

# ANALISI DELLA SICUREZZA NEL SETTORE ESTRATTIVO IN CAVE A CIELO APERTO

**INAIL**

Innovazione tecnologica e prospettive  
future

**2021**



COLLANA **RICERCHE**



# ANALISI DELLA SICUREZZA NEL SETTORE ESTRATTIVO IN CAVE A CIELO APERTO

**INAIL**

Innovazione tecnologica e prospettive  
future

**2021**

## **Pubblicazione realizzata da**

### **Inail**

Dipartimento innovazioni tecnologiche  
e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

### **Coordinamento scientifico**

Antonella Pireddu

### **Autori**

Amicucci Giovanni Luca<sup>1</sup>, Anastasi Sara<sup>1</sup>, Bucci Giuseppe<sup>2</sup>, Di Basilio Marco<sup>1</sup>,  
Di Francesco Alessandro<sup>1</sup>, Lancellotti Donato<sup>3</sup>, Lovati Raimondo<sup>4</sup>, Melani Lorenzo<sup>7</sup>,  
Monica Luigi<sup>1</sup>, Pireddu Antonella<sup>1</sup>, Romualdi Gina<sup>2</sup>, Rossi Luca<sup>1</sup>, Simeoni Carla<sup>1</sup>,  
Todini Barbara<sup>1</sup>, Valori Luca<sup>8</sup>, Vignani Donatella<sup>5</sup>, Zambianchi Paolo Antonio<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Inail, Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici (Dit)

<sup>2</sup> Inail Consulenza statistico attuariale (Csa)

<sup>3</sup> Inail Consulenza tecnica accertamento rischi e prevenzione (Contarp)

<sup>4</sup> Confindustria Assomarmomacchine

<sup>5</sup> Istat Direzione Centrale per le statistiche ambientali e territoriali

<sup>6</sup> Confindustria Associazione Nazionale Estrattori Produttori Lapidei e Affini (Anepla)

<sup>7</sup> Confindustria Distretto Massa Carrara

<sup>8</sup> Inail D.R. Toscana - Contarp Regionale

### **In copertina**

Immagine tratta dall'archivio dell'Associazione Nazionale Estrattori Produttori Lapidei e Affini (Anepla)

### **per informazioni**

**Inail** - Dipartimento innovazioni tecnologiche  
e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici  
via Roberto Ferruzzi, 38/40 - 00143 Roma  
dit@inail.it  
**www.inail.it**

© 2021 Inail

ISBN 978-88-7484-713-6

Gli autori hanno la piena responsabilità delle opinioni espresse nelle pubblicazioni, che non vanno intese come posizioni ufficiali dell'Inail.

Le pubblicazioni vengono distribuite gratuitamente e ne è quindi vietata la vendita nonché la riproduzione con qualsiasi mezzo. È consentita solo la citazione con l'indicazione della fonte.

## Premessa

Gli infortuni nel settore estrattivo delle cave a cielo aperto risultano essere ancora oggi elevati specialmente in alcune zone a vocazione estrattiva, rappresentando un importante problema per gli elevati costi umani, sociali ed economici.

La tutela dei lavoratori, obiettivo primario nella mission dell'Istituto, ha come presupposto fondamentale la comprensione delle dinamiche causali degli infortuni e l'adozione di adeguate misure di tutela dei lavoratori. L'analisi dei dati occupazionali raccolti dall'Inail e dall'Istat, ente nazionale di rilevazione statistica, relativi all'estrazione di materiale dalle cave Italiane ha messo in evidenza la rilevanza che l'Italia ha da sempre nella produzione e nell'esportazione di pietra. I due settori trainanti che estraggono lapidei e inerti, producono ed esportano ingenti quantità di pietra rappresentando così una fiorente risorsa per il Paese. Tuttavia, la rilevazione degli infortuni prodotta dall'Inail attraverso le denunce, ha messo in luce aspetti significativi per la comprensione delle cause infortunistiche. Informazioni che integrate con l'esame dei processi e dei rischi per la sicurezza insiti nelle varie fasi estrattive, ha offerto per la prima volta, un esame completo del settore.

Nel contesto attuale emerge sempre più frequentemente come la condivisione delle informazioni produca una sinergia funzionale alla prevenzione degli infortuni, rappresentando altresì uno strumento potenzialmente in grado di prevenire il reiterarsi di situazioni pericolose, causa di incidente. La ricerca scientifica può svolgere un'attività proficua per la prevenzione dei rischi attraverso l'identificazione dei fattori di rischio occupazionali, la descrizione delle dinamiche infortunistiche e la definizione di strumenti organizzativi e formativi. La ricerca interviene anche nell'individuazione di nuove tecnologie, incentivate dai recenti provvedimenti del Legislatore e delle Istituzioni preposte, strumentali alla prevenzione degli infortuni e alla modernizzazione dei prodotti e dei processi.

Nell'ambito del Piano della attività di ricerca istituzionale dell'Inail per il triennio 2019 - 2021 è stato condotto un progetto di ricerca relativo all'analisi della sicurezza nel settore estrattivo in cave a cielo aperto, con la costituzione di un gruppo di lavoro Anepla, Assomarmomacchine, Istat e Inail, finalizzato alla condivisione e all'integrazione della conoscenza relativa ai tre assi dello studio: le statistiche occupazionali, la gestione dei rischi, l'innovazione tecnologica e le prospettive future. La presente monografia illustra i principali risultati di questa ricerca.

Carlo De Petris  
*Direttore del Dipartimento innovazioni  
tecnologiche e sicurezza degli impianti,  
prodotti e insediamenti antropici*



# Indice

<b>Introduzione</b>	<b>7</b>
<b>SEZIONE 1 - LE ATTIVITÀ ESTRATTIVE IN CAVE A CIELO APERTO</b>	<b>11</b>
1.1 Le attività estrattive da cave e miniere	13
1.2 Settore cave e miniere: addetti, lavoratori assicurati Inail e infortuni	23
<b>SEZIONE 2 - LA SICUREZZA</b>	<b>33</b>
2.1 Norme di sicurezza nel settore estrattivo delle cave a cielo aperto	35
2.2 Sicurezza dei fronti di cava	47
Best Practice 2.2	58
2.3 Sicurezza elettrica nelle cave a cielo aperto	59
Best Practice 2.3	88
2.4 Rischi dovuti alle macchine e alle attrezzature di lavoro e risultanze dell'accertamento tecnico	89
2.5 Rischi di caduta dall'alto nei lavori in quota	129
Best Practice 2.5	141
2.6 Rischi dovuti a esplosioni	142
Best Practice 2.6	152
2.7 Formazione, informazione e addestramento	153
2.8. Un modello di organizzazione e gestione della sicurezza (MOG) per il settore estrattivo in cave a cielo aperto	174
<b>SEZIONE 3 - INNOVAZIONE TECNOLOGICA E PROSPETTIVE FUTURE</b>	<b>211</b>
3.1 Tecnologie innovative per la gestione della sicurezza	213
Best Practice 3.1	221
3.2 Uso di sistemi a identificazione a radio frequenza per la sicurezza dei lavoratori del settore estrattivo in cave a cielo aperto	222
<b>Risultati, conclusioni e sviluppi futuri</b>	<b>227</b>





## Introduzione

Le attività estrattive di risorse minerali non energetiche da cave sono diffuse in tutte le regioni italiane con siti estrattivi di II categoria. La numerosità e distribuzione di tali siti e la dimensione fisica dei prelievi costituiscono un *input* fondamentale per molti settori manifatturieri e per quello delle costruzioni e, più in generale, per sostenere l'intero sistema socio-economico del Paese. A partire dai processi estrattivi, *il materiale* prelevato e trasformato in "prodotto", viene destinato a soddisfare la domanda interna ed estera e pertanto, alla produzione e consumo di beni e servizi, oppure ad essere inserito nel sistema sotto forma di edifici e infrastrutture.

Secondo i dati Eurostat<sup>1</sup>, nel 2018 l'Italia si collocava al quinto posto dopo Germania, Francia, Polonia e Romania per estrazione interna (Domestic Extraction DE) di risorse minerali non energetiche, confermando una posizione significativa all'interno dell'UE.

Il processo di estrazione in cave a cielo aperto può essere descritto a partire da due grandi famiglie di materiali: le pietre ornamentali e da costruzione e i materiali inerti corrispondenti nella suddivisione Ateco ISTAT 2007 alle due classi B0811 e B0812 (estrazione di pietre ornamentali e da costruzione, calcare, pietra da gesso, creta e ardesia ed estrazione di inerti).

Le pietre ornamentali includono materiali definiti commercialmente come marmi e graniti. I primi sono tutte le rocce lucidabili di composizione carbonatica nella quale rientrano i marmi propriamente detti e i calcari ad uso ornamentale. I graniti sono invece tutte le rocce lucidabili di composizione silicatica ignee tra le quali rientrano oltre al granito propriamente detto, sieniti, dioriti, gabbri, andesite, porfido e rocce metamorfiche come gneiss. Alle pietre ornamentali appartengono anche altre pietre coerenti, con minore resistenza meccanica e composizione mineralogica variabile che non si prestano alla lucidatura come ardesia, arenaria, basalto, peperino, serpentinite, tufo, trachite ecc.

Si definiscono inerti i materiali come il calcare, l'arenaria, lo scisto, l'argillite, l'argilla, la pomice, la perlite e la sabbia, che vengono utilizzati nelle costruzioni nei rilevati stradali, massicciate o asfalti oppure, mescolati con additivi nei calcestruzzi o nelle malte e negli intonaci. Gli inerti possono essere classificati, in funzione della granulometria in filler, sabbia, graniglia, pietrischetto, pietrisco e pietrame.

---

1 Fonte Eurostat, National Accounts - Environmental Accounts - Economy wide Material Flow Accounts (Ew-Mfa).

I processi estrattivi di pietre ornamentali e da costruzione nella gran parte dei casi possono essere ricondotti alle seguenti fasi: *allestimento della cava, perforazione, abbattimento della bancata, riquadratura del materiale abbattuto, movimentazione, finitura dei blocchi e taglio delle lastre all'interno della cava, magazzino e confezionamento*. Tali processi sotto il profilo dell'Attività economica Ateco ISTAT 2007 si collocano nella Classe B 08.11.00 cui corrisponde una categoria di rischio elevata.

Il ciclo estrattivo degli inerti è legato alle caratteristiche dei materiali presenti in cava. Nel caso di materiali incoerenti l'estrazione è realizzata mediante scavo con macchine operatrici come pale o bulldozer. Nel caso di rocce compatte l'estrazione può essere realizzata con l'ausilio di materiale esplosivo per l'utilizzo del quale occorre la perforazione con martelli o perforatrici; il caricamento di cartucce esplosive e detonatori e il brillamento delle mine. Nell'estrazione a fossa (in disuso) lo scavo e l'estrazione del materiale avvengono invece con ampliamento del lago di cava mediante draga e a mezzo di benna mordente montata su pontone galleggiante. Con l'estrazione in sottofalda, il materiale scavato viene convogliato a riva su nastri trasportatori dove viene scaricato nei cumuli. Nell'escavazione dall'alveo dei fiumi (che non verrà considerata in questo contributo), una volta estratto, il materiale viene caricato su camion o dumper trasportato e scaricato in frantoio a ganasce o mascelle per essere lavorato e commercializzato. Ad una prima frantumazione segue la separazione delle varie frazioni granulometriche destinate ad essere commercializzate per l'utilizzo diretto in confezioni oppure successivamente frantumato (filler). I processi estrattivi di inerti nella gran parte dei casi possono essere ricondotti alle seguenti fasi: *allestimento della cava, perforazione, caricamento, brillamento, estrazione, caricamento del materiale, trasporto, trasformazione e/o frantumazione, magazzino e confezionamento*. Tali processi sotto il profilo dell'Attività economica Ateco ISTAT 2007 si collocano nella Classe B 08.12.00 cui corrisponde una categoria di rischio elevata.

In Italia nel settore cave vengono prodotti circa 68.5 milioni di tonnellate di pietra ornamentale e 59 milioni di inerti in un anno (2018), sono presenti circa 3000 imprese e 15.000 lavoratori assicurati Inail e in un quinquennio si registrano circa 2.000 infortunati.

In tale contesto si inserisce il contributo *Analisi della sicurezza nel settore estrattivo in cave a cielo aperto. Innovazione tecnologica e prospettive future*. Il progetto rientra nel Piano di ricerca istituzionale Inail 2019 - 2021 *Obiettivo 1 Valutazione e gestione del rischio infortuni in specifici contesti lavorativi: studio di efficacia di strategie di prevenzione*. Esso ha come principali obiettivi: lo studio del settore estrattivo delle cave a cielo aperto e delle classi B0811 e B0812 precedentemente descritte; l'individuazione dei principali fattori di *rischio per la sicurezza* per i lavoratori; la definizione delle principali misure di tutela derivanti dall'attuale stato dell'arte; lo studio di elementi innovativi sotto il profilo tecnologico, utili a migliorare la sicurezza e favorire il processo di rinnovamento all'interno delle imprese. Alcuni studi precedenti hanno messo in luce una certa inerzia delle imprese del settore verso il rinnovamento di processo, attribuita alla scarsa numerosità degli addetti ma anche

alla localizzazione dei siti produttivi, in gran parte situati in zone isolate e poco idonee ad accogliere tecnologie interconnesse. Il progetto, realizzato nell'ambito del gruppo di lavoro Anepla, Assomarmomacchine, Inail e Istat (Prot. Inail.60202.01/02/2021.0000621), ha dato avvio ad uno scambio di dati e di esperienze che si è concretizzato nel volume di seguito rappresentato, articolato in sezioni, capitoli e appendici.

Nella sezione 1 stata fornita una panoramica sugli aspetti legati al territorio e alla diffusione delle attività estrattive in cave a cielo aperto (ECCA) e su alcuni aspetti della produzione anche connessi con il concetto di *economia ambientale* (Capitolo 1.1). Completa la sezione 1 un'analisi relativa alle imprese, agli addetti assicurati Inail e agli infortuni denunciati (Capitolo 1.2 e Appendice 1.2.1) nelle due grandi famiglie estrattive.

Gli aspetti più direttamente connessi con la gestione dei rischi per la sicurezza sui luoghi di lavoro sono riportati nei capitoli della sezione 2. Il Capitolo 2.1 include un'analisi sulla normativa applicabile e sulle figure professionali coinvolte nel processo estrattivo. Vi sono altresì evidenziate alcune criticità connesse con l'attribuzione di ruoli e responsabilità dei soggetti previsti dalle varie norme applicabili. Nei capitoli successivi vengono analizzati: l'ambiente di lavoro e i rischi connessi con la stabilità dei fronti di cava (Capitolo 2.2); le attrezzature di lavoro, le macchine e gli impianti messi a disposizione dei lavoratori (Capitoli 2.3 e 2.4); i sistemi per la protezione collettiva e individuale relativi al rischio di caduta dall'alto (Capitolo 2.5); i materiali esplosivi e il loro utilizzo (Capitolo 2.6); la formazione in materia di salute e sicurezza e le peculiarità, anche legate al territorio e alla domanda e offerta di formazione in questo settore (Capitolo 2.7 e Appendice 2.7.1); Modelli di Organizzazione e Gestione della Sicurezza (MOG) semplificati e adattati al settore ECCA (Capitolo 2.8 e Appendice 2.8.1). Le appendici rappresentano un approfondimento che riguarda gli infortuni avvenuti nel quinquennio 2015-2019 (Appendice 1.2.1); la formazione degli addetti erogata dalle regioni (Appendice 2.7.1); le schede descrittive dei processi estrattivi, sotto-processi e delle fasi, queste ultime organizzate secondo Input, Output, Precondizioni, Risorse, Controlli e Tempo, distinte per estrazione di pietre ornamentali e per inerti (Appendice 2.8.1). Nella sezione 3 infine sono state riportate alcune soluzioni tecnologiche e organizzative di tipo innovativo, strettamente associate al concetto di connettività del sito e basate su "oggetti connessi" o *internet of things* (IoT) e su *Sistemi a Identificazione a Radio Frequenza* (RFID), potenzialmente in grado di migliorare la sicurezza e di incrementare il processo di innovazione nel settore.

Nelle sezioni 2 e 3, come note di chiusura di alcuni capitoli, sono state inserite delle schede di approfondimento o *best practices*, che sintetizzano soluzioni potenzialmente utili a mitigare alcuni tipi di rischio per la sicurezza, presenti in questo settore.

Le soluzioni tecnologiche proposte nella sezione 2 del volume sono finalizzate alla gestione dei rischi per la sicurezza e alla riduzione del fenomeno infortunistico. Esse derivano dall'attuale stato dell'arte, costituiscono il contributo degli Esperti del Gruppo di lavoro e rappresentano riferimenti operativi destinati ad essere

applicati nei processi. D'altro canto, le criticità emerse dall'analisi riguardanti l'armonizzazione della normativa applicabile, il rinnovamento e la modernizzazione dei processi tecnologici e organizzativi nelle imprese, potranno rappresentare un fattore incentivante per l'avvio di interventi finanziati dal Governo, nell'ambito del *Piano Nazionale di Rilancio e Resilienza per azioni di modernizzazione e digitalizzazione dei processi* o dall'Inail, per l'avvio di iniziative finalizzate, potenzialmente utili a ridurre il fenomeno infortunistico e all'innovazione dei processi.

Antonella Pireddu

*Il Responsabile scientifico del progetto di  
Ricerca Istituzionale "Analisi della sicurezza  
nel settore estrattivo in cave a cielo aperto.  
Innovazione tecnologica e prospettive future"*

## SEZIONE 1

### LE ATTIVITÀ ESTRATTIVE IN CAVE A CIELO APERTO



(Fonte: Università degli Studi di Firenze. Centro per la Protezione Civile. Guglielmo Rossi, Luca Tanteri, Carlo Tacconi Stefanelli.)



## 1.1 LE ATTIVITÀ ESTRATTIVE DA CAVE E MINIERE

Le attività estrattive di risorse minerali non energetiche da cave e miniere, legate ad una grande varietà geologica del Paese, sono diffuse in tutte le regioni con siti estrattivi di sostanze minerali di I categoria (miniere) e di II categoria (cave). Lo svolgimento di tali attività, numerosità e distribuzione dei siti estrattivi e la dimensione fisica dei prelievi favoriscono, da un lato la presenza di attività economiche per la valorizzazione delle risorse naturali e dall'altro *pressioni* su ambiente naturale e paesaggio riconducibili alle attività antropiche, che possono alterare nel tempo lo stato delle componenti ambientali.

Le materie prime non energetiche rappresentano *input* fondamentali per molti settori manifatturieri e per quello delle costruzioni e, più in generale, per sostenere l'intero *metabolismo* del sistema socio-economico, quali *flussi di materia* prelevati direttamente dalla Natura, trasformati successivamente in prodotti, per i diversi utilizzi (produzione e consumo di beni e servizi, a soddisfare la domanda interna ed estera), accumulati nel sistema sotto forma di stock durevoli (edifici e infrastrutture) e, infine, restituiti all'ambiente come *output* in forme modificate, degradate o rifiuti. Questo approccio di analisi, dove un sistema economico è visto come un organismo complesso, con un proprio funzionamento largamente basato sulle materie prime, è supportato anche dall'uso di strumenti statistici per una descrizione quantitativa. In particolare, nel framework metodologico dei Conti Nazionali, sono stati sviluppati negli ultimi venti anni i Conti Satellite dell'Ambiente e al loro interno i Conti dei Flussi di Materia, prodotti dall'Istat su base annuale<sup>2</sup>.

Tali conti e gli indicatori da essi derivati forniscono un ampio insieme di misure statistiche sui flussi fisici di materiali (in unità di massa), scambi fra il sistema socio-economico di un Paese, il sistema naturale ed il resto del mondo, determinati dallo svolgimento delle attività antropiche. Sono incluse tutte le tipologie di materiali (fatta eccezione dell'acqua e dell'aria), distinti per prodotti primari ottenuti dall'estrazione interna, altri prodotti grezzi, semilavorati e prodotti finiti (importati e/o esportati), per tipo di materiale. L'insieme dei suddetti conti e indicatori fornisce non solo informazioni sulla circolazione della materia in un sistema socio-economico ma anche su implicazioni ambientali conseguenti all'uso delle risorse stesse. Per il calcolo di questo sistema di conti e indicatori dei flussi di materia è necessario un ampio set di dati e informazioni, provenienti da numerose e diverse fonti di dati (relativi ai prelievi di risorse naturali dal territorio, agli scambi con l'estero che comprendono l'intera gamma dei prodotti commercializzati, etc.) sottoposti a pro-

2 Parte del sistema dei Conti di Contabilità Nazionale, I Conti Satellite dell'Ambiente sono sotto Regolamento UE N.691 dal 2011 e costituiscono informazione statistica che i Paesi Membri devono trasmettere obbligatoriamente ad Eurostat (Ufficio Statistico dell'Unione Europea), una direzione generale della Commissione Europea preposta a raccogliere ed elaborare dati provenienti da tutti gli Stati Membri dell'UE a fini statistici, promuovendo un processo di armonizzazione delle metodologie statistiche tra gli Stati stessi a fini di comparabilità e omogeneità.

cedure statistiche di integrazione ed elaborazione, secondo metodologie condivise internazionalmente. Tali informazioni sono utilizzate nell'ambito di analisi sulla sostenibilità dei modelli di produzione e consumo e sul *decoupling*, vale a dire il disaccoppiamento tra attività economica e uso di risorse. In un sistema economico, infatti, la presenza di un decoupling crescente è indicativa di una maggiore produttività delle risorse<sup>3</sup>, a favore di uno sviluppo economico accompagnato da una riduzione delle pressioni ambientali legate all'uso di risorse naturali.

Fra gli indicatori più conosciuti derivati dai Conti dei Flussi di Materia, si hanno l'*Estrazione Interna di materiali utilizzati (EI)*, l'*Input materiale diretto (IMD)*, il *Consumo materiale interno (CMI)* e la *Bilancia commerciale fisica* i quali descrivono, in termini fisici, il prelievo dalla Natura, l'utilizzo diretto e la provenienza di risorse naturali e di prodotti. L'Indicatore EI conta tutte le quantità di materia prelevate direttamente dall'ambiente che vengono trasformate e incorporate nelle varie tipologie di prodotti. Esso comprende l'insieme di estrazioni di risorse suddivise in: biomasse, minerali metalliferi grezzi, minerali non metalliferi grezzi e minerali energetici fossili. L'indicatore IMD rappresenta i materiali che entrano effettivamente nell'economia di un Paese e che sono utilizzati per il suo funzionamento ed è dato dalla somma dell'indicatore Estrazione Interna di materiali utilizzati e delle Importazioni (sempre in termini fisici).

L'Indicatore CMI fornisce una misura del peso totale di tutti i materiali utilizzati in un anno in un sistema socio-economico. Questo indicatore si ottiene sottraendo all'IMD il peso effettivo delle Esportazioni e, per questo, rappresenta un indicatore di "consumo" di materia riferito ai soli usi interni. Dopo i processi di trasformazione, produzione e consumo, tale materia verrà successivamente rilasciata nell'ambiente sotto forma di rifiuti ed emissioni, oppure accumulata in nuovi stock nel sistema antropico (con forme modificate rispetto allo status originario). Escludendo le quantità esportate, l'IMD comprende tutti i materiali che provengono dall'Estrazione Interna o dall'estero (attraverso le Importazioni), destinati a rimanere nel Paese. Tale indicatore è utilizzato in vari contesti internazionali e nazionali, nel calcolo di Indicatori per il monitoraggio delle politiche per lo sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030, nei Sustainable Development Goals (SDGs), per indicatori sull'Economia Circolare e negli indicatori del Benessere Equo e Sostenibile (BES). Infine, l'Indicatore Bilancia commerciale fisica (PTB), ottenuto sottraendo dal peso effettivo delle Importazioni quello delle Esportazioni, rappresenta la differenza fra la materia che entra nel Paese e quella che esce, attraverso gli scambi con il resto del Mondo. Questo indicatore presenta come saldo un surplus - in termini fisici - quando le importazioni eccedono le esportazioni (ovvero quando si verifica un'importazione netta di materia), oppure alternativamente un deficit quando le esportazioni superano le importazioni (quando si verifica un'esportazione netta). Un altro modello, di ampio utilizzo in analisi multidimensionali socio-economiche-

3 La produttività delle risorse (resource productivity) è data dal rapporto tra il Prodotto Interno Lordo (PIL) ed il consumo di risorse materiali necessario per il funzionamento di un sistema economico.



ambientali, è il DPSIR Conceptual Model<sup>4</sup> che offre una concettualizzazione della circolarità delle relazioni dei fattori considerati - Determinanti-Pressioni-Stato-Impatti-Risposte - in una struttura di relazioni causa-effetto.

A partire dalla fase di prelievo delle risorse naturali (fattori che sono chiamati *determinanti*), l'insieme di tutti i *flussi di materia* attivati dal sistema antropico, causano *pressioni* e *impatti* su ambiente, paesaggio ed ecosistemi, che vanno a modificare lo *status* originario delle componenti naturali.

Dopo la valutazione degli *impatti*, vengono sviluppate dal sistema sociale ed economico delle *risposte* per curare le esternalità negative e le criticità, agendo direttamente o indirettamente sugli elementi degli altri domini, introducendo misure per una maggiore sostenibilità (ad es. attraverso provvedimenti normativi oppure interventi strutturali per la mitigazione degli effetti delle fonti di pressione e per il risanamento ambientale). Numerosità e diversità delle componenti e le innumerevoli relazioni esistenti, rendono complesso riuscire a rappresentare le varie interazioni e cogliere i feedbacks fra i diversi elementi osservati, appartenenti a domini differenti (ambiente, economia, società, istituzioni).

Tenendo conto delle disposizioni delle Direttive e della legislazione ambientale vigente, si osserva che gli orientamenti di policy internazionale e nazionale, in particolare nell'ultimo decennio, hanno evidenziato la crescente importanza del ruolo della pianificazione nella valutazione di aree interessate all'estrazione di materie prime non energetiche, al fine di migliorare l'accesso a tali risorse, rispettando anche la conservazione di componenti naturali<sup>5</sup>. Indicazioni per una crescente attenzione sono state rivolte verso quei territori con presenza di aree sottoposte a protezione (Rete Natura 2000, SIC, ZPS, Elenco Ufficiale delle Aree Protette EUAP), dove la presenza di attività estrattive può avere effetti negativi sulla biodiversità (habitat e specie preziosi e rari tutelati). L'insediamento degli impianti per le estrazioni, la rimozione di grandi masse di materiali superficiali per l'accesso alle risorse utili, ampi spazi necessari per i siti di stoccaggio, produzione di rifiuti di lavorazione, creazione di polveri e rumore modificano la struttura fisica di territori, si ritiene possano perturbare il funzionamento di habitat e zone ad alto valore ambientale, interrompendo corridoi faunistici e rendendo gli ecosistemi meno resistenti.

Policy di settore e la stessa industria estrattiva non energetica, tuttavia, hanno la capacità di contribuire positivamente alla tutela della biodiversità, attraverso prov-

4 Il DPSIR framework (Determinanti-Pressioni-Stato-Impatti-Risposte) è un modello concettuale elaborato alcuni anni fa dall'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico OCSE, la Commissione per lo sviluppo sostenibile (UN), l'Agenzia Europea dell'ambiente EEA e l'Istituto di Statistica della UE Eurostat per rispondere ad esigenze informative sulle relazioni fra la dimensione ambientale, sociale ed economica. Gli indicatori utilizzati sono inseriti in una logica di sistema fra i domini considerati e forniscono misure qualitative e quantitative delle interazioni tra i sistemi economici, politici e sociali con le componenti ambientali, secondo principi di causalità (sequenza causa-condizione-effetto-risposte), in modo da fornire una visione multidisciplinare e integrata dei diversi processi interagenti.

5 Fra le norme della UE in materia, la Direttiva 2001/42/CE sulla valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente (detta direttiva VAS) e Direttiva 85/337/EEC sulla valutazione dell'impatto ambientale di progetti pubblici e privati (detta direttiva VIA) e successive modifiche e integrazioni.

vedimenti ed azioni mirati al ripristino di siti estrattivi alla conclusione dei progetti di coltivazione. In Italia, nell'ambito di quanto previsto da molti Piani Regionali sulle Attività Estrattive (PRAE) e dalla responsabilità sociale d'impresa, nel contesto di un'accresciuta sensibilità generale, in molte Regioni sono diffuse adeguate opere di ripristino di cave e giacimenti a cielo aperto al termine del loro ciclo di vita, fornendo così un importante contributo alla salvaguardia ambientale e paesaggistica.

Il progressivo prelievo delle risorse minerali da cave e miniere - risorse naturali non rinnovabili - genera anche implicazioni nel lungo periodo per la conservazione del *Capitale Naturale* e per la valutazione di un fattore di scarsità, in particolare per alcuni tipi di minerali. Applicando un approccio *Life Cycle Thinking* (che analizza la sostenibilità ambientale, economica e sociale di prodotti, servizi e tecnologie nelle varie fasi del ciclo di vita, per quanto riguarda le risorse minerali inerti, flussi di materiali significativi sono rappresentati dai materiali inutilizzati, prodotti durante le fasi delle attività di estrazione (ad esempio minerali prelevati di scarto, residui di lavorazione, rocce e terre da scavo), così come i materiali provenienti da attività di demolizione delle costruzioni e alcune tipi di rifiuti (C&D waste). Questi materiali - verso i quali è molto cresciuto l'interesse rispetto al passato anche in un'ottica di economia circolare - possono essere valorizzati in processi di recupero e riciclo, favorendo lo sviluppo di attività economiche collegate a rigenerazione e produzione di *materia prima seconda*, contribuendo così a diminuire la domanda di risorse minerali vergini, la produzione finale di rifiuti<sup>6</sup> e l'alienazione in discarica. Questa filiera può offrire, inoltre, nuove opportunità di investimenti in attività collegate al settore primario, orientati ad obiettivi di green economy, modello economico che prevede la riduzione dell'impatto sull'ambiente come fattore essenziale per lo sviluppo.

Con l'obiettivo di osservare il fenomeno estrattivo, cogliendo informazioni rilevanti in un'ottica ambientale e territoriale, l'Istat attraverso la Rilevazione *Pressione antropica e rischi naturali* (inserita nel Programma Statistico Nazionale PSN-IST02559) raccoglie annualmente dal 2015 dati sulle attività estrattive di risorse minerali non energetiche nel territorio, per sito estrattivo e tipo di minerale, presso le Istituzioni pubbliche locali competenti per legge in materia estrattiva, le quali rilasciano autorizzazioni e concessioni alla coltivazione mineraria (Regioni, Province autonome di Trento e Bolzano, Province della Lombardia, Distretti Minerari della Sicilia).

### 1.1.1 Siti estrattivi di cave nel territorio

Nel 2018 (ultimo anno di dati disponibili) risultano 4.518 siti estrattivi autorizzati (-3% sul 2017) dichiarati nell'anno attivi o non attivi (siti sospesi o cessati) dalle Istituzioni pubbliche locali, dei quali 4.398 sono cave e 120 miniere. Delle 4.398

<sup>6</sup> Il Rapporto Italia del Riciclo 2020 della Fondazione Sviluppo Sostenibile evidenzia che il 77% dei rifiuti da costruzione e demolizione (C&D waste) viene recuperato (fonte ISPRA) e, in larga parte, destinato ad opere infrastrutturali (strade, ferrovie, piste ciclabili, etc.).

cave autorizzate, il 44,7% si concentra al Nord, per lo più in Lombardia (446), Piemonte (433) e Veneto (382). A seguire, il Sud e Isole con il 33,9% delle cave nazionali, localizzate in particolare in Sicilia (352) e Puglia (418). Al Centro si rileva il 21,4% delle cave del Paese, che si trovano soprattutto in Toscana (360). Di tutti i 4.518 siti autorizzati, sono 3.674 le cave e le miniere attive nell'anno (di cui solo 94 miniere), in flessione del 5,7% sul 2017 per una riduzione del numero di cave attive. Sono 1.575 i comuni interessati dalla presenza di almeno un sito estrattivo attivo (nel 46,6% di questi comuni si trovano da 2 a 5 siti estrattivi attivi). Nel 2018 le cave attive sono 3.580, di cui 2.094 sono in produzione<sup>7</sup> (-3,2% sul 2017) mentre delle 120 miniere autorizzate, solo 75 svolgono attività di estrazione.

