



Repubblica e
Cantone
Ticino

Dipartimento del
Territorio

Divisione Territoriale
e della Mobilità

Sezione Sviluppo
Territoriale

Ufficio Piano Direttore

AETi

Gruppo di lavoro

Attività Estrattive

in Ticino



MUTTONI & BEFFA SA
Geofisica e Geologia

Via Cantonale 15
CH 6760 FAIDO
T+41(0)91 866 31 81
F+41(0)91 866 32 20
admin@mebsa.ch
<http://www.mebsa.ch>



Dionea SA
6600 LOCARNO

Lungolago Motta 8
6600 Locarno
Tel: ++41'91'751'51'20
Fax: ++41'91'751'93'46
<http://www.dionea.ch>

m&b09.1201/2-13

Scala: -

Formato: A4

Rel.	Visto	Dis.
GC/DF	SC/FB	SC/AC

Data:	15. 05. 2013
Rev.:	24. 06. 2013
Rev.:	24. 07. 2013
Rev.:	30. 08. 2013

Ti.petra 2013

Approfondimenti territoriali per la
scheda PD-V8

Elementi informativi

Indice

1. Introduzione generale	4
2. Obiettivi	4
2.1 Spiegazione del processo che ha portato all'allestimento del giudizio di sintesi finale del 2010	4
2.2 Argomenti relativi alla dismissione di alcuni comparti estrattivi.....	5
2.3 Oggetti critici: nuova coltivazione o nuova destinazione?.....	5
2.4 Aggiornamento delle schede di comparto presentate in dicembre 2010.....	5
2.5 Verifica del potenziale residuo di coltivazione e dei limiti attuali di coltivazione	6
2.6 Descrizione degli attuali metodi di gestione degli scarti	6
3. Complementi alla relazione tecnica del 23 dicembre 2010.....	6
3.1 Valutazione dei comparti in termini di potenziale di coltivazione	7
3.2 Sintesi dei risultati dei parametri ambientali	9
3.3 Giudizio di sintesi finale.....	10
4. Fattori geologici e ambientali alla base della criticità di alcuni comparti attivi.....	12
4.1 Elenco dei fattori geologici che rendono critici i comparti di Personico e Riveo sponda destra	13
4.1.1 PER-2B-1.....	13
4.1.2 PER-2B-2.....	13
4.1.3 PER-2C.....	14
4.1.4 RIV-9B.....	14
4.1.5 RIV-9C.....	15
4.2 Elenco dei fattori ambientali che rendono critici i comparti di Personico e Riveo sponda destra	15
4.3 Sintesi dei fattori geologici e ambientali critici che inducono alla dismissione di alcune cave..	16
5. Comparti critici, gestione e destinazione	16
5.1 Proposte per la gestione controllata della dismissione di un oggetto	17
5.1.1 Obiettivi prioritari	17
5.1.2 Assicurazione dei requisiti minimi.....	18
5.2 Nuova destinazione degli oggetti dismessi e chiusi.....	21
5.2.1 Recupero di tipo naturalistico.....	22
5.2.2 Recupero come discarica per materiali inerti	23
5.2.3 Recupero per attività ricreative e culturali.....	23
5.2.4 Recupero per agricoltura e pascolo	24
5.2.5 Recupero per produzione di energia fotovoltaica.....	24
5.2.6 Recupero per creazione di bacini idrici o serbatoi	24
5.2.7 Recupero per costruzione di infrastrutture	25
5.2.8 Recupero come area attrezzata per attività di protezione civile o di polizia	25
5.3 Progetto di riqualificazione dell'area delle cave di Arzo e riutilizzo degli stabili.....	26
5.4 Studio "Laminazione delle portate centrale AET di Personico"allestito in marzo 2009	27
6. Aggiornamento delle schede di comparto allestite nel 2010.....	30
7. Potenziale residuo di coltivazione e limiti di coltivazione	30
7.1 Comparto di Personico	31
7.2 Comparto di Riveo sponda destra.....	31
7.3 Altri comparti critici / inattivi.....	35
8. Gestione degli scarti.....	37
8.1 Tipologia di scarto	38
8.1.1 Scarti lapidei	38
8.1.2 Scarti terrigeni e humosi.....	38
8.1.3 Limo di segagione.....	39
8.2 Utilizzo e deposito attuale degli scarti	39
8.2.1 Scarti lapidei	39
8.2.2 Scarti terrigeni e humosi.....	40
8.2.3 Limi di segagione.....	41
8.2.4 Frantumazione e produzione di inerti	41
8.3 Potenzialità d'ottimizzazione per la gestione degli scarti	43
8.3.1 Scarti lapidei	44
8.3.2 Scarti terrigeni e humosi.....	44
8.3.3 Limi di segagione.....	44
9. Bibliografia	46

Indice allegati

ALLEGATO 1: Schede di comparto.

ALLEGATO 2: Planimetrie di comparto.

ALLEGATO 3: Osservazioni per singoli "oggetti" territoriali.

Indice delle tabelle

Tabella 1: Riassunto delle valutazioni atte a definire il potenziale di coltivazione dei comparti.	7
Tabella 2: significato delle note 1 e 5.	8
Tabella 3: pesi attribuiti a ciascun parametro specifico.	8
Tabella 4: Confronto di tutti i valori ambientali assegnati.	10
Tabella 5: Giudizio finale sui comparti riferito al periodo 2010-2030 (cfr. a).	11
Tabella 6: codice dei sotto-comparti che utilizzeremo per trattare il tema "comparti critici" (cfr. allegato 3 ").	12
Tabella 7: sintesi dei fattori geologici e ambientali critici che evocano uno scenario di dismissione.	16
Tabella 8: calcolo del volume di roccia coltivabile nel comparto di Personico.	31
Tabella 9: calcolo del volume di roccia coltivabile sino al piano coltivazione attuale.	32
Tabella 10: calcolo del volume di roccia coltivabile sino alla quota di 400 msm.	32
Tabella 11: calcolo del volume di roccia coltivabile nella cava di Boschetto.	34
Tabella 12: calcolo del volume di roccia coltivabile per le 3 cave abbandonate a Iragna.	35
Tabella 13: calcolo del volume di roccia coltivabile nella cava più a sud del comparto di Castione.	36
Tabella 14: calcolo del volume di roccia coltivabile nelle cave di Salorino e S. Salvatore.	36
Tabella 15: calcolo del volume di roccia coltivabile nelle cave del deposito materiali ATG.	37
Tabella 16: produzione di scarti (m ³ annui, dati 2010) e costi di trasporto teorici.	42

Indice delle figure

Figura 1: Scarpata a fronte unico, subverticale [d].	18
Figura 2: Ultima fase di avanzamento verso monte, prima della dismissione definitiva. h = altezza gradone, l = lunghezza ripiano.	19
Figure 3: riporto del materiale di scarto della lavorazione alla base delle pareti rocciose[d], risp., dei gradoni.	20
Figura 4: metodo di recupero coordinato dall'attività di comparto [d].	20
Figura 5: Situazione. Immagine tratta da Google earth.	26
Figura 6: andamento delle variazioni dei deflussi – medie invernali – presso la stazione di misurazione a Pollegio.	28
Figura 7: Comparto 9 RIV (Boschetto).	33
Figura 8: situazione scarti, volumi annui, distanze e costi virtuali di trasporto.	43
Figura 9: trattamento limo di segagione.	45

1. Introduzione generale

Nell'ambito dei lavori di preparazione della scheda V8 di Piano Direttore per il settore lapideo del Canton Ticino sono stati allestiti alcuni documenti per offrire una visione aggiornata e possibilmente completa.

Fra questi - in data 5 febbraio 2013 - sono state consegnate una sintesi degli elementi di macroeconomia e una relazione sui modelli di coltivazione alternativi. Questi elementi hanno permesso di completare la bozza di scheda, in fase d'elaborazione da parte dei servizi dell'Amministrazione cantonale.

Per il completamento della scheda sono tuttavia stati considerati necessari altri approfondimenti tematici che vengono sintetizzati e presentati nel presente documento. Questi ultimi consistono prioritariamente nella fornitura di precisazioni allo studio Ti.petra 2010 e nell'approfondimento dei comparti critici o in via di esaurimento a breve-medio termine.

2. Obiettivi

Gli obiettivi principali di questo rapporto informativo sono i seguenti:

- precisare il giudizio di sintesi finale allestito nell'ambito dello studio Ti.petra 2010;
- fornire spiegazioni sui comparti critici;
- determinare la possibilità per una nuova coltivazione oppure indirizzare tali comparti verso una nuova destinazione;
- sviluppare alcuni aspetti poco chiari nelle schede di comparto del progetto Ti.petra 2010 (cfr. allegato 1 di [a]);
- aggiornare, per gli oggetti critici, i perimetri delle carte di coltivazione del 2010 (cfr. allegato 2 di [a]) allo stadio documentato più recente;
- descrivere la gestione attuale degli scarti dei comparti attivi e fornire delle indicazioni per il loro possibile riutilizzo.

2.1 *Spiegazione del processo che ha portato all'allestimento del giudizio di sintesi finale del 2010*

Nell'ambito del progetto Ti.petra 2010 sono state programmate visite sistematiche con valutazioni di merito per tutti i 12 comparti estrattivi. Sulla scorta di questi elementi, nell'estate 2010, gli scriventi hanno allestito una relazione tecnica contenente delle valutazioni geologiche/geomorfologiche e ambientali per ciascun comparto estrattivo.

Al capitolo 3, per facilitare la comprensione della tabella contenente il giudizio di sintesi finale, si illustra nel dettaglio come siano stati valutati e ponderati tutti i valori presentati in Ti.petra 2010.

Inizialmente, per ogni comparto, vengono ripresi i voti assegnati ai parametri geologici/geomorfologici e ambientali. In seguito, s'illustra come si è proceduto alla ponderazione dei voti per giungere alla valutazione del potenziale di coltivazione (cfr. 3.1) ed alla valutazione di sostenibilità di coltivazione (cfr. 3.2). Infine, sono fornite le motivazioni che hanno portato al giudizio di sintesi finale (cfr. 3.3).

2.2 Argomenti relativi alla dismissione di alcuni comparti estrattivi

Gli oggetti critici sono suddivisi in 2 gruppi:

- oggetti critici tutt'ora attivi che, a seguito delle valutazioni presentate in Ti.petra 2010, risultano essere in crisi dal punto di vista estrattivo e/o ambientale (in particolare le cave di Personico e quelle di Riveo sponda destra);
- oggetti critici inattivi o definitivamente chiusi. Alcuni sono oggi utilizzati come discariche di materiali inerti.

Al capitolo 4 si pone particolare accento sugli oggetti critici, valutandoli dal punto di vista geotecnico, geomorfologico e ambientale. I fattori critici che con i metodi di coltivazione attuali portano inevitabilmente alla dismissione di alcuni comparti sono elencati e descritti di seguito.

2.3 Oggetti critici: nuova coltivazione o nuova destinazione?

Un capitolo è dedicato in modo particolare ai comparti in crisi (oggetti critici), sviluppandovi le indicazioni del caso, elencando le problematiche importanti da non trascurare durante la fase di dismissione di ciascun comparto e offrendo spunti per una procedura controllata di progressiva dismissione.

Per i comparti già dismessi o attualmente non in attività (chiusi), laddove possibile, vengono fornite delle indicazioni per una nuova coltivazione. L'utilizzo di metodi alternativi come ad esempio l'adozione di tipologie estrattive in semi-sotterranea oppure in sotterranea permetterebbero, infatti, la rigenerazione e la riqualificazione di alcune cave, ottimizzando al contempo la gestione del territorio. Nel caso di alcune cave di piccole dimensioni, in virtù del particolare valore petrografico e/o culturale della specifica pietra estratta, è stato possibile ipotizzare una riapertura con ritmi estrattivi ridotti, codificandole quali "cave di nicchia".

Per i comparti più problematici e tutt'ora attivi dove, per una serie di motivi di carattere geomorfologico e/o ambientale, non è possibile la coltivazione a medio termine, si identificano delle opzioni per una loro nuova destinazione, sottoforma di scenari di sviluppo a medio-lungo termine (progressiva dismissione, riconversione, sistemazione morfologica e d'ingegneria naturalistica, ecc.).

Per i comparti presso cui l'attività estrattiva è cessata definitivamente e non vi sono né possibilità, né peculiarità che ne giustifichino una loro eventuale riapertura, sono sviluppate delle indicazioni per una riqualificazione territoriale d'altro genere.

2.4 Aggiornamento delle schede di comparto presentate in dicembre 2010

Per ciascun comparto, nel dicembre 2010, sono state allestite delle schede sinottiche (cfr. [a], allegato 1) contenenti informazioni di carattere geografico-amministrativo, geologico-geomorfologico, un quadro di coltivazione sommario e degli aspetti relativi agli impatti ambientali.

Nonostante le verifiche sul terreno e le indicazioni da parte di alcuni operatori, qualche informazione contenuta nelle schede non è stata confermata in realtà.

Sulla base di alcune nuove informazioni, tuttavia, è ora possibile completare i dati ritenuti incerti o inesatti nel 2010.

2.5 Verifica del potenziale residuo di coltivazione e dei limiti attuali di coltivazione

Per i comparti critici è ricalcolato e aggiornato il limite di coltivazione sulle planimetrie di comparto e nelle schede sinottiche.

Per gli oggetti tutt'ora attivi, in ragione di una migliore precisione e di una fotografia il più possibile attuale della situazione, si è deciso di far eseguire una serie di riprese mediante mini-drone. Tale operazione ha permesso di ottenere un DTM preciso con ortofoto dettagliate e delle vedute panoramiche in 3 dimensioni dello stato di avanzamento di coltivazione(stato: aprile 2013).

Per l'aggiornamento dei limiti di coltivazione degli oggetti critici attualmente chiusi e inattivi, vale la fonte di informazione Swisstopo (serie 2006, 2009 e 2010 fornite dall'amministrazione cantonale).

2.6 Descrizione degli attuali metodi di gestione degli scarti

In generale, per una corretta e univoca gestione dei materiali di scarto è auspicabile una razionalizzazione dell'attività di cava, rispettivamente una politica degli inerti calibrata a livello di singola regione (potenzialità, fabbisogni, trasporti, ecc.).

Una riduzione della produzione di scarti, rispettivamente il riutilizzo dei residui generati nelle diverse fasi di lavoro, permetterebbe sia una miglior gestione di alcuni comparti, sia un ridotto impatto territoriale.

In questa relazione (cfr. capitolo 8) è dapprima descritta la modalità di gestione dei diversi materiali di scarto nei comparti più importanti; in seguito, sono segnalate alcune proposte operative per una migliore valorizzazione degli scarti e un'ottimizzazione gestionale dei materiali.

3. Complementi alla relazione tecnica del 23 dicembre 2010

La valutazione del dicembre 2010 è stata effettuata a livello di comparto estrattivo, in sostanza più concessioni associate come se si trattasse di un solo fronte di cava. Ciononostante, per alcuni siti particolarmente disomogenei, sono stati eseguiti degli approfondimenti suddividendo il comparto per le diverse caratteristiche territoriali ed ambientali. Purtroppo, rammentiamo che - in accordo con il Committente - non si è mai operato con valutazioni a livello di concessione o di singola cava.

In fase di sintesi dei lavori, la suddivisione di alcuni comparti in "sotto-comparti", in particolare per una loro migliore caratterizzazione ambientale, è stata mantenuta fino alla valutazione finale e, in seguito, parzialmente riaccorpata nei comparti originali.

La relazione tecnica Ti.petra 2010 ha definito per ogni comparto sia il potenziale di coltivazione (considerando soprattutto gli aspetti geologici e geomorfologici, tralasciando le valutazioni commerciali e tecniche che competono più al singolo cavista), sia l'impatto ambientale prodotto dalle fasi di estrazione.

Una valutazione congiunta degli aspetti geologici/geomorfologici e di quelli ambientali è stata riassunta in una tabella che rappresenta il giudizio di sintesi finale di ogni comparto (cfr. 3.3).

3.1 Valutazione dei comparti in termini di potenziale di coltivazione

Ricordiamo che nel 2010 si è lavorato su 12 comparti ad eccezione, per quanto riguarda le valutazioni di carattere geologico e geomorfologico, dei comparti "04-LORI" e "09-RIV". Quest'ultimi sono risultati troppo eterogenei e si è perciò deciso di lavorare a livello di sotto-comparto. Il comparto "04-LORI" è stato suddiviso in Iragna e Lodrino. Il comparto "09-RIV" è stato separato in Riveo sponda destra e Riveo sponda sinistra.

Il potenziale di coltivazione di ogni comparto è stato definito sulla base di parametri specificamente scelti e valutati, in correlazione con quanto riportato nelle schede sinottiche. Quest'ultime sono state allestite sulla base delle informazioni fornite dagli operatori del settore e dopo sommaria verifica e osservazione sul terreno.

Un riassunto delle valutazioni utilizzate per definire il potenziale di coltivazione di ciascun comparto è stato presentato in forma tabellare (cfr. tabella 1).

