

CLEANSTONE

Recovery and valorization of stone processing waste for environmental sustainability

Guidelines

Program:

Interreg V-A Italien-Österreich - Aufruf 2018

Partner:

Università degli Studi di Udine – Dipartimento Politecnico di ingegneria e architettura – DPIA

Università degli Studi di Padova

Carinthia University of Applied Sciences

Confartigianato Vicenza

E.C.O. Institut für Ökologie

Final version: 19.01.2023



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI UDINE



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



KÄRNTEN
University of
Applied Sciences

@
Confartigianato
VICENZA

E. C. O.

Contents/Indice/Inhalt

I. Objectives of CLEANSTONE / Obiettivi del progetto Cleanstone / Zielsetzung von CLEANSTONE.....	3
II. Guidelines and criteria for the evaluation of the environmental impact of waste from stone processing / Linee guida e criteri per la valutazione dell'impatto ambientale del processo di lavorazione degli scarti lapidei / Leitlinien und Kriterien für die Bewertung der Umweltauswirkungen von Abfällen aus der Steinbearbeitung.....	6
III. Innovative protocols enabling optimized recovery of usable secondary raw materials / Protocolli innovativi per il recupero dei materiali di scarto secondari / Innovative Protokolle zur optimierten Rückgewinnung von verwertbaren Sekundärrohstoffen	35
IV. Waste disposal concepts / Concetti di smaltimento dei rifiuti / Konzepte der Abfallentsorgung	5

I. Objectives of CLEANSTONE / Obiettivi del progetto Cleanstone / Zielsetzung von CLEANSTONE

ENG

The objectives of the proposed activity are to achieve an increase in added value in the different stages of the process of working and using natural stone. They can be summarised as follows:

1. Experiments aimed at improving knowledge of operational problems and the improvement of working processes;
2. Analysis of the techniques used today for the recovery and reuse of the components of the processing sludge formed by the sawing dust and the water used to remove it from the plants;
3. Development of new techniques for recovering the solid fraction contained in the sludge and for reusing the water for industrial uses;
4. Analysis of sawing techniques currently in use and of techniques that are conceptually possible because they are in use in other industrial sectors but are not used in natural stone processing today for different reasons;
5. Development and adaptation of the analysed techniques for use in the sawing of natural stone with the aim of reducing waste and overall costs;
6. Action on several levels: technological, behavioural, regulatory to make the sector more sustainable and environmentally friendly (protection of soil, water and air pollution).
7. Establishment of a network of educational and training institutions and companies aimed at knowledge and technology transfer.

The study and work objectives indicated above could be supplemented by a cost-benefit analysis of the proposed solutions, an analysis that takes into account the not always overlapping interests of industrial operators, end users and civil society.

The cost-benefit analysis would be useful in the drafting of technical standards and directives that allow everyone to benefit from the results of the work.

These indispensable requirements were suggested by the sector companies involved in the present Interreg Italy-Austria in order to reduce the production costs that now weigh so heavily on them as to weaken their competitiveness on international markets.

Field of action of CLEANSTONE:

- Drafting of guidelines on the various phases of waste production, handling and disposal in order to limit the impact on the environment during all phases of the process and in relation to the entire life cycle of the quarry;
- White paper with proposals for the amendment and unification of Italian and Austrian legislation that currently do not allow the full potential of waste reuse to be exploited;
- definition of the characteristics of a prototype plant to obtain raw/secondary materials from the processing waste of limestone and granite, which are the most processed materials in the project areas.

Companies in the sector, mostly SMEs, benefit from the initiation of appropriate circular economy dynamics in their activities through the recycling of waste materials, no longer collected somewhere in the quarry or factory or sent to landfill as hazardous waste, but transformed into a new resource.

ITA

Gli obiettivi dell'attività proposta mirano ad ottenere un incremento di valore aggiunto nelle diverse fasi del processo di lavorazione ed uso della pietra naturale. Possono essere così riassunti:

1. Sperimentazioni destinate alla migliore conoscenza dei problemi operativi e al miglioramento dei processi di lavorazione;
2. Analisi delle tecniche oggi utilizzate per il recupero e il riutilizzo dei componenti dei fanghi di lavorazione formati dalle polveri di segagione e dall'acqua che ne consente l'asportazione dagli impianti;
3. Sviluppo di nuove tecniche di recupero della frazione solida contenuta nei fanghi e di riutilizzo dell'acqua per usi industriali;
4. Analisi delle tecniche di segagione attualmente in uso e delle tecniche concettualmente possibili perché in uso in altri settori industriali ma oggi per ragioni diverse non utilizzate nella lavorazione della pietra naturale;
5. Sviluppo e adattamento delle tecniche analizzate all'uso nella segagione delle pietre naturali con il fine di una riduzione degli sfridi e dei costi generali;
6. Azione condotta su più livelli: tecnologico, comportamentale, normativo per rendere il settore più sostenibile e rispettoso dell'ambiente (protezione del suolo, del settore idrico e dall'inquinamento atmosferico).
7. Costituzione di una rete formata da istituzioni formative e di addestramento e di imprese finalizzate al trasferimento di conoscenze e tecnologie.

Gli obiettivi di studio e di lavoro ora indicati potrebbero essere completati da una analisi costi benefici delle soluzioni proposte, analisi che tiene conto degli interessi non sempre coincidenti fra loro degli operatori industriali, degli utilizzatori finali e della società civile.

L'analisi costi benefici sarebbe utile nella redazione di norme tecniche e direttive che consentano a tutti di essere avvantaggiati dai risultati del lavoro svolto.

Queste indilazionabili esigenze sono state suggerite dalle aziende di settore impegnate nel presente Interreg Italia-Austria per ridurre i costi di produzione che ora gravano su di esse in maniera così pesante da indebolirne la competitività sui mercati internazionali.

Campo di intervento CLEANSTONE:

- stesura di linee guida relative alle diverse fasi di produzione, movimentazione e smaltimento degli scarti al fine di limitare l'impatto sull'ambiente durante tutte le fasi del processo e in relazione all'intero ciclo di vita della cava;
- libro bianco con proposte di modifica e unificazione delle legislazioni italiana e austriaca che attualmente non consentono di sfruttare appieno il potenziale offerto dal riutilizzo degli scarti;
- definizione delle caratteristiche di un impianto prototipo che ottenga materie prime/seconde dagli scarti di lavorazione delle pietre calcaree e dei graniti che sono i materiali più lavorati nelle aree del progetto.

Le aziende del settore, per lo più PMI, beneficiano dell'avviamento di adeguate dinamiche di economia circolare nelle loro attività attraverso il riciclaggio dei materiali di scarto, non più raccolti da qualche parte in cava o in stabilimento o avviati in discarica come rifiuti pericolosi, ma trasformati in nuova risorsa.

GER

Die Ziele der vorgeschlagenen Maßnahme bestehen darin, die Wertschöpfung in den verschiedenen Phasen des Prozesses der Bearbeitung und Verwendung von Naturstein zu erhöhen. Sie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Experimente zur Verbesserung der Kenntnisse über betriebliche Probleme und zur Verbesserung der Arbeitsverfahren;
2. Analyse der heute angewandten Techniken zur Rückgewinnung und Wiederverwendung der Bestandteile des Verarbeitungsschlamm, der sich aus dem Sägestaub und dem Wasser zu dessen Entfernung aus den Anlagen bildet;



3. Entwicklung neuer Techniken zur Rückgewinnung der im Schlamm enthaltenen festen Bestandteile und zur Wiederverwendung des Wassers für industrielle Zwecke;
4. Analyse der derzeit angewandten Sägetechniken und der Techniken, die konzeptionell möglich sind, weil sie in anderen Industriezweigen angewandt werden, aber aus verschiedenen Gründen in der Natursteinverarbeitung heute nicht zum Einsatz kommen;
5. Entwicklung und Anpassung der analysierten Techniken für den Einsatz beim Sägen von Naturstein mit dem Ziel, Abfall und Gesamtkosten zu reduzieren;
6. Maßnahmen auf mehreren Ebenen: technologische, verhaltensbezogene und ordnungspolitische Maßnahmen, um den Sektor nachhaltiger und umweltfreundlicher zu machen (Schutz von Boden, Wasser und Luftverschmutzung).
7. Aufbau eines Netzes von Bildungs- und Ausbildungseinrichtungen und Unternehmen für den Wissens- und Technologietransfer.

Die oben genannten Studien- und Arbeitsziele könnten durch eine Kosten-Nutzen-Analyse der vorgeschlagenen Lösungen ergänzt werden, eine Analyse, die die sich nicht immer überschneidenden Interessen von Industrieunternehmen, Endverbrauchern und Zivilgesellschaft berücksichtigt.

Die Kosten-Nutzen-Analyse wäre bei der Ausarbeitung von technischen Normen und Richtlinien nützlich, damit alle von den Ergebnissen der Arbeit profitieren können.

Diese unabdingbaren Anforderungen wurden von den an der aktuellen Interreg Italien-Österreich beteiligten Unternehmen des Sektors vorgeschlagen, um die Produktionskosten zu senken, die sie heute so stark belasten, dass sie ihre Wettbewerbsfähigkeit auf den internationalen Märkten schwächen.

Aktionsbereich auf CLEANSTONE:

- Ausarbeitung von Leitlinien für die verschiedenen Phasen der Abfallproduktion, -behandlung und -entsorgung, um die Auswirkungen auf die Umwelt in allen Phasen des Prozesses und in Bezug auf den gesamten Lebenszyklus des Steinbruchs zu begrenzen;
- Weißbuch mit Vorschlägen zur Änderung und Vereinheitlichung der italienischen und österreichischen Rechtsvorschriften, die es derzeit nicht erlauben, das Potenzial der Abfallwiederverwendung voll auszuschöpfen;
- Definition der Merkmale einer Prototypanlage zur Gewinnung von Roh-/Sekundärstoffen aus den Verarbeitungsabfällen von Kalkstein und Granit, den am meisten verarbeiteten Materialien in den Projektgebieten.

Die Unternehmen des Sektors, zumeist KMU, profitieren von der Einführung einer angemessenen Kreislaufwirtschaftsdynamik in ihre Aktivitäten durch das Recycling von Abfallstoffen, die nicht mehr irgendwo im Steinbruch oder in der Fabrik gesammelt oder als gefährlicher Abfall deponiert werden, sondern in eine neue Ressource umgewandelt werden.

II. Guidelines and criteria for the evaluation of the environmental impact of waste from stone processing / Linee guida e criteri per la valutazione dell'impatto ambientale del processo di lavorazione degli scarti lapidei / Leitlinien und Kriterien für die Bewertung der Umweltauswirkungen von Abfällen aus der Steinbearbeitung

ENG - Implementable best practices in quarry management

Main points:

- 1.Traditionally, on the basis of the characteristics of the deposit, the location and construction of the centralised technical installations for energy, compressed air and water eduction are defined and the spaces for the storage of materials, including waste materials, are chosen. For the protection of the territory, special attention has long been paid to the location of landfills, which are the subject of regional legislation on the planning of quarry activity. All the negative consequences of quarrying activities that interact with civil life, especially in man-made areas, are now taken into account.
2. Noise, vibrations, dust diffusion, water treatment are the subject of in-depth examinations.
3. In the sawing of blocks and more generally in the processing operations, special nozzles supply water and abrasive as well as anti-oxidant additives to prevent the formation of rust on the slabs. In the sawing of less hard rocks (in general those of sedimentary or metamorphic origin and of a carbonate nature) the frames are armed with diamond blades cooled with water sprayed on them.
4. The development and automation of block-cutting machines have allowed for a general improvement in the working environment; they are equipped with good dust collection equipment and are adequately soundproofed.
5. In the past, water run-off from machining operations was disposed of along watercourses; today it requires specific regulation or rather a model for its use and management. It is worth remembering that one of the tasks of the Consorzi di bonifica ed irrigazione (land reclamation and irrigation consortia) is the hydrogeological protection and management of surface water for predominantly agricultural use.
6. the presence of large piles of waste material within the quarry area constitutes an encumbrance and, depending on the size of the quarry yard, can also reach significant heights. The first issue concerns a geotechnical aspect relating to the stability of the heaps themselves and consequently the safety of the working areas within the quarry. For this purpose, during the design phase and during periodic inspections, stability checks are carried out on the heaps based on the geotechnical characteristics of the accumulated materials. If it is not possible to maintain the resting angles of the materials for the heap slopes due to lack of space, it is possible to contain the heaps by creating support at the foot with shapeless blocks found within the quarry itself. During the cultivation phases, it is possible to use part of the waste material to create or shape the site tracks within the quarry area and/or the access roads to the quarry itself.

The accumulated material is inert in nature and often of the same composition as the rock substrate on which it is deposited. Therefore, there are no major problems related to the risk of pollution due to runoff from the heaps. In the case of the presence of lithologies with different mineralogical compositions within the same extraction site (e.g. limestone and basalt), it is advisable to keep the waste and/or overburden materials from the different lithologies separate. In areas affected by karstification, the presence of open fractures could favour the deep percolation of the finest fraction of the silty sandy matrix. Pollutants that may be spilled at the quarry yards derive from accidents or spills from operating machinery or trucks transporting the material and are in any case managed in the emergency plan.

7. The presence of fine fraction inside the heaps of waste material could give rise to dusty suspensions when depositing the material on particularly windy days or more easily in correspondence with the transit paths of the quarry vehicles. This eventuality is remedied by periodically wetting the site tracks.

8. Since one of the main issues regarding the compliance of environmental controls is the release test, in-depth studies were carried out on this specific phase for the preparation, starting from the solid sample, of the liquid sample (aqueous extract), to be subjected to subsequent analysis. In this context, the various technical reference standards specify in detail how the release test is to be performed. This aspect is of considerable importance as the experimental parameters established by the individual method (particle size, method of dissolution -contact time, leaching agent-, possible solid-liquid separation by filtration, pH correction, presence of any chelators in the leaching media, etc.) determine the reliability and representativeness of the final result and -above all- comparability with the defined limits. The analyses that can be carried out on the aqueous extract can be chemical (as required by Annex 3 of the Ministerial Decree of 5 February 1998) and, where required, ecotoxicological characterisation. Finally, the limits represent a health-environmental risk that the legislator has deemed acceptable for the specific use to which they refer. They can be imposed for both chemical characterisation (see Annex 3 of Ministerial Decree of 5 February 1998) and ecotoxicological characterisation.

The main result obtained was a reflection on the need to overcome the D.M. 5 February 1998 regulation, which is still the basis of almost all methodological approaches for obtaining End Of Waste status, whose criteria, being characterised by a degree of precaution designed only for the regulation of simplified authorisations for the treatment and recovery of waste, risk increasing the number of disputes due to the non-compliance of parameters that have little to do with an acceptable level of health and environmental risk.

9. Sawing silt represents the finest component of the rock parts produced by the cutting and processing of ornamental stones, its grain size ranging from a few μm to a maximum of a few mm in diameter. Typically, more than 50 per cent of silt granules have a diameter of less than 0.025 mm. This material is initially found in suspension in the water of the processing plant used for cooling the machinery; as soon as it dehydrates, it forms a kind of muddy slurry that tends to cement. Pure silt is obtained by a process of filtering and drying this sludge. The mineral composition of silt is characterised by minerals that make up the cultivated rocks.

According to Annex A to D.G.R.V. no. 1749 of 6 June 2006 indicating guidelines for the use of stone processing residues intended for actual use for backfilling, filling and embankments, art. 186 of Legislative Decree 152/2006 (New Environmental Regulations), introduces an innovative aspect for stone processing residues, excluding them from the waste discipline under certain conditions:

- stone processing residues intended for actual use for backfilling, filling, embankments and grinding do not constitute waste and are therefore excluded from the scope of application of part four of Lgs. 152/06 only if they are used, without preliminary transformations, according to the modalities provided for in the project subject to environmental impact assessment or, if the project is not subject to environmental impact assessment, according to the modalities provided for in the project approved by the competent administrative authority, where this is expressly provided for, after obtaining the opinion of the Regional Agencies for the protection of the environment, provided that the composition of the entire mass does not present a concentration of pollutants higher than the maximum limits;

- compliance with the limits can be verified, as an alternative to inspections on the production site, also by inspections on the storage sites, in the event of impossibility of immediate use. The maximum acceptable limits as well as the methods for analysing materials for characterisation purposes are determined by decree of the Ministry of the Environment. Until the issuance of the aforementioned decree, the acceptable concentration limit values pursuant to Attachment 1, tab. 1, col. B of Ministerial Decree 471/99 continue to apply;

- compliance with the maximum concentration limits of pollutants must be verified by means of characterisation activities of the materials to be repeated every time there are variations in the production process that originates such materials;

- the actual use for backfill, filling, embankment and milling also means the projected use for different industrial production cycles, as well as the filling of the cultivated quarries, or the relocation to another site, for whatever reason authorised by the competent administrative authority, if this is expressly provided for, subject, where the opinion is not subject to environmental impact assessment, to the opinion of the Regional Agencies for the protection of the environment, provided that the limits set forth in paragraph 3 are respected and the relocation is carried out according to project modalities of environmental remodelling of the territory concerned.

10. The mining of limestone, ornamental stone and marble may also be carried out underground, whereby extraction is carried out by means of chambers and pillars of significant dimensions oriented in the direction of the bank to be quarried. The extraction methods are similar to those used on the surface, but require efficient ventilation systems. In underground mining, no waste materials are produced due to the uncovering of the bench, except in the initial stages of opening the galleries. The waste materials therefore consist mainly of shapeless or broken blocks that cannot be marketed. These materials are accumulated within the tunnels that are no longer productive.

11. In order to contain the noise emitted towards the closest receptors, certain technical and logistical measures can be envisaged

- Adoption of all necessary maintenance measures on the means of construction in order to keep noise emission levels equal to or lower than those declared by the manufacturer and in any case within values compatible with the regulations in force on the noise of machinery intended to operate outdoors. Constant maintenance, in fact, can be very effective in containing noise from the use of equipment. One example is the squeaking of tracked equipment, which can be eliminated by keeping the tracks lubricated;

- in the case of replacing work vehicles and operating machinery in general, when choosing the replacement vehicle, provide for the use of machines characterised by noise emission levels that are not only compatible with regulatory limits and in any case lower than or equal to those that characterised the vehicle being replaced, but also provide for the adoption of silenced vehicles or in any case with lower noise emission levels among those available;

- avoid parking vehicles with engines running during breaks in activity, compatibly with the safety conditions of the sites and workers. For example, during the material loading phases, turn off the trucks until the end of the operation;

- locating fixed equipment in the centre of the quarry, or in any case in a confined position, as this is the equipment with the greatest acoustic impact present at these types of activities;

- carrying out restoration work (grassing, planting, etc.) of the excavation areas at the end of each cultivation phase in order to increase the soundproofing power of the exposed surfaces which, if left bare, are characterised by a lower soundproofing power;

- temporary arrangement of the material on the border of the quarry area towards the nearest receptors by creating heaps to screen noise coming from quarry activities.

12. Certain technical and logistical expedients can be used to reduce and contain dust during the quarrying and initial processing phases

- location of the crushers and screens in the central area of the quarry, so that any dust emitted falls within the quarry area;
- formation of temporary heaps in the areas most sheltered from the winds (quarry floor);
- suspension of crushing activity on windy days;
- laying of coarse stabilised material on the internal and connecting roads to the municipal road system, so as to limit the accumulation of dust caused by the continuous passage of vehicles and its raising and sprinkling into the atmosphere due to the transit itself;
- providing for wheel washing at the exit of the quarry before entering the public road system;
- adoption of a water circuit dedicated to the abatement of dust through the use of sprayers/nebulizers, placed near the piles of dusty material and the transit areas of the vehicles.

13. Further actions were also identified to mitigate the risk of contamination and pollution of surface and deep water. In view of environmental legislation, the following general measures can therefore be envisaged to mitigate risks to surface waters

- in each phase of cultivation and restoration, the hydraulic network of surface waters must be constantly maintained in efficiency;
- in every phase of cultivation and restoration, any spillage of fine materials, silt and in any case excavated material into the hydraulic reticulum must be prevented;
- in order to ensure the protection of surface and underground waters from pollution, implement actions to prevent the occurrence of diffuse or concentrated erosion phenomena;
- reuse of water in the production cycle, limiting the drawing of surface and groundwater to what is strictly necessary. Reuse can be achieved through appropriate waterproofing of the excavation to block dispersion into the subsoil, through which it will be possible to create basins to collect rainwater drained from the surfaces for reuse in the bank cutting operations;
- adopting measures to contain debris, sediments and material resulting from the runoff from deposits and heaps of excavated material, in order to prevent it from flowing into the hydrographic reticulum;
- to ensure that any water discharges produced are subject to appropriate treatment that guarantees the pursuit of quality standards consistent with those of the receiving body.

For the active quarry area, taking into account the specific situation of the quarry, the following mitigation measures should be implemented

- provide for and create, as far as possible and where permitted by the morphology of the sites, a guard ditch upstream of the excavation face, to limit the entry of rainwater runoff into the quarry;
- Promptly report any new karst outcrops and/or hollow fractures in the rock mass and ensure that they are properly sealed to prevent any infiltration;
- regularly clean the yards and working areas;
- regulate rainwater coming from outside the cultivation area in order to avoid its contamination when passing through the processing areas and the plant area, if present;
- protect debris deposits from atmospheric agents;
- properly manage fuels and quarry waste (oils, filters, etc.);
- adopt dust containment and/or abatement systems;

- provide a procedure to be implemented in the event of accidental spills;
- carry out maintenance on quarry machinery;
- train staff in the correct management of machinery, to operate in the event of accidental spills and to protect water from contamination.

In view of environmental legislation, the following general measures to mitigate risks to groundwater can therefore be envisaged

- the prohibition of modifying the geometry of natural inert deposits containing a permanent aquifer or one that is in any case relevant to the environment and habitats, for the entire thickness of the maximum phreatic excursion. For this purpose, at the same time as the cultivation plan, a specific hydrogeological study must be prepared that clarifies the geometric configuration and hydraulic characteristics of the aquifers, also investigating the variations and seasonal excursions that are produced in them. These characteristics, as well as the quality of the water, must be monitored after the permit is issued;
- definition of a clearance between the maximum groundwater level and the minimum excavation height;
- excavation, where possible, by lots organised in such a way as to maintain "non-excavation areas" between distinct lots and, where the quality of the natural soil is such that it does not guarantee adequate permeability, the construction of draining baffles formed with natural material in order to guarantee water drainage and infiltration into the subsoil
- provide vehicle shelter and refuelling in dedicated areas, if possible far from the water resource, with waterproofed platforms and perimeter gutters to collect runoff water;
- in the post-reclamation phase, characterise the backfill/backfill materials or waste already present in the quarry site (surveys with sampling and chemical analysis, possible georadar surveys to ascertain the absence of buried materials)
- in the case of the presence of wet-processing plants, provide for the proper management of settling sludge. In particular, in order to prevent the risk of groundwater contamination in the areas where the silts are relocated, a release test must be carried out on the silt itself according to Ministerial Decree 186/06 before it is used;
- storage of the silt produced under cover or on impermeable slab with collection of rainwater runoff and their re-introduction into the process water cycle, for the entire time prior to ascertaining compliance with the release test in accordance with Ministerial Decree 186/06
- storage of fuels in fixed tanks in compliance with standards and replacement of underground tanks that do not comply with current regulations;
- waterproofing the vehicle refuelling areas, locating them in a position adjacent to the storage tank and equipping them with systems to contain any spills;
- prohibition of the use of mobile tanks installed on vehicles for refuelling
- adoption of a written operating procedure, to be implemented in the event of accidental events (e.g. fuel or lubricant oil spills), providing for the ready availability of absorbent means to be used to mitigate the effects;
- identification of areas dedicated to the temporary storage of waste other than mining waste, organised with sealed containers of adequate capacity and resistance for each homogeneous category of waste produced, with adequate characteristics in relation to the physical state and any hazardous characteristics;

- definition of a chronoprogram that envisages cultivation in consequential phases of limited size and duration, which proceeds in parallel with faster and more concomitant environmental remediation as the cultivation progresses
- in the case of the use, for environmental recomposition operations, of excavated materials of external origin, to require compliance with the CSCs of Col. A of Table 1 of Appendix 5 to Title V of Part Four of Legislative Decree 152/06 for TQ analyses and with the CSCs for groundwater for the release test in accordance with Ministerial Decree 186/06.