**Tabella 1.1.1 - Siti estrattivi di cave e miniere per stato di attività, per Regione. Anno 2018 valori assoluti e variazioni percentuali rispetto al 2017**

Regioni	siti estrattivi									
	cave					miniere				
	stato di attività					stato di attività				
	siti attivi	di cui produttivi nell'anno	siti non attivi	totale	variazioni % siti attivi produttivi 2018/2017	siti attivi	di cui produttivi nell'anno	siti non attivi	totale	variazioni % siti attivi produttivi 2018/2017
Piemonte	341	208	92	433	-2,3	22	15	2	24	-6,3
Valle d'Aosta	30	12	2	32	0	-	-	-	-	-
Liguria	68	48	25	93	-5,9	-	-	-	-	-
Lombardia	383	285	63	446	1,1	7	4	1	8	-20,0
Provincia Autonoma di Bolzano	108	86	24	132	2,4	-	-	-	-	-
Provincia Autonoma di Trento	135	100	25	160	-2,0	1	1	2	3	0
Veneto	343	133	39	382	-3,6	5	4	1	6	0
Friuli-Venezia Giulia	54	42	7	61	7,7	-	-	-	-	-
Emilia-Romagna	168	115	57	225	-2,5	2	2	2	4	0
Toscana (c)	324	251	36	360	-6,0	15	13	-	15	8,3
Umbria	68	50	7	75	-3,8	4	4	1	5	33,3
Marche	172	56	25	197	30,2	1	-	-	1	-
Lazio (a)	196	113	114	310	0	4	4	4	8	0
Abruzzo (b)	142	81	97	239	-	2	2	1	3	0
Molise	56	37	5	61	19,4	1	1	-	1	0
Campania	56	33	12	68	10,0	-	-	3	3	-
Puglia	349	133	69	418	-5,7	-	-	-	-	-
Basilicata	54	42	9	63	5,0	-	-	-	-	-
Calabria (c)	41	29	4	45	-3,3	2	2	-	2	0
Sicilia (c)	266	164	86	352	-20,0	4	3	1	5	-25,0
Sardegna	226	76	20	246	-14,6	24	20	8	32	17,6
<b>Nord-ovest</b>	<b>822</b>	<b>553</b>	<b>182</b>	<b>1.004</b>	<b>-0,9</b>	<b>29</b>	<b>19</b>	<b>3</b>	<b>32</b>	<b>-9,5</b>
<b>Nord-est</b>	<b>808</b>	<b>476</b>	<b>152</b>	<b>960</b>	<b>-1,0</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>0,0</b>
<b>Centro</b>	<b>760</b>	<b>470</b>	<b>182</b>	<b>942</b>	<b>-1,1</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>5</b>	<b>29</b>	<b>10,5</b>
<b>Sud</b>	<b>698</b>	<b>355</b>	<b>196</b>	<b>894</b>	<b>0,7</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>0,0</b>
<b>Isole</b>	<b>492</b>	<b>240</b>	<b>106</b>	<b>598</b>	<b>-18,4</b>	<b>28</b>	<b>23</b>	<b>9</b>	<b>37</b>	<b>9,5</b>
<b>ITALIA</b>	<b>3.580</b>	<b>2.094</b>	<b>818</b>	<b>4.398</b>	<b>-3,2</b>	<b>94</b>	<b>75</b>	<b>26</b>	<b>120</b>	<b>2,7</b>

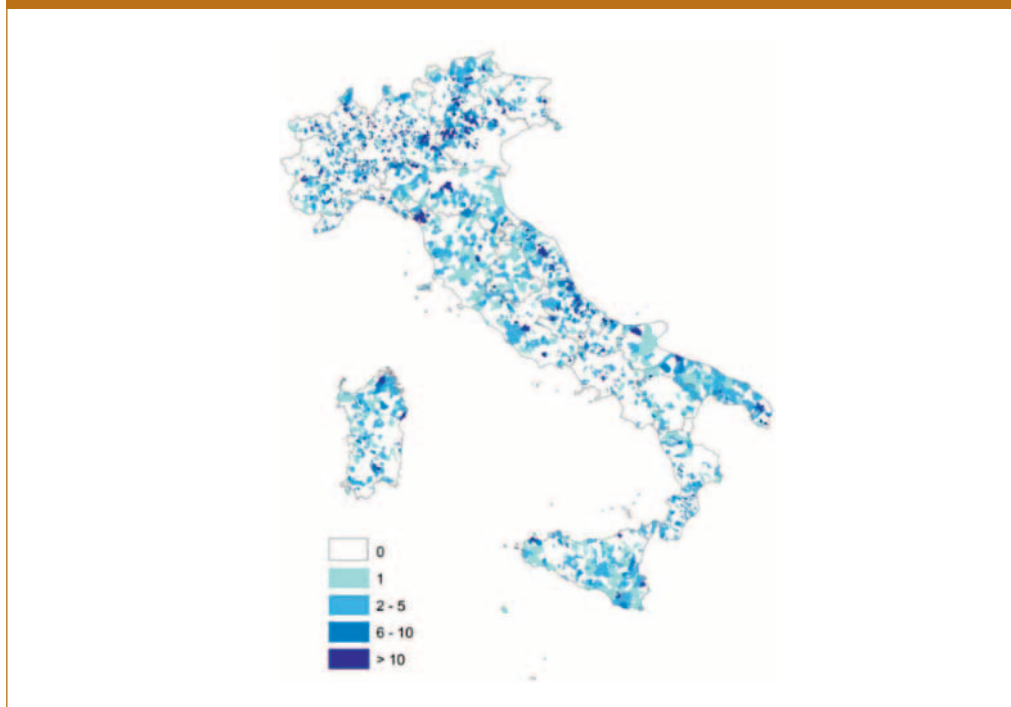
a) Dati 2018 non disponibili, riportati dati 2017; b) Valore della variazione non disponibile poiché dati 2017 provvisori; c) Dati provvisori.

(Fonte: Istat, Rilevazione Pressione antropica e rischi naturali. Le attività estrattive da cave e miniere)

7 Vale a dire siti estrattivi in cui si sono svolte effettive attività di prelievo nell'anno osservato.

Per fornire una misura statistica della pressione ambientale legata alla presenza di siti estrattivi sul territorio, viene calcolato l'indicatore *Densità dei siti estrattivi attivi* (DSE) a livello comunale, come rapporto fra il numero di siti estrattivi attivi per comune e le relative superfici (espresso per classi). L'indicatore per il 2018 mostra che il 64,6% dei 1.575 comuni nei quali si trovano i 3.674 siti attivi, ricade nelle prime tre classi definite, vale a dire Comuni che possono avere fino a 5 siti per 100 Km<sup>2</sup> (pressione ambientale medio-bassa). I Comuni che ricadono nella classe più alta sono 245 e presentano oltre 10 siti attivi per 100 Km<sup>2</sup>, per lo più concentrati nel Nord del Paese e lungo la dorsale adriatica, con un livello di pressione elevata.

**Figura 1.1.1 - Indicatore di Densità dei siti estrattivi attivi (DSE) per comune Anno 2018, siti estrattivi per 100 Km<sup>2</sup> (numerosità espressa in classi)**



(Fonte: Istat, Rilevazione Pressione antropica e rischi naturali. Le attività estrattive da cave e miniere. Rielaborazione dell'Autore).

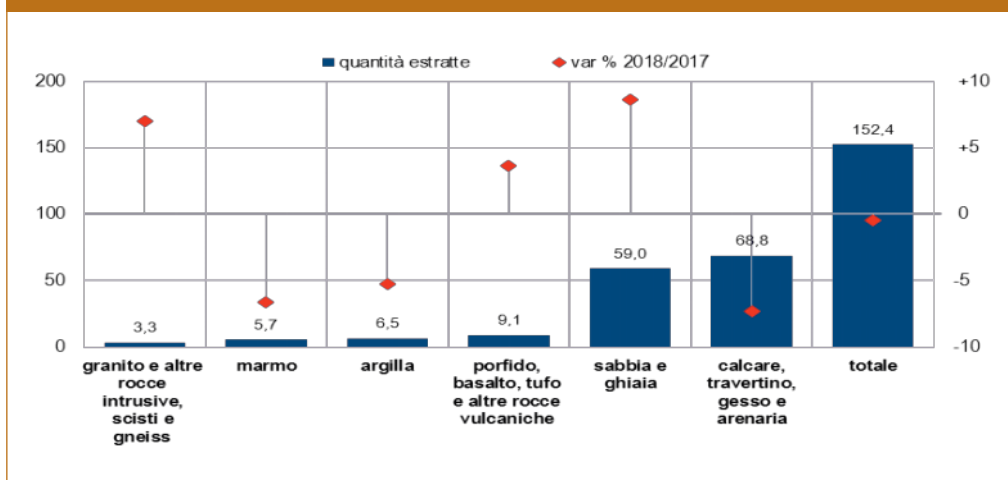
### 1.1.2 Tipologia e distribuzione delle estrazioni di risorse minerali da cave

L'Italia, secondo i dati Eurostat<sup>8</sup>, conferma nel 2018 una posizione significativa all'interno dell'UE collocandosi al quinto posto per estrazione interna (Domestic

<sup>8</sup> Fonte Eurostat, National Accounts - Environmental Accounts - Economy wide Material Flow Accounts (Ew-Mfa).

Extraction DE) di risorse minerali non energetiche, dopo Germania, Francia, Polonia e Romania. Nel 2018, i prelievi nazionali di risorse minerali risultano in diminuzione (-1,4 % rispetto al 2017), a conferma di una tendenza flessiva manifestatasi già a partire dal 2013 (primo anno rilevato dall'Indagine Istat) a un tasso medio annuo del -3,7%. Le estrazioni nazionali di risorse minerali non energetiche solide ammontano a circa 166, 4 milioni di tonnellate e, in prevalenza, sono costituite da risorse minerali da cave con 152,4 milioni di tonnellate. In sette regioni si apprezza un calo dei prelievi sul 2017 superiore alla media nazionale (pari al -0,5%). In particolare la flessione supera il 10% in Campania, Sicilia e Sardegna e nella Provincia Autonoma di Bolzano. Delle risorse minerali complessivamente estratte da cave, il 49,1% proviene dal Nord del Paese con quasi 75 milioni di tonnellate (+4,8% rispetto al 2017). I prelievi calano del 12,2% al Sud e Isole e aumentano del 2,8% al Centro, aree geografiche in cui si estraggono rispettivamente 44 e 33,5 milioni di tonnellate di materie prime minerali. Per le caratteristiche geomorfologiche del territorio italiano, alcune regioni si caratterizzano per una certa eterogeneità e altre per una maggiore specificità dei tipi di risorse minerali prelevati, che alimentano filiere di attività economiche diverse, trasformando le risorse naturali grezze in semilavorati e prodotti da avviare ad un sistema di scambi commerciali interni ed esteri. I dati sono raccolti dall'Istat per sito estrattivo e per lito-tipo di minerale e vengono raggruppati in macro-aggregati, a seconda delle finalità di analisi.

**Figura 1.1.2 - Estrazione di risorse minerali da cave (a) per macro-aggregato a livello nazionale. Anno 2018, valori assoluti in milioni di tonnellate, variazioni percentuali rispetto al 2017 (scala destra)**

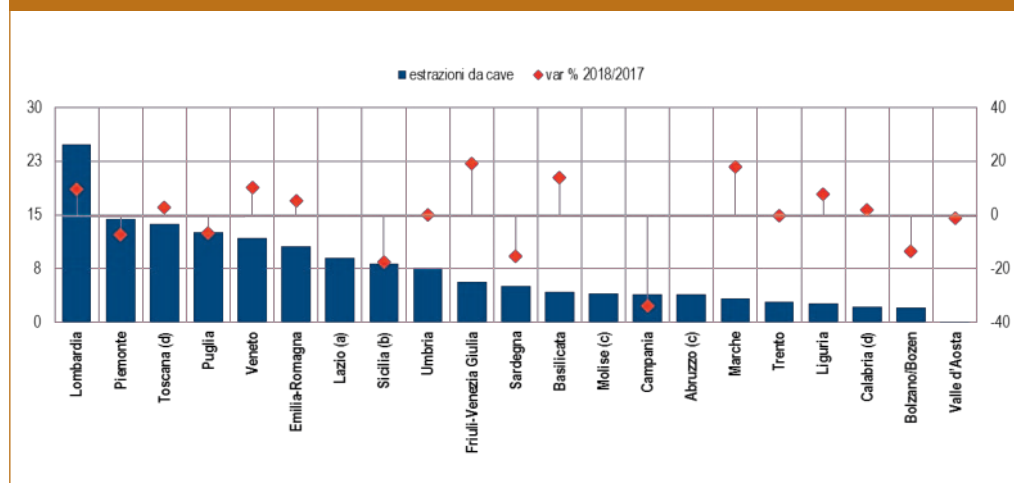


a) Non sono stati rilevati dati relativi a minerali auriferi; b) Nel 2018 non sono presenti estrazioni di barite.

(Fonte: Istat, Rilevazione Pressione antropica e rischi naturali. Le attività estrattive da cave e miniere)

Le risorse minerali dell'aggregato "calcare, travertino, gesso e arenaria" sono le più rappresentative in peso con 68,8 milioni di tonnellate (45,1% del totale nazionale dei prelievi da cave), nel quale prevalgono i prelievi di calcare (60,4 milioni di tonnellate), roccia sedimentaria molto diffusa e di ampio utilizzo nelle industrie del calcestruzzo, costruzioni stradali, acciaio e chimica. Tali risorse sono estratte per lo più in Puglia per un totale di 11,6 milioni di tonnellate (-6,6% sul 2017), corrispondenti al 16,9% dei prelievi nazionali. A seguire, Lombardia (7,7 milioni di tonnellate), Toscana (6,7) e Sicilia (5,4).

**Figura 1.1.3 - Estrazione di risorse minerali da cave, per Regione. Anno 2018, valori assoluti in milioni di tonnellate, variazioni percentuali rispetto al 2017 (scala destra)**



a) Dati 2018 non disponibili, riportati dati 2017; b) Dati provvisori. Distretto di Palermo dati 2018 non disponibili, riportati i dati 2017; c) Valore della variazione non disponibile poiché dati 2017 provvisori; d) Dati provvisori.

(Fonte: Istat, Rilevazione Pressione antropica e rischi naturali. Le attività estrattive da cave e miniere. Rielaborazione dell'Autore).

Segue l'aggregato "sabbia e ghiaia" che, in aumento del +8,2%, raggiunge quasi i 59 milioni di tonnellate (pari al 38,7% del totale) costituiti per il 62% da sabbia e ghiaia e per la restante parte per lo più da inerti alluvionali (15 milioni di tonnellate). La Lombardia prevale per quantità estratte di "sabbia e ghiaia" con 15,8 milioni di tonnellate (in aumento del 19,5% sul 2017). Molto rappresentative anche Piemonte con 10 milioni di tonnellate, Emilia-Romagna (8,6) e Veneto (8,4). I prelievi delle quattro regioni suddette, complessivamente contano il 72,5% della produzione nazionale di sabbia e ghiaia.

Nel 2018, le imprese autorizzate alla coltivazione di siti attivi cave e miniere e in produzione sono 1.760 (-2,8% rispetto al 2017), di cui 1724 opera nelle cave e sono localizzate per lo più al Nord (47,8%) e nel Sud e Isole (29,5%). A livello regionale, il

maggior numero di imprese in produzione si trova in Lombardia (235), Toscana (212) e Piemonte (170). Le imprese che nel Paese operano nelle miniere sono 47.

**Tabella 1.1.2 - Estrazione di risorse minerali da cave per macroaggregato, per Regione. Anno 2018, valori assoluti in migliaia di tonnellate e variazioni percentuali rispetto al 2017**

Regioni	tipo di minerale estratto						totale	variazione % 2018/2017	Imprese autorizzate e in produzione
	argilla	calcare, travertino, gesso e arenaria	sabbia e ghiaia	granito e altre rocce intrusive, scisti e gneiss	marmo	porfido, basalto, tufo e altre rocce vulcaniche			
Piemonte	652	2.808	10.006	931	70	2	14.468	-7,5	170
Valle d'Aosta	0	0	68	4	33	0	105	-1,1	10
Liguria	0	1.855	0	723	18	0	2.595	7,8	37
Lombardia	291	7.721	15.829	120	912	8	24.881	9,7	235
Provincia Autonoma di Bolzano	50	0	1.461	54	328	113	2.005	-13,6	70
Provincia Autonoma di Trento	0	30	824	6	42	1918	2.820	-0,3	96
Veneto	350	2.583	8.369	4	116	378	11.799	10,4	112
Friuli-Venezia Giulia	146	3.112	2288	5	63	0	5.613	19,1	34
Emilia-Romagna	1.016	1.001	8.561	1	0	0	10.578	5,2	87
Toscana (c)	441	6.726	2.182	320	3.542	497	13.708	2,9	212
Umbria	762	4.400	929	0	0	1430	7.521	0,1	40
Marche	0	1.958	1.360	0	0	0	3.318	18,0	50
Lazio (a)	575	5.321	960	0	0	2.135	8.991	0	96
Abruzzo (b)	142	1.726	2.001	0	0	0	3.869	-	65
Molise (b)	289	3.490	256	0	0	0	4.035	-	32
Campania	23	3.699	9	0	0	198	3.929	-34,0	32
Puglia	708	11.644	238	0	0	0	12.591	-6,8	122
Basilicata	561	3.285	259	0	0	101	4.206	14,1	35
Calabria (c)	98	494	1.572	0	0	0	2.164	2,1	27
Sicilia (d)	326	5.357	327	7	548	1.621	8.185	-17,6	151
Sardegna	87	1.600	1.492	1.134	0	716	5.028	-15,3	58
Nord-ovest	944	12.383	25.902	1.778	1.034	9	42.050	3,0	446
Nord-est	1.561	6.727	21.502	69	549	2.409	32.817	7,2	392
Centro	1.778	18.404	5.431	320	3.542	4.062	33.537	2,8	395
Sud	1.821	24.339	4.335	-	0	300	30.794	-9,4	310
Isole	412	6.956	1.818	1.141	548	2.337	13.213	-16,8	208
ITALIA	6.516	68.809	58.989	3.308	5.672	9.116	152.411	-0,5	1.724

a) Dati 2018 non disponibili, riportati dati 2017; b) Valore della variazione non disponibile poiché dati 2017 provvisori; c) Dati provvisori; d) Per il Distretto di Palermo dati 2018 non disponibili, riportati i dati 2017.

(Fonte: Istat, Rilevazione Pressione antropica e rischi naturali. Le attività estrattive da cave e miniere).

**RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI, SITOGRAFIA E IMMAGINI**

- [1] Istat. 2020. Banca Dati I.Stat - Sezione Ambiente ed energia, Cave e miniere (anni 2013-2018) Roma Istat.
- [2] Vignani D., C. Busetti. 2020. Le ferite del suolo. Rapporto sul Territorio 2020. Ambiente Economia e Società, Cap. 3 L'uomo e l'ambiente. Roma Istat.
- [3] Vignani D., C. Busetti. 2020. Pressione antropica e rischi naturali (anni 2013-2018). Annuario Statistico Italiano, Cap. 2 Ambiente ed Energia. Roma Istat.
- [4] Vignani D., F. Budano. 2020. Pressione delle attività estrattive. Intensità di estrazione (dati anno 2018). Rapporto BES Benessere equo e sostenibile, Cap. 9 Paesaggio e patrimonio culturale. Roma Istat.
- [5] Vignani D., F. Budano, C. Busetti. 2020. Le attività estrattive da cave e miniere (anno 2018). Report Statistico. Roma Istat.
- [6] Vignani D. 2018. Le attività estrattive da cave e miniere: fabbisogni informativi e nuova disponibilità di dati, in Volume (e-book): "Geografie e Istituzioni minerarie. Patrimonializzazione e valorizzazione del territorio" AA.VV. a cura di Grandi S., Pistocchi F., Macini P., Bonoli A. Parte II, pagg.61-77, Editrice La Mandragora s.r.l. (Bologna) ISBN 9788875865672.
- [7] Figure 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 Istat. Rielaborazione dell'Autore.
- [8] Figura in Sezione 1. Università degli Studi di Firenze. Centro per la Protezione Civile. Guglielmo Rossi, Luca Tanteri, Carlo Tacconi Stefanelli.



## 1.2 SETTORE CAVE E MINIERE: ADDETTI, LAVORATORI ASSICURATI INAIL E INFORTUNI

### 1.2.1 Addetti, lavoratori e posizioni assicurative territoriali

Per la definizione di tutti i report e i grafici del presente studio, sono stati utilizzati i dati presenti negli archivi informatici dell'Inail che tutte le aziende devono fornire per l'iscrizione all'assicurazione obbligatoria.

Per identificare la principale tipologia di lavorazione effettuata nelle aziende è stato considerato il codice Ateco Istat 2007 assegnato ad ogni azienda assicurata con l'Inail. Il gruppo considerato è stato il B 081 - Estrazione di pietra, sabbia e argilla; i risultati sono stati poi dettagliati nelle relative Classi:

- B 0811 Estrazione di pietre ornamentali e da costruzione, calcare, pietra da gesso, creta e ardesia;
- B 0812 Estrazione di ghiaia e sabbia; estrazione di argille e caolino.

Si specifica che i dati corrispondenti al gruppo "B 081", senza indicazione del codice a 4 cifre, sono relativi a PAT (Posizioni Assicurative Territoriali) in cui non è indicato un dettaglio maggiore di codice Ateco.

**Tabella 1.2.1 - Numero Pat e Lavoratori per Classe Ateco ISTAT 2007 e per anno**

Codice Classe	2015		2016		2017		2018		2019 (*)	
	Num PAT	Num Lavor.	Num PAT	Num Lavor.	Num PAT	Num Lavor.	Num PAT	Num Lavor.	Num PAT	Num Lavor.
B 081 (*)	160	564	157	543	151	525	147	486	138	452
B 0811	1.502	6.979	1.422	6.798	1.370	6.852	1.316	6.633	1.298	6.710
B 0812	1.728	7.886	1.674	7.958	1.599	7.683	1.531	7.669	1.518	8.124
Totale	3.390	15.430	3.253	15.301	3.120	15.061	2.994	14.789	2.954	15.287

(Fonte: Banca dati statistica Inail - Aggiornamento Maggio 2020).

(\*) Dati provvisori e non consolidati, elaborati sugli archivi statistici.

Le imprese assicurate con l'Istituto che operano nel settore "Cave e miniere" sono 2.954, nel 2019, (tabella 1.2.1) cui corrispondono 15.287 lavoratori. PAT e lavoratori sono divisi piuttosto equamente tra le classi considerate, con il 51,4% delle imprese e il 53,1% dei lavoratori operanti nell'estrazione di ghiaia e sabbia; estrazione di argille e caolino (B 0812), il 43,9% sia di PAT che lavoratori nell'estrazione di pietre ornamentali e da costruzione, calcare, pietra da gesso, creta e ardesia (B 0811); il restante sono relative a PAT senza la definizione della classe di appartenenza.

**Tabella 1.2.2 - Lavoratori per Regione e anno. Cod. Ateco Istat 2007: "B 081 - Estrazione di pietra, sabbia e argilla"**

Regione	2015	2016	2017	2018	2019
Lombardia	2.523	2.545	2.517	2.504	2.557
Toscana	2.137	2.131	2.074	2.010	2.137
Piemonte	1.242	1.194	1.221	1.152	1.148
Veneto	964	957	1.009	1.019	1.056
Lazio	988	958	931	893	1.055
Puglia	1.071	1.045	1.044	960	992
Trentino Alto Adige	835	787	802	882	957
Emilia Romagna	884	870	856	854	924
Sicilia	739	749	751	679	782
Sardegna	559	531	644	629	507
Abruzzo	458	447	512	516	489
Calabria	428	607	461	468	452
Umbria	476	451	428	436	416
Marche	383	388	389	393	390
Campania	419	404	348	333	351
Friuli Venezia Giulia	317	297	318	315	341
Liguria	350	332	299	291	305
Basilicata	505	463	317	313	292
Molise	120	116	113	113	108
Valle D'aosta	23	19	19	19	18
Totale Italia (*)	15.430	15.301	15.061	14.789	15.287

(\*) La somma per Regione non corrisponde al Totale Italia per effetto degli arrotondamenti

La Lombardia è la regione italiana con il maggior numero di lavoratori nel settore "Cave e miniere" con il 16,7% del totale 2019, segue la Toscana con il 13,9%. Altre regioni con una presenza importante di lavoratori nel settore sono Piemonte, Veneto, Lazio, Puglia, Trentino e Emilia Romagna, che vanno dal 7,5% al 6,1% del totale.

### 1.2.2 Dati infortunistici

Alla data di rilevazione del 30 aprile 2020, le denunce presentate all'Inail, nell'Estrazione di pietra, sabbia e argilla - Codifica Ateco Istat 2007 "B 081", sono state 2.008 nel quinquennio 2015-2019, di cui 22 casi hanno avuto esito mortale. Entrando nel dettaglio si evidenzia che gli infortuni si distribuiscono equamente poi nelle due classi Ateco: B 0811- Estrazione di pietre, creta e ardesia (971 casi di cui 15 decessi) e nella B 0812 - Estrazione di ghiaia, sabbia, argilla e caolino (976 di cui 5 morti).

Sempre nel quinquennio considerato, sono stati accertati positivamente oltre

l'88% (1.777) delle denunce complessive della classe B 081 (una percentuale molto più alta rispetto all'intera gestione assicurativa Inail Industria e servizi, 66,3%): 855 riconosciuti nell'Estrazione di pietre, creta e ardesia e 869 nell'Estrazione di ghiaia, sabbia, argilla e caolino; dati piuttosto equivalenti nelle due classi ma con un differente numero di decessi: 12 infatti sono stati i casi mortali accertati nella B 0811 e 3 nella B 0812.

Per un'analisi più dettagliata del fenomeno infortunistico, è possibile distinguere tra quelli avvenuti "In occasione di lavoro", ossia quelli verificatisi in connessione con le condizioni in cui si svolge l'attività lavorativa, comprese le attività prodromiche o strumentali, e nelle quali è insito un rischio di danno per il lavoratore, e quelli "In itinere" ossia occorsi al lavoratore durante il normale percorso di andata e ritorno dall'abitazione al posto di lavoro o durante il normale tragitto che collega due luoghi di lavoro (in caso di rapporti di lavoro plurimi) o durante il normale percorso di andata e ritorno dal luogo di lavoro a quello di consumazione dei pasti (qualora non esista una mensa aziendale). Nelle attività di Estrazione di pietra, sabbia e argilla, la quasi totalità (94%; 1.674) degli infortuni riconosciuti sono avvenuti nel corso dell'esercizio dell'attività lavorativa: 1.590 durante il lavoro ordinario e 84 casi si sono verificati a lavoratori che per lo svolgimento della loro mansione utilizzavano un mezzo di trasporto.

**Tabella 1.2.3 - Infortuni accertati positivamente in occasione di lavoro per Classe Ateco Istat 2007. Anni di accadimento 2015-2019**

Codice classe	In occasione di lavoro		
	Con mezzo di trasporto	Senza mezzo di trasporto	Totale
B 081 Estrazione di pietra, sabbia e argilla (*)	3	47	50
B 0811 Estrazione di pietre ornamentali e da costruzione, calcare, pietra da gesso, creta e ardesia	26	784	810
B 0812 Estrazione di ghiaia e sabbia; estrazione di argille e caolino	55	759	814
Totale (*)	84	1.590	1.674

(Fonte: archivi Banca dati Statistica Inail; dati aggiornati al 30 aprile 2020)

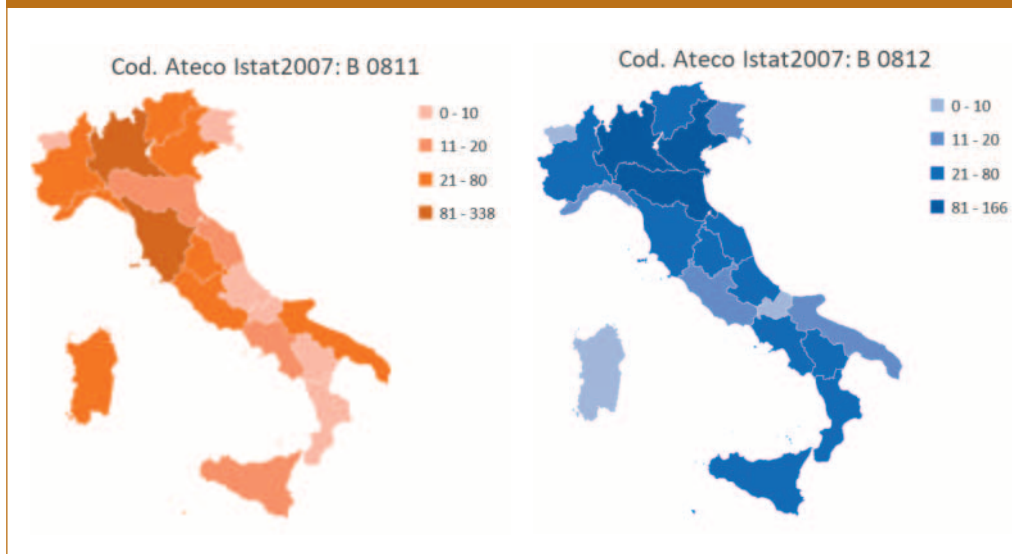
(\*) Casi residui dovuti alla non valorizzazione del dettaglio del Codice Ateco successivo.

Focalizzando l'attenzione proprio sugli infortuni avvenuti In occasione di lavoro con mezzo di trasporto, nel quinquennio 2015-2019, si evidenzia un'incidenza maggiore nelle attività di Estrazione di ghiaia, sabbia, argille e caolino (6,8%) rispetto a quelle di Estrazione di pietre, creta e ardesia (3,2%).

Dall'analisi per qualifica professionale CP 2011 ISTAT risulta che, nelle attività di Estrazione di ghiaia, sabbia, argille e caolino, poco più del 30% (247) degli infortuni accertati in occasione di lavoro, ha coinvolto i conducenti di autobetoniere, di autocarri, di escavatrici di cava e i camionisti (percentuale molto più alta rispetto a quella rilevata per i medesimi lavoratori nelle attività di Estrazione di pietre, creta e ardesia, circa 8%; 62 casi). Seguono, sempre nella B 0812, complessivamente con poco più del 12% (100 casi), il conduttore di impianti e di frantumazione pietre (39), il manovale di cava (37) e il manovale edile (24). Le mansioni che compaiono nella classifica delle più colpite da infortuni nella B 0811 vede al primo posto il cavatore con oltre un infortunio su quattro (240 casi), seguono il marmista (52), il manovale di cava (46) e il palista (21) che complessivamente raggiungono circa il 15% degli infortuni accertati (119 casi).

Dal punto di vista territoriale, prendendo in considerazione sempre gli infortuni riconosciuti in occasione di lavoro, nell'Estrazione di pietra, sabbia e argilla, uno su tre è avvenuto nel Centro del Paese (559 casi), seguono poi il Nord-Ovest con il 23,1% (386), il Nord-Est con il 22% (368), il Sud con il 15,2% (254) e infine le Isole con il 6,4% (107). Le regioni maggiormente colpite da infortuni sono la Toscana (395 casi) e la Lombardia (254) proprio per la presenza di numerose cave attive produttive, in particolare quelle di marmo nella provincia di Massa Carrara e di sabbia, ghiaia e di giacimenti minerari, nelle province di Brescia e Bergamo. Numerosi sono anche i giacimenti di pietra calcarea nella provincia di Brescia. Nell'Estrazione di pietre, creta e ardesia, sempre nel quinquennio 2015-2019, è la Toscana ad aver registrato il maggior numero di infortuni sul lavoro (338 casi). Il 70% dei casi (233) si sono verificati nella sola provincia di Massa Carrara alla quale spetta anche il triste primato dei casi mortali (7 nel quinquennio) esattamente la metà rispetto ai quattordici decessi verificatisi per tale provincia nell'intera gestione Industria e servizi, a testimonianza di un comparto in cui la gravità delle conseguenze risulta essere molto alta. Nell'Estrazione di ghiaia, sabbia, argilla e caolino, poco più del 20% dei casi (166) si sono avuti in Lombardia (39 nella provincia di Bergamo e 35 in quella di Brescia), segue l'Emilia Romagna con il 13,1% (107) e il Veneto con circa l'11% (89), in particolare con le province di Bologna (53), Treviso (27), Vicenza (19) e Modena (14 casi).

**Figura 1.2.1 - Infortuni accertati positivamente per area geografica. Anni di accadimento 2015-2019**



(Fonte: Archivi Banca dati Statistica. Inail CSA. Elaborazione degli autori. QGIS).

Nell'Estrazione di pietra, sabbia e argilla, quasi il 90% degli infortuni riconosciuti in occasione di lavoro (1.497), nel quinquennio considerato, hanno determinato contusione (27,7%; 452 casi), frattura (23,2%; 379), lussazione (21,2%; 345) e ferita (19,7%; 321). Circa un terzo delle contusioni hanno riguardato gli arti superiori in particolare la mano, a seguire gli arti inferiori (23,2%) e la testa (oltre il 20%). Per gli eventi con esito mortale, la principale causa del decesso è la frattura in particolare del cranio e della parete toracica.

**Tabella 1.2.4 - Infortuni accertati positivamente in occasione di lavoro per natura della lesione. Anni di accadimento 2015-2019**

Natura della lesione	Codice Classe			Totale Natura della lesione	
	B 081 (*)	B 0811	B 0812	N. infortuni	%
Contusione	12	211	229	452	27,7%
Frattura	12	190	177	379	23,2%
Lussazione, distorsione, distrazione	9	171	165	345	21,2%
Ferita	12	148	161	321	19,7%
Corpi estranei	-	38	22	60	3,7%
Perdita anatomica	1	11	14	26	1,6%
Lesioni da sforzo	-	15	10	25	1,5%
Lesioni da altri agenti	3	9	9	21	1,3%
Lesioni da agenti infettivi e parassitari	-	-	2	2	0,1%
Totale definito	49	793	789	1.631	100,0%
Non codificato	1	17	25	43	
Totale complessivo	50	810	814	1.674	

(Fonte: archivi Banca dati Statistica Inail; dati aggiornati al 30 aprile 2020)

(\*) Casi residui dovuti alla non valorizzazione del dettaglio del Codice Ateco successivo.

Prendendo in considerazione i soli casi codificati, per la variabile ESAW “Deviazione”, nell'Estrazione di pietra, sabbia e argilla, circa il 24% degli infortuni riconosciuti in occasione di lavoro avvengono per perdita di controllo totale o parziale di una macchina o di un mezzo di trasporto e il 22,5% per scivolamento o inciampamento con caduta di persona, con un'incidenza percentuale maggiore nell'Estrazione di ghiaia, sabbia, argilla e caolino (26,1% per la perdita di controllo e 23,7% per lo scivolamento) rispetto all' Estrazione di pietre, creta e ardesia (21,2% e 21,7%). Approfondendo la ricerca nell'ambito degli infortuni per i quali è stata attribuita la variabile ESAW “Attività fisica”, si può notare che nella B 081, le attività maggiormente responsabili dei casi lesivi sono il semplice “Movimento” per circa il 40% (camminare, correre o saltare; sollevare oppure tirare oggetti; muoversi sul posto per spostare oggetti) ma anche la “Manipolazione di oggetti” per un 20,1% (prendere in mano o afferrare i materiali oggetto del trasporto).

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI, SITOGRAFIA E IMMAGINI

- [1] Decreto Presidente della Repubblica 30 giugno 1965, n. 1124. G.U. n. 257 del 13 ottobre 1965 - Suppl. ord. Testo unico delle disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali.
- [2] Figura 1.2.1 Inail CSA. Elaborazione degli autori.