N. COMPARTO	SIGLA	NOME	Stato (chiusa/attiva)	Settori considerati	Parametri di valutazione							Potenziale di coltivazione e mantenimento			
					Rarità della pietra	Qualità materiale - resa estrattiva	Potenziale estrattivo	Inclinazione versante	Altezza del fronte di scavo	Presenza materiale sciolto	Esposizione ai pericoli naturali	1-5	Attenuato	Buono	Ottimo
01	LAV	LAVORGO	C	Unico	4	3	4	4	3	4	3.5	3.4			
02	PER	PERSONICO	A	Unico	4	3	3	2	4	1	2	2.5			
03	MAL	MALVAGLIA	A	Unico	5	4	4	4	3	3	4	3.6			
04	LORI	IRAGNA LODRINO	A	Iragna	3	3	4	4	3	2	3	2.9			
			A	Lodrino	3	4	5	2	1	4	3.5	3.3			
05	CRESO	CRESCIANO OSOGNA	A	Unico	3	4	5	4	3	4	4	3.6			
06	CAST	CASTIONE	C	Unico	5	4	4	3	2	4	3	3.5			
07	VERZ	VERZASCA	A	Unico	4	3	4	3	3	3	2	2.9			
08	ONS	ONSERNONE	A	Unico	4	3	4	3	3	3	3	3.1			
09	RIV	RIVEO	A	Riveo dx	3	3	3	3	2	4	2	2.7			
			A	Riveo sx	3	3	4	3	3	2	3.5	2.9			
10	LIN	LINESCIO	A	Unico	3	3	4	2	3	4	3	3.0			
11	PEC	PECCIA	A	Unico	5	4	5	3	2	4	3	3.6			
12	ARZ	ARZO	C	Arzo	5	4	5	5	5	4	4	4.1			

Tabella 1: Riassunto delle valutazioni atte a definire il potenziale di coltivazione dei comparti.

Per ogni parametro specifico sono state assegnate delle note comprese in una scala di valori tra 1 e 5 (cfr. tabella 1). Per permettere la comprensione delle note assegnate a ciascun comparto chiariamo il significato delle note 1 e 5 (cfr. tabella 2).

Parametro specifico	Significato dei valori estremi
Rarità della pietra	1: pietra ricorrente, presente frequentemente sul territorio. 5: pietra molto rara, presente in pochi settori.
Qualità materiale – resa estrattiva	1: pessimo rapporto. 5: ottimo rapporto.
Potenziale estrattivo	1: critico. 5: ottimo.
Inclinazione versante	1: accentuata. 5: moderata.
Altezza del fronte di scavo	1: molto elevata. 5: ridotta.
Presenza di materiale sciolto	1: in grandi quantità sulla sommità dei fronti di scavo. 5: in piccole quantità sulla sommità dei fronti di scavo.
Esposizione ai pericoli naturali	1: molto presente. 5: poco presente.

Tabella 2: significato delle note 1 e 5.

Il potenziale di coltivazione e, di riflesso, di mantenimento di ogni comparto è stato calcolato effettuando la media ponderata delle note da noi assegnategli.

Le note attribuite al singolo comparto sono già di per sé una ponderazione qualitativa e potrebbero differire (seppur in misura limitata) da una valutazione di dettaglio eseguita a livello di singola cava.

Il peso attribuito ad ogni parametro specifico è riassunto alla tabella 3.

Parametro specifico	Peso attribuito
Rarità della pietra	1.0
Qualità materiale – resa estrattiva	1.5
Potenziale estrattivo	1.0
Inclinazione versante	0.5
Altezza del fronte di scavo	0.5
Presenza materiale sciolto	1.0
Esposizione ai pericoli naturali	1.0

Tabella 3: pesi attribuiti a ciascun parametro specifico.

Il rapporto tra qualità del materiale e resa estrattiva è un fattore d'importanza maggiore nell'ambito dell'analisi di redditività di una cava (e, di riflesso, di una decisione circa la sua progressiva dismissione o meno).

In genere: più il materiale è fratturato o presenta disomogeneità, meno interessante sarà la sua resa in termini materiali ed economici.

L'inclinazione del versante e l'altezza del fronte di scavo sono parametri ponderati per la metà del loro valore, poiché relativi entrambi alla stessa problematica concernente la stabilità del fronte. Questa ponderazione permette di attribuire lo stesso peso al fattore "stabilità" (caratterizzato quindi dai parametri "inclinazione del versante" e "altezza del fronte di scavo") rispetto agli altri parametri specifici.

Il valore finale, risultato della media ponderata, è stato utilizzato per definire il potenziale di coltivazione e mantenimento; nello specifico attribuendo il seguente giudizio.

- Attenuato (colore rosso): < 2.8
- Discreto (colore arancione): ≥ 2.8 e ≤ 3.0
- Buono (colore giallo): > 3.1 e ≤ 4.1
- Ottimo (colore verde): > 4.2

3.2 Sintesi dei risultati dei parametri ambientali

Il rilievo degli aspetti ambientali per le varie aree estrattive è stato realizzato tramite una serie di sopralluoghi effettuati nel settembre 2010, in contraddittorio da parte di almeno 2 operatori.

La documentazione tecnica e storica messa a disposizione dall'amministrazione cantonale (carta delle zone di protezione delle acque, banche-dati oggetti naturali d'inventario, foto aeree storiche, avanzamento dei fronti cava, ecc.) è stata consultata in fase preliminare, ciò ha permesso una presa di conoscenza ancorché sommaria ma oggettiva, adottando il medesimo approccio per ogni sito e verificandone poi le differenti peculiarità direttamente sul posto. In alcuni casi è stato possibile confrontare la valutazione svolta in forma di "istantanea" con conoscenze pre-esistenti, o tramite colloqui puntuali, con i rappresentanti del ramo estrattivo e dell'amministrazione cantonale.

Le schede allestite per ogni comparto comprendono pure singole note descrittive riguardanti l'apprezzamento e un quadro di sintesi generale.

La ripartizione degli sforzi su 12 comparti estrattivi, come pure la volontà di procedere a delle verifiche a livello di comparto e non di singola concessione, è una impostazione precedentemente definita in accordo con il committente del lavoro (Sezione per lo Sviluppo Territoriale - Ufficio del Piano Direttore cantonale).

In fase di rilievo- in particolare per i comparti maggiormente estesi ed eterogenei - ci si è resi conto di come fosse difficile uniformare le valutazioni ambientali in un'unica scheda di comparto. In questi casi, si è pertanto preferito svolgere delle valutazioni a settori (o sotto-comparti), comprensivi di una o più concessioni situate in un medesimo contesto territoriale, di riflesso, procedendo all'allestimento di più schede per singolo comparto, avendo purtuttavia premura di conservare la possibilità di condensare le valutazioni dei sotto-comparti in un'unica scheda.

I risultati delle valutazioni sono riportati e descritti nelle rispettive schede ambientali di comparto/settore. Di seguito, è riportata una sintesi complessiva che racchiude in un'unica tabella di confronto tutti i valori assegnati, di fatto, rappresentando una sorta di **matrice degli impatti**.

N. COMPARTO	SIGLA	SETTORE	Nome	Stato (chiusa/attiva)	Rumore	Vibrazioni	Polveri	Proiezioni	Acque sotterranee e Siti inquinati	Acque superficiali	Traffico indotto	Tutela del paesaggio	Oggetti naturalistici inv.	Neofite	Foreste e dissestamenti	Scarti lapidei	limo di segazione	altri rifiuti	Sostenibilità di coltivazione parametri ambientali			
																			1	2	3	4
01	LAV	01a	Lavorgo	C	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	3.4	insufficiente	Buono	Ultimo
		01b	Giornico	C	1	1	1	2	1	2	1	2	1	3	3	1	1	2	3.0			
02	PER	02a	ovest (2 cave)	C	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	1	2	3.3			
		02b	centro	A	2	1	2	2	1	2	2	1	1	3	3	1	0	1	3.0			
		02c	est	A	3	1	2	1	2	2	1	2	2	3	2	1	0	2	2.9			
03	MAL	03a	(complessivo)	A	2	1	3	2	2	2	1	2	2	1	3	1	3	1	2.7			
		04a	Lodrino	A	3	2	3	2	2	3	1	3	1	2	2	3	2	2	2.2			
04	LORI	04b	Blono	A	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	3	2	2	2.9			
		04c	Mairano	A	2	1	2		3	2	1	2	1	2	2	2	0	1	3.0			
		04d	Monda	A	2	1	2		1	2	1	2	1	3	3	1	2	2	2.8			
05	CRESO	05a	(complessivo)	A	3	1	3	3	2	2	1	3	1	2	3	2	0	1	2.6			
06	CAST	06a	(complessivo) (3 cave)	C	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	3.5			
07	VERZ	07a	(complessivo)	A	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	0	3	3.1			
08	ONS	08a	(complessivo)	A	2	1	1	1	1	2	3	2	1	2	3	4	3	2	2.5			
09	RIV	09a	Rovana	C	1	1	1	1	3	2	1	2	1	4	1	1	1	2	3.0			
		09b	Boschetto	A	3	1	2	2	3	3	1	4	4	2	3	2	2	1	2.1			
		09a	ovest	A	2	1	2	1	2	3	1	3	4	2	4	4	2	2	2.1			
		09b	est	A	3	1	3	2	2	2	1	2	3	2	4	2	2	2	2.2			
10	LIN	10a	(complessivo)	A	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	4	4	2	2.7				
11	PEC	11a	(complessivo)	A	2	1	1	1	1	3	1	3	1	1	4	4	1	2	2.7			
		12a	Arzo	C	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	2	1	2	3.2			
12	ARZ	12b	Salorino	C	1	1	1	1	3	1	3	2	1	1	2	1	1	1	3.2			
		12c	Breggia	C	1	1	1	1	3	2	1	2	2	2	1	1	1	1	3.2			
		12d	S.Salvatore	C	1	1	1	1	3	1	1	3	1	2	1	1	1	2	3.2			
		12e	Barbengo	C	1	1	1	1	3	2	1	2	1	4	1	1	1	2	3.0			

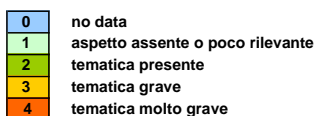


Tabella 4: Confronto di tutti i valori ambientali assegnati.

Le valutazioni sono state espresse su una classificazione 1-4 in base alla "gravità" dell'impatto (1 aspetto assente o poco rilevante - 4 aspetto molto grave), riportandone una media semplice.

La stessa è stata convertita con un semplice artificio aritmetico, ribaltandola in una scala da 5 a 1 (5 comparto sostenibile - 1 comparto problematico) per la "valutazione finale parametri ambientali". Questa classificazione si allinea a quella emessa per la valutazione geologica/geomorfológica e permette al lettore una valutazione di sintesi lineare.

3.3 Giudizio di sintesi finale

Per formulare un giudizio di sintesi, ad eccezione dei comparti "04-LORI" e "09-RIV", si è tornati a lavorare a livello dei 12 comparti estrattivi stabiliti in sede di impostazione del lavoro.

Il giudizio di sintesi finale è stato allestito unendo le diverse valutazioni geologiche/geomorfológicas con quelle ambientali (cfr. tabella 5).

N. COMPARTO	SIGLA	NOME	valutazione finale geologica geomorfologica	valutazione finale parametri ambientali	Valutazione di sintesi finale	Giudizio degli operatori per scenari futuri	
			1-5	1-5		Stato attuale e proiezione con ritmo attuale	Proiezione aumento tradizionale
01	LAV	LAVORGO	3.4	3.3			
02	PER	PERSONICO	2.5	3.1	!		
03	MAL	MALVAGLIA	3.6	2.6			
04	LORI	IRAGNA	2.9	3.0			
		LODRINO	3.3	2.3			
05	CRESO	CRESCIANO OSOGNA	3.6	2.6			
06	CAST	CASTIONE	3.5	3.5			
07	VERZ	VERZASCA	2.9	3.6			
08	ONS	ONSERNONE	3.1	2.5			
09	RIV	RIVEO dx	2.7	2.0	!		
		RIVEO sx	2.9	2.3			
10	LIN	LINESCIO	3.0	2.6			
11	PEC	PECCIA	3.6	2.6			
12	ARZ	ARZO	4.1	3.3			

Tabella 5: Giudizio finale sui comparti riferito al periodo 2010-2030 (cfr. a).

In grigio è evidenziato l'aspetto maggiormente determinante per la valutazione del comparto.

Nella tabella 5 sono dapprima riportate le medie finali ponderate degli aspetti geologici/geomorfologici e ambientali dei diversi comparti. Il punteggio assegnato è compreso tra 1 (pessimo) e 5 (ottimo).

I valori della valutazione finale geologica/geomorfologica sono quelli calcolati alla tabella 1 (cfr. capitolo 3.1).

La valutazione finale ambientale rappresenta la media dei singoli valori di valutazione riportati su una scala 1-5. In proposito, si tiene a precisare che per il comparto Riveo dx la valutazione ambientale non considera il sottocomparto "Rovana" in quanto inattivo e sensibilmente differente dagli altri settori presenti (Boschetto e Riveo ovest).

Nel giudizio finale, riferito al periodo 2010-2030 e per ogni comparto estrattivo, sono stati analizzati i 3 scenari seguenti:

- Scenario 1: stato attuale e proiezione con ritmo attuale (terz'ultima colonna);

- Scenario 2: coltivazione secondo metodo tradizionale, ma con un sensibile incremento della produttività (penultima colonna);
- Scenario 3: passaggio a coltivazione in semi-sotterraneo (ultima colonna).

I giudizi assegnati sono principalmente 3:

- buono (colore verde), sufficiente con possibili problemi (colore arancione) oppure insufficiente (colore rosso).

Il giudizio di sintesi, per quanto riguarda la continuazione della coltivazione dei comparti al ritmo di estrazione attuale (scenario 1), è stato assegnato sulla base dei punteggi ottenuti dai giudizi geologici/geomorfologici e ambientali, dunque:

- **BUONO: entrambe le valutazioni finali (geologica/geomorfologica e ambientale) possiedono dei valori ≥ 2.8 .**
- **SUFFICIENTE ma con problemi: una delle 2 valutazioni finali è < 2.8 .**
- **INSUFFICIENTE: entrambe le valutazioni sono < 2.8 .**

La scelta di una soglia posta a 2.8, pari alla media dei giudizi per gli aspetti ambientali mitigata dalla necessità di avere 2 valori (geologia e ambiente) al di sotto di essa, permette di non esprimere giudizi troppo severi, rispettivamente, di individuare i comparti che sono verosimilmente più critici su cui avviare da subito delle riflessioni circa il loro destino. Il simbolo "!" riportato in tabella 5 significa: comparto molto critico per vincoli geotecnici e geomorfologici, insormontabili con i metodi di coltivazione attuali.

I giudizi riguardanti lo scenario d'incremento della produttività (scenario 2) e quelli riguardanti lo scenario di passaggio ad una coltivazione in semisotterraneo (scenario 3), non sono stati allestiti sulla base dei punteggi finali. Entrambe le valutazioni sono da intendere come meramente qualitative, in particolare sono state allestite ritenendo gli aspetti geologici/geotecnici e ambientali (elencati nella tabella all'allegato 3) desunti dai rilievi di terreno, e valutando l'impatto potenziale degli scenari 2 e 3 sulla stabilità e sull'ambiente.

4. Fattori geologici e ambientali alla base della criticità di alcuni comparti attivi

Sulla base delle riflessioni e dei risultati presentati in Ti.petra 2010, i casi di comparti critici erano principalmente due: Personico e Riveo sponda destra.

Nei prossimi paragrafi si evidenziano i diversi fattori che, supponendo una continuazione della coltivazione adottando le modalità di estrazione attuali, portano a delle criticità sia dal punto di vista estrattivo che ambientale.

Per una migliore lettura l'argomento è trattato non più a livello di comparto, bensì di singola cava oppure di gruppi di cave aggregate (cfr. tabella 6).

Comparto 2010	Sotto-comparto	Descrizione
PER	2B-1	1 cava, centro 1.
PER	2B-2	Molteplici cave, centro 2.
PER	2C	Molteplici cave aggregate, sud.
RIV	9B	1 cava, Boschetto
RIV	9C	Molteplici cave aggregate, Riveo sponda dx.

Tabella 6: codice dei sotto-comparti che utilizzeremo per trattare il tema "comparti critici".

4.1 *Elenco dei fattori geologici che rendono critici i comparti di Personico e Riveo sponda destra*

I comparti con una superficie potenzialmente coltivabile inferiore a quelle sino ad ora coltivate, in genere in presenza di vincoli geomorfologici e di stabilità globale che impediscono un ampliamento degli attuali limiti di coltivazione adottando le tecniche in uso, indicano giacimenti in via d'esaurimento (in pratica: con i ritmi di estrazione appurati si è già raggiunta e superata la soglia definita dalla metà della volumetria di roccia effettivamente asportabile). Se, invece, il potenziale estrattivo eguaglia o supera il volume estratto sino ad oggi, le prospettive future di coltivazione sono considerate favorevoli.

Alcune cave appartenenti ai comparti di Personico e di Riveo sponda destra (cfr. tabella 7) rivelano dei vincoli geologici, geotecnici e geomorfologici che impediscono la coltivazione a lungo termine.

Ai sotto capitoli seguenti, una descrizione dei fattori critici caratteristici di ogni sotto-comparto.

4.1.1 PER-2B-1

Il sotto-comparto "PER-2B-1" è situato sul territorio del Comune di Personico, a monte della centrale idroelettrica. "PER-2B-1" è costituito da una sola cava, coltivata su diversi fronti estrattivi, disposti su differenti gradoni.

La roccia è coltivata secondo una tipologia a cielo aperto, per cava di monte.

Il versante su cui è situata la cava è molto inclinato. Per facilitare l'accesso ai fronti è stata costruita una pista fondata su muri di sostegno.

