura è superiore del 15%, e del 26% nell'altra cava di monte.

1.2.2. CONFRONTO ENERGETICO-AMBIENTALE

L'analisi energetico-ambientale è stata condotta allo scopo di quantificare i valori di alcuni fattori particolarmente rilevanti ai fini della valutazione dell'impatto sull'ambiente delle attività in oggetto.

Come si è detto, la metodologia utilizzata è quella della LCA , che per ovvi motivi non può essere illustrata nel dettaglio in questa sede. Si sottolinea soltanto che si tratta di un recentissimo strumento di analisi, nato per consentire il controllo delle attività produttive in base alla filosofia della “produzione sostenibile”, i cui principali obiettivi sono l'uso razionale delle risorse naturali esauribili e la limitazione dell'inquinamento (il che significa limitazione dei consumi di materiali e di energia allo stretto necessario e in particolare eliminazione degli sprechi).

La particolare attenzione dedicata ai consumi energetici è giustificata dal fatto che entrambi i suddetti obiettivi sono direttamente legati al consumo di combustibili fossili, ai quali va attribuita la responsabilità principale dell'inquinamento atmosferico.

Una caratteristica peculiare della metodologia LCA è quella di considerare in modo globale i processi produttivi, fino ad abbracciare, nel caso di un'analisi completa, l'intero “ciclo di vita” del prodotto in studio, comprendendo quindi l'estrazione e il trattamento delle materie prime,

la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l'uso, il riutilizzo, il riciclo e lo smaltimento finale.

Il sistema al quale si applica l'analisi può essere peraltro limitato ad una parte del ciclo di vita, per esempio a quella che corrisponde alla realizzazione del prodotto, prima della sua distribuzione: in tal caso i risultati in termini di consumi di materiali e di energia e i relativi effetti ambientali saranno quelli dovuti a tutta l'attività svolta a monte del prodotto che esce dal sistema considerato. L'analisi che si effettua in questo caso prende allora il nome di "Ecobilancio" dell'attività produttiva.

Ed è appunto un Ecobilancio quello realizzato per ciascuna delle tre cave considerate, avendo assunto, come sistema da analizzare, quello delimitato dai confini fisici delle stesse unità produttive.

I risultati in tal modo ottenuti sono poi stati utilizzati per un'estrapolazione delle considerazioni energetico-ambientali, necessariamente approssimativa, all'intero territorio regionale.

Oltre alla definizione dei confini del sistema, l'analisi ha richiesto l'individuazione di pezzature omogenee in uscita per consentire il confronto fra le cave in esame: per questo si è fatto riferimento, come per il confronto economico, ad alcune classi impiegate per la realizzazione di conglomerati cementizi e bituminosi.

Come previsto dalla metodologia, in una prima fase ("Inventory") si è ottenuta la descrizione quantitativa di tutti i flussi di materiali e di energia in entrata e in uscita dal sistema, il tutto con l'ausilio di un software dedicato (Boustead Model 2).

I dati relativi a questa prima fase sono riportati nei diagrammi di flusso riportati, per ciascuna delle tre cave, nelle Figg. 4.1, 4.2 e 4.3.

I numeri in alto a sinistra in ciascun blocco del diagramma corrispondono ai codici di riferimento utilizzati nel modello di calcolo. Le operazioni intermedie sono numerate con numeri arabi, quelle finali con lettere (in basso a destra).

Successivamente, in una seconda fase ("Assessment") tutti i dati raccolti sono stati catalogati in funzione della loro potenziale influenza su alcune tipologie di effetti sull'ambiente esterno, calcolandone i rispettivi contributi e pervenendo infine, attraverso la "normalizzazione" dei dati ottenuti, ad una valutazione globale dell'effetto complessivo sull'ambiente causato da ciascun processo produttivo.

Le tipologie di effetti prese in considerazione sono le seguenti:

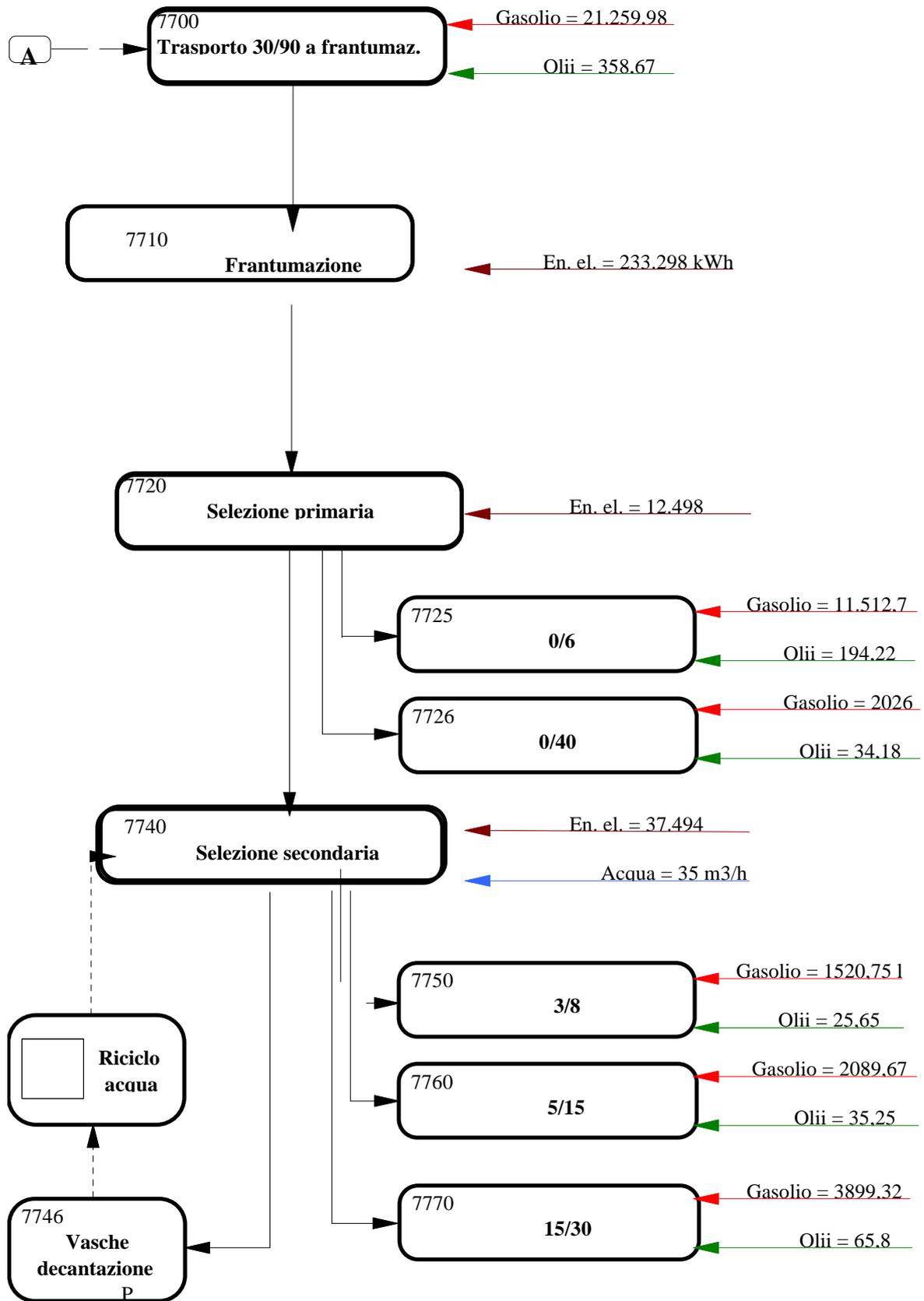
SCALA	EFFETTO
Globale	Effetto serra Buco dell'ozono
Regionale	Acidificazione Eutrofizzazione Smog fotochimico

I risultati ottenuti sono rappresentati dai “Consumi energetici” e dalla quantificazione degli impatti riferiti alle classi granulometriche inizialmente individuate, così come indicato nelle Tabelle riassuntive di seguito riportate .

Per quanto riguarda i consumi energetici, questi sono suddivisi in “diretti”, corrispondenti all’energia direttamente impiegata nell’attività produttiva considerata, “indiretti”, corrispondenti all’energia consumata all’esterno dell’attività produttiva per produrre e trasportare i materiali e l’energia impiegati nella produzione, e “complessivi”, corrispondenti alla somma dei due precedenti.

Le emissioni nell’ambiente sono riferite al kg di prodotto considerato, come pure i carichi ambientali ad esse associati.

(segue) Fig. 4.1



Tab. 4.1: *Cava di pianura ⇒ Classi di confronto e classi granulometriche loro componenti*

CLASSE	GRANULOMETRIA	IMPIEGHI	DENOMINAZIONE	PROVENIENZA
A	0/2,5	cls	Sabbia fine	Lavati
	0/6	cls	Sabbia granita	Lavati
	5/15	cls	Pisello	Lavati
	15/30	cls	Ghiaietto	Lavati
	0/6	cong. bit.	Sabbia granita di frant.	Frantumazione
	3/8	cong. bit.	Graniglia	Frantumazione
	5/15	cong. bit.	Pietrisco	Frantumazione
	15/30	cong. bit.	Pietrisco	Frantumazione
B	0/6	cls	Sabbia granita	Lavati
	0/6	cong. bit.	Sabbia granita di frant.	Frantumazione
	3/8	cong. bit.	Graniglia	Frantumazione
	5/15	cong. bit.	Pietrisco	Frantumazione
	15/30	cong. bit.	Pietrisco	Frantumazione

Tab. 4.2: *Cava di pianura ⇒ Consumi energetici unitari diretti, indiretti e complessivi*

PEZZATURA	CODICE I.T.*	EN. DIRETTA (MJ/kg)	EN. INDIRETTA (MJ/kg)	EN. COMPLESSIVA (MJ/kg)
0/2,5	7610	0,0103	0,0284	0,0387
0/6	7620	0,0103	0,0284	0,0387
5/15	7650	0,0103	0,0284	0,0387
15/30	7660	0,0103	0,0284	0,0387
0/6	7725	0,0081	0,0567	0,0648
3/8	7750	0,0113	0,0649	0,0762
5/15	7760	0,0113	0,0649	0,0762
15/30	7770	0,0113	0,0649	0,0762

*: INPUT TABLE

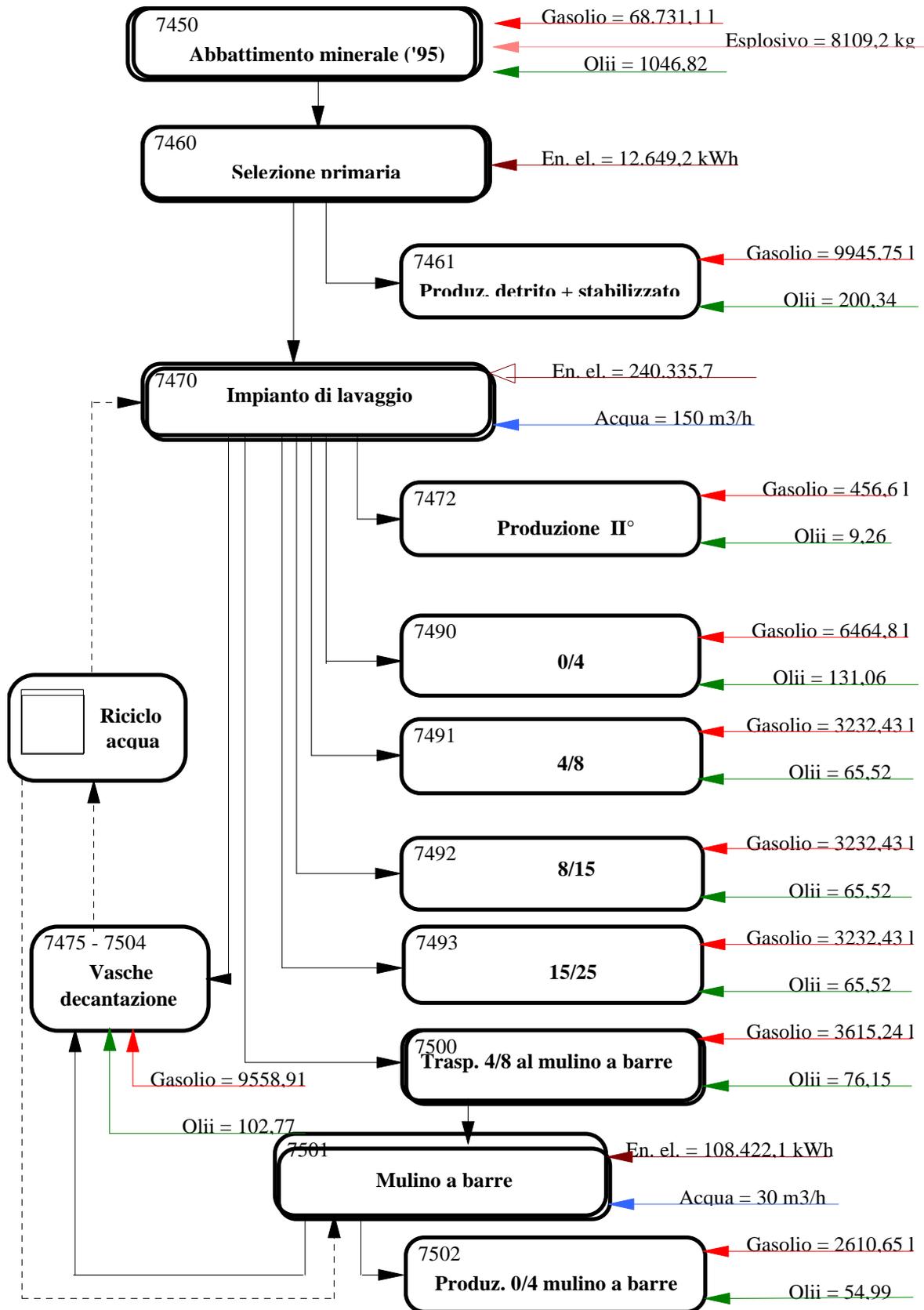
Tab. 4.3: Cava di pianura \Rightarrow Emissioni unitarie per classe granulometrica

CLASSE	QUANTITÀ (kg)	CLASSE GRANULOMETRICA	EMISSIONI (mg/kg)
A	320.731.240	0/2,5 0/6 5/15 15/30	SOX = 1 CO = 5 NOX = 5 CO ₂ = 451
		0/6 frantumazione	SOX = 3 CO = 11 NOX = 13 CO ₂ = 1067
		3/8 frantumazione 5/15 frantumazione 15/30 frantumazione	SOX = 3 CO = 11 NOX = 13 CO ₂ = 1071
B	194.926.890	0/6	SOX = 1 CO = 5 NOX = 5 CO ₂ = 451
		0/6 frantumazione	SOX = 3 CO = 11 NOX = 13 CO ₂ = 1067
		3/8 frantumazione 5/15 frantumazione 15/30 frantumazione	SOX = 3 CO = 11 NOX = 13 CO ₂ = 1071

Tab 4.4: Cava di pianura \Rightarrow Carico ambientale unitario per ciascuna classe di confronto

CLASSE	QUANTITÀ (kg)	CARICO AMBIENTALE (Unità/kg)
A	320.731.240	EFFETTO SERRA = 2643 mg CO ₂ eq.
		BUCO NELL'OZONO = 0 mg CFC11 eq.
		ACIDIFICAZIONE = 28.7 mg SO ₂ eq.
		EUTROFIZZAZIONE = 41,85 mg NO ₃ ⁻ eq.
		SMOG FOTOCHIMICO = 1,08 mg C ₂ H ₄ eq.
B	194.926.890	EFFETTO SERRA = 2643 mg CO ₂ eq.
		BUCO NELL'OZONO = 0 mg CFC11 eq.
		ACIDIFICAZIONE = 28.7 mg SO ₂ eq.
		EUTROFIZZAZIONE = 41,85 mg NO ₃ ⁻ eq.
		SMOG FOTOCHIMICO = 1,08 mg C ₂ H ₄ eq.