APPENDICE 1.2.1 STATISTICHE INAIL. ADDETTI, PAT E INFORTUNI

INAIL - Consulenza Statistico Attuariale Settore Banche Dati  
Infortunati definiti positivamente in occasione di lavoro per Ateco ISTAT e anni di accadimento 2015 - 2019

Gruppo Ateco	Classe Ateco	2015		2016		2017		2018		2019						
		Con mezzo di trasporto	Senza mezzo di trasporto	Totale In occasione di lavoro	Con mezzo di trasporto	Senza mezzo di trasporto	Totale In occasione di lavoro	Con mezzo di trasporto	Senza mezzo di trasporto	Totale In occasione di lavoro	Con mezzo di trasporto	Senza mezzo di trasporto	Totale In occasione di lavoro			
B 081	B 081 Estrazione di pietra, sabbia e argilla	-	17	17	1	12	13	1	5	6	-	5	5	1	8	9
	B 0811 Estrazione di pietre ornamentali e da costruzione, calcare, pietra da gesso, creta e ardesia	13	166	179	5	170	175	5	152	157	3	151	154	-	145	145
	B 0812 Estrazione di ghiaia e sabbia; estrazione di argille e caolino	13	133	146	13	159	172	6	157	163	10	154	164	13	156	169
Totale B 081		26	316	342	19	341	360	12	314	326	13	310	323	14	309	323

di cui mortali

Gruppo Ateco	Classe Ateco	2015		2016		2017		2018		2019					
		Con mezzo di trasporto	Senza mezzo di trasporto	Con mezzo di trasporto	Senza mezzo di trasporto	Con mezzo di trasporto	Senza mezzo di trasporto	Con mezzo di trasporto	Senza mezzo di trasporto	Con mezzo di trasporto	Senza mezzo di trasporto				
B 081	B 081 Estrazione di pietra, sabbia e argilla	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-				
	B 0811 Estrazione di pietre ornamentali e da costruzione, calcare, pietra da gesso, creta e ardesia	1	3	4	5	5	1	1	2	2	-				
	B 0812 Estrazione di ghiaia e sabbia; estrazione di argille e caolino	-	-	-	1	1	1	2	-	-	-				
Totale B 081		1	4	5	-	6	6	1	2	3	-	2	1	-	1

(Fonte: Banca dati statistica - Aggiornamento Aprile 2020)

INAIL - Consulenza Statistico Attuariale Settore Banche Dati

**Infortuni definiti positivamente in occasione di lavoro per Qualifiche professionali e per Ateco ISTAT.**  
**Anni di accadimento 2015-2019**

Qualifica professionale (CP 2011 ISTAT)	B 081 Estrazione di pietra, sabbia e argilla	B0811 Estrazione di pietre ornamentali e da costruzione, calcare, pietra da gesso, creta e ardesia	B 0812 Estrazione di ghiaia e sabbia; estrazione di argille e caolino	Totale
7.1.1.1.0.16 - cavatore	5	240	11	256
7.4.2.3.0.6 - conducente di autobetoniera	-	5	93	98
7.4.4.1.0.12 - escavatorista di cava	3	30	52	85
8.4.1.1.0.6 - manovale di cava	1	46	37	84
7.4.2.3.0.8 - conducente di autocarro	2	16	60	78
7.4.2.3.0.5 - camionista	2	11	42	55
7.1.1.2.0.14 - conduttore di impianti di selezione e frantumazione pietre	2	12	39	53
6.1.1.2.0.15 - marmista	-	52	-	52
7.4.4.1.0.15 - palista	4	21	19	44
6.1.2.3.0.3 - carpentiere edile	1	12	20	33
8.4.2.1.0.10 - manovale edile	-	7	24	31
7.4.4.1.0.7 - conducente di escavatrice meccanica	-	10	19	29
6.1.2.1.0.9 - muratore in mattoni	-	6	15	21
6.1.2.2.2.4 - muratore in calcestruzzo	-	8	12	20
7.4.2.3.0.13 - trasportatore (camionista)	2	5	13	20
7.4.4.1.0.10 - conduttore di pale meccaniche	1	6	13	20
Altre professioni	27	323	345	695
<b>In complesso 50</b>	<b>810</b>	<b>814</b>	<b>1.674</b>	

(Fonte: Banca dati statistica - Aggiornamento Aprile 2020)



INAIL - Consulenza Statistico Attuariale Settore Banche Dati

**Infortuni definiti positivamente in occasione di lavoro per Sede della lesione e per Ateco ISTAT.****Anni accadimento 2015-2019****Settori cave e miniere**

Sede della lesione	B 081 Estrazione di pietra, sabbia e argilla	B 0811 Estrazione di pietre ornamentali e da costruzione, calcare, pietra da gesso, creta e ardesia	B 0812 Estrazione di ghiaia e sabbia; estrazione di argille e caolino	Totale Sede della lesione	
				N. Infortuni	%
Mano	13	181	196	390	23,9%
Caviglia	5	94	116	215	13,2%
Colonna Vertebrale	3	74	67	144	8,8%
Parete Toracica	3	59	54	116	7,1%
Ginocchio	2	64	49	115	7,1%
Cranio	3	43	57	103	6,3%
Faccia	5	40	36	81	5,0%
Piede	2	43	34	79	4,8%
Polso	4	43	32	79	4,8%
Occhi	-	48	31	79	4,8%
Cingolo Toracico	1	27	41	69	4,2%
Braccio,Avambraccio	4	29	30	63	3,9%
Gomito	-	16	15	31	1,9%
Coscia	1	11	9	21	1,3%
Cingolo Pelvico	1	9	8	18	1,1%
Collo	1	4	6	11	0,7%
Altre Dita	-	6	3	9	0,6%
Alluce	-	1	4	5	0,3%
Organi Interni	1	1	1	3	0,2%
<b>Totale definito</b>	<b>49</b>	<b>793</b>	<b>789</b>	<b>1.631</b>	<b>100,0%</b>
Non determinato o non codificato	1	17	25	43	
<b>Totale complessivo</b>	<b>50</b>	<b>810</b>	<b>814</b>	<b>1.674</b>	

(Fonte: Banca dati statistica - Aggiornamento Aprile 2020)

INAIL - Consulenza Statistico Attuariale Settore Banche Dati

**Infortuni definiti positivamente in occasione di lavoro per Attività fisica specifica (ESAW/3) e per Ateco ISTAT. Anni accadimento 2015-2019**

**Settori cave e miniere**

Var. ESAW/3: "Attività fisica specifica"	B 081 Estrazione di pietra, sabbia e argilla	B0811 Estrazione di pietre ornamentali e da costruzione, calcare, pietra da gesso, creta e ardesia	B 0812 Estrazione di ghiaia e sabbia; estrazione di argille e caolino	Totale Attività fisica specifica	
				N. Infortuni	%
Movimenti	17	230	297	544	39,5%
Manipolazione di oggetti	9	129	139	277	20,1%
Lavoro con utensili a mano	7	163	103	273	19,8%
Trasporto manuale	4	68	43	115	8,4%
Alla guida, a bordo di un mezzo di trasporto/attrezzatura di movimentazione	4	36	55	95	6,9%
Operazioni di macchina	1	37	25	63	4,6%
Presenza	1	7	2	10	0,7%
<b>Totale definito</b>	<b>43</b>	<b>670</b>	<b>664</b>	<b>1.377</b>	<b>100,0%</b>
Non determinato o non codificato	7	140	150	297	
<b>Totale complessivo</b>	<b>50</b>	<b>810</b>	<b>814</b>	<b>1.674</b>	

(Fonte: Banca dati statistica - Aggiornamento Aprile 2020)

## SEZIONE 2 LA SICUREZZA



(Fonte: Galleria delle immagini DCPC Inail)



## 2.1 NORME DI SICUREZZA NEL SETTORE ESTRATTIVO DELLE CAVE A CIELO APERTO

Il settore estrattivo delle cave a cielo aperto rientra tra le attività a rischio alto. La sicurezza e la salute in queste attività è regolamentata da tre fondamentali norme: il decreto del Presidente della Repubblica 9 aprile 1959, n. 128 Norme di Polizia delle miniere e delle cave (d.p.r. 128/1959), il decreto legislativo 25 novembre 1996, n. 624 (d.lgs. 624/96) e il decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 Testo coordinato con il d.lgs. 3 agosto 2009, n. 106 Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro (d.lgs. 81/2008).

Con il d.p.r. 128/1959 sono state introdotte alcune tra le seguenti fondamentali misure: 1. la tutela della sicurezza e salute dei lavoratori, 2. il regolare svolgimento delle lavorazioni nel rispetto della sicurezza dei terzi e delle attività di preminente interesse generale e 3. il buon governo dei giacimenti minerari in quanto appartenenti al patrimonio dello Stato.

Il d.lgs. 624/1996 prescrive le misure per la tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro nelle attività estrattive di sostanze minerali di prima e di seconda categoria, così come definite dall'articolo 2 del regio decreto 29 luglio 1927, n. 1443, e successive modifiche. La norma costituisce il recepimento nazionale delle due direttive del Consiglio n. 92/91/CEE, del 3 novembre 1992 e n. 92/104/CEE, del 3 dicembre 1992, relative alle prescrizioni minime intese al miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori, rispettivamente, nelle industrie estrattive per trivellazione e nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee.

Nelle attività ECCA e negli impianti pertinenti di superficie, valgono pertanto le norme specificate nei titoli I e II capo I artt. 43-52 del decreto in parola e i suoi rimandi al d.p.r. 128/1959 e al d.lgs. 626/1994 (abrogato dal d.lgs. 81/2008).

Il d.lgs. 81/08 si applica limitatamente ad alcuni aspetti che erano regolamentati dal d.lgs. 626/1994 e dal d.p.r. 547/1959, tenuto conto dell'esclusione delle attività ECCA in esso contenute. Per la vigilanza in materia di salute e sicurezza, il decreto rimanda alle regioni e alle province autonome di Trento e Bolzano. Per le verifiche periodiche degli impianti e attrezzature soggetti, esso lascia alle regioni la facoltà di incaricare gli uffici minerari del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato.

L'evoluzione in questo settore ha portato elementi che ampliano il coinvolgimento così come le responsabilità a tutte le sfere produttive all'interno dell'Organizzazione e introducono elementi di innovazione organizzativa e tecnologica utili a migliorare la sicurezza e la salute di tutti i lavoratori e più in generale migliorare le condizioni di lavoro. Proprio per evidenziare i punti salienti di questa evoluzione normativa, nel seguito è riportato un confronto tra gli articoli del d.lgs. 624/1996 e quelli pertinenti del d.lgs. 81/2008 che come è noto ha abrogato e integrato l'altro riferimento per le attività estrattive in cielo aperto, il d.lgs. 626/1994.

### 2.1.1 Campo d'applicazione

Le attività estrattive sono da sempre un sistema a sé stante, sia dal punto di vista tecnico che da quello dell'inquadramento normativo. La sicurezza e salute dei lavoratori del settore estrattivo è regolamentata da due gruppi fondamentali di norme. Il primo gruppo comprende il d.p.r. 128/1959 che tratta della prevenzione degli infortuni sul lavoro in cave e miniere e dal d.lgs. 624/1996 che tratta la sicurezza e la salute dei lavoratori del comparto estrattivo. Il secondo gruppo comprende il d.lgs. 81 del 2008 e il precedente d.lgs. 626/94 con cui erano state recepite delle direttive comunitarie riguardanti la sicurezza e la salute dei lavoratori. Il campo di applicazione del d.lgs. 624/96 è rappresentato dalle attività estrattive come definite già all'art.1 del d.p.r.128/1959 compresi i lavori di prospezione, ricerca e coltivazione delle sostanze minerali di prima e di seconda categoria di cui all'art. 2 del r.d. 1443/27<sup>9</sup>.

Allo stesso tempo, però, va ricordato che il d.lgs. 624/96 non sostituisce il d.lgs.81 che comunque si applica al comparto estrattivo per le parti non previste dalla normativa speciale, tenuto conto delle esclusioni in esso contenute. In tema di prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle cave e nelle miniere le specifiche norme antinfortunistiche dettate dalla normativa speciale e la disciplina generale contenuta nel d.lgs. 81 del 2008 hanno un rapporto di integrazione e la peculiarità del lavoro svolto nelle cave e nelle miniere che viene inquadrato in specifiche norme antinfortunistiche non esclude l'applicazione della più generale disciplina antinfortunistica.

Nei fatti per tutto quanto non specificatamente disposto dalla normativa speciale del d.lgs. 624/96 si applica quanto disposto dal d.lgs. 81/08 e il sistema di gestione della sicurezza in cava e in miniera è un modello integrato, frutto dell'applicazione delle suddette norme generali e speciali. In questo ibridismo e nel fatto che il legislatore non ha dato indicazioni sul come deve essere svolto questo raccordo tra norme, risiedono le principali criticità nell'applicare il d.lgs. 624/96 e nel gestire il sistema di sicurezza per il lavoro in cava e in miniera.

### 2.1.2 Definizioni

L'art. 2 del d.lgs. 624/1996 riporta le seguenti definizioni:

- a) luogo di lavoro: ogni luogo destinato ai posti di lavoro ove si svolgono le attività di cui all'articolo 1, compresi gli alloggi a cui i lavoratori hanno accesso nell'am-

9 Dal campo di applicazione del decreto legislativo 624/1996 sono escluse le escavazioni di sabbie e ghiaie nell'alveo dei corsi d'acqua e nelle spiagge del mare e dei laghi, sempre che i giacimenti di tali sabbie e ghiaie non formino oggetto di permesso di ricerca o concessione ai sensi del R.D. n. 1443/27. Per quest'ultime attività valgono le norme del decreto legislativo 81/2008.

bito del loro lavoro, la viabilità interna a servizio dell'attività stessa, le discariche, nonché le altre aree di deposito, con l'esclusione, per le attività condotte mediante perforazione, delle aree di magazzinaggio e deposito non direttamente connesse alle attività stesse;

- b) titolare: l'imprenditore di miniera o cava o il titolare di permesso di prospezione o di ricerca o di concessione di coltivazione o di autorizzazione di cava;
- c) sorvegliante: persona, in possesso delle capacità e delle competenze necessarie, designato dal titolare per la sorveglianza sul luogo di lavoro occupato da lavoratori.

### 2.1.3 Le figure della sicurezza in cava

Titolare e Datore di lavoro

**Il Titolare** ai sensi dell'art. 2 comma 1 lettera b) del d. lgs 624/1996 è l'imprenditore di miniera o cava o il titolare di permesso di prospezione o di ricerca o di concessione di coltivazione o di autorizzazione di cava. Egli è chiamato a rispettare una serie di impegni di tipo amministrativo stabiliti dalle pertinenti norme e detiene notevoli responsabilità anche nel settore della sicurezza e della salute dei lavoratori che operano nel sito estrattivo. Tra i suoi compiti ci sono:

- la predisposizione del DSS di cui all'art. 6, comma 2, o del DSS coordinato di cui all'art. 9, comma 2; in tale contesto, il titolare ha anche la responsabilità dell'individuazione del luogo di lavoro e del computo del numero degli addetti;
- gli aggiornamenti del DSS (art. 6, comma 3), l'attestazione annuale relativa alla sicurezza (art. 6, comma 2), la trasmissione del DSS all'autorità di vigilanza (art. 6, comma 4; art. 18, comma 1), obblighi da osservare anche per il caso di DSS coordinato.
- la nomina del direttore responsabile (art. 20, comma 1);
- l'attestazione del possesso dei requisiti del direttore responsabile (art. 20, comma 8);
- la designazione dei sorveglianti sul luogo di lavoro (art. 20, comma 5; art. 2, comma 1, lettera c; art. 7, comma 1, lettera a);
- l'attestazione del possesso dei requisiti dei sorveglianti (art. 20, comma 8);
- la denuncia delle variazioni di direttore responsabile e sorveglianti (art. 20, commi 12 e 17);
- la presentazione delle denunce di esercizio (art. 20, commi 11, 14, 15 e 18);
- la trasmissione all'autorità di vigilanza competente del prospetto riassuntivo degli infortuni (art. 25, comma 8).

**Il Datore di lavoro** è il soggetto titolare del rapporto di lavoro con il lavoratore o, comunque, il soggetto che, secondo il tipo e l'assetto dell'organizzazione nel cui

ambito il lavoratore presta la propria attività, ha la responsabilità dell'organizzazione stessa o dell'unità produttiva in quanto esercita i poteri decisionali e di spesa. (Definito ai sensi dell'art. 2 comma 1 lett. b del d.lgs. 81/2008).

Gli obblighi del datore di lavoro in materia di salute e sicurezza sono riportati nel capo II del d.lgs. 624/1996 e includono:

- la compilazione e aggiornamento del DSS e la trasmissione alle autorità competenti prima dell'inizio dei lavori (art. 6);
- designazione del sorvegliante nei luoghi di lavoro in cui sono presenti i lavoratori (art. 7 comma 1 lettera a).

In merito alle responsabilità delle due figure di cui sopra, sono subito emerse le discordanze presenti all'interno del d.lgs. 624/1996. L'art. 6 assegna infatti obblighi al datore di lavoro nei riguardi del DSS, che, d'altro canto, l'art. 9 (per il DSS coordinato) attribuisce al titolare.

La circolare del Ministero dell'Industria del 26 maggio 1997 n. 317 ha inteso chiarire tali apparenti discordanze ipotizzando il caso del titolare che esegua direttamente i lavori estrattivi con proprio personale e quello di titolare che si avvalga, in tutto o in parte, di imprese appaltatrici o comunque esterne, o di lavoratori autonomi.

Nel primo caso il soggetto che detiene il titolo minerario (o l'autorizzazione di cava) svolge direttamente l'attività estrattiva. Non esiste, pertanto, una differenziazione tra la figura del "titolare" e quella del "datore di lavoro", unendosi in un unico soggetto le responsabilità in capo ad esse. Il titolare è anche il datore di lavoro dei propri operai e ha il compito di nominare il sorvegliante e di predisporre ed aggiornare il DSS.

Nel caso invece in cui il titolare non svolga alcuna lavorazione con propri lavoratori, ma affidi completamente le operazioni a ditte esterne, egli sarà tenuto ai soli adempimenti che il decreto assegna al titolare stesso, quali il coordinamento tra le imprese appaltatrici, la predisposizione l'aggiornamento del DSS coordinato, la sua trasmissione all'autorità di vigilanza, la nomina del direttore responsabile e del sorvegliante, etc.

In un terzo caso, se il titolare oltre ad avvalersi dell'opera di altre imprese, conduce con i propri operai una parte delle attività estrattive, egli ha sia gli obblighi specifici attribuiti dal decreto al titolare, sia quelli propri del datore di lavoro nei riguardi dei propri dipendenti operanti sul luogo di lavoro. Gli obblighi relativi alla sicurezza e salute dei dipendenti delle imprese appaltatrici operanti sullo stesso luogo di lavoro sono invece attribuiti ai loro rispettivi datori di lavoro.

I compiti di tutti i datori di lavoro previsti dal d.lgs. 624/1996, si sommano, comunque, ai compiti che il d.lgs. 81/2008 assegna al datore di lavoro.

Il **Direttore responsabile** è la persona designata dal Titolare che deve verificare il possesso delle capacità e delle competenze necessarie all'esercizio di tale incarico. Sotto la responsabilità del direttore responsabile ricadono costantemente i



luoghi di lavoro. Ferme restando le attribuzioni e competenze previste dal d.p.r. 128/1959, il direttore responsabile, ai sensi dell'art. 20 del d.lgs. 624/1996, deve osservare e far osservare le disposizioni normative e regolamentari in materia di tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori. Inoltre deve:

- art. 18: dichiarare la conoscenza del DSS nella denuncia di esercizio;
- art. 20: sottoscrivere il DSS ed attuare, nella pianificazione dell'attività lavorativa, quanto in esso previsto;
- art. 23: redigere incarichi scritti per attività in situazioni pericolose;
- art. 25: dare comunicazione e produrre gli atti previsti in caso di infortunio;
- art. 25: dare immediata comunicazione all'autorità di vigilanza di qualsiasi fatto, incidente, o manifestazione sospetta che metta in pericolo la sicurezza delle persone e dei giacimenti;
- art. 26: assistere il funzionario dell'autorità di vigilanza nella redazione del verbale di constatazione infortunio; riferire immediatamente all'autorità di vigilanza competente ogni eventuale modifica apportata al luogo dell'infortunio (o allo stato delle cose) in presenza di pericolo grave ed immediato;
- art. 35: assicurarsi che l'esplosivo sia fornito in prossimità dei punti di utilizzo e in tempi immediatamente precedenti l'impiego;
- art. 43: organizzare e programmare l'impiego delle apparecchiature di misura, controllo, allarme ed intervento per le atmosfere nocive o/e esplosive;
- art. 47: predisporre le misure atte a garantire la sicurezza nella posa in opera, l'utilizzo e la manutenzione dei mezzi semoventi, degli impianti e mezzi di trasporto; redigere istruzioni scritte per l'utilizzo di mezzi meccanici per il trasporto dei lavoratori;
- art. 49: disporre che siano effettuate esercitazioni di sicurezza e verificare l'addestramento del personale che usa attrezzature di salvataggio;
- art. 52: pianificare l'attività lavorativa, in merito alla stabilità dei fronti, attenendosi ai criteri indicati nel c. 2 lettere a) e b).

La nomina del direttore responsabile da parte del titolare è fatta a seguito della verifica sul possesso delle capacità professionali e nel rispetto dei requisiti indicati all'art. 27 del d.p.r. 128/1959 come modificato dall'art. 20 del d.lgs. n. 624/96 e dall'art. 114 c. 5 della L. n. 388/2000, di seguito riportati.

1. Laurea in ingegneria, ovvero in geologia, con abilitazione all'esercizio della professione;
2. Per luoghi di lavoro che impiegano complessivamente fino a 15 addetti nel turno più numeroso, sono abilitanti anche i seguenti titoli di studio:
  - a) diploma di ingegneria ambiente e risorse o equipollente, ovvero in geologia;
  - b) diploma di perito industriale minerario;
  - c) diploma in discipline tecniche industriali previa specifica formazione i cui contenuti saranno definiti da apposito decreto del Ministero dell'Industria,

del Commercio e dell'Artigianato e del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale.

Il Ministero della Pubblica Istruzione, con circolare n. 849 del 7/3/97, ha stabilito che non esistono diplomi equipollenti a quello di Perito Minerario ed ha contestualmente definito i diplomi in discipline tecniche industriali ammissibili ai corsi di cui al punto c).

Il Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, con Circolare n. 548 del 21/4/98, ha definito equipollenti al diploma universitario in ingegneria ambiente e risorse i diplomi universitari in ingegneria chimica, ingegneria delle infrastrutture, ingegneria elettrica ingegneria energetica ed ingegneria meccanica. 3. La norma transitoria (art. 100) stabilisce inoltre che possono continuare a svolgere le funzioni di direttore responsabile coloro che esercitavano tale funzione da almeno due anni alla data di entrata in vigore del decreto (29/12/1996), nella stessa unità produttiva o in altre similari per tecniche di coltivazione.

Come anche esplicitato dalla circolare MICA n. 317 del 26/5/97, la similitudine è accertata dal titolare, responsabile dell'individuazione del direttore responsabile, e deve basarsi sull'analogia dei rischi specifici quali, ad esempio, ambiente operativo e metodo di coltivazione adottato.

Il direttore responsabile, che in qualche modo è assimilabile al dirigente, nel d. lgs 81/2008 viene definito come la "persona che, in ragione delle competenze professionali e di poteri gerarchici e funzionali adeguati alla natura dell'incarico conferitogli, attua le direttive del datore di lavoro organizzando l'attività lavorativa e vigilando su di essa". Gli obblighi del Dirigente in materia di salute e sicurezza sul lavoro sono disposti dall'art. 18 del suddetto decreto 81/2008. La normativa specifica non pone disposizioni che impongano di individuare la figura del direttore responsabile all'interno dei dipendenti della cava.

Il **Capo cava (o Direttore dei lavori)** è designato dal titolare in qualità di responsabile della produzione e del coordinamento dell'attività industriale di cava, con il compito di garantire la migliore resa della cava sempre nel rispetto del piano di coltivazione, dell'ambiente e della sicurezza. Opera in collaborazione con il Direttore responsabile dei luoghi di lavoro e con i Sorveglianti nel condurre le attività di produzione e nel gestire la sicurezza. Il capo cava dirige la produzione, coordinando le necessità operative e logistiche della cava e impartendo le disposizioni organizzative e di produzione giornaliere ai cavatori.

Il **Sorvegliante** è la persona, in possesso delle capacità e delle competenze necessarie, designata dal titolare per la sorveglianza sul luogo di lavoro occupato da lavoratori.

Qualora questi e il datore di lavoro non siano la stessa persona, il titolare nomina il/i sorvegliante/i, ai sensi dell'art. 20, rimandando al datore di lavoro, ai sensi dell'art. 7 c. 1, il compito di designazione, ovvero di assegnazione del nominativo del sorvegliante ai cantieri, o luoghi di lavoro in cui sono presenti lavoratori (vedi anche Circolare MICA n. 317 del 26/5/97).

Ferme restando le attribuzioni e competenze previste dal d.p.r. 128/1959, secondo quanto disposto dal d.lgs. 624/1996, il sorvegliante deve:

art. 18: dichiarare la conoscenza del DSS nella denuncia di esercizio;

art. 20: sottoscrivere il DSS;

art. 23: redigere incarichi scritti per attività in situazioni pericolose;

art. 25: dare comunicazione in caso di infortunio al datore di lavoro dell'infortunato, al direttore responsabile ed eventualmente al titolare.

La funzione del sorvegliante consiste nell'accertare che i lavori si svolgano coerentemente con quanto indicato dal DSS e nel rispetto delle norme di prevenzione, igiene e sicurezza, intervenendo direttamente sui lavoratori e sui preposti di eventuali imprese appaltatrici e tenendo informati dei fatti il direttore responsabile e/o il titolare.

Alla luce di quanto stabilito dalle norme vigenti ed in considerazione del ruolo e delle responsabilità attribuitegli quali persona presente sui luoghi di lavoro il sorvegliante:

- 1) realizza il coordinamento, secondo le disposizioni del Direttore responsabile, tra le imprese e/o i lavoratori autonomi operanti nella stessa area/luogo di lavoro;
- 2) attua le disposizioni e gli ordini di servizio contenuti nel DSS o comunque impartiti dal Direttore responsabile, con particolare attenzione a:
  - a) corretto uso dell'area/luogo di lavoro e della relativa sicurezza;
  - b) corretta dotazione ed uso degli indumenti e delle protezioni collettive e individuali;
  - c) corretto uso di attrezzature, apparecchiature e mezzi speciali, in relazione all'attività da svolgere ed al loro stato di manutenzione;
  - f) segnala al Direttore responsabile e al titolare eventuali incongruenze o inadeguatezze delle disposizioni impartite rispetto alla realtà contingente di cava.

La figura del sorvegliante è paragonabile a quella del preposto che il d.lgs. 81/2008 definisce come la "persona che, in ragione delle competenze professionali e nei limiti di poteri gerarchici e funzionali adeguati alla natura dell'incarico conferitogli, sovrintende alla attività lavorativa e garantisce l'attuazione delle direttive ricevute, controllandone la corretta esecuzione da parte dei lavoratori ed esercitando un funzionale potere di iniziativa"; Gli obblighi del preposto in materia di salute e sicurezza sul lavoro sono disposti dall'art. 19 del suddetto decreto. La stessa Circolare MICA n. 317 del 26/5/97 afferma che la "figura del sorvegliante introdotta dal decreto assorbe quei compiti di sorveglianza già attribuiti alle figure di "capo servizio" e "preposto" dal d.p.r. 128/1959".

**Lavoratore:** è la “persona che, indipendentemente dalla tipologia contrattuale, svolge un’attività lavorativa nell’ambito dell’organizzazione di un datore di lavoro pubblico o privato, con o senza retribuzione, anche al solo fine di apprendere un mestiere, un’arte o una professione, esclusi gli addetti ai servizi domestici e familiari [...]”. Tale definizione è data dall’art. 1 del d.lgs. n. 624/1996 che rimanda alla definizione data dal d.lgs. n. 81/2008 all’articolo 2 comma 1 lettera a).

L’idoneità sanitaria e tecnica dei lavoratori viene esposta nella normativa generale e specificata nel d.p.r. 128/1959.

Il d.lgs. n. 624/1996 prevede a carico del lavoratore il dovere di segnalare al sorvegliante ogni infortunio a lui occorso (art. 25 c 1). Restano validi, in ogni caso, i doveri generali previsti dal d.lgs. n. 81/2008 e quelli particolari del d.p.r. 128/1959.

**Servizio di prevenzione e protezione dai rischi:** insieme delle persone, sistemi e mezzi esterni o interni all’azienda finalizzati all’attività di prevenzione e protezione dai rischi professionali per i lavoratori.

**Responsabile del servizio di prevenzione e protezione:** persona in possesso delle capacità e dei requisiti professionali designata dal datore di lavoro, a cui risponde, per coordinare il servizio di prevenzione e protezione dai rischi. Tale funzione, all’interno delle industrie estrattive, non può essere svolto direttamente da parte del datore di lavoro (Allegato 2 del d.lgs. n. 81/08).

**Addetto al servizio di prevenzione e protezione:** persona in possesso delle capacità e dei requisiti professionali facente parte del servizio di Prevenzione e Protezione.

**Sorveglianza sanitaria:** insieme degli atti medici, finalizzati alla tutela dello stato di salute e sicurezza dei lavoratori, in relazione all’ambiente di lavoro, ai fattori di rischio professionali e alle modalità di svolgimento dell’attività lavorativa.

**Medico competente:** medico che collabora con il datore di lavoro ai fini della valutazione dei rischi ed è nominato dallo stesso per effettuare la sorveglianza sanitaria dei lavoratori.

**Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza:** persona eletta o designata per rappresentare i lavoratori per quanto concerne gli aspetti della salute e della sicurezza durante il lavoro.

## 2.1.4 Misure di tutela della sicurezza

### 2.1.4.1 Attività estrattiva condotta dal solo lavoratore autonomo

Nel caso di lavoratore autonomo che svolga da solo attività estrattiva e che abbia ricevuto incarico dal titolare, si deve far riferimento all'articolo 21 del d.lgs. n. 81/2008 che definisce gli obblighi dei lavoratori autonomi di cui al titolo III dello stesso decreto. Tali obblighi si integrano con quanto disposto dal d.lgs. n. 624/1996 al capo IV "attrezzature ed impianti meccanici elettrici ed elettromeccanici" che risulta applicabile, limitatamente ai macchinari impiegati nella cava dal lavoratore autonomo, secondo il principio di specificità.

Il lavoratore unico che risulti anche titolare è soggetto anche agli obblighi previsti dal d.lgs. n. 624/1996 nei confronti del Titolare stesso e il decreto trova in questo caso applicazione anche per i restanti aspetti riferibili alle norme di polizia mineraria, ovvero quelli relativi al governo del territorio, alla salvaguardia di terzi e al preminente interesse generale.

### 2.1.4.2 Il DSS

Il DSS (documento di sicurezza e salute) è la valutazione dei rischi specifica per il settore estrattivo, nel quale i contenuti indicati all'art. 28 del d.lgs. n. 81/2008 sono integrati con quelli dell'art.10 del d.lgs. n. 624/1996. Ai sensi degli stessi articoli, il DSS deve riportare misure, modalità operative e procedure per la gestione in sicurezza delle attività. Il DSS viene aggiornato ogniqualvolta i luoghi di lavoro abbiano subito modifiche rilevanti che comportino variazioni di situazioni di rischio per i lavoratori (art. 6 c. 3 del d.lgs. n. 624/1996). L'aggiornamento si rende altresì necessario in occasione di incidenti rilevanti, prescrizioni da parte degli organi competenti di vigilanza, ecc.

Tutte le cave, almeno otto giorni prima dell'inizio dell'attività, contestualmente alla presentazione della denuncia di esercizio, devono inviare all'ASL competente per territorio il documento di sicurezza e salute (art. 6 c. 4, art. 18 c. 1, art. 20 c. 11 del d.lgs. n. 624/96). Il DSS è redatto dal datore di lavoro che si avvale del servizio di prevenzione e protezione, del medico competente e di tutte le collaborazioni professionali che ritiene opportuno consultare.

In sede di redazione del DSS il datore di lavoro consulta i rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza in ordine ai contenuti del documento ed alle misure di prevenzione e protezione in esso previste. Il DSS, redatto dal datore di lavoro, è sottoscritto dal direttore responsabile, dai sorveglianti (commi 3 e 6 art. 20 d.lgs. n. 624/96), dal medico competente (per collaborazione) e dal rappresentante dei lavoratori per la sicurezza, per presa visione. E' un documento che deve essere sottoposto alla verifica delle diverse figure aziendali individuate dal decreto (direttore responsabile, responsabile del servizio di prevenzione e protezione, medico competente, sorveglianti e rappresentante dei lavoratori per la sicurezza) e la base di

confronto sulle tematiche di prevenzione e protezione dei rischi per i lavoratori, nell'ambito delle riunioni periodiche di prevenzione (art. 35 del d.lgs. n. 81/2008 e art. 8 del d.lgs. n. 624/1996).

La Circ. Min. Ind. n. 317 del 26 maggio 1997, chiarisce una discordanza inerente gli obblighi di legge attribuiti dal d.lgs. n. 624/1996 al Datore di Lavoro e al Titolare. Infatti, l'art. 6 assegna gli obblighi di redazione del DSS al datore di lavoro, mentre l'art. 9 (per il DSS coordinato) li attribuisce al titolare. Nel caso di affidamento dei lavori, del tutto o in parte, a ditte appaltatrici il Titolare redigerà un DSS coordinato (DSSC) dopo la trasmissione, da parte di ciascun appaltatore, del rispettivo DSS.

La circolare 317 riporta: "La trasposizione terminologica nella legislazione di quanto sopra esposto in relazione ad obblighi e responsabilità del titolare e del datore di lavoro potrà avvenire attraverso apposito decreto correttivo".

#### 2.1.4.3 Il DSSC

In caso di affidamento dei lavori all'interno del luogo di lavoro ad imprese appaltatrici o a lavoratori autonomi (allegato 17 punto 2 del d.lgs. n. 81/2008), o comunque quando nello stesso luogo di lavoro sono presenti lavoratori di più imprese, il titolare dell'attività estrattiva deve redigere il DSS coordinato.

Scopo di questo documento è:

- a) analizzare e gestire in sicurezza le possibili interferenze tra il lavoro oggetto di affidamento e le operazioni di cava;
- b) informare l'impresa/lavoratori esterni che operano nella cava dei rischi specifici a cui sono esposti nel corso della loro attività.