ITA - Best practices implementabili nella gestione dell'attività di cava

Punti principali:

- 1.Tradizionalmente, sulla base delle caratteristiche del giacimento, viene definita l'ubicazione e la costruzione degli impianti tecnici centralizzati di energia, aria compressa ed eduzione acque e scelti gli spazi per la sistemazione dei materiali, tra cui quelli di scarto. Per la salvaguardia del territorio da tempo è stata posta particolare attenzione alla localizzazione delle discariche che sono oggetto delle norme legislative regionali sulla programmazione dell'attività di cava. Oggi vengono considerate tutte le conseguenze negative delle attività di estrazione che interagiscono con la vita civile, soprattutto nelle zone antropizzate.
2. Rumori, vibrazioni, diffusione delle polveri, trattamento delle acque sono oggetto di approfonditi esami.
3. Nella segagione dei blocchi e più in generale nelle lavorazioni erogatori particolari provvedono alla alimentazione di acqua e abrasivo nonché di additivi antiossidanti per evitare la formazione di ruggine sulle lastre. Nella segagione delle rocce meno dure (in generale quelli di origine sedimentaria o metamorfica e di natura carbonatica) i telai sono armati con lame diamantate raffreddate con acqua irrorata a pioggia.
4. L'evoluzione e gli automatismi delle macchine tagliablocchi hanno consentito un generale miglioramento degli ambienti di lavoro; esse sono dotate di valide apparecchiature per la captazione delle polveri e sono adeguatamente insonorizzate.
5. Un tempo le acque di scolo delle lavorazioni venivano smaltite lungo i corsi d'acqua, oggi esse necessitano di una specifica regolamentazione o meglio di un modello di utilizzo e gestione. È utile ricordare che tra i compiti dei Consorzi di bonifica ed irrigazione resta la salvaguardia idrogeologica e la gestione delle acque di superficie ad uso prevalentemente agricolo.
6. la presenza di ingenti cumuli di materiale di scarto all'interno dell'area di cava costituisce un ingombro e, a seconda dell'ampiezza del piazzale di cava, possono raggiungere anche importanti altezze. La prima problematica riguarda un aspetto geotecnico relativo alla stabilità dei cumuli stessi e di conseguenza alla sicurezza delle aree di lavoro all'interno della cava. A tale scopo, in fase progettuale e durante i controlli periodici, vengono eseguite verifiche di stabilità dei cumuli in base alle caratteristiche geotecniche dei materiali accumulati. In caso non fosse possibile mantenere gli angoli di riposo dei materiali per le scarpate dei cumuli per mancanza di spazio, è possibile contenere i cumuli creando un sostegno al piede con blocchi informi rinvenuti all'interno della cava stessa. Durante le fasi di coltivazione è possibile utilizzare parte del materiale di scarto per creare o modellare le piste di cantiere all'interno dell'area di cava e/o le strade di accesso alla cava stessa.

Il materiale accumulato è di natura inerte e spesso della stessa composizione del substrato roccioso su cui viene depositato. Non si ravvisano quindi grosse problematiche legate a rischio di inquinamento per dilavamento dei cumuli. In caso di presenza di litologie a composizione



mineralogica diversa all'interno dello stesso sito di estrazione (es. calcari e basalti) è opportuno mantenere distinti i materiali di scarto e/o di scopertura derivanti dalle diverse litologie. Nelle zone interessate da carsismo, la presenza di fratture aperte potrebbe favorire la percolazione in profondità della frazione più fine della matrice sabbioso limosa. Sostanze inquinanti che possono essere sversate in corrispondenza dei piazzali di cava derivano da incidenti o sversamenti dalle macchine operatrici o dai camion che trasportano il materiale e vengono comunque gestite nel piano di emergenza.

7. La presenza di frazione fine all'interno dei cumuli di materiale di scarto potrebbe dar luogo a sospensioni polverose in fase di deposito del materiale in occasione di giornate particolarmente ventose o più facilmente in corrispondenza delle piste di transito dei mezzi di cava. A tale eventualità si ovvia con una periodica bagnatura delle piste di cantiere.

8. Poiché una delle problematiche principali sulla conformità dei controlli ambientali è rappresentata dal test di cessione, sono stati svolti approfondimenti su questa fase specifica per la preparazione, a partire dal campione solido, del campione liquido (estratto acquoso), da sottoporre a successiva analisi. In questo contesto, le diverse normative tecniche di riferimento specificano in maniera dettagliata le modalità di esecuzione del test di cessione. Questo aspetto è di notevole rilevanza in quanto i parametri sperimentali stabiliti dalla singola metodica (dimensioni granulometriche, modalità di dissoluzione -tempo di contatto, agente liscivante-, eventuale separazione solido-liquido tramite filtrazione, correzione del pH, presenza di eventuali chelanti nei mezzi di lisciviazione, etc.) determinano l'affidabilità e la rappresentatività del risultato finale e - soprattutto - la confrontabilità con i limiti definiti. Le analisi che possono essere effettuate sull'estratto acquoso possono essere di carattere chimico (come richiesto dall'Allegato 3 del D.M. 5 Febbraio 1998) e, ove richiesto, a caratterizzazione ecotossicologica. I limiti, infine, rappresentano un rischio sanitario-ambientale che il legislatore ha ritenuto accettabile per l'utilizzo specifico a cui si riferiscono. Essi possono essere imposti sia per la caratterizzazione chimica (vedi Allegato 3 del D.M. 5 Febbraio 1998), che per la caratterizzazione ecotossicologica.

Il principale risultato ottenuto è stato una riflessione sulla necessità di superare la normativa D.M. 5 Febbraio 1998, la quale è ancora alla base di quasi tutte le impostazioni metodologiche per l'ottenimento dello stato di End Of Waste, i cui criteri, essendo caratterizzati da un grado di precauzione pensato per la regolamentazione delle sole autorizzazioni semplificate al trattamento e recupero dei rifiuti, rischiano di incrementare il numero di contenziosi per la non conformità di parametri che poco hanno a che fare un livello di rischio sanitario e ambientale accettabile.

9. Il limo di segagione rappresenta la componente più fine delle parti di roccia prodotte dal taglio e dalla lavorazione delle pietre ornamentali, la sua granulometria varia infatti dai pochi μm fino al massimo di pochi mm di diametro. In genere oltre il 50% dei granuli di limo ha un diametro inferiore a 0.025 mm. Questo materiale si ritrova inizialmente in sospensione nelle acque dell'impianto di lavorazione impiegate per il raffreddamento dei macchinari; appena disidratato costituisce una sorta di impasto fangoso che tende alla cementazione. Il limo puro viene ottenuto da un processo di filtraggio ed essiccazione di questi fanghi. La composizione minerale del limo è caratterizzata da minerali che costituiscono le rocce coltivate.

Secondo l'Allegato A alla D.G.R.V. n. 1749 del 6 giugno 2006 indicante indirizzi e linee guida per l'utilizzo dei residui della lavorazione della pietra destinati all'effettivo utilizzo per reinterri, riempimenti e rilevati, l'art. 186 del D.Lgs. 152/2006 (Nuove Norme in Materia Ambientale), introduce un aspetto innovativo per i residui della lavorazione della pietra, escludendoli dalla disciplina dei rifiuti al verificarsi di determinate condizioni:

– i residui della lavorazione della pietra destinati all'effettivo utilizzo per reinterri, riempimenti, rilevati e macinati non costituiscono rifiuti e sono perciò esclusi dall'ambito di applicazione della parte quarta del D.Lgs. 152/06 solo nel caso in cui siano utilizzati, senza trasformazioni preliminari,

secondo le modalità previste nel progetto sottoposto a valutazione di impatto ambientale ovvero, qualora il progetto non sia sottoposto a valutazione di impatto ambientale, secondo le modalità previste nel progetto approvato dall'autorità amministrativa competente, ove ciò sia espressamente previsto, previo parere delle Agenzie Regionali per la protezione dell'ambiente, sempreché la composizione dell'intera massa non presenti una concentrazione di inquinanti superiore ai limiti massimi;

– il rispetto dei limiti può essere verificato, in alternativa agli accertamenti sul sito di produzione, anche mediante accertamenti sui siti di deposito, in caso di impossibilità di immediato utilizzo. I limiti massimi accettabili nonché le modalità di analisi dei materiali ai fini della loro caratterizzazione sono determinati con decreto del Ministero dell'Ambiente. Sino all'emanazione del predetto decreto continuano ad applicarsi i valori di concentrazione limite accettabili di cui all'All. 1, tab. 1, col. B del D.M. 471/99;

– il rispetto dei limiti massimi di concentrazione di inquinanti dev'essere verificato mediante attività di caratterizzazione dei materiali da ripetersi ogni qualvolta si verifichino variazioni del processo di produzione che origina tali materiali;

– si intende per effettivo utilizzo per reinterri, riempimenti, rilevati e macinati anche la destinazione progettualmente prevista a differenti cicli di produzione industriale, nonché il riempimento delle cave coltivate, oppure la ricollocazione in altro sito, a qualsiasi titolo autorizzato dall'autorità amministrativa competente, qualora ciò sia espressamente previsto previo, ove il parere non sia sottoposto a valutazione di impatto ambientale, parere delle Agenzie Regionali per la protezione dell'ambiente, a condizione che siano rispettati i limiti di cui al comma 3 e la ricollocazione sia effettuata secondo modalità progettuali di rimodellazione ambientale del territorio interessato.

10. La coltivazione di calcari, pietre ornamentali e marmi può essere svolta anche in sotterraneo, in cui l'estrazione avviene procedendo per camere e pilastri di rilevanti dimensioni orientate nella direzione del banco da cavare. I metodi di abbattimento sono simili a quelli utilizzati in superficie, ma necessitano di efficienti impianti di ventilazione. Nella coltivazione in sotterraneo non si producono materiali di scarto dovuti alla scopertura del banco, se non nelle fasi iniziali di apertura delle gallerie. I materiali di scarto sono quindi costituiti prevalentemente da blocchi informi o spezzati che non possono essere commercializzati. Tali materiali vengono accumulati all'interno delle gallerie non più produttive.

11. Per il contenimento del rumore emesso nei confronti dei ricettori più prossimi si possono prevedere alcuni accorgimenti tecnici e logistici:

- adozione di tutte le misure di manutenzione necessarie sui mezzi d'opera per mantenere i livelli di emissione sonora uguali od inferiori a quelli dichiarati dal produttore e comunque entro valori compatibili con la normativa vigente in materia di rumorosità delle macchine destinate a funzionare all'aperto. Una manutenzione costante, infatti, può risultare molto efficace per contenere il rumore derivante dall'utilizzo delle attrezature. Un esempio è il cigolio dei mezzi cingolati che può essere eliminato mantenendo lubrificati i cingoli;

- nel caso di sostituzione dei mezzi d'opera e macchine operatrici in genere, prevedere nella scelta del mezzo sostitutivo l'impiego di macchine caratterizzate da livelli di emissione acustica non solo compatibili con i limiti normativi e comunque inferiori o uguali a quelli che caratterizzavano il mezzo sostituito, ma anche prevedere di privilegiare l'adozione di mezzi silenziati o comunque a minor emissione sonora tra quelli disponibili;

- evitare la sosta di mezzi a motore acceso durante le pause di attività, compatibilmente con le condizioni di sicurezza dei luoghi e dei lavoratori. Ad esempio durante le fasi di carico del materiale spegnere gli autocarri fino al termine dell'operazione;

- localizzazione degli impianti fissi in ambito centrale della cava, o comunque in una posizione confinata essendo queste le attrezzature acusticamente più impattanti presenti presso tali tipologie di attività;
- realizzazione degli interventi di ripristino (inerbimento, piantumazione, ecc.) delle aree di scavo al termine di ogni fase di coltivazione allo scopo di aumentare il potere fonoassorbente delle superfici esposte che se lasciate nude sono caratterizzate da un minor potere fonoassorbente;
- disposizione temporanea del materiale a confine dell'area di cava verso i ricettori più prossimi realizzando dei cumuli a schermatura del rumore proveniente dalle attività di cava.

12. Per la riduzione ed il contenimento delle polveri durante le fasi di coltivazione e prima lavorazione possono essere utilizzati alcuni accorgimenti tecnici e logistici:

- localizzazione dei frantoi e vagli in ambito centrale della cava, cosicché le eventuali polveri emesse ricadano entro l'ambito di cava;
- formazione dei cumuli temporanei nelle aree maggiormente riparate dai venti (fondo cava);
- sospensione dell'attività di frantumazione nelle giornate ventose;
- stesura di materiale stabilizzato grossolanamente sulla viabilità interna e di collegamento alla viabilità comunale, così da limitare l'accumulo di polveri causate dal continuo passaggio dei mezzi ed il suo innalzamento ed aspersione in atmosfera dovuta al transito stesso;
- prevedere il lavaggio delle ruote all'uscita della cava prima dell'ingresso alla viabilità pubblica;
- adozione di un circuito idrico dedicato all'abbattimento delle polveri tramite l'utilizzo di irroratori/nebulizzatori, disposti nei pressi dei cumuli di materiale pulverulento e delle aree di transito degli automezzi.

13. Sono state anche identificate ulteriori azioni per la mitigazione del rischio di contaminazione en inquinamento delle acque superficiali e profonde. Vista la legislazione in materia ambientale, si possono prevedere quindi le seguenti misure generali atte a mitigare i rischi nei confronti delle acque superficiali:

- in ogni fase della coltivazione e del ripristino dovrà essere mantenuto costantemente in efficienza il reticolto idraulico delle acque superficiali;
- in ogni fase della coltivazione e del ripristino dovrà essere inibito qualsiasi sversamento dei materiali fini, del limo e comunque del materiale scavato nel reticolto idraulico;
- al fine di assicurare la tutela delle acque superficiali e sotterranee dall'inquinamento mettere in atto le azioni atte ad evitare che si verifichino fenomeni di erosione diffusa o concentrata;
- riutilizzo delle acque nel ciclo produttivo, limitando allo stretto necessario gli attingimenti di acque superficiali e sotterranee. Il riutilizzo potrà avvenire mediante un'opportuna impermeabilizzazione dello scavo per bloccare la dispersione nel sottosuolo, attraverso il quale sarà possibile realizzare bacini di raccolta delle acque piovane drenate dalle superfici per riutilizzarle nelle lavorazioni di taglio della bancata;
- adottare misure di contenimento dei detriti, dei sedimenti e di materiale derivante dal dilavamento di depositi e cumuli di materiale scavato, onde evitarne il deflusso nel reticolto idrografico;
- assicurare che gli eventuali scarichi idrici prodotti siano oggetto di un opportuno trattamento che garantisca il perseguimento degli standard di qualità conformi a quelli del corpo recettore.

Per la zona di coltivazione attiva, tenendo conto della situazione specifica della cava, sarà opportuno provvedere alle seguenti misure di mitigazione:

- prevedere e realizzare, per quanto possibile e ove consentito dalla morfologia dei luoghi, un fosso di guardia a monte del fronte di scavo, per limitare l'ingresso delle acque meteoriche di dilavamento all'interno della cava;
- segnalare tempestivamente le nuove emergenze carsiche e/o fratture beanti dell'ammasso roccioso e provvedere alla adeguata sigillatura di queste ultime onde evitare eventuali infiltrazioni;
- pulire regolarmente i piazzali e le aree di lavorazione;
- regimare le acque meteoriche provenienti dall'esterno dell'area di coltivazione, per evitare la contaminazione delle medesime nel passaggio nelle zone di lavorazione e nell'eventuale area impianti;
- proteggere i depositi di detrito dagli agenti atmosferici;
- gestire correttamente i carburanti ed i rifiuti di cava (oli, filtri, etc.);
- adottare sistemi di contenimento e/o abbattimento delle polveri;
- prevedere una procedura da attuarsi in caso di sversamenti accidentali;
- eseguire manutenzione dei macchinari di cava;
- addestrare il personale alla corretta gestione delle macchine, ad operare nel caso di sversamenti accidentali e alla salvaguardia delle acque dalla contaminazione.

Vista la legislazione in materia ambientale, si possono prevedere quindi le seguenti misure generali atte a mitigare i rischi nei confronti delle acque sotterranee:

- il divieto di modificare la geometria di spessori di depositi inerti naturali che ospitino una falda acquifera permanente o comunque rilevante per l'ambiente e gli habitat, per tutto lo spessore di massima escursione freatica. A questo scopo, contestualmente al piano di coltivazione, dovrà essere predisposto specifico studio idrogeologico che chiarisca la configurazione geometrica e le caratteristiche idrauliche dei corpi acquiferi, indagando anche le variazioni e le escursioni stagionali che in essi si producono. Tali caratteristiche, oltre che la qualità delle acque, dovranno essere monitorate successivamente al rilascio dell'autorizzazione;
- definizione di un franco tra il massimo livello di falda e la minima quota di escavazione;
- l'escavazione, ove possibile, per lotti organizzati in modo da mantenere delle "aree di non escavazione" tra lotti distinti e, laddove la qualità del terreno naturale sia tale da non garantire una adeguata permeabilità, la realizzazione di setti drenanti formati con materiale naturale, al fine di garantire il drenaggio delle acque e l'infiltrazione nel sottosuolo;
- effettuare il ricovero mezzi ed il rifornimento degli stessi in aree dedicate, possibilmente lontane dalla risorsa idrica, con piattaforme impermeabilizzate e canalette perimetrali di raccolta delle acque dilavanti;
- in fase post ripristino, caratterizzare i materiali di ritombamento/riporto o rifiuti già presenti nel sito di cava (sondaggi con campionamento ed analisi chimica, eventuali indagini con georadar per accettare l'assenza di materiali interrati);
- prevedere, in caso di presenza di impianti di lavorazione ad umido, la corretta gestione dei limi di decantazione. In particolare, per prevenire il rischio di contaminazione delle acque di falda nelle

aree di ricollocazione dei limi, prima del loro utilizzo deve essere effettuato il test di cessione sul limo stesso secondo il D.M. 186/06;

- stoccaggio dei limi prodotti al coperto o su platea impermeabile con raccolta delle acque meteoriche dilavanti e loro re-immissione nel ciclo delle acque di processo, per tutto il tempo antecedente l'accertamento della conformità al test di cessione secondo il D.M. 186/06;
- stoccaggio dei carburanti in serbatoi fissi a norma e sostituzione dei serbatoi interrati non rispondenti alle normative vigenti;
- impermeabilizzazione delle piazzole adibite al rifornimento carburante dei mezzi, loro ubicazione in posizione adiacente al serbatoio di stoccaggio e dotazione di sistemi per il contenimento di eventuali sversamenti;
- divieto di utilizzo di serbatoi mobili installati su automezzi per il rifornimento carburante;
- adozione di una procedura operativa scritta, da mettere in atto in caso di eventi accidentali (es. sversamenti carburanti o oli lubrificanti), che prevedano la pronta disponibilità di mezzi assorbenti da utilizzare per mitigare gli effetti;
- individuazione di aree dedicate al deposito temporaneo dei rifiuti diversi da quelli estrattivi, organizzate con contenitori a tenuta di adeguata capacità e resistenza per ogni categoria omogenea di rifiuti prodotti, con caratteristiche adeguate in relazione allo stato fisico ed alle eventuali caratteristiche di pericolosità;
- definizione di cronoprogramma che preveda la coltivazione in fasi consequenziali di limitata ampiezza e durata, che proceda di pari passo con una ricomposizione ambientale più veloce e contestuale all'avanzamento della coltivazione stessa;
- in caso di utilizzo, per le operazioni di ricomposizione ambientale, di materiali da scavo di provenienza esterna, richiedere conformità alle CSC di Col. A della tabella 1 dell'All. 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 per le analisi sul TQ e alle CSC per acque sotterranee per il test di cessione secondo il D.M. 186/06.

GER - Umsetzbare bewährte Praktiken im Steinbruchmanagement

Die wichtigsten Punkte:

1. Traditionell werden auf der Grundlage der Merkmale der Lagerstätte der Standort und der Bau der zentralen technischen Anlagen für die Energie-, Druckluft- und Wasserversorgung festgelegt und die Räume für die Lagerung von Materialien, einschließlich Abfallstoffen, ausgewählt. Zum Schutz des Territoriums wird seit langem ein besonderes Augenmerk auf die Lage der Deponien gelegt, die Gegenstand der regionalen Gesetzgebung zur Planung der Steinbruchtätigkeit sind. Alle negativen Folgen der Steinbruchtätigkeit, die mit dem zivilen Leben interagieren, insbesondere in von Menschenhand geschaffenen Gebieten, werden nun berücksichtigt.
2. Lärm, Erschütterungen, Staubausbreitung, Wasseraufbereitung sind Gegenstand eingehender Untersuchungen.
3. Beim Sägen von Blöcken und ganz allgemein bei der Bearbeitung werden über spezielle Düsen Wasser und Abrasivmittel sowie antioxidative Zusätze zugeführt, um die Bildung von Rost auf den Platten zu verhindern. Beim Sägen von weniger harten Gesteinen (im Allgemeinen solche sedimentären oder metamorphen Ursprungs und von karbonatischer Beschaffenheit) sind die Gestelle mit Diamantblättern bestückt, die mit Wasser besprührt werden.

4. Die Entwicklung und Automatisierung der Blockschneidemaschinen hat zu einer allgemeinen Verbesserung des Arbeitsumfelds geführt; sie sind mit einer guten Staubabsaugung ausgestattet und verfügen über einen angemessenen Schallschutz.

5. In der Vergangenheit wurden die bei der Bearbeitung anfallenden Abwässer in die Wasserläufe eingeleitet; heute bedarf es einer besonderen Regelung bzw. eines Modells für die Nutzung und Bewirtschaftung dieser Abwässer. Es sei daran erinnert, dass eine der Aufgaben der Consorzi di bonifica ed irrigazione (Konsortien für Landgewinnung und Bewässerung) der hydrogeologische Schutz und die Bewirtschaftung des Oberflächenwassers für die vorwiegend landwirtschaftliche Nutzung ist.