Fig. 5.1: Diagramma di flusso per la Cava di monte 1



Tab. 5.1: Cava di monte 1 ⇒ Classi di confronto e classi granulometriche loro componenti

CLASSE	GRANULOMETRIA	IMPIEGHI	DENOMINAZIONE	PROVENIENZA
A/B	0/4	cls/cong. bit.	Sabbia lavata	Frantumazione
	4/8	cls/cong. bit.	Pietrischetto lavato	Frantumazione
	8/15	cls/cong. bit.	Pietrischetto lavato	Frantumazione
	15/25	cls/cong. bit.	Pietrischetto lavato	Frantumazione
	0/4 mulino a barre	cls/cong. bit.	Sabbia lavata	Frantumazione

Tab. 5.2: Cava di monte 1 ⇒ Consumi energetici unitari diretti, indiretti e complessivi

PEZZATURA	CODICE I.T.*	EN. DIRETTA (MJ/kg)	EN. INDIRETTA (MJ/kg)	EN. COMPLESSIVA (MJ/kg)
0/4	7490	0,016	0,0412	0,0572
4/8	7491	0,016	0,0412	0,0572
8/15	7492	0,016	0,0412	0,0572
15/25	7493	0,016	0,0412	0,0572
0/4 mulino a barre	7502	0,0328	0,1142	0,147

* INPUT TABLE

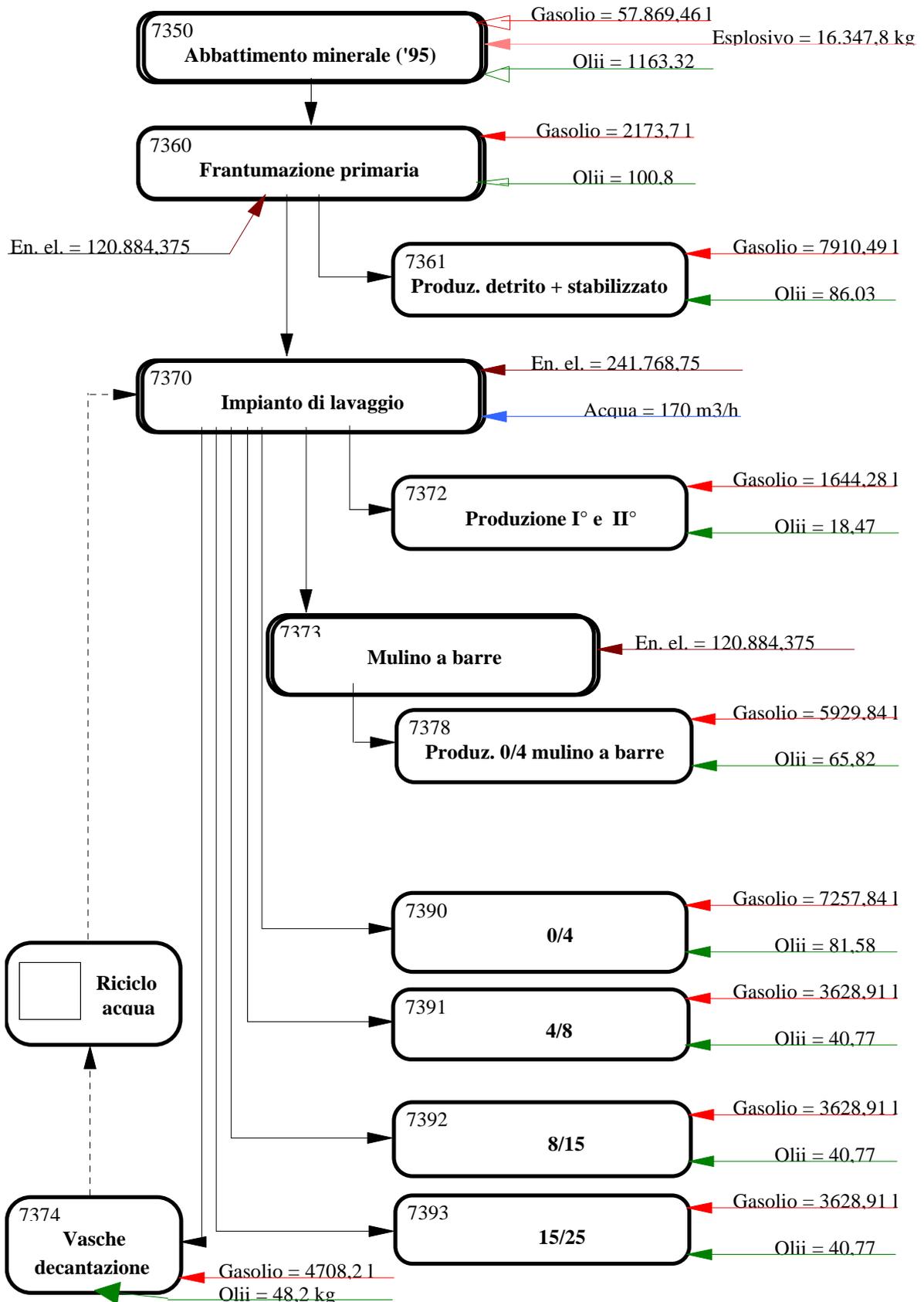
Tab. 5.3: Cava di monte 1 ⇒ Emissioni unitarie per classe granulometrica

CLASSE	QUANTITÀ (kg)	CLASSE GRANULOMETRICA	EMISSIONI (mg/kg)
A/B	92.196.000	0/4	SOX = 4
		4/8	CO = 16
		8/15	NOX = 19
		15/25	CO ₂ = 1598
		0/4 mulino a barre	SOX = 5
			CO = 19
			NOX = 24
			CO ₂ = 1971

Tab. 5.4: Cava di monte 1 ⇒ Carico ambientale unitario per ciascuna classe di confronto

CLASSE	QUANTITÀ (kg)	CARICO AMBIENTALE (Unità/kg)
A/B	92.496.000	EFFETTO SERRA = 3639 mg CO ₂ eq.
		BUCO NELL'OZONO = 0 mg CFC11 eq.
		ACIDIFICAZIONE = 39,1 mg SO ₂ eq.
		EUTROFIZZAZIONE = 58,05 mg NO ₃ ⁻ eq.
		SMOG FOTOCHIMICO = 1,4 mg C ₂ H ₄ eq.

Fig. 6.1: Diagramma di flusso per la Cava di monte 2



Tab. 6.1: Cava di monte 2 ⇒ classi di confronto e classi granulometriche loro componenti

CLASSE	GRANULOMETRIA	IMPIEGHI	DENOMINAZIONE	PROVENIENZA
A/B	0/4	cls/cong. bit.	Sabbia lavata	Frantumazione
	4/8	cls/cong. bit.	Pietrischetto lavato	Frantumazione
	8/15	cls/cong. bit.	Pietrischetto lavato	Frantumazione
	15/25	cls/cong. bit.	Pietrischetto lavato	Frantumazione
	0/4 mulino a barre	cls/cong. bit.	Sabbia lavata	Frantumazione

Tab. 6.2: Cava di monte 2 ⇒ Imputazione degli impatti alle classi di confronto

CLASSE	GRANULOMETRIA	IMPUTAZIONE DEGLI IMPATTI
A/B	0/4	1,2,3,D
	4/8	1,2,3,E
	8/15	1,2,3,F
	15/25	1,2,3,G
	0/4 mulino a barre	1,2,3,4,C

Tab. 6.3: Cava di monte 2 ⇒ Consumi energetici unitari diretti, indiretti e complessivi

PEZZATURA	CODICE I.T.*	EN. DIRETTA (MJ/kg)	EN. INDIRETTA (MJ/kg)	EN. COMPLESSIVA (MJ/kg)
0/4	7390	0,0168	0,0542	0,071
4/8	7391	0,0168	0,0542	0,071
8/15	7392	0,0168	0,0542	0,071
15/25	7393	0,0168	0,0542	0,071
0/4 mulino a barre	7378	0,0276	0,1019	0,1295

* INPUT TABLE

Tab. 6.4: Cava di monte 2 ⇒ Emissioni unitarie per classe granulometrica

CLASSE	QUANTITÀ (kg)	CLASSE GRANULOMETRICA	EMISSIONI (mg/kg)
A/B	100.757.000	0/4 4/8 8/15 15/25	SOX = 5 CO = 17 NOX = 21 CO ₂ = 1761
		0/4 mulino a barre	SOX = 5 CO = 17 NOX = 21 CO ₂ = 1787

Tab. 6.5: Cava di monte 2 \Rightarrow Carico ambientale unitario per ciascuna classe di confronto

CLASSE	QUANTITÀ (kg)	CARICO AMBIENTALE (Unità/kg)
A/B	100.757.000	EFFETTO SERRA = 3616 mg CO ₂ eq.
		BUCO NELL'OZONO = 0 mg CFC11 eq.
		ACIDIFICAZIONE = 39,4 mg SO ₂ eq.
		EUTROFIZZAZIONE = 56,7 mg NO ₃ ⁻ eq.
		SMOG FOTOCHIMICO = 1,36 mg C ₂ H ₄ eq.

1.2.2.1 CONFRONTO E COMMENTO DEI RISULTATI OTTENUTI

Nelle seguenti Tabelle ed in Fig. 7.1 sono raccolti i risultati del calcolo dei consumi energetici diretti, rispettivamente annuali e per unità di peso di prodotto, registrati nelle tre cave.

Tab. 7.1: Consumi energetici diretti annuali registrati per l'anno 1995 nelle cave analizzate

CAVA	PRODUZIONE (kg)	EN. EL. (kWh)	GASOLIO (litri)	OLII (kg)	GRASSI (kg)
Di pianura	388.989.400	1.349.000	105.103	2335	316
Di monte 1	180.466.000	361.407	111.080,34	1898	150
Di monte 2	154.330.000	483.537,5	98.380,54	1766,5	100

Tab. 7.2: Consumi energetici diretti per kg di prodotto registrati per l'anno 1995 espressi in termini energetici

CAVA	EN. EL. (MJ/kg)	GASOLIO (MJ/kg)	OLII (MJ/kg)	GRASSI (MJ/kg)	TOTALE (MJ/kg)	TOTALE (TEP/kg)
Di pianura	0,01248	0,01019	0,00025	0,0000346	0,02295	5,46*10 ⁻⁷
Di monte 1	0,00721	0,0232	0,00045	0,0000354	0,0309	7,63*10 ⁻⁷
Di monte 2	0,01128	0,0240	0,00049	0,0000276	0,0358	8,52*10 ⁻⁷

Da questi, con il procedimento illustrato, si è ricavato per ciascuna cava il carico ambientale relativo alla produzione dell'unità di peso della stessa classe granulometrica prescelta, ottenendone i risultati riportati in Tab. 7.3 e in Fig. 7.2.

Fig. 7.1

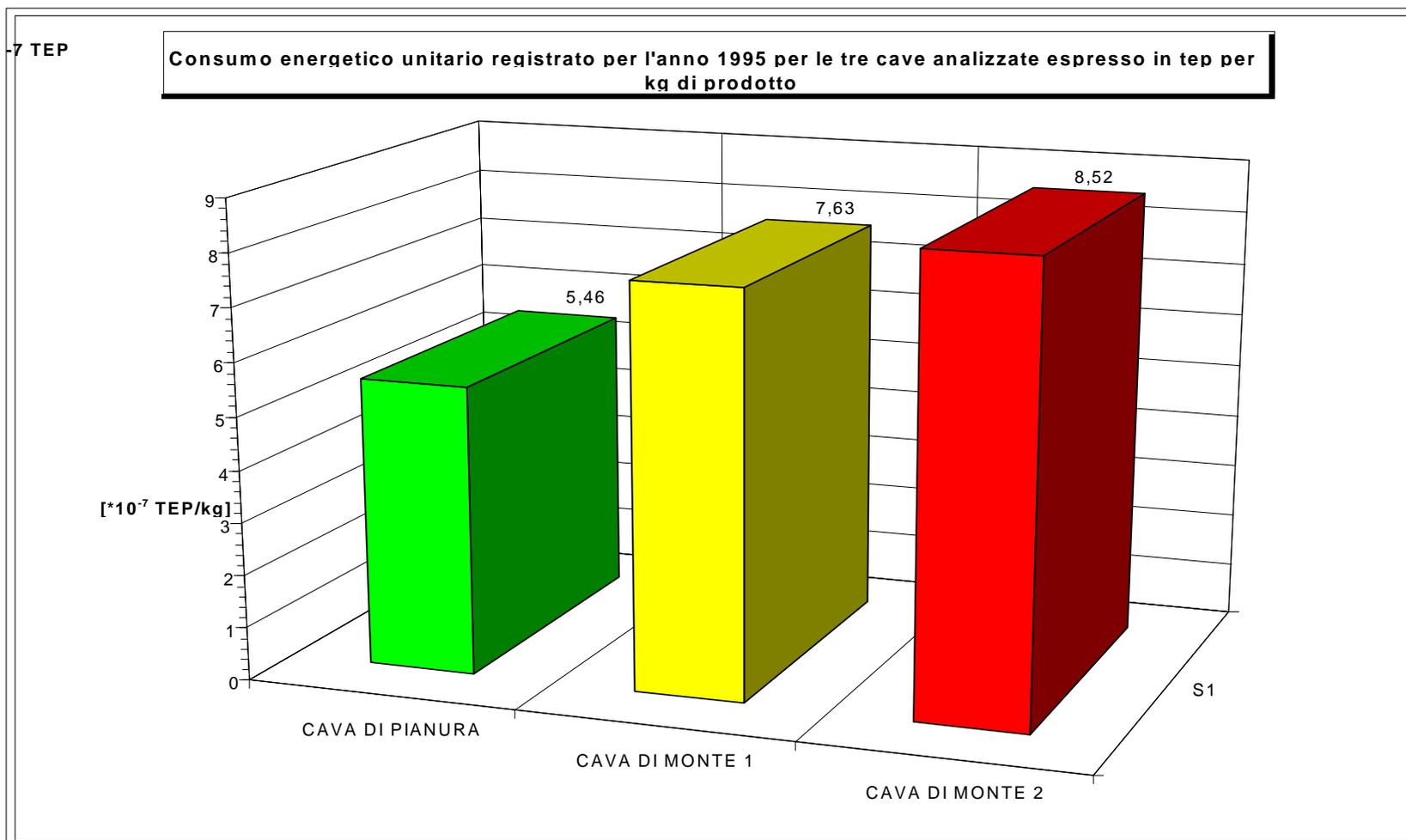
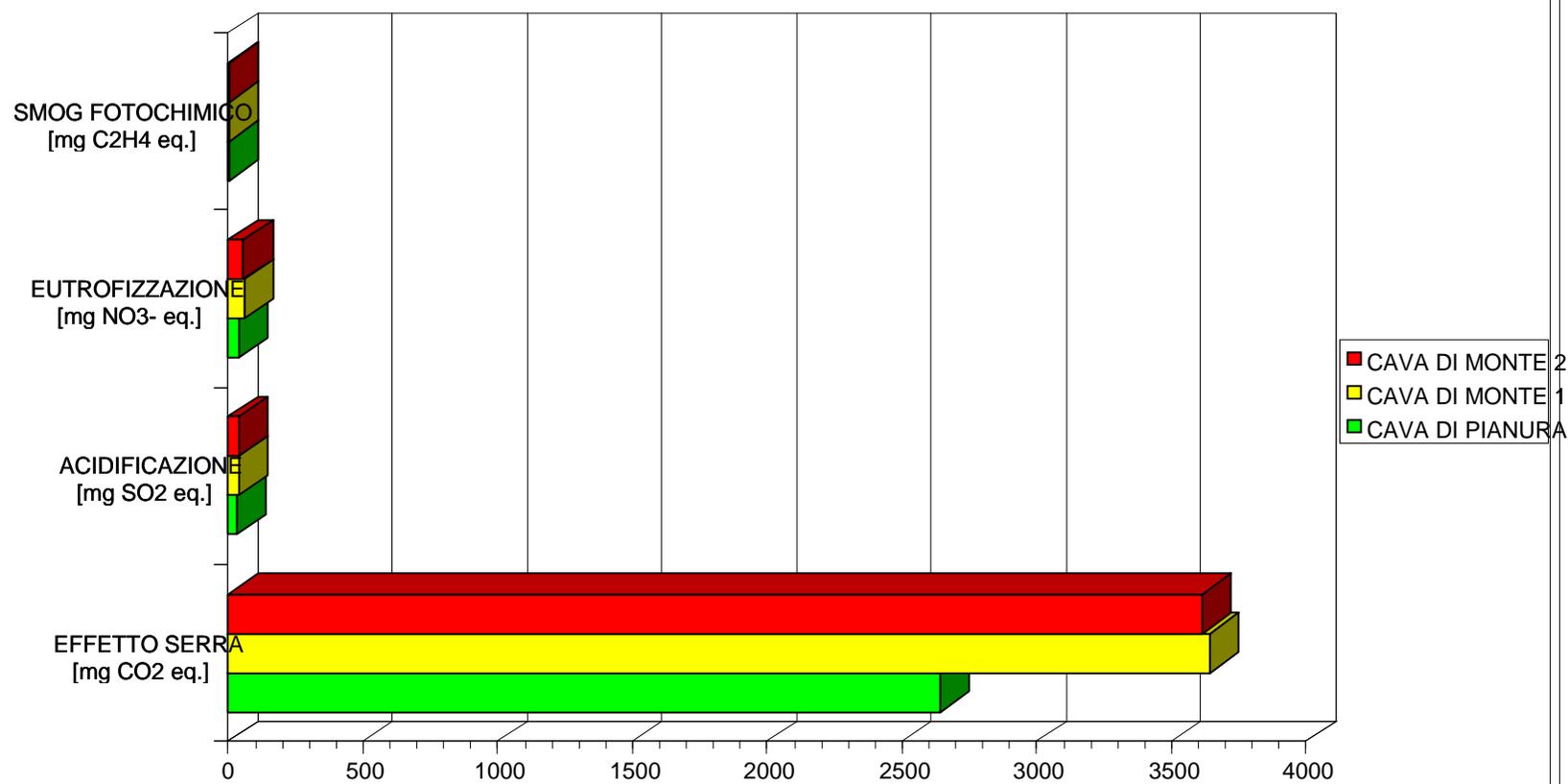


Fig. 7.2

Carico ambientale per kg di prodotto associato alle attività di cava analizzate relativo ai consumi 1995



Tab. 7.3: Carico ambientale associato ad un kg di materiale di classe A

GRANDEZZA	UNITA'	CAVA DI PIANURA	CAVA DI MONTE 1	CAVA DI MONTE 2
CLASSE		A	A	A
EFFETTO SERRA	(mg CO ₂ eq.)	2643	3639	3616
BUCO NELL'OZONO	(mg CFC11 eq.)	0	0	0
ACIDIFICAZIONE	(mg SO ₂ eq.)	28,7	39,1	39,4
EUTROFIZZAZIONE	(mg NO ₃ ⁻ eq.)	41,85	58,05	56,7
SMOG FOTOCHIMICO	(mg C ₂ H ₄ eq.)	1,08	1,4	1,36

Dall'insieme dei risultati ottenuti si possono fare due tipi di considerazioni: la prima, sulla differenza relativa tra i valori ottenuti, ai fini del confronto fra le cave campione, la seconda, sull'entità dei valori assoluti e sul loro conseguente significato.