Il DSS coordinato diviene un documento comprensivo di tutte le valutazioni inerenti il rischio dell'attività estrattiva, coordinato rispetto alle attività svolte da imprese diverse, ovvero un documento autonomo, redatto dal titolare dell'attività estrattiva, contenente le modalità operative di coordinamento dei lavori e le relative misure comportamentali e organizzative da osservare, redatto per gestire dal punto di vista della sicurezza attività specifiche condotte a servizio o a margine dell'attività lavorativa predominante da ditte esterne. Tale coordinamento scaturisce in ogni caso dal confronto fra il DSS, redatto dal datore di lavoro che gestisce l'attività estrattiva, ed il documento di valutazione dei rischi delle ditte esterne (art. 28 del d.lgs. n. 81/08).

Ai fini del coordinamento tra le imprese, appaltatori e fornitori d'opera individuano formalmente i rispettivi preposti, ai sensi del d.lgs. n. 81/08, fermo restando il ruolo e le funzioni svolte dal sorvegliante. I principali compiti e obblighi del preposto sono dettati rispettivamente dagli artt. 2 c. 1 lettera e) e 19 del d.lgs. n. 81/08. Il preposto si coordina con il sorvegliante di cava.

I lavoratori autonomi, per i quali non sussiste l'obbligo della valutazione dei rischi,

devono comunque fornire al titolare della cava tutte le informazioni relative alla propria attività al fine di consentire il coordinamento degli interventi. Infatti il titolare dell'attività estrattiva è comunque tenuto a valutare i rischi specifici del lavoro prestato e a tenerne conto nella redazione del DSS coordinato. Il lavoratore autonomo deve sottoscrivere il DSS coordinato ed osservarne le indicazioni procedurali ed organizzative in esso contenute.

#### 2.1.4.4 La riunione periodica

Ai sensi dell'art. 8 del d.lgs. n. 624/96 nelle cave con più di 5 addetti deve essere tenuta, almeno annualmente, la riunione di prevenzione e protezione dai rischi, come previsto dall'art. 35 del d.lgs. n. 81/08. Per numero di addetti si intende il numero massimo di lavoratori contemporaneamente presenti in una cava, indipendentemente dal rapporto di lavoro o dalla ditta di appartenenza (circolare MICA n. 317 del 26/5/97).

Alla riunione partecipano il datore di lavoro, il responsabile del servizio di prevenzione e protezione, il medico competente ed il/i rappresentante/i dei lavoratori per la sicurezza di tutte le ditte eventualmente presenti nella cava. Oggetto della riunione è l'esame del DSS, ovvero del DSS coordinato e delle misure di prevenzione e protezione da esso contemplate, comprese le iniziative di informazione e formazione programmate. Il contenuto della riunione deve essere messo a verbale e trasmesso all'Azienda USL competente per territorio.

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI, SITOGRAFIA E IMMAGINI

- [1] Direttiva 89/654/CEE del Consiglio, relativa alle prescrizioni minime di sicurezza e di salute per i luoghi di lavoro (prima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE).
- [2] Interrogazione a risposta in Commissione 5/00235. Camera dei deputati. XVIII Legislatura. Seduta di annuncio 32 del 24/07/2018. Bollettino in Commissione allegato al XI (Lavoro). 18 ottobre 2018.
- [3] Istat. Anni 2015, 2016. Le attività estrattive da cave e miniere 15.01.2019.
- [4] Istat. 2009. Classificazione delle attività economiche Ateco 2007, Italia.
- [5] REGOLAMENTO CE n. 1893/2006 del Parlamento europeo e del consiglio del 20 dicembre 2006 che definisce la classificazione statistica delle attività economiche NACE Revisione 2 e modifica il regolamento (CEE) n. 3037/90 del Consiglio nonché alcuni regolamenti (CE) relativi a settori statistici specifici (Testo rilevante ai fini SEE).
- [6] Senato della Repubblica - XVI Legislatura - Resoconto stenografico della Commissione parlamentare di Inchiesta del 25 ottobre 2005.
- [7] Sertorio M., Assomineraria. 2003. Miniere e cave tra disciplina nazionale e regionale. 10 giugno 2003. Volume 11. Ambiente&Lavoro. Il sole24ore. Pirola.

- [8] Regio Decreto 29 luglio 1927, n. 1443 Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere nel regno. Gazzetta Ufficiale Italiana del 23 agosto 1927, n. 194.
- [9] Figura in Sezione 2. Inail DCPC. Galleria delle immagini.



## 2.2 SICUREZZA DEI FRONTI DI CAVA

La stabilità dei fronti rappresenta un elemento primario per l'impostazione e la gestione del sito estrattivo, in quanto fattore fortemente influente sugli aspetti della sicurezza dei lavoratori e sulle stesse scelte dei metodi di coltivazione. Appare evidente come essa rientri nelle valutazioni, nelle determinazioni e nelle scelte da compiere sin dalle prime fasi progettuali, in un'ottica di continua valutazione e miglioramento, affinché le attività siano gestite in maniera corretta sul piano della sicurezza sul lavoro, dell'economia del progetto e della tutela ambientale, anche in previsione della restituzione dei siti al futuro utilizzo e del recupero ambientale a fine attività. Un tale tipo di approccio caratterizza, in generale, una progettazione di tipo proattivo che tenga conto della disponibilità del sistema da un lato e una corretta valutazione e gestione dei rischi di natura economica e sociale dall'altra, altrimenti indicata col termine *"prevention through design"*.

### 2.2.1 I rischi geologici nelle cave

Ogni area di cava è di fatto contraddistinta dalla maggior parte delle prerogative di rischio geologico in senso stretto, in quanto trattasi di ambienti dinamici, continuamente perturbati e in evoluzione. In quest'ambito, i fenomeni di crollo sono tristemente noti per aver causato numerose vittime nelle cave e costituiscono uno dei maggiori elementi di rischio a cui sono sottoposte le maestranze coinvolte nelle lavorazioni che, pur adottando tutte le misure di sicurezza prescritte dalla normativa, restano esposte ad un elevato rischio di incidenti. Rischio, come già detto, insito nella natura stessa dell'opera e dei materiali coinvolti e nell'assetto morfologico e strutturale che contraddistingue le aree di cava, dovuti alla continua variazione delle condizioni al contorno, come ad esempio proprio i casi legati alla stabilità degli scavi a giorno, che presentano quasi sempre pareti verticali, spesso di svariate decine di metri di altezza, costituite anche da ammassi rocciosi contenenti discontinuità e fratture variamente orientate che incombono sulle aree occupate dai lavoratori durante le loro attività.

**Figura 2.2.1 - Crolli alla base di pareti di cava**

(Fonte: Inail DCPC Galleria delle immagini. Rielaborazione degli Autori)

Nel nostro Paese l'estrazione di materiali da cave a cielo aperto rappresenta infatti un settore classificato ad alto rischio infortunistico. Nella classificazione ATECO ISTAT 2007, le cave a cielo aperto ricadono all'interno del gruppo B 08 - "Altre attività di estrazione di minerali da cave e miniere", nei due sottogruppi 08.11 - "Estrazione di pietre ornamentali e da costruzione, calcare, pietra da gesso, creta e ardesia" e 08.12 - "Estrazione di ghiaia, sabbia; estrazione di argille e caolino". I dati certificati dell'Istituto relativi agli incidenti sul lavoro in questi due gruppi del Settore Estrattivo evidenziano un comparto con una frequenza infortunistica con tassi d'incidenza per numero di lavoratori (specialmente per quelli mortali) costantemente tra i più alti in Italia (terzo settore dopo quelli delle Costruzioni e dei Trasporti).

A questo proposito uno studio condotto da ricercatori dell'Inail ha derivato le principali variabili presenti nelle tre fasi della metodologia ESAW - *European Statistics on Accidents at Work*, ritenute fondamentali per implementare le conoscenze sui meccanismi degli incidenti del lavoro, procedendo ad analisi singole e incrociate. L'esame dei dati armonizzati è stato fondamentale per esaminare l'evoluzione delle tipologie d'incidenti e monitorare i loro trend. Nella ricerca sono state considerate in prima battuta tutte le variabili delle tre fasi della metodologia, con minore enfasi per quelle della seconda fase (a parte le dimensioni aziendali) e maggiore per quelle della terza.

Le analisi sono state svolte sulle aziende risultate assicurate nel database Inail,

circa 4000 distribuite equamente tra le due classi, corrispondenti a circa 5000 cave per un totale di circa 19.000 addetti.

I dati riguardanti la variabile ESAW della Deviazione, corrispondente all'ultimo evento deviante dalla normalità che conduce agli incidenti hanno evidenziato che, specie per gli eventi mortali, sono proprio gli eventi legati all'instabilità dei versanti quali lo scivolamento, la caduta di persona dall'alto, il collasso di pietre e il crollo di agente materiale posto al di sopra (che cade sulla vittima) quelli più coinvolti in assoluto nella genesi d'infortunio. Eventi peraltro spesso dovuti solo alla lavorazione di materiale non previsto a causa del mancato aggiornamento del piano di coltivazione, ovvero per la scarsa conoscenza delle diverse caratteristiche delle rocce da estrarre.

La specificità del settore estrattivo è sempre stata riconosciuta dal legislatore che ne ha regolamentato la sicurezza attraverso norme specifiche, rappresentate in particolare dal d.p.r. 128/1959 e successivamente il d.lgs. 624/1996, con il quale sono state introdotte norme generali con significativi impatti applicativi. Le tradizionali procedure amministrative di verifica, fino ad allora adottate dagli Organi di vigilanza, lasciano il passo a una strategia di prevenzione di tipo attivo, con il coinvolgimento delle aziende, in cui si tende a una diretta e costante correlazione tra attività produttiva e misure di sicurezza conseguenti da implementare che si esplica, fondamentalmente, attraverso la valutazione dei rischi con la redazione del Documento di Salute e Sicurezza (DSS).

### 2.2.2 Stabilità dei fronti di cava

L'analisi e la valutazione della stabilità dei fronti rientra quindi tra gli obblighi del datore di lavoro, essendo essa parte integrante dei contenuti del DSS ed indicata al punto m) dell'art. 10 del d.lgs. 624/1996 come uno degli elementi per i quali deve essere effettuata, preliminarmente alle attività estrattive e per ogni tipologia di coltivazione, la valutazione dei rischi *"e la conseguente individuazione delle misure e modalità operative, indicando in particolare le soluzioni adottate, o l'assenza di rischio"*. Per le cave a cielo aperto l'analisi preliminare di stabilità dei fronti deve prevedere un aggiornamento annuale, come richiamato dall'art. 52 dello stesso decreto, ed includere indicazioni di carattere tecnico in merito alla geometria e al metodo di coltivazione, in funzione della natura e dello stato del terreno e dei macchinari impiegati.

L'obbligo, in capo al datore di lavoro, di effettuare le analisi di stabilità prima dell'inizio delle coltivazioni, quindi, è dettato giuridicamente da prescrizioni diverse (artt. 10 e 52 del d.lgs. n. 624/96) sebbene si esplichino, sul piano tecnico, entrambe con la redazione da parte di tecnico abilitato di una analisi di stabilità.

L'art. 10 del d.lgs. n. 624/96 dispone sostanzialmente la valutazione dei rischi, e tra essi quelli derivanti dalla instabilità dei fronti, individuando le misure di prevenzione e protezione per il loro abbattimento alla fonte e la riduzione degli effetti di

possibili eventi dannosi; l'analisi di stabilità del sito, intesa come valutazione del rischio inerente possibili instabilità dell'ammasso roccioso o del terreno oggetto di coltivazione, è richiesta per tutte le tipologie di coltivazione e deve essere chiaramente aggiornata, al pari di altri contenuti del DSS che ricordiamo essere un documento dinamico, a seguito di ogni modifica significativa dei luoghi e dei metodi di coltivazione usati, di eventi naturali eccezionali (meteorici, sismici ecc.) e di ogni circostanza che possa influire sulle situazioni di rischio per i lavoratori, anche in funzione della durata temporale dell'attività. Spunti di riflessione per ulteriori aggiornamenti possono derivare a seguito di accadimenti inaspettati, quali infortuni e incidenti che abbiano evidenziato la presenza di rischi non previsti o l'adeguatezza di misure di prevenzione, oppure quando il progresso tecnico e scientifico fornisce la possibilità di ridurre o eliminare alcuni rischi.

Le analisi di stabilità condotte preliminarmente per tutte le tipologie di cave, con l'obiettivo di soddisfare la valutazione del rischio inerente la stabilità dei fronti ai sensi dell'art. 10, devono essere aggiornate annualmente, ex lege, solo per le cave a giorno, come prescritto dall'art. 52 dello stesso decreto, applicabile specificatamente alle attività a cielo aperto, che riguarda maggiormente l'intera vita progettuale dell'opera e tende, di fatto, al monitoraggio del soddisfacimento dei requisiti di sicurezza rispetto a quanto progettato, sia dal punto di vista geometrico che operativo con obblighi in capo anche al direttore responsabile delle attività.

La gestione, quindi, della sicurezza legata alla stabilità dei fronti acquisisce una connotazione dinamica, strettamente legata allo sviluppo nel tempo delle attività estrattive.

In precedenza, con riferimento alla stabilità dei fronti, solo alcune prescrizioni su geometria degli scavi, modalità di lavoro e verifica dei pericoli erano contenute nel d.p.r. 128/1959, in particolare riguardanti la pendenza dei fronti di scavo (art. 119), la condizione dei terreni di copertura (art. 118), le modalità e le precauzioni da adottare durante le escavazioni (art. 120-122) e l'ispezione visiva delle bancate per accertare eventuali pericoli presenti, soprattutto a seguito di brillamenti di mine, forti piogge e disgelo (art. 117).

La stabilità dei fronti rappresenta uno dei fattori determinanti dell'intero progetto di coltivazione, in quanto le operazioni di abbattimento determinano sempre, seppur in maniera variabile, una perturbazione delle condizioni di equilibrio dei terreni, siano essi roccia, materiale aggregato o sciolto. La misura di tale perturbazione, fino eventualmente alla rottura dell'equilibrio preesistente, dipenderà dalla reciproca interazione della metodologia e della geometria di scavo con le caratteristiche geologiche, geo-strutturali, fisiche e meccaniche, lo stato tensionale, le condizioni idrauliche e idrogeologiche dell'ammasso oggetto di coltivazione che possono, per particolari litologie, mutare anche nel tempo.

In effetti nelle cave a cielo aperto il personale può essere esposto a differenti tipi di processi d'instabilità dei versanti. I collassi di roccia possono dipendere da una serie di fattori predisponenti, la maggior parte dipendente dalle relazioni tra condizioni geologiche locali e attività specifiche di cava. Condizioni di pericolo posso-

no incorrere ad esempio quando sfavorevoli caratteristiche sedimentologiche e discontinuità geologiche (faglie, giunti ecc.) di masse rocciose sono rese più critiche dall'estrazione di materiale. Così come è da evidenziare il ruolo cruciale giocato da caratteristiche morfologiche, quali versanti con forti acclività, nel potenziale innesco di crolli rocciosi. Come ampiamente dimostrato in letteratura, la comprensione delle relazioni geometriche tra discontinuità geologiche e morfologia dei versanti è essenziale per valutare il potenziale rischio di cadute rocciose, poiché l'orientamento del set di fratture può influenzare sia le dimensioni che i meccanismi di rottura dei blocchi di roccia soggetti a collasso.

L'analisi di stabilità indaga in via preliminare l'insieme di tali fattori, ma deve tener conto anche di tutte le condizioni o le azioni che possono rivelarsi causa di dissesto (eventi meteorici straordinari, sismicità indotta o naturale, isolamento di blocchi o cunei ecc.) e costituisce la base, unitamente ad altri parametri di tipo industriale ed economico, su cui orientare le scelte progettuali. Per tale motivo le valutazioni devono essere fortemente tarate al contesto specifico in modo da rappresentare uno strumento utile alla individuazione di misure necessarie al mantenimento o al raggiungimento di un equilibrio stabile del complesso terreno-fronte di scavo, allo stato iniziale e in fase di esercizio durante lo sviluppo delle lavorazioni, fornendo anche i criteri per la loro corretta attuazione.

In linea teorica il problema della stabilità dei fronti potrebbe essere affrontato con un approccio di tipo probabilistico, in cui gli elementi coinvolti nelle valutazioni possono esprimersi come funzioni di distribuzione di probabilità. La stabilità stessa del fronte è definita come la probabilità che la funzione che individua il cosiddetto rapporto fra i fattori stabilizzanti e quelli destabilizzanti (indicato generalmente come Fattore di sicurezza o anche rapporto  $R_d/E_d$ ) rimanga al di sopra di un valore limite, scelto in maniera cautelativa secondo le condizioni e gli schemi del metodo di calcolo utilizzato. Tale approccio terrebbe conto della variabilità dei parametri di resistenza dei materiali e delle incertezze associate ai meccanismi di instabilità che si ripercuotono sui modelli concettuali e geotecnici che si sceglierebbero per le analisi. Tuttavia esso si rivela difficilmente applicabile nella realtà per l'elevato numero di prove necessarie per avere distribuzioni significative dei parametri, per la generale variabilità del dato geologico, la complessità delle elaborazioni e l'insieme delle incertezze di cui è necessario tenere conto.

Per tale motivo nella definizione del modello geologico-geotecnico è necessario far ricorso a osservazioni e stime di tipo sperimentale da condurre in situ e/o in laboratorio. Per questo andranno preferite, per quanto possibile, attività di esplorazione diretta sul campo durante le indagini preliminari, da espletarsi mediante uno studio topografico, stratigrafico, strutturale, geomorfologico e idrogeologico a gradi crescenti di dettaglio fino alla scala del singolo fronte di avanzamento o bancata, così come la caratterizzazione geo-meccanica dei materiali avverrà mediante prove sperimentali e test di laboratorio, assicurandosi che i dati ottenuti siano sufficientemente rappresentativi del comportamento dell'intero affioramento produttivo, o almeno per porzioni di esso riconosciute omogenee dal punto di vista geo-meccanico.

L'approfondimento delle indagini sperimentali, condotte con i criteri appena esposti, sarà proporzionato al contesto di potenziale instabilità e ai rischi connessi, tenendo conto della complessità geologica e geo-meccanica del sito e della rilevanza delle attività in progetto in funzione delle dimensioni, del numero di maestranze interessate, dei livelli di esposizione al rischio, della loro durata e della prossimità dell'impianto ad aree più o meno antropizzate.

Considerata l'incertezza insita nella stima di molti parametri, le valutazioni dovranno essere condotte sulla base di ipotesi tanto più cautelative quanto più scarsa è la disponibilità di dati sperimentali per i parametri significativi sul piano della sicurezza, tra cui coesione e angolo di attrito interno di terre e rocce, la distribuzione delle tensioni e la presenza di sovrappressioni idrauliche, valutando eventualmente mediante analisi parametriche il peso di tali fattori sulla stabilità, o instabilità, dei fronti al loro variare iniziando dalle condizioni più sfavorevoli. È da evitare in ogni caso l'adozione indiscriminata di dati di letteratura o valori che non abbiano una robusta validazione sperimentale. Il passaggio successivo consiste più propriamente nella verifica della stabilità dei fronti facendo riferimento a modelli di calcolo e metodologie di analisi maggiormente adeguati alla situazione studiata, sia sul piano logico che su quello tecnico. Per tale motivo, la normativa di settore non indica i criteri tecnici a cui uniformarsi nella analisi lasciando, quindi, alla sensibilità e all'esperienza del tecnico incaricato il compito di individuare il metodo computazionale che offre maggiori garanzie di cautela e risulta più idoneo tra quelli validati e disponibili nella letteratura scientifica nazionale e internazionale, nelle disposizioni legislative e nelle norme tecniche, anche non di settore, il cui insieme costituisce lo "stato dell'arte" della scienza geotecnica, con particolare riguardo alla meccanica delle terre e delle rocce, che potremo definire nel complesso le norme di buone prassi. Per maggiori approfondimenti si rimanda al capitolo dei riferimenti tecnici e normativi.

Gli esiti del progresso tecnico e scientifico sui criteri di progettazione nel campo dell'ingegneria civile e della geotecnica, ha determinato lo sviluppo di metodi di tipo semi-probabilistico agli stati limiti nelle verifiche di sicurezza, i quali consentono anche di introdurre gli effetti della risposta sismica locale nella valutazione. I metodi caratterizzati da un approccio semi-probabilistico risultano, in genere, maggiormente cautelativi rispetto a quelli che fanno tradizionalmente riferimento alle tensioni ammissibili ma, a seconda del modello geologico definito con le indagini preliminari su cui si applica, questa condizione può venir meno. Per tale motivo la scelta dell'uno o dell'altro approccio va valutato caso per caso, a seconda della situazione oggetto di analisi, preferendo il modello di verifica concettualmente più cautelativo da seguire in maniera rigorosa.

In caso di situazioni complesse è certamente possibile fare riferimento a modelli numerici e altri strumenti computazionali evoluti, ampiamente disponibili al giorno d'oggi. Tali tecniche consentono di analizzare il comportamento tenso-deformativo dei terreni allo stato di fatto e a quello di progetto con maggior grado di approfondimento purché vengano utilizzati in maniera oculata, valutando preven-

tivamente l'effettiva rappresentatività del modello scelto (2D, 3D, continuo, discontinuo etc.) al contesto reale oggetto di studio e adottando una serie di azioni per ottenere risultati affidabili e tecnicamente coerenti.

In altri termini occorre la consapevolezza che mai un modello può riprodurre in modo virtuale la situazione reale del sito in esame. Il comportamento del terreno, infatti, può discostarsi localmente, anche in modo sensibile, dalle condizioni medie per la numerosità e l'ampia variabilità dei fattori e delle grandezze in gioco, e descrivere in maniera deterministica tali situazioni può risultare di difficile attuazione per qualsiasi modello numerico, soprattutto se applicato a grande scala.

Per questo motivo ogni modello matematico deve essere oggetto di calibrazione; per i punti in cui sono state svolte le indagini in campo il modello deve fornire, variando reiterativamente i dati in ingresso e le condizioni al contorno, valori confrontabili ai parametri fisici e geo-meccanici dei terreni rilevati sperimentalmente, pena la sua non idoneità ad essere utilizzato.

Le analisi parametriche (dette altrimenti di sensitività) di cui si è fatto cenno in precedenza consentono di stimare, valutandone la variabilità, come e in quale misura i diversi fattori influenzano la stabilità dei fronti a seguito delle alterazioni geometriche e di morfologia, rispetto alla condizione iniziale, in relazione alle modalità di svolgimento e le tempistiche delle attività estrattive previste.

Una corretta valutazione del rischio, quindi, implica un approccio rigoroso e di estrema cautela nella valutazione dei potenziali fenomeni di instabilità, soprattutto nelle fasi iniziali dell'analisi e qualora manchi una robusta base sperimentale nella stima dei parametri caratteristici dei materiali.

### **2.2.3 Piano di controlli e monitoraggi**

Quando la previsione del comportamento geotecnico presenta elementi di incertezza, può risultare appropriato seguire un approccio progettuale noto anche come metodo osservazionale, che trova riscontro in diversi riferimenti tecnico-scientifici, come ad esempio la norma EN 1997-1, (2004), secondo il quale le scelte progettuali sono oggetto di verifica costante in corso d'opera e, nel caso, modificate qualora appaiono evidenti comportamenti dei materiali e dell'intero modello geotecnico che si discostano o superano i limiti ritenuti accettabili e stabiliti preliminarmente, con le cautele del caso, già in fase di progettazione delle attività estrattive. Occorre per questo implementare un piano di controlli e monitoraggi volto ad individuare ogni elemento che possa configurarsi come un segnale di evoluzione indesiderata dell'insieme terreno-fronte di scavo. Esso può essere espletato con tecniche più o meno raffinate, a seconda delle dimensioni, della complessità e dell'importanza delle attività, a partire dalla semplice osservazione visiva di elementi macroscopici fino all'adozione di sofisticati sistemi di rilevamento e acquisizione dati in tempo reale con attivazione automatica di allerta. Il monitoraggio in continuo e la disponibilità in tempo reale della conoscenza delle mutate



condizioni di stabilità del versante a causa di eventi meteorici, vibrazioni connesse con l'attività antropica, scosse sismiche o assestamenti naturali dei versanti costituiscono il presupposto essenziale per l'avvio dell'attività di messa in sicurezza preventiva e dell'interdizione all'accesso di aree a rischio di crolli.

Esistono differenti tipi di sistemi di monitoraggio con diversa accuratezza, invasività, distanze coperte e costi. Non esiste un sistema universale proprio a causa dei differenti fattori umani, geologici, morfologici e fisici esistenti nei diversi siti. In generale la tendenza attuale è quella di affiancare ai monitoraggi tradizionali la misura della deformazione (*strain*) degli ammassi rocciosi potenzialmente instabili mediante sensori distribuiti in fibra ottica (DOFS), basati sul fenomeno dello *scattering di Brillouin*. Si tratta di una tecnologia di ultima generazione in grado di fornire misure molto accurate sia di deformazione che di temperatura, in tempo reale (*real-time*), in differenti luoghi, contraddistinti da una morfologia molto complessa (ammassi rocciosi strapiombanti, pareti aggettanti e gallerie) e da intense escursioni termiche stagionali e giornaliere, nonché simultaneamente.

L'utilizzo di tale tecnologia può portare ad un aumento della flessibilità dei sistemi di monitoraggio comunemente implementati, offrendo la possibilità di riconoscere eventuali segnali di cedimento o deformativi in genere con maggiore precisione e anticipo e secondo un areale maggiore rispetto a punti singoli di osservazione e misura. Tale aspetto ha delle conseguenze dirette in termini di potenziale miglioramento delle condizioni di sicurezza sul luogo di lavoro. Il metodo, infine, può costituire un valido supporto per una razionale programmazione, a breve e medio termine, dell'attività estrattiva, rispettando, allo stesso tempo, la normativa sulla sicurezza e l'interesse economico delle attività produttive.

È normale che anche in caso di monitoraggio con fibre ottiche, dovrebbero essere affiancate periodiche verifiche mediante misure topografiche di elevata precisione con approccio tradizionale o con ricorso a utilizzo di antenne GPS (*Global Positioning System*), stazioni totali robotizzate, interferometri e laser scanner terrestri e, dove già disponibili, attraverso misure geotecniche (fessurimetri, estensimetri, clinometri), al fine di acquisire misure di spostamento indipendenti dai DOFS e utili per effettuare un confronto tra differenti tecniche di acquisizione dei dati. Così come un'altra utile moderna tecnica potrebbe essere costituita dall'utilizzo di droni (*remotely piloted aircraft systems - RPAS*), che permettono l'acquisizione di dati topografici ad alta risoluzione in aree spesso caratterizzate da morfologie complesse, dove le tecniche terrestri avrebbero significative limitazioni.

In una cava di pietre ornamentali, una dettagliata conoscenza delle caratteristiche geometriche e meccaniche delle discontinuità presenti nell'ammasso roccioso ed un efficace sistema di monitoraggio, oltre a garantire condizioni di maggior sicurezza per i lavoratori, consentono la possibilità di realizzare una pianificazione razionale dell'attività estrattiva a medio e lungo termine, nel rispetto della normativa vigente e nell'interesse economico delle attività produttive. In ogni caso le procedure, l'intervallo dei rilievi e il tempo di risposta degli strumenti devono essere adeguati a evidenziare eventuali criticità nel loro stadio iniziale e consentire, di



conseguenza, l'adozione di misure di riduzione del rischio e di prevenzione efficaci in tempi compatibili all'evoluzione del possibile dissesto. Nel caso di utilizzo di strumentazione e reti per l'acquisizione dei dati, deve essere sempre garantito il corretto funzionamento attraverso una regolare manutenzione periodica.

**Figura 2.2.2 - Drone per rilievi di cava**



*(Fonte: Università degli Studi di Firenze. Centro per la Protezione Civile. Guglielmo Rossi, Luca Tanteri, Carlo Tacconi Stefanelli.)*

L'implementazione di un piano di monitoraggio e controlli, oppure il ricorso a sistemi di rinforzo e consolidamento dell'ammasso oggetto di coltivazione, in nessun caso deve essere inteso come alternativo alle citate misure di controllo del rischio di instabilità da adottare nelle fasi preliminari della progettazione. Sul piano della sicurezza dei lavoratori ma anche del corretto sfruttamento del giacimento, non appare adeguato un approccio di tipo diverso, soprattutto nel caso di materiali lapidei e strutture di grande volume in cui, ad esempio, scientemente vengano isolati grosse porzioni di materiale (cunei, prismi ecc.) cinematicamente rimovibili e tenute in posto esclusivamente da ancoraggi e/o consolidamenti oppure non seguendo stringenti procedure di lavoro durante le fasi di scavo al piede delle fronti o dei cumuli che andrebbero, per quanto possibile, evitate per l'alta predisposizione a causare dissesti.

La sicurezza delle coltivazioni, quindi, passa attraverso una corretta pianificazione in cui ogni misura di tutela volta all'eliminazione o, quanto meno, alla riduzione dei rischi deve essere adottata nell'ottica di impedire o limitare la formazione ad ogni scala di potenziali instabilità dei fronti, in funzione della natura e dello stato del terreno nonché dei macchinari impiegati. Gli elementi oggetto di pianificazione sono molteplici, riconducibili sostanzialmente alla geometria e al metodo di coltivazione, ai volumi interessati, alla direzione di avanzamento degli scavi, all'altezza e alla pendenza dei fronti di coltivazione e dei terreni di copertura. Da tali aspetti può emergere l'opportunità di indicare, ad esempio, norme comportamentali per gli operatori impegnati in operazioni con rischi collegati alla stabilità dei fronti, le distanze di sicurezza di macchine e operatori dai cigli o dai piedi dei fronti di cava, l'interdizione di aree al personale e/o alle macchine, la frequenza e le modalità delle ispezioni e delle eventuali periodiche attività di disgaggio dei blocchi pericolanti nelle pareti ritenute in equilibrio instabile, ecc.

In conclusione, si riportano gli aspetti principali da considerare per una corretta analisi della stabilità dei fronti di coltivazione, il cui grado di approfondimento deve essere adeguato alle caratteristiche del sito estrattivo:

- a) profondità di indagine proporzionata alla complessità e disomogeneità geologica/geo-meccanica dell'area e alla rilevanza dell'attività in progetto;
- b) valutazioni tanto più cautelative quanto più scarsamente, o non sufficientemente, fondate su dati sperimentali;
- c) verifiche condotte con analisi parametriche (o di sensitività);
- d) implementazione di un programma di monitoraggio e controllo;
- e) scelta di un metodo di calcolo adeguato preferendo, tra i diversi schemi noti in letteratura e di comprovata validità, quello orientato a criteri di maggior cautela con il raggiungimento di livelli di sicurezza più elevati per il contesto in esame;
- f) scelta motivata in caso di riferimento a un modello numerico e corretto utilizzo dei relativi risultati;
- g) scelte progettuali da adottare in coerenza con i risultati delle analisi di stabilità svolte, preferendo criteri organizzativi tesi alla riduzione del rischio in ottica di prevenzione di possibili dissesti e di sicurezza dei lavoratori.

**RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI, SITOGRAFIA E IMMAGINI**

- [1] Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008.
- [2] Circolare Ministero Lavori Pubblici 24 Settembre 1988, n. 30483
- [3] Decreto Ministero Lavori Pubblici 11 marzo 1988 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale).
- [4] Decreto ministeriale 14 gennaio 2008 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.
- [5] EN 1997-1:2004 - Eurocode 7 - Geotechnical design - Part 1: General rules.
- [6] EN 1997-2:2007 - Eurocode 7 - Geotechnical design - Part 2: Ground investigation and testing.
- [7] ISRM (International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering) - Suggested Methods and Technical Notes.
- [8] Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR).
- [9] Legge 2 febbraio 1974, art. 1 Decreto ministeriale 11 marzo 1988 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- [10] Raccomandazioni AGI-AICAP - Ancoraggi nei Terreni e nelle Rocce, AGI, Roma, 2012 (3 ediz.).
- [11] UNI EN 1537:2013 - Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Tiranti di ancoraggio.
- [12] UNI EN 1998-5:2005 - Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica-Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- [13] Figura 2.2.1, Inail DCPC Galleria delle immagini. Rielaborazione degli Autori.
- [14] Figura 2.2.2. Università degli Studi di Firenze. Centro per la Protezione Civile. Guglielmo Rossi, Luca Tanteri, Carlo Tacconi Stefanelli.)
- [15] Figura 2.2 (Best practice) Rielaborazione di ANEPLA tratta da Linee GUIDA ANEPLA -Provincia di Varese e Dipartimento di Geologia del Politecnico di Milano.

## BEST PRACTICE 2.2

### BOX APPROFONDIMENTO

**ANEPLA** (Associazione Nazionale Estrattori Produttori Lapidei e Affini) in collaborazione con **Inail**, nell'ambito della Sezione 2.2 sulla sicurezza dei fronti di cava, riportano di seguito un approfondimento specifico per il settore estrattivo degli Aggregati che riguarda la stabilità delle vasche di decantazione e le relative procedure di pulizia. Si tratta di manufatti, generalmente in terra, che vengono realizzati per stoccare e contenere i fanghi di lavaggio degli Aggregati. Tali vasche devono essere periodicamente pulite ovvero svuotate dai fanghi che poi verranno asciugati per essere reimpiegati nelle opere di recupero ambientale di cava. Best Practice: stabilità delle vasche di decantazione e procedure di pulizia

#### Best Practice: stabilità delle vasche di decantazione e procedure di pulizia

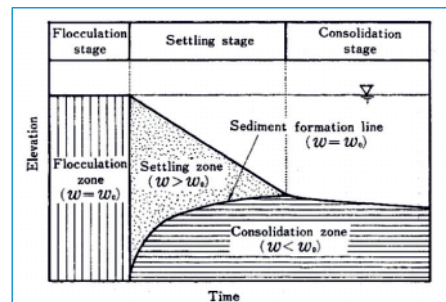
**Generalità:** La Provincia di Varese e ANEPLA, nell'ambito delle loro funzioni di prevenzione infortuni, insieme al Dipartimento di Geologia del Politecnico di Milano ha predisposto delle linee guida specifiche per la gestione della stabilità delle vasche di decantazione dei limi di lavaggio derivanti dall'attività di selezione, frantumazione e vagliatura delle cave di aggregati, nonché delle procedure operative per la pulizia delle vasche stesse. Operazione quest'ultima molto complessa e pericolosa.