6. das Vorhandensein großer Halden von Abfallmaterial innerhalb des Steinbruchgebiets stellt eine Belastung dar und kann je nach Größe des Steinbruchgeländes auch eine beträchtliche Höhe erreichen. Die erste Frage betrifft einen geotechnischen Aspekt, der die Stabilität der Halden selbst und damit die Sicherheit der Arbeitsbereiche im Steinbruch betrifft. Zu diesem Zweck werden in der Planungsphase und bei den regelmäßigen Inspektionen Stabilitätsprüfungen der Halden auf der Grundlage der geotechnischen Eigenschaften des angesammelten Materials durchgeführt. Wenn es aus Platzmangel nicht möglich ist, die Auflagerungswinkel der Materialien für die Haldenböschungen beizubehalten, kann man die Halden eindämmen, indem man am Fuß eine Abstützung mit unformigen Blöcken schafft, die man im Steinbruch selbst findet. Während der Anbauphasen kann ein Teil des Abfallmaterials zum Anlegen oder Gestalten der Feldwege im Steinbruchgebiet und/oder der Zufahrtsstraßen zum Steinbruch selbst verwendet werden.

Das angesammelte Material ist inert und hat oft die gleiche Zusammensetzung wie das Gesteinssubstrat, auf dem es abgelagert wird. Daher gibt es keine größeren Probleme im Zusammenhang mit der Gefahr einer Verschmutzung durch Abfluss von den Halden. Bei Vorhandensein von Lithologien mit unterschiedlicher mineralogischer Zusammensetzung innerhalb desselben Abaugebiets (z. B. Kalkstein und Basalt) ist es ratsam, die Abfälle und/oder Abraummaterien aus den verschiedenen Lithologien getrennt zu halten. In verkarsteten Gebieten könnte das Vorhandensein offener Klüfte die tiefe Versickerung der feinsten Fraktion der schluffig-sandigen Matrix begünstigen. Schadstoffe, die in den Steinbruchbetrieben freigesetzt werden können, stammen von Unfällen oder aus dem Betrieb von Maschinen oder Lastwagen, die das Material transportieren, und werden auf jeden Fall im Notfallplan behandelt.

7. Das Vorhandensein von Feinanteilen in den Abfallhaufen könnte zu Staubaufwirbelungen führen, wenn das Material an besonders windigen Tagen oder in Übereinstimmung mit den Fahrwegen der Steinbruchfahrzeuge abgelagert wird. Diesem Umstand wird durch regelmäßiges Befeuchten der Baustellenwege abgeholfen.

8. Da eine der wichtigsten Fragen im Zusammenhang mit der Einhaltung von Umweltkontrollen die Freisetzungsprüfung ist, wurden eingehende Studien zu dieser spezifischen Phase der Vorbereitung der flüssigen Probe (wässriger Extrakt), die der anschließenden Analyse unterzogen wird, ausgehend von der festen Probe, durchgeführt. In diesem Zusammenhang geben die verschiedenen technischen Referenznormen detailliert an, wie der Freisetzungstest durchzuführen ist. Dieser Aspekt ist von großer Bedeutung, da die von der jeweiligen Methode festgelegten Versuchsparameter (Partikelgröße, Auflösungsmethode - Kontaktzeit, Auslaugungsmittel -, eventuelle Fest-Flüssig-Trennung durch Filtration, pH-Korrektur, Vorhandensein von Chelatoren im Auslaugungsmedium usw.) die Zuverlässigkeit und Repräsentativität des Endergebnisses und vor allem die Vergleichbarkeit mit den festgelegten Grenzwerten bestimmen. Die Analysen, die an dem wässrigen Extrakt durchgeführt werden können, können chemischer Natur sein (wie in Anhang 3 des Ministerialerlasses vom 5. Februar 1998 vorgeschrieben) und, falls erforderlich, eine ökotoxikologische Charakterisierung. Schließlich stellen die Grenzwerte ein Gesundheits- und Umweltrisiko dar, das der Gesetzgeber für die spezifische Verwendung, auf die sie sich beziehen,

als akzeptabel erachtet hat. Sie können sowohl für die chemische Charakterisierung (siehe Anhang 3 des Ministerialerlasses vom 5. Februar 1998) als auch für die ökotoxikologische Charakterisierung festgelegt werden.

Das wichtigste Ergebnis war die Überlegung, dass die Verordnung des Ministerialerlasses vom 5. Februar 1998 überwunden werden muss, die nach wie vor die Grundlage für fast alle methodischen Ansätze zur Erlangung des End-of-Waste-Status ist, deren Kriterien, die sich durch ein Maß an Vorsicht auszeichnen, das nur für die Regelung vereinfachter Genehmigungen für die Behandlung und Verwertung von Abfällen bestimmt ist, die Gefahr bergen, dass die Zahl der Streitfälle aufgrund der Nichteinhaltung von Parametern, die wenig mit einem akzeptablen Niveau von Gesundheits- und Umweltrisiken zu tun haben, steigt.

9. Sägeschluff ist der feinste Bestandteil der beim Schneiden und Verarbeiten von Schmucksteinen anfallenden Gesteinsteile; seine Korngröße reicht von einigen μm bis zu einem Durchmesser von maximal einigen mm. In der Regel haben mehr als 50 % der Schluffkörner einen Durchmesser von weniger als 0,025 mm. Dieses Material befindet sich zunächst in Suspension im Wasser der Aufbereitungsanlage, das zur Kühlung der Maschinen verwendet wird; sobald es entwässert, bildet es eine Art schlammigen Schlamm, der zum Zementieren neigt. Reiner Schluff wird durch Filtern und Trocknen dieses Schlamms gewonnen. Die mineralische Zusammensetzung des Schlamms ist durch die Mineralien des kultivierten Gesteins gekennzeichnet.

Gemäß Anhang A der D.G.R.V. Nr. 1749 vom 6. Juni 2006 mit Leitlinien für die Verwendung von Rückständen aus der Gesteinsverarbeitung, die für die tatsächliche Verwendung für Verfüllungen, Aufschüttungen und Böschungen bestimmt sind, Art. 186 des Gesetzesdekrets 152/2006 (Neue Umweltvorschriften), führt einen innovativen Aspekt für Rückstände aus der Steinbearbeitung ein, indem sie unter bestimmten Bedingungen von der Abfalldisziplin ausgenommen werden:

- Rückstände aus der Steinbearbeitung, die für die tatsächliche Verwendung zum Auffüllen, Aufschüttungen, Böschungen und Schleifen bestimmt sind, stellen keinen Abfall dar und fallen daher nicht in den Anwendungsbereich des vierten Teils der Lgs. 152/06 nur dann ausgenommen, wenn sie ohne vorherige Umwandlung gemäß den Modalitäten verwendet werden, die in dem Projekt vorgesehen sind, das einer Umweltverträglichkeitsprüfung unterliegt, oder, wenn das Projekt keiner Umweltverträglichkeitsprüfung unterliegt, gemäß den Modalitäten, die in dem von der zuständigen Verwaltungsbehörde genehmigten Projekt vorgesehen sind, wenn dies ausdrücklich vorgesehen ist, nach Einholung der Stellungnahme der regionalen Umweltschutzbehörden, vorausgesetzt, die Zusammensetzung der gesamten Masse weist keine Schadstoffkonzentration auf, die über den Grenzwerten liegt;

- Die Einhaltung der Grenzwerte kann alternativ zu den Inspektionen in der Produktionsstätte auch durch Inspektionen in den Lagerstätten überprüft werden, wenn eine sofortige Verwendung nicht möglich ist. Die maximal zulässigen Grenzwerte sowie die Methoden für die Analyse von Materialien zu Charakterisierungszwecken werden durch einen Erlass des Umweltministeriums festgelegt. Bis zum Erlass des genannten Dekrets wurden die zulässigen Konzentrationsgrenzwerte gemäß Anlage 1, Tab. 1, col. B des Ministerialerlasses 471/99 weiterhin gültig;

- Die Einhaltung der Grenzwerte für die Schadstoffkonzentration muss durch eine Charakterisierung der Materialien überprüft werden, die bei jeder Änderung des Produktionsprozesses, aus dem diese Materialien stammen, zu wiederholen ist;

- die tatsächliche Verwendung für Aufschüttungen, Auffüllungen, Aufschüttungen und Fräslagen bedeutet auch die vorgesehene Verwendung für verschiedene industrielle Produktionszyklen sowie die Auffüllung der bebauten Steinbrüche oder die Verlagerung an einen anderen Standort, aus welchem Grund auch immer, die von der zuständigen Verwaltungsbehörde genehmigt wird, wenn dies ausdrücklich vorgesehen ist, vorbehaltlich der Stellungnahme der regionalen

Umweltschutzbehörden, wenn die Stellungnahme nicht einer Umweltverträglichkeitsprüfung unterliegt, vorausgesetzt, dass die in Absatz 3 genannten Grenzwerte eingehalten werden und die Verlagerung gemäß den Projektmodalitäten für die ökologische Neugestaltung des betreffenden Gebiets erfolgt.

10. Die Gewinnung von Kalkstein, Ziergestein und Marmor kann auch unterirdisch erfolgen, wobei die Gewinnung mit Hilfe von Kammern und Pfeilern von beträchtlicher Größe erfolgt, die in Richtung des abzubauenden Ufers ausgerichtet sind. Die Abbaumethoden ähneln denen an der Oberfläche, erfordern jedoch effiziente Belüftungssysteme. Beim Untertagebau fallen außer in der Anfangsphase der Stollenöffnung keine Abfälle durch die Freilegung der Sohle an. Die Abfälle bestehen daher hauptsächlich aus unförmigen oder zerbrochenen Blöcken, die nicht vermarktet werden können. Diese Materialien werden in den Stollen, die nicht mehr produktiv sind, angehäuft.

11. Um die Lärmemissionen in Richtung der nächstgelegenen Rezeptoren einzudämmen, können bestimmte technische und logistische Maßnahmen ins Auge gefasst werden

- Durchführung aller erforderlichen Wartungsmaßnahmen an den Baumaschinen, um die Geräuschemissionen auf dem vom Hersteller angegebenen Niveau oder darunter zu halten, auf jeden Fall aber innerhalb der Werte, die mit den geltenden Vorschriften für den Lärm von Maschinen, die für den Betrieb im Freien bestimmt sind, vereinbar sind. Eine ständige Wartung kann in der Tat sehr wirksam zur Eindämmung des Lärms sein, der durch den Einsatz von Maschinen entsteht. Ein Beispiel dafür ist das Quietschen von Raupenfahrzeugen, das sich durch Schmierung der Raupen beseitigen lässt;

- beim Austausch von Arbeitsfahrzeugen und Betriebsmaschinen im Allgemeinen bei der Auswahl des Ersatzfahrzeugs die Verwendung von Maschinen vorsehen, deren Geräuschemissionswerte nicht nur die gesetzlichen Grenzwerte einhalten und auf jeden Fall niedriger oder gleich hoch sind wie die des zu ersetzenen Fahrzeugs, sondern auch den Einsatz schallgedämpfter Fahrzeuge oder auf jeden Fall von Fahrzeugen mit niedrigeren Geräuschemissionswerten vorsehen;

- Vermeidung des Abstellens von Fahrzeugen mit laufendem Motor während der Arbeitspausen, unter Berücksichtigung der Sicherheitsbedingungen für die Baustellen und die Arbeiter. Zum Beispiel sollten die Lkw während der Materialverladung bis zum Ende des Vorgangs abgestellt werden;

- ortsfeste Ausrüstungen in der Mitte des Steinbruchs oder in jedem Fall in einer beengten Lage aufzustellen, da diese Ausrüstungen bei diesen Tätigkeiten die größte akustische Wirkung haben;

- Durchführung von Wiederherstellungsarbeiten (Begrünung, Bepflanzung usw.) in den Abbaugebieten am Ende jeder Abbauphase, um die Schalldämmung der freiliegenden Flächen zu erhöhen, die, wenn sie unbearbeitet bleiben, eine geringere Schalldämmung aufweisen;

- vorübergehende Anordnung des Materials an der Grenze des Steinbruchgebiets zu den nächstgelegenen Empfängern durch Anhäufung, um den von den Steinbruchaktivitäten ausgehenden Lärm abzuschirmen.

12. Zur Verringerung und Eindämmung von Staub während der Abbauphase und der ersten Aufbereitungsphase können bestimmte technische und logistische Maßnahmen ergriffen werden

- Aufstellung der Brecher und Siebe im zentralen Bereich des Steinbruchs, so dass die Staubemissionen innerhalb des Steinbruchgebiets bleiben
- Bildung temporärer Halden in den am besten windgeschützten Bereichen (Steinbruchsohle);
- Unterbrechung der Brecharbeiten an windigen Tagen;

- Aufbringen von grobkörnigem, stabilisiertem Material auf den internen Straßen und den Verbindungsstraßen zum städtischen Straßennetz, um die Ansammlung von Staub zu begrenzen, die durch die ständige Durchfahrt von Fahrzeugen und die Aufwirbelung von Staub und dessen Aufwirbelung in die Atmosphäre verursacht wird;
- Vorsehen einer Radwaschanlage am Ausgang des Steinbruchs vor der Einfahrt in das öffentliche Straßennetz;
- Einrichtung eines Wasserkreislaufs zur Staubreduzierung durch den Einsatz von Sprühgeräten, die in der Nähe der Haufen mit staubigem Material und der Durchfahrtsbereiche der Fahrzeuge aufgestellt werden.

13. Darüber hinaus wurden weitere Maßnahmen zur Minderung des Risikos der Kontamination und Verschmutzung von Oberflächen- und Tiefengewässern ermittelt. In Anbetracht der Umweltvorschriften können daher folgende allgemeine Maßnahmen zur Minderung der Risiken für Oberflächengewässer ins Auge gefasst werden

- in jeder Phase der Bewirtschaftung und Wiederherstellung muss das hydraulische Netz der Oberflächengewässer ständig instand gehalten werden
- In jeder Phase der Bewirtschaftung und Wiederherstellung muss verhindert werden, dass Feinmaterial, Schlamm und auf jeden Fall Aushubmaterial in das hydraulische Netz gelangt;
- um den Schutz der Oberflächengewässer und des Grundwassers vor Verschmutzung zu gewährleisten, sind Maßnahmen zu ergreifen, die das Auftreten von diffusen oder konzentrierten Erosionserscheinungen verhindern;
- Wiederverwendung von Wasser im Produktionskreislauf, wobei die Entnahme von Oberflächen- und Grundwasser auf das unbedingt erforderliche Maß zu beschränken ist. Die Wiederverwendung kann durch eine angemessene Abdichtung der Baugrube erreicht werden, um die Ausbreitung in den Untergrund zu verhindern, wodurch es möglich wird, Becken zum Auffangen des von der Oberfläche abfließenden Regenwassers für die Wiederverwendung bei der Uferbefestigung zu schaffen;
- Maßnahmen zur Rückhaltung von Schutt, Sedimenten und Material, das von Ablagerungen und Aushubhaufen abfließt, um zu verhindern, dass es in das hydrografische Netz fließt
- Sicherstellung, dass alle anfallenden Abwässer einer geeigneten Behandlung unterzogen werden, die die Einhaltung von Qualitätsstandards gewährleistet, die mit denen des aufnehmenden Gewässers übereinstimmen.

Für das Gebiet des aktiven Steinbruchs sollten unter Berücksichtigung der besonderen Situation des Steinbruchs die folgenden Maßnahmen zur Risikominderung durchgeführt werden

- Vorsehen und Anlegen eines Schutzgrabens stromaufwärts der Abbaustrecke, soweit dies möglich ist und die Morphologie des Geländes dies zulässt, um das Eindringen von Regenwasser in den Steinbruch zu begrenzen
- neue Karstaufschlüsse und/oder Hohlbrüche im Gestein unverzüglich zu melden und dafür zu sorgen, dass sie ordnungsgemäß abgedichtet werden, um jegliches Eindringen zu verhindern;
- regelmäßige Reinigung der Höfe und Arbeitsbereiche;
- Regulierung des Regenwassers, das von außerhalb des Anbaugebiets kommt, um dessen Verunreinigung zu vermeiden, wenn es durch die Aufbereitungsbereiche und das Werksgelände fließt, sofern vorhanden;

- Schutz der Schuttablagerungen vor Witterungseinflüssen;
- ordnungsgemäße Entsorgung von Brennstoffen und Steinbruchabfällen (Öle, Filter usw.);
- Systeme zur Staubeindämmung und/oder -bekämpfung einführen;
- ein Verfahren für den Fall eines unbeabsichtigten Auslaufens vorzusehen;
- Durchführung von Wartungsarbeiten an Steinbruchmaschinen;
- Schulung des Personals im korrekten Umgang mit den Maschinen, im Umgang mit unfallbedingten Verschüttungen und im Schutz des Wassers vor Verunreinigung.

In Anbetracht der Umweltvorschriften können daher die folgenden allgemeinen Maßnahmen zur Minderung der Risiken für das Grundwasser in Betracht gezogen werden

- das Verbot, die Geometrie natürlicher inerter Lagerstätten, die einen permanenten oder in jedem Fall für die Umwelt und die Lebensräume relevanten Grundwasserleiter enthalten, über die gesamte Mächtigkeit der maximalen phreatischen Auslenkung zu verändern. Zu diesem Zweck muss gleichzeitig mit dem Anbauplan eine spezifische hydrogeologische Studie erstellt werden, die die geometrische Konfiguration und die hydraulischen Eigenschaften der Grundwasserleiter klärt und auch die Schwankungen und saisonalen Ausschläge untersucht, die in ihnen auftreten. Diese Merkmale sowie die Qualität des Wassers müssen nach Erteilung der Genehmigung überwacht werden;
- Festlegung eines Abstands zwischen dem maximalen Grundwasserspiegel und der Mindestaushubhöhe;
- Aushub, wenn möglich, nach Losen, die so organisiert sind, dass zwischen den einzelnen Losen "aushubfreie Bereiche" erhalten bleiben, und, wenn die Qualität des natürlichen Bodens keine ausreichende Durchlässigkeit gewährleistet, Bau von Dränagesperren aus natürlichem Material, um den Wasserabfluss und die Versickerung in den Untergrund zu gewährleisten
- Unterbringung und Betankung der Fahrzeuge in dafür vorgesehenen Bereichen, möglichst weit entfernt von der Wasserressource, mit wasserdichten Plattformen und umlaufenden Rinnen zum Auffangen des abfließenden Wassers;
- in der Phase nach der Rekultivierung die bereits im Steinbruch vorhandenen Aufschüttungen/Verfüllungen oder Abfälle zu charakterisieren (Untersuchungen mit Probenahme und chemischer Analyse, eventuell Georadaruntersuchungen, um festzustellen, dass keine vergraben Materialien vorhanden sind)
- im Falle des Vorhandenseins von Nassaufbereitungsanlagen die ordnungsgemäße Entsorgung des Absetschlams vorsehen. Um insbesondere das Risiko einer Grundwasserkontamination in den Gebieten zu vermeiden, in denen die Schlämme umgelagert werden, muss vor der Verwendung des Schlams ein Freisetzungstest gemäß dem Ministerialerlass 186/06 durchgeführt werden;
- Lagerung des anfallenden Schlams unter einer Abdeckung oder auf einer undurchlässigen Platte mit Auffangen des abfließenden Regenwassers und dessen Wiedereinführung in den Brauchwasserkreislauf während der gesamten Zeit, bevor die Einhaltung der Freigabeprüfung gemäß dem Ministerialerlass 186/06 festgestellt wird
- Lagerung von Kraftstoffen in festen Tanks unter Einhaltung der Normen und Austausch von unterirdischen Tanks, die nicht den geltenden Vorschriften entsprechen;
- Abdichtung der Betankungsbereiche für Fahrzeuge, Anordnung in unmittelbarer Nähe des Lagertanks und Ausstattung mit Systemen zur Eindämmung etwaiger Leckagen;

- Verbot der Verwendung von auf Fahrzeugen installierten mobilen Tanks für die Betankung
- Festlegung eines schriftlichen Betriebsverfahrens, das bei Unfällen (z. B. Verschütten von Kraftstoff oder Schmieröl) anzuwenden ist und die sofortige Verfügbarkeit von Absorptionsmitteln vorsieht, die zur Eindämmung der Auswirkungen eingesetzt werden können;
- Festlegung von Bereichen für die vorübergehende Lagerung von anderen Abfällen als Bergbauabfällen, die mit verschlossenen Behältern mit angemessenem Fassungsvermögen und angemessener Widerstandsfähigkeit für jede homogene Kategorie von Abfällen ausgestattet sind, die in Bezug auf ihren physikalischen Zustand und ihre etwaigen gefährlichen Eigenschaften angemessen sind;
- Festlegung eines Chronoprogramms, das den Anbau in aufeinanderfolgenden Phasen von begrenztem Umfang und begrenzter Dauer vorsieht, die parallel zu einer schnelleren und begleitenderen Umweltanierung im Zuge des Anbaus verlaufen
- bei der Verwendung von Aushubmaterial externer Herkunft für die Umweltanierung die Einhaltung der CSCs der Spalte A der Tabelle 1 des Anhangs 5 des Titels V des Vierten Teils des Gesetzesdekrets 152/06 für die TQ-Analysen und der CSCs für das Grundwasser für den Freisetzungstest gemäß dem Ministerialdekret 186/06 zu verlangen.

ENG - Prevention and mitigation of negative environmental impacts**Noise**

In order to contain the noise emitted towards the closest receptors, certain technical and logistical measures can be envisaged:

- Adoption of all necessary maintenance measures on the means of work to keep the noise emission levels equal to or lower than those declared by the manufacturer and in any case within values compatible with the current regulations on the noise of machines intended to operate outdoors. Constant maintenance, in fact, can be very effective in containing noise from the use of equipment. One example is the squeaking of tracked equipment, which can be eliminated by keeping the tracks lubricated;
- in the case of replacing work vehicles and operating machinery in general, when choosing the replacement vehicle, provide for the use of machines characterised by noise emission levels that are not only compatible with regulatory limits and in any case lower than or equal to those that characterised the vehicle being replaced, but also provide for the adoption of silenced vehicles or in any case with lower noise emission levels among those available;
- avoid parking vehicles with engines running during breaks in activity, compatibly with the safety conditions of places and workers. For example, during material loading phases, turn off trucks until the end of the operation;
- locating fixed equipment in the centre of the quarry, or in any case in a confined position, since this is the equipment with the greatest acoustic impact present at these types of activities;
- carrying out restoration work (grassing, planting, etc.) of the excavation areas at the end of each cultivation phase in order to increase the soundproofing power of the exposed surfaces which, if left bare, are characterised by a lower soundproofing power;
- temporary arrangement of the material on the border of the quarry area towards the nearest receptors by creating heaps to screen noise from quarry activities.

Dust

Certain technical and logistical expedients can be used to reduce and contain dust during the quarrying and initial processing phases:

- localisation of crushers and screens in the central area of the quarry, so that any dust emitted falls within the quarry area;
- formation of temporary heaps in areas most sheltered from the wind (quarry floor); suspension of crushing activity on windy days;
- laying of coarse stabilised material on the internal and connecting roads to the municipal road system, so as to limit the accumulation of dust caused by the continuous passage of vehicles and its raising and sprinkling into the atmosphere due to the transit itself;
- providing for wheel washing at the exit of the quarry before entering the public road system;
- adoption of a water circuit dedicated to the abatement of dust through the use of sprayers/nebulizers, placed near the piles of pulverulent material and the transit areas of the vehicles.