Il confronto fra le cave campione effettuato, confrontando ovviamente i consumi per unità di peso prodotto, vede nettamente favorita la Cava di pianura sia per quanto riguarda i consumi energetici, maggiori nelle cave di monte rispettivamente del 40% (Cava di monte 1) e del 56% (Cava di monte 2), sia per quanto riguarda i carichi ambientali, anch'essi superiori nelle cave di monte, del 30% e del 35% rispettivamente, ai carichi della Cava di pianura.

Assieme a questo risultato, è importante però tener presente anche il secondo tipo di considerazioni, quelle, come si è detto, sul significato del valore assoluto dei consumi e dei corrispondenti carichi ambientali, allo scopo di definire l'ordine di grandezza dei problemi creati dall'attività di cava nel contesto territoriale regionale, e per stabilire fino a che punto le differenze riscontrate possono influire sulla scelta ottimale tra un'attività di monte e una di pianura.

Questo argomento è oggetto del capitolo successivo.

1.3. CONSIDERAZIONI ECONOMICHE ED ENERGETICO-AMBIENTALI SUL SISTEMA PRODUTTIVO DEGLI INERTI IN PIEMONTE

Nel capitolo precedente, il confronto fra le cave campione di pianura e di monte ha riguardato, per l'aspetto economico, il costo di produzione sul piazzale di cava, e, per l'aspetto energetico-ambientale, i consumi energetici, le emissioni e i relativi impatti limitati, anche questi, alla fase produttiva.

Ora si può cercare di utilizzare questi risultati per estendere il confronto all'intera struttura produttiva regionale, allo scopo - come si è detto all'inizio - di spiegare il forte divario esistente tra il numero di cave di pianura e quello delle cave di monte, ma anche per avere maggiori conoscenze sulle caratteristiche del mercato regionale degli inerti.

Ai risultati di questa estrapolazione non potrà essere attribuito assoluto rigore scientifico, data la limitatezza del campione utilizzato, ma le considerazioni che se ne potranno trarre saranno comunque interessanti e attendibili in prima approssimazione.

1.3.1. CONSIDERAZIONI ECONOMICHE

Dai valori ottenuti al termine del precedente capitolo risulta che, contrariamente a quanto si potrebbe pensare, il costo di preparazione delle granulometrie più utilizzate per impieghi di qualità medio-alte, quali i calcestruzzi, può risultare minore in cave di monte nonostante la necessità di sottoporre a frantumazione e lavaggio tutto l'inerte necessario per questo impiego, mentre nelle cave di pianura buona parte del prodotto deriva da solo lavaggio (75% nel caso considerato).

Dunque, nell'ipotesi che le cave campione siano effettivamente rappresentative delle due categorie (monte e pianura), e facendo riferimento agli usi principali degli inerti, si può concludere che il semplice costo di produzione "sul piazzale" non può essere considerato elemento determinante per la scelta tra l'uno e l'altro tipo di cava.

Le ragioni vanno dunque ricercate analizzando, oltre alla struttura produttiva, anche quella distributiva degli inerti, con particolare riguardo ai trasporti e ai relativi costi.

A tale scopo si utilizzano qui i risultati dello studio sulla distribuzione delle unità produttive e sulla destinazione d'uso degli inerti in Piemonte, condotto in modo dettagliato,

sulla base dei dati statistici degli Archivi regionali e dell'I.S.T.A.T., per l'intero territorio regionale.

Il parametro fondamentale da prendere in considerazione è il raggio di commercializzazione, ossia la distanza a cui l'inerte viene trasportato, a partire dalla cava o dall'impianto fino a raggiungere il luogo d'impiego.

Il raggio medio di commercializzazione di ogni Ambito, calcolato come media ponderale delle produzioni (in m³ /a) per km, varia in un range molto ristretto, dagli 11,5 km dell'Astigiano ai 16,0 km del Torinese, con una media regionale di 14,3 km.

Considerando la distribuzione complessiva dei valori di ogni Ambito si rileva che si tratta di valori molto poco dispersi: infatti il 43% della produzione percorre meno di 10 km, il 30% circa percorre tra 10 e 20 km, il 20% tra 20 e 30 e solo il 5,6 % viaggia per più di 30 km. Cumulativamente, oltre l'80% del prodotto non percorre più di 25 km.

Se ne deduce quindi che le cave hanno una distribuzione solo apparentemente irregolare sul territorio, poiché nella sostanza è strettamente correlata con i luoghi di consumo principale degli inerti, e cioè con gli insediamenti abitativi.

Sempre dall'Archivio Cave della Regione si possono rilevare, per ogni bacino produttivo, i costi medi di trasporto dichiarati dai produttori: facendone la media regionale, si ricava un valore di 376 £/t*km, che può essere utilizzato per la valutazione del costo complessivo del prodotto franco cantiere d'impiego.

Per questo occorre richiamare i costi di produzione calcolati per le tre cave campione e dedurne un valor medio, che può essere ricavato come media ponderata dei tre valori in base alle produzioni regionali dei due tipi di cave: questo valore risulta di 7995 £/t.

Risulta dunque evidente che, in queste condizioni, il costo dell'inerte raddoppia quando sia trasportato a poco più di 21 km.

Sempre a queste condizioni (costo di produzione sul piazzale di 7995 £/t e costo di trasporto di 376 £/t*km) il prezzo medio dell'inerte a pie' d'opera alla distanza media commerciale di 14,3 km e nell'ipotesi di un utile del 10%, risulterebbe di:

$$1,10 * (7995 + 14,3 * 376) = 14.709 \text{ £/t, corrispondente a } 24.515 \text{ £/m}^3 \text{ (in mucchio).}$$

In ogni caso si può comunque concludere che il sistema produttivo attuale si è strutturato in base al criterio di rendere minimo il costo di trasporto, che, come è ben noto, incide notevolmente sul prezzo di mercato dei prodotti a basso valore unitario, quali sono gli inerti.

1.3.2 CONSIDERAZIONI ENERGETICO-AMBIENTALI

L'analisi energetico-ambientale illustrata nel precedente capitolo ha consentito di quantificare i consumi energetici unitari e i conseguenti carichi ambientali in ciascuna delle cave considerate. Per quanto riguarda i consumi energetici i valori ottenuti sono compresi tra $5,46 \cdot 10^{-7}$ e $8,52 \cdot 10^{-7}$ tep/kg (ossia tra $546 \cdot 10^{-6}$ e $852 \cdot 10^{-6}$ tep/t) il che significa tra 546 e 852 g-equivalenti di petrolio per tonnellata di inerte prodotto. Tenendo conto della produzione realizzata, se ne deduce che i consumi energetici complessivi nelle tre cave nell'anno 1995 sono stati i seguenti: 212,4 tep (Cava di pianura), 137,7 tep (Cava di monte 1) e 131,5 tep (Cava di monte 2).

Sempre nell'ipotesi che le cave esaminate siano rappresentative dell'intera realtà piemontese, da questi dati si possono dedurre dei valori medi regionali.

Facendo ancora riferimento ai dati riportati nelle Norme di attuazione si può ritenere che la produzione regionale annuale di inerti, pari a $16,5 \text{ Mm}^3$ corrispondenti a **26,5 Mt**, sia fornita per 15 Mm^3 corrispondenti a **24 Mt** da cave di pianura, e per $1,5 \text{ Mm}^3$ corrispondenti a **2,5 Mt** da cave di monte. Di conseguenza, la cava media di pianura produce circa **83.000 t/a** (52.000 m^3), la cava media di monte **145.000 t/a** (88.500 m^3). **Questi dati sono richiamati e raccolti nella Tab. 8.1.**

In queste condizioni, assumendo che il consumo energetico medio delle cave di monte sia pari a $807 \cdot 10^{-6}$ tep/t, media fra i due valori calcolati per le due cave campione, si può stimare il consumo energetico annuo delle cave piemontesi di inerti in:

$$28,3 \cdot 10^6 \text{ t} * 546 \cdot 10^{-6} \text{ tep/t} + 2,5 \cdot 10^6 \text{ t} * 807 \cdot 10^{-6} \text{ tep/t} = 15565 + 2018 = 17583 \text{ tep.}$$

Dunque la cava media di inerti piemontese ha un consumo energetico annuo di 56 tep, mentre la produzione di 1 t di inerti richiede in media:

$$17.583 \text{ tep} : 30.800.000 \text{ t} = 570 \cdot 10^{-6} \text{ tep, cioè } 570 \text{ g-equivalenti di petrolio.}$$

Il significato, in termini assoluti, di queste cifre può essere apprezzato facendo un confronto con i consumi energetici di altre attività industriali.

Tab. 8.1 : Distribuzione delle cave di inerti piemontesi di pianura e di monte (cfr. Norme di Indirizzo)

	N°	% su Tot.	Produzione Totale	Produzione media/cava
--	----	-----------	-------------------	-----------------------

			m ³ /a	t/a	m ³ /a	t/a
Cave di Pianura	283	94	14.959.000	23.934.000	52.000	
Cave di Monte	17	6	1.500.000	2.500.000	88.500	
Totali o Valori medi	300	100	16.459.000	26.434.000	55.000	

Ad esempio, la produzione di 1 t di cemento, richiede 0,1 tep, cioè 100 kg, il che significa circa 170 volte l'energia richiesta per produrre 1 t di inerti.

Per quanto riguarda il consumo energetico complessivo di una cava in un anno, si può osservare che il consumo stimato di 56 tep corrisponde al consumo annuo di circa 35 automobili di media cilindrata. Pertanto, tutte le cave di inerti piemontesi equivalgono, quanto a consumo energetico, a circa 11.000 autovetture.

Si potrebbe anche confrontare il consumo energetico di tutte le cave di inerti, stimato in circa 17600 tep/a, con il consumo globale di energia del Piemonte, valutabile in 15 Mtep, per rendersi conto che il primo rappresenta poco più di un millesimo del totale.

Dal punto di vista dei consumi energetici, come pure per quanto riguarda l'effetto serra (essendo gli altri impatti ambientali decisamente inferiori) si può quindi affermare che le oltre 300 cave di inerti attive in Piemonte provocano oggi le stesse conseguenze della circolazione di circa 11.000 autoveicoli (lo 0,4 % del parco macchine circolante in Piemonte) e contribuiscono ai consumi energetici e ai conseguenti inquinamenti per la millesima parte del totale dovuto a tutte le attività antropiche.

Dunque è chiaro che i consumi energetici e i conseguenti impatti ambientali della sola fase produttiva degli inerti piemontesi non costituiscono in assoluto un problema di grande rilievo, come pure è chiaro, di conseguenza, che non possono essere considerati importanti elementi discriminanti nella scelta fra cave di monte e cave di pianura.

Come si è fatto per l'aspetto economico, anche in questo caso l'analisi va dunque estesa a valle della fase di produzione, prendendo in considerazione la distribuzione e l'impiego dei prodotti.

Dai dati sopra richiamati, relativi al confronto energetico fra cave di pianura e cave di monte, al fine di puntualizzare meglio il problema si può ricavare un ulteriore elemento di raffronto: considerando due ipotetiche cave dei due tipi aventi la stessa produzione media statistica di 98.000 t/a, queste avrebbero i seguenti consumi energetici:

cava di pianura $546 \cdot 10^{-6} \text{ tep/t} \cdot 98.000 \text{ t/a} = 53,5 \text{ tep}$

cava di monte $807 \cdot 10^{-6} \text{ tep/t} \cdot 98.000 \text{ t/a} = 79,1 \text{ tep}$.

La cava media di monte avrebbe quindi un maggior consumo energetico di 25,6 tep, e cioè consumerebbe circa il 50% in più, come già si era visto al capitolo precedente.

Ancora una volta però si può osservare che questo dato non è preoccupante, come valore assoluto, dato che la differenza fra la cava di monte e quella di pianura equivale, per quanto detto prima, al consumo annuo di una quindicina di automobili.

Il problema può invece diventare importante quando si prenda in considerazione la situazione regionale nel suo complesso, e, in particolare, come si è fatto per gli aspetti economici, si vogliano valutare i consumi energetici relativi al trasporto degli inerti.

Procedendo in modo analogo a quanto fatto per la fase di produzione, si è applicata la metodologia LCA anche alla fase di trasporto degli inerti, al fine di calcolare i consumi energetici, diretti e indiretti, dell'unità di prodotto trasportato.

Anche in questo caso si riportano qui, per brevità, soltanto i risultati del calcolo.

Si è ipotizzato che il trasporto avvenga con autocarri a struttura rigida da 15 t di portata e si sono calcolati i consumi energetici per tre diverse distanze di riferimento: 10 km, 50 km e 80 km, ottenendo i risultati di seguito riportati.

DISTANZA DI TRASPORTO	CONSUMO ENERGETICO
10 km	0,0219 MJ/kg = $487 \cdot 10^{-6} \text{ tep/t}$ (= 487 g-eq.petrolio per t di inerti)
50 km	0,1099 MJ/kg = $2442 \cdot 10^{-6} \text{ tep/t}$ (= 2442 g-eq. petrolio per t di inerti)
80 km	0,1759 MJ/kg = $3909 \cdot 10^{-6} \text{ tep/t}$ (= 3909 g-eq. petrolio per t di inerti)

Ciò equivale a dire che, con riferimento a 1 t di inerti, il consumo energetico dovuto al trasporto risulta il seguente:

a 10 km: 487 g-eq di petrolio
a 50 km: 2442 g-eq di petrolio
a 80 km: 3909 g eq di petrolio

Tenendo conto che il consumo energetico della produzione è stato calcolato in 570 g-equivalenti di petrolio per tonnellata di inerti, il consumo energetico complessivo (produzione + trasporto) alle tre distanze considerate diventa quindi :

a 10 km: 1057 g-eq. di petrolio

a 50 km: 3 012 g-eq. di petrolio

a 80 km: 4479 g-eq. di petrolio

Rispetto alla sola produzione il consumo energetico risulta dunque, rispettivamente 1,8 volte maggiore a 10 km, 5,3 volte a 50 km e 7,9 volte a 80 km.

1.4. SIMULAZIONE DI UNA NUOVA CONFIGURAZIONE DEL RAPPORTO CAVE DI PIANURA / CAVE DI MONTE E CONCLUSIONI

A conclusione di questa analisi, si presenta una sua schematica applicazione allo studio delle conseguenze di una trasformazione della struttura produttiva piemontese che porti a un diverso rapporto fra cave di pianura e cave di monte.

Precisamente, si ipotizza la chiusura delle attuali 14 cave di pianura costituenti il bacino produttivo definito “Po- Sud Torino” e la loro sostituzione con un numero di cave di monte “equivalente”, cioè tale da assicurare la stessa produzione del bacino soppresso.

L’ipotesi di chiusura del bacino in oggetto non è assolutamente irrealistica a medio-lungo termine, date le condizioni di vincolo di cui si è detto nel precedente capitolo.

Il problema, dal punto di vista quantitativo, si presenta in questo modo: le 14 cave suddette forniscono una produzione annua di 3.600.000 m³, corrispondenti a circa 6 Mt (circa il 20% della produzione regionale): si tratta quindi di un bacino molto importante, con grandi cave, aventi una produzione media di 260.000 m³/a, molto superiore alla produzione della cava media statistica piemontese (59.000 m³/a).

Nell'ipotesi di dover sostituire queste cave con cave di monte aventi la dimensione media attuale delle cave di questo tipo in regione (cioè 88.500 m³/a) le cave necessarie allo scopo sarebbero esattamente 40!