**Prescrizioni:** verificare la stabilità delle vasche di decantazione individuando le caratteristiche meccaniche e il comportamento geotecnico dei materiali di riempimento delle stesse.

**Raccomandazioni Tecniche:** durante la delicata fase dello scavo e asportazione dei fanghi dalla vasca, onde evitare il rischio di collasso gravitativo della struttura di deposito sugli operatori che effettuano la pulizia si raccomanda:

- svuotamento delle vasche di decantazione che deve avvenire dall'alto (non dal fronte), utilizzando mezzi idonei in relazione al peso e alle dimensioni degli stessi
- In alternativa, in caso di attacco della pulizia frontale, è obbligatorio che il fronte di attacco non superi i tre metri e che gli operatori non debbano scendere dal mezzo durante le operazioni.

È inoltre necessario conoscere con precisione le condizioni di saturazione della vasca mediante o l'utilizzo di sonde tipo FRD (Riflettometria nel Dominio della Frequenza) o mediante carotaggi che interessino tutto lo spessore della vasca.



(Fonte: Studio dei problemi di stabilità dei fronti di scavo in vasche di decantazione – Edizioni PEI. Rielaborazione ANEPLA tratta da Linee guida ANEPLA -Provincia di Varese e Dipartimento di Geologia del Politecnico di Milano)

## 2.3 SICUREZZA ELETTRICA NELLE CAVE A CIELO APERTO

### 2.3.1 Aspetti legislativi

I principali documenti legislativi applicabili per l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti elettrici di attività estrattive e cave a cielo aperto, sono riportati nei riferimenti della sezione 2.3 (da [1] a [6]).

In particolare, sulla base della legge 186/68 [2], del d.lgs. n. 624/96 [3], del d.m. 37/08 [6] (quest'ultimo per gli edifici delle attività a cui è applicabile) e del d.lgs. 81/08 [4], gli impianti elettrici nelle attività estrattive e cave a cielo aperto devono essere progettati, costruiti, realizzati ed eserciti a regola d'arte.

La conformità alle norme tecniche emanate dagli organismi internazionali e nazionali competenti costituisce condizione sufficiente per poter affermare la conformità alla regola dell'arte. Alcune di tali norme sono riportate nei riferimenti del capitolo 2.3 (da [7] a [19]).

In particolare, la norma CEI 64-8/7 [7], sezione 704, *"impianti nei cantieri di costruzione o demolizione"*, prevista per gli impianti elettrici dei cantieri, è applicabile anche agli impianti delle attività estrattive e similari. Tale norma non era cogente per simili attività prima della sua 1a edizione, entrata in vigore il primo novembre 2012, pertanto potrebbero esistere impianti non conformi ad essa costruiti precedentemente a tale data.

Nei prossimi paragrafi saranno analizzate le caratteristiche che, sulla base di tale norma e della linea guida CEI 64-17 [10] per *"l'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri"*, devono essere possedute dagli impianti elettrici delle attività estrattive a cielo aperto.

Comunque, nelle attività estrattive, le potenze e le correnti in gioco sono maggiori di quelle che possono trovarsi negli ordinari impianti di cantiere, di conseguenza l'applicazione delle prescrizioni dei cantieri a simili impianti potrebbe comportare difficoltà tecniche variabili caso per caso.

#### 2.3.1.1. Verifiche periodiche

Le *verifiche*, ai sensi dell'art. 31 del d.lgs. n. 624/1996 [3], sono attività di tipo ispettivo, volte ad accertare: la conformità alle norme tecniche applicabili, lo stato di manutenzione e conservazione ed il mantenimento delle condizioni di sicurezza degli impianti. La disciplina della denuncia e delle verifiche periodiche degli impianti di messa a terra e dei dispositivi di protezione dalle scariche atmosferiche per gli impianti installati presso le industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee non rientra nell'ambito di applicazione del d.p.r. 462/2001 [5]. Essenzialmente perché in tale decreto è indicata l'abrogazione esplicita delle parti conflittuali del d.p.r. 547/1955, senza alcun riferimento a quelle del d.lgs. 624/1996.

Tuttavia, è necessario fare riferimento al d.p.r. 462/2001 per quanto riguarda le modalità di denuncia degli impianti, a causa dell'abrogazione degli articoli 2, 3, 4

del d.m. 12/9/1959 [1], nonché dei modelli A, B, C allegati al medesimo decreto [art. 9, comma 1, lettera b), d.p.r. 462/2001].

Pertanto, le procedure da attuare sono le seguenti:

- le denunce degli impianti di terra e dei dispositivi di protezione dalle scariche atmosferiche installati presso le attività estrattive devono essere eseguite in conformità alle modalità indicate nel d.p.r. 462/2001, cioè tramite la dichiarazione di conformità da inviarsi alla ASL competente per territorio; tale dichiarazione costituisce “omologazione dell’impianto”; per tali impianti l’Inail non effettua verifiche a campione;
- per le verifiche periodiche resta valido il comma 4 dell’art. 31 del d.lgs. 624/1996, che stabilisce che le verifiche periodiche devono essere condotte dall’autorità di vigilanza competente ad intervalli non superiori a 2 anni.

Infine, anche alle cave a cielo aperto è applicabile l’art. 86 del d.lgs. 81/08, per cui il datore di lavoro deve provvedere “affinché gli impianti elettrici e gli impianti di protezione dai fulmini siano periodicamente sottoposti a controllo secondo le indicazioni delle norme di buona tecnica e la normativa vigente per verificarne lo stato di conservazione e di efficienza ai fini della sicurezza”. L’esito dei controlli deve essere verbalizzato e tenuto a disposizione dell’autorità di vigilanza.

Quindi, con il termine *controlli* si intende una serie di attività che il datore di lavoro pone in essere per assicurare il buono stato di esercizio degli impianti al fine di tutelare il lavoratore. Da notare che l’articolo che introduce l’obbligo dei controlli non fa riferimento solo all’impianto di terra, ma nomina tutto l’impianto elettrico.

### 2.3.2 Impianto elettrico della cava

L’insieme dei componenti elettrici, utilizzati per rendere disponibile l’energia elettrica agli apparecchi utilizzatori dell’attività estrattiva, ne costituisce l’impianto elettrico.

Tale impianto inizia dal punto di allaccio della linea di alimentazione al quadro generale dell’attività estrattiva:

- se esiste un ente fornitore, tale punto coincide con il punto di fornitura (morsetti dell’organo di misura);
- se l’alimentazione è derivata da un impianto esistente, il punto d’inizio coincide con i morsetti dell’interruttore immediatamente a monte del quadro generale dell’attività estrattiva;
- se l’attività estrattiva è alimentata con un gruppo elettrogeno o una sottostazione prefabbricata (cabina elettrica) per la trasformazione MT/BT, il punto di inizio coincide con tali elementi.



Se vi sono imprese subappaltanti che operano nell'area dell'attività estrattiva, per evitare il proliferare di impianti elettrici, uno per ogni impresa subappaltante, si consiglia di fare in modo che l'impianto elettrico dell'attività estrattiva sia realizzato per soddisfare tutte le esigenze della stessa, comprese quelle abitualmente prevedibili per le imprese subappaltanti.

Inoltre, una volta realizzato l'impianto elettrico, è necessario che le persone preposte all'organizzazione informino gli operatori (anche quelli delle imprese subappaltanti) in merito:

- alle caratteristiche dell'impianto;
- ai criteri di sicurezza da adottare per un utilizzo corretto dello stesso;
- ai rischi correlati all'utilizzo dei componenti elettrici.

L'impianto elettrico dell'attività estrattiva deve permettere il contemporaneo esercizio delle varie attività, anche quando queste sono eseguite da operatori senza particolare esperienza di impiantistica, o senza conoscenza delle caratteristiche dell'impianto esistente.

In ogni caso, deve essere evitato che qualcuno possa accedere alle morsettiere e realizzare derivazioni dai quadri esistenti senza autorizzazione.

L'estensione fisica condiziona il progetto di un impianto, in particolare occorre prestare attenzione alle cadute di tensione per le dorsali, quando queste si avvicinano al centinaio di metri.

Inoltre se alla dimensione si affianca un'intensa attività, può essere necessario prevedere più quadri di distribuzione secondari, per mantenere entro limiti accettabili l'uso di cavi di prolunga.

I quadri secondari possono essere fissi, in presenza di attività intense, oppure possono essere mobili in modo da essere spostati periodicamente per seguire le lavorazioni.

La circolazione di mezzi meccanici, la possibilità di realizzare scavi o sbancamenti, il semplice ribaltamento di un cassone possono provocare contatti accidentali con le linee elettriche presenti nell'area di lavoro. Per tale ragione il piano di posa delle linee deve essere realizzato avendo ben presenti le esigenze delle attività da effettuare, ricorrendo, ove possibile, alla posa sui lati periferici dell'area di lavoro. Una copia del piano di posa delle linee (che metta in particolare evidenza quelle interrate) deve essere consegnato al direttore responsabile dell'attività.

Per quanto riguarda le potenze impegnate, queste possono facilmente essere superiori a 100 kW (o a 100 kVA nel caso di gruppi elettrogeni), necessari per fornire potenza sufficiente per le tagliatrici a filo o a catena (che impiegano ciascuna potenze dell'ordine delle decine di kW).

Per quanto riguarda i lavori non elettrici che si svolgono in vicinanza di parti attive, si applica l'art. 83 (Capo III, Titolo III) del Testo Unico (d.lgs. 81/2008 e s.m.i.). Tali lavori non possono essere eseguiti se ci si trova a distanze inferiori ai limiti di cui alla Tabella 1 dell'Allegato IX al Testo Unico (si veda la tabella 2.3.1), salvo che ven-

gano adottate disposizioni organizzative e procedurali idonee a proteggere i lavoratori dai conseguenti rischi.

A tal fine possono essere ritenute idonee le disposizioni contenute nei riferimenti normativi costituiti dal punto 6.4.4 della norma EN 50110-1:2013 [12] (Esercizio degli Impianti elettrici Parte 1 prescrizioni generali) e dal punto 6.4.4 della norma CEI 11-27 [11], IV Edizione (2014) (Lavori su Impianti elettrici).

**Tabella 2.3.1 - Tabella 1, Allegato IX, d.lgs. 81/2008 [4]**

$U_n$ (kV)	DA9 (m)
$U_n \leq 1$	3
$1 < U_n \leq 30$	3,5
$30 < U_n \leq 132$	5
$132 < U_n$	7

DA9 = Distanze di sicurezza da parti attive di linee elettriche e di impianti elettrici non protette o non sufficientemente protette da osservarsi, nell'esecuzione di lavori non elettrici, al netto degli ingombri derivanti dal tipo di lavoro, delle attrezzature utilizzate e dei materiali movimentati, nonché degli sbandamenti laterali dei conduttori dovuti all'azione del vento e degli abbassamenti di quota dovuti alle condizioni termiche.

(Fonte: Elaborazione tratta dal d.lgs. 81/08 a cura dell'Autore. DIT Inail)

Sulla base dell'art. 117 del Testo Unico, oltre a quanto riportato nell'art. 83 e nelle norme citate, potrebbe essere utile rispettare almeno una delle seguenti ulteriori precauzioni:

- mettere fuori tensione ed in sicurezza le parti attive per tutta la durata dei lavori;
- posizionare ostacoli rigidi che impediscano l'avvicinamento alle parti attive;
- tenere in permanenza, persone, macchine operatrici, apparecchi di sollevamento, ponteggi ed ogni altra attrezzatura a distanza di sicurezza.

La distanza di sicurezza di cui alla lettera c) deve essere tale che non possano avvenire contatti diretti o scariche pericolose per le persone, tenendo conto del tipo di lavoro, delle attrezzature usate e delle tensioni presenti e comunque la distanza di sicurezza non deve essere inferiore ai limiti di cui all'Allegato IX del Testo Unico o a quelli dei punti 6.4.4 delle norme EN 50110-1:2013 o CEI 11-27:2014.

Le sanzioni a carico del datore di lavoro e del dirigente per le violazioni dell'art. 83 o dell'art. 117 del Testo Unico sono l'arresto fino a sei mesi o l'ammenda da 3.071,27 a 7.862,44 euro.

Per quanto riguarda i lavori elettrici si rimanda alle norme CEI EN 50110-1 e CEI 11-27. In particolare, se i lavori sono sotto tensione, deve essere applicato quanto



riportato nell'art. 82 del Testo Unico. Nelle usuali attività il rischio che l'impianto elettrico possa innescare incendi o esplosioni è abbastanza remoto; nei casi in cui il rischio non è remoto, devono essere rispettate le norme specifiche applicabili.

#### 2.3.2.1. Condizioni ambientali

Durante le attività estrattive:

- le condizioni ambientali che si incontrano (umidità, acqua) possono rendere le persone più vulnerabili al rischio elettrico;
- polveri o acqua contribuiscono all'invecchiamento precoce degli isolanti e degli involucri e possono penetrare all'interno di questi ultimi;
- l'escursione termica giornaliera e stagionale e l'irraggiamento UV solare causano invecchiamento precoce degli isolanti e degli involucri;
- le continue sollecitazioni dei quadri elettrici mobili o trasportabili e dei cavi elettrici per gli spostamenti e la movimentazione dei macchinari all'interno dell'area di lavoro, accrescono la probabilità di danneggiamenti per urti, schiacciamenti, abrasioni.

Per proteggere i quadri e i componenti dall'ingresso delle polveri (residui del taglio delle pietre) gli involucri devono presentare grado di protezione non inferiore a IP5X [27].

Per proteggere i quadri e i componenti dall'ingresso di spruzzi d'acqua (a causa di umidità, precipitazioni atmosferiche o di acque usate per le lavorazioni) gli involucri devono presentare grado di protezione non inferiore a IPX4 (se la protezione deve valere anche per i getti d'acqua, allora il grado di protezione non può essere inferiore a IPX5) [27].

Per evitare danneggiamenti meccanici dei cavi e dei quadri, questi devono essere posizionati alla periferia della zona di lavoro, in modo da non interferire con la viabilità e le lavorazioni

Cavi elettrici con isolanti e guaine in gomma neoprenica sono particolarmente adatti a resistere alle sollecitazioni meccaniche, alla posa mobile e a rimanere flessibili anche alle basse temperature, a differenza di quelli con isolanti e guaine in PVC.

#### 2.3.2.2. Prescrizioni per la protezione dai contatti diretti e indiretti

Un'attività estrattiva è un luogo esposto ai pericoli in quanto è soggetto a continue movimentazioni e variazioni. In esso è presente qualunque tipo di personale, anche quello non addestrato dal punto di vista elettrico. Per questo vanno prese precauzioni restrittive per la sicurezza.

Particolare attenzione va posta sulle misure di protezione contro i contatti diretti ed indiretti. Per verificare la permanenza nel tempo di tali misure può essere necessario prevedere controlli periodici.

La protezione contro i contatti diretti può essere ottenuta:

- con l'isolamento delle parti attive (art. 412.1, CEI 64-8);
- con l'utilizzo di involucri o barriere (art. 412.2, CEI 64-8).

Le misure di protezione da contatti accidentali con le parti attive per mezzo di ostacoli si possono adottare solo quando le altre misure di protezione non possono essere utilizzate, previo accordo con il direttore responsabile dell'attività, e comunque devono essere mantenute per un periodo di tempo limitato.

Nelle cave, in analogia a quanto avviene nei cantieri, la tensione di contatto limite convenzionale  $U_L$ , per la protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione, deve essere limitata a 25 V c.a. o a 60 V c.c. (non ondulata) e si applicano le prescrizioni specificate nell'art. 481.3.1.1 della norma CEI 64-8.

Il rispetto di queste prescrizioni può essere ottenuto:

- in un sistema TT, solo con l'utilizzo di dispositivi differenziali;
- in un sistema TN eventualmente con l'impiego del solo interruttore magnetotermico, previa verifica dell'impedenza dell'anello di guasto e del tempo di intervento della protezione, che non deve essere superiore a 0,2 s (per i circuiti terminali fino a 230 V verso terra protetti con dispositivi di protezione contro le sovracorrenti con corrente nominale non superiore a 32 A) oppure a 5 s (per i circuiti di distribuzione e altri circuiti terminali, con tensione fino a 230 V verso terra); tuttavia, l'impiego di un dispositivo differenziale anche nei sistemi TN garantisce una sicurezza maggiore.

Nella costruzione degli apparecchi utilizzatori portatili è normalmente usata la protezione mediante componenti elettrici di Classe II. Tali apparecchi devono essere almeno idonei per l'uso in luoghi soggetti a spruzzi d'acqua (IPX4) o getti d'acqua (IPX5), o avere grado di protezione adeguato nel caso siano destinati a funzionare in immersione.

Il sistema SELV (bassissima tensione di sicurezza) per la protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti (art. 411, CEI 64-8) può essere utilizzato nelle cave, e può divenire indispensabile (ad esempio, per l'alimentazione di utensili o lampade portatili) quando le condizioni di lavoro risultino particolarmente severe.

Si può applicare anche la protezione per separazione elettrica. In tal caso la sorgente di alimentazione del circuito deve essere un trasformatore o una sorgente con caratteristiche di sicurezza equivalente (ad esempio, un gruppo elettrogeno). Se sono alimentati più apparecchi utilizzatori le masse devono essere collegate tra loro con un conduttore equipotenziale. Tale tipo di protezione può essere adottata in circuiti con prese a spina solo se ciascun utilizzatore è alimentato da un trasformatore di isolamento separato o da un avvolgimento secondario separato del trasformatore (un solo utilizzatore per ogni avvolgimento secondario).

### 2.3.2.3. Quadri ASC

Quando si realizza un impianto per un'attività estrattiva, questo va alimentato da un quadro generale, anche se l'impianto dell'attività estrattiva è composto da soli utilizzatori mobili.

I quadri elettrici utilizzati nei cantieri, realizzati in modo da sopportare severe condizioni di esercizio e gravose condizioni esterne, potrebbero essere adatti anche per le sollecitazioni tipiche delle attività estrattive, eventualmente scegliendo quelli con grado di protezione adeguato (almeno IP54).

I quadri per i cantieri devono essere conformi alla norma CEI 17-117 (EN 61439-4) [18] e sono denominati *quadri ASC* (Assiemati di Serie per Cantieri). Tali quadri, sottoposti a opportune prove di tipo, collaudati e certificati dal costruttore, di solito sono acquistati già montati, tuttavia è possibile che l'assemblaggio dei vari componenti sia effettuato al di fuori del luogo di produzione. In tal caso, il montaggio deve essere effettuato secondo le indicazioni fornite dal produttore e colui che effettua il montaggio finale risulta essere il costruttore del quadro.

I quadri ASC devono soddisfare i seguenti requisiti [10]:

- avere una buona flessibilità di utilizzo e un'elevata riutilizzabilità in successive installazioni;
- impiegare materiali e componenti di facile reperibilità per le eventuali sostituzioni;
- essere facilmente installabili, trasportabili e immagazzinabili;
- resistere alle sollecitazioni che si presentano durante l'utilizzo;
- garantire la sicurezza dell'impianto nelle condizioni di esercizio previste.

Il quadro all'origine dell'impianto deve comprendere i dispositivi di protezione principali.

Per l'alimentazione degli apparecchi utilizzatori può essere necessario dover ricorrere a quadri di distribuzione secondari.

I dispositivi di protezione contro le sovracorrenti devono avere caratteristiche idonee ai cavi da loro protetti e nello stesso tempo consentire l'avviamento di motori con corrente di spunto elevata. Il dispositivo di protezione contro il cortocircuito deve avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di consegna dell'energia elettrica (se non è possibile calcolare il valore di tale corrente nel punto di installazione).

Qualora si utilizzi come interruttore generale un dispositivo privo protezione contro le sovracorrenti e con la sola protezione differenziale (differenziale puro), tale interruttore deve essere protetto con un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, secondo le indicazioni del costruttore. Si sconsiglia l'uso di interruttori differenziali puri con più dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti immediatamente a valle. Le alimentazioni di sicurezza e di riserva devono essere collegate mediante dispositivi disposti in modo da impedire l'interconnessione di alimentazioni diverse.

Ciascun quadro ASC, deve avere un dispositivo di interruzione e sezionamento generale facilmente accessibile (il sezionamento può essere realizzato anche con prese a spina). I dispositivi di sezionamento devono essere adatti per essere fissati nella posizione di aperto (per esempio mediante un lucchetto) o devono essere collocati all'interno di un quadro chiudibile a chiave, per evitare richiusure intempestive. In pratica, ogni ASC si compone di [10]:

- un'unità di entrata che contiene:
  - un dispositivo di sezionamento che deve potere essere bloccato in posizione di aperto;
  - un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti (che si può omettere quando la protezione è assicurata dal quadro a monte, tuttavia non è ammesso utilizzare l'interruttore limitatore del distributore per proteggere contro il cortocircuito la linea di alimentazione del quadro generale).
- un'unità di uscita con:
  - dispositivi di manovra, facilmente accessibili senza l'uso di chiavi o attrezzi, con azionamento simultaneo dei contatti di fase;
  - dispositivi di protezione da sovracorrenti;
  - dispositivi di protezione contro i contatti diretti e indiretti (secondo quanto previsto dalla CEI 64-8 [7]).

Nella realizzazione di una rete per una cava, sia essa gestita da un singolo quadro o da più quadri in cascata, si deve cercare il massimo livello di selettività possibile nelle protezioni, sia di tipo magnetotermico che differenziale. Quando più dispositivi di protezione sono disposti in serie e quando le necessità di esercizio lo giustificano, le loro caratteristiche di funzionamento devono essere scelte in modo da interrompere l'alimentazione solo della parte di impianto in cui si trova il guasto. Il coordinamento tra i dispositivi di protezione deve essere concordato tra il costruttore dell'ASC e l'utilizzatore, in mancanza di richieste valgono le istruzioni del costruttore.

Per i quadri ASC valgono le seguenti prescrizioni [10]:

- il quadro deve essere adatto al posizionamento anche in luoghi impervi, rimanendo comunque in posizione verticale (possono fare eccezione i quadri mobili);
- il dispositivo di arresto di emergenza deve essere accessibile in tutte le possibili condizioni di utilizzo del quadro;
- il quadro deve essere dotato di mezzi per il sollevamento e il trasporto;
- i morsetti terminali debbono essere adatti a ripetuti allacciamenti;
- le uscite dei cavi devono avere una distanza minima dal suolo compatibile con il raggio di curvatura dei cavi stessi;
- il grado di protezione minimo richiesto per le cave a cielo aperto è IP54 [27], con l'eccezione del frontale interno per il quale è ammesso IP21 a condizione che questo si trovi protetto da un portello che assicuri in ogni caso verso l'esterno il grado IP54 [27].

Per quanto riguarda i locali di servizio (uffici, spogliatoi, mense, servizi igienici), quando, a seguito della valutazione del rischio, tali locali si possano ritenere esclusi dai pericoli tipici dell'attività estrattiva, quali quelli derivanti da azioni meccaniche, polvere, pioggia, vento, irraggiamento solare, allora in essi non sono necessari quadri del tipo ASC. I quadri elettrici non ASC installati in simili locali di servizio sono soggetti alle norme CEI 17-113 (EN 61439-1) [19], CEI 17-116 (EN 61439-3) [20] o CEI 23-51 [21]. Per essi valgono le stesse prescrizioni relative ai dispositivi di interruzione e sezionamento valide anche per i quadri ASC.

#### 2.3.2.4. Impianto di terra

Nella fase di progetto dell'impianto elettrico, si deve definire la configurazione del dispersore di terra. I primi elementi del dispersore, se non già esistenti, vanno ubicati nelle vicinanze del quadro generale e delle strutture più vicine (locali di servizio o impianti di lavorazione). Il collegamento tra i dispersori di terra già esistenti e quelli nuovi durante l'espansione dell'impianto elettrico, non solo rende funzionale l'impianto di terra definitivo, ma contribuisce ad un forte miglioramento dell'equipotenzialità ambientale e riduce il rischio dovuto ai contatti. Il valore della resistenza di terra del dispersore deve essere coordinato con le protezioni, in funzione del sistema adottato (TT, TN)<sup>10</sup>.

Per il miglioramento dell'equipotenzialità, è consigliabile che i conduttori che collegano i vari elementi del dispersore siano realizzati in corda nuda o tondino di acciaio zincato, in modo da contribuire ad accrescere la superficie di contatto del dispersore. Ove sia possibile, i conduttori orizzontali devono essere posati entro uno scavo. La profondità di posa deve essere almeno di 0,5 m dalla superficie calpestabile e gli elementi devono essere ricoperti con terra, argilla, humus, limo, bentonite e non con ghiaia di risulta.

Tutti i manufatti metallici dell'area dell'attività (recinzioni, ponteggi, tettoie) che non sono né masse né masse estranee non devono essere collegate all'impianto di terra. Sono da considerare masse estranee eventuali tubazioni metalliche di acqua e gas che dall'esterno entrano nell'area dell'attività, in quanto possono introdurre il potenziale zero. Non sono da considerare masse estranee i manufatti metallici (recinzioni, ponteggi, tettoie) che risultano isolati da terra o che presentano un valore di resistenza verso terra maggiore di 200  $\Omega$ . L'impianto di terra in tutte le sue parti costitutive (dispersore, conduttori, coordinamento protezioni) deve essere documentato.

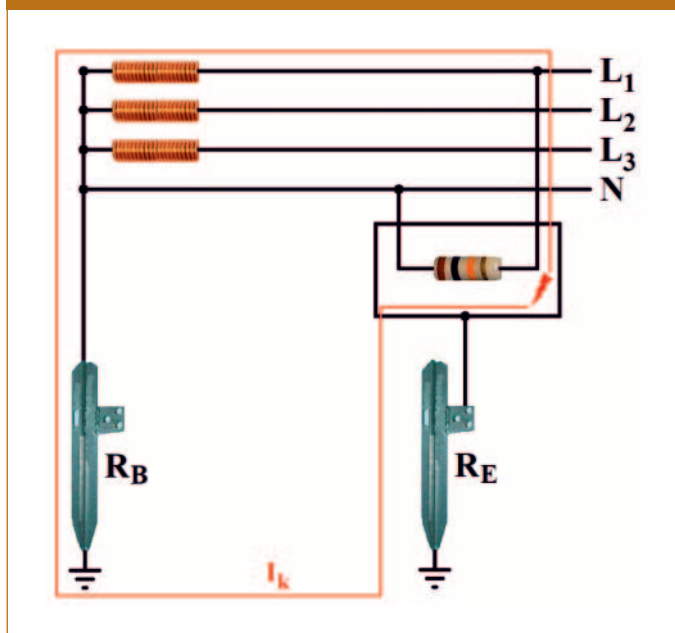
##### 2.3.2.4.1. Sistema TT

Il *sistema TT* è utilizzato per impianti di attività estrattive alimentati da sistemi di cate-

<sup>10</sup> L'uso del sistema IT è sconsigliabile nelle attività estrattive a cielo aperto, pertanto, qualora non sia disponibile l'alimentazione da un Ente distributore e l'attività sia alimentata da un gruppo elettrogeno, si suggerisce di collegare a terra il centro stella di tale gruppo in modo da rendere il sistema di tipo TN o TT.

goria I (fornitura in bassa tensione), quando non è possibile garantire la distribuzione del conduttore di protezione (PE) e si preferisce affidare all'utente la protezione dai contatti indiretti. In tale sistema il neutro del distributore e le masse locali sono collegati a due impianti di terra elettricamente indipendenti, per cui la corrente di guasto a terra ritorna al nodo di alimentazione attraverso il terreno. Le tipiche correnti di guasto a terra possono andare da una decina a qualche centinaio di Ampere. Per interrompere l'alimentazione in caso di guasto a terra è utilizzato un interruttore differenziale, coordinato con l'impianto di terra dell'utente.

**Figura 2.3.1 - Guasto a terra in un sistema TT**



(Fonte: Inail DIT. Elaborazione a cura dell'Autore.)

Nei sistemi TT delle cave la tensione di contatto limite convenzionale deve essere di 25 V, pertanto, per la resistenza dell'impianto di terra  $R_E$  deve valere il limite:

$$R_E \leq 25 / I_{dn}$$

dove:

$R_E$  = resistenza di terra del dispersore ( $\Omega$ )

$I_{dn}$  = corrente nominale del differenziale adottato (A)

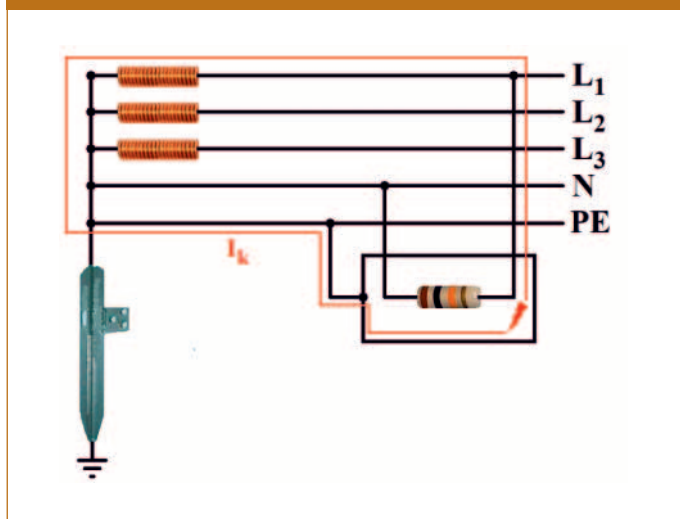
Il sistema TT è in genere limitato ad attività con ridotte necessità di potenza. Il tra-

sformatore del distributore è usualmente collocato su un palo. La protezione dai contatti indiretti è realizzata con doppio isolamento o con differenziale per l'interruzione automatica. Perché il differenziale possa operare, la resistenza  $R_E$  non può superare il valore del rapporto  $25 / I_{dn}$ , cosa non semplice su terreni rocciosi ad alta resistività (infatti, spesso è necessario effettuare collegamenti con dispersori lontani posti su terreni a minore resistività). Gli alti valori di  $R_E$  che si incontrano rendono praticamente impossibile realizzare la selettività delle protezioni per guasto a terra sui circuiti secondari, eventualità che può creare problemi nei circuiti in cui sia importante la continuità d'esercizio.

#### 2.3.2.4.2. Sistema TN

Il sistema *TN* (TN-S, art. 704.410.1, norma CEI 64-8) è utilizzato per impianti di attività estrattive alimentati da sistemi di categoria II o III (ad esempio, impianti elettrici alimentati a tensione maggiore di 1kV), per distribuire energia elettrica ad utenti che dispongono di una propria cabina di trasformazione. In tal caso è relativamente semplice garantire la distribuzione anche del conduttore di protezione (conduttore PE). La corrente di guasto a terra ritorna al nodo di alimentazione attraverso il PE senza praticamente interessare il dispersore di terra. Le tipiche correnti di guasto a terra vanno da una decina a qualche centinaio di Ampere. Per interrompere l'alimentazione in caso di guasto a terra sono utilizzati i sistemi di protezione contro le sovracorrenti (interruttori magnetotermici o fusibili).

Figura 2.3.2 - Guasto a terra in un sistema TN-S



(Fonte: Inail DIT Elaborazione dell'Autore)

*Nei sistemi TN l'impianto di terra deve soddisfare le indicazioni della norma EN 50522 (CEI 99-3) [tale norma non si applica a apparecchiature e impianti operanti in miniera, ma può essere applicata alle cave a cielo aperto]. In particolare l'impianto di terra deve:*

- avere sufficiente resistenza meccanica ed alla corrosione;
- essere capace di sopportare le sollecitazioni termiche, in relazione alle correnti di guasto ed ai tempi di durata del guasto.

L'impianto di terra assicura la sicurezza se:

$$U_T \leq U_{Tp}$$

dove:

$U_T$  = tensione di contatto (V)

$U_{Tp}$  = tensione di contatto ammissibile (V)

Misurare  $U_T$  è complesso e può essere preferibile misurare:

$$U_E = Z_E \times I_E$$

dove:

$U_E$  = tensione totale di terra (V)

$Z_E$  = impedenza di terra (W)

$I_E$  = corrente di terra (A) ( $I_E$  è quella parte della corrente  $I_F$  di guasto a terra che determina la tensione totale di terra).

Infatti, se

$$U_E \leq U_{Tp}$$

la sicurezza è assicurata (condizione a favore della sicurezza poiché  $U_T \leq U_E$ ).

Comunque, anche misurare la  $Z_E$  a volte può essere complesso.

La corrente di guasto a terra  $I_F$  ed il tempo di eliminazione del guasto  $t_F$  sono legati tra loro dai valori di pericolosità della corrente indicati nella CEI 64-18 (IEC 60479-1) [13]. Il sistema di messa a terra deve mantenere le tensioni di contatto e i potenziali trasferiti entro i tempi di intervento dei relè di protezione e degli interruttori.

I tempi di intervento dei relè di protezione e degli interruttori devono assicurare il soddisfacimento delle tensioni di contatto ammissibili indicate nella tabella 2.3.2 [10].



**Tabella 2.3.2 - Tensioni di contatto ammissibili e tempi di eliminazione dei guasti**

Tensione di contatto ammissibile $U_{Tp}$ (V)	Tempo di eliminazione del guasto $t_r$ (s)
85	10,00
86	5,00
96	2,00
117	1,00
220	0,50
537	0,20
654	0,10
716	0,05

(Fonte: CEI 99-3 [9], Rielaborazione dell'Autore)

In genere, si suppone che le tensioni di passo non assumano valori pericolosi: si ammettono valori delle tensioni di passo ammissibili fino a 3 volte il valore delle tensioni di contatto ammissibili.

In un'attività estrattiva reale, la resistenza di terra che si riesce ad ottenere normalmente è elevata, ciò non consente di ottenere valori della tensione totale di terra che permettano il rispetto del limite della tensione di contatto ammissibile, con conseguente rischio per i lavoratori di essere esposti a tensioni di contatto pericolose.