When designing the entrance road to the quarry area, consideration must be given to whether or not it is close to urban centres, preferring decentralised access routes masked by vegetation. In addition, to avoid raising dust due to the transit of vehicles, it is advisable, even in this case, to use coarse stabilised material and to wet the road when necessary.



Stormwater runoff

The management of stormwater runoff constitutes a central aspect of the environmental problems induced by mining activities. The incorrect regulation, collection and treatment of stormwater runoff, in fact, can lead to an increase in solid transport to the surface and underground water reticulum.

Within the mining areas, in fact, mobilisation and transport of sediments of varying granulometry are created, which, depending on the water energy of runoff and the chemical and physical characteristics of the sediments, can occur by entrainment and/or in suspension and solution.

An increase in the turbidity of the water flowing towards the natural reticulum could lead to the formation of deposits in the riverbed that could reduce the hydraulic efficiency of the watercourses and give rise to imbalances in the development of aquatic life of flora and fauna. Furthermore, due to the high specific surface area, sediments could absorb and move organic and inorganic pollutants that could contaminate water quality.

The contaminants that could be present in sediments leaching from quarry areas are mainly hydrocarbons, mineral fats and oils, metals, and surfactants.

The presence of these substances is generally linked to the use of particular excavation and cutting techniques, vehicular traffic, processing of extracted materials, incorrect management of deposits and materials in use, or accidental spillage.

In view of environmental legislation, the following general risk mitigation measures can therefore be envisaged:

- in each phase of cultivation and restoration, the hydraulic network of surface water must be constantly maintained;
- in every phase of cultivation and restoration, any spillage of fine materials, silt and in any case excavated material into the hydraulic reticulum must be prevented;
- in order to ensure the protection of surface and underground waters from pollution, implement actions to prevent the occurrence of diffuse or concentrated erosion phenomena;
- reuse of water in the production cycle, limiting the drawing of surface and groundwater to what is strictly necessary. Reuse can be achieved through appropriate waterproofing of the excavation to block dispersion in the subsoil, through which it will be possible to create basins to collect rainwater drained from the surfaces for reuse in the cutting of the bank.

In this way, in addition to solving drainage problems, 'clean' water from the supply network can be saved for use where it is not strictly necessary.

- take measures to contain debris, sediment and material from runoff from deposits and heaps of excavated material, in order to prevent it from flowing into the drainage system;
- ensure that any water discharges produced are subject to appropriate treatment that guarantees the pursuit of quality standards in conformity with those of the receiving body.

For the active quarry area, taking into account the specific situation of the quarry, the following mitigation measures should be implemented

- provide for and create, as far as possible and where permitted by the morphology of the sites, a guard ditch upstream of the excavation face, to limit the entry of rainwater runoff into the quarry
- Promptly report any new karst outcrops and/or hollow fractures in the rock mass and ensure that they are properly sealed to prevent any infiltration;
- regularly clean the yards and working areas;

- regulate rainwater coming from outside the cultivation area in order to avoid its contamination when passing through the processing areas and the plant area, if present;
- protect debris deposits from atmospheric agents;
- properly manage fuels and quarry waste (oils, filters, etc.);
- adopt dust containment and/or abatement systems;
- provide a procedure to be implemented in the event of accidental spills;
- carry out maintenance on quarry machinery;
- train personnel in the correct handling of machinery, to operate in the event of accidental spills and to protect water from contamination.

Groundwater

The criticality lies in the possible interference between mining activity and groundwater in flood plain areas (conoid), in river appurtenances and in areas of high hydrogeological vulnerability, both below and above the water table. In these cases, the unsaturated and/or saturated zone of the aquifer is frequently affected by the mining cable.

In view of environmental legislation, the following general risk mitigation measures can therefore be envisaged:

- the prohibition of modifying the geometry of natural inert deposits that host a permanent aquifer or one that is in any case relevant to the environment and habitats, for the entire thickness of the maximum phreatic excursion. For this purpose, at the same time as the cultivation plan, a specific hydrogeological study must be prepared that clarifies the geometric configuration and hydraulic characteristics of the aquifers, also investigating the variations and seasonal excursions that are produced in them. These characteristics, as well as the quality of the water, must be monitored after the permit is issued;
- definition of a boundary between the maximum groundwater level and the minimum excavation height;
- excavation, where possible, by lots organised in such a way as to maintain "no-excavation areas" between separate lots. Where the quality of the natural terrain is such that adequate permeability is not guaranteed, provide for the construction of draining baffles formed with natural material, in order to ensure the drainage of rainwater, preventing it from stagnating;
- provide vehicle shelter and refuelling in dedicated areas, if possible far from the water resource, with waterproofed platforms and perimeter gutters to collect runoff water;
- in the post-reclamation phase, characterise the backfill/backfill materials or waste already present in the quarry site (surveys with sampling and chemical analysis, possible georadar surveys to ascertain the absence of buried materials)
- in the case of the presence of wet-processing plants, provide for the proper management of settling sludge. In particular, in order to prevent the risk of groundwater contamination in the areas where the silts are relocated, a release test must be carried out on the silt itself according to Ministerial Decree 186/06 before it is used;
- storage of the silt produced under cover or on impermeable slab with collection of rainwater runoff and their re-introduction into the process water cycle, for the entire time prior to ascertaining compliance with the release test in accordance with Ministerial Decree 186/06

- storage of fuels in fixed tanks in compliance with standards and replacement of underground tanks that do not comply with current regulations;
- waterproofing the vehicle refuelling areas, locating them in a position adjacent to the storage tank and equipping them with systems to contain any spills;
- prohibition of the use of mobile tanks installed on vehicles for refuelling
- adoption of a written operating procedure, to be implemented in the event of accidental events (e.g. fuel or lubricant oil spills), providing for the ready availability of absorbent means to be used to mitigate the effects;
- identification of areas dedicated to the temporary storage of waste other than mining waste, organised with sealed containers of adequate capacity and resistance for each homogeneous category of waste produced, with adequate characteristics in relation to the physical state and any hazardous characteristics;
- definition of a chronoprogram that envisages cultivation in consequential phases of limited size and duration, which proceeds in parallel with faster environmental restoration as the cultivation progresses
- in the case of the use, for environmental recompilation operations, of excavated materials of external origin, to require compliance with the CSCs of Col. A of Table 1 of Appendix 5 to Title V of Part Four of Legislative Decree 152/06 for TQ analyses and with the CSCs for groundwater for the release test in accordance with Ministerial Decree 186/06.

ITA - Prevenzione e mitigazione degli impatti ambientali negativi

Rumore

Per il contenimento del rumore emesso nei confronti dei ricettori più prossimi si possono prevedere alcuni accorgimenti tecnici e logistici:

- adozione di tutte le misure di manutenzione necessarie sui mezzi d'opera per mantenere i livelli di emissione sonora uguali od inferiori a quelli dichiarati dal produttore e comunque entro valori compatibili con la normativa vigente in materia di rumorosità delle macchine destinate a funzionare all'aperto. Una manutenzione costante, infatti, può risultare molto efficace per contenere il rumore derivante dall'utilizzo delle attrezzature. Un esempio è il cigolio dei mezzi cingolati che può essere eliminato mantenendo lubrificati i cingoli;
- nel caso di sostituzione dei mezzi d'opera e macchine operatrici in genere, prevedere nella scelta del mezzo sostitutivo l'impiego di macchine caratterizzate da livelli di emissione acustica non solo compatibili con i limiti normativi e comunque inferiori o uguali a quelli che caratterizzavano il mezzo sostituito, ma anche prevedere di privilegiare l'adozione di mezzi silenziati o comunque a minor emissione sonora tra quelli disponibili;
- evitare la sosta di mezzi a motore acceso durante le pause di attività, compatibilmente con le condizioni di sicurezza dei luoghi e dei lavoratori. Ad esempio, durante le fasi di carico del materiale spegnere gli autocarri fino al termine dell'operazione;
- localizzazione degli impianti fissi in ambito centrale della cava, o comunque in una posizione confinata essendo queste le attrezzature acusticamente più impattanti presenti presso tali tipologie di attività;



- realizzazione degli interventi di ripristino (inerbimento, piantumazione, ecc.) delle aree di scavo al termine di ogni fase di coltivazione allo scopo di aumentare il potere fonoassorbente delle superfici esposte che se lasciate nude sono caratterizzate da un minor potere fonoassorbente;
- disposizione temporanea del materiale a confine dell'area di cava verso i ricettori più prossimi realizzando dei cumuli a schermatura del rumore proveniente dalle attività di cava.

Polveri

Per la riduzione ed il contenimento delle polveri durante le fasi di coltivazione e prima lavorazione possono essere utilizzati alcuni accorgimenti tecnici e logistici:

- localizzazione dei frantoi e vagli in ambito centrale della cava, cosicché le eventuali polveri emesse ricadano entro l'ambito di cava;
- formazione dei cumuli temporanei nelle aree maggiormente riparate dai venti (fondo cava); sospensione dell'attività di frantumazione nelle giornate ventose;
- stesura di materiale stabilizzato grossolano sulla viabilità interna e di collegamento alla viabilità comunale, così da limitare l'accumulo di polveri causate dal continuo passaggio dei mezzi ed il suo innalzamento ed aspersione in atmosfera dovuta al transito stesso;
- prevedere il lavaggio delle ruote all'uscita della cava prima dell'ingresso alla viabilità pubblica;
- adozione di un circuito idrico dedicato all'abbattimento delle polveri tramite l'utilizzo di irroratori/nebulizzatori, disposti nei pressi dei cumuli di materiale pulverulento e delle aree di transito degli automezzi.

Nel progettare la viabilità di ingresso all'area di cava, bisogna tenere in considerazione la vicinanza o meno a centri urbani, prediligendo vie di accesso decentrate e mascherate dalla vegetazione. Inoltre, per evitare innalzamento di polvere dovuto al transito dei mezzi, è opportuno, anche in questo caso, utilizzare materiale stabilizzato grossolano e provvedere alla bagnatura della strada, quando necessario.

Acque meteoriche di dilavamento

La gestione delle acque meteoriche di dilavamento costituisce un aspetto centrale tra le problematiche ambientali indotte dall'attività relativa ai siti estrattivi. La non corretta regimazione, raccolta e trattamento delle acque meteoriche di dilavamento, infatti, può determinare un incremento del trasporto solido verso il reticolo idrico superficiale e sotterraneo.

All'interno delle aree estrattive, infatti, si creano azioni di mobilitazione e trasporto di sedimenti di varia granulometria che, in base all'energia idrica di deflusso ed alle caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti, può avvenire per trascinamento e/o in sospensione ed in soluzione.

Un aumento della torbidità delle acque che affluiscono verso il reticolo naturale potrebbe determinare la formazione di depositi in alveo che potrebbero ridurre l'efficienza idraulica dei corsi d'acqua e dare luogo a scompensi nello sviluppo della vita acquatica di flora e fauna. Inoltre, a causa dell'elevata superficie specifica, i sedimenti potrebbero assorbire e movimentare sostanze inquinanti organiche ed inorganiche che potrebbero contaminare la qualità delle acque.

Le sostanze contaminanti che potrebbero essere presenti nei sedimenti dilavanti le aree di cava sono principalmente rappresentate da idrocarburi, grassi e oli minerali, metalli, tensioattivi.



La presenza di tali sostanze è generalmente connessa all'impiego di particolari tecniche di scavo e taglio, al traffico veicolare, alle lavorazioni dei materiali estratti, alla non corretta gestione dei depositi e dei materiali d'uso o allo sversamento accidentale.

Vista la legislazione in materia ambientale, si possono prevedere quindi le seguenti misure generali atte a mitigare i rischi:

- in ogni fase della coltivazione e del ripristino dovrà essere mantenuto costantemente in efficienza il reticolo idraulico delle acque superficiali;
- in ogni fase della coltivazione e del ripristino dovrà essere inibito qualsiasi sversamento dei materiali fini, del limo e comunque del materiale scavato nel reticolo idraulico;
- al fine di assicurare la tutela delle acque superficiali e sotterranee dall'inquinamento mettere in atto le azioni atte ad evitare che si verifichino fenomeni di erosione diffusa o concentrata;
- riutilizzo delle acque nel ciclo produttivo, limitando allo stretto necessario gli attingimenti di acque superficiali e sotterranee. Il riutilizzo potrà avvenire mediante un'opportuna impermeabilizzazione dello scavo per bloccare la dispersione nel sottosuolo, attraverso il quale sarà possibile realizzare bacini di raccolta delle acque piovane drenate dalle superfici per riutilizzarle nelle lavorazioni di taglio della bancata.

In tal modo, oltre a risolvere le problematiche di drenaggio, si riesce a risparmiare l'acqua "pulita" della rete di approvvigionamento per un uso in cui essa non è strettamente necessaria.

- adottare misure di contenimento dei detriti, dei sedimenti e di materiale derivante dal dilavamento di depositi e cumuli di materiale scavato, onde evitarne il deflusso nel reticolo idrografico;
- assicurare che gli eventuali scarichi idrici prodotti siano oggetto di un opportuno trattamento che garantisca il perseguitamento degli standard di qualità conformi a quelli del corpo recettore.

Per la zona di coltivazione attiva, tenendo conto della situazione specifica della cava, sarà opportuno provvedere alle seguenti misure di mitigazione:

- prevedere e realizzare, per quanto possibile e ove consentito dalla morfologia dei luoghi, un fosso di guardia a monte del fronte di scavo, per limitare l'ingresso delle acque meteoriche di dilavamento all'interno della cava;
- segnalare tempestivamente le nuove emergenze carsiche e/o fratture beanti dell'ammasso roccioso e provvedere alla adeguata sigillatura di queste ultime onde evitare eventuali infiltrazioni;
- pulire regolarmente i piazzali e le aree di lavorazione;
- regimare le acque meteoriche provenienti dall'esterno dell'area di coltivazione, per evitare la contaminazione delle medesime nel passaggio nelle zone di lavorazione e nell'eventuale area impianti;
- proteggere i depositi di detrito dagli agenti atmosferici;
- gestire correttamente i carburanti ed i rifiuti di cava (oli, filtri, etc.);
- adottare sistemi di contenimento e/o abbattimento delle polveri;
- prevedere una procedura da attuarsi in caso di sversamenti accidentali;
- eseguire manutenzione dei macchinari di cava;
- addestrare il personale alla corretta gestione delle macchine, ad operare nel caso di sversamenti accidentali e alla salvaguardia delle acque dalla contaminazione.

Acque sotterranee

La criticità consiste nella possibile interferenza tra l'attività estrattiva e le acque sotterranee in aree di pianura alluvionale (conoide), nelle pertinenze fluviali e nelle aree ad elevata vulnerabilità idrogeologica, sia sottofalda che soprafalda. In questi casi è frequente l'interessamento, da parte del cavo estrattivo, della zona insatura e/o satura dell'acquifero.

Vista la legislazione in materia ambientale, si possono prevedere quindi le seguenti misure generali atte a mitigare i rischi:

- il divieto di modificare la geometria di spessori di depositi inerti naturali che ospitino una falda acquifera permanente o comunque rilevante per l'ambiente e gli habitat, per tutto lo spessore di massima escursione freatica. A questo scopo, contestualmente al piano di coltivazione, dovrà essere predisposto specifico studio idrogeologico che chiarisca la configurazione geometrica e le caratteristiche idrauliche dei corpi acquiferi, indagando anche le variazioni e le escursioni stagionali che in essi si producono. Tali caratteristiche, oltre che la qualità delle acque, dovranno essere monitorate successivamente al rilascio dell'autorizzazione;
- definizione di un franco tra il massimo livello di falda e la minima quota di escavazione;
- l'escavazione, ove possibile, per lotti organizzati in modo da mantenere delle "aree di non escavazione" tra lotti distinti. Laddove la qualità del terreno naturale sia tale da non garantire una adeguata permeabilità, prevedere la realizzazione di setti drenanti formati con materiale naturale, al fine di assicurare il drenaggio delle acque meteoriche, evitandone il ristagno;
- effettuare il ricovero mezzi ed il rifornimento degli stessi in aree dedicate, possibilmente lontane dalla risorsa idrica, con piattaforme impermeabilizzate e canalette perimetrali di raccolta delle acque dilavanti;
- in fase post ripristino, caratterizzare i materiali di ritombamento/riporto o rifiuti già presenti nel sito di cava (sondaggi con campionamento ed analisi chimica, eventuali indagini con georadar per accettare l'assenza di materiali interrati);
- prevedere, in caso di presenza di impianti di lavorazione ad umido, la corretta gestione dei limi di decantazione. In particolare, per prevenire il rischio di contaminazione delle acque di falda nelle aree di ricollocazione dei limi, prima del loro utilizzo deve essere effettuato il test di cessione sul limo stesso secondo il D.M. 186/06;
- stoccaggio dei limi prodotti al coperto o su platea impermeabile con raccolta delle acque meteoriche dilavanti e loro re-immissione nel ciclo delle acque di processo, per tutto il tempo antecedente l'accertamento della conformità al test di cessione secondo il D.M. 186/06;
- stoccaggio dei carburanti in serbatoi fissi a norma e sostituzione dei serbatoi interrati non rispondenti alle normative vigenti;
- impermeabilizzazione delle piazzole adibite al rifornimento carburante dei mezzi, loro ubicazione in posizione adiacente al serbatoio di stoccaggio e dotazione di sistemi per il contenimento di eventuali sversamenti;
- divieto di utilizzo di serbatoi mobili installati su automezzi per il rifornimento carburante;
- adozione di una procedura operativa scritta, da mettere in atto in caso di eventi accidentali (es. sversamenti carburanti o oli lubrificanti), che prevedano la pronta disponibilità di mezzi assorbenti da utilizzare per mitigare gli effetti;
- individuazione di aree dedicate al deposito temporaneo dei rifiuti diversi da quelli estrattivi, organizzate con contenitori a tenuta di adeguata capacità e resistenza per ogni categoria omogenea

di rifiuti prodotti, con caratteristiche adeguate in relazione allo stato fisico ed alle eventuali caratteristiche di pericolosità;

- definizione di cronoprogramma che preveda la coltivazione in fasi consequenziali di limitata ampiezza e durata, che proceda di pari passo con una ricomposizione ambientale più veloce e contestuale all'avanzamento della coltivazione stessa;
- in caso di utilizzo, per le operazioni di ricomposizione ambientale, di materiali da scavo di provenienza esterna, richiedere conformità alle CSC di Col. A della tabella 1 dell'All. 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 per le analisi sul TQ e alle CSC per acque sotterranee per il test di cessione secondo il D.M. 186/06.

GER - Vermeidung und Abschwächung negativer Umweltauswirkungen

Lärm

Zur Eindämmung des Lärms, der auf die nächstgelegenen Rezeptoren einwirkt, können bestimmte technische und logistische Maßnahmen ins Auge gefasst werden:

- Durchführung aller erforderlichen Wartungsmaßnahmen an den Arbeitsmitteln, um die Geräuschemissionen gleich oder niedriger als die vom Hersteller angegebenen Werte zu halten, auf jeden Fall aber innerhalb der Werte, die mit den geltenden Vorschriften für den Lärm von Maschinen, die für den Betrieb im Freien bestimmt sind, vereinbar sind. Eine ständige Wartung kann sehr wirksam zur Eindämmung des Lärms beitragen, der durch den Einsatz von Maschinen entsteht. Ein Beispiel dafür ist das Quietschen von Raupenfahrzeugen, das sich durch Schmierung der Raupen beseitigen lässt;
- beim Austausch von Arbeitsfahrzeugen und Betriebsmaschinen im Allgemeinen bei der Auswahl des Ersatzfahrzeugs die Verwendung von Maschinen vorsehen, deren Geräuschemissionswerte nicht nur die gesetzlichen Grenzwerte einhalten und auf jeden Fall niedriger oder gleich hoch sind wie die des zu ersetzen Fahrzeugs, sondern auch den Einsatz schallgedämpfter Fahrzeuge oder auf jeden Fall von Fahrzeugen mit niedrigeren Geräuschemissionswerten vorsehen;
- das Abstellen von Fahrzeugen mit laufendem Motor während der Arbeitspausen zu vermeiden, wobei die Sicherheitsbedingungen für die Arbeitsplätze und die Arbeitnehmer zu beachten sind. Zum Beispiel sollten die Lkw während der Beladung mit Material bis zum Ende des Vorgangs abgestellt werden;
- ortsfeste Ausrüstungen in der Mitte des Steinbruchs oder auf jeden Fall in einer beengten Lage aufzustellen, da diese Ausrüstungen bei diesen Tätigkeiten die größte akustische Wirkung haben;
- Durchführung von Wiederherstellungsarbeiten (Begrünung, Bepflanzung usw.) in den Abbaugebieten am Ende jeder Abbauphase, um die Schalldämmung der freiliegenden Flächen zu erhöhen, die, wenn sie unbearbeitet bleiben, eine geringere Schalldämmung aufweisen;
- vorübergehende Anordnung des Materials an der Grenze des Steinbruchgebiets zu den nächstgelegenen Empfängern durch Anhäufung, um den Lärm der Steinbruchaktivitäten abzuschirmen.

Staub

Bestimmte technische und logistische Maßnahmen können zur Verringerung und Eindämmung von Staub während des Abbaus und der ersten Verarbeitungsphase eingesetzt werden:



- Platzierung der Brecher und Siebe im zentralen Bereich des Steinbruchs, so dass die Staubemissionen innerhalb des Steinbruchgebiets bleiben;
- Bildung von provisorischen Halden in den am besten windgeschützten Bereichen (Steinbruchsohle); Aussetzung der Brecherarbeiten an windigen Tagen;
- Verlegung von grobem, stabilisiertem Material auf den internen Straßen und den Verbindungsstraßen zum städtischen Straßennetz, um die Ansammlung von Staub, der durch die ständige Durchfahrt von Fahrzeugen verursacht wird, sowie die Aufwirbelung und Aufwirbelung von Staub in die Atmosphäre durch die Durchfahrt selbst zu begrenzen;
- Vorsehen einer Radwaschanlage am Ausgang des Steinbruchs vor der Einfahrt in das öffentliche Straßennetz;
- Einrichtung eines Wasserkreislaufs zur Staubreduzierung durch den Einsatz von Sprühgeräten, die in der Nähe der Haufen mit pulverförmigem Material und der Durchfahrtsbereiche der Fahrzeuge aufgestellt werden.

Bei der Planung der Zufahrtsstraße zum Steinbruch muss berücksichtigt werden, ob sie sich in der Nähe von städtischen Zentren befindet oder nicht, wobei dezentrale Zufahrtswege, die von der Vegetation verdeckt werden, vorzuziehen sind. Um eine Staubentwicklung durch die Durchfahrt von Fahrzeugen zu vermeiden, ist es auch in diesem Fall ratsam, grobes, stabilisiertes Material zu verwenden und die Straße bei Bedarf zu befeuchten.

Regenwasserabfluss

Die Bewirtschaftung des Regenwasserabflusses ist ein zentraler Aspekt der durch den Bergbau verursachten Umweltprobleme. Eine unsachgemäße Regulierung, Sammlung und Behandlung des Regenwasserabflusses kann zu einer Zunahme des Feststofftransports in die ober- und unterirdischen Wasserläufe führen.

In den Bergaugebieten kommt es zur Mobilisierung und zum Transport von Sedimenten unterschiedlicher Granulometrie, die je nach Wasserenergie des Abflusses und den chemischen und physikalischen Eigenschaften der Sedimente durch Entrainment und/oder in Suspension und Lösung auftreten können.