In questa sede, per semplicità, si prescindereà dalla maggior parte dei problemi di vario genere che si frappongono all'apertura di cave nelle vallate alpine che convergono su Torino (area che costituisce il bacino di utenza interessato) per valutare essenzialmente gli effetti energetici dell'attuazione dell'ipotesi enunciata. Anche tenendo conto soltanto delle caratteristiche litologiche e dei più macroscopici vincoli paesaggistici e infrastrutturali, non si può comunque pensare di aprire le ipotetiche 40 cave a distanza inferiore ai 50-60 km da Torino.

In queste condizioni, i consumi energetici corrispondenti, che tengono conto sia delle diverse condizioni della fase produttiva, sia dei trasporti (valutabili ottimisticamente in 50 km di distanza media) sarebbero i seguenti:

$$6 \cdot 10^6 \text{ t} * (807 + 2442) \cdot 10^{-6} \text{ tep/t} = 19494 \text{ tep}$$

Questo risultato può essere confrontato con il consumo energetico complessivo attuale. Questo, in base al dato, visto in precedenza, di consumo unitario per la produzione in cave di pianura ($546 \cdot 10^{-6}$ tep/t) e al dato di consumo unitario conseguente al trasporto (0.0438 MJ/kg, pari a $974 \cdot 10^{-6}$ tep/t) calcolato con l'analisi LCA per il raggio commerciale medio di 20 km (v. Archivio Aziende) risulta:

$$6 \cdot 10^6 \text{ t} * (546 + 974) \cdot 10^{-6} \text{ tep/t} = 9120 \text{ tep.}$$

Dunque l'ipotesi di trasferimento al monte dell'attività estrattiva del bacino "Po - Sud Torino" comporterebbe un consumo energetico complessivo più che doppio: anziché 1,5 kg-equivalenti di petrolio per t di inerti ($9120 \text{ tep}/6 \cdot 10^6 \text{ t}$) se ne consumerebbero circa 3,2 kg.

Per quanto riguarda i conseguenti impatti ambientali, si può ribadire che gli inconvenienti maggiori non derivano tanto dalle emissioni, che, pur aumentando all'incirca in proporzione, restano pur sempre una parte piccolissima del totale delle emissioni sul territorio regionale, quanto piuttosto da altri effetti, come l'alterazione del paesaggio e il disturbo creato dal trasporto al traffico stradale.

Con riferimento a quest'ultimo problema, si può stimare la corrispondente intensità del traffico come segue.

Nell'ipotesi di utilizzare autocarri da 15 t (corrispondenti a 9 m^3) occorrerebbero 400.000 viaggi per trasportare la produzione annua di $3,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Supponendo inoltre di disporre di 200 giornate lavorative (valore ottimistico, in considerazione delle maggiori difficoltà climatiche per le cave di monte) ciascuna di 8 ore, ciò comporterebbe circa 2000 viaggi al giorno, con una media di oltre 4 autocarri carichi al minuto, e quindi 8 in totale, considerando gli scarichi di ritorno.

E' questa una situazione che può costituire un problema grave di traffico, se si pensa che questo sarebbe inevitabilmente concentrato alla confluenza dei fondovalle, all'ingresso N-W della città.

Oltre ai consumi energetici e ai problemi ambientali, la realizzazione dell'ipotesi considerata comporterebbe ovviamente anche una variazione, in aumento, dei costi. Se si considerano produzioni di inerti per calcestruzzo, come si è visto questo aumento è dovuto essenzialmente al maggior costo del trasporto, essendo poco diverso il costo di produzione in cava per i due tipi di coltivazione.

Con riferimento all'ipotesi considerata e in base ai costi unitari dedotti dalle statistiche dell'Archivio Aziende, il costo complessivo di trasporto a 50 km risulterebbe approssimativamente di:

$$6.106 \text{ t} * 50 \text{ km} * 376 \text{ £/tkm} = 112.800 \cdot 10^9 \text{ £}, \quad \text{corrispondenti a } 18.000 \text{ £/t.}$$

Dunque il costo complessivo del prodotto standard (inerte per cls) franco destinazione risulterebbe pari a $(9.067 + 18.800) = 27.867 \text{ £/t}$, rispetto al costo attuale, stimabile in $(9.260 \text{ £/t} + 262 \text{ £/t.km} * 20 \text{ km}) = 14.500 \text{ £/t}$, e quindi sarebbe circa il doppio.

Prima di concludere, dopo aver confrontato le cave di pianura e le cave di monte sulla base di una produzione standard avente la stessa destinazione d'uso (conglomerati cementizi e bituminosi) merita fare un'ultima considerazione sul fatto che differenze sensibili fra i due tipi di coltivazioni si possono avere quando si considerino altre destinazioni d'uso dei prodotti, in funzione della qualità degli inerti: così, ad esempio, dalle cave alluvionali si può ottenere economicamente la produzione di sabbie e ghiaie ad altissimo tenore in quarzo necessarie per numerosi impieghi speciali; a differenza delle cave di monte, che invece consentono di produrre a basso costo tout venant e detrito per sottofondi e terrapieni che non richiedono materiale di qualità.

A questo proposito occorre sottolineare un aspetto economico che spesso è disatteso dalle imprese, ma che deve essere tenuto ben presente nella pianificazione dell'attività estrattiva: l'uso ottimale della risorsa.

Si può affermare che in generale nelle cave di monte si ha una miglior utilizzazione della risorsa naturale, in quanto tutto il materiale roccioso abbattuto può essere utilizzato (dai massi alle pietre, al tout venant, al detrito) mentre nelle cave di pianura può essere rilevante il quantitativo di materiale, anche litoide (perché di pezzatura troppo grossa) messo a discarica, oppure, quel che è peggio, può essere sottoutilizzato, o impiegato in modo improprio, un inerte pregiato. Date le disponibilità notevoli, in momenti di domanda elevata di mercato, non sono rari i casi di rilevati o sottofondi stradali realizzati con sabbie e ghiaie di eccellenti caratteristiche tecnico-litologiche idonee a ben più nobili destinazioni.

L'uso ottimale della risorsa comporta quindi la conoscenza completa delle caratteristiche delle materie prime presenti e prodotte dalla cava congiuntamente a quelle richieste dai prodotti finali a cui l'inerte è destinato.

Anzi, questo vale anche per gli impieghi prima considerati, e cioè quelli per i conglomerati cementizi e bituminosi, in cui i prodotti alluvionali e di monte sono considerati comunemente tra loro alternativi. Anche per questi è quindi importante tener presenti costantemente le Norme tecniche, vigenti ma troppo spesso trascurate.

ANNESSE 2

2. LE ALTERNATIVE ALL'UTILIZZO DEI GRANULATI NATURALI NELL'INDUSTRIA DELLE COSTRUZIONI - I RIFIUTI DELLE COSTRUZIONI E DEMOLIZIONI, LE RISULTE DAGLI SCAVI, GLI SCARTI LAPIDEI

2.1. I MATERIALI DA DEMOLIZIONI E SCAVI

Risolvere ad un tempo il problema della messa a discarica dei rifiuti inerti provenienti dalle costruzioni/demolizioni (C/D) e quello del reperimento di materie prime granulari, può apparire, a tutta prima, un obiettivo senz'altro perseguibile in un'ottica pianificatoria "globale".

Da più parti ed in più occasioni si è peraltro sottolineata la ingente quantità di tali rifiuti "C/D" prodotti, nel dopoguerra da tutti i Paesi della CEE, Italia compresa.

Pur senza disporre di dati precisi, stante la difficoltà di un censimento anche solo in ambito regionale, pare infatti ragionevole il riferimento, per gli anni '90, ad una produzione media di 5÷600 kg/ab·per anno di congeneri materiali di scarto¹.

D'altra parte, entro la prossima generazione, è prevista, a livello europeo, una produzione crescente sino ad 1 t/ ab-anno.

In base a questo dato, risulta, per il Piemonte alle soglie del 2000, una produzione complessiva di 3 Mt, cifra senz'altro non trascurabile se confrontata semplicemente con i consumi di inerti della Regione.

Tuttavia, al fine di una affettiva possibilità di riciclo, non si può prescindere dalla specifica natura dei materiali, così diversi per origine e proprietà.

Occorre pertanto fare netta distinzione fra:

- a) Sterri da scavi civili;
- b) Demolizione di strutture in cls;
- c) Macerie generiche di edifici;
- d) Rifacimenti stradali.

¹ Computi effettuati sia su base ISTAT del costruito sia su rilevamenti dei recapiti nelle discariche autorizzate.

Nel caso a, solitamente, salvo contaminazioni dei siti, per esempio da emissioni industriali, è l'impresa stessa ad utilizzare il materiale di risulta, in proprio o portandolo ad impianti di trattamento, se si tratta di misti naturali di composizione naturale ben assortita.

Nel caso b, il cls può essere sottoposto a comminuzione, previa separazione delle eventuali armature, per la preparazione di discreti materiali granulari grossolani, essendo le parti fini ottenute invece poco utilizzabili.

Nel caso c, l'eterogeneità delle macerie, dai laterizi agli intonaci, a parte le presenze di materiali indesiderati, quali le sostanze organiche (legno, carta, ecc.) le plastiche ecc., e dalle ceramiche ai vetri, impedisce di fatto un riuso qualificato, a meno di specifici trattamenti e comunque per impieghi circoscritti.

Nel caso d, le attuali tecnologie già consentono, di fatto, parziali ricicli, anche direttamente in sito, separando l'asfalto o ricondizionando il conglomerato bituminoso stesso, come nel seguito precisato.

E' tuttavia di comprovata validità generale l'asserto che, per qualsivoglia riutilizzo, il materiale debba subire un "trattamento"; non solo al fine d'un migliore riciclo ma anche a maggiore garanzia ambientale (D.L. 5-2-1997 n. 22),. ciò risulta soprattutto importante qualora si vogliano ottenere aggregati per calcestruzzi.

Salvo infatti il caso di "magroni" non qualificabili, o la casuale disponibilità di sterri litoidi composti da misti naturali comunque valorizzabili, parlare di calcestruzzo "riciclato" implica il trattamento a parte di calcestruzzi "originari", provenienti cioè da demolizioni strutturali o da scarti di produzione.

Lo stesso comitato tecnico RILEM², n. 121, valutando infatti le possibilità di recupero di materiali inerti per conglomerati, propone di riferirsi a 3 classi di aggregati riciclati.

Classe I provenienti da macerie di muri ecc.

Classe II provenienti da demolizioni di calcestruzzi ecc.

Classe III provenienti da sterri litoidi recuperati.

Tali classi, evidentemente, consentono il confezionamento di calcestruzzi con ben diversi limiti di resistenza e quindi possibilità applicative, in alternativa ai calcestruzzi convenzionali.

² Reunion Int. des Labor. d'Essai et de Rech. sur le Mat. et les Construct (documenti vari).

Al di là dei facili ottimismo, le prove tecniche sinora effettuate in Italia ed all'Estero, hanno evidenziato alcuni risultati che è importante tenere presente per una effettiva quantificazione dei problemi.

Gli aggregati riciclati dalle demolizioni di calcestruzzo originario, pur di maggiore porosità, ruvidezza ecc. degli aggregati naturali originari, possono ben rientrare nei fusi granulometrici comunemente utilizzati per il confezionamento dei calcestruzzi, almeno per le granulometrie maggiori.

Per i fini (sotto gli 8 mm) si hanno invece forti scostamenti rispetto alle sabbie convenzionali, soprattutto dovuti alla presenza di molto "filler" (sotto i 75 micron) proveniente dal disfacimento delle malte originali, ben oltre i limiti imposti dalle norme.

E' quindi fatta raccomandazione, per la produzione di calcestruzzi con inerti riciclati, di utilizzare comunque sabbie naturali "fresche", aumentando alquanto il dosaggio del cemento e dell'acqua (almeno + 5%).

I saggi di rottura dei provini confezionati hanno evidenziato, tra l'altro³:

- decadimento massimo della resistenza a compressione del 40% qualora si utilizzi insieme aggregato riciclato sia per le classi granulometriche grosse che fini;
- decadimento minimo del 5% se il fine dell'aggregato è costituito di sola sabbia naturale fresca;
- decadimento contenuto, fra 10÷20%, se il fine è costituito al 50% da riciclati e da "vergine".

Nel caso di calcestruzzi da armare, va tenuto infine presente, qualora non si ricorra all'uso delle sabbie naturali, il fenomeno molto probabile dello "sfilamento" dei ferri, con una riduzione della resistenza ultima a flessione sino al 30%. Ne consegue, di fatto, il rischio concreto di impiego del calcestruzzo riciclato nelle opere di cemento armato, tenuto altresì sempre conto della probabile eterogeneità dei materiali originari e delle possibili presenze "indesiderate".

Soprattutto deleterie sono da ritenersi le tracce di asfalto e di gesso, le une provenienti dalle coperture impermeabilizzate - a parte i disfacimenti stradali, trattati separatamente - le altre dagli intonaci, di solito premiscelati.

Presenze non trascurabili di bitume portano ad un calo della resistenza del calcestruzzo riciclato sino 50% (secondo sperimentazioni americane e relative prescrizioni assai severe); pochi % di gesso, salvo l'adozione di cementi particolarmente resistenti ai solfati, danno riduzioni del 15%.

Ulteriori rischi di impiego degli aggregati riciclati, soprattutto in altre Regioni d'Italia, derivano - come già accennato - da possibili reazioni chimiche degli inerti originari - a parte la presenza di sostanza vetrose - con gli alcali del cemento, difficilmente controllabili se non si conosce bene la provenienza del calcestruzzo demolito.

Passando quindi al caso dei conglomerati bituminosi - il cui mercato in tutta Italia risulta in forte calo, essendo passato dai 45 Mt del '91 ai 30 del '95 - l'aspetto tecnico del riciclo diretto dei materiali non può prescindere dalle tipologie degli impianti presenti sul territorio.

Il processo di miscelazione per il confezionamento dei bitumati può essere infatti "continuo" o, più tradizionalmente, "discontinuo". Senza addentrarsi, evidentemente, nei particolari costruttivi degli impianti, basterà ricordare che la linea discontinua prevede il mescolamento "a cicli" dei tre componenti di base: aggregati, filler, bitume; la miscelazione continua avviene invece predosando gli inerti in un impianto con mescolatore rotante di più semplice costituzione.

L'economia di investimento possibile (- 20% circa) ha perciò favorito lo sviluppo delle linee continue, giustificato perfettamente quando però si disponga di inerti controllati e ripetitivi, al fine di poter fornire, in grande quantità, un prodotto di qualità costante.

Non è invece economica la gestione "ad intermittenza" di un impianto continuo, al fine di dare prodotti di diversi tipi, ad esempio in piccole forniture (inferiori a qualche decina di migliaia di t/a).

Attualmente si ha perciò spesso un ritorno alle linee tradizionali, discontinue, ma con capacità produttive elevate (superiori alle 100 t/h) per far fronte alle punte giornaliere delle richieste e non già a produzioni cumulative annue.

Dal punto di vista del riciclo del bitumato stradale va ricordato che tale tecnologia si è andata diffondendo negli anni '80, dagli Stati Uniti all'Europa, a scapito della spinta del "risparmio energetico" ed, in questo caso, del bitume stesso; il calo del prezzo dei prodotti

³ Oltre ad un sensibile aumento del "creep" (+ 30÷60%) e del ritiro (+ 40÷80%) ed al calo di durabilità dei manufatti (dovuto alla maggiore porosità).

petroliferi ed una scarsa attenzione agli aspetti tecnici applicativi dei prodotti di riciclo ne hanno tuttavia rallentato lo sviluppo.

Attualmente si sta operando una “riscoperta”, su basi più scientifiche e meno commerciali, del riciclo, con interessanti ricadute sul piano ambientale ed organizzativo dell’impresa.

Anzitutto la “fresatura” si è estesa dalle sole autostrade alle altre opere viarie, portando le superfici - e quindi i volumi - a valori assai considerevoli.

Inoltre la normativa sui rifiuti comincia a creare pesanti oneri di smaltimento degli smantellamenti stradali ed il costo degli inerti di idonee caratteristiche ha tendenza a crescere, con il ridursi delle autorizzazioni di cava.

Dal costo complessivo, quindi, per l’impresa, di reperimento della materia prima, di discarica delle demolizioni, di energia di trattamento e di trasporto in generale, risulta una crescente convenienza al recupero, attraverso un riciclo intelligente dei materiali inerti stradali. Non a caso la stessa Provincia di Modena, sulla base di ben note sperimentazioni effettuate, ha recentemente ritenuto di dover inserire nei propri capitolati per la costruzione di rilevati stradali, l’articolo riguardante le “prescrizioni particolari per l’uso dei materiali provenienti da riciclaggio di rifiuti inerti speciali”⁴ nelle sottofondazioni.

Si tratta finalmente di una importante novità per l’Italia, in un quadro di relativo immobilismo, dettato non solo da condivisibile cautela ma anche da interessi diversi.

La stessa Amministrazione, peraltro, si dimostra assai conservativa nelle prescrizioni per le fondazioni (sottobase) in misto cementato, per le quali si continua a prevedere, come inerti, “sabbie e ghiaie di cava e/o di fiume”, a conferma del fatto che, comunque, una lodevole scelta di riciclo non deve costituire un pregiudizio alla sicurezza dell’opera.