Qualora il valore dell'impedenza di terra misurato (o calcolato in fase di progetto) risulti superiore al valore di  $Z_E$  necessario per la protezione, si può procedere ad un ampliamento del dispersore oppure all'effettuazione di misure dirette delle tensioni di contatto e di passo, per verificare il rispetto pratico delle condizioni di sicurezza. Ad esempio, in alcuni bacini estrattivi [27], per aiutare a ridurre il valore della resistenza di terra, l'Ente distributore ha interconnesso gli impianti di terra delle attività che si trovavano lungo il percorso della linea di distribuzione con un "quarto filo" in corda nuda di rame di sezione opportuna, collegante anche le parti metalliche dei sostegni. A tale conduttore sono stati connessi gli impianti di terra delle cabine del distributore e delle cabine d'utenza. In tale sistema, per la distanza tra gli impianti e l'elevata resistività media del terreno, gli effetti dei guasti a terra si esauriscono nelle immediate vicinanze dei dispersori. Una simile soluzione non costituisce un impianto di terra globale (realizzante una superficie quasi-equipotenziale), tuttavia misure delle correnti di guasto a terra e dei tempi di estinzione hanno mostrato che l'interconnessione è servita a ridurre la resistenza di terra a valori tali per cui la tensione totale di terra degli impianti interconnessi non raggiunge valori pericolosi per le persone.

Se dalle misure dirette delle tensioni di contatto e di passo emerge la mancanza di sicurezza, in alternativa all'ampliamento del dispersore, ove si manifestino potenziali periferici pericolosi, si può procedere alla creazione di zone isolanti localizzate (ad esempio mediante idonea pavimentazione isolante) (si veda la guida CEI 64-17 [10]).

Per il coordinamento dei dispositivi di protezione negli impianti TN a tensione minore o uguale di 1 kV, devono essere soddisfatte le condizioni della norma CEI 64-8 art. 481.3.1. In particolare, per i circuiti terminali, deve essere rispettato il tempo di 0,2 s con tensione verso terra di 230 V, mentre per i circuiti di distribuzione il tempo di intervento può raggiungere 5 s.

#### 2.3.2.5. Principali tipologie di guasto e guasti da esse derivati

Le principali tipologie di guasto che si rilevano negli impianti elettrici sono:

- sovraccarico;
- guasto dell'isolamento (difetto o deterioramento),
- guasto ai terminali di collegamento (collegamenti inadeguati, contatti cattivi o allentati),
- guasto ai conduttori (rottura, danneggiamento, sezione ridotta).

Alcune di queste tipologie di guasto possono portare a guasti che coinvolgono parti estese di un sistema elettrico. Ad esempio, i guasti dell'isolamento possono portare a:

- cortocircuiti o a
- guasti a terra,

mentre i collegamenti inadeguati o i contatti cattivi o allentati possono evolvere in: archi elettrici.

##### 2.3.2.5.1. Sovraccarico

Il sovraccarico non è un guasto ma una condizione anomala di funzionamento che si verifica in un circuito elettricamente sano. Esso può portare, nel tempo, ad altri guasti (dispersioni e cortocircuiti).

Il sovraccarico può verificarsi a causa di difetti nei componenti, o a causa di cattivo dimensionamento, o a seguito di aggiunte impreviste o non autorizzate alle installazioni.

Il sovraccarico avviene quando la corrente di impiego ( $I_B$ ) supera il valore nominale di massimo carico del circuito (portata  $I_Z$ ) per un tempo sufficiente a degradare l'isolante.

Durante il funzionamento normale la corrente di impiego ( $I_B$ ) è inferiore alla portata ( $I_B \leq I_Z$ ), di conseguenza la temperatura dell'isolante dei cavi non supera il valore massimo ammissibile (70°C per isolanti in PVC, 90°C per isolanti in gomma con miscela a base di EPR). Tale valore massimo ammissibile di temperatura corrisponde ad una vita utile convenzionale rispettivamente di 20 anni per i cavi con isolanti in PVC e di 30 anni per i cavi con isolanti a base di EPR.

Invece, nel funzionamento in sovraccarico, poiché  $I_B > I_z$ , la temperatura dell'isolante dei cavi sale fino a superare il valore massimo ammissibile e, a lungo andare, ciò causa il degrado dell'isolante.

Ogni periodo di tempo per cui la temperatura di funzionamento supera la massima temperatura ammissibile, abbrevia la vita utile del cavo.

#### 2.3.2.5.2. Guasto dell'isolamento

I materiali con cui sono realizzati i componenti dei sistemi elettrici sono soggetti, a causa delle sollecitazioni di lavoro, ad un processo di degrado progressivo (invecchiamento) che può causare malfunzionamenti in tempi più o meno brevi.

I guasti dell'isolamento sono di solito dovuti al degrado dell'isolante, sia come conseguenza del normale invecchiamento, sia come conseguenza di alcuni difetti di progettazione, produzione, manutenzione o utilizzo.

Inoltre, i materiali isolanti sono facilmente danneggiabili da cause meccaniche (abrasioni, sistemi di fissaggio come viti o chiodi), effetti ambientali (umidità, polveri, irraggiamento UV per installazioni all'esterno), surriscaldamento e attacchi di roditori. Pochissimi materiali isolanti sono immuni al degrado, che è particolarmente aggressivo per gli isolanti solidi.

È difficile monitorare continuamente le condizioni dell'isolamento dell'intero sistema elettrico: i difetti o il deterioramento dell'isolamento elettrico possono causare cortocircuiti e fenomeni d'arco continuo, seguiti da accensione dei materiali isolanti combustibili (infatti le temperature dell'arco elettrico sono estremamente elevate e i materiali combustibili nelle vicinanze possono prendere fuoco a meno che l'arco non si estingua entro una frazione di secondo).

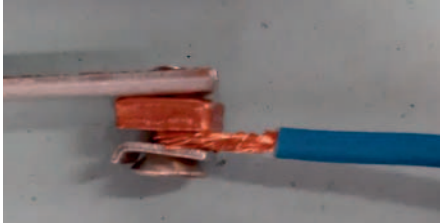
#### 2.3.2.5.3. Guasto ai terminali di collegamento

Nei sistemi elettrici vi sono spesso connessioni in cui la corrente elettrica passa da un conduttore all'altro attraverso un semplice contatto. In una connessione l'area effettiva di contatto elettrico è solo una piccola frazione (meno dell'1%) dell'area della superficie nominale del contatto, ciò causa un incremento della resistenza nella zona di contatto. Per l'effetto Joule, la crescita della resistenza è responsabile dell'aumento della temperatura nella zona di contatto.

A causa delle escursioni termiche (quali quelle dovute all'alternarsi del giorno e della notte o quelle cicliche dovute alle stagioni) è difficile mantenere un corretto serraggio di tali connessioni, soprattutto per le installazioni più esposte agli agenti esterni. Altri fenomeni fisici come lo scorrimento, la deformazione elastica e le vibrazioni causano ugualmente allentamento della pressione meccanica di serraggio del contatto.

Connessioni allentate possono dar luogo a surriscaldamenti. Il surriscaldamento può portare alla carbonizzazione dell'isolante e, oltre certi valori di temperatura, alla fusione del metallo del conduttore. Esempi di cattivi contatti possono ritrovarsi nella figura 2.3.3.

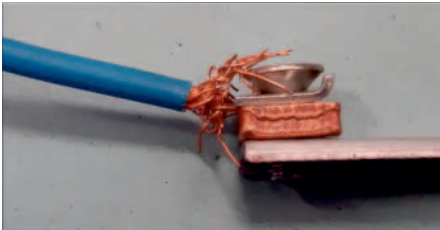
**Figura 2.3.1 - Guasto a terra in un sistema TT**



Conduttore non sufficientemente inserito (area di contatto ridotta)



Conduttore non sufficientemente inserito esposto (l'isolante impedisce/riduce il contatto)



Sezione del conduttore ridotta a causa del mancato contatto di tutti i fili



Serraggio allentato o serraggio non uniforme

(Fonte: Inail DIT. Elaborazione dell'Autore)

#### 2.3.2.5.4. Guasto ai conduttori

Eccessive sollecitazioni meccaniche o vibrazioni possono dar luogo a rotture o danneggiamenti dei conduttori. Talvolta i conduttori possono danneggiarsi anche senza sollecitazioni eccessive, a causa di difetti di fabbricazione.

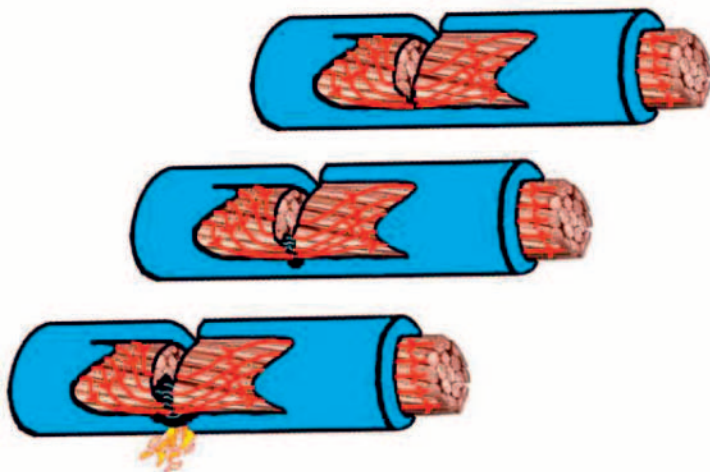
Anche un'installazione non perfettamente a regola d'arte può dar luogo a sollecitazioni in grado di causare la rottura dei cavi. Inoltre, spine e cavi d'alimentazione sono spesso soggetti a forti sollecitazioni che potrebbero portare alla rottura dei

conduttori. Particolarmente esemplare è il caso in cui un danneggiamento meccanico riduce la sezione utile di un conduttore in un punto (figura 2.3.4).

Quando la sezione è ridotta, la distribuzione della corrente si modifica: si genera un aumento della densità di corrente nella sezione in cui è avvenuta la riduzione, dando origine ad una maggiore resistenza localizzata e ad una maggiore dissipazione di calore per effetto Joule. A causa della conducibilità termica del conduttore, il calore è allontanato dalla discontinuità e dissipato nell'ambiente, da entrambi i lati della discontinuità stessa. Normalmente, l'aumento locale della temperatura è trascurabile.

Tuttavia, in condizioni particolari, quali un eccessivo isolamento termico o la presenza prolungata di correnti elevate, l'aumento di temperatura locale può provocare il surriscaldamento del rame che si ossida e, intorno ai 1250°C, inizia a fondere. Ciò origina un piccolo traferro in grado di formare un arco elettrico. In corrispondenza della zona in cui è in atto il surriscaldamento, l'isolante avvia un processo di carbonizzazione, al termine del quale, in presenza di un arco stabilizzato, è possibile che si generino incendi (figura 2.3.4).

**Figura 2.3.4 - Esempio di innesco dell'isolante causato dalla riduzione della sezione di un conduttore**



(Fonte: Inail DIT. Elaborazione a cura dell'Autore.)

#### 2.3.2.5.5. Cortocircuiti

Il cortocircuito è un evento accidentale che si verifica come conseguenza del cedimento (in modo casuale e involontario) dell'isolamento tra una parte in tensione e massa o tra due parti a diversa tensione. La causa può essere un'azione abrasiva accidentale che asporta l'isolante e lascia scoperti i conduttori, o un degrado degli isolanti.

Il cortocircuito è detto *franco* quando l'impedenza tra i due punti che sono venuti a contatto è bassissima o nulla. A causa della bassissima impedenza la corrente nel circuito cresce vertiginosamente rispetto a quella che si ha durante il funzionamento normale: in tal caso le sollecitazioni non sono solo di tipo termico ma anche di tipo elettrodinamico (la velocità del fenomeno genera forze tra i conduttori). Il fenomeno termico è velocissimo e quasi adiabatico, cioè solo una piccola parte del calore sviluppato per effetto Joule riesce ad essere scambiato con l'esterno. Per tale ragione le temperature potrebbero crescere fino a raggiungere la temperatura di innesco dell'isolante o quella di fusione del conduttore. Tuttavia, se il circuito elettrico è realizzato a regola d'arte, le protezioni di sicurezza intervengono a interrompere la corrente, prima che si inneschino incendi.

Il cortocircuito è detto *non franco* (o *mediato*) quando l'impedenza tra i due punti che sono venuti a contatto non è trascurabile (ad es.: a causa di ossidi o altre sostanze interposti). In tal caso la corrente che si stabilisce non assume i valori elevati di un cortocircuito franco, ma è limitata e può essere tollerata per qualche tempo. Il fenomeno termodinamico è lento e una parte del calore sviluppato dal passaggio di questa corrente riesce ad essere trasferito all'ambiente esterno. In molti casi non si ha immediatamente l'innesco dell'isolante o l'intervento delle protezioni.

#### 2.3.2.5.6. Guasti a terra

I guasti a terra sono guasti tipici, che spesso si verificano a seguito di guasti dell'isolamento. Sono pericolosi per i contatti indiretti o per la possibilità di innescare incendi se permangono a lungo. Il modo in cui avvengono tali guasti e i relativi effetti variano in base al tipo di sistema di distribuzione elettrica adottato (TT, TN). Si rimanda, rispettivamente, alle figure 2.3.1 o 2.3.2 per uno schema di principio.

#### 2.3.2.5.7. Archi elettrici

Gli archi elettrici sono scariche che si verificano quando un campo elettrico, sufficientemente elevato tra due parti metalliche, crea un canale conduttivo attraverso un mezzo normalmente isolante. Il canale conduttivo si origina quando il campo elettrico applicato supera la rigidità dielettrica del mezzo interposto. Un arco può verificarsi in una miscela di gas o all'interno di liquidi o solidi isolanti. Nei liquidi o

nei solidi, i meccanismi sono significativamente diversi rispetto a quelli che si hanno nelle miscele di gas.

Anche lo sporco conduttivo o gli isolanti dei cavi carbonizzati (ad esempio per invecchiamento o per cause esterne) possono ospitare archi elettrici.

#### 2.3.2.5.8. Protezioni da sovracorrenti e guasti a terra

La presenza di sistemi di protezione sul sistema elettrico è necessaria per evitare rischi di contatto con parti attive o per evitare che le energie liberate dagli eventi di guasto raggiungano valori tali da innescare incendi.

La frequenza con cui i guasti evolvono in incidenti può essere ridotta ricorrendo:

- a sistemi di protezione adeguati e
- alla manutenzione di quei sistemi di protezione, in modo che restino efficienti.

La scelta ed il dimensionamento dei dispositivi di sicurezza è fatta dal progettista. L'installazione deve essere effettuata a regola d'arte.

Mentre i guasti dell'isolamento e i sovraccarichi sono eventi più frequenti dei guasti ai terminali di collegamento e dei guasti ai conduttori, gli incendi sono dovuti più frequentemente a queste ultime due cause. Questo, perché la maggior parte degli impianti elettrici sono dotati di dispositivi di protezione atti ad intervenire quando si verifichi un'anomalia di funzionamento, come il sovraccarico, o un guasto dell'isolamento, come un cortocircuito.

La protezione dalle sovracorrenti è affidata a dispositivi di interruzione (interruttori o fusibili) posti a monte dei cavi elettrici e dimensionati in modo da limitare le sollecitazioni termiche associate agli eventi di sovracorrente entro soglie ritenute tollerabili.

**La protezione dai sovraccarichi** è generalmente affidata allo stesso apparecchio che fornisce la protezione dai cortocircuiti: l'*interruttore magnetotermico*, che contiene uno sganciatore termico per le sovracorrenti ed uno sganciatore magnetico per i cortocircuiti. Tuttavia, non è vietato affidare a due apparecchi distinti la protezione dal sovraccarico e dal cortocircuito.

**La protezione dai guasti a terra** è affidata agli *interruttori differenziali*. Questi dispositivi di protezione intervengono quando in un impianto si verifica una corrente di dispersione significativa verso terra.

L'impiego di dispositivi differenziali aventi corrente nominale non superiore a 30 mA coordinati con l'impianto di terra, serve da protezione contro i contatti indiretti, ma è una misura di protezione addizionale anche per i contatti diretti. Infatti, in una cava, potrebbero presentarsi anche le seguenti situazioni di pericolo, che possono trarre giovamento dall'adozione di interruttori differenziali:

- contatto diretto a seguito del guasto di isolamento di un conduttore che non

comporta l'interruzione automatica dell'alimentazione (danneggiamento meccanico senza cortocircuito);

- contatto diretto per la rottura dell'involucro degli apparecchi utilizzatori portatili o per negligenza del personale;
- contatti indiretti causati da guasti dell'isolamento di apparecchi di classe I con massa non collegata a terra o con interruzione di continuità del conduttore di protezione.

### 2.3.3 Cavi

In una cava vi possono essere cavi in condizioni ambientali estreme. Il surriscaldamento (a causa dell'irraggiamento solare o a causa dei sovraccarichi) può provocare il degrado dell'isolante. Temperature molto basse possono provocare l'irrigidimento e la rottura degli isolanti. Le polveri possono provocare il degrado degli isolanti, sia accumulandosi sugli isolanti e producendo surriscaldamento, sia, in presenza di umidità e in dipendenza dal tipo di polvere, dando luogo a processi di corrosione o di conducibilità superficiale.

In una cava l'impianto elettrico deve essere realizzato in modo da sopportare intemperie e temperature variabili con la stagione.

I gradi di protezione per le custodie devono essere elevati per evitare l'ingresso di polveri, presenti in modo più o meno intenso in quasi tutte le situazioni. Se la presenza di polveri è localizzata in zone specifiche, è preferibile posizionare i quadri di distribuzione a distanza opportuna da tali zone.

In una cava vi è spesso acqua: oltre alla pioggia, più o meno intensa, possono essere presenti acque di lavaggio, acque di lavoro, acque di risorgiva negli scavi. Come per le polveri la presenza dell'acqua condiziona la scelta delle custodie, così come il posizionamento dei quadri elettrici.

La movimentazione di materiali e di mezzi può dar luogo a schiacciamenti, abrasioni e rotture di cavi o altre parti dell'impianto elettrico. Per far fronte a questi rischi il progettista deve studiare le ubicazioni più adatte per linee e quadri e, se necessario, deve prevedere apposite barriere protettive.

Per evitare danni, i cavi non devono passare attraverso luoghi di transito di veicoli o pedoni. Quando questo sia invece necessario, deve essere assicurata una protezione speciale contro i danni meccanici e contro il contatto con le macchine usate nell'attività lavorativa.

Particolare attenzione deve essere posta alla protezione dei cavi posati a terra e dei cavi aerei contro danneggiamenti meccanici dovuti all'ambiente e alle attività in corso. Nell'art. 704.522.8.10 della CEI 64-8 [7], a proposito dei cavi flessibili è richiesto che questi siano del tipo H07RN-F o di tipo equivalente, resistenti all'abrasione e all'acqua. Nei locali di servizio (uffici, spogliatoi, mense, servizi igienici) si applicano anche altre parti della norma CEI 64-8 (dalla 1 alla 8), per cui vi potrebbero essere ulteriori prescrizioni per i cavi.



La guida CEI 64-17 [10] riporta le più comuni tipologie di posa ammesse.

- Le **pose interrato**, sono raramente utilizzate dato l'elevato costo, ma possono risultare interessanti, per dorsali di lunga durata, perché, se non si effettuano scavi, riducono le interferenze con le attività di cava. Il metodo di realizzazione potrebbe variare da quello descritto nelle norme, che è tipico dei cantieri, in relazione ai carichi maggiori che i cavi potrebbero dover sopportare in una cava.
- Al contrario le **pose aeree** sono le più utilizzate per l'economicità di posa, e la facilità di recupero, ma possono risultare critiche per attività di lunghissima durata e per le zone particolarmente soggette agli agenti atmosferici. Quando il cavo non è autoportante e viene sospeso a funi metalliche, è bene che le fasciature siano tali da non danneggiare il cavo e disposte almeno ogni due metri. Può essere utilizzata anche la posa su pali senza fune di sostegno (se le campate non sono troppo lunghe). In questa posa (considerata una posa fissa) non è ammesso il sostegno a mezzo di legacci in filo di ferro che rischiano di tagliare la guaina e l'isolante; il cavo deve essere sostenuto da selle in legno o altro materiale, prive di spigoli ed altri elementi taglienti. La sella deve avere un raggio di curvatura adeguato per evitare lo schiacciamento del cavo a causa del peso. Le campate devono risultare di dimensione tali da mantenere gli sforzi permanenti di trazione sui conduttori a 10 N/mm<sup>2</sup>.
- Le **pose in canali o tubazioni a parete** sono raramente utilizzate, per l'elevato costo di realizzazione e per l'indisponibilità di strutture di ancoraggio. Nelle pose in cavidotto, i cavi sono sottoposti ad elevati sforzi di trazione. La normativa consiglia di non superare i 50 N/mm<sup>2</sup> per cavi con conduttori in rame.

Durante la posa di un cavo si devono utilizzare precauzioni per evitare il danneggiamento della guaina, dell'isolante e del conduttore.

Le basse temperature irrigidiscono gli isolanti e le guaine, per cui se i cavi sono posati o recuperati in tali condizioni si possono verificare danneggiamenti tali da comprometterne la sicurezza. Ogni tipologia di cavo ha dei precisi limiti di temperatura di posa dovuti alla sua fabbricazione, resi noti dai fabbricanti. Normalmente:

- è sconsigliata la posa di cavi con isolante e guaina in PVC a temperature inferiori ai 5 °C,
- i cavi con isolante in gomma e guaina in PVC possono essere posati anche a 0 °C,
- i cavi con isolante e guaina in gomma possono essere maneggiati anche a -25 °C.

Il costruttore del cavo fornisce dettagliate istruzioni sui raggi minimi di curvatura. Il trascinamento di cavi su terreni o asfalto rientra tra le pratiche da evitare.

### 2.3.4 Prese a spina, avvolgicavi e prolunghe

Le prese a spina devono avere adeguata resistenza meccanica ed essere protette contro la penetrazione di acqua e polveri, in modo da essere in grado di resistere alle condizioni di impiego che si possono verificare durante l'uso.

Nel rispetto delle condizioni di sicurezza le prese devono essere protette da un differenziale con sensibilità di 30 mA. Gli impianti fissi devono essere realizzati in conformità alla norma CEI 64-8, e risultare adatti a sopportare le condizioni ambientali derivanti dall'attività lavorativa (si deve verificare che la presenza di polveri, spruzzi d'acqua, passaggio di mezzi, o altro, siano sopportabili dall'impianto). In una cava le prese a spina devono garantire un grado di protezione almeno IP54 [27], sia con spina inserita che con spina disinserita. La resistenza meccanica deve rimanere anche a basse temperature (fino a -25 °C). A causa di tali prescrizioni le prese a spina devono essere di tipo industriale.

L'uso di prese per uso domestico o similare, dotate di protezione contro gli urti, la penetrazione di liquidi e dei corpi solidi, è ammesso per attività di breve durata, qualora sia necessario utilizzare attrezzature portatili equipaggiate con spine di questo tipo. È ammesso per uso temporaneo l'impiego di adattatori di sistema (adattatori costituiti in parte da una spina industriale e in parte da una presa di tipo domestico o similare).

Le prese a spina devono:

- essere protette da un dispositivo a corrente differenziale, secondo le indicazioni della CEI 64-8 [7], oppure;
- essere alimentate da sorgenti SELV (in tal caso, le prese a spina per i circuiti SELV non devono essere intercambiabili con altri tipi di prese a spina in uso nell'attività estrattiva), oppure;
- utilizzare la separazione elettrica dei circuiti.

Le prese a spina mobili possono essere impiegate in condizioni diverse da quelle per le quali erano state progettate, e trovarsi così ad operare in contatto con pozzanghere o parzialmente sommerse, per questo è preferibile che abbiano grado di protezione IP67; gradi di protezione inferiori sono ammessi per ambienti e lavorazioni dove non vi sono rischi particolarmente stringenti di presenza di acqua o polveri.

Qualora le prese a spina di tipo mobile vengano a trovarsi in punti di passaggio, devono essere adeguatamente protette contro i danneggiamenti meccanici.

Le connessioni per le prese a spina trifasi devono essere realizzate in modo da rispettare lo stesso ordine delle fasi.

Gli avvolgicavo devono essere di tipo industriale e conformi alla norma CEI 23-72 (EN 61316) [22] e quindi avere almeno le seguenti caratteristiche:

- incorporare un protettore termico o di corrente che protegga il cavo da surriscaldamenti dannosi, sia con cavo avvolto che con cavo svolto;

- il cavo deve essere di tipo H07RN-F con sezione minima di 2,5 mm<sup>2</sup> per avvolgicavo da 16 A, 6 mm<sup>2</sup> per avvolgicavo da 32 A, e 16 mm<sup>2</sup> per avvolgicavo da 63 A;
- riportare il nome o marchio del costruttore, la tensione nominale e le massime potenze prelevabili a cavo avvolto e a cavo svolto.

Le prolunghe, destinate ovviamente ad uso mobile, devono essere equipaggiate con prese a spina di tipo industriale e, come le prese a spina mobili, è opportuno che abbiano grado di protezione IP67 (a tenuta di polvere e protette da immersione temporanea) [27], gradi di protezione inferiori sono ammessi per ambienti e lavorazioni dove non vi sono rischi particolarmente stringenti di presenza di acqua o polveri. Il cavo deve essere di tipo H07RN-F o equivalente, la sezione minima deve essere di 2,5 mm<sup>2</sup> per prolunghe con prese da 16 A, da 6 mm<sup>2</sup> per prese da 32 A, e da 16 mm<sup>2</sup> per prese da 63 A.

Gli avvolgicavo e le prolunghe, pur essendo molto usati e riutilizzati in condizioni diverse, non sono considerati componenti dell'impianto e non rientrano quindi nel progetto. Non è possibile fissare una loro lunghezza massima, è però utile ricordare che una loro lunghezza eccessiva è sconsigliata, perché può provocare forti cadute di tensione.

Per tale motivo è consigliabile mantenersi al di sotto delle lunghezze riportate nella tabella 2.3.3 (tratta dalla guida CEI 64-17 [10]), in cui sono indicate le lunghezze di cavo che danno luogo ad una caduta di tensione del 2% con un carico pari al carico nominale.

**Tabella 2.3.3 - Lunghezze massime consigliate per i cavi di prolunga e gli avvolgicavo**

Cavo	Sezione (mm <sup>2</sup> )	Corrente nominale (A)	Lunghezza (m)
monofase	1,5	10	20
monofase	2,5	16	30
trifase	2,5	16	50
trifase	6	32	60

(Fonte: CEI 64-17[10]. Rielaborazione dell'Autore)

### 2.3.5 Illuminazione

L'attività di lavoro di una cava a cielo aperto si svolge, normalmente, durante il periodo diurno. In alcune cave la sera viene avviato il lavoro di taglio con tagliatrici a catena o a filo diamantato. Il taglio, si conclude la mattina. Durante la notte un addetto di cava controlla la regolarità delle attività di taglio. Se vi è l'esigenza di operare con cicli di lavorazione continua, o con cicli di durata superiore a quella diurna, o per attività che si svolgono in ambienti bui, come gallerie o locali sotterranei, può essere utile ricorrere all'illuminazione artificiale. In tali casi, oltre all'esi-

genza dell'illuminazione artificiale, si ha anche quella dell'illuminazione di sicurezza. L'illuminazione di sicurezza non è necessaria solo se l'illuminazione artificiale è usata per brevi periodi in aggiunta a quella solare (aspetto importante ai fini della gestione della sicurezza in cava nelle attività di turnazione), oppure se è usata come ausilio al presidio notturno dell'attività. L'impianto di illuminazione e l'eventuale impianto d'illuminazione di sicurezza, devono essere realizzati tenendo conto delle specifiche individuate nel piano di sicurezza.

Gli impianti fissi di illuminazione devono avere le stesse caratteristiche dei normali impianti elettrici di cava. Si consiglia un grado di protezione almeno IP54. Il posizionamento degli apparecchi di illuminazione non deve risultare d'intralcio, deve essere protetto contro possibili urti accidentali, inoltre gli apparecchi di illuminazione non devono essere causa di abbagliamento.

Gli apparecchi di illuminazione trasportabili possono essere trasportati solo dopo aver disattivato l'alimentazione, in quanto sono previsti per funzionare in posizione fissa. Le loro lampade debbono essere protette da schermi adeguati, essendo a portata di mano durante il funzionamento. Anche per essi si consiglia un grado di protezione minimo IP54, poiché, a causa delle lavorazioni in corso, possono essere esposti a spruzzi e polveri. È consigliabile che siano utilizzati apparecchi con isolamento doppio o rinforzato. I cavi di alimentazione (essendo l'apparecchio mobile) devono essere adatti alla posa mobile (H07RN-F o equivalenti).

Gli apparecchi di illuminazione portatili devono essere conformi alla norma CEI 34-34 (EN 60598-2-8) [23], ed avere almeno le seguenti caratteristiche:

- impugnatura in materiale isolante,
- parti in tensione (o che possono entrare in tensione) completamente protette;
- protezione meccanica della lampada.

Si consiglia un grado di protezione minimo IP54, anche della lampada. Quando sono usati in luoghi conduttori ristretti devono essere alimentati a bassissima tensione di sicurezza (SELV).

### **2.3.6 Gruppi generatori funzionanti in isola o come riserva**

L'impianto elettrico può essere alimentato da gruppi generatori funzionanti in isola oppure utilizzati come riserva in alternativa all'alimentazione pubblica, ma non operanti continuamente in parallelo con essa. L'uso di gruppi elettrogeni può essere una necessità pratica per l'alimentazione di zone remote.

Per potenze medie o elevate i gruppi generatori trifase in isola rendono disponibile il centro stella ed il collegamento a terra, per la protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica della alimentazione, è effettuato con sistema TN. Se i gruppi in isola sono di potenza limitata (di solito monofase) e alimentano ciascuno un solo apparecchio utilizzatore, la protezione contro i contatti indi-

retti può essere ottenuta mediante separazione elettrica (cioè senza alcun collegamento intenzionale a terra delle masse).

Se per alimentare l'attività è utilizzato un gruppo elettrogeno, per evitare rischi di incendio è preferibile che il gruppo non sia fatto funzionare nel locale adibito a deposito di carburante. Il locale adibito a deposito di carburante deve essere realizzato secondo le norme applicabili, nel rispetto delle superfici di aerazione e dei volumi di ricambio d'aria prescritti. Particolare attenzione va posta a possibili surriscaldamenti del gruppo elettrogeno dovuti a insufficiente raffreddamento degli avvolgimenti (ad esempio a causa del grippaggio dei cuscinetti per umidità, polveri o sovracorrenti).

### 2.3.7 Luoghi conduttori ristretti

Si intendono luoghi conduttori ristretti quei luoghi limitati essenzialmente da superfici metalliche o comunque conduttrici con cui è probabile che una persona possa venire in contatto attraverso un'ampia parte del corpo ed è limitata la possibilità di interrompere il contatto. La tipologia di luogo conduttore ristretto può essere applicabile anche a situazioni in cui l'operatore è in un ambiente ampio ma gran parte del suo corpo si trova a stretto contatto con superfici conduttrici (ad esempio, come i lavori su strutture metalliche descritti nel capitolo 2.5). Esempi di luoghi conduttori ristretti possono essere: piccole cisterne metalliche, l'interno di tubazioni metalliche, cunicoli umidi, scavi ristretti nel terreno e tralicci.

Le norme elettriche prevedono prescrizioni particolari per tali luoghi. Queste prescrizioni non si applicano ai luoghi che permettono ad una persona sufficiente libertà di movimento per lavorare, entrare e uscire senza contatti:

- gli utensili portatili e gli apparecchi di misura trasportabili o mobili utilizzati in questi luoghi, devono essere alimentati a bassissima tensione di sicurezza (SELV) o devono essere protetti per separazione elettrica a condizione che venga collegato un solo componente elettrico ad ogni avvolgimento secondario del trasformatore di isolamento;
- per le lampade portatili è ammessa solo l'alimentazione a bassissima tensione di sicurezza (SELV);
- i trasformatori di isolamento debbono essere tenuti all'esterno del luogo conduttore ristretto.

### 2.3.8 Protezione contro i fulmini

Una corretta valutazione del rischio permette di determinare la necessità di proteggere o meno dai fulmini le strutture dell'attività estrattiva. Preventivamente è necessario individuare tutte le strutture esistenti, ubicate sia nell'area di estrazio-

ne (ad es.: strutture metalliche all'aperto quali tettoie, ponteggi, grandi macchinari), sia nell'area di non estrazione (ad es.: uffici, spogliatoi, mensa, tettoie, depositi). Per ciascuna struttura è necessario acquisire le seguenti informazioni (CEI 81-10/2 (EN 62305-2) [15]):

- destinazione d'uso (industriale o di servizio);
- numero di persone nella o in prossimità delle strutture, tempo di permanenza, probabilità di danno ad esseri viventi per tensioni di contatto e passo causate dal fulmine;
- caratteristiche del suolo e della pavimentazione;
- carico d'incendio.

Prima di valutare il rischio dovuto al fulmine è necessario individuare le strutture tra loro indipendenti (fisicamente separate) e suddividere tali strutture indipendenti in:

- a) strutture adibite a servizi (ad es.: baracche, tettoie, depositi) nelle quali si riscontra, generalmente, un carico di incendio non nullo;
- b) strutture metalliche all'aperto (ad es.: tettoie, ponteggi, grandi macchinari), che presentano rischio di incendio nullo.

Le strutture esistenti in un'attività estrattiva possono essere classificate come strutture nelle quali eventuali guasti degli impianti interni non provocano immediato pericolo per la vita umana. La valutazione del rischio di perdita di vite umane secondo la guida CEI 64-17 [10] (denominato "R1" nella norma CEI 81-10/2 (EN 62305-2) [15]) deve tenere conto delle seguenti componenti di rischio (il cui significato, in accordo con la norma CEI 81-10/2 (EN 62305-2) [15], è riportato nella tabella 2.3.4):

- strutture di tipo a):  $R1 = R_A + R_B + R_U + R_V$
- strutture di tipo b):  $R1 = R_A$ .

Nel caso in cui non sia prevista la presenza di persone all'esterno delle strutture, o la durata della loro presenza all'esterno di tali strutture e in prossimità delle calate sia molto bassa, le componenti di rischio da considerare sono le seguenti:

- strutture di tipo a):  $R1 = R_B + R_U + R_V$
- strutture di tipo b):  $R1 = 0$ .