La roccia è in parte fratturata e spesso oltre il 50% del volume estratto è materiale di scarto.

Durante i periodi piovosi, lungo le pareti rocciose dirimpetto scorrono dei ruscelli. Le acque fluiscono lungo la strada d'accesso alla cava, talvolta trasportando del materiale verso valle.

Oltre ai problemi logistici indotti dalla morfologia impervia del versante, sono presenti pericoli naturali gravitativi quali: franamenti del materiale sciolto (morena) e caduta di sassi (provenienti dal versante e dalle pareti di coltivazione o di dirimpetto).

Il potenziale residuo di coltivazione sarà trattato in dettaglio al capitolo 7.1.

4.1.2 PER-2B-2

Il sotto-comparto "PER-2B-2" è situato sul territorio del Comune di Personico, a valle della località Badresc ed è costituito da molteplici cave che, a causa della loro differente esposizione geomorfologica, andrebbero valutate singolarmente.

La roccia è principalmente coltivata secondo una tipologia a cielo aperto, per cava di monte. Alcune superfici sono ora coltivate con il metodo per trincee discendenti.

Il versante è instabile ed è costituito da una spessa coltre morenica. Lo spessore di morena può superare i 10 m per la cava situata più a sud-est di questo sotto-comparto.

La roccia di migliore qualità è stata coltivata nei banchi inferiori. Questa disposizione stratigrafica ha portato ad affrontare una coltivazione per abbassamento del piano di

cava, con la conseguenza di entrare sotto la quota della falda. Di conseguenza, il piano di cava è spesso, almeno in parte, allagato. L'estrazione in falda diventa più difficoltosa, rischiosa in termini di immissioni nocive nell'ambiente e onerosa. In particolare, dal punto di vista ambientale, non si può escludere un possibile inquinamento della falda da olii o altre sostanze nocive a seguito di incidenti o avarie ai mezzi utilizzati per l'estrazione e il trasporto dei blocchi.

Oltre ai problemi legati alla disposizione stratigrafica e agli impatti ambientali, su tutto l'insieme del sotto-comparto in esame, si possono verificare dei fenomeni di pericoli naturali quali:

- franamenti del materiale sciolto (morena);
- caduta sassi (dal versante e dalle pareti dei fronti di coltivazione);
- flussi detritici innescati principalmente da forti piogge e temporali;
- allagamenti causati dalle acque meteoriche di versante, soprattutto durante i periodi piovosi.

Nel dettaglio, considerata la differente esposizione geomorfologica dei fronti di cava, possiamo affermare che se per il fronte della porzione sud-est un arretramento è reputato altamente difficoltoso e pericoloso (comunque non consigliato), per la porzione nord-ovest esisterebbe la possibilità di un ulteriore sbancamento oltre l'attuale fronte di coltivazione.

Delle valutazioni di dettaglio dovrebbero essere eseguite per il settore mediano.

Il potenziale residuo di coltivazione sarà trattato in dettaglio al capitolo 7.1.

4.1.3 PER-2C

Il sotto-comparto "PER-2C" è situato nella zona denominata "Bassa" del Comune di Personico. Parte della superficie della cava è utilizzata per una discarica controllata di materiali inerti.

La roccia è fortemente fratturata, di conseguenza la resa estrattiva è molto bassa. La quantità di materiale di scarto è, infatti, superiore al 50%.

Durante forti piogge e temporali, si sviluppa acqua di ruscellamento che talvolta trasporta materiale verso valle.

Il potenziale residuo di coltivazione sarà trattato in dettaglio al capitolo 7.1.

4.1.4 RIV-9B

"RIV-9B" è situato un centinaio di metri a nord-ovest della località Boschetto ed è costituito da una sola cava.

Dapprima, la coltivazione è avvenuta secondo una tipologia a cielo aperto, per cava di monte. In seguito, raggiunta la quota della strada che porta alla località Boschetto, la coltivazione è proseguita parzialmente in sottotecchia, per trincee discendenti. L'estrazione attuale avviene adottando la tecnica a filo diamantato.

Il fattore più problematico è quello legato all'elevata altezza dei fronti estrattivi che raggiungono i 60 m. Singoli blocchi, speroni e alcuni edifici rocciosi sono evidentemente in situazione precaria dal punto di vista della stabilità. La probabilità di franamenti e di caduta sassi è relativamente alta, di riflesso, lo è il pericolo per gli operai in cava.

Il potenziale residuo di coltivazione sarà trattato in dettaglio al capitolo 7.2.

4.1.5 RIV-9C

Il sotto-comparto "RIV-9C" è situato in zona Riveo, sulla sponda orografica destra del fiume Maggia ed è composto di più cave.

La roccia è coltivata secondo una tipologia a cielo aperto, per cava di monte e in alcuni casi in parziale sottotecchia, con abbattimento per trincee discendenti.

Per raggiungere i fronti di estrazione sono state costruite due piste d'accesso che, partendo dai laboratori, attraversano il fiume Maggia.

Il fattore più problematico è legato all'elevata altezza dei fronti di scavo. Un ulteriore avanzamento dei fronti estrattivi verso l'alto potrebbe compromettere la stabilità globale di tutto il versante.

Si è constatata la presenza di pericoli naturali gravitativi quali: franamenti del materiale sciolto (morena), caduta di sassi (provenienti dal versante) e alluvionamenti per formazione di ruscelli lungo le pareti e i fronti.

Il potenziale residuo di coltivazione sarà trattato in dettaglio al capitolo 7.2.

4.2 *Elenco dei fattori ambientali che rendono critici i comparti di Personico e Riveo sponda destra*

Le criticità ambientali risultano differenti per ogni comparto analizzato. Questi, infatti, sono condizionati dalla loro ubicazione geografica e situazione territoriale.

Per le cave di Riveo dx si segnalano conflitti che hanno a più riprese coinvolto i servizi cantonali, in particolare con il bosco, con la golena d'importanza nazionale della Maggia (oggetto protetto d'importanza nazionale), con l'inserimento paesaggistico in generale e per il rumore verso gli abitati. Particolarmente delicato è l'avanzamento delle falde detritiche nell'alveo del fiume Maggia di fronte a Riveo, cui va affiancato un costoso progetto per il recupero della capacità idraulica del fiume.

A monte, verso Cevio, la cava presso il nucleo di Boschetto (oggetto di inventario ISOS) presenta una dimensione di molto superiore al nucleo di case posto accanto; negli ultimi anni ha visto un forte avanzamento dei detriti di cava - per alcune migliaia di mc - verso la golena della Rovana, inoltre è teatro di impatti fonici di rilievo.

Nel comparto di Personico le problematiche di carattere ambientale sono complessivamente più contenute e prevalentemente legate ai dissodamenti forestali, meno marcatamente al rumore e ai potenziali inquinamenti della falda.

Per entrambi i comparti, gli impatti sono destinati ad acutizzarsi nell'ipotesi di proseguimento a lungo termine dell'attività attuale o con ampliamento dei fronti estrattivi.

4.3 Sintesi dei fattori geologici e ambientali critici che inducono alla dismissione di alcune cave

Oggetto	Fattori geologici critici	Fattori ambientali critici
PER 2B-1	<p>Roccia:</p> <ul style="list-style-type: none"> · assai fratturata. <p>Versante:</p> <ul style="list-style-type: none"> · molto inclinato. <p>Pericoli naturali:</p> <ul style="list-style-type: none"> · franamenti, caduta sassi e ruscellamenti. 	Dissodamenti
PER 2B-2	<p>Materiale sciolto:</p> <ul style="list-style-type: none"> · spessa coltre morenica (soprattutto per la cava situata a sud-est). <p>Versante:</p> <ul style="list-style-type: none"> · fenomeni d'instabilità (fenomeni pregressi anche importanti). <p>Pericoli naturali:</p> <ul style="list-style-type: none"> · franamenti, caduta sassi, alluvionamenti, flussi detritici e falda. 	Dissodamenti (Rumore, vs. Pollegio)
PER 2C	<p>Roccia:</p> <ul style="list-style-type: none"> · fortemente fratturata. <p>Pericoli naturali:</p> <ul style="list-style-type: none"> · acqua di ruscellamento. 	
RIV 9B	<p>Versante:</p> <ul style="list-style-type: none"> · fenomeni d'instabilità causati dai fronti estrattivi alti. 	Conflitti con oggetti inventariati, dissodamenti, rumore
RIV 9C	<p>Versante:</p> <ul style="list-style-type: none"> · fenomeni d'instabilità causati dall'elevata altezza dei fronti estrattivi. <p>Pericoli naturali:</p> <ul style="list-style-type: none"> · caduta sassi, franamenti e ruscellamenti. 	Conflitti con oggetti inventariati, dissodamenti, riduzione della capacità idraulica della Maggia

Tabella 7: sintesi dei fattori geologici e ambientali critici che evocano uno scenario di dismissione.

5. Comparti critici, gestione e destinazione

L'argomento che tratta dei comparti critici o abbandonati e del loro destino è molto complesso e deve essere affrontato sotto diversi punti di vista. Nei prossimi paragrafi ci limiteremo ad analizzarlo dal punto di vista ambientale e geologico. In molti casi, l'analisi di dettaglio per singola cava porterebbe a delle considerazioni importanti più mirate e complete.

Per un comparto critico è auspicabile predisporre una serie di azioni che lo accompagnino dall'attività di coltivazione sino alla completa cessazione della stessa (incluso un progetto che consideri una dismissione controllata e pianificata dell'area).

Un comparto già dismesso e chiuso può essere sottoposto ad un intervento che miri alla rinaturalizzazione oppure alla riqualificazione e riutilizzo del territorio.

Per questi comparti la destinazione finale deve essere approfondita mediante l'analisi di alcuni possibili scenari di dismissione che contemplino come opzioni: la chiusura di alcuni settori estrattivi, una progressiva riduzione dell'attività a medio termine, una conversione delle aree dismesse ad altra destinazione.

Per determinate cave, laddove vi sono le premesse geologiche (qualità e rarità della pietra), sarà pure ipotizzabile il mantenimento dell'attività estrattiva in forma ridotta e/o sporadica, classificandole come cave di nicchia.

Un elenco degli oggetti critici oppure chiusi e dismessi è stato allestito e presentato all'allegato 3.

5.1 Proposte per la gestione controllata della dismissione di un oggetto

In un caso ideale la fase di dismissione cui corrisponde un determinato concetto di recupero dovrebbe essere già prestabilita nelle sue linee generali a livello di pianificazione locale, rispettivamente di domanda di costruzione per le attività estrattive quale elemento del progetto di coltivazione.

Andrà quindi prefigurato e strutturato il contesto (ancora assente in Ticino) che a cascata potrà regolare e assicurare una linea coerente fra i diversi livelli, considerando: **le linee di indirizzo** nella scheda di PD, **le norme e i vincoli** a PR, **le clausole nei contratti d'affitto**, rispettivamente, i veri e propri **progetti nell'ambito delle autorizzazioni a costruire**.

Solo dopo aver strutturato e attivato questa linea coerente sarà possibile indirizzare le diverse fasi della vita di una cava fino al suo periodo finale, in particolare organizzando e pianificando con logica la disposizione dei volumi escavati (e conseguenti vuoti e piani ricavati) e delle volumetrie, spesso pregiudizievoli, degli scarti di coltivazione.

5.1.1 Obiettivi prioritari

Molteplici sono i possibili, virtuali obiettivi del recupero ambientale dei siti estrattivi, rispettivamente, la possibile gerarchia da individuare per gli stessi. Va soprattutto svolto quanto necessario per assicurare la stabilità del versante ed il controllo delle acque superficiali, attraverso un insieme di opere di sistemazione/spurgo delle pareti della cava, di colmatazione del materiale asportato di risulta e di regimazione delle acque, di cui va controllata l'infiltrazione attraverso la realizzazione di opportuni dispositivi.

Raggiunti questi requisiti minimi divengono possibili molteplici indirizzi – anche combinati fra di loro – quali ad esempio:

- Rimodellare l'area con depositi di materiale inerte (discarica), integrandola nel contesto paesaggistico circostante attraverso opere di recupero destinate ad occultare l'incisione avvenuta nel territorio a seguito dell'estrazione (allo scopo di restituire, del tutto o in parte, l'assetto originario).
- Operare un recupero paesaggistico-naturalistico solo parziale, lasciando ben visibile il fronte estrattivo o parte di esso quale biotopo/geotopo o testimonianza storica, limitando gli interventi necessari alla stabilizzazione del versante.
- Progettare la ricostruzione e il potenziamento degli habitat naturali, mettendo in particolare l'accento sui biotopi acquatici e il ciclo dell'acqua.

- Valorizzare l'area, in particolare i suoi ripiani o le pareti meglio orientate, attraverso nuove destinazioni di tipo industriale, nello specifico per la produzione di energia da fonti rinnovabili.
- Alla stessa stregua, valorizzare l'area individuandone un potenziale utilizzo futuro di tipo artigianale.
- Conformare il sito per una destinazione ad utilizzo pubblico, ad esempio attraverso recuperi con finalità didattiche, culturali, scientifiche o sportive.

5.1.2 Assicurazione dei requisiti minimi

La progettazione e la realizzazione dell'abbandono di un comparto considera diversi aspetti, che vanno opportunamente approfonditi e realizzati sin dall'inizio della coltivazione delle aree, quali:

- gli aspetti statici e geomeccanici del versante e delle pareti;
- gli aspetti idraulici;
- gli aspetti paesaggistici ed ecologici;
- gli aspetti pratici relativi all'accessibilità.

Aspetti statici e geomeccanici

La maggior parte dei comparti ticinesi presenta delle scarpate/pareti a fronte unico, sovente di altezza molto elevata (cfr. figura 1) e forte verticalità, che diminuiscono il grado di stabilità del versante e incrementano, di conseguenza, i pericoli naturali (caduta sassi, cedimenti, ecc.).

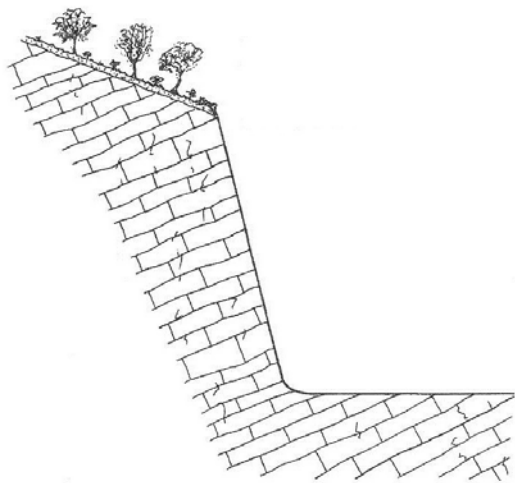


Figura 1: Scarpata a fronte unico, subverticale [d].

In fase di lavorazione di un comparto estrattivo è auspicabile un controllo continuo della stabilità di tutti i versanti e fronti estrattivi. A questo proposito è estremamente utile un piano di sicurezza e controllo che codifichi tutti quegli aspetti legati ad un utilizzo in ragionevole sicurezza di un'area estrattiva. Viste le peculiarità spesso differenti tra cava e cava, è auspicabile che tale piano abbia ad essere elaborato puntualmente con la collaborazione di specialisti e integrato nella domanda di autorizzazione all'estrazione. A seguito delle mutabili condizioni geologiche ed idrogeologiche dell'area specifica, tale piano sarà destinato ad essere periodicamente oggetto di attualizzazione.

Diverse sono le possibilità di stabilizzazione che possono venir adottate e che saranno esplicitate nei prossimi paragrafi.

Ad esempio, durante l'ultima fase di espansione del fronte di estrazione verso monte, è ragionevole coltivare la roccia in modo da creare dei *gradoni con formazione di ripiani* (cfr. figura 2). Questo approccio implica lasciare sul posto un certo volume di roccia, a scapito del commercio, ma con il pregio di una migliore stabilità del fronte a lungo termine.

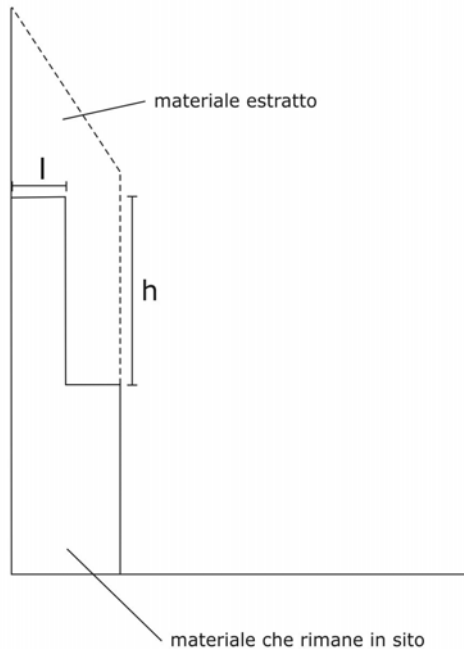


Figura 2: Ultima fase di avanzamento verso monte, prima della dismissione definitiva. h = altezza gradone, l = lunghezza ripiano.

Al termine della lavorazione dei fronti, come stabilizzazione parziale delle pareti e ottimizzazione della gestione degli scarti, è possibile adottare il metodo del *riporto dei materiali di scarto alla base* (cfr. figura 3).



Figure 3: riporto del materiale di scarto della lavorazione alla base delle pareti rocciose[d], risp., dei gradoni.