A questo proposito, la Normativa tedesca, vigente in Baviera, ha da qualche anno prescritto le condizioni di fornitura di materiali, provenienti da macerie e sterri civili, per le costruzioni stradali⁵, al fine di una valorizzazione e collocazione di detti rifiuti.

Le prescrizioni, a cui si farà cenno a titolo esemplificativo, non interferiscono - secondo una consolidata prassi legislativa tedesca - con quanto stabilito da leggi di altri settori (per es.

⁴ Le prescrizioni contengono, oltre a dettagli operativi di base, anche riferimenti a specifiche prove tecniche sui materiali (non previsti dalla Class. UNI-CNR 10006) sicuramente recepitibili anche da altre amministrazioni.

⁵ Cfr. Bekanntmachung der O.B. von 17.Nov. 1992.

ambientale, delle acque, delle foreste ecc.) bensì fanno a queste sempre stretto riferimento e, se del caso, rimando.

Come prima conseguenza pratica, ad es. deriva il divieto - dettato dalle Norme di tutela delle acque - di mescolare, nel disfacimento di una strada, parti bitumate con altre naturali, soprattutto qualora esse siano separabili.

In ogni caso le risulterà di demolizioni stradali possono essere riutilizzate - anche per impieghi più qualificati - a patto di provarne l'idoneità tecnica e la compatibilità specifica.

I materiali ammessi sono:

- Materiali litoidi e sfridi lapidei naturali
- Calcestruzzi di getto o di prefabbricazione
- Conglomerati bituminosi, trattabili
- Macerie di murature e laterizi
- Disfacimento di massicciate ferroviarie

purché non contengano sostanze nocive per l'ambiente o dannose dal punto di vista funzionale. In altri termini si ribadisce la necessità di una caratterizzazione e di un idoneo trattamento prima del riutilizzo. Sono perciò fornite tabelle contenenti tutte le prove (e le relative modalità d'esecuzione), sui materiali impiegabili per le strade, volte all'accertamento, al mantenimento ed al controllo delle qualità tecniche previste dalle norme per le costruzioni stradali.

Vengono distinte due classi di materiali:

- ⇒ la prima idonea per gli strati di base, cementati o no, ed i suoli consolidati;
- ⇒ la seconda per le sottostrutture non cementate, per bonifiche, riempimenti, ecc. (e per le barriere antirumore).

E' da notare che, anche avendo fatto le necessarie prove tecniche e gli accertamenti prescritti, le Norme bavaresi, proprio per non entrare in conflitto con le leggi di tutela delle acque, vietano l'impiego di materiali riciclati per opere da eseguirsi entro le zone di protezione a fini acquedottistici.

In conclusione si deve affermare, al fine del **DPAE** in redazione, l'opportunità che l'occasione stessa offre per avviare una razionale gestione dei rifiuti inerti, ma sempre nella stretta osservanza della specifica legge di settore.

A riguardo della situazione Piemontese, per la quale - salvo opere particolari, da vedersi caso per caso - risultano di effettivo interesse pianificatorio le aree metropolitane e del Capoluogo anzitutto, va detto che manca una legge - presente altrove - che faccia obbligo del conferimento delle demolizioni in centri abilitati non solo allo smaltimento in discarica ma al trattamento di tali tipi di rifiuti inerti.

Ad esempio nell'area torinese, una stima⁶ del 1995 valutava in circa 1,5 Mt la quantità prodotta e movimentata.

Di essa una metà - prima dell'entrata in vigore delle discutibili tariffe comunali sullo smaltimento - era costituita da sterri e risulti di scavi, quali misti "naturali" con frazioni terrose e parti rocciose; l'altra metà invece da demolizioni vere e proprie, con calcestruzzi, laterizi, parti di prefabbricati e macerie in genere, comprese frazioni indesiderate, quali legno, ecc.

L'impiego in discarica, a parte la separazione in un impianto sperimentale (che l'AMIAT ha realizzato in collaborazione proprio col Dipartimento di Georisorse e Territorio del Politecnico di Torino) delle frazioni granulari naturali, sempre ad uso interno, è sinora avvenuto quale materiale di spandimento fra gli strati di RSU.

Né va sottaciuto il fatto - inevitabile - che molto materiale inerte prodotto dalle imprese finisce direttamente in rilevati e riempimenti nello stesso ambito cantieristico; più raramente e solo quando i volumi risultanti sono ragguardevoli il materiale inerte di scavo - misto naturale soprattutto - viene portato ad impianti di trattamento, onde ottenere granulati per successivo impiego.

Di quanto oggi conferito direttamente alle discariche, è possibile quindi ipotizzare un recupero di frazioni riutilizzabili pari ad un 20÷25%, rapportabile peraltro con quanto segnalato da studi CEN riferiti alla situazione tedesca del triennio 90÷95.

A livello Regionale, volendosi, per eccesso, ragionare in prospettiva su volumi complessivi di rifiuti congeneri di 4 Mt, si dovrebbe quindi poter far conto su non più di 1 Mt di materiali riciclabili, in minima parte - per quanto osservato - effettivamente "alternativi", e non da soli, alle ghiaie e sabbie naturali.

⁶ Effettuata sulla base dei recapiti "ufficiali" nelle discariche esistenti ed in buona armonia con le medie nazionali.

Quantità dunque significative ma poco influenti dal punto di vista esclusivamente estrattivo. Ben diversa sarebbe invece una valutazione, tenuto conto del quadro ambientale complessivo ad esempio se si considera il beneficio derivabile da un ordinato e razionale conferimento ai centri autorizzati.

Va tuttavia tenuta presente la difficoltà, per i piccoli punti di produzione, distanti da tali centri, di trasportare e conferire, di volta in volta, il materiale demolito; come in uso in alcuni Stati del Nord America, potrebbe risultare conveniente, in questi casi, la ripresa, a “campagne”, di stoccaggi provvisori mediante impianti mobili⁷, portati sul posto quando i volumi accumulati sono dell’ordine delle decine di migliaia di m³.

La capillarità della produzione di scarti potrebbe, entro certi limiti, essere così “compensata” dalla diffusa disponibilità di granulati risultanti per impieghi “locali”, senza tutti gli oneri di trasporto.

E’ evidentemente fuori luogo, in questa situazione, voler trarre indicazioni di tipo strettamente economico sulle operazioni di riciclo.

I trattamenti difficili, le classificazioni severe il controllo attento ecc. producono costi di esercizio di per sé già ragguardevoli, la cui “ricarica”, sul m³ di riciclato, porta quest’ultimo sicuramente fuori dall’essere immediatamente economico per l’azienda operante, dovendosi fare investimenti non da poco ed organizzarsi adeguatamente.

Sussistono inoltre problemi non tecnici ma sicuramente assai gravi dal punto di vista produttivo.

Il primo fra tutti, amministrativo, è il riordino della complessa e “variabile” normativa sui rifiuti, dovendosi avere certezze autorizzative, per un’impresa già di per sé impegnativa, se non addirittura incentivi.

Il secondo riguarda, come più volte accennato - la necessità che le Committenze delle opere pubbliche impongano o almeno riconoscano la possibilità di impiego di riciclati, modificando ove occorra norme che la tecnica costruttiva ha superato e ribadendo invece il perseguimento dell’obiettivo “qualità” per i settori delle costruzioni verso il quale le stesse Norme Comunitarie, oltre che il mercato, ci spingono.

2.2. GLI SCARTI DELL’INDUSTRIA LAPIDEA

Tra le risorse litoidi suscettibili di un riutilizzo produttivo per granulati vanno annoverati, per la loro relativa disponibilità in Piemonte, gli scarti lapidei delle cave di pietra ornamentale. Si tratta infatti delle cave di gneiss della Val d'Ossola e di graniti dei laghi nel Cusio-Verbano, delle dioriti e sieniti del Complesso Sesia-Lanzo, degli gneiss della Val Susa ma soprattutto della Val Pellice (Pietra di Luserna - Bagnolo).

Il primo ed ultimo gruppo rappresentano i casi più interessanti al fine di un riutilizzo, poiché il materiale delle discariche è copioso e sano, quantunque di difficile "lavorazione" negli impianti di comminazione.

Nel primo caso, infatti, si tratta di circa 300.000 m³/anno messi a discarica dalle numerose cave di serizzi, beole e graniti; nel secondo, di circa 230.000 m³/anno, accumulati sotto forma di grossi blocchi, pezzature medie (con dimensione significativa alquanto inferiore al metro) e sfridi minuti (decimetrici), questi ultimi non direttamente utilizzabili, ad esempio, per le opere di regimazione idraulica dei corsi d'acqua, ma potenzialmente trattabili invece per la produzione di granulati.

Per entrambi questi casi sono stati svolti, presso il Dipartimento di Georisorse e Territorio del Politecnico di Torino, specifici studi - in cava ed in laboratorio - volti alla caratterizzazione tecnica dei materiali lapidei ed all'ottenimento industriale di prodotti di qualità.

I risultati delle numerose prove di comminazione, condotte su campioni significativi dei materiali citati, hanno indicato la possibilità tecnica di produrre pietrischi idonei al confezionamento di calcestruzzi di media qualità, facendo tuttavia ricorso a trattamenti speciali, per esempio a frantumazioni "ad urto", al fine precipuo di ottenere accettabili caratteristiche morfometriche dei granulati stessi.

Per tale motivo, come pure per le frequenti anisotropie costitutive, può risultare oggi improponibile un utilizzo integrale dei frantumati, ad esempio per la formazione dei cosiddetti "ballast" ferroviari, abbondantemente richiesti soprattutto per la costruzione delle nuove linee dei treni veloci. È quindi possibile la messa a punto, previa selezione dei materiali migliori, di trattamenti idonei per la preparazione di granulati, aventi, in teoria, adeguati requisiti litoapplicativi. Al momento, tuttavia, permangono notevoli difficoltà pratiche connesse con la

⁷ Della capacità oraria di 100÷200 m³/h

presenza di cospicue frazioni lamellari - soprattutto nelle frazioni fini - costituite in prevalenza da mica.

È per tale motivo che la maggior parte delle discariche più antiche è stata utilizzata per la costruzione di rilevati stradali, sull'asse viario del Sempione, quindi per un uso meno impegnativo che come aggregati da CLS.

Dal punto di vista litoapplicativo i materiali gneissici di scarto della Val d'Ossola hanno dato, come risultato delle prove effettuate, resistenze ad "usura" comprese tra 0,7 e 0,9, con valori unitari, ed anche superiori, per i graniti dei laghi; le resistenze all'abrasione (saggi Los Angeles) hanno invece dato risultati non molto buoni per i serizzi (essendo compresi tra 26 e 35) se non cattivi per le beole (andando da 33 a 42), quando per le dioriti accettate dalle FS si parla di 16-20, su granulometrie 38/76 mm. I graniti esaminati (Montorfano, Baveno etc.) hanno presentato peraltro estrema variabilità, a partire da 26 per le granulometrie maggiori, e sino a 42 per le granulometrie più fini (19/38 mm) rispettivamente. Gli indici "di appiattimento" determinati sperimentalmente e confrontati con il materiale alluvionale, si sono invece dimostrati più che accettabili, soprattutto se la comminuzione avviene ad impulso (nei frantumatori ad urto).

I materiali frantumati hanno quindi manifestato proprietà sostanzialmente buone - anche come forma ottenibile dai grani - se confrontati con quelle delle ghiaie naturali.

La caratteristica angolosità e la rugosità superficiale, inoltre, influenzano positivamente sia l'angolo di attrito interno - fondamentale per la stabilità di rilevati e massicciate - sia la consistenza delle malte; ma soprattutto migliorano lo strato superficiale dei materiali stradali, favorendo l'aderenza dei pneumatici ed impedendo la formazione di film d'acqua.

L'utilizzo degli scarti lapidei della Val d'Ossola può quindi fornire buoni risultati, come deducibile dalle specifiche prove tecniche effettuate, a parte ancora qualche perplessità sulla qualità dei prodotti emersa dai saggi Los Angeles.

D'altra parte analoghe prove, svolte sugli gneiss di Luserna, hanno dato coefficienti - per la classe di granulometria confrontabile 31/63 - attorno a 25, quindi assai vicini ai risultati ottenuti dal granito di Montorfano e non troppo discosti dai granulati di dioriti, assunti quale riferimento nelle perdite di peso per abrasione.

Provini di calcestruzzo, confezionato con gli scarti degli gneiss di Luserna - sulla base della curva di Füller, e con rapporto A/C alquanto maggiore (30% in più) dell'usuale 0,5 -

hanno dato significative resistenze a compressione, sui 20 MPa, raffrontabili cioè con quanto ottenuto - in modo del tutto analogo - su provini confezionati con pietrischi convenzionali, per i quali si è tuttavia avuto, mediamente, almeno un 30% in più di resistenza.

Ciò è stato attribuito soprattutto alla tipica forma degli aggregati gneissici, con grani ben più piatti degli usuali pietrischi calcarei, ed alla presenza di mica, in particolare nelle classi più fini sino a suggerire decisamente la sostituzione con altre sabbie, per esempio di fiume.

Sotto questo aspetto quindi, come già al fine del riuso di calcestruzzi e di conglomerati bituminosi, il riciclo dei materiali - per applicazioni di una certa importanza - conferma in generale una caratteristica significativa: richiede comunque l'integrazione di base con materie prime "fresche", in percentuali comunque variabili a seconda delle opere.

In conclusione va pertanto ulteriormente precisato che oltre ai controlli di qualità sui materiali - che rimane la premessa tecnica indispensabile per un impiego razionale - risulta opportuno accertare la fattibilità economica di una utilizzazione in termini di costi/benefici "globali".

I costi derivano principalmente dalle operazioni del carico, trasporto e preparazione del materiale lapideo di scarica; tra i benefici devono essere annoverati non solo i proventi di impresa delle vendite, ma anche - e talvolta soprattutto - i vantaggi ambientali della collettività, derivanti dal risparmio delle risorse "non rinnovabili", dalla economia di territorio occupato da altre cave e da discariche, ecc.

In altri termini si ribadisce il convincimento che, per raggiungere tali obiettivi di interesse davvero "sociale" attraverso interventi praticamente realizzabili, occorra seguire non solo criteri di economia aziendale ma più ampie strategie pubbliche, comprendenti direttive particolari nell'esecuzione di opere, quali indicazioni sui prelievi di materiali litoidi da utilizzare, sgravi fiscali se non incentivi diretti e, soprattutto, semplificazioni amministrative.

Dal punto di vista organizzativo si devono comunque prevedere diverse soluzioni, valide per le differenti situazioni dei bacini estrattivi:

- impiego di materiali di scarto "fluente" direttamente dalle cave di pietra, quale risultato di una specifica azione consortile;
- ripresa di vecchie discariche presenti in talune aree estrattive "storiche";
- una combinazione delle due soluzioni dette, soprattutto per i citati bacini della Val d'Ossola e di Bagnolo - Luserna. Soluzioni particolari, emergenti ad es. nei Graniti dei

laghi e nelle Quarziti di Barge, lasciano peraltro ipotizzare riprese sistematiche di discariche “storiche”, presenti nei territori di cava, al fine di un recupero “parallelo” anche di minerali di interesse industriale - segnatamente quarzo e feldspati - classificabili di 1° categoria ai sensi della Legge Mineraria italiana del 1927, tuttora vigente.

Ciò dovrà pertanto essere tenuto in massima considerazione nel prossimo **documento di programmazione** per l’attività estrattiva delle pietre ornamentali in Piemonte.

ANNESSE 3

3. PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO E TUTELA DEL PAESAGGIO IN RAPPORTO CON LA PROGRAMMAZIONE REGIONALE DELL'ATTIVITÀ' ESTRATTIVA

3.0. PREMESSA

Nel presente ANNESSO si esaminano i rapporti tra la **programmazione** regionale delle attività estrattive e il **conseguente successivo approfondimento provinciale** e la pianificazione del territorio in generale e, in particolare, la pianificazione mirante alla tutela del paesaggio.

La **programmazione** delle attività estrattive non può prescindere dalla considerazione di limitazioni derivanti da esigenze di compatibilità ambientale e queste, in linea generale, sono stabilite dalla pianificazione del territorio alle varie scale regionale, provinciale e comunale. In termini più puntuali ed operativi, la verifica del rispetto dei requisiti di compatibilità ambientale è affidata alla procedura regionale di VIA, alla quale saranno sottoposti i singoli progetti.

E' dunque evidente l'importanza del rapporto che si viene ad instaurare tra la **programmazione** settoriale delle attività estrattive e la pianificazione generale del territorio e, in particolare, quella che mira a porre vincoli mirati alla tutela del paesaggio.

In questa sede si esaminerà, in primo luogo, il rapporto tra **programmazione** di settore e pianificazione territoriale generale, cercando di individuare un quadro di regole per rendere tale rapporto il più possibile razionale; in secondo luogo, si esamineranno gli aspetti più specificamente relativi alla tutela del paesaggio e alla formazione di un quadro di riferimento di cui tenere conto in sede di **programmazione** di settore.