Eine Erhöhung der Trübung des Wassers, das in Richtung des natürlichen Netzes fließt, könnte zur Bildung von Ablagerungen im Flussbett führen, die die hydraulische Effizienz der Wasserläufe verringern und zu Ungleichgewichten in der Entwicklung des Wasserlebens von Flora und Fauna führen könnten. Außerdem könnten die Sedimente aufgrund ihrer großen spezifischen Oberfläche organische und anorganische Schadstoffe aufnehmen und transportieren, die die Wasserqualität beeinträchtigen könnten.

Bei den Schadstoffen, die in Sedimenten aus Steinbruchgebieten enthalten sein können, handelt es sich hauptsächlich um Kohlenwasserstoffe, Mineralfette und -öle, Metalle und Tenside.

Das Vorhandensein dieser Stoffe ist im Allgemeinen auf die Anwendung bestimmter Aushub- und Schneidetechniken, den Fahrzeugverkehr, die Verarbeitung des abgebauten Materials, die unsachgemäße Bewirtschaftung der Lagerstätten und des verwendeten Materials oder das versehentliche Verschütten zurückzuführen.

Im Hinblick auf die Umweltgesetzgebung können daher folgende allgemeine Maßnahmen zur Risikominderung ins Auge gefasst werden:

- In jeder Phase der Bewirtschaftung und Wiederherstellung muss das hydraulische Netz der Oberflächengewässer ständig aufrechterhalten werden;
- In jeder Phase der Bewirtschaftung und Wiederherstellung muss verhindert werden, dass Feinmaterial, Schlamm und auf jeden Fall Aushubmaterial in das hydraulische Netz gelangen;
- um den Schutz der Oberflächengewässer und des Grundwassers vor Verschmutzung zu gewährleisten, sind Maßnahmen zu ergreifen, die das Auftreten von diffusen oder konzentrierten Erosionserscheinungen verhindern;
- Wiederverwendung von Wasser im Produktionskreislauf, wobei die Entnahme von Oberflächen- und Grundwasser auf das unbedingt erforderliche Maß zu beschränken ist. Die Wiederverwendung kann durch eine angemessene Abdichtung der Baugrube erreicht werden, um die Ausbreitung im Untergrund zu verhindern, wodurch es möglich wird, Becken zum Auffangen des von den Oberflächen abfließenden Regenwassers zur Wiederverwendung beim Schneiden des Ufers zu schaffen.

Auf diese Weise wird nicht nur das Entwässerungsproblem gelöst, sondern es kann auch "sauberes" Wasser aus dem Versorgungsnetz für die Verwendung an Stellen eingespart werden, an denen es nicht unbedingt erforderlich ist.

- Maßnahmen zur Rückhaltung von Schutt, Sedimenten und Abflussmaterial aus Ablagerungen und Aushubhaufen zu ergreifen, um zu verhindern, dass diese in das Abwassersystem fließen;
- Sicherstellung, dass alle anfallenden Abwässer einer geeigneten Behandlung unterzogen werden, die die Einhaltung von Qualitätsstandards gewährleistet, die mit denen des aufnehmenden Gewässers übereinstimmen.

Für das Gebiet des aktiven Steinbruchs sollten unter Berücksichtigung der besonderen Situation des Steinbruchs die folgenden Maßnahmen zur Schadensbegrenzung durchgeführt werden

- Vorsehen und Anlegen eines Schutzgrabens stromaufwärts der Abbaustrecke, soweit dies möglich ist und die Morphologie des Geländes dies zulässt, um das Eindringen von Regenwasser in den Steinbruch zu begrenzen
- neue Karstaufschlüsse und/oder Hohlbrüche im Gestein unverzüglich zu melden und dafür zu sorgen, dass sie ordnungsgemäß abgedichtet werden, um jegliches Eindringen zu verhindern;
- regelmäßige Reinigung der Höfe und Arbeitsbereiche;
- Regulierung des Regenwassers, das von außerhalb des Anbaugebiets kommt, um dessen Verunreinigung zu vermeiden, wenn es durch die Aufbereitungsbereiche und das Werksgelände fließt, sofern vorhanden;
- Schutz der Schuttablagerungen vor Witterungseinflüssen;
- ordnungsgemäße Entsorgung von Brennstoffen und Steinbruchabfällen (Öle, Filter usw.);
- Systeme zur Staubeindämmung und/oder -bekämpfung einführen;
- ein Verfahren für den Fall eines unbeabsichtigten Auslaufens vorzusehen;
- Durchführung von Wartungsarbeiten an Steinbruchmaschinen;
- Schulung des Personals in der korrekten Handhabung der Maschinen, in der Bedienung bei unbeabsichtigten Verschüttungen und im Schutz des Wassers vor Verunreinigungen.

Grundwasser

Kritisch ist die mögliche Beeinflussung des Grundwassers durch den Bergbau in Überschwemmungsgebieten (Conoid), in Flussanhangsgebieten und in hydrogeologisch besonders gefährdeten Gebieten, sowohl unterhalb als auch oberhalb des Grundwasserspiegels. In diesen Fällen ist die ungesättigte und/oder gesättigte Zone des Grundwasserleiters häufig von der Bergbauleitung betroffen.

In Anbetracht der Umweltvorschriften können daher folgende allgemeine Maßnahmen zur Risikominderung ins Auge gefasst werden:

- Verbot der Veränderung der Geometrie natürlicher inerter Lagerstätten, die einen permanenten oder in jedem Fall für die Umwelt und die Lebensräume relevanten Grundwasserleiter beherbergen, über die gesamte Mächtigkeit der maximalen phreatischen Auslenkung. Zu diesem Zweck muss gleichzeitig mit dem Anbauplan eine spezifische hydrogeologische Studie erstellt werden, die die geometrische Konfiguration und die hydraulischen Eigenschaften der Grundwasserleiter klärt und auch die Schwankungen und saisonalen Ausschläge untersucht, die in ihnen auftreten. Diese Merkmale sowie die Qualität des Wassers müssen nach Erteilung der Genehmigung überwacht werden;
- Festlegung einer Grenze zwischen dem maximalen Grundwasserspiegel und der minimalen Aushubhöhe;
- Aushub, wenn möglich, nach Parzellen, die so organisiert sind, dass zwischen den einzelnen Parzellen "Aushubverbotszonen" eingehalten werden. Wenn aufgrund der Beschaffenheit des natürlichen Geländes eine ausreichende Durchlässigkeit nicht gewährleistet ist, ist der Bau von Dränagen aus natürlichem Material vorzusehen, um den Abfluss des Regenwassers zu gewährleisten und dessen Stagnation zu verhindern;
- Bereitstellung von Unterstellplätzen für Fahrzeuge und Tankstellen in speziellen Bereichen, möglichst weit entfernt von der Wasserressource, mit wasserdichten Plattformen und umlaufenden Rinnen zum Auffangen des abfließenden Wassers;
- in der Phase nach der Rekultivierung Charakterisierung der bereits im Steinbruch vorhandenen Aufschüttungen/Verfüllungsmaterialien oder Abfälle (Untersuchungen mit Probenahme und chemischer Analyse, eventuell Georadaruntersuchungen, um festzustellen, dass keine vergrabenen Materialien vorhanden sind)
- im Falle des Vorhandenseins von Nassaufbereitungsanlagen die ordnungsgemäß Entsorgung des Absetzschlamm vorsehen. Um insbesondere das Risiko einer Grundwasserkontamination in den Gebieten zu vermeiden, in denen die Schlämme umgelagert werden, muss vor der Verwendung des Schlamm ein Freisetzungstest gemäß dem Ministerialerlass 186/06 durchgeführt werden;
- Lagerung des anfallenden Schlamm unter einer Abdeckung oder auf einer undurchlässigen Platte mit Auffangen des abfließenden Regenwassers und dessen Wiedereinführung in den Brauchwasserkreislauf während der gesamten Zeit, bevor die Einhaltung der Freigabeprüfung gemäß dem Ministerialerlass 186/06 festgestellt wird
- Lagerung von Kraftstoffen in festen Tanks unter Einhaltung der Normen und Austausch von unterirdischen Tanks, die nicht den geltenden Vorschriften entsprechen;
- Abdichtung der Betankungsbereiche für Fahrzeuge, Anordnung in unmittelbarer Nähe des Lagertanks und Ausstattung mit Systemen zur Eindämmung etwaiger Leckagen;
- Verbot der Verwendung von auf Fahrzeugen installierten mobilen Tanks für die Betankung

- Festlegung eines schriftlichen Betriebsverfahrens, das bei Unfällen (z. B. Verschütten von Treibstoff oder Schmieröl) anzuwenden ist und die sofortige Verfügbarkeit von Absorptionsmitteln zur Abschwächung der Auswirkungen vorsieht;
- Festlegung von Bereichen für die zeitweilige Lagerung von Abfällen, die keine Bergbauabfälle sind, mit verschlossenen Behältern von angemessenem Fassungsvermögen und ausreichender Widerstandsfähigkeit für jede homogene Abfallkategorie, mit angemessenen Eigenschaften in Bezug auf den physikalischen Zustand und etwaige gefährliche Eigenschaften;
- Festlegung eines Zeitplans, der den Anbau in aufeinanderfolgenden Phasen von begrenztem Umfang und begrenzter Dauer vorsieht, die parallel zu einer schnelleren Sanierung der Umwelt im Zuge des Anbaus verlaufen
- bei der Verwendung von Aushubmaterial externer Herkunft für die Umweltsanierung die Einhaltung der CSCs der Spalte A der Tabelle 1 des Anhangs 5 des Titels V des Vierten Teils des Gesetzesdekrets 152/06 für die TQ-Analysen und der CSCs für das Grundwasser für den Freisetzungstest gemäß dem Ministerialdekret 186/06 zu verlangen.

III. Innovative protocols enabling optimized recovery of usable secondary raw materials / Protocolli innovativi per il recupero die materiali di scarto secondari / Innovative Protokolle zur optimierten Rückgewinnung von verwertbaren Sekundärrohstoffen

ENG - Proposals for valorisation

For the large volume of these wastes, from a circular economy perspective, based on the scientific literature and the chemical composition of the materials described above, a number of processes can be proposed for their valorisation.

In the construction industry, there are many applications for marble granulates and stone processing residues in general:

- AggloCement - AggloResin: stone that is skilfully recomposed by expertly mixing marble grits and powders with a 'binder' such as cement or resin. With this mixture, either blocks, which are then cut and processed, or directly tiles or other desired artefacts can be produced.
- Tiles and decorative artefacts: With a centuries-old tradition, these tiles defy time with refinement and taste. Historical Italian companies have brought these artefacts international prestige.
- Venetian terrazzo and mosaic: Of very ancient origins, mosaic developed mainly in Venice, where the first written rules on its correct realisation can be found as early as 1586. The raw materials used (granulates and powders of marble and other stone materials) find their fullest expression in these floors where craftsmen, with their experience and creativity, make each realisation a unique work of art.
- Prefabrics and street furniture: materials are used by the prefabrication industry to give a noble 'skin' to reinforced concrete structures. The various processes designed and developed by these companies cover all possible market demands, ranging from washed to polished to sandblasted or bush-hammered. With marble grits, it has been possible to combine the typical functionality of the prefabricated structure with a valuable and lasting aesthetic.
- Colours and marble grits for interior and exterior use: white and coloured powders and microgranules are key components in this area of use. Pigmentation with coloured marble powders guarantees elegant finishes and high resistance to weathering.
- Adhesives and fillers: Micronised calcium carbonate and marble powders are primary bases for many adhesives and fillers. Used in the right proportions they ensure an excellent level of adhesion between joints and allow the use of thicker joints, limiting shrinkage and cracking.
- Plastics: In this sector, micronised calcium carbonate has always been one of the most widely used components to modify and improve the performance characteristics of polymeric materials. Calcium carbonate with a very high whiteness point is the ideal product for creating white compounds, reducing the use of titanium dioxide or where consistency of shade in the final product becomes an important feature.
- Green art and Zen gardens: The aesthetic result and the practical function (mulching) combine to make granulate an indispensable tool in the art of gardening. The possibility to range over such a vast range of materials and granulometry allows green designers to always create the best combinations to highlight and enhance their creations.
- Agriculture: For many years, these products have also been used in agriculture as acidity correctors, pollutant absorbers and as fillers within fertiliser products. In this context, three separate experimental campaigns were conducted on cement-based materials: the initial one on a pure marble residue from the Verona district (only on mortars); the second on cement pastes with marble residues from the Verona and Vicenza districts; the third on the same materials as the

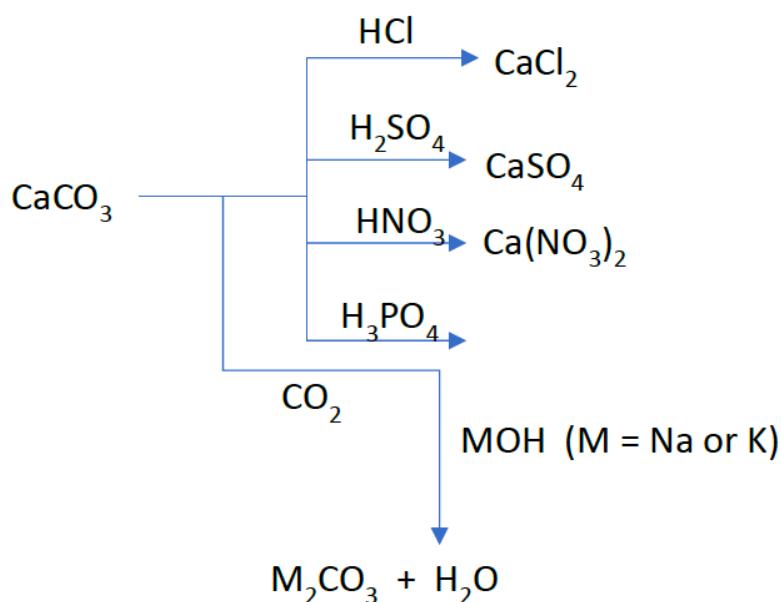
cement pastes, but on mortars.

Alternatively, the following applications can be proposed for high-value waste markets.

1) Marble and carbonaceous wastes

(a) The first approach to be explored concerns the processing of calcium carbonate (can also be in a mixture with calcium oxide or hydroxide). The choice will be based on an economic evaluation in terms of reagent acids and applications of the final salts, including the purity of these salts for specific applications.

Marble sludge was added to a mineral base consisting of a ceramic clay mixture to be sintered into bricks, which was shown to have mechanical properties suitable for construction applications even though the porosity of the bricks was increased as a result of the decomposition of the carbonates, with a reduction in bulk density and an increase in water absorption. (Cobo-Coacero et al. Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 26(2019)35399).



2) Granite sludge

a) Granite sludge was added to prepare the concrete mix by replacing cement as pozzolanic material or fine aggregates in different weight percentages, providing good cohesion of the mix. (Yabue et al. Materials 13(2020)4941; Allam et al. ARPN J. Eng. Appl.Sci. 9(2014)2731). The effect of granite residue incorporation on mortar behaviour has been deeply investigated (de Azevedo et al. Materials 12(2019)1449).

b) Feldspar components have been recovered from granite residues for the ceramic market (Vrbicky et al. Minerals 11(2021)455)

c) Solid granite waste has been used as an abrasive material in waterjet cutting of marble (Aydin et al. J. Cleaner Production, 159(2017)241).

3) Marble and granite dust

A detailed study was conducted to optimise the properties of the powder in terms of composition and particle size for use as a mineral filler in mortar, concrete, cement, brocks and soil pigment. (Benjeddou et al. Crystals. 11(2021)619).

a) Marble and granite powder has been used as a filler in polymer composites:

- polypropylene, PP, (Awad et al. J. Thermal Anal. E Calor. 140(2020) 2615)

- in high-density polyethylene, HDPE, (Awad et al. A.S. Eng. J. 11(2020)1211)
 - in epoxy resins (Santos Carvalho et al. Mat. Res. 21(2018) e20171104).
 - in artificial marble (Samad et al. IOP Conf Series: Mat. Sci. Eng. 713(2020)012017)
- (b) Marble and granite powder was used in the manufacture of cement bricks, whose physical and mechanical properties were in agreement with ASTM data. (Hamza et al. Int.J. Biosci. 1(2011)286).
- c) Marble powder, granite powder or mixed powder were used as an additive to cement to achieve high compressive strength with acceptable flowability. Results indicated that high volumes of these powders (up to 50 per cent by weight) could be successfully used in the production of self-compacting concrete. (Sadek et al. J. Cleaner Production, 121(2016)19; Singh et al. Procedia Env. Sci. 35(2016)571; Binici et al. J. Mat. Proc. Technol. 208(2008)299). It was also reported that hardened concrete incorporating cement replacement with marble and granite sludge showed improvement towards water penetration depth and resistance to sulphuric acid attack. (Rashwan et al. J. Building Eng. 32(2020)101697). It has been reported that the mechanical properties of concretes increase with the amount of granite, while decreasing with the amount of marble (Amani, et al. Int. J. Pavement Eng. 2019)

Conclusions

- The in-depth analyses are preparatory to the construction of a basic plant to obtain secondary raw materials from waste;
 - The transformation process (recycling) will be low-energy due to the use of alternative energies and low environmental impact;
 - The quantity of material no longer sent to landfills will make way for other more suitable materials (protection of aquifers) and generally more respectful of the environment (flora and fauna). More specifically, experimental campaigns for the analytical (chemical), physical, mineralogical, and microstructural characterisation of sludge from the processing of marble, agglomerate, granite, Berici stone, and mixed limestone have made it possible to conclude that
 - it is possible to use up to 20% marble powder as a filler in cement mixtures (instead of natural sand), achieving strength gains of up to 5-10% compared to the ordinary mixture
 - the lower the content of organic fraction and impurities, the better the strength characteristics achieved by the mixtures;
 - the in-place use of the binder does not lead to substantial strength losses (max 10% by weight of the cement): at these ratios, the mechanical strength is comparable with that of an ordinary mixture.
- For the valorisation of the large quantity of processing waste, based on the chemical composition of the materials and from a circular economy perspective, the transformation of calcium carbonate (can also be mixed with calcium oxide or hydroxide) into the following products is proposed:
- the production of calcium chloride CaCl₂ (using hydrochloric acid HCl);

AREAS OF USE FOR CALCIUM CHLORIDE

- In solution as a dust suppressant in road networks
- Solid as a road de-icer
- Solid as a dehydrating agent for industrial and domestic uses
- In solution as a chemical in the production of alcoholic distillates

- the production of Calcium Sulphate CaSO₄ (using sulphuric acid H₂SO₄)
- the production of Calcium Nitrate Ca(NO₃)₂ (using Nitric Acid HNO₃);

SECTORS OF CALCIUM NITRATE USE IN SOLUTION



- **CONSTRUCTION:** in the construction sector, calcium nitrate in solution is used in as an antifreeze in concrete or cement mortars and as a setting accelerant.

- **AGRICULTURE:** as a fertiliser and soil conditioner, particularly in horticultural crops.

- the production of Calcium Phosphate $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (using phosphoric acid H_3PO_4).
- the production of Calcium Oxide and Calcium Hydroxide CaO and CaOH .

AREAS OF USE FOR CALCIUM OXIDE

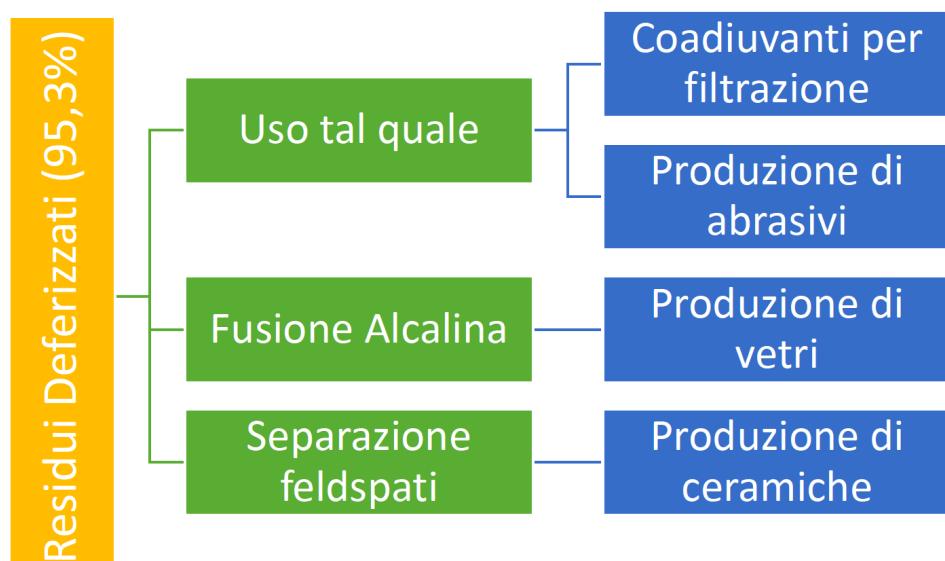
- Binder for cement mortars
- Glass production
- Steel industry
- Soil conditioner for agricultural soils
- Inertisation of contaminated sludge or soil
- Stabilisation of road soils
- Chemical and food industry

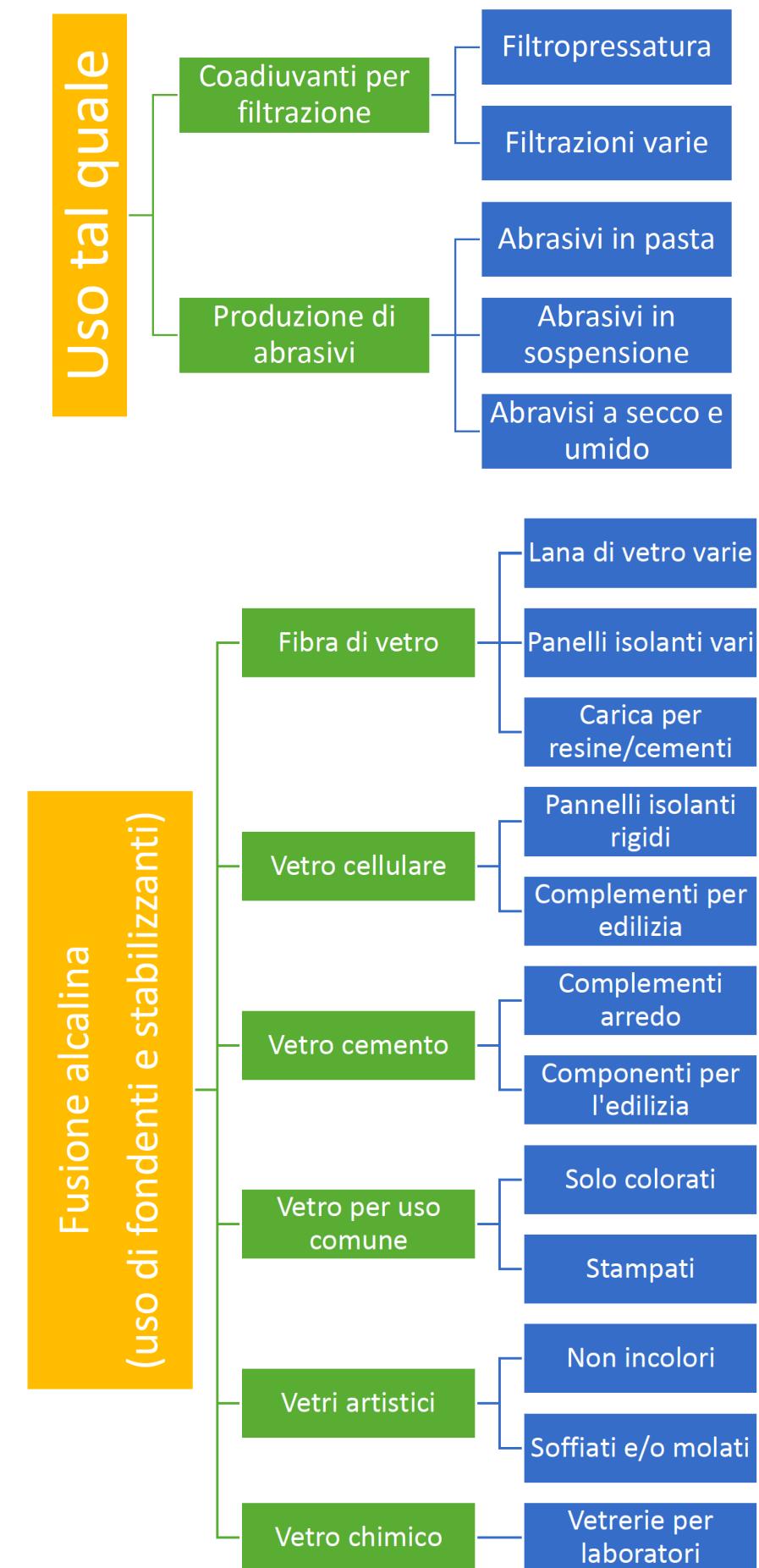
SECTORS OF CALCIUM HYDROXIDE USE

- Binder for cement mortars
- Wall paints
- Paper production
- Sugar refining
- Adjuvant in particulate abatement processes
- Leather tanning
- Chemical and food industry

In all these transformations, CO₂ is also produced for recovery (through reaction with Na or K). The production of CO₂ is of interest to the elementary and refrigeration industries.