La gestione logica di un piano d'estrazione e una pianificazione preliminare delle fasi di lavorazione della pietra permettono una sensibile ottimizzazione sia dei costi, sia dei tempi necessari al recupero delle superfici. Una coltivazione pianificata e coordinata delle fasi estrattive, con la stabilizzazione dei versanti e il recupero delle aree coltivate mirato (cfr. figura 4), riduce gli impatti e gli oneri, favorendo al contempo una più veloce e sicura integrazione dell'area estrattiva dismessa nell'assetto territoriale locale e regionale.

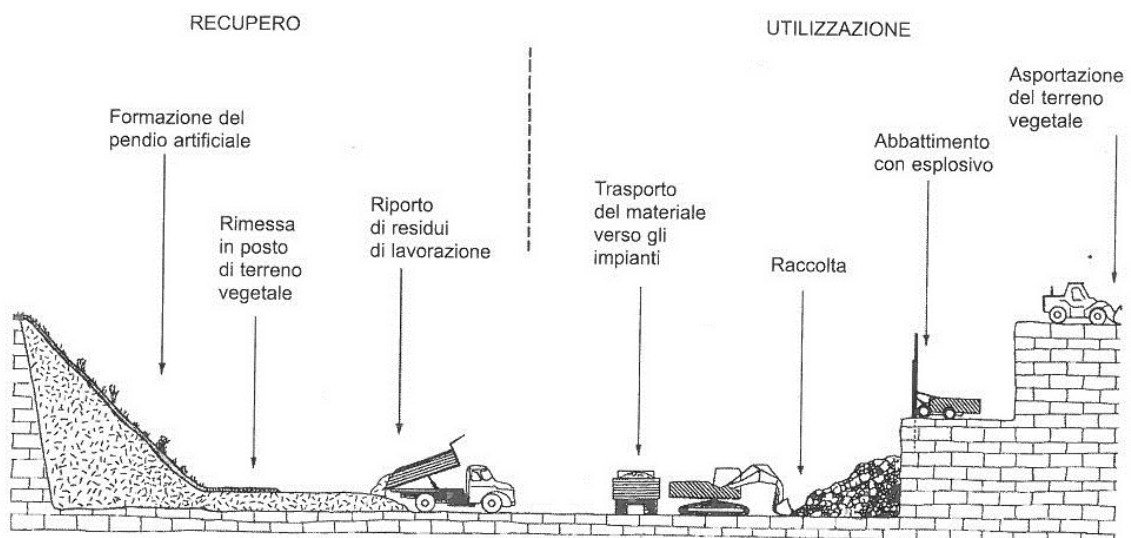


Figure 4: metodo di recupero coordinato dall'attività di comparto [d].

In taluni casi, anche dopo aver eseguito i provvedimenti di premunizione e stabilizzazione del versante sarà necessario continuare con un *controllo di eventuali fenomeni di crollo*, soprattutto lungo le porzioni di pareti rocciose molto acclivi, a grande sviluppo e costituita da roccia fratturata e/o alterata.

Aspetti idraulici

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici bisognerà considerare sia le acque superficiali (riali e meteoriche, spesso deviate nel corso dell'estrazione), sia quelle sotterranee (falda, sovente potenzialmente inquinabili a seguito delle attività estrattive).

I corsi d'acqua (riali, ruscelli permanenti o temporanei,...), durante le fasi di estrazione e di lavorazione della pietra, possono essere momentaneamente deviati per facilitare i lavori di coltivazione. In previsione della dismissione delle attività, bisognerà pianificare la risistemazione/ricostruzione di questi corsi d'acqua, tenendo conto delle portate critiche e delle peculiarità idrauliche originarie.

Le acque superficiali di ruscellamento, soprattutto su pendii ripidi dissodati che favoriscono il deflusso superficiale a scapito dell'infiltrazione, provocano l'erosione e il rimodellamento del suolo quaternario. In questi casi, è utile allontanarle dal comparto oppure modellare il versante per permettere alle linee di deflusso di convergere, arginando di conseguenza i fenomeni erosivi, pur garantendo il deflusso controllato delle acque meteoriche.

Nel caso in cui la quota finale raggiunta durante estrazione è inferiore al livello di falda, bisognerà innanzitutto operare affinché non si realizzino situazioni d'inquinamento delle acque. A dipendenza del pregio della falda, si potrà pensare ad un mantenimento dello scavo e alla creazione di un biotopo acquatico, oppure al tombamento dello scavo con materiale idoneo sino ad una quota che garantisca un grado di protezione sufficiente alla falda.

Aspetti pratici di accessibilità

Durante la fase di estrazione della pietra, per garantire l'esercizio delle attività di cava, il gestore sviluppa una rete di piste d'accesso al piano di lavorazione e ai livelli estrattivi. Nel corso del processo di dismissione, al fine di garantire la risistemazione delle aree (cfr. capitolo 5.2) tramite movimentazione meccanizzata dei materiali, sarà molto importante poter disporre di vie di accesso idonee, che possano permettere, se del caso e salvaguardando gli aspetti ambientali e paesaggistici, eventuali interventi di manutenzione, gestione e controllo. Di riflesso, a dipendenza delle peculiarità del caso, sarà necessario mantenere una strada d'accesso alle superfici dismesse e risistemate. In ogni caso, gli accessi a tali aree dovranno essere controllati e gestiti dall'autorità locale o dal proprietario del fondo, questo per evitare attività 'selvagge' tipo discariche incontrollate e depositi di vario genere.

5.2 Nuova destinazione degli oggetti dismessi e chiusi

Generalmente i comparti estrattivi dismessi non possono venir abbandonati a sé stessi senza prendere alcune precauzioni, in quanto potrebbero manifestarsi (ad es.):

- destabilizzazioni e conseguenti franamenti dei fronti di cava ripidi e fratturati;
- flusso incontrollato e potenzialmente dannoso delle acque di superficie;
- inquinamenti delle acque sotterranee scoperciate;
- inquinamenti del suolo originati dalle precedenti attività estrattive;
- scarico di nuovi rifiuti abusivi.

Ciascun comparto estrattivo ha il proprio ciclo di vita. La fase di escavazione deve essere considerata come un momento intermedio (sicuramente invasivo) che il territorio subisce. In seguito alla chiusura e cessazione definitiva dell'attività di estrazione (cfr.

capitolo 5.1), si affronta una fase di recupero ambientale e di restituzione del comparto alla collettività.

Per recupero ambientale consideriamo tutte le operazioni finalizzate ad eliminare le situazioni di degrado ambientale prodotte dagli interventi di coltivazione e lavorazione della pietra naturale. Gli interventi di recupero servono a mitigare o compensare gli impatti negativi provocati dalle modifiche subite dal territorio.

Per restituzione del comparto alla collettività si auspica una sistemazione di tutta l'area coltivata e toccata dagli interventi, compresi i piazzali di lavorazione e gli accessi.

Il reinserimento di qualsiasi comparto estrattivo nel paesaggio circostante richiede l'utilizzo di svariate tecniche d'intervento e deve essere gestito prendendo in considerazione diversi fattori, quali:

- l'ubicazione del sito;
- la litologia e la pedologia;
- la dimensione e la geometria dell'area coltivata;
- l'orografia (altitudine, esposizione, pendenza del versante);
- l'inclinazione e l'altezza delle pareti del fronte;
- il contesto ambientale e paesaggistico.

I comparti ticinesi critici e/o attualmente chiusi sono situati in gran parte lungo l'asse principale di transito nord-sud e in piccola parte in Valle Maggia.

I fattori geografici, geologici e ambientali caratteristici di ogni comparto sono riassunti nelle schede specifiche che si trovano all'allegato 1.

Generalmente osserviamo che i comparti ticinesi sono coltivati tramite metodo a gradoni per fette verticali discendenti su uno o più livelli. I pendii di coltivazione sono rocciosi e spesso molto ripidi. I versanti di scavo si presentano a fronte unico e/o a gradoni minuti. Questa modalità d'abbattimento arreca un notevole impatto sul paesaggio.

Stabilire a quale destinazione portare l'area di cava dismessa è la scelta più importante da effettuare. Quest'ultima può derivare sia da caratteri specifici del sito e dell'area circostante (come gli aspetti geologici, morfologici, biologici, sociali ecc.) oppure dalle aspettative del proprietario, del gestore, dell'autorità locale, ecc.

Nei prossimi paragrafi si propongono delle possibilità di destinazione finale che si potrebbero adottare per i comparti dismessi e chiusi.

Alcune proposte di recupero si adattano molto bene alla latitudine e alle caratteristiche del territorio ticinese, altre dovranno essere oggetto di successivo affinamento.

Rimane assodato che qualsiasi operazione di recupero si vorrà compiere per un comparto chiuso definitivamente, dovrà essere eseguita senza causare ulteriori squilibri o degradi, nemmeno al territorio adiacente.

5.2.1 Recupero di tipo naturalistico

Questo tipo di recupero è atto a restituire al territorio le aree verdi sottratte durante le attività antropiche.

Per quanto riguarda gli aspetti paesaggistici ed ambientali le cave si presentano come habitat primari che, se abbandonate all'inizio di una successione vegetale, con già i primi accenni (talora preziosi) di ricolonizzazione, possono – con determinati accorgimenti – essere orientate in una determinata direzione. Per scegliere gli accorgimenti che permetteranno di orientarsi verso una determinata direzione, occorrerà stabilire quali

siano le regole del paesaggio vegetale naturale e di quello antropico, verificando con precisione e a diversa scala le caratteristiche dei substrati ed i processi evolutivi.

Gli elementi raccolti ed un'analisi a livello storico-paesaggistico in un perimetro allargato permetterebbero di verificare l'eventuale presenza di elementi di valore, legalmente da tutelare, la loro frequenza (banalità, peculiarità) temporale nel paesaggio naturale, in quello dei coltivi tradizionali, anche negli stadi di ricolonizzazione che si svolgono in tutta la zona circostante.

In tal senso, la tematica delle specie esotiche a comportamento invasivo assume in Ticino una rilevanza notevole.

Per svolgere una valutazione corretta del valore di un sito facente parte di un sistema dinamico, occorrerebbe quindi conoscere meglio l'intero sistema, la natura, **i deficit ambientali del comparto** e la cadenza dei processi di distruzione - ricostruzione. Un simile elemento conoscitivo potrebbe pure indurre, in modo ragionato, a conservare una parte degli spazi industriali abbandonati (siano essi cave, depositi, infrastrutture o piste) senza interferire sostanzialmente e apprezzandone la colonizzazione spontanea. Oppure, al contrario - per ragioni varie di tipo formale, fino a questioni di opportunità a livello di ecologia del paesaggio e di bilancio ambientale -, a proporre il recupero artificiale della morfologia originaria del pendio. Accanto alle argomentazioni di tipo biologico dovrebbero trovare la giusta ponderazione aspetti di tipo prettamente estetico, funzionale, storico,...

5.2.2 Recupero come discarica per materiali inerti

Utilizzare la superficie di coltivazione per il deposito di materiali porta da un lato all'aumento di spazi adibiti al deposito dei materiali inerti e dall'altro al riempimento, parziale o totale, della frattura nel paesaggio che è stata creata dall'attività di coltivazione. Tramite colmatazione delle depressioni e modellazione delle forme del paesaggio (per esempio costruendo dei conoidi artificiali di detrito alla base delle scarpate) si riportano le superfici a forme morfologiche anche molto simili a quelle originali.

Questo tipo di riempimento deve avvenire secondo determinate condizioni, tra le quali:

- l'attenzione alla stabilità dei materiali depositati e delle fondazioni;
- la posa di una rete di drenaggi superficiali e (evtl.) profondi;
- la protezione da fenomeni erosivi superficiali;
- il recupero dell'area a prato, bosco o altra destinazione naturale.

Laddove lo spessore del riempimento e il declivio della scarpata raggiungono valori significativi e la stabilità sul medio-lungo periodo non è completamente accertata, sarà opportuno prevedere un piano di controllo e monitoraggio.

5.2.3 Recupero per attività ricreative e culturali

Questo tipo di recupero è principalmente attuabile in vicinanza dei centri abitati.

Svariate possono essere le attività ricreative e culturali da proporre, come per esempio: l'arrampicata sportiva, la pesca sportiva, i parchi, i geoparchi e le manifestazioni.

Per poter concretizzare una riqualifica del territorio di questo genere, bisognerà garantire il raggiungimento di un soddisfacente grado di sicurezza e qualità ambientale, nello specifico:

- la stabilità globale e locale del fronte estrattivo;
- un rischio praticamente nullo relativo ai pericoli naturali oggettivi;

- la presenza di forme territoriali adatte all'utilizzazione di tipo ricreativo e culturale, in completa sicurezza;
- l'assenza di sostanze tossiche per uomini e animali nel terreno e nelle acque;
- l'assenza di altre forme d'inquinamento.

Come esempio fattivo di questa possibilità di recupero di un'area estrattiva dismessa, al capitolo 5.3, è presentato un progetto di recupero ricreativo e culturale di parte del comparto estrattivo di Arzo.

5.2.4 Recupero per agricoltura e pascolo

In seguito alla messa in sicurezza dell'area estrattiva dismessa, sulle superfici meno impervie dei comparti, potrebbe venir favorito uno sviluppo produttivo destinato all'agricoltura ed al pascolo di bestiame.

Questo tipo di recupero non è attuabile in tutte le situazioni. La produzione agricola potrebbe, infatti, essere compromessa dalla presenza di elementi chimici che inquinano il suolo (ad esempio: microelementi tossici, metalli pesanti, alterazioni importanti del pH, ecc.). Tale tipologia di recupero non è attuabile se il terreno è costituito da un declivio eccessivo o se il suolo ha una limitata capacità di accumulo delle riserve idriche. In ogni caso, è importante che nei pressi del comparto estrattivo dismesso sia presente un'azienda agricola e che l'area possa essere facilmente accessibile.

Per la buona crescita delle colture è inoltre necessario un buon soleggiamento e – elemento spesso deficitario in Ticino – di una spessa coltre di solum di qualità. In mancanza di uno spessore adeguato di terreno vegetale, necessario per le coltivazioni, bisogna spesso ricorrere a materiale alloctono con le controindicazioni del caso.

5.2.5 Recupero per produzione di energia fotovoltaica

I comparti chiusi definitivamente e situati in luoghi esposti ad un irraggiamento solare adeguato su tutto il periodo annuale, potrebbero venir utilizzati per l'installazione di impianti fotovoltaici.

La scelta di questa soluzione implica la stabilità dei fronti cava e una pendenza non eccessiva delle scarpate.

La principale controindicazione di tale tipologia di recupero (ancorché già adottata in sporadici casi anche in Svizzera) è costituita dall'importante impatto paesaggistico che un campo solare di questo tipo può cagionare sul territorio. Inoltre, la verticalità dei fronti di cava non permette uno sfruttamento ottimale dell'irraggiamento, per cui l'economicità dell'installazione non è garantita. Tutt'al più, per cave che hanno attuato una coltivazione a gradonature ravvicinate, potrebbe essere pensabile l'installazione di pannelli inclinati lungo i vari terrazzi realizzati durante la coltivazione.

Anche in questo caso, particolare attenzione bisognerà porre alla stabilità dei versanti e operare in maniera che il rischio generato da pericoli naturali oggettivi sia ridotto al minimo.

5.2.6 Recupero per creazione di bacini idrici o serbatoi

Il recupero dei comparti dismessi definitivamente per la creazione di bacini idrici consiste nell'utilizzare gli scavi già presenti nel terreno di cava per l'irrigazione, per la generazione di energia elettrica (bacino di pompaggio), per l'allevamento ittico, per la formazione di

un particolare ambiente acquatico (biotopo) oppure come riserva d'acqua nel caso di spegnimento d'incendi.

L'area dismessa raramente si adatta a questa tipologia di recupero senza dover intervenire sul territorio per riorganizzare al meglio e adeguare sponde, argini e morfologia dell'invaso. In taluni casi, però, può costituire una valida scelta per risparmiare altre superfici di territorio a favore di altre destinazioni a diverso contenuto.

Al capitolo 5.4 è presentato un progetto riguardante il recupero del comparto estrattivo di Personico per la costruzione di un bacino di laminazione a regolazione dei volumi d'acqua rilasciati dalla centrale AET in immissione nel fiume Ticino.

5.2.7 Recupero per costruzione di infrastrutture

In assenza di vincoli ambientali e di problemi di stabilità, soprattutto lungo gli assi di trasporto di una certa capacità, può risultare economicamente interessante trasformare il comparto estrattivo dismesso in un'area industriale/artigianale oppure dedicarla alla lavorazione di inerti (confinando certe attività altrimenti molto impattanti – ad esempio dal punto di vista fonico e di generazione delle polveri – in luoghi relativamente delocalizzati rispetto alle zone abitative).

Per quest'ipotesi di recupero è pure ipotizzabile il riutilizzo e la riconversione di infrastrutture esistenti (capannoni artigianali, stabili amministrativi, frantoi, ecc.) ad altri usi.

5.2.8 Recupero come area attrezzata per attività di protezione civile o di polizia

Data la particolare conformazione di alcuni comparti estrattivi e le possibilità insite nel riutilizzo degli accumuli degli scarti di cava, è certamente ipotizzabile, determinata l'assenza di vincoli ambientali e di problemi di stabilità, modellare determinate aree e destinarle a campi di esercitazione nell'ambito di attività di protezione civile. La presenza di piste, piani, antri, accumuli, fosse, nicchie, ecc., oltre alla possibilità di ridistribuire con cognizione gli scarti lapidei, potrebbero permettere di simulare situazioni particolari in cui il personale della protezione civile potrebbe essere chiamato a intervenire.