3.1. PROGRAMMAZIONE DI SETTORE E PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO: INDAGINE SU DI UN CASO DI STUDIO E CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GENERALE

In questo capitolo vengono presi in esame i vincoli derivanti dall'attività di pianificazione del territorio alle varie scale.

Come è stato precisato nella RELAZIONE, il rapporto tra la programmazione di settore e la pianificazione del territorio costituisce un problema cruciale.

In questa sede, anche in considerazione della opportunità di dedicare una più sistematica riflessione sul tema, si è ritenuto utile svolgere una indagine su di un concreto caso di studio, che si presta ad un esame generale della problematica. Il caso scelto è quello del territorio costituito dai comuni dell'area pianeggiante dell'Ovest Ticino. I motivi per cui si è scelta tale area sono così riassumibili:

1. l'area è attualmente interessata da diversi livelli di pianificazione del territorio, che vanno da quello comunale a quello regionale;
2. sull'area sono stati imposti (attraverso il piano regionale del parco del Ticino) dei vincoli, che hanno determinato un processo di rilocalizzazione di attività estrattive in atto.

Lo stato avanzato della pianificazione del territorio, che di fatto configura una situazione di completezza del sistema di pianificazione nella sua articolazione di scala, consente di svolgere alcune riflessioni di carattere generale sul rapporto tra la programmazione settoriale delle attività estrattive e la pianificazione del territorio nel suo complesso.

La presenza di un piano di parco che, ormai da qualche anno, ha reso operante un processo di espulsione dall'area del parco delle attività estrattive ivi presenti, consente di farsi qualche idea sui possibili effetti ambientali di norme di questo tipo (anche se il piano del parco non si era posto il problema di valutare tali effetti e, tanto meno di disciplinarli, se non per le modalità del recupero ambientale da operarsi nelle aree da dismettere).

L'indagine ha riguardato il quadro generale dello stato della pianificazione dell'area, il quale, pur concernendo un caso specifico, si presta ad alcune utili considerazioni di carattere generale.

L'area indagata riguarda i seguenti comuni (nell'ordine da nord a sud): Oleggio, Bellinzago, Cameri, Galliate, Romentino, Trecate e Cerano.

I dati sullo stato attuale della pianificazione del territorio sono stati riportati su due carte tematiche (acquisite dalla Regione Piemonte **Settore Pianificazione e verifica attività estrattiva**), riguardanti, una, i “Vincoli di livello comunale”, l'altra, i “Vincoli di livello sovracomunale”.

Il primo tipo di vincoli è stato ricavato dalla mosaicatura dei piani regolatori generali dei comuni; il secondo, dal piano territoriale regionale e dal piano d'area del parco del Ticino.

Il complesso di tali vincoli mette in luce due possibili interazioni tra la **programmazione** del settore estrattivo e la pianificazione del territorio: in un primo caso, la pianificazione del territorio, giunta al problema della normativa riguardante il settore estrattivo, lascia aperta la determinazione sulle possibilità localizzative affidandola al competente piano di settore, nel rispetto comunque dei vincoli di legge (nel caso in esame, a questa linea normativa si sono adeguati i piani regolatori e il piano territoriale regionale, il quale raggiunge un grado di dettaglio, che lo rende molto simile a quello che si può presumere sarà il piano territoriale provinciale); in un secondo caso, la pianificazione del territorio pone vincoli espliciti che determinano, tra l'altro, un processo di rilocalizzazione di attività in atto (nel caso in esame, tale normativa appartiene al piano d'area del parco).

Indipendentemente dalla specificità della pianificazione nell'area presa in esame, questi due casi sono anche quelli che definiscono i due possibili tipi di rapporto tra pianificazione di settore e pianificazione globale, e cioè: in un primo caso, la pianificazione globale lascia la decisione localizzativa al piano di settore; in un secondo caso, la pianificazione globale preclude la possibilità localizzativa in aree ad elevato interesse giacimentologico o addirittura in aree dove sono operanti dei poli estrattivi.

Per inciso, si può osservare che il recente stralcio di piano di bacino relativo alle fasce fluviali, fatta salva la ristretta fascia fluviale demaniale, si inquadra nella pianificazione territoriale che demanda le scelte localizzative delle attività estrattive al competente piano di settore.

Altrettanto ha finito per fare il piano del “Sistema delle aree protette della fascia fluviale del Po”.

Al momento, nell'ambito regionale piemontese, solo alcuni piani di aree a parco sono riconducibili al caso in cui la pianificazione territoriale pone divieti assoluti allo svolgimento

dell'attività estrattiva, ritenuta incompatibile con aree ad elevata sensibilità ambientale, quali sono appunto i parchi.

E' dunque probabile che, anche per il futuro, le decisioni localizzative di attività estrattive, in particolare per quanto attiene ad aree di elevato interesse giacimentologico, vengano sostanzialmente delegate al piano di settore, a meno di situazioni di elevato valore ambientale, per le quali si adottino rigide normative di tutela già sperimentate in alcune aree a parco, tra cui, appunto, quella del Ticino.

In sostanza si vengono a delineare due possibili situazioni:

- 1) una prima situazione è quella che si configura con il modello normativo che si è affermato con il proposto “Piano stralcio delle fasce fluviali” dell'Autorità di Bacino del Po, con il PdA del “Sistema delle aree protette della fascia fluviale del Po” e con il PTO “Tutela e valorizzazione delle risorse ambientali del PO”;
- 2) una seconda situazione è quella che si configura con il modello normativo del piano d'area del parco regionale del Ticino.

Nella prima situazione, la decisione localizzativa delle attività estrattive è delegata al piano di settore, al quale viene anche affidato il compito di disciplinare le scelte localizzative in modo da rispettare i requisiti della compatibilità ambientale. Nella seconda situazione, si impone un processo rilocalizzativo di attività estrattive ai fini della tutela di aree per le quali tali attività vengono ritenute causa di impatti ambientali inaccettabili.

Come si è già avuto modo di osservare nella RELAZIONE, un modello normativo quale quello della seconda situazione può essere ritenuto inadeguato nella misura in cui non si fa carico non solo della valutazione dell'impatto dei processi rilocalizzativi che esso innesca, ma anche della ricerca di adeguate soluzioni per tali processi: un piano può essere considerato tecnicamente corretto solo nella misura in cui tutti i processi, che esso innesca, vengono risolti nell'ambito del piano stesso; viceversa, un piano risulta inadeguato nella misura in cui innesca dei processi di cui non si valutano le conseguenze e per i quali non si predispongono le soluzioni più appropriate.

Tuttavia, proprio l'esigenza di predisporre soluzioni appropriate ai processi rilocalizzativi, derivanti da norme del tipo "Parco del Ticino", pone il problema che la pianificazione territoriale faccia i conti con il piano di settore: non si vede, infatti, come una corretta gestione dell'attività estrattiva e della sua localizzazione possa avvenire al di fuori di quel quadro

generale, che solo il piano di settore è chiamato a predisporre. Ciò evidenzia un limite di questo modello normativo; limite che, viceversa, non è riscontrabile nel modello normativo del tipo "Piano del Po", dove, pur ponendo tutta una serie di limitazioni e condizioni allo svolgimento dell'attività estrattiva, si lascia al piano di settore la scelta finale, la quale, in ogni caso, dovrà tenere conto delle limitazioni e delle condizioni poste dalla pianificazione territoriale, ambientale e paesistica.

A quanto sopra occorre ancora aggiungere la considerazione del ruolo che **viene** ad assumere la procedura regionale di VIA, nella quale ricadono, come noto, le attività estrattive. A regime, si verrà pertanto a configurare una situazione in cui la vera e propria valutazione di compatibilità ambientale sarà trasferita al momento operativo della progettazione; mentre, alla pianificazione saranno attribuiti compiti di valutazione ambientale di tipo "strategico".

Il problema, dunque, è quello di chiarire compiti e competenze della pianificazione globale e di quella di settore in merito alla cosiddetta "VIA strategica". In questo chiarimento si ritiene opportuno prendere in attenta considerazione le osservazioni sopra svolte e quanto è stato indicato nella RELAZIONE al capitolo 3. "Il **DPAE e i piani provinciali** nel contesto della pianificazione territoriale".

3.2. LA TUTELA DEL PAESAGGIO NELL'AMBITO DEL DPAE.

3.2.1. UN QUADRO INFORMATIVO PER DELINEARE GLI SCENARI LOCALIZZATIVI A LIVELLO DI PROGRAMMAZIONE REGIONALE DELLE ATTIVITÀ ESTRATTIVE

In questa sede si prenderà in esame l'aspetto paesaggistico, in particolare per quanto concerne gli aspetti che concorrono a determinare la *qualità visiva* del paesaggio e il suo valore storico-culturale.

Non ci si occuperà, pertanto, degli aspetti ecologici ed ambientali, che sono propri della cosiddetta 'ecologia del paesaggio'. Ovviamente, i contenuti che influenzano la 'qualità visiva' del paesaggio, sono molteplici e tra di essi compare anche la componente naturale; tuttavia la qualità visiva non è univocamente correlata al grado di naturalità o di qualità ecologica, ma dipende anche da altre componenti, che sono soprattutto legate al modo in cui l'uomo ha storicamente disegnato il proprio territorio, conferendo al medesimo quelle

strutture d'ordine formale che sono generalmente riconosciute come un valore culturale da tutelare, per questo si è ritenuto che una valutazione della qualità visiva non potesse essere scissa dalla considerazione del valore storico-culturale del territorio.

Il **DPAE**, nella sua funzione di **documento di indirizzo per la redazione dei P.A.E.P.** specificamente rivolto all'attività estrattiva, non ha competenze in materia di paesaggio, la cui tutela è appunto affidata sia alle leggi in materia che agli strumenti di pianificazione territoriale e paesistica (si veda la legge regionale n. 56/77 e s.m.i., art. 5).

Come si è già avuto modo di precisare, la vincolistica paesistica, che dovrebbe limitare, secondo vari gradi e modalità, l'esercizio dell'attività estrattiva, non nasce dall'interno del **DPAE**, ma è ad esso esogena.

In presenza di una pianificazione territoriale e paesistica riguardante tutto il territorio regionale, al **DPAE** non rimarrebbe che prendere atto della vincolistica di piano, la quale costituirebbe quel quadro di condizioni dal cui rispetto dipende la compatibilità paesistica dell'attività estrattiva nelle varie parti del territorio regionale.

Tuttavia, la situazione in cui il **DPAE** si viene ad inserire è al momento priva di quel quadro di compatibilità generali, riguardanti il complesso del territorio regionale, che competono appunto alla pianificazione territoriale, fatta esclusione per le aree interessate dal **PdA** del "Sistema delle aree protette della fascia fluviale del Po".

In questa situazione, si aprono di fronte al **DPAE** due possibili alternative: o ignorare gli aspetti relativi alla problematica paesistica in attesa che questi vengano disciplinati dai piani territoriali che Regione e Province stanno elaborando, o tentare di delineare un primo, seppure provvisorio, inquadramento della problematica paesistica, da cui sia possibile configurare quel quadro di condizioni generali di compatibilità che l'esercizio dell'attività estrattiva deve rispettare nelle varie parti del territorio regionale (gettando in tal modo una premessa, seppur di prima approssimazione, per quella VIA strategica di cui si parlava al capitolo precedente).

E' evidente che la seconda delle due alternative è preferibile ed è quella che si è qui tentato di seguire; in altri termini, si è cercato di inglobare la problematica paesaggistica come criterio endogeno alla pianificazione di settore, facendo della qualità del paesaggio una delle variabili di cui si deve tenere conto ai vari livelli della pianificazione e della progettazione delle attività estrattive.

Il tentativo è stato possibile anche grazie alla disponibilità di una serie di informazioni omogenee presenti nel sistema informativo territoriale della Regione Piemonte, prime tra tutte le informazioni concernenti la *Carta dei paesaggi agrari e forestali del Piemonte* messa a punto dall'IPLA s.p.a. per conto dell'Assessorato Pianificazione Territoriale della Regione stessa e le informazioni concernenti la *Carta delle aree ambientali antropizzate e dei beni architettonici e urbanistici* della Regione Piemonte

Tali carte, e in particolare la prima, costituiscono dunque la base informativa principale da cui il **DPAE** ha tratto gli elementi rilevanti per costruire un proprio quadro di riferimento normativo mirato alla tutela del paesaggio da parte dell'attività estrattiva.

Come si vedrà si tratta di un quadro di riferimento costituito soprattutto da indirizzi e da orientamenti e che, data la scala territoriale del **DPAE**, non può avere una operatività diretta. Tuttavia, esso costituisce un quadro di riferimento per delineare, a livello della pianificazione regionale, degli scenari localizzativi alternativi, alla luce dei quali valutare diverse strategie localizzative per l'attività estrattiva.

3.2.2. LA BASE INFORMATIVA

Come si è detto, la base informativa utilizzata è costituita principalmente dalla *Carta dei paesaggi agrari e forestali del Piemonte*, che oltre ad essere parte integrante del presente annesso è allegata alla Relazione (**Carta tematica n. 8**).

In essa, il paesaggio regionale è stato suddiviso in 'sistemi', 'sottosistemi' e 'sovraunità di paesaggio'. L'individuazione di tali suddivisioni è stata possibile attraverso l'analisi delle seguenti 'caratteristiche':

- forme, profili e percorsi;
- fascia altimetrica;
- dislivelli;
- pendenze;
- aspetti climatici particolari;
- orientamento colturale in atto;
- copertura forestale;
- variazioni cromatiche stagionali;
- grado di antropizzazione storica;

- grado di antropizzazione in atto;
- periodi di forte antropizzazione;
- densità insediativa;
- distribuzione insediativa;
- dinamica del paesaggio.

Come si vede, si tratta di uno studio informativamente ricco ed avente uno scopo meramente descrittivo.

Non è questa la sede per entrare nel merito delle variabili selezionate e del metodo adottato per pervenire alla individuazione di ambiti paesistici omogenei. La riflessione teorica e metodologica su questi aspetti è troppo complessa ed aperta per potervi anche solo accennare con un minimo di esaustività.

Qui ciò che conta è soprattutto l'aspetto pragmatico, costituito, da un lato, dalla necessità di dover fornire un, seppur provvisorio, quadro di riferimento paesistico per l'attività estrattiva, e, da un altro lato, dalla disponibilità di un quadro descrittivo unitario e omogeneo del paesaggio regionale. E' evidente come in una situazione di questo tipo occorra fare il possibile per vedere di utilizzare al meglio l'informazione disponibile.

Ciò premesso, nell'ambito dello studio per la formazione del **DPAE** si sono prospettate due modalità di utilizzazione di tale informazione: la prima, di carattere più discorsivo, dove vengono ripresi, seppur più sinteticamente, i contenuti descrittivi dello studio dell'IPLA, dai quali trarre alcune indicazioni in ordine alle problematiche paesistiche emergenti e di cui tenere conto in sede attuativa del **documento di indirizzo**; la seconda di carattere più formalizzato dove, a partire dall'informazione disponibile, si tenta di pervenire ad una valutazione, pur di prima approssimazione, della qualità visiva del paesaggio. In questo ambito si è ritenuto di adottare ambedue le modalità: la prima è stata assunta nelle schede descrittive delle varie unità di paesaggio che interessano gli ambiti geogiacimentologici e i bacini estrattivi e che servono da riferimento normativo; la seconda è stata adottata come elaborazione interna allo studio, allo scopo di farsi un'idea più sistematica sulla gradazione dei livelli qualitativi delle varie unità di paesaggio e sui fattori che possono influenzarla.

Ciò ha comportato un lavoro di messa a punto di un indice di qualità visiva del paesaggio, basato sulle informazioni disponibili nella documentazione diffusa dalla Regione, cioè sulle

carte in scala 1:250.000 e 1:100.000 oltre che del quaderno delle schede descrittive (materiale che è appunto stato integralmente riportato in allegato).

Tale base informativa è stata inoltre integrata, soprattutto con una funzione di arricchimento informativo del contenuto delle schede, dalla informazione di cui la Regione dispone relativamente ad alcune tematiche ambientali e paesistiche, prima tra tutte quella della già citata *Carta delle aree ambientali antropizzate e dei beni architettonici e urbanistici*, alla quale si è aggiunta la documentazione concernente i seguenti studi:

- *la capacità d'uso dei suoli del Piemonte ai fini agricoli e forestali;*
- *i boschi e la carta forestale del Piemonte.*

L'argomento centrale, dal punto di vista teorico e metodologico, di fronte al quale un lavoro di questo tipo si viene a trovare è costituito dal concetto di qualità visiva del paesaggio e dalla messa a punto di un indice quantitativo della medesima.

Come è noto, la letteratura in materia è amplissima e non rimane che rinviare ad essa. In una sede applicativa come questa, il riferimento bibliografico più interessante è alla manualistica. Per tutti basti citare la lunga esperienza accumulata, da anni di applicazioni, di verifiche e di successivi affinamenti connessi alla manualistica di agenzie come la USDA Forest Service e la USDI Bureau of Land Management.