The proposed transformations of deferritised residues are divided into use as such, in the separation of feldspars and in alkaline melting for the production of various materials. We can schematise the use as depicted in the following charts:





With regard to the waste material analysed during the project, the following reuse options were identified:

Secondary material	Possible usage
Julia Marmi Calcium Carbonate Limestone	Paper Stone Industry and Normal Paper Industry
	Cement industry
	Production of Lime
	White Powder is used in make up products, medication (pharmacy industry), paints, toothpaste, etc
	Landscape purposes (Soil conditioner/gardening)
	Ultra High Performance Concrete (UHPC): Replacement of Fillers
	Normal Strength Concrete/Mortar: Replacement of normal sand
	Facade elements
	Concrete Bricks
	Rubber industry
Diabas Sand with high amount of fine powder/Diabas Powder	Normal Strength Concrete/Mortar: Replacement of normal sand
	Ultra High Performance Concrete (UHPC): Replacement of Fillers
	Polymer concrete
	Landscape purposes (Soil conditioner/gardening)
	Facade elements
Dolomite Magnesian Limestone gravel and sand	Normal Strength Concrete/Mortar: Replacement of normal sand/gravel
	Glass industry
	Polymer Concrete
	Cement industry
	Pulverized limestone is used as a soil conditioner to neutralize acidic soils (Agricultural lime)
	Gravel can be used for Asphalt concrete
	Fine white powder is added to toothpaste, paper, plastics, paint, tiles as both white pigment and cheap filler.
	Used for remineralizing and increasing the alkalinity of purified water to prevent pipe corrosion and to restore essential nutrient levels.
	Used in blast furnaces, limestone binds with silica and other impurities to remove them from the iron.

ITA - Proposte di valorizzazione

Per il grande volume di questi rifiuti, in una prospettiva di economia circolare, sulla base della letteratura scientifica e della composizione chimica dei materiali sopra descritti si possono proporre una serie di processi per la loro valorizzazione.

Nell'ambito delle costruzioni, le applicazioni dei granulati e delle polveri di marmo e residui della lavorazione della pietra in generale, sono moltissime:

- AggloCemento – AggloResina:

è la pietra ricomposta con abilità miscelando sapientemente graniglie e polveri di marmo con un “legante” quale cemento o resina. Con questo impasto possono essere prodotti sia blocchi, poi tagliati e lavorati, sia direttamente mattonelle o altri manufatti desiderati.

- Mattonelle e manufatti a decoro:

con una tradizione secolare queste mattonelle sfidano il tempo con raffinatezza e gusto. Storiche aziende italiane hanno portato questi manufatti ad ottenere un prestigio internazionale indiscutibile.



- Terrazzo alla veneziana e mosaico:

di origini antichissime, il mosaico si sviluppa in prevalenza a Venezia, dove già nel 1586 si trovano le prime regole scritte sulla sua corretta realizzazione. Le materie prime utilizzate (granulati e polveri di marmo e altri materiali lapidei) trovano la massima valorizzazione in questi pavimenti dove artigiani, con la loro esperienza e creatività, fanno di ogni realizzazione un'opera d'arte unica.

- Prefabbricati ed arredo urbano:

i materiali sono utilizzati dall'industria della prefabbricazione per conferire una "pelle" nobile alla struttura in cemento armato. Le varie lavorazioni studiate e sviluppate da queste aziende coprono tutte le possibili richieste del mercato, spaziando dal lavato al lucido al sabbioso o bocciardato. Con le graniglie di marmo è stato possibile abbinare alla funzionalità tipica della struttura prefabbricata, un'estetica pregiata e duratura.

- Colori e marmorini per interni ed esterni:

le polveri e le micrograne bianche e colorate sono componenti fondamentali in questo settore di utilizzo. La pigmentazione con polveri di marmo colorato garantisce finiture eleganti ed un'elevata resistenza agli agenti atmosferici.

- Collanti e stucchi:

il carbonato di calcio micronizzato e le polveri di marmo sono basi primarie per molti collanti e stucchi. Utilizzati nelle giuste proporzioni assicurano un ottimo livello di adesione tra le giunzioni e permettono l'utilizzo in forti spessori limitando i ritiri e le fessurazioni.

- Materie plastiche:

In questo settore il carbonato di calcio micronizzato è da sempre uno dei componenti più utilizzati per modificare e migliorare le caratteristiche prestazionali dei materiali polimerici. Il carbonato di calcio ad altissimo punto di bianco è il prodotto ideale per creare compound bianchi, riducendo l'impiego di biossido di titanio o dove la costanza della tonalità del prodotto finale diventa una caratteristica importante.

- Arte del verde e giardini zen:

Il risultato estetico e la funzione pratica (pacciamatura), si uniscono per rendere il granulato uno strumento indispensabile nell'arte del verde. La possibilità di spaziare tra una gamma di materiali e granulometrie così vasta, permette ai progettisti del verde di creare sempre gli abbinamenti migliori per evidenziare e valorizzare le loro creazioni.

- Agricoltura:

Da molti anni questi prodotti sono utilizzati anche in agricoltura come correttivi di acidità, assorbitori di sostanze inquinanti e con la funzione di filler all'interno di prodotti fertilizzanti.

In questo ambito, sono state condotte tre campagne sperimentali separate per quanto concerne i materiali a base cementizia: la prima iniziale su un residuo di marmo puro del distretto veronese (solo su malte); la seconda su paste di cemento con residui di marmo del distretto veronese e di Vicenza; la terza sugli stessi materiali delle paste di cemento, ma su malte.

È stata anche condotta una campagna sperimentale sui materiali polimerici, dove i residui vengono impiegati come filler.

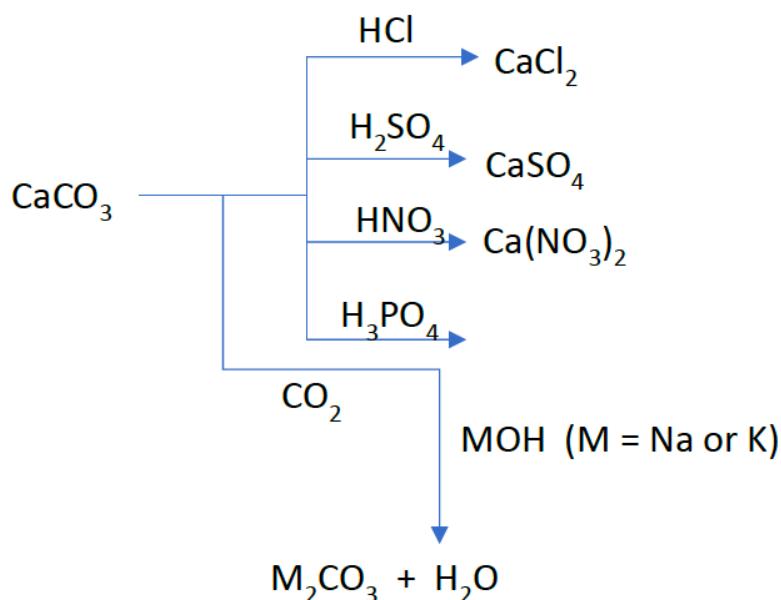
Alternativamente, per le applicazioni in mercati ad elevata valorizzazione del rifiuto, si possono proporre le seguenti applicazioni.



1) Rifiuti marmorei e carbonacei

a) Il primo approccio da esplorare riguarda la trasformazione del carbonato di calcio (può essere anche in miscela con ossido o idrossido di calcio). La scelta sarà basata su una valutazione economica in termini di acidi reagenti e applicazioni dei sali finali, compresa la purezza di questi sali per applicazioni specifiche.

I fanghi di marmo sono stati aggiunti a una base minerale composta da una miscela di argilla ceramica da sinterizzare in mattoni, che ha mostrato di avere proprietà meccaniche adatte per applicazioni di costruzione anche se la porosità dei mattoni è risultata aumentata come conseguenza della decomposizione dei carbonati, con riduzione della densità apparente e un aumento dell'assorbimento di acqua. (Cobo-Coacero et al. Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 26(2019)35399).



2) Fanghi di granito

a) I fanghi di granito sono stati aggiunti per preparare la miscela di calcestruzzo sostituendo il cemento come materiale pozzolanico o aggregati fini in diverse percentuali di peso, fornendo una buona coesione della miscela. (Yabue et al. Materials 13(2020)4941; Allam et al. ARPN J. Eng. Appl.Sci. 9(2014)2731). L'effetto dell'incorporazione di residui di granito sul comportamento delle malte è stato profondamente studiato (de Azevedo et al. Materials 12(2019)1449).

b) Componenti di feldspato sono stati recuperati dai residui di granito per il mercato della ceramica (Vrbicly et al. Minerals 11(2021)455)

c) I rifiuti solidi di granito sono stati utilizzati come materiale abrasivo nel taglio a getto d'acqua del marmo (Aydin et al. J. Cleaner Production, 159(2017)241).

3) Polvere di marmo e granito

Uno studio dettagliato è stato condotto per ottimizzare le proprietà della polvere in termini di composizione e dimensioni delle particelle per essere utilizzata come riempitivo minerale nella malta, nel calcestruzzo, nel cemento, nei brocks e nel pigmento del suolo. (Benjeddou et al. Crystals. 11(2021)619).

a) La polvere di marmo e granito è stata usata come riempitivo nei compositi polimerici:

- in polipropilene, PP, (Awad et al. J. Thermal Anal. E Calor. 140(2020) 2615)

- nel polietilene ad alta densità, HDPE, (Awad et al. A.S. Eng. J. 11(2020)1211)
 - nelle resine epossidiche (Santos Carvalho et al. Mat. Res. 21(2018)e20171104).
 - nel marmo artificiale (Samad et al. IOP Conf Series: Mat. Sci. Eng. 713(2020)012017)
- b) La polvere di marmo e granito è stata utilizzata nella fabbricazione di mattoni di cemento, le cui proprietà fisiche e meccaniche erano in accordo con i dati ASTM. (Hamza et al. Int.J. Biosci. 1(2011)286).
- c) La polvere di marmo, la polvere di granito o quella mista sono state utilizzate come additivo al cemento per ottenere un'alta resistenza alla compressione con una fluidità accettabile. I risultati hanno indicato che alti volumi di queste polveri (fino al 50% in peso) potrebbero essere utilizzati con successo nella produzione di calcestruzzo autocompattante. (Sadek et al. J. Cleaner Production, 121(2016)19; Singh et al. Procedia Env. Sci. 35(2016)571; Binici et al. J. Mat. Proc. Technol. 208(2008)299). È stato anche riportato che il calcestruzzo indurito che incorpora la sostituzione del cemento con fanghi di marmo e granito ha mostrato un miglioramento verso la profondità di penetrazione dell'acqua e la resistenza all'attacco dell'acido solforico. (Rashwan et al. J. Building Eng. 32(2020)101697). È stato riportato che le proprietà meccaniche dei calcestruzzi aumentano con la quantità di granito, mentre diminuiscono con la quantità di marmo (Amani, et al. Int. J. Pavement Eng. 2019)

Conclusioni

- Le approfondite analisi sono propedeutiche alla realizzazione di un impianto base per ottenere materie prime seconde dagli scarti;
- Il processo di trasformazione (riciclo) sarà a modesto consumo energetico grazie all'utilizzo di energie alternative ed a basso impatto ambientale;
- La quantità di materiale non più conferito in discarica lascerà posto libero ad altro più idoneo (salvaguardia delle falde acquifere) e in generale più rispettoso dell'ambiente (flora e fauna).

Più nello specifico, le campagne sperimentali per la caratterizzazione analitica (chimica), fisica, mineralogica, microstrutturale di fanghi della lavorazione del marmo, aggloccimento, granito, pietra dei Berici, calcari misti hanno permesso di concludere che:

- è possibile usare fino al 20% di polvere di marmo come filler nelle miscele cementizie (al posto della sabbia naturale) ottenendo incrementi di resistenza fino al 5-10% rispetto alla miscela ordinaria;
- minore è il contenuto di frazione organica e impurità, migliori sono le caratteristiche di resistenza ottenute dalle miscele;
- l'utilizzo al posto del legante non porta a perdite di resistenza sostanziali fino al 10% in peso del cemento: in questi rapporti, la resistenza meccanica è del tutto confrontabile con quella di una miscela ordinaria.

Per la valorizzazione della grande quantità di scarti di lavorazione, sulla base della composizione chimica dei materiali e in una prospettiva di economia circolare si propone la trasformazione del carbonato di calcio (può essere anche in miscela con ossido o idrossido di calcio) nei seguenti prodotti:

- la produzione di Cloruro di Calcio CaCl₂ (utilizzando acido cloridrico HCl);

SETTORI DI UTILIZZO DEL CLORURO DI CALCIO



- In soluzione come abbattitore di polveri nelle reti stradali
- Solido come antigelo stradale
- Solido come disidratante per usi industriale e domestici
- In soluzione come chemicals nella produzione dei distillati alcolici
- la produzione di Solfato di Calcio CaSO₄ (utilizzando Acido solforico H₂SO₄);
- la produzione di Nitrato di Calcio Ca(NO₃)₂ (utilizzando Acido nitrico HNO₃);

SETTORI DI UTILIZZO DEL NITRATO DI CALCIO IN SOLUZIONE

- *EDILIZIA: nel settore dell'edilizia il nitrato di calcio in soluzione viene utilizzato in qualità di antigelo all'interno dei calcestruzzi o malte cementizie e accelerante di presa.*
- *AGRICOLTURA: come fertilizzante ed ammendante in particolare nelle coltivazioni orticole*
- la produzione di Fosfato di Calcio Ca₃(PO₄)₂ (utilizzando Acido fosforico H₃PO₄).
- la produzione di Ossido e Idrossido di Calcio CaO e CaOH.

SETTORI DI UTILIZZO DELL' OSSIDO DI CALCIO

- *Legante per malte cementizie*
- *Produzione del vetro*
- *Industria siderurgica*
- *Ammendante per terreni agricoli*
- *Inertizzante di fanghi o terrene contaminati*
- *Stabilizzazione di terreni stradali*
- *Industria chimica e alimentare*

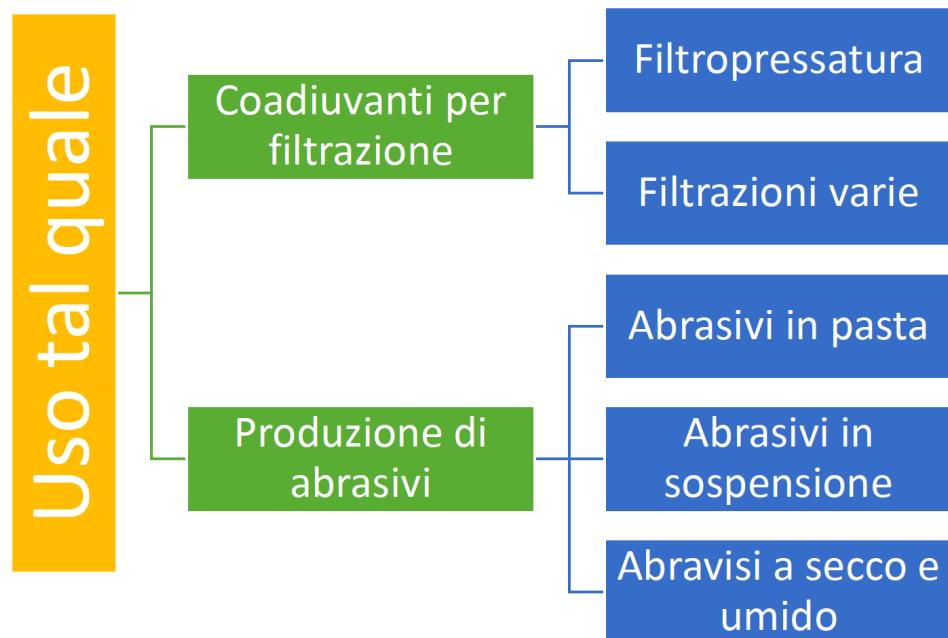
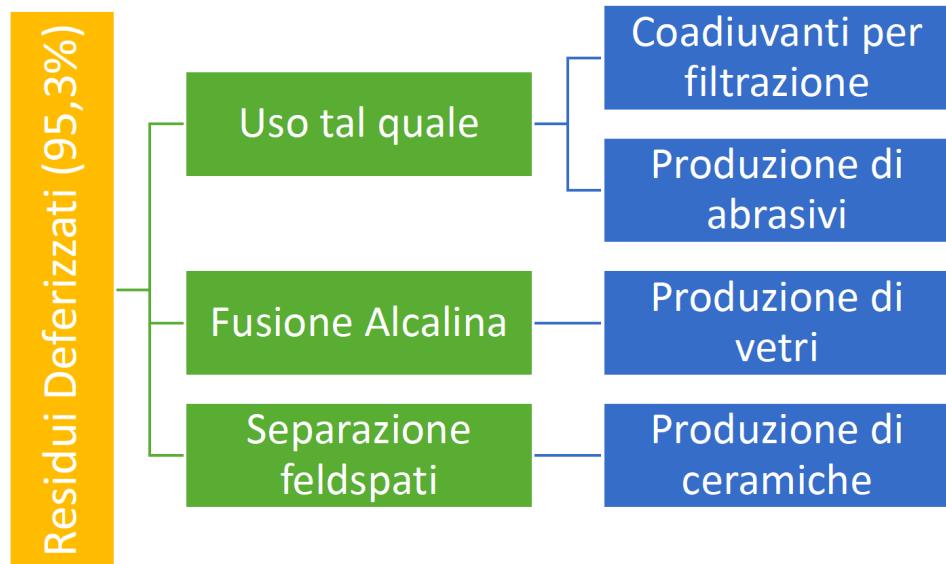
SETTORI DI UTILIZZO DELL' IDROSSIDO DI CALCIO

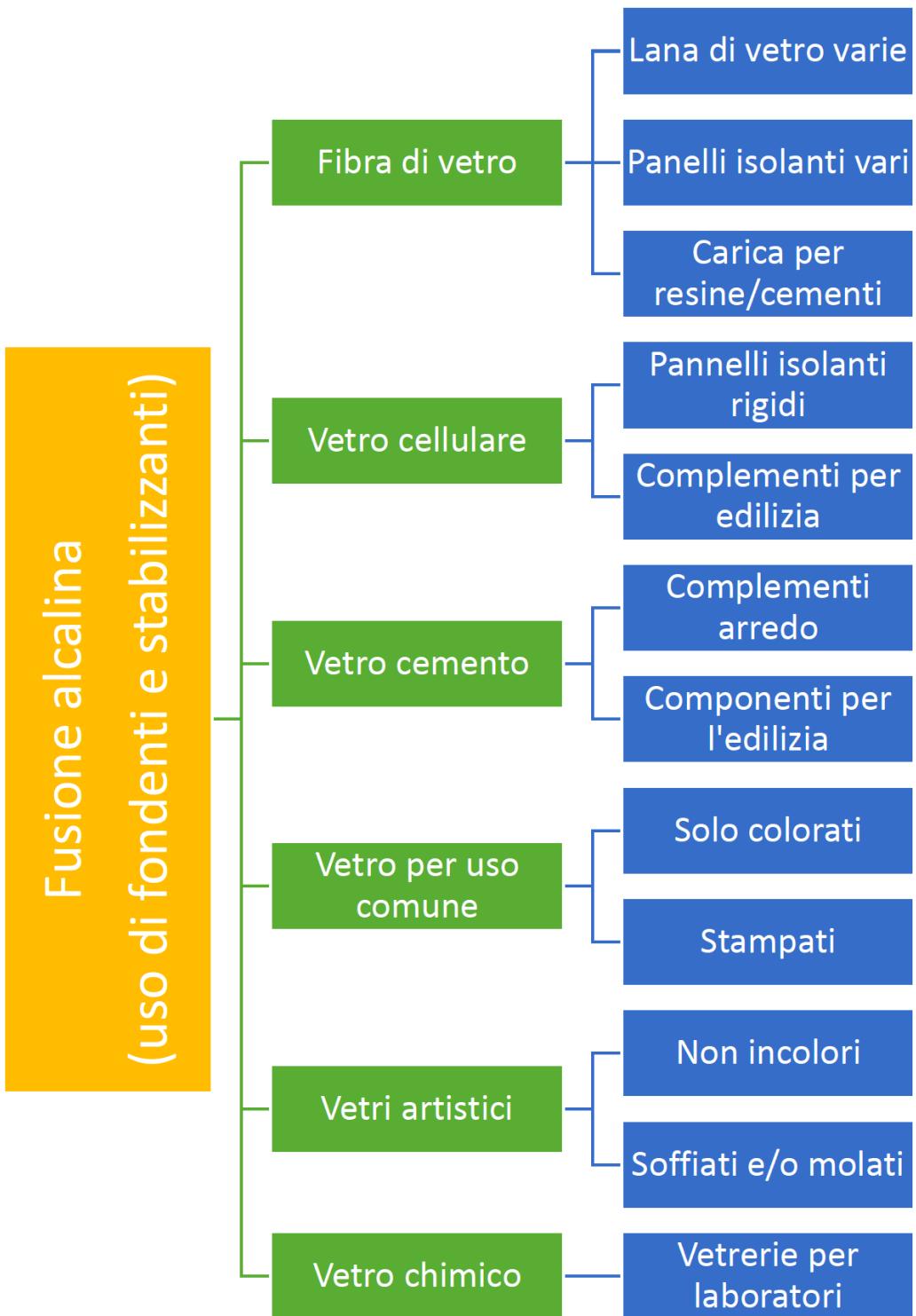
- *Legante per malte cementizie*
- *Pitture murali*
- *Produzione della carta*
- *Raffinazione dello zucchero*
- *Coadiuvante nei processi di abbattimento del particellato*
- *Concia delle pelli*
- *Industria chimica e alimentare*

In tutte queste trasformazioni viene prodotta anche CO₂ da recuperare (tramite reazione con Na o con K). La produzione di CO₂ è interessante per l'industria elementare e della refrigerazione.