Si pensi, in particolare: ai campi macerie, alla simulazione di strutture pericolanti, all'esercitazione degli spostamenti in ambienti dissestati, all'esercitazione di determinate tecniche di avanzamento in antri ristretti o attraverso macerie, alla ricerca dei dispersi in maceria o detrito, alla ricerca cinofila, ecc.

Anche in ambito militare e di polizia, per esercitazioni in parte simili a quelle di protezione civile, ma anche come luogo per allenare azioni di combattimento o per esercitare l'utilizzo di armi ed esplosivi, il particolare ambiente di una cava dismessa potrebbe essere candidato ideale per la realizzazione di un campo d'esercizio ad hoc.

Con investimenti relativamente contenuti si potrebbero dunque allestire dei campi d'esercitazione che altrimenti presupporrebbero sia costi assai più importanti, sia la conversione di altre aree magari d'altro valore territoriale o pianificatorio.

Tale tipologia di recupero permetterebbe altresì di confinare attività che potrebbero essere impattanti dal punto di vista fonico, in luoghi relativamente delocalizzati rispetto alle zone abitative.

Per quest'ipotesi di recupero è pure ipotizzabile il riutilizzo e la riconversione di infrastrutture esistenti (capannoni artigianali, altri edifici, macchinari di cava, ecc.) ad altri usi.

5.3 **Progetto di riqualificazione dell'area delle cave di Arzo e riutilizzo degli stabili**

Storia

Nelle cave di marmo di Arzo, situate sul territorio del comune di Mendrisio-Arzo, venivano coltivati 3 tipi di pietra decorativa (il Broccatello, il Rosso di Arzo e la Macchiavecchia) e la roccia calcarea (utilizzata come materiale inerte e per la produzione di calce).

Risulta difficile stabilire una data certa sulle origini dell'escavazione delle pietre arzesi; a partire dal Quattrocento esistono numerose testimonianze che ne confermano l'estrazione da parte di alcune famiglie di Arzo nella località denominata "Predere" (cfr. figura 5). Ogni famiglia possedeva la sua piccola cava e, servendosi di scalpelli, pesanti martelli e mazzuoli, estraeva i blocchi di marmo.

Successivamente, vennero aperte 3 cave, più a valle (cfr. figura 5), in località "Cava di marmo", e l'attività delle piccole cave famigliari fu progressivamente abbandonata a favore di una produzione di tipo più industriale.



Figura 5: Situazione. Immagine tratta da Google earth.

- 1: Cava di calcare.
- 2: Cava Broccatello.
- 3: Cava Macchiavecchia.

Le cave di calcare e di Broccatello cessarono le loro attività a seguito della diminuzione della domanda.

Dal 1920, presso la cava Macchiavecchia, è stato introdotto il taglio con il filo elicoidale che ha velocizzato le operazioni di estrazione. Poi, attorno agli anni Sessanta, il filo elicoidale è stato soppiantato da quello diamantato, molto più resistente ed efficace.

I gestori della cava di Macchiavecchia avevano sviluppato un vero e proprio commercio di marmo lavorato; il 70-80% della pietra grezza veniva esportata verso l'Italia, il prodotto lavorato e finito procedeva poi verso gli Stati Uniti.

La crisi economica del 2008 ha compromesso la richiesta di marmo, contribuendo in maniera preponderante alla cessazione dell'attività commerciale per questa cava. L'ultima ditta affittuaria del Patriziato di Arzo (ditta CBM) come pure la ditta Rossi & Ci,

operante da sei generazioni nell'estrazione e lavorazione della pietra, hanno cessato la propria attività nel corso del 2009, per fallimento dovuto alla mancanza di richiesta.

Progetto di recupero

Il terreno e gli stabili della fallita ditta Rossi & Ci sono stati acquistati dal Patriziato di Arzo nel 2011; nel corso del 2012/13 è stato elaborato un progetto di massima per la riqualificazione 'storico-culturale' dell'area e la ristrutturazione degli stabili.

I principali interventi proposti sono:

- predisposizione della cava 1 ad *"anfiteatro nella cava"*;
- creazione di un'*Aula nella cava*;
- creazione di un *percorso didattico*.

Nell'area della ex-cava di calcare 1 si sta elaborando una riqualifica dal punto di vista ricreativo, culturale e naturalistico chiamata *"anfiteatro nella cava"*. L'uso dell'area sarà destinato a spazio pubblico – naturalistico.

Il progetto *"Aula nella cava"*, per la valorizzazione del patrimonio storico e culturale delle cave, consiste nella ristrutturazione e nella valorizzazione degli stabili presenti al lato ovest della strada cantonale. Il progetto prevede l'allestimento di diverse postazioni con l'obiettivo di illustrare le fasi della lavorazione della pietra. Gli antichi macchinari saranno ristrutturati e messi in mostra.

Il *percorso didattico* si sviluppa fino alle vecchie cave, con l'intento di collegare l'*Aula nella cava* alle antiche cave famigliari, in maniera di unire l'informazione storico-sociale dell'area all'aspetto naturalistico garantito dall'ambiente.

Per le cave di Broccatello e Macchiavecchia, è prevista la ripresa dell'attività estrattiva. Il progetto prevede la riapertura e l'utilizzo delle aree come cave di nicchia. Per questa ripresa delle attività il Patriziato si sta attivando per la stesura di un bando di concorso pubblico. La tecnica di estrazione prevista è il filo diamantato, il volume massimo di estrazione è di 500 m³/anno.

5.4 Studio "Laminazione delle portate centrale AET di Personico" allestito in marzo 2009

Un bacino per la demodulazione per i deflussi rilasciati dalla centrale AET della Nuova Biaschina a Personico, che ha come vincolo una determinata quota, richiede parecchio spazio, proprio in un contesto in cui di superfici libere ne sono rimaste poche e dove questa specifica esigenza viene a scontrarsi con altri interessi e funzioni territoriali.

Uno studio promosso da AET nel 2009 parte da un approccio di tipo multifunzionale considerando il settore idroelettrico, il territorio e le altre dimensioni presenti in zona, come elementi di un solo sistema e ricercando una configurazione progettuale con reciproci vantaggi. Accezioni come *"aménagement hydraulique a but multiples"* o *"Integrales Flussgebietsmanagement"* sono state riproposte di recente, normalmente collegate a progetti di elevato interesse e potenziale, ancorché di non facile attuazione (vedi p.es. Wasser, Energie, Luft, 3-2008).

La tematica dei deflussi massimi generati in Leventina e Riviera è assai nota. La centrale attuale della Nuova Biaschina è in grado di turbinare fino a 54 m³/s, in un recente passato questo avveniva con due picchi di produzione giornalieri, ciascuno fino a 3-4 punte: il primo picco verso le 12.00 e il secondo verso le 19.00. Nel corso degli ultimi

anni, a causa del mutato fabbisogno in energia elettrica e del forte afflusso di energia dai parchi eolici del nord, la cadenza dei picchi di produzione è diventata più irregolare e meno programmabile. La tendenza è di avere più picchi di produzione (con diverse punte) sull'arco di una sola giornata. Sul fine settimana, l'attività della centrale di produzione AET è in genere più ridotta ma – a differenza di quanto riportato in (VAWLCH, 2006) – risulta pur sempre operativa due volte al giorno per la copertura dei fabbisogni di punta delle economie domestiche.

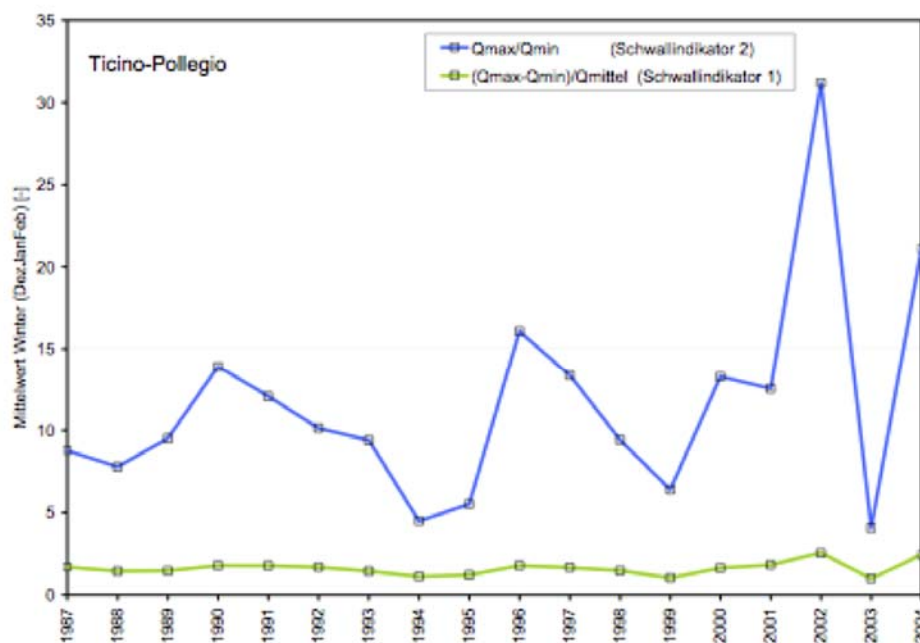


Abbildung 139: Mittelwerte der Schwallindikatoren über die drei Wintermonate (Dez., Jan., Feb.) aufgetragen über die Zeit (Messstelle Ticino-Pollegio).

Figura 6: andamento delle variazioni dei deflussi – medie invernali – presso la stazione di misurazione a Pollegio.

Per quanto riguarda il futuro delle cave in esame (comparto Personico Sud e Centro, sotto comparto PER 2B-2), stimiamo che al ritmo attuale gli operatori possano ancora sfruttare la zona per una decina d'anni nelle condizioni attuali di coltivazione a cielo aperto e considerando una minima possibilità d'arretramento dei fronti delle cave situate più ad ovest (cfr. capitolo 7.1). Per ragioni idrogeologiche, i limiti di profondità si situano sopra la quota del fiume Ticino, al di sotto di questa quota l'estrazione dovrebbe avvenire in falda, con conseguenze fortemente impattanti dal punto di vista della tecnica d'escavazione e dei costi.

Il passaggio a tecniche d'estrazione in sotterraneo permetterebbe di sfruttare il giacimento secondo una direzione orizzontale, evitando sia le eccessive interazioni con la falda, sia l'asportazione dei primi banchi rocciosi fortemente alterati (e della copertura morenica già oggi in situazione di labile stabilità). Inoltre, le caratteristiche petrografiche del giacimento indicano proprio nei banchi a ridosso della quota di falda la presenza della roccia a migliore qualità. Un'accurata pianificazione dell'estrazione dell'intero sotto-comparto, sia dal punto di vista economico sia da quello relativo alla messa in sicurezza dell'ammasso roccioso, potrebbe recare vantaggi a tutti gli attori interessati (proprietario, gestori di cava, Azienda Elettrica Ticinese, Cantone e associazioni ambientaliste).

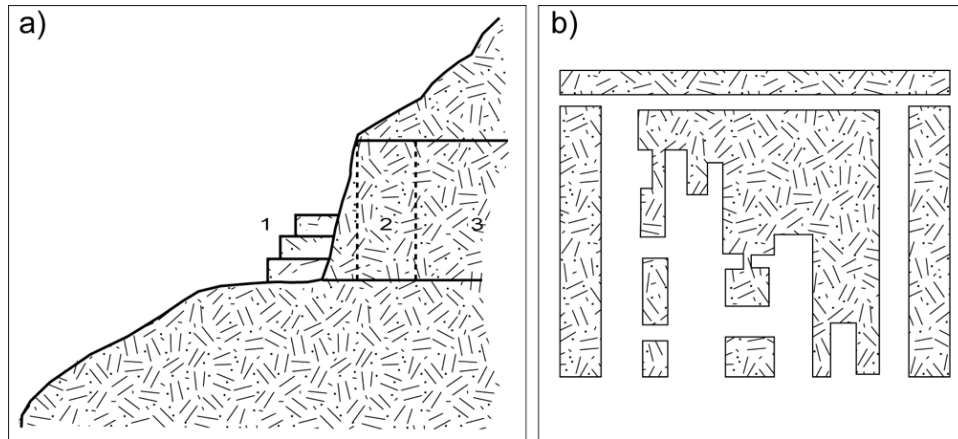


Figura 7: Schema tipo di un avanzamento in sotterraneo.

Tenuto conto di tutti i diversi parametri lo studio propone di approfondire lo sviluppo di un progetto condiviso e pianificato con i cavisti in zona che, essenzialmente, preveda dapprima l'escavazione alle quote desiderate delle volumetrie di pietra di qualità ed in seguito l'innesto di un bacino di laminazione accompagnato da una soluzione mista per lo smaltimento degli scarti da cava (argine con depositi erodibili + discarica + riciclaggio).

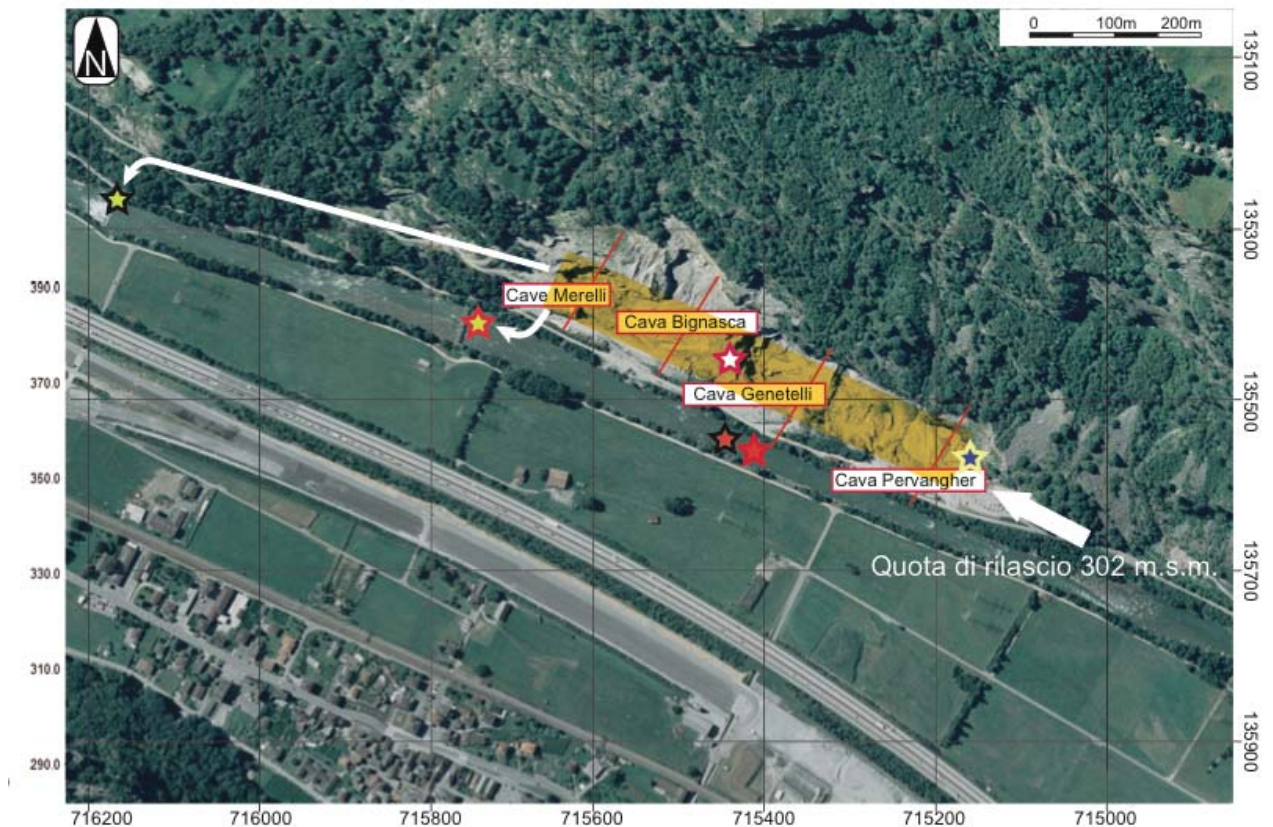


Figura 8: Situazione delle cave di Personico e indicazioni preliminari per il progetto di laminazione.

In sintesi può quindi essere segnalato quanto segue:

- Nella zona fra la centrale AET Nuova Biaschina e le cave del Patriziato di Personico esistono le condizioni tecniche per realizzare un volume utile ad assicurare una laminazione efficace dei rilasci discontinui della centrale, questo sfruttando intelligentemente le sinergie garantite da un'attività estrattiva mirata.