Nel caso del **DPAE** la situazione in cui ci si trova ad operare è tuttavia anomala rispetto a quanto previsto dalla manualistica. Nel nostro caso infatti si ha a che fare con una informazione precostituita, non immediatamente utilizzabile nel lavoro di costruzione di un indice di qualità del tipo di quelli consigliati dai manuali. Pertanto si è dovuto compiere un duplice adattamento: l'uno relativo all'informazione, l'altro relativo all'indice.

Prima di entrare nel merito della costruzione dell'indice, è opportuna una precisazione in materia.

Un indice quantitativo usato per misurare la qualità visiva del paesaggio, entità meramente culturale e soggettiva, ha un solo scopo: quello di rendere espliciti i criteri su cui si basa il giudizio sulla qualità. Ciò agevola la critica da parte di chi non condivide quel giudizio, consentendo di individuare i criteri su cui si dissente e di farsi un'idea più precisa su come possa modificarsi il giudizio avendo una diversa struttura di preferenze: i valori numerici derivanti dall'applicazione dell'indice, non sono altro che un modo più preciso di

esprimere un giudizio che, per quanto si faccia, non perderà il suo carattere di soggettività, che è insito in qualunque giudizio di valore culturale.

Come si è già accennato, l'indice quantitativo è stato qui usato per verificare, con un minimo di sistematicità, la possibilità di stabilire una graduatoria delle varie unità di paesaggio della pianura piemontese. L'indice quantitativo è stato utilizzato non già con il fine di pervenire ad un giudizio di valore relativo a ciascuna unità di paesaggio, ma come strumento per verificare il grado di disomogeneità qualitativa del paesaggio e l'eventuale esistenza in esso di situazioni che, per la loro relativamente più elevata qualità visiva, possano risultare più sensibili di altre alle trasformazioni conseguenti alla localizzazione di attività estrattive.

3.2.3. L'INDICE DELLA QUALITÀ VISIVA DEL PAESAGGIO

La costruzione di un indice della qualità visiva del paesaggio parte sempre dalla considerazione di quelle componenti del paesaggio, che vengono ritenute rilevanti allo scopo. L'individuazione delle componenti e della loro interna articolazione è anche alla base dell'operazione che consente di individuare le 'unità di paesaggio', che sono appunto una conseguenza della lista delle componenti e della loro articolazione.

Qualcosa del genere è stato fatto anche dall'IPLA per individuare i 'sistemi', i 'sottosistemi' e le 'sovraunità di paesaggio' del Piemonte, anche se ciò è avvenuto senza ricorrere a tecniche quantitative o comunque di elaborazione sistematica dell'informazione.

Il passo successivo consiste in un lavoro di ponderazione sia delle componenti che delle loro articolazioni in funzione del peso che si ritiene abbiano nel determinare la qualità visiva del paesaggio. In proposito vi è un'ampia rassegna di metodi di ponderazione ai quali si può fare riferimento e tra i quali occorre scegliere quello che, caso per caso, si presenta come il più appropriato o anche solo come l'unico possibile nelle condizioni date.

Questo è l'itinerario che anche nel nostro caso è stato seguito e che qui di seguito viene brevemente descritto.

3.2.3.1. LA TIPOLOGIA DEI PAESAGGI

Come si è detto, la tipologia dei paesaggi ai quali si è fatto riferimento è quella dello studio IPLA, il quale ha individuato tre livelli gerarchici delle unità di paesaggio, che sono stati chiamati 'sistemi', 'sottosistemi' e 'sovraunità'.

Poiché in questa parte del **DPAE** ci si occupa solo dell'attività di estrazione di sabbie e ghiaie, le aree che interessa prendere in considerazione sono sostanzialmente limitate alla pianura, ai terrazzi alluvionali e agli anfiteatri morenici e ai fondovalle. Ciò consente di limitare l'esame del paesaggio ai seguenti sistemi della carta dell'IPLA:

- A. rete fluviale principale, che risulta articolata in 5 sottosistemi e 15 sovraunità;
- B. alta pianura, articolata in 4 sottosistemi e 19 sovraunità;
- C. media pianura, articolata in 2 sottosistemi e 13 sovraunità
- D. bassa pianura (settentrionale orientale), articolata in 2 sottosistemi e 7 sovraunità;
- E. bassa pianura (meridionale orientale), articolata in 2 sottosistemi e 11 sovraunità;
- F. terrazzi alluvionali antichi, articolati in 5 sottosistemi e 18 sovraunità;
- G. anfiteatri morenici e bacini lacustri, articolati in 3 sottosistemi e 22 sovraunità;
- N. fondovalle principali, articolati in 3 sottosistemi e 7 sovraunità.

Per un totale di 8 sistemi, 26 sottosistemi e ben 112 sovraunità.

Nella documentazione dell'IPLA la descrizione sistematica delle caratteristiche viene fornita solo a livello dei sottosistemi, mentre a livello delle sovraunità vengono fornite delle sintetiche schede descrittive di tipo discorsivo, utili per cogliere gli elementi essenziali della diversificazione interna ai sottosistemi, ma prive di quella informazione sistematica per categorie su cui si basa l'applicazione di un indice quantitativo. Questo, pertanto, a rigor di metodo risulterebbe applicabile solo a livello di sottosistema.

C'è tuttavia da chiedersi se una connotazione qualitativa a livello di aree così vaste e, soprattutto, eterogenee come i sottosistemi dell'IPLA presenti una qualche utilità ai fini della pianificazione delle attività estrattive o non finisca per assumere il valore di informazione tanto generale da risultare generica e dunque scarsamente efficace ai fini normativi.

In effetti, i sottosistemi dell'IPLA, non tanto per la loro vastità quanto per la loro interna eterogeneità, non paiono avere quei requisiti di ambito territoriale assoggettabile ad un quadro normativo sufficientemente definito; requisiti che invece cominciano a delinearsi con maggiore precisione a livello di sovraunità. Va comunque osservato che il sottosistema, nonostante la sua interna disomogeneità, individua pur sempre un'area vasta che ha una sua

connotazione paesaggistica riconoscibile per alcuni caratteri di fondo, che la distinguono da altre aree vaste circostanti e che finiscono per determinare una sorta di qualità di base del paesaggio a livello di grande ambito.

Alla luce di queste considerazioni si è ritenuto opportuno non rinunciare alla determinazione di un indice di qualità paesaggistica a livello dei sottosistemi, indice da calcolare sulla base delle informazioni fornite dall'IPLA relativamente alle 'caratteristiche' ambientali del sottosistema; ma, al tempo stesso, si è ritenuto di non dover rinunciare a fornire un valore quantitativo anche a livello delle sovraunità, utilizzando, allo scopo, sia le informazioni discorsive fornite nelle schede IPLA, sia le informazioni derivabili dalla consultazione dei tre citati studi relativi ai *beni architettonici e urbanistici*, alla *capacità d'uso dei suoli* e alla *carta forestale*.

Non vi è bisogno di insistere troppo sui limiti di una siffatta valutazione quantitativa, ma, come si è già detto, essa ha il pregio della trasparenza dei criteri e della controllabilità dell'operazione. Vi è però anche un'altra considerazione a favore di questo tentativo: con esso si comincia ad affermare l'esigenza di affrontare con maggiore sistematicità la problematica del paesaggio anche nell'ambito della pianificazione settoriale quale è quella delle attività estrattive. Il problema è semmai di proseguire lungo la strada che qui si è appena cominciato a delineare.

3.2.3.2. LE COMPONENTI CHE INFLUENZANO LA QUALITÀ VISIVA DEL PAESAGGIO

Nell'ambito delle metodologie per la valutazione della qualità visiva del paesaggio, si possono reperire innumerevoli liste di componenti paesistiche, dalle quali si ritiene dipenda la qualità stessa. Tuttavia, almeno a livello di categorie principali, si può riscontrare una notevole concordanza di opinioni. Infatti, in tutti i metodi e in quasi tutti i principali studi applicativi compaiono le seguenti categorie di componenti paesistiche:

1. l'andamento morfologico;
2. la copertura vegetale;
3. l'uso agricolo;
4. la presenza dell'acqua;
5. le testimonianze storiche dell'insediamento umano;
6. l'insediamento urbano e infrastrutturale recente.

Tali categorie hanno un ruolo e un peso diverso nella determinazione della qualità visiva del paesaggio (ad esempio, solo l'ultima categoria viene considerata come fattore negativo, mentre tutte le altre presentano, pur in diversa misura, valori positivi).

Le diversificazioni da metodo a metodo cominciano a livello delle liste di componenti in cui viene articolata ogni categoria, e, ovviamente, nella struttura di ponderazione.

Nel caso che ci riguarda, dove non vi sono le informazioni sufficienti per costruire un indice quantitativo, si possono ricavare informazioni di prima approssimazione relativamente alle componenti attingendo alla lista di quelle che l'IPLA ha chiamato 'caratteristiche', le quali, tuttavia, devono essere rielaborate, per adattarle alle sei categorie sopra elencate, e soprattutto devono essere riconsiderate ad una scala di maggiore dettaglio, per poterle riferire alle sovraunità.

La rielaborazione che si è compiuta ha consentito di ricavare:

1. l'andamento morfologico, aggregando: 'forme, profili e percorsi', 'fascia altimetrica', 'dislivelli', 'pendenze' oltre alle informazioni ricavabili dalla cartografia tecnica di base;
2. la copertura vegetale è stata fatta coincidere con la 'copertura forestale' e la sua informazione è stata integrata con le informazioni derivabili dalla 'carta forestale del Piemonte';

3. l'uso agricolo con 'l'orientamento culturale agrario' e la sua informazione è stata integrata con le informazioni derivabili dalla 'carta della capacità d'uso agricolo e forestale';
4. la presenza dell'acqua è stata ricavata dall'informazione relativa ai 'sistemi di paesaggio': 'rete fluviale principale' e 'anfiteatri morenici e bacini lacustri', oltre che dalla carta tecnica di base;
5. le testimonianze storiche dell'insediamento umano sono state ricavate da: 'grado di antropizzazione storica' e 'periodi di forte antropizzazione', integrando tali informazioni con la consultazione della 'carta dei beni architettonici e urbanistici', la quale suddivide il territorio regionale in subaree, che vengono suddivise in sei categorie secondo l'importanza del patrimonio storico ambientale;
6. l'insediamento urbano e rurale recente è stato ricavato da: 'grado di antropizzazione in atto', 'periodi di forte antropizzazione', densità insediativa', 'distribuzione insediativa', dinamica del paesaggio' oltre che dalla consultazione della carta tecnica di base.

3.2.3.3. LA DESCRIZIONE E LA PONDERAZIONE DELLE COMPONENTI

Ciascuna delle 6 categorie è stata articolata secondo componenti e, a ciascuna di esse, è stato attribuito il valore numerico per il calcolo dell'indice, secondo quanto qui di seguito esposto.

La rete fluviale è stata associata alla categoria 'presenza dell'acqua' ed è stata distinta secondo la dimensione del letto fluviale in: 'letto minore', 'letto medio', 'letto medio-grande', 'letto grande'. Ai quali sono stati rispettivamente attribuiti i seguenti valori numerici: 1, 2, 3 e 4.

L'andamento morfologico è stato suddiviso in: 'aree sostanzialmente pianeggianti', 'aree morfologicamente movimentate' e 'aree morfologicamente molto movimentate'. Alle quali sono stati attribuiti rispettivamente i seguenti valori: 1, 2 e 3.

Per quanto concerne la 'copertura vegetale' si è fatto riferimento alla componente forestale relativa ai boschi cedui che sono stati distinti in: 'assenti', 'apprezzabili' e 'consistenti'. Ai quali sono stati attribuiti i seguenti valori: 0, 1 e 2.

Per quanto concerne l'uso agricolo si è distinto in: 'seminativo in ambito di terrazzo', 'seminativo e arboricoltura in ambito fluviale', 'seminativo di pianura' e 'risaia'. Ai quali sono stati attribuiti rispettivamente i seguenti valori: 1, 2, 4 e 5.

Per quanto concerne le testimonianze storiche dell'insediamento umano, si è distinto in: 'basso', 'moderato', 'elevato' e 'molto elevato'. Ai quali sono stati attribuiti rispettivamente i seguenti valori: 1, 1.5, 2 e 2.5.

Per quanto concerne infine l'insediamento urbano e infrastrutturale recente si è distinto in: 'modesto', 'apprezzabile', 'alto' e 'molto alto'. Ai quali sono stati attribuiti i seguenti valori: -1, -2, -2.5 e -3.

I valori numerici sopra indicati, così come quelli che verranno indicati nel paragrafo successivo, sono il risultato di una serie di aggiustamenti compiuti su alcune situazioni campione.

3.2.3.4. IL CALCOLO DELL'INDICE PER I SOTTOSISTEMI E PER LE SOVRAUNITÀ DI PAESAGGIO

Per determinare il valore della qualità visiva del paesaggio a livello dei sottosistemi si è ricorso alla semplice sommatoria dei valori delle componenti. Il campo di variabilità teorica di tale funzione va da un minimo di 1 ad un massimo di 16, che tuttavia configurano situazioni limite difficilmente riscontrabili nella realtà.

Per determinare il valore della qualità visiva delle sovraunità di paesaggio si è, in primo luogo proceduto alla individuazione di una tipologia delle sovraunità; quindi, si è definito un ordinamento dei vari tipi sulla base di una valutazione complessiva della loro qualità; infine si è passati dalla scala ordinale a quella cardinale.

Dall'esame del complesso delle sovraunità dell'IPLA è stato possibile ricavare la seguente tipologia di 'ambienti' ai quali sono stati assegnati gli indicati valori di qualità visiva:

- A.1. ambiente fluviale in ambito urbano, di valore +10;
- A.2. ambiente fluviale-forestale, di valore +9;
- A.3. ambiente fluviale-agrario, di valore +6;
- B.1. ambiente forestale, di valore +8;
- B.2. ambiente agrario-forestale, di valore +5;
- C.1. ambiente agrario diversificato, di valore +4;

- C.2. ambiente agrario di risaia, di valore +3;
- C.3. ambiente agrario seminativo, di valore +2;
- D.1. ambiente agrario-urbano, di valore -2;
- D.2. ambiente urbano-industriale, di valore -5.

Gli ambiente agrari di tipo C sono inoltre stati suddivisi in sottotipi, tenendo conto sia dell'aspetto storico che di quello morfologico, sulla base dei seguenti criteri e delle relative valutazioni quantitative, da sommare alle precedenti:

- 'mosaico agricolo relativamente recente', di valore 0;
- 'mosaico agricolo storico', di valore +3;
- 'aree sostanzialmente pianeggianti', di valore 0;
- 'aree lievemente ondulate', di valore +1;
- 'aree molto ondulate', di valore +2.

In tal modo la variazione teorica del valore degli ambienti agrari va da un minimo di +2 ad un massimo di +9.

A quanto sopra occorre aggiungere la considerazione di un aspetto che non si manca mai di considerare nell'ambito degli studi sulla qualità visiva del paesaggio al fine di disciplinare l'esercizio di attività potenzialmente impattanti: si tratta del grado di visibilità.

Infatti il livello dell'impatto che un'opera esercita sul paesaggio viene generalmente considerato in funzione diretta sia della qualità visiva del paesaggio stesso che della visibilità dell'opera.

La visibilità dipende sostanzialmente da due fattori: l'ampiezza del bacino di intervisibilità tra opera e ambiente e la quantità dei potenziali osservatori presenti nel bacino. In realtà, una analisi raffinata del grado di visibilità deve tenere conto anche di altri fattori, quali ad esempio il contrasto tra opera ed ambiente, ma, al livello al quale si sta operando, i due fattori sopra indicati sono quelli fondamentali.

Un indice che tenga congiuntamente conto sia della qualità del paesaggio che della sua potenziale visibilità, fornisce una misura della sensibilità potenziale del paesaggio in relazione all'impatto visivo conseguente ad una qualche modificazione.

Ciò premesso c'è da chiedersi se, sulla base delle informazioni disponibili, sia possibile tenere conto, anche in questa sede, della visibilità.

Va subito detto che, data la disomogeneità interna ai ‘sottosistemi’ dell’IPLA, una analisi della visibilità a questa scala sarebbe scarsamente significativa, Viceversa il problema comincia a farsi interessante alla scala delle sovraunità, dove, sulla base della tipologia sopra individuata, si può tentare di definire un grado di potenziale visibilità da associare a ciascun tipo di ambito, tenendo conto sia della possibile ampiezza del bacino di intervisibilità, che della densità di frequentazione connessa all’urbanizzazione e all’infrastrutturazione viaria.

Seguendo questa impostazione, si sono assegnati ai diversi tipi di ‘ambiente’, dei valori di potenziale visibilità, su una scala da 1 a 10, secondo le seguenti modalità:

- ambiente A.1. = 10;
- ambiente A.2. = 1;
- ambiente A.3. = 4;
- ambiente B.1. = 1;
- ambiente B.2. = 4;
- ambiente C.1. pianeggiante o lievemente ondulato = 3;
- ambiente C.1. molto ondulato = 2;
- ambiente C.2. = 5;
- ambiente C.3. pianeggiante o lievemente ondulato = 4;
- ambiente C.3. molto ondulato = 3;
- ambiente D.1. = 6;
- ambiente D.2. = 8.