**Tabella 2.3.4 - Significato delle componenti di rischio per il rischio di perdita di vite umane**

- R<sub>a</sub>: componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto e di passo [è trascurabile se la probabilità che nella struttura siano presenti persone, o la durata della presenza di queste all'esterno della struttura, entro 3 m dalle calate o da tratti di conduttore che possano essere attraversati dalla corrente di fulmine, è molto bassa, o se la resistenza di contatto dello strato superficiale non è inferiore a 100 kΩ, o se vi è uno strato di materiale isolante, come uno strato di asfalto spesso 5 cm o uno strato di ghiaia spesso 15 cm, o se il terreno è stato equipotenzializzato con un sistema di dispersori a maglia].
- R<sub>b</sub>: componente relativa ai danni materiali (incendio o esplosione) causati da scariche pericolose all'interno della struttura dovute alla fulminazione della stessa;
- R<sub>c</sub>: componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto all'interno della struttura dovute alla corrente di fulmine iniettata nella linea entrante nella struttura.
- R<sub>v</sub>: componente relativa ai danni materiali (incendio o esplosione) innescati da scariche pericolose dovute alla corrente di fulmine trasmessa attraverso la linea entrante.

(Fonte: CEI 81-10/2 (EN 62305-2) [15]. Rielaborazione dell'Autore)

Il valore di rischio R1 ottenuto deve essere inferiore al rischio tollerabile ammesso dalla norma CEI 81-10/2 (EN 62305-2) [15]. Se è superiore devono essere adottate misure di protezione volte a ridurre il rischio. Nei casi in cui, per qualche struttura indipendente, sia necessario installare un LPS o provvedere all'equipotenzializzazione dei corpi metallici e delle linee, tali provvedimenti dovranno essere realizzati in conformità alle prescrizioni applicabili delle norme CEI 81-10 (EN 62305), parti 1, 2 e 3 [14-16].

In tal caso le strutture metalliche possono essere utilizzate come captatori e calate naturali, per cui sono necessari solo il dispersore ed i relativi collegamenti (pertanto, i cavallotti tra parti metalliche della struttura non sono necessari). Si noti che solo in questo caso è necessario effettuare un collegamento intenzionale a terra di strutture metalliche. Per le norme citate nel capitolo si rimanda alla sezione generale dei riferimenti normativi e bibliografici del capitolo 2.3).

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI, SITOGRAFIA E IMMAGINI

- [1] D.p.r. 9 aprile 1959, n. 128, Norma di Polizia delle miniere e delle cave - (Titolo IX, Impianti elettrici).
- [2] Legge 1 marzo 1968, n. 186, Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
- [3] D.lgs. 25 novembre 1996, n. 624, Attuazione della direttiva 92/91/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione e della direttiva 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee - (Art. 31, Verifiche periodiche).

- [4] D.lgs. 9 Aprile 2008, n. 81 e successive modificazioni ed integrazioni, Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- [5] D.p.r. 22 ottobre 2001, n. 462, Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi - (Limitatamente alla modalità di effettuazione delle denunce degli impianti).
- [6] D.m. 22 gennaio 2008, n. 37, Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici - (Limitatamente agli impianti negli edifici: locali di servizio, uffici, spogliatoi, mense, servizi igienici).
- [7] CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua" (diverse parti e modifiche).
- [8] CEI 99-2 (CEI EN 61936-1) "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a Parte 1: Prescrizioni comuni".
- [9] CEI 99-3 (CEI EN 50522) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a."
- [10] CEI 64-17 "Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri", (2010).
- [11] CEI 11-27 "Lavori su impianti elettrici", (2014).
- [12] CEI 11-48 (CEI EN 50110-1) "Esercizio degli impianti elettrici. Parte 1: Prescrizioni Generali", (2014).
- [13] CEI 64-18 (IEC 60479-1) "Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano e degli animali Parte 1: Aspetti generali", (2020).
- [14] CEI 81-10/1 (EN 62305-1) "Protezione contro i fulmini - Parte 1: Principi generali".
- [15] CEI 81-10/2 (EN 62305-2) "Protezione contro i fulmini - Parte 2: Valutazione del rischio".
- [16] CEI 81-10/3 (EN 62305-3) "Protezione contro i fulmini - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone".
- [17] CEI 81-10/4 (EN 62305-4) "Protezione contro i fulmini - Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture".
- [18] CEI 17-117 (EN 61439-4) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 4: Prescrizioni particolari per quadri per cantiere (ASC)", (2013).
- [19] CEI 17-113 (EN 61439-1) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali, (2012).
- [20] CEI 17-116 (EN 61439-3) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)", (2012).
- [21] CEI 23-51 "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare", (2016).



- [22] CEI 23-72 (EN 61316) "Avvolgicavi industriali", (2000).
- [23] CEI 34-34 (EN 60598-2-8) "Apparecchi di illuminazione Parte 2-8: Prescrizioni particolari - Apparecchi portatili", (2014).
- [24] G.L. Amicucci, M.T. Settino, D. Ranieri, L. Di Lollo, Lavori in prossimità di linee elettriche aeree: Valutazione del rischio e misure di prevenzione, Inail, (2016), ISBN 978-88-7484-515-6.
- [25] G. L. Amicucci, F. Di Tosto, M. T. Settino, Lavori elettrici in alta tensione, Inail, (2017), ISBN 978-88-7484-579-8.
- [26] G. L. Amicucci, F. Di Tosto, F. Fiamingo, M. T. Settino, Lavori elettrici in bassa tensione, Inail, (2018), ISBN 978-88-7484-116-5.
- [27] AA.VV., Guida operativa per la prevenzione e sicurezza nelle attività estrattive, Regione Toscana, Servizio Sanitario Toscana, (2012).
- [28] Nucleo Investigativo Antincendi, Gli incendi di natura elettrica, Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, (2017).
- [29] Figure 2.3.1, 2.3.3, 2.3.4. Inail DIT. Elaborazione dell'Autore.
- [30] Best practice 2.3. HOLCIM ITALIA spa.

## BEST PRACTICE 2.3

### BOX APPROFONDIMENTO

**ANEPLA** (Associazione Nazionale Estrattori Produttori Lapidei e Affini) e Inail, nell'ambito della Sezione 2.3 sulla sicurezza elettrica, riportano di seguito un esempio pratico di come è possibile operare nel settore estrattivo relativamente alle procedure di isolamento e blocco delle fonti di energia applicate agli impianti di selezione e vagliatura (area impianti di cava) degli Aggregati. Tale procedura si può applicare a tutte le fonti di energia (elettrica, idraulica, meccanica, potenziale) in grado potenzialmente di causare un infortunio.

#### Best Practice: Procedure di isolamento e blocco per lavori di ispezione e manutenzione

**Generalità:** Una delle principali cause di lesioni gravi/decessi è il rilascio inatteso di energia o l'avvio inatteso di macchine e attrezzature durante le attività di manutenzione. L'isolamento energetico è identificato come una delle quattro principali cause di morte negli impianti della filiera del settore estrattivo.

**Procedura LOTOTO:** Prima di qualsiasi intervento di manutenzione su una macchina o attrezzatura (Sistema Potenzialmente Energizzato – SPE), deve essere applicata la procedura di isolamento e blocco per tutte le fonti di energia potenzialmente pericolose (meccanica, elettrica, gravitazionale, idraulica, ecc). La procedura si basa sul criterio “un uomo – un lucchetto” che deve essere preventivamente applicato sulla macchina o sull'insieme di macchine oggetto dell'intervento di manutenzione / ispezione. Prevede, tra l'altro, la mappatura di tutti i punti di isolamento per le varie energie e l'individuazione, la nomina e la formazione di tutte le figure coinvolte:

- **Controllore dell'isolamento:** persona che deve essere formalmente identificata come responsabile per l'isolamento delle energie degli SPE dove ciò comporti la presenza di più di due proprietari di lucchetto (persone che lavorano sullo SPE sotto isolamento). Questa persona è inoltre responsabile dell'emissione di ogni Permesso di Lavoro necessario.
- **Isolatore:** persona che ha il permesso di isolare gli SPE e di controllare le attività di isolamento.
- **Titolare del lucchetto** (personale): persona che lavora in condizioni di isolamento; il suo lavoro comporta a priori che l'attrezzatura sia isolata e bloccata e quindi condizionata dall'operazione di messa in sicurezza.

Materialmente, l'isolatore blocca, etichetta e testa uno SPE. Una volta confermato l'isolamento, informa il titolare del lucchetto dove si trovano i dispositivi di isolamento, questo attacca il lucchetto e tag personali come indicato dall'isolatore. Infine l'isolatore controlla che tutte le chiavi dei blocchi siano riposte in una scatola LOTOTO e appone il suo lucchetto.

#### Acronimo LOTOTO:

**LO = Lock-Out (Bloccare):** il posizionamento di un blocco personale su un dispositivo di isolamento energetico in una posizione che impedisce il funzionamento (cioè il movimento) del dispositivo o dell'attrezzatura fino alla rimozione del blocco secondo le procedure stabilite.

**TO = Tag-Out (Etichettare):** il posizionamento di un tag (etichetta) attaccato a un lucchetto personale che fornisce informazioni sul nome e sui dettagli di contatto del lucchetto.

**TO = Test-Out (Testare):** il tentativo di energizzare o avviare l'apparecchiatura che è stata isolata, per verificare che sia completamente senza energia e non funzionante



## **2.4 RISCHI DOVUTI ALLE MACCHINE E ALLE ATTREZZATURE DI LAVORO E RISULTANZE DELL'ACCERTAMENTO TECNICO**

### **2.4.1 Tipologie di macchine in cava**

Le macchine utilizzate nelle cave nel corso degli anni hanno conosciuto una sempre maggiore diffusione, rendendo numerose attività molto più agevoli, sicure e meno faticose per gli operatori, ma introducendo indubbiamente nuovi rischi che necessitano di opportuna valutazione.

Il ricorso a macchine e attrezzature specifiche ha, inoltre, permesso notevoli incrementi di produttività con conseguente maggior velocità di escavazione e rapida modifica dei luoghi. Ciò ha richiesto una necessaria maggiore attenzione alle problematiche di stabilità dei fronti e dei sotterranei da affrontare in tempi sempre più brevi, ricorrendo a tecniche di indagine e di valutazione con maggior impegno degli addetti ai lavori.

Alcune di queste macchine (quali le perforatrici e le tagliatrici) sono progettate specificatamente per le cave, altre invece nascono per applicazione in settori ben più ampi (come ad esempio gli apparecchi di sollevamento o le macchine movimento terra) e pertanto richiedono una maggiore attenzione nella fase di inserimento nel particolare ambiente di lavoro, in modo da considerare le eventuali situazioni pericolose che discendono dalle specificità del contesto.

Di seguito si riporta una sintetica rassegna delle principali tipologie di attrezzature di lavoro adottate nelle cave, presentandone le principali caratteristiche di utilizzo. Si tratta di tutti prodotti che attualmente ricadono nel campo di applicazione della direttiva 2006/42/CE, per cui si dedicherà un breve paragrafo anche all'illustrazione degli obblighi previsti per il fabbricante per l'immissione di tali prodotti sul mercato comunitario.

#### **2.4.1.4 Macchine movimento terra**

Appartengono a questo gruppo di macchine gli escavatori, i caricatori, le terne e i dumper.

Si tratta di macchine semoventi o trainate, su ruote, cingoli o stabilizzatori, con accessori o attrezzature, o entrambi, primariamente progettate per l'esecuzione di attività di scavo, carico, trasporto terra o materiali ad essa assimilati (roccia, sabbia, ghiaia, ecc.), compattazione o livellamento del terreno [ISO 6165]. Non trattandosi di macchine specificatamente destinate all'utilizzo nelle cave, in fase di valutazione dei rischi il datore di lavoro dovrà porre particolare attenzione alle caratteristiche dei luoghi e alle operazioni da compiere, con particolare riferimento ai limiti di utilizzo prescritti nelle istruzioni delle attrezzature in questione.

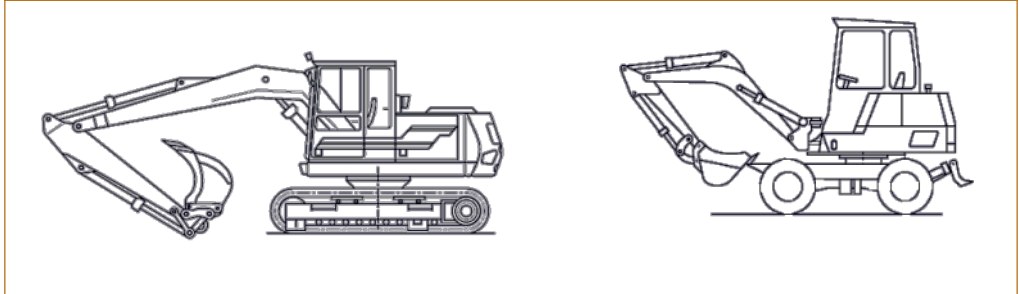
Un elemento che riveste particolare rilevanza in termini di sicurezza delle operazioni condotte con macchine è rappresentato dalla disponibilità di idonei e sufficienti spazi di manovra. In fase di valutazione dei rischi, pertanto, bisognerà valu-

tare con attenzione le pendenze delle rampe presenti, e le ampiezze dei piazzali di movimentazione, stoccaggio e carico dei materiali.

In particolare, si distinguono:

Escavatori: macchine semoventi a ruote, a cingoli o ad appoggi articolati, provviste di una struttura superiore (torretta) normalmente in grado di ruotare di 360 ° e che supporta un braccio escavatore, e progettate principalmente per scavare con una cucchiaina o una benna rimanendo ferma [EN 474-5];

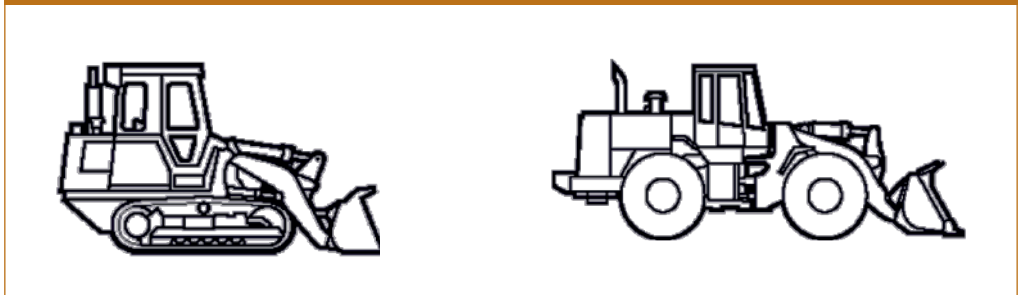
**Figura 2.4.1 - Escavatore su cingoli (sinistra) e escavatore su ruote (destra)**



(Fonte: UNI. Rielaborazione degli Autori)

Caricatori: comunemente detti pale, sono macchine semoventi a ruote o a cingoli, provviste di una parte anteriore che funge da sostegno ad un dispositivo di carico, progettate principalmente per il carico o lo scavo per mezzo di una benna tramite il movimento in avanti della macchina. [EN 474-3];

**Figura 2.4.2 - Caricatore su cingoli (sinistra) e caricatore su ruote (destra)**

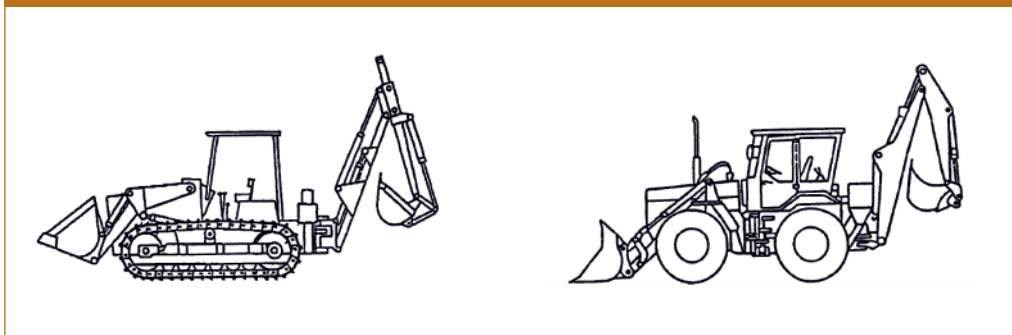


(Fonte: UNI. Rielaborazione degli Autori)

Terne: macchine semoventi a ruote o a cingoli costituite da una struttura di base progettata per il montaggio sia di un caricatore anteriore che di un escavatore posteriore. Quando sono utilizzate come retroescavatori, le macchine sono fisse e

normalmente scavano al di sotto del livello del suolo con un movimento della benna verso sé stessa con un ciclo di lavoro del retroescavatore che comprende uno scavo, un sollevamento, una rotazione e uno scarico del materiale. Quando sono utilizzate come caricatore, normalmente con la benna, le macchine effettuano il carico con un movimento in avanti secondo un ciclo di lavoro del caricatore che comprende un riempimento, un sollevamento, un trasporto e uno scarico del materiale [EN 474-4].

**Figura 2.4.3 - Terna su cingoli (sinistra) e terna su ruote (destra)**



(Fonte: UNI. Rielaborazione degli Autori)

Autoribaltabile (dumper): macchina semovente a ruote o a cingoli, dotata di cassone aperto, impiegata per trasportare e scaricare o spargere materiale [EN 474-6].

**Figura 2.4.4 - Autoribaltante su cingoli (destra) e Autoribaltante su ruote (sinistra)**



(Fonte: Internet. Rielaborazione degli Autori)

### 2.4.1.5 Macchine perforatrici

Le attività di perforazione propriamente dette e quelle classificabili come attività di fondazione o consolidamento del terreno possono essere realizzate con macchine specificatamente destinate a tal fine (drill rig) oppure con attrezzature intercambiabili che conferiscono tale funzione a macchine di base destinate ad altro uso (figura 2.4.5).

**Figura 2.4.5 - Esempi di attrezzature intercambiabili**



(Fonte: Inail DIT. Monica L. et al. 2015 [5]. Rielaborazione degli Autori)

Le attrezzature di perforazione nella loro totalità sono progettate per una o più delle seguenti applicazioni:

- esecuzione di fori nel terreno e nella roccia per la costruzione, l'esplorazione e la realizzazione di pozzi d'acqua o indagini del suolo,
- realizzazione di pali di fondazioni, muri di sostegno, berlinesi, pareti, miglioramento del terreno,
- realizzazione di diaframmi contigui per trattenere muri e pareti di cut-off,
- installazione di elementi per il miglioramento del suolo, come il drenaggio o l'iniezione,
- installazione di elementi per il consolidamento del suolo o chiodatura nella roccia.

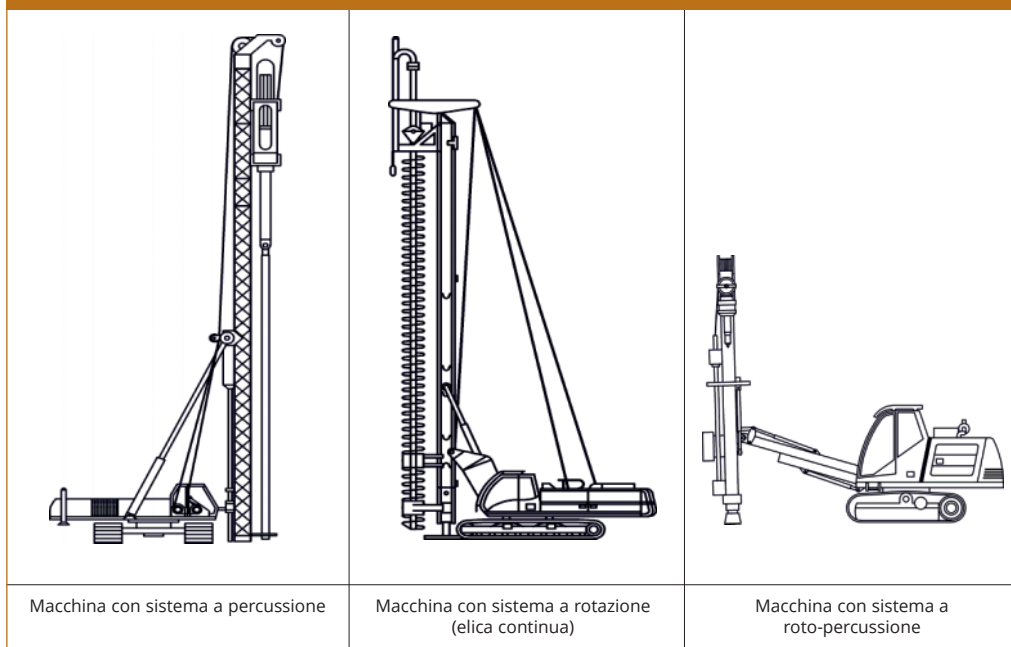
Le suddette attrezzature sono utilizzate nei più svariati settori: nell'industria delle costruzioni, nell'industria della perforazione di pozzi d'acqua, nell'industria mineraria ed estrattiva, sia per l'uso a livello del suolo che nel sottosuolo, e per la costru-

zione di gallerie. I differenti impieghi determinano la scelta del metodo di perforazione e del tipo di macchina. Per questa ragione esistono molti modi possibili per classificare le macchine perforatrici in gruppi differenti, per esempio secondo:

- l'impiego;
- il metodo di perforazione usato;
- il metodo di evacuazione del materiale scavato;
- il tipo di costruzione.

I metodi usati per la perforazione possono essere fundamentalmente divisi in sistemi a percussione, a roto-percussione e in sistemi a rotazione (figura 2.4.6).

**Figura 2.4.6 - Metodi per la perforazione**



(Fonte: UNI. Rielaborazione degli Autori)

**La perforazione a percussione** è un metodo con il quale il foro viene realizzato frantumando la terra o la roccia sul fondo del foro di perforazione, battendola con l'utensile di perforazione ed evacuando il materiale scavato fuori dal foro.

**La perforazione a rotazione** è un metodo in cui l'utensile di perforazione sul fondo del foro è rotante e, nello stesso momento, viene applicata una forza di avanzamento per mezzo di un dispositivo di avanzamento o di un appesantitore. La terra

o la roccia sul fondo del foro di trivellazione viene frantumata o tagliata per pressione, per sforzo di taglio o di trazione esercitato dai differenti utensili di perforazione. Il materiale scavato viene rimosso saltuariamente o continuamente dal foro.

**La perforazione a roto-percussione** viene realizzata da un pistone che agisce direttamente sull'utensile (perforatori a martello di fondo foro) o mediante energia di percussione trasmessa all'utensile attraverso un sistema di aste. Il pistone viene azionato o da un fluido idraulico o da aria compressa. Nello stesso momento l'utensile di perforazione viene fatto ruotare continuamente oppure ad intermittenza. Il materiale scavato viene continuamente rimosso dal foro di trivellazione mediante un mezzo di lavaggio, aria o altro fluido, fatto giungere all'utensile.

Può essere utilizzato un rivestimento o un fluido di perforazione per stabilizzare il foro di trivellazione.

Durante le operazioni di perforazioni le macchine sono fisse, mentre la loro dislocazione avviene mediante un sistema propulsivo indipendente. Le macchine perforatrici con un sistema propulsivo indipendente possono includere quelle montate su camion, su rimorchi, su trattori, su cingoli, su pattini (tirati da verricelli). Come anticipato sopra, la perforazione può essere realizzata anche ricorrendo ad un'attrezzatura intercambiabile, ad esempio accoppiandola ad un escavatore o ad una gru.

*L'attrezzatura intercambiabile* è un dispositivo che, dopo la messa in servizio di una macchina o di un trattore, è assemblato alla macchina o al trattore dall'operatore stesso al fine di modificarne la funzione o apportare una nuova funzione, nella misura in cui tale attrezzatura non è un utensile.

Le attrezzature intercambiabili sono progettate e costruite per essere montate ad una macchina di base; possono essere poste sul mercato dal fabbricante della macchina di base o da altro fabbricante. In entrambi i casi, il fabbricante dell'attrezzatura intercambiabile deve effettuare l'opportuna procedura di valutazione della conformità, verificando che la combinazione dell'attrezzatura e della macchina di base cui questa è destinata ad essere assemblata soddisfi tutti i pertinenti requisiti essenziali di salute e sicurezza di cui all'allegato I alla direttiva macchine, apporre la marcatura CE sull'attrezzatura e redigere la dichiarazione di conformità, eventualmente con esplicito riferimento all'accoppiamento previsto.

Egli dovrà inoltre fornire le istruzioni a corredo dell'attrezzatura, riportanti almeno le indicazioni per:

- individuare le macchine con le quali l'attrezzatura può essere assemblata in sicurezza, facendo riferimento alle caratteristiche tecniche della macchina oppure, se del caso, a modelli specifici di macchine,
- garantire l'assemblaggio, l'utilizzo e la manutenzione in sicurezza dell'attrezzatura intercambiabile.

Nel caso di macchine nelle quali la funzione di perforazione è determinata dall'ap-



plicazione di un'attrezzatura intercambiabile, sarà, quindi, necessario verificare che il fabbricante dell'attrezzatura abbia specificato nelle istruzioni la macchina con la quale questa può essere montata in modo sicuro, fornendo tutti i dati tecnici necessari ad una corretta identificazione di quest'ultima o l'indicazione dei modelli specifici. Nell'industria mineraria ed estrattiva le perforatrici vengono per lo più utilizzate per la realizzazione di fori per il passaggio del filo diamantato per il taglio dei blocchi, per l'inserimento di cariche esplosive e per qualsiasi altra operazione in cava che necessiti di effettuare dei fori.

Esempi tipici di macchine perforatrici usate nell'industria mineraria ed estrattiva sono:

- macchine perforatrici a rotazione e a roto-percussione per perforazioni sotterranee;
- macchine perforatrici a rotazione e a roto-percussione per perforazioni in superficie;
- macchine perforatrici per uso sotterraneo.

Le macchine perforatrici sono fisse durante la perforazione. Esse possono spostarsi da un posto all'altro mediante un sistema propulsivo indipendente.

Inoltre questi macchinari possono prevedere la postazione di lavoro e relativa cabina a bordo della macchina, oppure no. In questo caso l'operatore comanda la macchina da terra tramite opportuno telecomando.

#### Tagliatrici a catena

Le tagliatrici a catena sono macchine presenti in più modelli e tipologie, vengono utilizzati per il taglio orizzontale o verticale e sono munite di catena da taglio della roccia su braccio mobile e adoperabili sia in cave a cielo aperto che in sotterraneo. Le tagliatrici a catena si distinguono in tipi diversi per funzionamento ed utilizzo:

- montate/trasportabili su rotaia: da utilizzare nelle cave a cielo aperto, presentano il braccio tagliente fissato su un carrello traslante su guide, la cui traslazione costituisce il movimento del taglio. Questa tipologia di macchine è destinata ad essere movimentata frequentemente in diverse posizioni di taglio;
- fisse o semoventi: da utilizzare nelle cave sotterranee;
- su ponte/cavalletto fisso: da utilizzare per il taglio e la squadratura di blocchi grezzi;
- su ponte/cavalletto mobile: da utilizzare per dividere o squadrare con tagli verticali i blocchi più duri. La macchina può essere movimentata in relazione ai blocchi da tagliare usando una propria rotaia oppure idonei mezzi di sollevamento.

#### 2.4.1.6 Macchine a filo

Le macchine a filo diamantato hanno consentito un notevole sviluppo delle lavorazioni delle pietre ornamentali, permettendo di aumentare le velocità di taglio sia

attraverso le prestazioni offerte dall'utensile, filo diamantato, che per la versatilità di impiego, offrendo possibilità operative impensabili prima della loro introduzione.

Sono costituite da un corpo centrale scorrevole su binari dotato di un volano con scanalatura che trasmette al filo la velocità di taglio. Il motore elettrico principale comanda la rotazione del volano e un altro motore permette il trascinamento della macchina lungo i binari durante il taglio. La velocità e la tensione del filo, determinate dall'azione combinata dei due gruppi di potenza, contribuiscono insieme al taglio. Il principale pericolo legato all'utilizzo di questa tipologia di attrezzatura è rappresentato dalla rottura dell'utensile, il filo, con conseguente proiezione delle perline di cui è costituito e il colpo di frusta; entrambe queste evenienze hanno comportato infortuni gravi e spesso mortali.

Ad oggi le principali misure di sicurezza per ridurre alla fonte tale evento o perlomeno limitarne gli effetti sono state l'adozione di filo protetto e una maggiore attenzione nella realizzazione delle giunte, in modo da assicurare una maggiore resistenza dell'utensile.

Altro elemento cui si deve prestare particolare attenzione è la verifica dello stato di usura dell'utensile, delle giunte e delle matrici utilizzate per la pressatura delle giunte. L'impiego di macchine di recente concezione, dotate di sistemi di controllo della trazione del filo, garantisce un adeguato coefficiente di sicurezza tra resistenza effettiva dell'utensile, inteso come complesso filo-giunte, e carico di trazione che la macchina impone durante le fasi di taglio. Così pure è fondamentale la regolazione della velocità di taglio sia in partenza che in arresto.

Nelle istruzioni delle tagliatrici vengono prescritte distanze di sicurezza, per garantire dal contatto con l'utensile di taglio.

#### 2.4.1.7 Impianti di frantumazione e vagliatura

Il materiale abbattuto dal fronte di cava viene caricato su pale, o più frequentemente su dumper, e convogliato all'impianto di frantumazione e vagliatura per la produzione di sabbia, pietrisco di diversa pezzatura e quant'altro. Il materiale è scaricato all'interno delle tramogge di alimentazione del frantoio a mascelle, detto comunemente frantoio primario perché provvede alla prima macinazione del materiale, e da qui convogliato, tramite nastri trasportatori, sui vibrovagli dove è sottoposto ad una prima classificazione in base alla pezzatura da ottenere. Il materiale destinato a pezzature più minute è convogliato, sempre tramite nastri trasportatori, al frantoio secondario, generalmente costituito da molini a martelli o a barre per l'ultima fase di macinazione, e successivamente selezionato ulteriormente in base alle pezzature tramite il passaggio da altri vibrovagli. Da qui è infine condotto in cumuli o in silos. Al ciclo di lavorazione sopra descritto contribuiscono numerosi impianti accessori, per l'approvvigionamento dell'acqua (pompe per il sollevamento del liquido di lavaggio del materiale e per l'abbattimento polveri), per lo sfangamento del materiale (vasche di raccolta per la decantazione dei fanghi, filtro presse ecc.), l'impianto elettrico di bordo macchina per l'alimentazione dei motori e quello per l'illumi-

nazione dell'impianto, nonché l'impianto di aspirazione polveri laddove vi è un trattamento a secco del materiale.

#### 2.4.1.8 Apparecchi di sollevamento in cava

Si precisa innanzitutto che per apparecchio di sollevamento si intende un apparecchio a funzionamento discontinuo, destinato a sollevare e movimentare nello spazio carichi sospesi mediante gancio o altri organi di presa.

Di seguito si riporta un elenco delle principali apparecchiature di sollevamento utilizzate nelle cave:

**Figura 2.4.7 - Elenco delle principali apparecchiature di sollevamento utilizzate nelle cave**

<p><b>Gru a ponte:</b> gru fissa o in grado di muoversi lungo vie di corsa avente almeno una trave prevalentemente orizzontale e provvista di almeno un meccanismo di sollevamento [EN 15011].</p>	
<p><b>Gru a cavalletto:</b> gru fissa o in grado di muoversi lungo vie di corsa / binari avente almeno una trave prevalentemente orizzontale sostenuta da almeno una gamba e dotata di almeno un meccanismo di sollevamento [EN 15011].</p>	
<p><b>Gru Derrick:</b> gru girevole con un braccio incernierato nella parte inferiore di un montante verticale che è supportato in alto e nella parte inferiore. (può presentarsi in installazione anche di tipo trasferibile)</p>	
<p><b>Autogru:</b> gru a braccio autonomo in grado di spostarsi con o senza carico senza la necessità di vie di corsa fisse e che si basa sulla gravità per la stabilità. Tali gru possono funzionare su pneumatici, cingoli o altri mezzi mobili. In posizioni fisse possono essere sostenute da stabilizzatori o altri accessori che ne aumentano la stabilità [EN 13000].</p>	

(Fonte: Monica et al. 2014 [6], Monica et al. 2014 [7]. Rielaborazione degli Autori)

La tipologia più diffusa e precipua dell'ambiente cava è rappresentata dalla gru Derrick: si tratta di un'attrezzatura di tipo trasferibile, che può assumere configurazioni dipendenti dal tipo di installazione e permette di sollevare i carichi in tutto il raggio di azione determinato dalla rotazione della base e dalla inclinazione del braccio. Durante l'evoluzione della cava, se viene ampliata l'area interessata dai lavori e non è più possibile raggiungere i materiali dal sollevare, la gru può essere spostata per seguire lo sviluppo delle lavorazioni, sempre nel rispetto delle configurazioni di installazione previste dal fabbricante nelle istruzioni.

#### **2.4.2 Introduzione generale sugli aspetti relativi alla conformità (direttiva macchine o allegato V al d.lgs. 81/08 e s.m.i.)**

Le attrezzature di lavoro elencate nel paragrafo precedente rientrano nella definizione di macchina di cui alla direttiva specifica ovvero "insieme equipaggiato o destinato a essere equipaggiato di un sistema di azionamento diverso dalla forza umana o animale diretta, composto di parti o componenti, di cui almeno uno mobile, collegati tra loro solidalmente per un'applicazione ben determinata".

Dalla data di entrata in vigore della direttiva macchine, nel settembre 1996, tali attrezzature sono pertanto soggette alle procedure di immissione sul mercato prescritte dalla direttiva 98/37/CE (ora sostituita dalla direttiva 2006/42/CE).

In particolare tutte le macchine devono essere sottoposte alla procedura di valutazione della conformità che prevede l'implementazione da parte dei fabbricanti di misure idonee al rispetto dei pertinenti requisiti essenziali di sicurezza elencati nell'allegato I alla già richiamata direttiva macchine.

Tale procedura prevede:

- un'accurata valutazione dei rischi da parte del fabbricante riferita ai requisiti essenziali di sicurezza applicabili;
- la costituzione del fascicolo tecnico di costruzione, che descrive le misure adottate per il soddisfacimento di tutti i requisiti essenziali applicabili
- il rilascio della dichiarazione CE di conformità che deve accompagnare la macchina con la quale il fabbricante si assume la responsabilità della conformità del prodotto;
- l'apposizione della marcatura CE sulla macchina;
- la predisposizione di un manuale di istruzioni tradotto nella lingua del paese in cui la macchina viene immessa.