- Le 4 cave analizzate presentano una situazione diversa, talora è la copertura in materiale sciolto ad essere critica (depositi instabili, morene e detriti), altrove è la quota della falda a rappresentare l'ostacolo; tuttavia, per tutte e 4 le cave i banchi qualitativamente più interessanti risultano situati proprio alla quota utile per la formazione del volume di laminazione ricercato (volume necessario oltre a quello già attualmente scavato).
- Il volume mancante potrebbe essere realizzato sfruttando convenientemente un'estrazione parzialmente in sotterraneo, più cara ma più efficiente dal punto di vista territoriale. Una capacità di laminazione dell'ordine di ca. 100'000 m³ produrrebbe già dei benefici apprezzabili (volume disponibile operando sull'ottimizzazione delle attuali geometrie superficiali e costruendo un'argine utilizzando in gran parte il materiale di scarto presente), mentre grazie a successive estrazioni mirate e in (semi-)sotterraneo si potrebbero raggiungere i 250'000 m³ entro un ventennio, aprendo la strada a mitigazioni progressive del problema dei deflussi massimi.
- I costi supplementari, rispetto all'estrazione a cielo aperto, necessari ad un'estrazione in sotterraneo sono comunque inferiori a quelli indispensabili per la costruzione di un normale bacino di laminazione di superficie. L'assunzione di tali costi potrebbe risultare da un concordato tra tutte le parti interessate.
- La condizione essenziale per realizzare i punti precedenti e le diverse possibili sinergie è che venga individuato entro breve un piano collaborativo fra i diversi attori, riconoscendo pari dignità alle esigenze del settore idroelettrico, alla gestione sostenibile delle cave con tecniche d'estrazione avanzate ed al riciclaggio degli scarti presenti (150'000 m³ + quelli che saranno prodotti nel corso dell'estrazione futura).
- La soluzione sinergica fra questi settori deve essere impostata a livello multifunzionale, indirizzando il progetto di coltivazione su un metodo ad estrazione in semi-sotterranea con dei fronti estrattivi a quote prestabilite, in questa maniera si potranno garantire dei vantaggi discreti a tutte le parti in gioco (win-win play).

6. Aggiornamento delle schede di comparto allestite nel 2010

Nonostante i calcoli, le analisi e le verifiche sul terreno durante la redazione dello studio Ti.petra 2010 (cfr. [a]), alcuni elementi e parametri riportati nelle schede di comparto risultavano incompleti in quanto incerti e non confermati da osservazioni dirette.

Durante l'allestimento di questo studio, grazie a nuovi sopralluoghi dei comparti estrattivi e alle nuove informazioni raccolte, si è potuto operare aggiornando quegli aspetti poco chiari o dubbiosi.

Le schede sinottiche di comparto completate e implementate nel 2013 sono state inserite all'allegato 1.

7. Potenziale residuo di coltivazione e limiti di coltivazione

Per i comparti più problematici, sono stati calcolati i volumi residui di coltivazione ed è stato effettuato un aggiornamento dei limiti di coltivazione (cfr. planimetrie dei comparti, allegato 2).

I comparti di Personico e Riveo sponda destra sono stati analizzati sulla base dei risultati ottenuti dal volo del drone di aprile 2013.

I comparti di Lodrino-Iragna, Castione, Arzo e Lavorgo, attualmente chiusi, sono stati valutati sulla base delle ortofoto del volo 2009.

7.1 Comparto di Personico

Da questo comparto estrattivo sono cavati nel complesso ca. 20'000 m³ di roccia all'anno.

Il potenziale di coltivazione è stato calcolato all'interno dei limiti dei fronti ad inizio 2013 (CAV_2013, cfr. allegato 2), senza tener conto di ulteriori avanzamenti dei fronti estrattivi verso monte.

Le 2 cave situate più a nord-ovest del paese di Personico non sono state prese in considerazione per il calcolo del potenziale residuo di coltivazione, in quanto:

- una cava risulta abbandonata da diversi anni e attualmente è in via di rimboschimento;
- una cava è stata riattivata e l'attività, definibile di nicchia, non è attualmente impattante dal punto di vista geologico e ambientale.

Il volume di roccia coltivabile con metodi tradizionali a cielo aperto è di ca. 16'000 m³ (cfr. tabella 8). Il comparto di Personico, ai ritmi di coltivazione attuali, dovrebbe esaurirsi durante il 2014.

Dal punto di vista geologico esiste tuttavia la possibilità di estendere alcuni fronti estrattivi di 20-30 metri verso monte. Questo posticiperebbe la dismissione del comparto di oltre una decina d'anni e permetterebbe di programmare la stabilizzazione a lungo termine delle pareti tramite gradonature.

Superficie coltivabile [m ²]	Volume teorico [m ³]	Volume residuo [m ³]	Volume coltivabile [m ³]
3'775	15'732	55.0	15'677

Tabella 8: calcolo del volume di roccia coltivabile nel comparto di Personico.

Volume teorico: superficie * abbassamento massimo.

Volume residuo: morfologia del terreno + materiale asportato + gradonature.

Volume coltivabile: volume teorico - volume residuo.

I volumi indicati nel testo e nella tabella 8 sono puramente indicativi e valutati in assenza di un piano di coltivazione e risistemazione generale della cava. Per calcolare dei potenziali di coltivazione più precisi è necessario conoscere la progettazione generale della coltivazione e dell'abbandono del comparto.

Il dettaglio per ogni singola cava permetterebbe di avere un approccio più consistente e mirato.

7.2 Comparto di Riveo sponda destra

In questo comparto è inserita anche la cava di Boschetto. Per quest'ultima il potenziale di coltivazione è stato calcolato separatamente.

Comparto di Riveo dx (esclusa la cava di Boschetto)

Nel ventennio trascorso, da questo comparto estrattivo venivano cavati ca. 67'000 m³ di roccia all'anno, attualmente molto di meno (da indicazioni Dionea raccolte sul posto).

Il potenziale estrattivo è stato calcolato all'interno del perimetro contenuto nel progetto di PR intercomunale dei comuni Maggia e Cevio.

Per il calcolo del potenziale di coltivazione sono stati ipotizzati 2 scenari, entrambi con coltivazione tramite metodi tradizionali a cielo aperto:

- estrazione sino alla quota del piano di coltivazione attuale (cfr. tabella 9);
- estrazione sino alla quota di 400 msm (cfr. tabella 10).

Il volume di roccia estraibile sino alla quota del piano di coltivazione attuale di ciascuna cava è di 200'000 m³ (cfr. tabella 9). Una coltivazione di questo comparto assumendo un ritmo d'estrazione di ca. 40'000 m³/anno, potrebbe durare circa 5 anni.

Il volume di roccia estraibile sino alla quota di 400 msm è di ca. 1'100'000 (cfr. tabella 10). Una coltivazione di questo comparto ai ritmi menzionati potrebbe protrarsi per quasi 30 anni.

<i>Superficie totale zone [m²]</i>	<i>Superficie coltivabile [m²]</i>	<i>Volume teorico [m³]</i>	<i>Volume residuo [m³]</i>	<i>Volume coltivabile [m³]</i>
157'600	20'890	206'903	11'338	195'565

Tabella 9: calcolo del volume di roccia coltivabile sino al piano coltivazione attuale.

Volume teorico: superficie * abbassamento massimo.

Volume residuo: morfologia del terreno + materiale asportato.

Volume coltivabile: volume teorico - volume residuo.

<i>Superficie totale zone [m²]</i>	<i>Superficie coltivabile [m²]</i>	<i>Volume teorico [m³]</i>	<i>Volume residuo [m³]</i>	<i>Volume coltivabile [m³]</i>
157'600	20'890	1'188'926	100'104	1'088'822

Tabella 10: calcolo del volume di roccia coltivabile sino alla quota di 400 msm.

Volume teorico: superficie * abbassamento massimo.

Volume residuo: morfologia del terreno + materiale asportato + gradonatura.

Volume coltivabile: volume teorico - volume residuo.

I volumi indicati nel testo e nelle tabelle 9 e 10 sono puramente indicativi e valutati in assenza di un piano di coltivazione e risistemazione generale della cava. Per calcolare dei potenziali di coltivazione più precisi è necessario conoscere la progettazione generale della coltivazione e dell'abbandono del comparto.

Cava di Boschetto

Dalla cava di Boschetto sono attualmente estratti ca. 8'000 m³ di roccia all'anno.

Per il calcolo del potenziale residuo di coltivazione abbiamo considerato unicamente le superfici situate all'interno del limite di dissodamento approvato nel 2000 - ancorché l'adozione *tout court* di un principio simile per tutte le cave del Ticino condurrebbe a stime fortemente contratte del loro potenziale del tutto fuorvianti! - suddividendole in 4 parti "estensioni", ciascuna con proprie caratteristiche (cfr. figura 7).

L'estensione nr. 1 è stata disboscata solo in parte (ca. 700 m²). La roccia presente in questa parte di cava è piuttosto fratturata e di minor qualità. Il volume estratto sin'ora è di ca. 3'500 m³.

L'estensione nr. 2 è caratterizzata da una parete verticale di ca. 65 m d'altezza. Una parte della roccia presente in questa porzione di cava è già stata estratta (ca. 110'000 m³).

L'estensione nr. 3 è stata interamente disboscata e si trova attualmente ad una quota media di 425 msm.

L'estensione nr. 4 è anch'essa interamente disboscata. In quest'area è concentrata la maggior parte dell'attività di estrazione attuale.

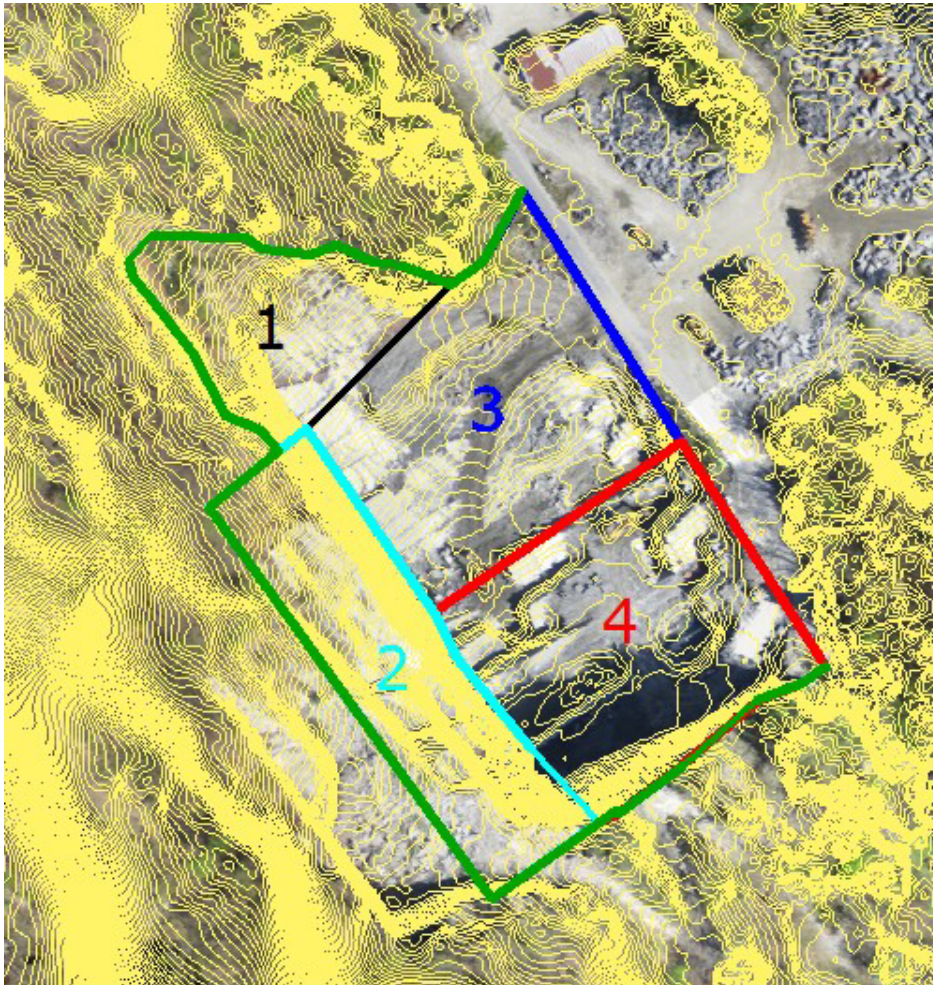


Figura 7: Comparto 9 RIV (Boschetto).

Linea verde: limite dissodamento approvato (2000).

Nero: parte/estensione 1

Azzurro: parte/estensione 2.

Blu: parte/estensione 3.

Rosso: parte/estensione 4.

Alla tabella 11 sono illustrati i volumi di roccia presenti in cava e potenzialmente coltivabili.

L'estensione nr. 1 possiede una superficie di ca. 1'990 m². La quota più elevata è di 480 msm. I calcoli del volume coltivabile (potenziale di coltivazione) considerano un eventuale abbassamento del versante di massimo 68 m, sino alla quota del fiume Rovana. Il volume estratto è stato calcolato tenendo conto della pendenza e della geomorfologia del versante (ca. 40'000 m³), del volume di roccia asportato sino ad ora (3'500 m³) e di una stabilizzazione delle pareti tramite gradoni di 20 x 4 m (ca. 13'000

m³). Il volume coltivabile raggiunge ca. 80'000 m³ e rappresenta la roccia presente in loco e ancora asportabile nei prossimi anni, coltivando sino alla quota del fiume Rovana.

L'estensione nr. 2 possiede una superficie di 3'085 m². La quota più elevata è di 493 msm. I calcoli del volume coltivabile considerano un eventuale abbassamento del versante di massimo 81 m, sino alla quota del fiume Rovana. La cifra del volume estratto è stata calcolata tenendo conto del volume di roccia asportato sino ad ora (ca. 110'000 m³) e di una stabilizzazione delle pareti tramite gradoni di 20 x 4 m (ca. 50'000 m³). Il volume coltivabile risulta è di ca. 95'000 m³ e rappresenta la roccia presente in loco e ancora asportabile nei prossimi anni, coltivando sino alla quota del fiume Rovana.

L'estensione nr. 3 possiede una superficie di ca. 4'050 m². La quota più elevata è di 425 msm. I calcoli del volume coltivabile considerano un eventuale abbassamento del versante di massimo 13 m, sino alla quota del fiume Rovana. Il volume residuo è nullo poiché abbiamo considerato la superficie di questa parte di cava come orizzontale. Il volume coltivabile raggiunge ca. 50'000 m³ e rappresenta la roccia presente in loco e ancora asportabile nei prossimi anni, coltivando sino alla quota del fiume Rovana.

L'estensione nr. 4 possiede una superficie di 4'080 m². La quota più elevata è di 425 msm. I calcoli del volume coltivabile considerano un eventuale abbassamento del versante di massimo 13 m, sino alla quota del fiume Rovana. Il volume residuo è nullo poiché abbiamo considerato la superficie di questa parte di cava come orizzontale. Il volume coltivabile raggiunge ca. 50'000 m³ e rappresenta la roccia presente in loco e ancora asportabile nei prossimi anni, coltivando sino alla quota del fiume Rovana.

Estensione	Superficie [m ²]	Quota [msm]	Abbassamento massimo [m]	Volume teorico [m ³]	Volume residuo [m ³]	Volume coltivabile [m ³]
1	1'993	480	480 - 412 = 68	135'524	56'805	78'719
2	3'085	493	493 - 412 = 81	249'885	156'200	93'685
3	4'057	425	425 - 412 = 13	52'741	0	52'741
4	4'080	425	425 - 412 = 13	53'040	0	53'040
1+2+3+4	13'215					278'185
Fiume Rovana		412				

Tabella 11: calcolo del volume di roccia coltivabile nella cava di Boschetto.

Quota: è rappresentata la quota più elevata.

Abbassamento massimo: sino al livello del fiume Rovana.

Volume teorico: superficie * abbassamento massimo.

Volume residuo: morfologia del terreno + materiale asportato + gradonature.

Volume coltivabile: volume teorico - volume residuo.

Ipotizzando la continuazione dell'attività estrattiva ai ritmi attuali, nelle superfici di scavo attuali (estensioni 2 e 4), l'attività potrà protrarsi per circa 18 anni.

I volumi indicati nel testo e nella tabella 11 sono puramente indicativi e valutati in assenza di un piano di coltivazione e risistemazione generale della cava. Per calcolare dei potenziali di coltivazione più precisi è necessario conoscere la progettazione generale della coltivazione e dell'abbandono della cava.

7.3 Altri comparti critici / inattivi

Comparto di Lodrino-Iragna

Le superfici ed i volumi (cfr. tabella 12) sono stati calcolati unicamente per le 3 cave abbandonate situate sul territorio di Iragna.

Il potenziale estrattivo è stato calcolato all'interno del perimetro CAV_1989 per le cave abbandonate di Mairano Sud e Mairano Nord e all'interno del perimetro CAV_2004 per la cava abbandonata presente sul territorio di Iragna (cfr. allegato 2).

Il potenziale di coltivazione è stato stimato ipotizzando dapprima un'estrazione per abbassamento delle pareti e stabilizzazione delle stesse tramite gradonatura. In seguito, dal piano orizzontale, si è postulata una coltivazione sino al livello del fiume Ticino.

Il volume di roccia ancora estraibile è di ca. 850'000 m³.

Ammettendo un volume di estrazione annuo di 25'000 m³, le cave potrebbero venir riattivate per ca. 35 anni e coltivate tramite metodi tradizionali a cielo aperto.

<i>Superficie totale zone [m²]</i>	<i>Superficie coltivabile [m²]</i>	<i>Volume teorico [m³]</i>	<i>Volume residuo [m³]</i>	<i>Volume coltivabile [m³]</i>
38'400	34'500	1'346'570	493'746	852'824

Tabella 12: calcolo del volume di roccia coltivabile per le 3 cave abbandonate a Iragna.

Volume teorico: superficie * abbassamento massimo.

Volume residuo: morfologia del terreno + materiale asportato + gradonatura.

Volume coltivabile: volume teorico – volume residuo.