Per il calcolo dell’indice della sensibilità potenziale del paesaggio in relazione all’impatto visivo, si può procedere ad una semplice sommatoria del valore della qualità visiva con il valore della potenzialità visiva. In tal caso si otterrebbero i seguenti valori:

- A.1. = $10 + 10 = 20$;
- A.2. = $9 + 1 = 10$;
- A.3. = $6 + 4 = 10$;
- B.1. = $8 + 1 = 9$;
- B.2. = $5 + 4 = 9$;
- C.1. pianeggiante (lievemente ondulato) recente = $3 + 3 (+ 1) = 6 (7)$;
- C. 1. pianeggiante (lievemente ondulato) storico = $3 + 3 + 3 (+ 1) = 9 (10)$;
- C.1. molto ondulato recente = $3 + 2 + 2 = 7$;

- C.1. molto ondulato storico = $3 + 3 + 2 = 8$;
- C.2. recente = $2 + 5 = 7$;
- C.2. storico = $2 + 3 + 5 = 10$;
- C.3. pianeggiante (lievemente ondulato) recente = $1 + 4 (+ 1) = 5$ (6);
- C.3. pianeggiante (lievemente ondulato) storico = $1 + 3 + 4 (+ 1) = 8$ (9);
- C.4. molto ondulato recente = $1 + 2 + 3 = 6$;
- C.4. molto ondulato storico = $1 + 2 + 3 + 3 = 9$;
- D.1. = $-2 + 6 = 4$;
- D.2. = $-5 + 8 = 3$.

3.2.4. L'USO DELL'INDICE NELL'AMBITO DEL DPAE

Nell'ambito della pianificazione del territorio un indice quantitativo della qualità visiva del paesaggio finisce per assumere una valenza di tipo normativo, nel senso che consente di istituire diversi gradi di attenzione e di cautela nelle trasformazioni dei vari tipi di paesaggio. In effetti un piano paesistico territoriale dovrebbe proprio avere tale compito e, in questo quadro, la disponibilità di un indice quantitativo consente una più precisa graduazione delle norme di vincolo paesistico.

Nell'ambito di un **documento di programmazione** di settore come è il **DPAE**, un indice del tipo di quello messo a punto ha un valore meramente strumentale per operare un inquadramento più sistematico della componente paesaggistica alla luce del quale poter esprimere valutazioni e orientamenti in ordine a diversi possibili scenari di assetti localizzativi delle attività estrattive.

Un indice quantitativo consente, pur nella grande varietà dei paesaggi regionali, di disporre di una qualche misura del divario qualitativo tra i medesimi e della esistenza di situazioni di particolare sensibilità, verso le quali la pianificazione operativa e, ancor più, la progettazione devono prestare una particolare attenzione mirata ad evitare che si producano impatti critici.

In questa sede l'indice quantitativo è stato dunque utile, come è già stato ribadito, per dosare i gradi di attenzione che in ciascun bacino o polo estrattivo devono essere prestati all'inserimento paesistico dell'attività estrattiva, ed è stato utile per esprimere valutazioni in

ordine ai grandi scenari alternativi che si possono configurare, nel lungo periodo, per la localizzazione del complesso delle attività estrattive.

In altri termini, l'indice quantitativo è stato un mezzo utile per rendere meno arbitraria una valutazione che, alla fine, è ancora di ordine qualitativo. Strumento di lavoro, dunque, più che mezzo per stabilire graduatorie aventi valore normativo alla stregua di gradi di vincolo.

Anche per questo motivo si è ritenuto di non dover fare esplicito riferimento, nelle schede descrittive e **nelle normative di indirizzo** degli ambiti geogiacimentologici e dei bacini estrattivi, ai valori numerici dell'indice, limitandosi ad indicazioni ancora sostanzialmente di carattere descrittivo e qualitativo.

3.2.5. UN QUADRO DEGLI SCENARI DELLA LOCALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA NEL PAESAGGIO DELLA PIANURA PIEMONTESE

Tra i suoi compiti il **DPAE** ha quello di **indirizzare** la localizzazione dell'attività estrattiva. Questo compito è stato il più delle volte inteso come l'imposizione di una serie di limitazioni di tipo ambientale, paesistico, ecologico, urbanistico, ecc.. Tuttavia questo modo di intendere il ruolo del **DPAE** è discutibile, poiché esso finisce per attribuire al **DPAE** dei compiti che sono di competenza della pianificazione territoriale, urbanistica e paesistica: a questi piani spetta il compito di porre limitazioni localizzative sulla base della considerazione del complesso integrato dei fattori limitanti. In quale modo, dunque, il **DPAE** deve “**indirizzare** la localizzazione dell'attività estrattiva”?

A tale domanda si può rispondere affermando che al **DPAE ha un ruolo di indirizzo per la formazione dei Piani Provinciali, delineando** delle strategie localizzative, che, a partire dalle tendenze storicamente consolidate e da quelle in atto, configuri degli scenari localizzativi, che tendano a rendere più razionale la distribuzione spaziale delle attività estrattive, tenendo conto dell'equilibrio tra domanda ed offerta, della presenza della risorsa primaria e di una serie di limitazioni imposte dal complesso della pianificazione del territorio e della vincolistica di legge, e rinviando alle procedure di VIA la valutazione della compatibilità ambientale dei singoli progetti.

Ciò premesso, si può, delineare la strategia **del documento di programmazione** configurando gli scenari localizzativi che questa dovrebbe, sul medio-lungo periodo, perseguire.

Considerata nel suo complesso, la pianura piemontese presenta alcuni connotati paesistici di fondo, pur nelle differenziazioni tra i sistemi dell'alta, della media e della bassa pianura.

Innanzitutto essa è costituita da un fitto agromosaico, che è il risultato di un lunghissimo processo storico, di cui conserva ancora, pur in varia misura da luogo a luogo, tracce risalenti alla *centuriatio* romana. Sul reticolo di questo fitto agromosaico si inserisce la rete delle strade poderali e dell'insediamento rurale, anch'esso caratterizzato da regolarità geometrica, pur diversa da un territorio all'altro, in relazione sia alla storia che al tipo di agricoltura.

Sul reticolo dell'agromosaico si inserisce inoltre la rete di un ricco e variamente fitto sistema irriguo di canali e di rogge: ben presente nel Cuneese, nel Pinerolese e nel Torinese, più rado nell'Alessandrino e nel Tortonese, imponente e complesso nelle risaie del Vercellese e del Novarese.

Ad osservare dall'alto questa integrata struttura di vari tipi di reticoli si ha l'impressione di essere di fronte ad un disegno risultante da una intenzionalità progettuale unitaria che vi ha conferito quella razionalità geometrica, che costituisce l'aspetto caratteristico e inconfondibile del paesaggio della nostra pianura.

Altrettanto evidente appare, anche solo alla semplice osservazione visiva, il dualismo tra la razionalità del disegno di questo agrotessuto di pianura e la 'razionalità' (o 'irrazionalità'), che ha presieduto al disegno dell'insediamento urbano e infrastrutturale della industrializzazione. Anche il reticolo urbano-infrastrutturale della pianura è generalmente fitto, pur nel divario esistente tra l'area più densa della corona della metropoli torinese e l'area più rarefatta delle risaie vercellesi.

Questo territorio che, nonostante l'urbanizzazione diffusa, continua a mantenere la sua dominante connotazione agricola, è segnato dal reticolo idrografico dei torrenti e dei fiumi i quali costituiscono la componente naturale primaria della pianura. I letti dei corsi d'acqua naturali, pur nelle loro apprezzabili differenze (si pensi alle profonde incisioni del Maira, della Stura di Demonte e in genere dei corsi d'acqua della piana di Mondovì rispetto all'andamento assai poco inciso degli altri corsi d'acqua della media e bassa pianura), presentano in generale la caratteristica di essere il territorio privilegiato dell'arboricoltura, che in Piemonte è dominata dalla pioppicoltura. Solo in alcuni casi si riscontra ancora la presenza consistente di boschi ripariali di interesse ecologico: basti citare la Stura di Demonte e quella di Lanzo, il Malone e l'Orco e, con ben maggiore consistenza, il Sesia e il Ticino.

E' lungo le fasce fluviali, o nelle loro immediate adiacenze, cioè nel paesaggio dei piani di divagazione del Po e dei suoi affluenti, che storicamente si concentra la maggior parte dell'attività estrattiva; essendo queste le aree dove la risorsa primaria è presente e sfruttabile nelle condizioni più favorevoli.

Il problema di fronte al quale la **programmazione** regionale delle attività estrattive si trova è, in larga misura, rappresentato da una alternativa che assume il carattere di scelta strategica: o le attività estrattive, pur in un quadro di compatibilità ambientale precisamente definito, continuano a concentrarsi in larga misura in questi ambiti, o esse vengono sospinte all'esterno localizzandosi nell'agrotessuto o nella commistione di agrotessuto e di urbano-infrastrutturale, di cui si è detto.

A sostegno di questa seconda alternativa vengono generalmente avanzati degli obiettivi di rinaturalizzazione degli ambienti fluviali e parafluviali, che in questa ottica si profilano come il reticolo portante di un integrato sistema di parchi naturali della pianura.

A sostegno della prima alternativa viene soprattutto fatta valere l'esigenza della tutela dell'agromosaico dall'effetto intrusivo delle attività di cava; effetto intrusivo che non è solo lacerazione dell'agromosaico, interferenza con l'attività agricola del contesto, con il sistema irriguo e con le falde sotterranee oltre che perdita di suoli ad elevata capacità d'uso agricolo, ma è anche maggiore impatto visivo di attività che, se inserite all'interno di un fitto tessuto di arboricoltura quale quello che generalmente contraddistingue le fasce fluviali, risultano meno visibili che se collocate nella pianura agricola.

Ambedue queste opzioni alternative hanno, dalla loro, una parte di ragione, che tuttavia non può schematicamente e meccanicamente tradursi in vincolo rigido e generalizzato per tutto il territorio di pianura. Esse indicano degli orientamenti, che il linea generale sono condivisibili. Come non condividere infatti una strategia, che è una costante delle politiche territoriali europee più avanzate, di rinaturalizzazione delle fasce fluviali di pianura? D'altra parte, come non farsi carico della tutela di un agrotessuto ricco di storia, dotato di un delicato equilibrio interno troppo spesso ignorato dall'infrastrutturazione e dall'urbanizzazione?

Tenendo conto della gamma tipologica delle attività estrattive, non si può escludere che alcune di queste possano risultare compatibili con localizzazioni opportunamente scelte nell'ambito di dati tipi di agrotessuto, così come non si può escludere che determinati ambiti di agrotessuto presentino un elevato grado di incompatibilità con qualunque tipo di attività

estrattiva (si pensi alle aree di agricoltura intensiva o altamente specializzata, o alle aree più consolidate ed efficienti della risaia). Così per le fasce fluviali, oltre alle aree dove l'attività estrattiva risulta incompatibile per motivi di sicurezza idraulica, o scarsamente compatibile per motivi ecologici o paesaggistici, non si può escludere che essa, nei giusti modi, non solo risulti compatibile, ma anche possa favorire i processi di rinaturalizzazione tramite opportuni rimodellamenti e recuperi di determinate porzioni di fascia fluviale. In particolare risulta interessante la linea costituita dai terrazzi **fluviali** che **possono**, sulla base di una adeguata progettazione idraulica, costituire un ambito privilegiato per l'attività estrattiva mirata anche ad ampliare le aree di laminazione delle piene e gli ambiti di interesse ecologico e paesaggistico tramite adeguate sistemazioni.

E' in questa ottica che una vincolistica generalizzata e schematica rischia di risultare, a conti fatti, irrazionale sia dal punto di vista di un efficiente uso delle risorse, che dal punto di vista della compatibilità ambientale di tale uso.

Una decisione in ordine alla compatibilità localizzativa delle attività estrattive richiede, pur nell'ambito dei criteri strategici sopra indicati, un grado di dettaglio geografico dell'informazione ben più spinto, grado di dettaglio che deve essere assicurato da una successiva fase di pianificazione operativa, (**cf. in merito il paragrafo 3.4 della relazione**) ma soprattutto dall'adozione delle procedure di VIA per le attività estrattive, così come previsto dalla legge.

Riassumendo possiamo riprendere in sintesi alcune considerazioni generali sui vari tipi di paesaggio, sui motivi principali della loro sensibilità e sugli orientamenti da seguire per la ricerca della compatibilità paesaggistica dell'attività estrattiva.

Come si è visto il paesaggio di pianura può essere suddiviso in almeno quattro grandi categorie di paesaggio:

- le aree della pianura agricola, la cui componente più sensibile è appunto costituita dal sistema agricolo, dalle sue testimonianze storiche e dall'alto grado di visibilità;
- le piane di divagazione fluviale consistenti in vari tipi di fasce fluviali, dove le componenti più sensibili sono relative alle dinamiche idrauliche, agli ecosistemi là dove questi sono ancora presenti e al paesaggio;
- gli ambiti dei terrazzi alluvionali e degli anfiteratri morenici, dove le componenti più sensibili sono quella ecologica e paesaggistica;

- le piane di fondovalle, sensibili sia per gli aspetti paesaggistici connessi all'alta visibilità, sia per gli aspetti ecologici e di uso agricolo e insediativo;
- i versanti montani, altamente sensibili per gli aspetti paesaggistici, ecologici e per i problemi di stabilità;
- le aree dove il mosaico agricolo si è fortemente intrecciato con il tessuto edificato e infrastrutturato della città diffusa, dove la qualità del paesaggio è più scadente, ma dove è anche più alto il potenziale di visibilità.

Ogni categoria pone dei problemi suoi specifici, che ulteriormente si differenziano da luogo a luogo. Tuttavia si possono definire alcuni criteri generali che consentono di delineare delle priorità d'azione.

Innanzitutto occorre partire dalla considerazione dello stato di fatto, che vede la quasi totalità dei poli estrattivi storicamente localizzati nelle piane di divagazione fluviale. E' evidente che un drastico cambiamento di questa situazione sarebbe destinato a produrre un consistente impatto soprattutto sulle aree della pianura agricola.

Pertanto diviene prioritario verificare, ad una scala operativa, il potenziale giacimentologico delle aree di divagazione fluviale sfruttabile in condizioni di compatibilità ambientale e, successivamente a questa verifica e, in particolare per quelle situazioni dove l'offerta della risorsa estrattiva dovesse risultare sensibilmente in difetto rispetto alla domanda, si porrebbe il problema della ricerca di nuovi potenziali giacimenti presenti sia nelle piane agricole che nei terrazzi alluvionali (là dove questi sono effettivamente sostitutivi di quelli in fase di esaurimento).

In ogni caso, il **DPAE** può porsi l'obiettivo strategico di ridurre l'eccessivo carico delle attività estrattive nelle aree di divagazione fluviale, operando, con la necessaria progressione, un riequilibrio del peso localizzativo tra aree di pianura e aree di montagna e, all'interno delle aree di pianura, tra aree di divagazione fluviale e aree di terrazzo alluvionale.

Per rendere più consapevole e fondata la valutazione della compatibilità paesistica, sarebbe di grande utilità il monitoraggio delle cave attive presenti nei diversi ambiti, potendosi in tal modo verificare nella pratica la casistica dei possibili impatti in relazione ai vari tipi di cava e ai vari tipi di ambiente in cui questa opera.

La linea qui rapidamente tracciata può essere quella seguita dal **DPAE** nel passaggio dalle indicazioni strategiche di questa prima fase agli sviluppi operativi delle fasi immediatamente successive.

3.2.6. ANALISI DESCRITTIVA DELLE CARATTERISTICHE PAESISTICHE E STORICO-AMBIENTALI DEGLI AMBITI GEOGIACIMENTOLOGICI E DEI BACINI ESTRATTIVI

L'analisi descrittiva delle principali caratteristiche paesistiche e storico-ambientali degli ambiti geogiacementologici e dei bacini estrattivi è riportata nel Quadro di riferimento informativo di ogni singolo ambito e bacino nelle Norme di **Indirizzo** (Volume 3) al quale si rimanda.

Come si è detto nei paragrafi che precedono, le fonti informative sono costituite da due documenti della Regione Piemonte: il primo costituito dalla “*Carta dei paesaggi agrari e forestali del Piemonte*” il secondo dalla “*Carta delle aree ambientali antropizzate e dei beni architettonici e urbanistici*”.

Nella “*Carta dei paesaggi agrari e forestali del Piemonte*” il paesaggio viene suddiviso in ‘sistemi’, in ‘sottosistemi’ e in sovraunità’ e nella “*Carta delle aree ambientali antropizzate e dei beni architettonici e urbanistici*” il territorio viene suddiviso in ‘subaree’, che vengono ordinate secondo sei categorie di valore storico-ambientale.