Le trasformazioni proposte per i residui deferrizzati si divide in uso tal quale, nella separazione dei feldspati e nella fusione alcalina per la produzione di svariati materiali. Possiamo schematizzare l'uso come riportato nelle figure seguenti:







Con riferimento al materiale di scarto analizzato durante il progetto, le seguenti opzioni di riuso sono state identificate:

Secondary material	Possible usage
Julia Marmi Calcium Carbonate Limestone	Paper Stone Industry and Normal Paper Industry
	Cement industry
	Production of Lime
	White Powder is used in make up products, medication (pharmacy industry), paints, toothpaste, etc
	Landscape purposes (Soil conditioner/gardening)
	Ultra High Performance Concrete (UHPC): Replacement of Fillers
	Normal Strength Concrete/Mortar: Replacement of normal sand
	Facade elements
	Concrete Bricks
	Rubber industry
Diabas Sand with high amount of fine powder/Diabas Powder	Normal Strength Concrete/Mortar: Replacement of normal sand
	Ultra High Performance Concrete (UHPC): Replacement of Fillers
	Polymer concrete
	Landscape purposes (Soil conditioner/gardening)
	Facade elements
Dolomite Magnesian Limestone gravel and sand	Normal Strength Concrete/Mortar: Replacement of normal sand/gravel
	Glass industry
	Polymer Concrete
	Cement industry
	Pulverized limestone is used as a soil conditioner to neutralize acidic soils (Agricultural lime)
	Gravel can be used for Asphalt concrete
	Fine white powder is added to toothpaste, paper, plastics, paint, tiles as both white pigment and cheap filler.
	Used for remineralizing and increasing the alkalinity of purified water to prevent pipe corrosion and to restore essential nutrient levels.
	Used in blast furnaces, limestone binds with silica and other impurities to remove them from the iron.

GER - Vorschlag zur Verwertung

Für das große Volumen dieser Abfälle können aus Sicht der Kreislaufwirtschaft auf der Grundlage der wissenschaftlichen Literatur und der oben beschriebenen chemischen Zusammensetzung der Materialien eine Reihe von Verfahren für ihre Verwertung vorgeschlagen werden.

In der Bauindustrie gibt es zahlreiche Anwendungen für Marmorgranulate und Rückstände aus der Steinbearbeitung im Allgemeinen:

- AggroCement - AggroResin: Stein, der durch fachmännisches Mischen von Marmorkörnungen und -pulvern mit einem "Bindemittel" wie Zement oder Harz geschickt wieder zusammengesetzt wird. Mit dieser Mischung können entweder Blöcke, die dann geschnitten und verarbeitet werden, oder direkt Fliesen oder andere gewünschte Artefakte hergestellt werden.

- Kacheln und dekorative Artefakte: Diese Fliesen haben eine jahrhundertealte Tradition und trotzen der Zeit mit Raffinesse und Geschmack. Historische italienische Unternehmen haben diesen Artefakten unbestrittenes internationales Prestige eingebracht.



- Venezianischer Terrazzo und Mosaik: Das Mosaik ist sehr alt und entwickelte sich vor allem in Venedig, wo bereits 1586 die ersten schriftlichen Regeln für seine korrekte Ausführung zu finden sind. Die verwendeten Rohstoffe (Granulate und Pulver aus Marmor und anderen Steinmaterialien) kommen in diesen Böden am besten zur Geltung, wo die Handwerker mit ihrer Erfahrung und Kreativität jede Ausführung zu einem einzigartigen Kunstwerk machen.

- Vorgefertigte Stoffe und Stadtmobiliar: Die Materialien werden von der Vorfertigungsindustrie verwendet, um den Stahlbetonstrukturen eine edle "Haut" zu verleihen. Die verschiedenen von diesen Unternehmen konzipierten und entwickelten Verfahren decken alle möglichen Marktanforderungen ab, von gewaschen über poliert bis hin zu sandgestrahlt oder gestockt. Mit den Marmorsplitten ist es gelungen, die typische Funktionalität der Fertigteilstruktur mit einer wertvollen und dauerhaften Ästhetik zu verbinden.

- Farben und Marmorsplitte für den Innen- und Außenbereich: Weiße und farbige Pulver und Mikrogranulate sind die Schlüsselkomponenten in diesem Anwendungsbereich. Die Pigmentierung mit farbigen Marmorpulvern garantiert elegante Oberflächen und eine hohe Witterungsbeständigkeit.

- Klebstoffe und Füllstoffe: Mikronisiertes Kalziumkarbonat und Marmorpulver sind die Basis für viele Klebstoffe und Füllstoffe. Im richtigen Verhältnis eingesetzt, gewährleisten sie eine hervorragende Haftung zwischen den Fugen und ermöglichen die Verwendung dickerer Fugen, wodurch Schwund und Rissbildung begrenzt werden.

- Kunststoffe: In diesem Sektor ist mikronisiertes Kalziumkarbonat seit jeher eine der am häufigsten verwendeten Komponenten zur Modifizierung und Verbesserung der Leistungsmerkmale von Polymermaterialien. Kalziumkarbonat mit einem sehr hohen Weißpunkt ist das ideale Produkt für die Herstellung weißer Mischungen, um den Einsatz von Titandioxid zu reduzieren, oder wenn die Konsistenz des Farbtons im Endprodukt ein wichtiges Merkmal ist.

- Grüne Kunst und Zen-Gärten: Das ästhetische Ergebnis und die praktische Funktion (Mulchen) machen das Granulat zu einem unverzichtbaren Werkzeug in der Gartenkunst. Die Möglichkeit, auf eine so breite Palette von Materialien und Granulometrien zurückgreifen zu können, erlaubt es den Grünplanern, immer die besten Kombinationen zu finden, um ihre Kreationen hervorzuheben und aufzuwerten.

- Die Landwirtschaft: Seit vielen Jahren werden diese Produkte auch in der Landwirtschaft als Säurekorrekturen, Schadstoffabsorber und als Füllstoffe in Düngemitteln eingesetzt. In diesem Zusammenhang wurden drei getrennte Versuchskampagnen mit Materialien auf Zementbasis durchgeführt: die erste mit einem reinen Marmorrest aus dem Gebiet von Verona (nur auf Mörtel); die zweite mit Zementpasten mit Marmorresten aus den Gebieten von Verona und Vicenza; die dritte mit denselben Materialien wie die Zementpasten, aber auf Mörtel.

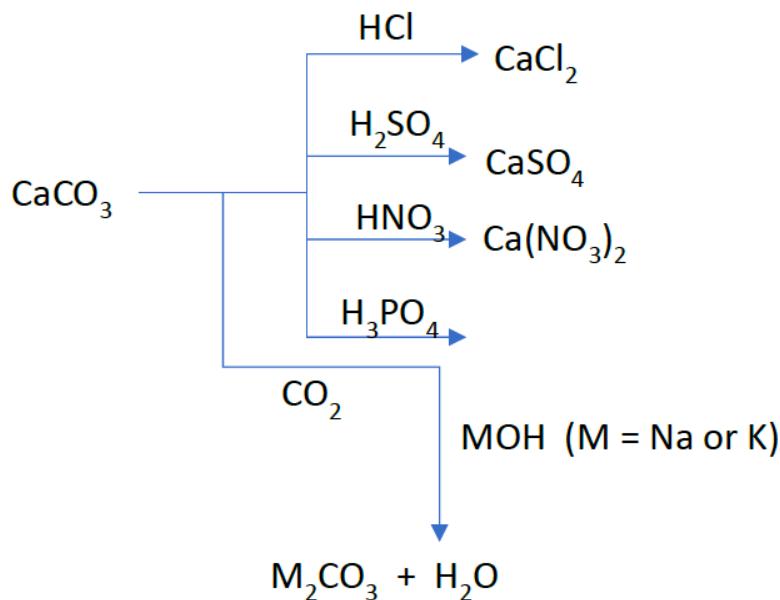
Als Alternative können die folgenden Anwendungen für Anwendungen auf hochwertigen Abfallmärkten vorgeschlagen werden.

1) Marmor und kohlenstoffhaltige Abfälle

(a) Der erste zu untersuchende Ansatz betrifft die Verarbeitung von Kalziumkarbonat (kann auch in einer Mischung mit Kalziumoxid oder -hydroxid vorliegen). Die Wahl wird auf einer wirtschaftlichen Bewertung in Bezug auf die Reagenssäuren und die Anwendungen der endgültigen Salze beruhen, einschließlich der Reinheit dieser Salze für spezifische Anwendungen.

Marmorschlamm wurde einer mineralischen Basis zugesetzt, die aus einer keramischen Tonmischung bestand, die zu Ziegeln gesintert werden sollte. Es hat sich gezeigt, dass diese Ziegel mechanische Eigenschaften haben, die für Bauanwendungen geeignet sind, obwohl die Porosität

der Ziegel infolge der Zersetzung der Karbonate erhöht wurde, was zu einer Verringerung der Schüttdichte und einer Erhöhung der Wasseraufnahme führte. (Cobo-Coacero et al. Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 26(2019)35399).



2) Granitschlamm

- a) Granitschlamm wurde bei der Herstellung der Betonmischung als Ersatz für Zement als puzzolanisches Material oder für feine Zuschlagstoffe in unterschiedlichen Gewichtsprozenten zugegeben, was zu einer guten Kohäsion der Mischung führte. (Yabue et al. Materials 13(2020)4941; Allam et al. ARPN J. Eng. Appl.Sci. 9(2014)2731). Die Auswirkungen der Einarbeitung von Granitrückständen auf das Mörtelverhalten wurden eingehend untersucht (de Azevedo et al. Materials 12(2019)1449).
- b) Feldspatkomponenten wurden aus Granitabfällen für den Keramikmarkt gewonnen (Vrbicky et al. Minerals 11(2021)455).
- c) Feste Granitabfälle wurden als Abrasivmaterial beim Wasserstrahlschneiden von Marmor verwendet (Aydin et al. J. Cleaner Production, 159(2017)241).

3) Marmor- und Granitstaub

Eine detaillierte Studie wurde durchgeführt, um die Eigenschaften des Pulvers in Bezug auf Zusammensetzung und Partikelgröße für die Verwendung als mineralischer Füllstoff in Mörtel, Beton, Zement, Brocken und Bodenpigment zu optimieren. (Benjeddou et al. Crystals. 11(2021)619).

- a) Marmor- und Granitpulver wurde als Füllstoff in Polymerverbundstoffen verwendet:
 - Polypropylen, PP, (Awad et al. J. Thermal Anal. E Calor. 140(2020) 2615)
 - in Polyethylen hoher Dichte, HDPE, (Awad et al. A.S. Eng. J. 11(2020)1211)
 - in Epoxidharzen (Santos Carvalho et al. Mat. Res. 21(2018) e20171104).
 - in Kunstmarmor (Samad et al. IOP Conf Series: Mat. Sci.Eng. 713(2020)012017)
- (b) Marmor- und Granitpulver wurde für die Herstellung von Zementziegeln verwendet, deren physikalische und mechanische Eigenschaften mit den ASTM-Daten übereinstimmten. (Hamza et al. Int.J. Biosci. 1(2011)286).
- c) Marmormehl, Granitpulver oder gemischtes Pulver wurden als Zusatz zum Zement verwendet, um eine hohe Druckfestigkeit bei akzeptabler Fließfähigkeit zu erreichen. Die Ergebnisse zeigten, dass große Mengen dieser Pulver (bis zu 50 Gewichtsprozent) erfolgreich für

die Herstellung von selbstverdichtendem Beton verwendet werden können. (Sadek et al. J. Cleaner Production, 121(2016)19; Singh et al. Procedia Env. Sci. 35(2016)571; Binici et al. J. Mat. Proc. Technol. 208(2008)299). Es wurde auch berichtet, dass gehärteter Beton, der Zement durch Marmor- und Granitschlamm ersetzt, eine Verbesserung der Wassereindringtiefe und des Widerstands gegen Schwefelsäureangriffe aufweist. (Rashwan et al. J. Building Eng. 32(2020)101697). Es wurde berichtet, dass die mechanischen Eigenschaften des Betons mit der Menge an Granit zunehmen, während sie mit der Menge an Marmor abnehmen (Amani, et al. Int. J. Pavement Eng. 2019).

Schlussfolgerungen

- Die eingehenden Analysen dienen der Vorbereitung des Baus einer Basisanlage zur Gewinnung von Sekundärrohstoffen aus Abfällen;
- Der Umwandlungsprozess (Recycling) wird aufgrund des Einsatzes alternativer Energien und geringer Umweltauswirkungen energiesparend sein;
- Die Menge an Material, die nicht mehr deponiert wird, macht Platz für andere, besser geeignete Materialien (Schutz der Grundwasserleiter) und schont generell die Umwelt (Flora und Fauna). Im Einzelnen haben Versuchskampagnen zur analytischen (chemischen), physikalischen, mineralogischen und mikrostrukturellen Charakterisierung von Schlämmen aus der Verarbeitung von Marmor, Agglomerat, Granit, Berici-Stein und gemischtem Kalkstein zu der Schlussfolgerung geführt, dass
- es möglich ist, bis zu 20 % Marmormehl als Füllstoff in Zementmischungen (anstelle von Natursand) zu verwenden, wodurch Festigkeitssteigerungen von bis zu 5-10 % im Vergleich zur normalen Mischung erzielt werden
- je geringer der Gehalt an organischen Bestandteilen und Verunreinigungen ist, desto besser sind die Festigkeitseigenschaften der Mischungen;
- die Verwendung anstelle des Bindemittels führt nicht zu erheblichen Festigkeitsverlusten von bis zu 10 Gew.-% des Zements: bei diesen Verhältnissen ist die mechanische Festigkeit mit der einer herkömmlichen Mischung voll vergleichbar.

Für die Verwertung der großen Menge an Verarbeitungsabfällen wird, ausgehend von der chemischen Zusammensetzung der Materialien und unter dem Gesichtspunkt der Kreislaufwirtschaft, die Umwandlung von Kalziumkarbonat (kann auch mit Kalziumoxid oder -hydroxid gemischt werden) in folgende Produkte vorgeschlagen:

- die Herstellung von Kalziumchlorid CaCl₂ (unter Verwendung von Salzsäure HCl);

ANWENDUNGSBEREICHE FÜR CALCIUMCHLORID

- In Lösung als Staubschutzmittel in Straßennetzen
- Fest als Enteisungsmittel für Straßen
- Fest als Trocknungsmittel für industrielle und häusliche Zwecke
- In Lösung als Chemikalie bei der Herstellung von alkoholischen Destillaten

- bei der Herstellung von Calciumsulfat CaSO₄ (unter Verwendung von Schwefelsäure H₂SO₄)
- die Herstellung von Calciumnitrat Ca(NO₃)₂ (unter Verwendung von Salpetersäure HNO₃);

SEKTOREN, IN DENEN CALCIUMNITRAT IN LÖSUNG VERWENDET WIRD

- BAUWEERBE: Im Baugewerbe wird Calciumnitrat in Lösung verwendet in als Frostschutzmittel in Beton oder Zementmörtel und als Abbindebeschleuniger.
- LANDWIRTSCHAFT: als Düngemittel und Bodenverbesserer, insbesondere bei Gartenbaukulturen.

- die Herstellung von Calciumphosphat Ca₃(PO₄)₂ (unter Verwendung von Phosphorsäure H₃PO₄)

- die Herstellung von Calciumoxid und Calciumhydroxid CaO und CaOH.

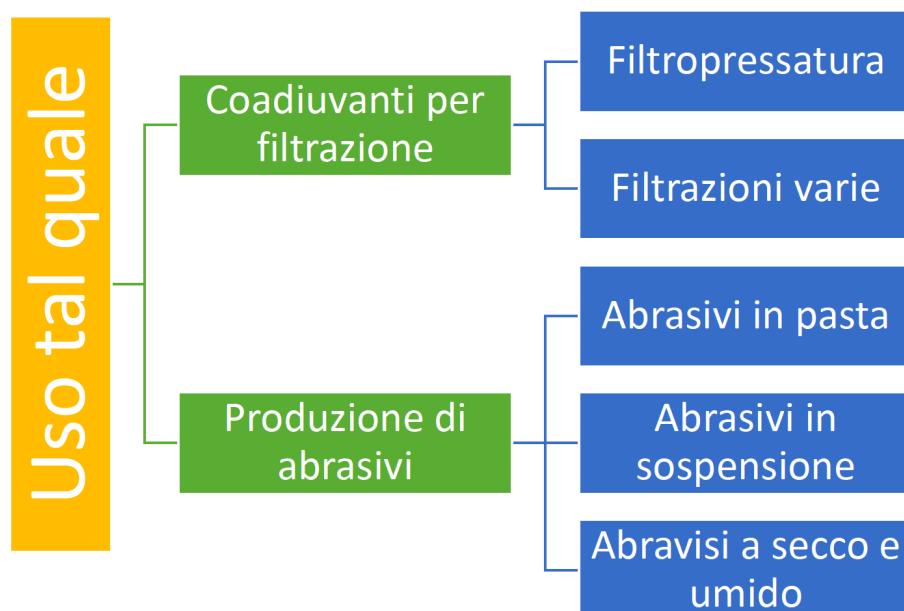
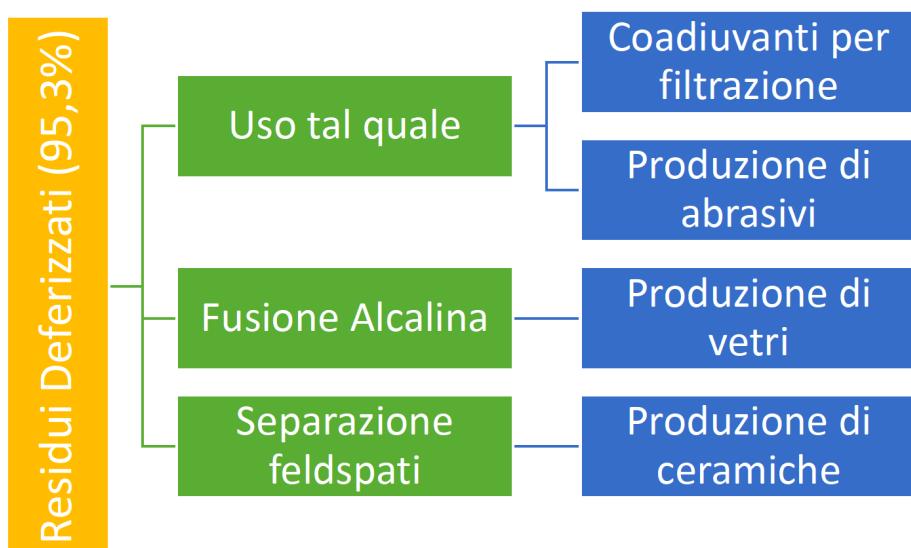
ANWENDUNGSBEREICHE FÜR CALCIUMOXID

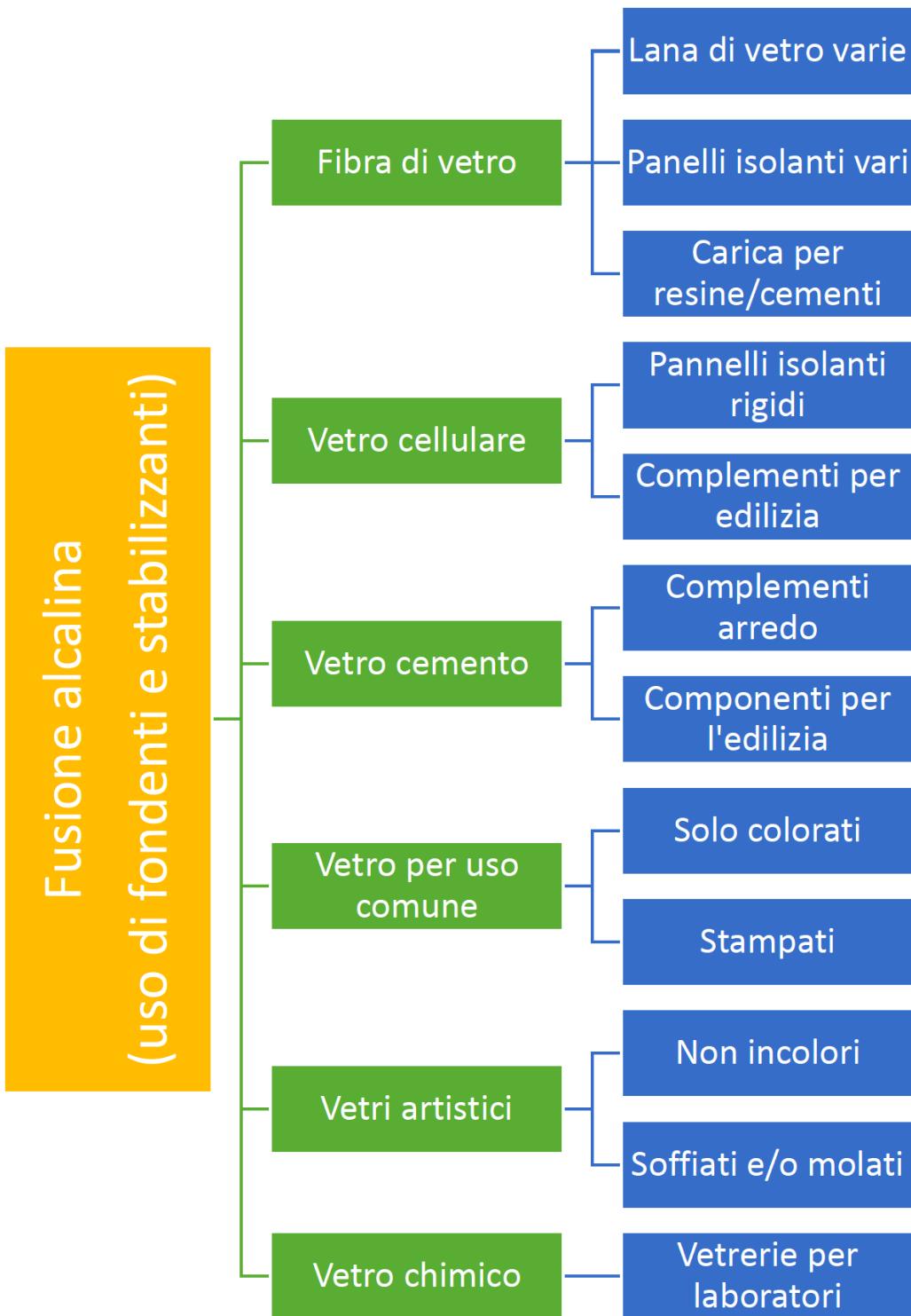
- Bindemittel für Zementmörtel
- Glasherstellung
- Stahlindustrie
- Bodenverbesserer für landwirtschaftliche Böden
- Inertisierung von kontaminierten Schlämmen oder Böden



- Stabilisierung von Straßenböden
 - Chemische Industrie und Lebensmittelindustrie
- VERWENDUNGSBEREICHE VON CALCIUMHYDROXID**
- Bindemittel für Zementmörtel
 - Wandanstriche
 - Papierherstellung
 - Zuckerraffination
 - Adjuvans in der Feinstaubbekämpfung
 - Ledergerberei
 - Chemie- und Lebensmittelindustrie

Bei all diesen Umwandlungen wird auch CO₂ zur Rückgewinnung erzeugt (durch Reaktion mit Na oder K). Die Erzeugung von CO₂ ist für die Grundstoff- und Kühlindustrie von Interesse. Die vorgeschlagenen Umwandlungen von deferritierten Rückständen werden unterteilt in die Verwendung als solche, in die Abtrennung von Feldspaten und in das alkalische Schmelzen zur Herstellung verschiedener Materialien. Wir können die Verwendung schematisch darstellen:





Identificazione e sviluppo di nuove soluzioni di miglior prassi per il recupero degli scarti di lavorazione come materie prime secondarie

La valutazione considera l'intera catena del valore delle aziende intervistate.