I volumi indicati nel testo e nella tabella 12 sono puramente indicativi e valutati in assenza di un piano di coltivazione e risistemazione generale della cava. Per calcolare dei potenziali di coltivazione più precisi è necessario conoscere la progettazione generale della coltivazione e dell'abbandono della cava. Inoltre, le cave in questione sono state abbandonate per questioni legate alla qualità della roccia (alta fratturazione e petrografia eterogenea), per cui l'affidamento del potenziale effettivo di materiale commerciale potrà essere fatto unicamente dopo approfondimento delle conoscenze geologiche/petrografiche locali.

Comparto di Castione

Il potenziale di coltivazione di questo comparto è stato calcolato unicamente per la cava più vicina alle abitazioni (situata a sud del comparto).

Il potenziale estrattivo è stato calcolato all'interno del perimetro CAV_2009 (cfr. allegato 2).

Abbiamo considerato la coltivazione della roccia per abbassamento delle pareti, con metodi estrattivi tradizionali a cielo aperto, sino alla quota di 245 msm.

Il volume di roccia coltivabile è di 20'500 m³.

Ipotizzando un volume di estrazione annuo di ca. 5'000 m³, la coltivazione potrebbe venir riattivata per ca. 4 anni. La roccia estratta da questa cava è di sicuro particolare e relativamente rara, per cui è ragionevole pensare ad un inserimento del sito come cava

di nicchia e, in questo senso, limitare l'estrazione a non più di 2'000 m³ annui, ciò porterebbe ad una durata delle attività di cava di oltre un decennio.

<i>Superficie totale zone [m²]</i>	<i>Superficie coltivabile [m²]</i>	<i>Volume teorico [m³]</i>	<i>Volume residuo [m³]</i>	<i>Volume coltivabile [m³]</i>
2'041	841	24'930	4'350	20'580

Tabella 13: calcolo del volume di roccia coltivabile nella cava più a sud del comparto di Castione.
Volume teorico: superficie * abbassamento massimo.
Volume residuo: morfologia del terreno + materiale asportato + gradonatura.
Volume coltivabile: volume teorico – volume residuo.

I volumi indicati nel testo e nella tabella 13 sono puramente indicativi e valutati in assenza di un piano di coltivazione e risistemazione generale della cava. Per calcolare dei potenziali di coltivazione più precisi è necessario conoscere la progettazione generale della coltivazione e dell'abbandono della cava.

Comparto di Arzo

Il potenziale di coltivazione di questo comparto è stato calcolato per le 2 cave inattive di Salorino e le 2 cave inattive del S. Salvatore.

I calcoli sono stati effettuati per la superficie del limite di coltivazione CAV_2009 (cfr. allegato 2), tranne per la cava di S. Salvatore 1. Per quest'ultima abbiamo utilizzato il limite più recente in nostro possesso, rappresentato dal CAV_2004 (cfr. allegato 2).

Abbiamo ipotizzato un'estrazione della roccia sino alla quota:

- di 470 msm per le 2 cave di Salorino (cfr. allegato 2);
- di 300 msm per la cava di S. Salvatore 1 (cfr. allegato 2);
- di 330 msm per la cava di S. Salvatore 2 (cfr. allegato 2).

Il volume di roccia coltivabile, con estrazione tradizionale a cielo aperto, è di ca. 270'000 m³.

Ipotizzando un volume di estrazione annuo di 10'000 m³, la coltivazione delle cave potrebbe venir riattivata per ca. 25 anni.

<i>Superficie totale zone [m²]</i>	<i>Superficie coltivabile [m²]</i>	<i>Volume teorico [m³]</i>	<i>Volume residuo [m³]</i>	<i>Volume coltivabile [m³]</i>
64'100	25'700	444'318	175'334	268'984

Tabella 14: calcolo del volume di roccia coltivabile nelle cave di Salorino e S. Salvatore.
Volume teorico: superficie * abbassamento massimo.
Volume residuo: morfologia del terreno + materiale asportato + gradonatura.
Volume coltivabile: volume teorico – volume residuo.

I volumi indicati nel testo e nella tabella 14 sono puramente indicativi e valutati in assenza di un piano di coltivazione e risistemazione generale della cava. Per calcolare dei potenziali di coltivazione più precisi è necessario conoscere la progettazione generale della coltivazione e dell'abbandono della cava.

Comparto di Lavorgo

Il potenziale di coltivazione di questo comparto è stato calcolato per le 2 cave adibite a deposito di materiale di scarto ATG.

I calcoli sono stati effettuati utilizzando il perimetro CAV_2009 (cfr. allegato 2).

Il volume di roccia estraibile è di 200'000 m³ ca.

Ipotizzando un volume di estrazione annuo di 10'000 m³, la riapertura dell'estrazione con metodi tradizionali a cielo aperto potrebbe mantenersi per ca. 10 anni.

<i>Superficie totale zone [m²]</i>	<i>Superficie coltivabile [m²]</i>	<i>Volume teorico [m³]</i>	<i>Volume residuo [m³]</i>	<i>Volume coltivabile [m³]</i>
118'760	23'500	462'255	262'628	199'627

Tabella 15: calcolo del volume di roccia coltivabile nelle cave del deposito materiali ATG.

Volume teorico: superficie * abbassamento massimo.

Volume residuo: morfologia del terreno + materiale asportato + gradonatura.

Volume coltivabile: volume teorico – volume residuo.

I volumi indicati nel testo e nella tabella 15 sono puramente indicativi e valutati in assenza di un piano di coltivazione, di deposito inerti e di risistemazione generale della cava. Per calcolare dei potenziali di coltivazione più precisi è necessario conoscere la progettazione generale della coltivazione e dell'abbandono della cava. Inoltre, le cave in questione sono state abbandonate per questioni legate anche alla qualità della roccia, per cui l'affinamento del potenziale effettivo di materiale commerciale potrà essere fatto unicamente dopo approfondimento delle conoscenze geologiche/petrografiche locali.

È risaputo che il carico statico generato dal deposito di materiale di scarto ATG ha compresso gli strati di limi e argille lacustri della piana di Lavorgo, cagionando un cedimento e una traslazione della linea ferroviaria. L'eventuale riapertura dei fronti estrattivi dovrà considerare anche questo rischio geologico.

8. Gestione degli scarti

Gli scarti di cava rappresentano una volumetria di materiale decisamente importante; basti pensare che l'estrazione di pietra da taglio genera, a seconda dalla qualità del materiale estratto e dagli spessori di materiale non idoneo da movimentare, dal 50 % fino al 70 % di scarto rispetto al volume coltivato.

La roccia compatta, se frantumata e ridotta a detrito, aumenta in volume in ragione di 1.5-1.7 volte: assumendo un volume d'estrazione annuale di 40'000 m³ in roccia (ipotesi per una grande cava TI), la produzione di volume di scarto potrebbe variare tra 30'000 e 45'000 m³ di scarti sciolti. Di riflesso, per una cava di nicchia (con un volume di coltivato pari a 5'000 m³) la produzione volumetrica di scarto potrebbe variare tra 3'500 e 5'500 m³.

Si tratta perciò di volumi non indifferenti che se sommati sull'arco degli anni d'attività di una cava possono raggiungere valori considerevoli¹ che variano da un comparto all'altro, si veda a questo proposito la tabella 16.

¹ In 60 anni di attività, una grande cava ticinese, potrebbe teoricamente produrre lo stesso volume di scarti che è stato movimentato per la costruzione della piramide di Cheope. Per rimanere alle nostre latitudini, la stessa cava, in una decina di anni e solo con i propri scarti, potrebbe riempire il bacino della Val d'Ambra.

8.1 Tipologia di scarto

Le varie fasi di lavorazione di cava (dalla preparazione del terreno per la coltivazione, alla finitura delle superfici dei prodotti da commerciare) producono degli scarti di diversa composizione, che richiedono modalità gestionali differenti.

Di seguito una rapida carrellata delle tipologie di scarto principali.

8.1.1 Scarti lapidei

Si tratta del prodotto di scarto più conosciuto e anche più importante dal punto di vista volumetrico.

È prodotto durante le fasi di coltivazione del banco roccioso ed è sostanzialmente costituito da condizioni naturali – che andrebbero preventivamente conosciute e considerate nel piano d'estrazione - del tipo:

- Roccia con irregolarità petrografiche nella matrice o alterazioni d'ordine petrotermale;
- Roccia con alterazioni della superficie o di singoli minerali (cfr. ad es. macchie rosso-brunastre come risultato dell'ossidazione dei minerali ferrosi);
- Roccia fessurata o microfessurata;
- Intercalazioni rocciose a caratteristiche geomeccaniche scadenti.

Solitamente, il banco/orizzonte roccioso superficiale (di spessore variabile tra 1 e 15/20 m) è costituito da roccia tenera, alterata e/o fessurata che non può essere valorizzata sul mercato. In questi casi, il gestore di cava, assumendo una coltivazione a cielo aperto, dovrà per prima cosa abbattere il banco non idoneo e il risultato sarà costituito da volumi anche importanti di scarti lapidei.

Gli scarti lapidei possono poi essere indotti da determinate condizioni createsi durante il processo di coltivazione, tipo:

- Scarti di prodotti che comunque potrebbero essere utilizzati sul mercato se valorizzati come tali o come sotto-prodotti;
- Eccessiva fessurazione o microfessurazione causa brillamento;
- Rotture causate da cadute dei banchi da grandi altezze;
- Rotture causate dalla movimentazione dei blocchi;
- Geometrie non più idonee originate da errori durante i processi di sezionamento.

Altri scarti di questo genere derivano dai processi di taglio dei blocchi a livello di laboratorio, tipo:

- Rotture causate dalla movimentazione di lastre e prodotti semilavorati o finiti;
- Porzioni di lastre e altri prodotti troppo piccoli o geometricamente non valorizzabili;
- Geometrie non più idonee originate da errori durante i processi di taglio.

Altri scarti lapidei possono essere costituiti da blocchi e massi costituenti parti della copertura in materiale sciolto (morena, detrito).

8.1.2 Scarti terrigeni e humosi

In pratica ci si riferisce alla matrice che costituisce la copertura in materiale sciolto del substrato roccioso coltivabile.

In un regime di estrazione a cielo aperto, le operazioni di preparazione alla coltivazione vera e propria comprendono pure lo smantellamento del substrato in materiale sciolto e della relativa copertura vegetativa.

In gran parte dei comparti esiste una copertura in materiale sciolto che, normalmente, è costituita da depositi morenici a grana medio-grossa, oppure da depositi detritici di

colluvium (depositi originati da dinamiche esogene primarie² e secondarie³ lungo i versanti). Per certi fronti estrattivi si tratta di asportare materiale sciolto in ragione di 5-15 m di spessore (che per una superficie teorica di 2'000 m² rappresentano importanti volumetrie di ca. 20'000 m³ in situ – ca. 25'000 m³ di materiale mobilizzato).

Questo tipo di materiale è costituito da:

- Ghiaie e sabbie;
- Terre sabbiose e limose;
- Limi terrigeni più o meno humosi;
- Humus e copertura vegetativa (zolle erbose, piante, arbusti).

8.1.3 Limo di segagione

Si tratta del prodotto di scarto generato dalle operazioni di taglio, soprattutto presso i laboratori in cui sono eseguite le operazioni finali per la consegna delle pietre al cliente (tagli con seghe e circolari, taglio all'acqua, processi di preparazione delle superfici).

Il prodotto residuo di queste operazioni è una fanghiglia limosa molto bagnata. In passato questi limi erano smaltiti senza alcun trattamento e, giacché si trattava di un residuo assolutamente senza valore, finivano nell'acqua reflua e, di conseguenza, in un qualche ricettore naturale o per infiltrazione in qualche prato.

La composizione di questi limi dipende dalla roccia estratta, laddove la natura della roccia è gneissitica, i limi presentano una composizione prevalentemente silicea, nel caso del taglio di rocce marmoree, il limo risulta piuttosto di tipo carbonatico.

La produzione totale di limo di segagione nel canton Ticino è stimata a 7'000 tonnellate annue.

8.2 Utilizzo e deposito attuale degli scarti

Fino ad inizio anni 2000 la gestione degli scarti in gran parte dei comparti estrattivi ticinesi si risolveva con il deposito in loco, sovente lungo scarpate detritiche (le cosiddette 'chippe'), oppure a riempimento dei vuoti lasciati dalle fasi d'estrazione precedenti.

Soprattutto per motivi legati alla mancanza di spazio e all'incremento dei volumi d'estrazione, durante gli ultimi 10-20 anni alcuni cavisti hanno cercato di immettere nel mercato anche una parte degli scarti come sottoprodotti delle attività estrattive.

8.2.1 Scarti lapidei

È la porzione preponderante di scarti di cava (>80%).

I blocchi di grandi dimensioni (da 1 m³ a >10 m³) sono spesso utilizzati per la messa in opera di muri di contenimento, arginature, sostegni a piste d'accesso o di transito, muraglie di protezione.

La volumetria in eccesso ed i blocchi a dimensioni inferiori finiscono per contro spesso lungo le scarpate detritiche a valle dei fronti estrattivi.

Le difficoltà del mercato, la penuria di spazi adeguati al deposito di questi scarti e la sensibilità crescente all'impatto ambientale, hanno di recente favorito (per gran parte dei gestori ticinesi) la formazione di una nuova consapevolezza per quanto riguarda la gestione anche di questi scarti lapidei. Per questo motivo, in maniera tuttavia scoordinata

² Processi franosi, erosivi a seguito di ruscellamenti, traslativi, ecc.

³ Processi gravitativi secondari (rimobilizzo di depositi franosi e morenici lungo il pendio).

e poco conseguente (sino a questo momento), sono stati messi in atto alcuni accorgimenti che hanno permesso di limitare il volume di questi scarti e, in parte, valorizzandoli, di immetterli nella filiera altrimenti riservata agli inerti d'origine alluvionale e morenica.

In sintesi, i gestori più accorti (o quelli più toccati dalla problematica relativa alla gestione degli scarti) hanno messo in atto nuove strategie, tra cui:

- Ottimizzazione della tecnica estrattiva.
- Ottimizzazione delle procedure di scelta dei blocchi meritevoli di taglio.
- Ricerca di nuovi sbocchi di mercato che permettono la vendita di prodotti anche di qualità inferiore.
- Collaborazione con ditte attive nel campo dello smercio d'inerti.
- Frantumazione di blocchetti e lastre per la produzione d'inerti utilizzabili (cfr. capitolo 8.2.4).

L'ottimizzazione della tecnica estrattiva (utilizzo di tecniche di brillamento più precise rispetto all'impiego della saccoccia da mina o dei grandi fori a polvere nera) e la più accurata scelta del materiale, a dipendenza del comparto estrattivo, **hanno permesso di ridurre lo scarto lordo del 10-20%** (calcolato sulla volumetria di materiale estratto).

L'utilizzo di altri scarti come blocchetti e blocchi da scogliera (ad esempio) ha permesso di aprire nuovi sbocchi di mercato (pur con margini del tutto ridotti).

Negli ultimi anni, soprattutto per impieghi nelle vicinanze del comparto di cava, una certa parte del materiale di scarto è stata smerciata tramite imprese attive nell'ambito dell'edilizia pubblica (soprattutto strade). Questa nuova opportunità non porta valore aggiunto al cavista ma, sovente, permette a quest'ultimo di risparmiare sia sui costi riguardanti la rimobilizzazione (spesso plurima) del materiale a livello di piazzali di lavorazione, sia sui costi di scarica nel caso in cui lo scarto dovesse essere smaltito in questo senso. Il risparmio (minor spesa)⁴, dipendentemente dalla distanza del trasporto degli inerti dal comparto estrattivo, oscilla tra il 30% ed il 90%.

8.2.2 Scarti terrigeni e humosi

La terra (materiale detritico di copertura) e l'humus, sino a qualche anno fa, venivano frammisti ai detriti lapidei e scaricati lungo le scarpate detritiche o nelle fosse di riempimento.

Qualche cavista riesce oggi a riutilizzare parte di questi materiali. Per la parte più terrigena e humosa l'utilizzo prevalente è come ultimo strato di copertura sopra i riempimenti in materiale lapideo di scarto (in maniera che la vegetazione abbia ad attecchire più velocemente), l'operazione presuppone però che il cavista abbia effettivamente predisposto un piano di coltivazione e abbia definito uno spazio presso di cui depositare temporaneamente questo materiale. In alcuni casi, la porzione detritica, soprattutto se d'origine morenica e previa vagliatura, è immessa nella filiera dei materiali inerti, specialmente come sottofondo o riempimento, raramente come componente nella fabbricazione del calcestruzzo.

⁴ In pratica, pur pagando il trasporto sino al deposito dell'impresa edile, il cavista risparmia sui costi che altrimenti dovrebbe sostenere (rimobilizzo plurimo in cava, scarica esterna). Da notare che il deposito in cava degli scarti presuppone: il carico con escavatore, il trasporto con dumper, il posizionamento con escavatore, il riempimento e la sistemazione finale con escavatore; oltre ad evtl rimobilizzi all'interno del comparto, cfr. depositi intermedi).

8.2.3 Limi di segazione

Qualche cava ha installato dei sistemi per il trattamento di questo scarto (filtropressa) che permettono di ottenere dei fanghi secchi che possono essere depositati in cava, ancorché si segnalino non pochi problemi di compatibilità con l'ambiente. L'acqua risultante del processo di compressione, prima di essere infiltrata o immessa in un ricettore, è fatta passare da uno o più bacini di decantazione per la sedimentazione del particolato fine in sospensione.

8.2.4 Frantumazione e produzione di inerti

In qualche raro caso lo scarto lapideo di cava è frantumato, vagliato e immesso nella filiera degli inerti per calcestruzzo e per sottofondi.