L'attività di valutazione è stata condotta insieme alle aziende.

Come previsto da progetto, le prassi analizzate erano, nella maggior parte dei casi, della tipologia “già in uso” presso aziende italiane e rivolte al recupero sia di limo che di cocciame. Questo per rendere il principio di replicabilità ed economicità più efficace.

In assenza di dati di tipo quantitativo e comparabili, nel valutare la prassi, si è data maggior rilevanza al giudizio – qualitativo - espresso delle aziende intervistate.

Di seguito si riporta l'analisi dettagliata delle migliori pressi individuate.

Ambito	Num	Prassi	In uso/già utilizzata	Numero	Perio do	Motivazion e (punti di forza)	Criticità (punti di debolezza)	Oppunit à	Minacce	Note
Pre-requisito	0	Divisione limi di natura calcarea/silicia	Azienda 1		In uso	Risparmio di costi e tempi di gestione		Aprirsi a nuovi mercati di riutilizzo	Normativa restrittiva	Non c'è una reale esigenza di distinguere le due tipologie di limi perché le aziende sono specializzate nel lavorare un materiale o l'altro; i limi, dunque, sono quasi tutti distinti all'origine; ad ogni modo si segnala che per i limi calcarei è più facile trovare una ricollocazione
			Azienda 2			Non ci sarebbero costi aggiuntivi per lo smaltimento	Avvio iter autorizzativo; acquisto di nuove tecnologie (pala); rischio di dispersione del limo nel trasporto tra cassone e area di decantazione	Aprirsi a nuovi mercati di riutilizzo	Aumento costo noleggio cassone di decantazione	La divisione per loro non è necessaria essendo la pietra di Vicenza materiale esclusivamente di natura calcarea
Costruzioni / edilizia	1	Aggiocemento e aggloresina	Azienda 2	1	In uso	Ridurre costi gestione rifiuti	Tracciabilità costosa	Alta richiesta di mercato	Diffidenza da parte dell'utilizzatore; difficoltà di tracciabilità del materiale; concorrenza di materiali generati da scarti percepiti con ugual valore dell'originale	Si utilizza esclusivamente scarto di materiale estratto da cava (con dimensioni simili a quelle del ghiaiano)
			Azienda 1		In uso	Ridurre costi gestione rifiuti; alto valore economico della materia prima seconda	Strumentazione tecnologica e area di lavorazione dedicata	Alta richiesta di mercato (internazionale); richieste qualificate professionali specifiche	Uso di materiale non naturale (resina); mancanza di manodopera specializzata; concorrenza di materiali ceramici e produzione cinese	L'aggiocemento lo realizzano oggi 3 aziende (di cui 1 fa anche aggloresina); l'aggiocemento viene realizzato per la prima volta intorno al 1960; l'aggloresina circa un decennio più tardi. Ad ogni modo, risale al 1934 il primo tentativo di creare l'aggiocemento ad opera di un'azienda artigiana del territorio. Sono 2 le aziende della Valpantena (non appartengono al consorzio) che frantumano scarti lavorazione/estrazione marmo per creare aggiocemento e tutti i manufatti/prodotti che utilizzano cocciame.

Ambito	Num.	Prassi	In uso/già utilizzata	Numero	Periodo	Motivazione (punti di forza)	Criticità (punti di debolezza)	Opportunità	Minacce	Note
	2	Mattonelle e manufatti decorativi	Azienda 1	1	In uso					I manufatti decorativi sono realizzati in agglomerato. Si veda dunque le valutazioni relative alla prassi relativa
	3	Terrazzo alla "veneziana" e mosaico	Azienda 1	1		Riduzione costi gestione rifiuti; aumento offerta prodotti; recupero scarto in materia prima seconda (mosaico)	Produzione di nicchia che richiede cmq costi di produzione, esperienza tecnica etc	Alta competenza artigiana; distretto dedicato (il materiale viene acquistato anche dalla scuola mosaicisti del Friuli di Spilimbergo)	Variazione richieste di mercato; ingresso nuovi prodotti (sintetici, ceramici); Cina	
	4	Prefabbricati ed arredo urbano (a copertura di strutture in cemento armato)		0						
	5	Colori e marmorini per interni ed esterni	Azienda 2	1	In uso	Recupero di scarto di estrazione (8% sul totale grezzo estratto)	Riduce la % di prodotto lavorato da materia prima "nobile"	Diversificare mercato; accontentare richiesta di micro-imprese locali (pittori)		Sola da attività estrattiva (cava)
	6	Collanti e stucchi come base primaria ed elemento riducente di ritiri e fessuraz		0						
	7	Materie plastiche (per migliorarne le carattere-								

		ristiche prestazionali e conferire il grado di colore bianco desiderato) e carta		0						
	8	Giardini (pacciamatura ed estetica)		1	In uso					Cfr quanto scritto alla voce "terrazzo alla veneziana"
	9	Recupero ambientale di aree dismesse e per gli avvallamenti topografici da rimodellare	Azienda 2		In uso (dal 1990)	Riduzione costo gestione rifiuto (gestito da Co. Trim)	Non poter ripristinare la cava di proprietà dell'azienda XX	Essere associata Co. Trim (ente terzo che risolve un problema di gestione)	Aumento costo / modalità associativa socio Co. Trim: affidarvi ad un unico interlocutore	Il Co. Trim richiede un'associazione "a vita"
			Azienda 1	1	In uso (dal 2009)	Vicinanza alle aziende produttrici; riduzione costi di gestione rifiuti; gestione diretta da parte del consorzio (senza scopo di lucro)	Si procede insieme alla cava	Ripristino ambientale	Chiusura anticipata cava; riduzione dei lotti a disposizione; mancato rinnovo autorizzativo ampliamenti; cambio normativa; aumento costi energia / gasolio	Attualmente è la cava di Orsara; prima si rivolgevano a discariche esterne
	10	Aggregato fine per malte e calcestruzzi (al posto della frazione argillosa)	Azienda 2	0			Limo non adatto a lavorazioni di questo tipo (consistenza farinosa; necessario un legante)			
			Azienda 1			Predisposizione a sviluppare processi/prodotti di economia circolare	Caratteristiche chimico-fisiche richieste molto particolari; lavorazione attenta a processi di lavorazione e recupero ben distinti; mancanza di conoscenza delle caratteristiche richieste	Pratica performante e promettente	Mancanza di link reali tra produttori e utilizzatori finali	

	11	Per correggere grado di acidità, assorbire sostanze inquinanti e come filler di prodotti fertilizzanti (neutralizzazione terreni acidi)	Azienda 2	1	Fino al 1990	Recupero di scarti; limo 100% naturale	Limo da filtro-pressa difficile da disperdere sul terreno; mancanza di laboratorio interno x analisi chimico-fisiche	Ammendante "naturale"	Norme restrittive; non si ha conoscenza del fabbisogno	Pratica in uso quando avevano le vasche di decantazione
	12	Industria chimica (reagente o elemento di carica)	Azienda 1	0						Cfr. Voce precedente
					7					

LEGENDA	
	miglior prassi in uso
	prassi che prevede il riutilizzo di solo cocciame
	prassi che prevede il riutilizzo di cocciame e limo

IV. Waste disposal concepts / Concetti di smaltimento dei rifiuti / Konzepte der Abfallentsorgung

ENG

The extraction of raw materials from different types of quarries and the subsequent processing into products of various kinds leads to an enormous amount of waste or by-products. Only between 1.6% and 15.9% of the originally extracted material results in the end products that are in demand. Already during the extraction of the raw materials from the rock, between 50% and 95% become unusable for the production of further processing of the demanded end products. Afterwards, about another 35% of the remaining material is discarded because it does not have the desired properties for further processing or demands on the end products. The subsequent processes such as sawing the "raw" stone blocks and the subsequent processing into the end products can be recorded with an efficiency of only 70% in each case. Thus, from 84.1% to 98.4% of the extracted raw material, a wide variety of by-products or waste products are created during the overall process. These occur in a wide variety of forms: large fragments; medium-sized shapeless parts; small shapeless parts; fine particles and sludge, which are produced during processing with cutting equipment and the cooling water required for this. To achieve the avoidance or reduction of future generation of by-products and waste products, the following sub-chapters explain what has been developed on the basis of extensive, in-depth research into "best practice" examples worldwide.

Use of by-products

The by-products of various sizes produced during extraction and the various processing steps can be used in a variety of ways if buyers can be found for them. For example, the large boulders, which are not suitable for further processing after the extraction of the raw material, can be used as hydraulic construction stones or for slope stabilisation. The medium-sized shapeless pieces, which are left over from the first production steps, are well suited as filling for stone baskets. Stone baskets are versatile and can be used as visual and noise protection or for raised beds. Small, shapeless blocks, most of which are produced during the final manufacturing processes, are used as aggregates for building materials such as concrete and other industries.

The small, fine particles can also be used as construction additives in mortars and plasters. The sludges, which are mainly produced in the sawing processes and are sands mixed with cooling water, can be further processed into artificial stones and tiles with the help of filter presses and sold as building materials. This can also save areas of sedimentation basins, reduce the use of chemicals such as flocculants or even make them unnecessary. Carbonate waste smaller than 90 µm can also be used for the production of cement and quicklime.

Efficient material extraction

The generation of by-products and waste products represents an enormous share of 84.1% to 98.4% of the original material. The objectives for extraction and the processing and manufacturing processes should therefore be optimised as far as possible. In this way, it is possible to reduce land



consumption and thus also the visual impact. For extraction, diamond cutting tools can be used instead of the widely used explosives. With good planning and proper use, these can reduce much of the by-products & waste previously generated. The development and good accessibility of the quarry sites, made possible by ramps and access roads, can also reduce transport & lifting damage during the transfer to the processing plant, thus saving valuable material. In some cases, underground mining of raw material should also be considered.

Optimisation of the processing plants

As with the extraction of the raw material, efforts should be made to further improve the current efficiency of about 70% in the processing operations. This mainly concerns sawing processes. In these work steps, the "raw" delivered stone lumps are first hoisted onto saw carriages and further processed into rectangular blocks. Due to the irregularities of the delivered stone blocks, there is a lot of waste. Mechanical reinforcements on the saw carriages can fix the blocks better and thus save material. In addition, newer, thinner cutting tools can prevent unnecessary loss of valuable raw rock as well as reduce sludge and cooling water consumption. The recycling of sludge should not be neglected when optimising a quarry. The use of filter presses represents a great potential in addition to the conventional use of sedimentation basins. Through them, it is possible to gain space by eliminating the need for sedimentation basins. The consumption of fresh water can be reduced enormously, as filter presses have a self-recycling water cycle. In addition, the purchase and use of chemicals such as flocculants is eliminated. This not only saves costs and time for the maintenance and cleaning of the sedimentation basins, but also protects the environment.

ITA

L'estrazione di materie prime da diversi tipi di cave e la successiva trasformazione in prodotti di vario tipo porta a una quantità enorme di rifiuti o sottoprodotti. Solo tra l'1,6% e il 15,9% del materiale estratto originalmente risulta nei prodotti finali che sono richiesti. Già durante l'estrazione delle materie prime dalla roccia, tra il 50% e il 95% diventano inutilizzabili per la produzione di ulteriori lavorazioni dei prodotti finali richiesti. Successivamente, circa un altro 35% del materiale rimanente viene scartato perché non ha le proprietà desiderate per ulteriori lavorazioni o richieste sui prodotti finali. I processi successivi come il taglio dei blocchi di pietra "grezzi" e la successiva lavorazione nei prodotti finali possono essere registrati con un'efficienza di solo il 70% in ciascun caso. Così, dall'84,1% al 98,4% della materia prima estratta, una grande varietà di sottoprodotti o prodotti di scarto vengono creati durante il processo complessivo. Questi si presentano in un'ampia varietà di forme: grandi frammenti; parti informe di medie dimensioni; piccole parti informe; particelle fini e fanghi, che vengono prodotti durante la lavorazione con attrezzature di taglio e l'acqua di raffreddamento necessaria per questo. Per evitare o ridurre la futura generazione di sottoprodotti e prodotti di scarto, i seguenti sottocapitoli spiegano ciò che è stato sviluppato sulla base di una vasta e approfondita ricerca di esempi di "migliori pratiche" in tutto il mondo.

Uso di sottoprodotti

I sottoprodotti di varie dimensioni prodotti durante l'estrazione e le varie fasi di lavorazione possono essere utilizzati in vari modi se gli acquirenti

possono essere trovati per loro. Ad esempio, i grandi massi, che non sono adatti per ulteriori lavorazioni dopo l'estrazione della materia prima, possono essere utilizzati come pietre da costruzione idrauliche o per la stabilizzazione della pendenza. I pezzi informe di medie dimensioni, che sono rimasti dai primi passaggi di produzione, sono adatti come riempimento per i cesti di pietra. I cesti in pietra sono versatili e possono essere utilizzati come protezione visiva e dal rumore o per i letti rialzati. Piccoli blocchi informe, la maggior parte dei quali sono prodotti durante i processi di fabbricazione finale, sono utilizzati come aggregati per materiali da costruzione come il calcestruzzo e altre industrie.

Le piccole particelle fini possono essere utilizzate anche come additivi da costruzione in malte e intonaci. I fanghi, che vengono prodotti principalmente nei processi di taglio e sono sabbie mescolate con acqua di raffreddamento, possono essere ulteriormente trasformati in pietre artificiali e piastrelle con l'aiuto di presse filtranti e venduti come materiali da costruzione. Questo può anche salvare aree di bacini di sedimentazione, ridurre l'uso di sostanze chimiche come i flocculanti o addirittura renderli inutili. I rifiuti carbonati di dimensioni inferiori a 90 µm possono essere utilizzati anche per la produzione di cemento e calce viva.

Estrazione efficiente di materiale

La generazione di sottoprodotti e rifiuti rappresenta una quota enorme dell'84,1% al 98,4% del materiale originale. Gli obiettivi per l'estrazione e i processi di trasformazione e fabbricazione dovrebbero pertanto essere ottimizzati per quanto possibile. In questo modo, è possibile ridurre il consumo di terra e quindi anche l'impatto visivo. Per l'estrazione, gli utensili da taglio diamantati possono essere utilizzati al posto degli esplosivi ampiamente utilizzati. Con una buona pianificazione e un uso corretto, questi possono ridurre gran parte dei sottoprodotti e degli sprechi precedentemente generati. Lo sviluppo e la buona accessibilità dei siti di cava, resi possibili da rampe e strade di accesso, possono anche ridurre i danni di trasporto e sollevamento durante il trasferimento all'impianto di lavorazione, risparmiando così materiale prezioso. In alcuni casi si dovrebbe prendere in considerazione anche l'estrazione in sotterraneo di materie prime.

Ottimizzazione degli impianti di lavorazione

Come per l'estrazione della materia prima, si dovrebbero compiere sforzi per migliorare ulteriormente l'attuale efficienza di circa il 70% nelle operazioni di lavorazione. Ciò riguarda principalmente i processi di taglio. In queste fasi di lavoro, i blocchi di pietra "grezzi" consegnati vengono prima issati su carrelli sega e successivamente trasformati in blocchi rettangolari. A causa delle irregolarità dei blocchi di pietra consegnati, c'è un sacco di rifiuti. I rinforzi meccanici sui carrelli possono fissare meglio i blocchi e quindi risparmiare materiale. Inoltre, utensili da taglio più nuovi e sottili possono prevenire inutili perdite di preziose rocce grezze e ridurre il consumo di fanghi e acqua di raffreddamento. Il riciclaggio dei fanghi non dovrebbe essere trascurato quando si ottimizza una cava. L'uso di presse filtranti rappresenta un grande potenziale in aggiunta all'uso convenzionale di bacini di sedimentazione. Attraverso di loro, è possibile guadagnare spazio eliminando la necessità di bacini di sedimentazione. Il consumo di acqua dolce può essere ridotto enormemente, poiché le filtropresse hanno un ciclo dell'acqua auto-ciclico. Inoltre, l'acquisto e l'uso di sostanze chimiche come i flocculanti sono eliminati. Ciò non solo consente di risparmiare tempo e costi per la manutenzione e la pulizia dei bacini di sedimentazione, ma protegge anche l'ambiente.

GER

Die Gewinnung von Rohstoffen aus verschiedenen Steinbrüchen und die anschließende Verarbeitung zu Produkten verschiedener Art führt zu einer enormen Menge an Abfällen oder Nebenprodukten. Nur zwischen 1,6% und 15,9% des ursprünglich extrahierten Materials führen zu den gefragten Endprodukten. Bereits bei der Gewinnung der Rohstoffe aus dem Gestein werden zwischen 50% und 95% für die Herstellung der Weiterverarbeitung der geforderten Endprodukte unbrauchbar. Danach werden etwa weitere 35% des Restmaterials verworfen, da es nicht die gewünschten Eigenschaften für die Weiterverarbeitung oder Anforderungen an die Endprodukte aufweist. Die Folgeprozesse wie das Sägen der "Rohsteinblöcke" und die anschließende Verarbeitung in die Endprodukte können jeweils mit einem Wirkungsgrad von nur 70% erfasst werden. So entstehen von 84,1% bis 98,4% des extrahierten Rohstoffs während des Gesamtprozesses eine Vielzahl von Nebenprodukten oder Abfallprodukten. Diese kommen in unterschiedlichsten Formen vor: große Fragmente; mittelgroße formlose Teile; kleine formlose Teile; feine Partikel und Schlamm, die bei der Verarbeitung mit Schneidanlagen und dem dafür benötigten Kühlwasser entstehen. Um die Vermeidung bzw. Reduktion zukünftiger Nebenprodukte und Abfallprodukte zu erreichen, wird in den folgenden Unterkapiteln erläutert, was auf der Basis umfangreicher, vertiefter Forschung zu "Best Practice"-Beispielen weltweit entwickelt wurde.

Verwendung von Nebenprodukten

Die bei der Extraktion entstehenden Nebenprodukte unterschiedlicher Größe und die verschiedenen Verarbeitungsschritte können auf vielfältige Weise genutzt werden, wenn Käufer für sie gefunden werden können. So können zum Beispiel die großen Findlinge, die nach der Rohstoffgewinnung nicht zur Weiterverarbeitung geeignet sind, als Wasserbausteine oder zur Hangsicherung eingesetzt werden. Die mittelgroßen formlosen Stücke, die aus den ersten Produktionsschritten übrig bleiben, eignen sich gut als Füllung für Steinkörbe. Steinkörbe sind vielseitig einsetzbar und können als Sicht- und Lärmschutz oder für Hochbeete eingesetzt werden. Als Zuschlagstoffe für Baustoffe wie Beton und andere Industriezweige kommen kleine, formlose Blöcke zum Einsatz, von denen die meisten während der Endfertigung hergestellt werden.

Die kleinen, feinen Partikel können auch als Bauadditive in Mörteln und Putzen eingesetzt werden. Die Schlämme, die hauptsächlich im Sägeprozess entstehen und mit Kühlwasser vermischt sind, können mit Hilfe von Filterpressen zu Kunststeinen und Fliesen weiterverarbeitet und als Baustoffe verkauft werden. So können auch Bereiche von Sedimentationsbecken eingespart, der Einsatz von Chemikalien wie Flockungsmittel reduziert oder gar überflüssig gemacht werden. Carbonatabfälle kleiner als 90 µm können auch zur Herstellung von Zement und Branntkalk verwendet werden.

Effiziente Materialextraktion

Die Erzeugung von Nebenprodukten und Abfallprodukten macht einen enormen Anteil von 84,1% bis 98,4% des Ausgangsmaterials aus. Die Ziele für die Gewinnung und die Verarbeitungs- und Herstellungsprozesse sollten daher so weit wie möglich optimiert werden. Auf diese Weise ist es möglich, den Flächenverbrauch und damit auch die visuelle Wirkung zu reduzieren. Für die Extraktion können anstelle der weit verbreiteten Sprengstoffe Diamantschneidwerkzeuge verwendet werden. Bei guter Planung und ordnungsgemäßer Verwendung können diese einen Großteil der zuvor erzeugten Nebenprodukte und Abfälle reduzieren. Die Erschließung und gute Erreichbarkeit der Steinbruchstandorte, ermöglicht durch Rampen und Zufahrtsstraßen, kann auch Transport- und Hubschäden beim Transfer zur Aufbereitungsanlage reduzieren und so wertvolles Material

sparen. In einigen Fällen sollte auch der unterirdische Abbau von Rohstoffen in Betracht gezogen werden.

Optimierung der Prozessanlagen

Wie bei der Gewinnung des Rohstoffs sollten Anstrengungen unternommen werden, um die derzeitige Effizienz von etwa 70% in den Verarbeitungsprozessen weiter zu verbessern. Dies betrifft vor allem Sägeprozesse. In diesen Arbeitsschritten werden die "roh" angelieferten Steinklumpen zunächst auf Sägewagen gehoben und zu rechteckigen Blöcken weiterverarbeitet. Aufgrund der Unregelmäßigkeiten der gelieferten Steinblöcke entsteht viel Abfall. Mechanische Verstärkungen an den Sägewagen können die Blöcke besser fixieren und somit Material sparen. Darüber hinaus können neuere, dünnerne Schneidwerkzeuge unnötigen Verlust von wertvollem Rohgestein verhindern sowie den Schlamm- und Kühlwasserverbrauch reduzieren. Das Recycling von Schlamm sollte bei der Optimierung eines Steinbruchs nicht vernachlässigt werden. Der Einsatz von Filterpressen stellt neben dem konventionellen Einsatz von Sedimentationsbecken ein großes Potenzial dar. Durch sie ist es möglich, Platz zu gewinnen, indem der Bedarf an Sedimentationsbecken entfällt. Der Verbrauch von Frischwasser kann enorm reduziert werden, da Filterpressen einen selbstregulierenden Wasserkreislauf haben. Darüber hinaus entfällt der Kauf und Einsatz von Chemikalien wie Flockungsmittel. Das spart nicht nur Kosten und Zeit für die Wartung und Reinigung der Absetzbecken, sondern schont auch die Umwelt.