L'installazione di un frantoio rimane però un problema dal punto di vista dell'impatto ambientale, soprattutto per l'immissione nell'ambiente di polveri e alti livelli di rumore. Inoltre, per il singolo cavista, rappresenta un investimento iniziale importante e presuppone di dedicare del personale appositamente (o quasi) per questa attività. Per di più, non tutte le rocce si prestano per essere frantumate e riutilizzate. Rocce ad alto contenuto micaceo, rocce scistose, alterate o carbonatiche, quarziti e simili, non sono idonee alla frantumazione.

I marmi e le rocce carbonatiche in genere (che sono tuttavia piuttosto rare nel mondo estrattivo ticinese) si prestano ad essere riciclate come fondi di pavimentazione naturali (in calcestre) sempre più utilizzati nei tracciati ciclabili in golena o in altri paesaggi delicati che richiedono di rinunciare all'asfaltatura.

Per i comparti principali, laddove l'estrazione concerne rocce cristalline di tipo siliceo (gneiss) e la filiera degli inerti lo permette, è ragionevole suggerire una coordinazione tra le parti affinché sia resa possibile l'installazione di un frantoio comune che permetta l'immissione di una parte degli scarti anche nella filiera degli inerti. Idealmente, il gestore del frantoio dovrebbe essere qualcuno attivo nello smercio degli inerti che coordina e accetta materiale anche proveniente dai comparti estrattivi.

Ipotizziamo che l'ottimizzazione dei volumi attingendo alla possibilità della frantumazione e successivo vaglio del materiale, possa permettere una riduzione rilevante degli scarti. In via assolutamente teorica, lo scarto prodotto dall'estrazione di rocce gneissitiche potrebbe essere smaltito per frantumazione e vaglio in ragione del 60-70% e questo coerentemente con le schede di PD relative alla tematica degli inerti e dei materiali granulari da costruzione. I blocchi ed i sassi contenuti nella coltre di materiale sciolto di copertura, possono pure essere smaltiti in questa maniera. Per le rocce ticinesi, la frazione granulometrica inferiore ai 4 mm potrà essere utilizzata unicamente con difficoltà (alto contenuto micaceo).

Accanto alle considerazioni di carattere qualitativo che possono essere estese a tutto il territorio cantonale, vanno considerate le limitazioni imposte dall'ubicazione e dall'accessibilità delle zone di produzione - estremamente diverse fra di loro rispetto all'asse del Gottardo, qui inteso come principale via di transito per accedere al mercato degli inerti. Sulla scorta dei comparti estrattivi analizzati in Ti.petra (2010) la situazione degli scarti, volumi, distanze e costi di un loro virtuale trasporto può essere presentata come segue.

Compartimenti di Petra, produzione di scarti (2010) e costi di trasporto teorici											
	estratti	estratti	% scarto	scarto	scarti	distanza autostrada (km)	agglomerato (km)	Sfr. 50/km ³	Costo trasporti	costo totale trasporto scarti	costo trasporto scarti/m ³
1 Lavorgo	0	0		50	0			0.0	0.0		
2 Personico	20000	20000		50	10000			5000.0	5400.0	10400.0	
3 Malvaglia	5000	5000		70	3500			5250.0	5670.0	10920.0	
4 Lodrino/Ragna	132000	132000		60	79200			99000.0	106920.0	205920.0	
5 Cresciano/Sogna	40000	40000		30	12000			30000.0	32400.0	62400.0	
6 Castione	0	0		20	0			0.0	0.0	0.0	
12 Arzo/Erffini	50	197050		30	15	104715		26.3	28.4	54.6	CHF 289'695
7 Erzasca	2000	2000		40	800			6000.0	4320.0	10320.0	CHF 2'77
9 Riveo	75000	75000		50	37500			295312.5	212625.0	507937.5	CHF 3'53
8 Onsernone	30000	77000		40	12000	38300		162000.0	87480.0	249480.0	CHF 18'258
10 Inescio	20000	20000		40	8000			124000.0	66960.0	190960.0	CHF 54'670
11 Peccia	600	50600		70	420	20420		9240.0	4989.6	14229.6	CHF 2'27
Totale Canton Ticino	324650	324650		45.8	163435						

* costo viaggio ritorno
vuoto: 0%
Valmaggia: 100%
Onsernone/Avazzara)

Tabella 16: produzione di scarti (m³ annui, dati 2010) e costi di trasporto teorici.

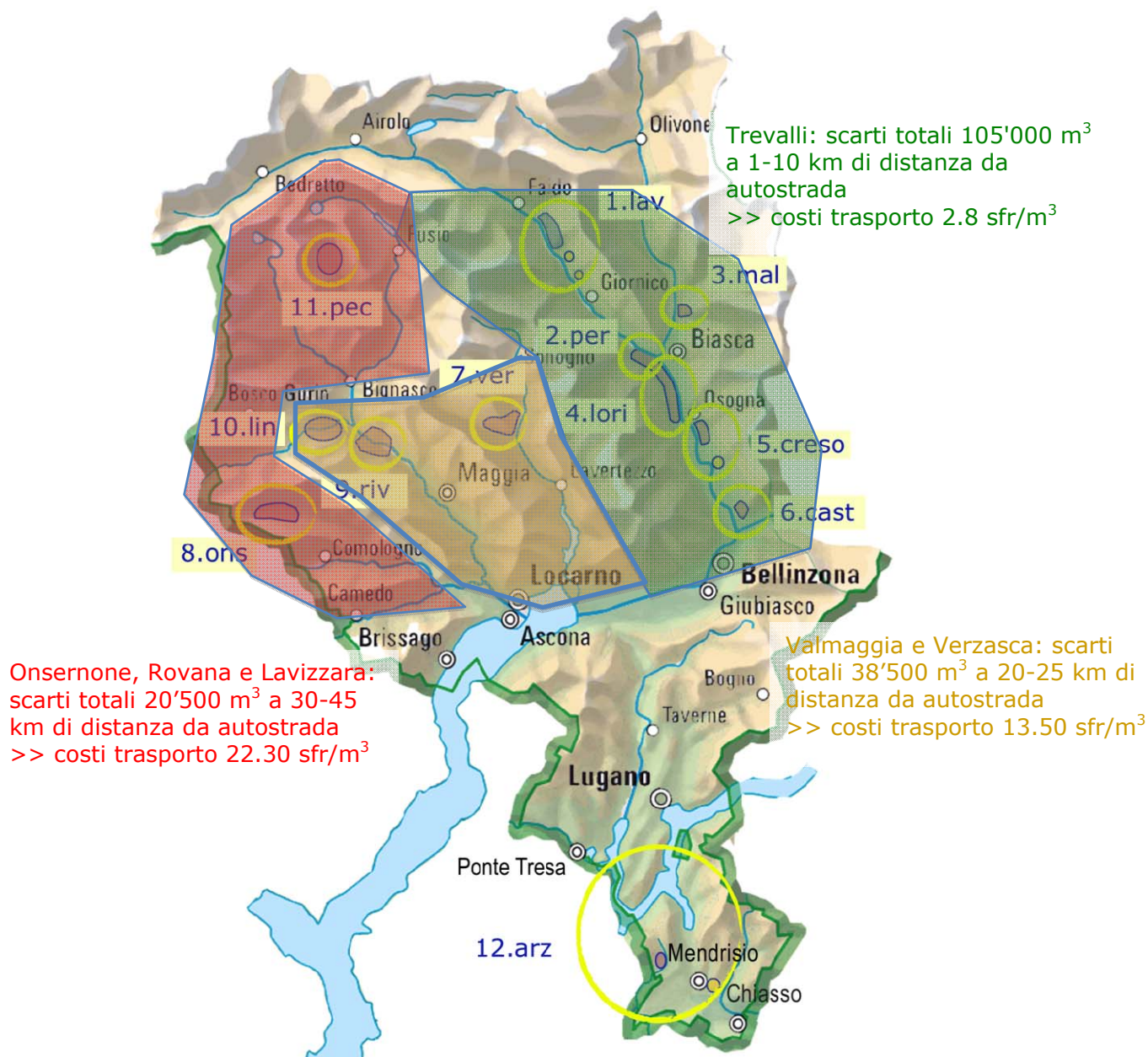


Figura 8: situazione scarti, volumi annuali, distanze e costi virtuali di trasporto.

Quanto precede va quindi nella direzione delle schede di PD relative agli inerti, che già in parte è realizzata nella regione Trevalli. La situazione nella media Valmaggia e quella ancor più particolare nelle valli periferiche mostra che tuttavia l'opzione del riciclaggio come materiale da costruzione – a basso valore aggiunto – diviene vieppiù problematico con l'allontanarsi dall'asse del San Gottardo, con la necessità di predisporre particolari incentivi e/o soluzioni alternative che evitino o riducano di trasporto (p.es. bonifiche, terrazzamenti, discarica in cava).

8.3 Potenzialità d'ottimizzazione per la gestione degli scarti

Esistono ancora possibilità di ottimizzazione nella gestione degli scarti, soprattutto per i comparti non dislocati e per le cave a grande produzione. In aggiunta alla gestione

ottimizzata degli scarti all'interno di ogni singola cava, tramite una pianificazione accurata delle zone e una gestione coordinata degli scarti sarebbe possibile migliorare ulteriormente i bilanci volumetrici.

In questo senso, pensiamo soprattutto all'immissione nella filiera degli inerti previa frantumazione dello scarto e alla gestione centralizzata (a livello di comparto) dei depositi intermedi di materiale non idoneo per la commercializzazione nella filiera della pietra nobile (materiale terrigeno, blocchi da scogliera).

8.3.1 Scarti lapidei

La scelta delle zone da coltivare, evitando le zone meno idonee e la modifica della tecnica d'estrazione possono ridurre ulteriormente lo scarto. L'utilizzo di tecniche di brillamento a favore di tagli alla miccia detonante (parallelamente alla rinuncia all'utilizzo di polvere nera concentrata) oppure l'adozione delle macchine di taglio al filo diamantato, permettono di ridurre la microfessurazione della roccia e, di riflesso, di ridurre il volume di materiale di scarto.

8.3.2 Scarti terrigeni e humosi

La terra (materiale detritico di copertura) e l'humus, sino a qualche anno fa venivano frammisti ai detriti lapidei e scaricati lungo le scarpate detritiche o nelle fosse di riempimento. La principale via di ottimizzazione consiste nel predisporre anzitempo un concetto di decommissioning che preveda i settori in cui depositare queste frazioni.

8.3.3 Limi di segagione

Al fine di individuare una via di smaltimento/riciclaggio ambientalmente sostenibile di questo scarto, le autorità cantonali ed i responsabili del settore hanno promosso delle ricerche allo scopo di valorizzare questa frazione. Queste approfondiscono gli aspetti relativi all'inquinamento da cobalto ed idrocarburi (risultanti dalla lavorazione in cava), i costi interni all'azienda, le proprietà che aprirebbero nuovi orizzonti con possibili ri-utilizzi (vedasi ad esempio le opzioni per il biorisanamento e l'impiego nel settore verde in http://www.aigt.ch/download/02_RAPPORTO-FINALE-INTERREG-CH.pdf).

Il settore agricolo e quello del recupero ambientale appaiono come il più promettenti in quanto l'impiego del limo di segagione può avvenire in modalità differenti, sia in qualità di miscela con composto, sia puro o disciolto in acqua.

Miscele di limo sono quindi impiegate e studiate come ammendante per la rimineralizzazione del suolo (suoli agricoli, terreni da orto, manti erbosi, ecc.). L'uso è ben conosciuto e praticato con le rocce carbonatiche (calcari, dolomie e marmi).

L'impiego oculato di limo derivato da rocce di tipo siliceo assicura:

- un modesto ma significativo apporto di minerali paramagnetici e di nutrienti principali (potassio, fosforo) e di numerosi micro-elementi, sia in forma direttamente utilizzabile dalla pianta, sia in forma di riserva
- il tamponamento del pH (i.p. per terreni acidi, pascoli acidificati, ...)
- l'aumento della capacità di ritenzione idrica (i.p. per terreni filtranti, con abbondante scheletro)

Altri possibili impieghi in questo campo li abbiamo nella formazione di terreni artificiali (substrato terroso) in qualità di miscele limo-compost-componenti grossolane in proporzioni variabili a dipendenza della tipologia di terreno richiesto (compenso per terreni soggetti all'erosione, bonifiche di terreni aridi, formazione di terreni mesofili, terre

da orto, ecc.), come pure per piantagioni forestali (miscela nella buca di impianto) e substrato per la formazione di biotopi aridi (prati magri) o biotopi palustri (impianti di vegetazione palustre) quale componente principale che influisce sulla ritenzione idrica, oppure ancora nel florovivaismo, in sostituzione di antiparassiti per il controllo biologico di funghi, pidocchi e parassiti delle piante.

Nel **settore artigianale/industriale** esistono pure alcune ipotesi ed alcune pratiche di riutilizzo. Impiego come stabilizzante per sottofondi e rilevati stradali. Il limo in questo caso verrebbe trattato e macinato insieme ad altri materiali per la produzione di uno stabilizzato impiegabile principalmente nella costruzione di strade.

Impiego come filler per conglomerati bituminosi che costituiscono il "collegamento" tra il sottofondo ed il manto di finitura (additivo finissimo di rocce macinate che costituisce l'elemento di riempimento delle porosità dello strato portante). Qui però il mercato sembra del tutto saturo, almeno per quanto concerne il Canton Ticino, dove gli inertisti e le ditte di pavimentazione già producono in proprio (ed in eccesso) le frazioni limose occorrenti.

Impiego per la produzione di cementi, mattoni e laterizi. Data la stretta affinità tra i fanghi derivanti dalla lavorazione del granito ed i materiali argillosi, è possibile ipotizzare un loro impiego in questo settore.

Impiego quale impermeabilizzante e coibentante nelle discariche.

Tutte le possibilità di reimpiego citate sono intimamente collegate ad un cambiamento di visione: il limo va stoccato in modo attento e finalmente considerato quale materia prima.

Attualmente - pur senza ancora raggiungere una valorizzazione di questa frazione - qualche cava ha installato dei sistemi per la compressione e la disidratazione (almeno parziale) di questo scarto. In questa maniera si ottengono dei fanghi meno umidi che possono essere depositati in cava. L'acqua risultante del processo di compressione, può essere riciclata con l'impiego di flocculanti, in alternativa - prima di essere infiltrata o immessa in un ricettore - deve passare da uno o più bacini di decantazione per la sedimentazione del particolato fine in sospensione. (vedi p.es. schema seguente tratto da http://www.aigt.ch/download/02_RAPPORTO-FINALE-INTERREG-CH.pdf).



Figura 9: trattamento limo di segazione.

Questi sistemi di trattamento dovrebbero garantire uno smaltimento compatibile con le disposizioni ambientali in vigore e devono pertanto essere applicati in tutti i comparti estrattivi.

9. Bibliografia

- a) Ti.petra 2010, Inventario pilota zone d'estrazione della pietra naturale nel Cantone Ticino, Dossier con i risultati dell'indagine, Dipartimento del territorio e Gruppo di lavoro Attività Estrattive in Ticino, 23.12.2010.
- b) Ti.petra 2010, Redazione di materiali utili all'elaborazione della scheda PD-V8, Elementi informativi, Sintesi dei risultati, Dipartimento del territorio e Gruppo di lavoro Attività Estrattive in Ticino, 05.02.2013.
- c) Rilievo fotogrammetrico mediante UAV (mini-drone), Davide Giudicetti, 2013.
- d) Le cave, Recupero e pianificazione ambientale, Manuale per la gestione sostenibile delle attività estrattive; Collana Sigea di geologia ambientale, Dario Flaccovio editore, 2008.
- e) Il recupero e la riqualificazione ambientale delle cave in Emilia – Romagna, Manuale Teorico – Pratico, Enrico Muzzi e Graziano Rossi, 2003.
- f) Piano provinciale delle attività estrattive della Provincia di Torino, linee guida, elaborato definitivo, Assessorato risorse idriche, qualità dell'aria e inquinamento atmosferico, acustico ed elettromagnetico, dicembre 2006.
- g) Linee guida per progettazione, gestione e recupero delle aree estrattive, Esempi e buone pratiche dell'industria del cemento; Aitec – Legambiente, 2012.
- h) Piano regionale attività estrattive (P.R.A.E.), Direttiva per l'individuazione, il recupero e la ricomposizione ambientale delle cave abbandonate e dismesse, Regione Marche, Giunta Regionale; articolo 6, comma 2, lettera g della L.R. 1 dicembre 1997, n. 71.
- i) Regolamento di gestione discarica materiali inerti di 2° categoria tipo "A", Comune di Vermiglio, Provincia di Trento, approvato nel 1997 e modificato nel 1999.
- j) Cave Arzo riqualificazione area e riuso stabili, progetto di massima complessivo: settembre 2012, Enrico Sassi Architetto.
- k) Inventario e proposte di valorizzazione del geopatrimonio del territorio del Parc Adula, Parte I: Stato attuale della geodiversità del parco, Cristian e Georgia Scapozza, giugno 2012.
- l) Geologia Insubrica, Rivista di Scienze della Terra, Volume 4, Numero 1 – 1999, M. Felber.

Faido / Locarno, agosto 2013

Dionea SA

Geografo Stefano Castelli

Ing. Gabriele Carraro

Muttoni & Beffa SA

Daniela Fontana, MSc. Ing. geol. UNIL

Floriano Beffa, MSc Earth Sci ETHZ