Il fabbricante, con queste azioni, si assume la piena responsabilità della sicurezza della macchina e deve, inoltre, essere in grado di giustificare le scelte tecniche adottate nel caso di richiesta motivata da parte degli organismi di controllo che operano la "sorveglianza del mercato" (Ministero dello sviluppo economico e Ministero del lavoro e delle politiche sociali).

La marcatura CE, comunque, non solleva il datore di lavoro o il committente da qualsiasi responsabilità nell'acquisto e nella messa in servizio. La macchina, pur essendo marcata CE, non deve presentare, infatti, "carenze palesi" alle specifiche disposizioni legislative e regolamentari di recepimento delle direttive comunitarie di prodotto, che erroneamente il fabbricante non ha colmato in fase di progettazione e costruzione della stessa. Queste eventuali mancanze devono essere rilevate dal datore di lavoro/committente in fase di scelta del prodotto.

Dal punto di vista formale, pertanto, una macchina immessa sul mercato dopo il 21 settembre 1996 dovrà:

- essere accompagnata da dichiarazione CE di conformità alla direttiva macchine, tradotta nella lingua di immissione sul mercato del prodotto;
- essere dotata di istruzioni per uso e manutenzione, tradotte nella lingua di immissione sul mercato del prodotto;
- recare la marcatura CE.

Per le attrezzature di lavoro, rientranti nel campo di applicazione della direttiva macchine (come quelle elencate nel paragrafo precedente), immesse sul mercato antecedentemente al settembre 1996, il d.lgs. 81/2008 e s.m.i. ha stabilito che siano conformi ai requisiti generali di sicurezza di cui all'ALLEGATO V al medesimo decreto. Il d.lgs. 81/2008 e s.m.i. non individua la figura che è tenuta ad attestare tale conformità, ma viene rimandata tale responsabilità al datore di lavoro, che è tenuto, prima di mettere a disposizione dei lavoratori l'attrezzatura a verificare il rispetto dei pertinenti requisiti dell'allegato V. Se le attrezzature di lavoro sono noleggiate ai sensi dell'art. 72 del d.lgs. 81/2008 e s.m.i. questo adempimento spetta al noleggiatore.

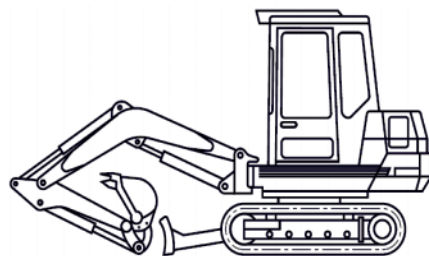
Di seguito si riportano alcune schede tecniche sulle principali attrezzature utilizzate nelle cave; ciascuna scheda descrive sinteticamente la macchina, definendo la destinazione d'uso per la quale è stata immessa sul mercato, e le situazioni pericolose dalle quali sono scaturite azioni da parte dell'autorità di sorveglianza del mercato. Ovviamente le schede sono rese anonime, non riportando riferimenti a fabbricanti o modelli di macchine, ma si propongono di mettere a fattor comune delle condizioni pericolose che potrebbero ripresentarsi negli ambienti di lavoro, al fine di prevenire eventuali eventi infortunistici. Nella sezione "accertamento tecnico" si rappresenta la carenza costruttiva ravvisata (e quindi il requisito essenziale di sicurezza presumibilmente violato dal fabbricante), per poi illustrare, nella sezione "risultanze", il parere emesso sulla specifica situazione dall'autorità di sorveglianza del mercato, in modo da definire lo stato dell'arte per la tipologia di attrezzatura, con riferimento all'epoca di immissione sul mercato del prodotto<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Per ciascuna tipologia di macchina viene indicato l'anno di fabbricazione da riferirsi all'anno di immissione sul mercato del prodotto, in modo da stabilire un riferimento temporale per lo stato dell'arte, rappresentato, ad esempio, ove disponibili, da norme tecniche specifiche.

## Scheda tecnica 1

**Denominazione della macchina:** miniescavatore**CEN TC:** 151

**Descrizione sintetica della macchina:** escavatore compatto a cingoli, provvisto di una struttura superiore (torretta) in grado di ruotare di 360°, progettato principalmente per scavare con una cucchiaia o una benna.

**Anno di fabbricazione:** 2007**Norma armonizzata di riferimento di tipo C:****Data pubblicazione in GUUE**

EN 474-1:1994 - Macchine movimento terra - Sicurezza - Parte 1: Requisiti generali

31/12/1994

EN 474-5:1996 - Macchine movimento terra - Sicurezza - Parte 5: Requisiti per escavatori idraulici  
EN 474-5:1996/AC:1997

15/10/1996

## Accertamento tecnico

**Motivo della segnalazione:**

infortunio non mortale

## Situazioni di pericolo

**Descrizione della situazione di pericolo:** rischio di movimento incontrollato della macchina a seguito di azionamento accidentale dei comandi, in quanto il dispositivo di bloccaggio adottato dal fabbricante per inibire i movimenti dell'attrezzatura impedisce quelli della benna, ma non agisce anche su quelli di traslazione (leve o pedali).



<b>Res segnalato:</b>	<b>1.2.2 - Dispositivi di comando</b>
	i comandi idraulici di traslazione della macchina non sono protetti contro il rischio di azionamento accidentale, potendo essere azionati in modo involontario dall'operatore sia nelle fasi di salita/discesa dalla cabina che durante il normale utilizzo, generando così un rischio di movimento incontrollato con conseguente pericolo di investimento per le persone esposte.
<b>Risultanze</b>	
<b>RES 1.2.2</b>	<b>NON CONFORME</b>
<b>Motivazione:</b>	<p>in quanto i comandi di traslazione non risultano progettati o protetti in modo che l'azione comandata, se comporta un rischio, non possa aver luogo senza una manovra intenzionale.</p> <p>I comandi di traslazione, infatti, non risultano disposti, disattivati o protetti in modo tale da non poter essere azionati inavvertitamente ovvero non risulta possibile bloccare i comandi nel modo "disattivato" per evitare ogni possibile azionamento involontario o non autorizzato.</p> <p>Quanto sopra non garantisce un livello di sicurezza equivalente ai punti 4.4.2.3 della norma armonizzata EN 474-1:1994 e 4.2.1.1.3 della norma armonizzata EN 474-5:1996 (EN 474-5:1996/AC:1997).</p>

## Scheda tecnica 2

**Denominazione della macchina:** pala caricatrice gommata**CEN TC:** 151

**Descrizione sintetica della macchina:** macchina semovente provvista di braccio azionato tramite martinetto oleoidraulico, che supporta una benna. La pala caricatrice è attrezzata per essere utilizzata per il sollevamento di carichi direttamente dal fabbricante.

**Anno di fabbricazione:** 2008**Norma armonizzata di riferimento di tipo C:****Data pubblicazione in GUUE**

EN 474-1:2006 Macchine movimento terra - Sicurezza - Parte 1: Requisiti generali

08/05/2007

EN 474-3:2006 Macchine movimento terra - Sicurezza - Parte 3: Requisiti per caricatori

08/05/2007

## Accertamento tecnico 2

**Motivo della segnalazione:** verifica periodica**Situazioni di pericolo**

**Descrizione della situazione di pericolo:** pericolo di ribaltamento, di caduta del carico o di rottura durante l'utilizzo della pala per la movimentazione di carichi sospesi, dovuti all'assenza di un indicatore di carico.

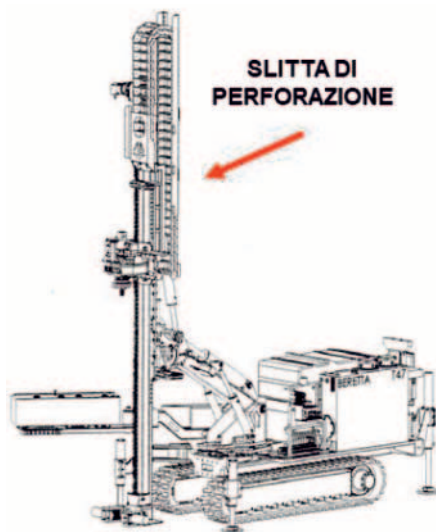


<b>Res segnalato:</b>	<b>4.2.1.4 - Controllo delle sollecitazioni</b>
	non è provvista di un dispositivo di avvertimento acustico o visivo atto a segnalare all'operatore il raggiungimento della capacità limite di sollevamento del carico, in caso di movimentazione di carichi sospesi.
<b>Risultanze</b>	
<b>RES 4.2.1.4</b>	<b>CONFORME</b>
<b>Motivazione:</b>	in quanto per le pale caricatrici lo stato dell'arte al momento dell'immissione sul mercato dell'esemplare segnalato, rappresentato dalle norme armonizzate EN 474-3:1996 - p.to 4.9.1.3 e EN 474-3:2006 - p.to 5.6.6 (entrambe in corso di validità) non prevedeva l'installazione di alcun dispositivo acustico o visivo che segnali all'operatore il raggiungimento della capacità limite di sollevamento.

## Scheda tecnica 3

**Denominazione della macchina:** perforatrice idraulica**CEN TC:** 151**Descrizione sintetica della macchina:**

perforatrice cingolata polifunzionale per micropali e sondaggi destinata ad operare anche su terreni in pendenza. La slitta di perforazione può assumere posizione verticale od obliqua per la perforazione, è dotata di 4 cilindri stabilizzatori (2 anteriori e 2 posteriori) da utilizzare durante le operazioni di brandeggio della slitta e di perforazione. La movimentazione su cingoli è prevista dal fabbricante solo con slitta in posizione verticale.

**Anno di fabbricazione:** 2010**Norma armonizzata di riferimento di tipo C:**

EN 791:1995+A1:2009 - Macchine perforatrici - Sicurezza

**Data pubblicazione  
in GUUE**

8/9/2009

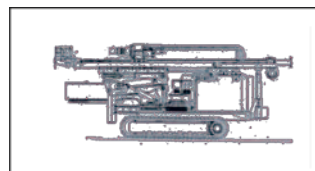
## Accertamento tecnico 3

**Motivo della segnalazione:**

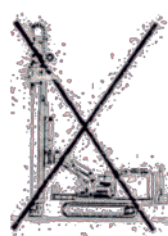
infortunio mortale

**Situazioni di pericolo**

**Descrizione della situazione di pericolo:**  
pericolo di ribaltamento in caso di mancato rispetto dei limiti di utilizzo indicati nelle istruzioni, con particolare riferimento al caso in cui l'operatore effettui la traslazione della perforatrice con slitta di perforazione in posizione verticale su terreno in pendenza.



traslazione consentita



traslazione vietata

**Res segnalato:**

**1.3.1 - Rischio di perdita di stabilità**

Sulla perforatrice non risulta installato un dispositivo che impedisca la traslazione della perforatrice se la slitta di perforazione non è in posizione di riposo (posizione orizzontale) ovvero non è dotata di comando remoto che tenga l'operatore a distanza.

### Risultanze

**RES 1.3.1**

**NON CONFORMI**

**Motivazione:**

in quanto, sebbene il fabbricante abbia fornito informazioni nelle istruzioni necessarie a garantire la stabilità della macchina perforatrice in fase di traslazione (cfr. punto 7.4.2 della norma EN 791:1995+A1:2009), indicando nello specifico:

- pendenze massime longitudinali e trasversali superabili con slitta in posizione di riposo;
- la necessità di allargare completamente i cingoli prima di effettuare la traslazione
- il divieto di movimentazione in qualsiasi posizione della slitta di perforazione diversa da quella di riposo;

la macchina risulta sprovvista di:

- cartelli visibili dalla postazione del conducente e dell'operatore indicanti le informazioni sulla stabilità e le fondamentali restrizioni d'uso previste nelle istruzioni, in particolare quelle relative alla traslazione come richiesto al punto 5.5.1 della EN 791:1995+A1:2009;

	<div data-bbox="486 269 741 578"></div> <div data-bbox="792 314 1035 527"></div> <div data-bbox="379 638 1134 720"><p>- un sistema per la misurazione dell'inclinazione assoluta della macchina perforatrice (es. bolla o sistema a pendolo), come richiesto al punto 5.5.3.7 della suddetta norma.</p></div>
<b>Note</b>	<p>la norma armonizzata EN 791:1995+A1:2009 prevede che le perforatrici siano progettate per essere stabili nelle condizioni specifiche indicate nelle istruzioni dal fabbricante e non prescrive la dotazione di un dispositivo che impedisca la movimentazione della macchina se la slitta non è in posizione di riposo né impone l'obbligo di installare un comando remoto.</p>

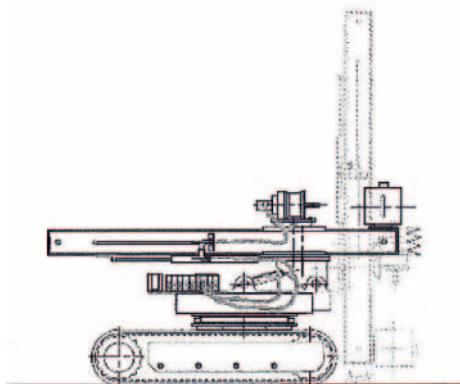
## Scheda tecnica 4

**Denominazione della macchina:** perforatrice cingolata verticale

**CEN TC:** 151

**Descrizione sintetica della macchina:** macchina costruita per realizzare perforazioni nel terreno e nelle rocce. La perforazione avviene tramite un'asta elicoidale rotante, per asportazione di materiale.

**Anno di fabbricazione:** 2011



**Norma armonizzata di riferimento di tipo C:**

**Data pubblicazione in GUUE**

EN 791:1995+A1:2009 Macchine perforatrici - Sicurezza

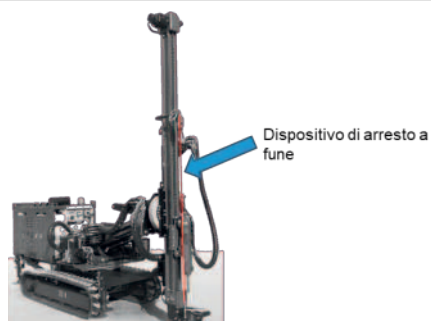
08/09/2009

## Accertamento tecnico 4

**Motivo della segnalazione:** vigilanza

## Situazioni di pericolo

**Descrizione della situazione di pericolo:** pericolo di trascinamento e impigliamento determinato dal contatto con l'organo perforatore in movimento, che risulta protetto esclusivamente da un dispositivo di arresto a fune (fune a sgancio) posta su uno dei due lati accessibili dell'asta perforatrice.



<b>Res segnalato:</b>	<b>1.3.8.2 - Elementi mobili che partecipano alla lavorazione</b>	
	l'organo perforatore in movimento non risulta protetto da un riparo che ne renda impossibile il raggiungimento, ma la macchina è dotata di un solo dispositivo di sicurezza a fune di sgancio, su uno dei due lati accessibili dell'asta perforatrice.	
<b>Risultanze</b>		
<b>RES 1.3.8.2</b>	<b>RESO CONFORME</b>	
<b>Motivazione:</b>	in quanto il fabbricante, considerato il pericolo che gli operatori possano rimanere impigliati o feriti dall'organo perforatore, ha provveduto ad implementare un secondo dispositivo sensibile nelle immediate vicinanze dell'asta rotante, facilmente accessibili al personale. Quanto sopra presenta un livello di sicurezza equivalente a quello rappresentato dal punto 5.4.2.2 della norma armonizzata EN 791:1995 +A1:2009.	
<b>Note</b> Il punto 5.4.2.2. della EN 791:1995 +A1:2009 prevede che se la macchina è dotata di un sistema meccanico di movimentazione dell'asta di perforazione, è sufficiente un solo dispositivo sensibile posto sul lato libero dell'asta di perforazione.		
<p>La nuova norma EN 16228 "Attrezzature e perforazioni e fondazioni - Sicurezza - Parte 1 - Prescrizioni generali", pubblicata in Gazzetta Ufficiale il 13 febbraio 2015, prevede al punto 5.23.2.1 che quando è prevedibile l'accesso alle parti in movimento coinvolte nella perforazione, queste devono essere protette con:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- riparo fisso;</li><li>- riparo mobile interbloccato con o senza bloccaggio del riparo;</li><li>- dispositivi di protezione sensibili;</li><li>- una combinazione dei precedenti.</li></ul> <p>La soluzione tecnicamente più diffusa tra i fabbricanti è rappresentata da una gabbia interbloccata.</p>		
		

## Scheda tecnica 5

**Denominazione della macchina:** tagliatrice a filo diamantato**CEN TC:** 151

**Descrizione sintetica della macchina:** attrezzatura elettrica, mobile, che scorre su binari, utilizzata per il taglio di materiali lapidei, sia per tagli primari al monte, sia per le successive lavorazioni relative a tagli di riquadratura e sezionamento.

**Anno di fabbricazione:** 2009**Norma armonizzata di riferimento di tipo C:****Data pubblicazione  
in GUUE**

EN 15163:2008 "Macchine e impianti per l'estrazione e la lavorazione delle pietre naturali - Sicurezza - Requisiti per le tagliatrici a filo diamantato"



22/08/2008

**Note:** la norma tratta sia le macchine trasportabili che quelle fisse; tra le trasportabili ricomprende solo quelle con utensile con filo ricoperto.

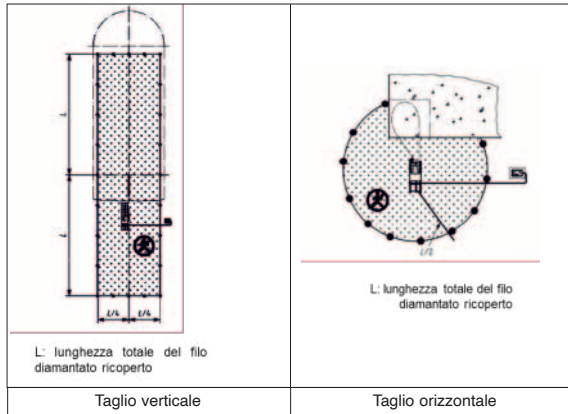
## Accertamento tecnico 5

**Motivo della segnalazione:**

infortunio mortale

Situazioni di pericolo	
<p><b>Descrizione della situazione di pericolo:</b> pericolo di proiezione di parti dell'utensile e conseguente colpo di frusta, a seguito della rottura del filo diamantato, dovuta a difetti nella realizzazione delle giunte oppure all'usura dell'utensile.</p>	
 	
<b>Res segnalato:</b>	<b>1.3.3 - Rischi dovuti alla caduta e alla proiezione di oggetti</b>
	Il fabbricante non ha adottato precauzioni per evitare i rischi derivanti dalla proiezione del filo diamantato.
<b>Res segnalato:</b>	<b>1.3.8.2 - Prevenzione dei rischi dovuti agli elementi mobili</b>
	Le soluzioni individuate dal fabbricante non assicurano la protezione del filo diamantato in tutte le configurazioni di taglio previste (verticale, orizzontale o obliquo).
<b>Res segnalato:</b>	<b>1.7.4 - Istruzioni per l'uso</b>
	Le istruzioni sono carenti riguardo la gestione di alcune situazioni di pericolo che possono verificarsi in caso di rotture.
Risultanze	
<b>RES 1.3.3, RES 1.3.8.2, RES 1.7.4</b>	<b>NON CONFORMI</b>
<b>Motivazione:</b>	<p>in quanto il fabbricante non adotta per tutte le configurazioni di taglio previste (verticale, orizzontale o obliquo) le misure di protezione necessarie a prevenire il rischio di rottura dell'utensile, con conseguente proiezione di parti dello stesso.</p> <p>La cosiddetta "zona pericolosa" definita nelle istruzioni non risulta, infatti, idonea per tutte le configurazioni di taglio, alla luce di quanto previsto al punto 5.2.2.8 della EN 15163:2008 per le macchine con filo ricoperto. Le distanze indicate nella zona interdetta con transenne alle persone durante la lavorazione non rispettano le prescrizioni indicate nella figura 7 della sopra detta norma per il taglio verticale; per quanto riguarda, invece, il taglio orizzontale, seppure sia previsto, non sono fornite specifiche indicazioni per l'individuazione della zona pericolosa. (cfr. figura 8 della EN 15163).</p>





Inoltre, per quanto riguarda il filo diamantato con molle, seppure il fabbricante preveda a protezione dell'utensile l'adozione di un nastro gommato mobile da posizionare in prossimità del filo, riconosce numerose condizioni di lavoro nelle quali detto dispositivo non può essere adottato (ad es. per tagli orizzontali "filo piano di cava", tagli verticali o inclinati "filo parete", in caso di sviluppo dell'utensile superiore alla lunghezza del nastro, per particolari lavorazioni in cava, ecc.), demandando all'utilizzatore la definizione di soluzioni che possano garantire un livello di sicurezza equivalente o prevedendo il ricorso a paratie amovibili delle quali non è prevista la fornitura né indicazioni sul corretto utilizzo.

A questo deve aggiungersi che le istruzioni prescrivono che, in caso di rotture dell'utensile, il filo venga immediatamente rigenerato, in difformità a quanto previsto al punto 7.4 della EN 15163 che prevede, per motivi di sicurezza, un'avvertenza per la sostituzione del filo per qualsiasi danneggiamento.

### Scheda tecnica 6

**Denominazione della macchina:** autogru

**CEN TC:** 147

**Descrizione sintetica della macchina:** autogrù veloce fuoristrada con capacità massima di sollevamento pari 110 tonnellate.



**Anno di fabbricazione:** 2006

**Norma armonizzata di riferimento di tipo C:**

**Data pubblicazione  
in GUUE**

EN 13000:2004 - Apparecchi di sollevamento - Gru mobili

08/05/2007


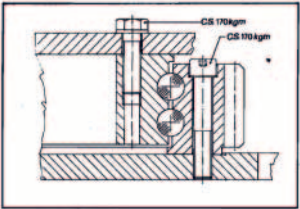
### Accertamento tecnico 6

**Motivo della segnalazione:** infortunio non mortale

### Situazioni di pericolo

**Descrizione della situazione di pericolo:** cedimento strutturale a seguito dell'allentamento dei bulloni di serraggio della ralla di rotazione di collegamento alla sovrastruttura dell'autogru



<b>Res segnalato:</b>	<b>1.3.2 - Rischio di rottura durante il funzionamento in relazione</b>
	Nelle istruzioni non sono indicati i tipi e le frequenze delle ispezioni da effettuare per garantire il corretto serraggio dei bulloni della ralla.
<b>Risultanze</b>	
<b>RES 1.3.2</b>	<b>CONFORME</b>
<b>Motivazione:</b>	<p>in quanto nelle istruzioni erano evidenziate la tempistica e le modalità di controllo (mediante chiave dinamometrica), nonché i valori delle coppie di serraggio per assicurare il corretto fissaggio della ralla alla sovrastruttura, assicurando un livello di sicurezza almeno equivalente a quello definito dal punto 6.4.2 della EN 13000:2004.</p> <div></div>

## Scheda tecnica 7

**Denominazione della macchina:** autogru**CEN TC:** 147

**Descrizione sintetica della macchina:** autogru con portata di 220 t, dotata di prolunga tralicciata pieghevole. Tale prolunga, quando non utilizzata, può essere smontata o posizionata a lato del braccio principale. In quest'ultimo caso la prolunga dovrà essere ruotata di 180° e collegata al braccio telescopico tramite inserzione di perni.

**Anno di fabbricazione:** 2008**Norma armonizzata di riferimento di tipo C:**

EN 13000:2004 "Apparecchi di sollevamento - Gru mobili"

**Data pubblicazione in GUUE**


08/05/2007

## Accertamento tecnico 7

**Motivo della segnalazione:**

infortunio non mortale

**Situazioni di pericolo****Descrizione della situazione di pericolo:** pericolo di schiacciamento

Res segnalato:	1.6.2 - Mezzi di accesso al posto di lavoro o ai punti d'intervento	
	Il fabbricante non ha fornito mezzi di accesso che consentano di raggiungere in sicurezza i punti dai quali è previsto il montaggio della prolunga tralicciata.	
Res segnalato:	1.7.4 - Istruzioni per l'uso	
	Il fabbricante non ha fornito nelle istruzioni informazioni idonee per eseguire in sicurezza il montaggio della prolunga tralicciata.	
Risultanze		
RES 1.6.2	CONFORME	
Motivazione:	in quanto il fabbricante ha dotato la macchina di mezzi di accesso amovibili e nello specifico una scala estensibile, in conformità a quanto previsto dal punto 4.2.9.3.3 della norma EN 13000:2004, che prescrive per l'accesso per manutenzione, ispezione, montaggio e smontaggio la possibilità di ricorrere a sistemi di accesso amovibili (ad es. scale amovibili).	
RES 1.7.4	CONFORME	
Motivazione:	in quanto il fabbricante fornisce istruzioni dettagliate per montaggio e smontaggio del braccetto comprensive di indicazioni per la selezione, l'installazione e l'uso sicuro di sistemi di accesso ovvero per l'utilizzo sicuro della scala, garantendo il livello di sicurezza previsto dal punto 4.2.9.3.3 della norma EN 13000:2004.	<div>Se durante l'allestimento e la rimozione dell'allestimento si rende necessario raggiungere una posizione più alta, fare uso della scala estensibile a due sezioni. Non arrampicarsi in nessun caso sul braccio principale o sul braccetto, a meno che questi non siano provvisti di appiatti superiori o scalini. Non poggiare mai la scala estensibile al braccetto, soprattutto in fase di preparazione del Power-Tilt-Up, in quanto esso, durante il suo allineamento, è soggetto a movimenti: appoggiarla solo sulle teste del braccio principale.</div>

## Scheda tecnica 8

**Denominazione della macchina:** autogru**CEN TC:** 147**Descrizione sintetica della macchina:**

autogru semovente telescopica fuoristrada costituita da un carro di base (dotata di 4 ruote motrici sterzanti), 4 stabilizzatori e dotata di sovrastruttura girevole su 360°)

Trova particolare diffusione nei cantieri per le grandi opere viarie, per gli acquedotti, le linee sotterranee, le reti elettriche e i lavori pubblici. Pratiche per la movimentazione nei cantieri navali e per le applicazioni industriali.

**Anno di fabbricazione:** 2008**Norma armonizzata di riferimento di tipo C:****Data pubblicazione in GUUE**

EN 13000:2004 - Apparecchi di sollevamento - Gru mobili

08/05/2007

## Accertamento tecnico 8


**Motivo della segnalazione:**

verifica periodica

**Situazioni di pericolo**

**Descrizione della situazione di pericolo:** rischio di ribaltamento o cedimento strutturale, in quanto il fabbricante prevede la possibilità di bypassare in modo continuativo il dispositivo limitatore di carico in caso di blocco della macchina a seguito dell'intervento del dispositivo



<b>Res segnalati:</b>	<b>1.1.2 c) - Principi d'integrazione della sicurezza</b> <b>1.3.1 - Stabilità</b> <b>4.1.2.1 – Rischi dovuti alla mancanza di stabilità</b> <b>4.1.2.3 – Resistenza meccanica</b> <b>1.2.5. Selettore modale di funzionamento</b>
	<p>La macchina è dotata di un selettore a chiave estraibile (posizionato esternamente alla cabina e accessibile tramite sportello apribile mediante apposita chiave) che, quando azionato, esclude in modo continuativo tutti i dispositivi di sicurezza. Benché nelle istruzioni tale esclusione venga esplicitamente consentita solo in casi estremi (malfunzionamenti o situazioni che ne giustifichino l'uso), la macchina può essere adoperata in modo continuativo senza il controllo dei dispositivi di sicurezza (con evidenti pericoli di ribaltamento) fino a quando l'operatore non decida di ripristinare il funzionamento del limitatore di carico. Tale modalità di esclusione non risulta adeguata per prevenire il rischio di uso improprio (da parte dell'operatore) del dispositivo di by-pass del limitatore di carico o di momento come stabilito nella decisione della commissione del 27 ottobre 2006 che ha comportato la pubblicazione con una restrizione del riferimento della norma EN 13000:2004.</p>
<b>Risultanze</b>	
<b>RES 1.1.2 c)</b> <b>RES 1.2.5</b> <b>RES 1.3.1</b> <b>RES 4.1.2.1</b>	<b>RESI CONFORMI</b>
<b>Motivazione:</b>	<p>in quanto il fabbricante ha previsto un dispositivo dotato di interruttore a chiave estraibile ad azione mantenuta, collegato ad un segnalatore acustico e luminoso, applicato nella parte inferiore del braccio telescopico dell'autogru, che avverte il personale che opera in prossimità della macchina della situazione di pericolo. L'esclusione del limitatore di carico tramite detto dispositivo è temporizzata: l'attivazione può avvenire per 5 minuti consecutivi, dopo di che, per i successivi 20 minuti, il dispositivo non può essere utilizzato.</p> <div data-bbox="510 1417 1016 1658">  </div>

**Note** Il punto 4.2.2.5.2 della EN 13000:2004 prescriveva che “Quando sono necessari dispositivi di esclusione per le prove di sovraccarico, l'allestimento e lo smantellamento della gru, il dispositivo di esclusione del limitatore del carico nominale non deve essere direttamente a portata dell'operatore della gru e deve essere bloccato e chiuso a chiave (per esempio in un armadio elettrico). Il limitatore del carico nominale deve tornare automaticamente al funzionamento normale quando il motore è arrestato e riavviato. Le prescrizioni contenute al punto 4.2.2.5.2 però, con decisione della DECISIONE DELLA COMMISSIONE del 27 ottobre 2006, a seguito di una clausola di salvaguardia richiesta dalla Germania, sono state ritenute non adeguate per prevenire il rischio di uso improprio (da parte dell'operatore) del dispositivo di by-pass del limitatore di carico o di momento e conseguentemente la norma EN 13000:2004 è stata pubblicata sulla GUUE con l'avvertenza che l'applicazione dei punti 4.2.2.5.1, 4.2.2.5.2 e 4.2.2.5.3 di tale norma non conferiva presunzione di conformità al requisito di sicurezza 4.2.1.4. (controllo delle sollecitazioni) – in connessione con i punti 1.1.2 c) (situazione di utilizzo anormale prevedibile), 1.2.5 (selettore modale), 1.3.1, 4 e 1.2.1 1 (stabilità) e 4.1.2.3 (resistenza meccanica).

EN (*)	Riferimento e titolo della norma (e documento di riferimento)	Prima pubblicazione GU	Riferimento della norma sostituita	Data di cessazione della presunzione di conformità della norma sostituita (Nota 1)
CEN	EN 13000:2004 Apparecchi di sollevamento — Gru mobili	8.5.2007	—	

*Avvertenza:* Questa pubblicazione non riguarda i punti 4.2.6.3.1, 4.2.6.3.2 e 4.2.6.3.3 della norma, la cui applicazione non conferisce una presunzione di conformità al requisito essenziale per la salute e la sicurezza 4.2.1.4 dell'allegato I alla direttiva 98/17/CE combinato con i requisiti 1.1.2c), 1.2.5, 1.3.1, 4.1.2.1 e 4.1.2.3 di tale allegato.

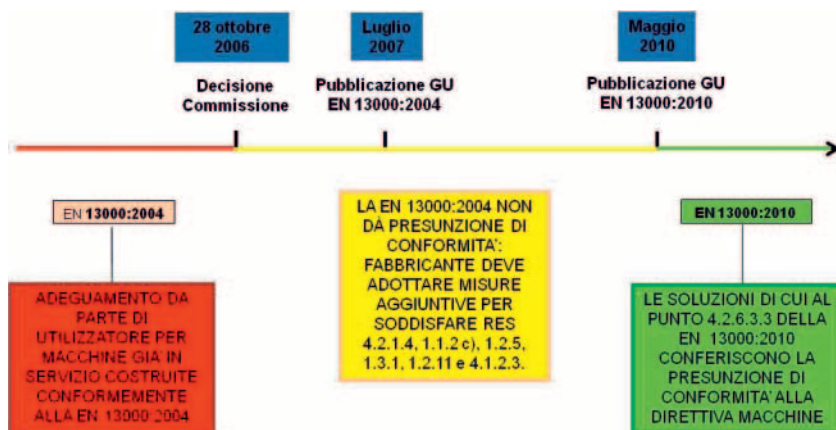
A seguito della pubblicazione della EN 13000:2004 con questa avvertenza il Ministero dello sviluppo economico emanava la Circolare 28 marzo 2007, n. 18752 “Gru mobili - Rischio di uso improprio del dispositivo di bypass del limitatore di carico o di momento”, per diffondere tra fabbricanti e utilizzatori la necessità di adottare misure integrative rispetto alle prescrizioni della EN 13000:2004 che assicurassero il rispetto del requisito 4.1.2.4 anche in caso di adozione di un sistema di by pass del limitatore di carico.

In particolare per le macchine immesse sul mercato prima della pubblicazione della suddetta norma la circolare suggeriva, per gli utilizzatori di gru mobili costruite in conformità alla direttiva 98/37/CE dotate di un dispositivo di esclusione del limitatore di carico o momento, le verifiche da effettuare in considerazione della pericolosità della situazione e della necessità di scongiurare un uso improprio del by pass, controllando che:

la presenza del dispositivo di by-pass del limitatore risultasse effettivamente necessaria in rapporto alle condizioni di impiego normali o eccezionali previste dal fabbricante; le istruzioni contenessero le specifiche procedure da osservarsi nelle suddette condizioni; il dispositivo di comando del by-pass fosse del tipo a chiave e ad azione mantenuta; l'intervento del by-pass fosse accompagnato dall'attivazione di un avvertitore acustico e luminoso e determini una modalità di funzionamento in condizioni di sicurezza migliorate (quali ad es. riduzione delle velocità dei movimenti pericolosi, intermittenza dei movimenti, temporizzazione dell'intervento del dispositivo, ecc.), salvo che dalla valutazione dei rischi, condotta dal fabbricante e basata sulle specifiche caratteristiche costruttive e funzionali della macchina, dette modalità non risultassero superflue.



La EN 13000:2010 successivamente ha poi declinato in dettaglio le caratteristiche del dispositivo di bypass in relazione alle condizioni di utilizzo come di seguito sinteticamente riportato:



	DESTINAZIONE		
	ALLESTIMENTO SMANTELLAMENTO	CONDIZIONI SPECIALI (ad es. blocco per intervento del limitatore)	GUASTO DEI COMPONENTI DEL LIMITATORE, O SITUAZIONI D'EMERGENZA
CARATTERISTICHE TECNICHE	Pulsante di set up privo di blocco meccanico. L'aumento dei limiti di intervento da parte del pulsante di set-up si deve resettare automaticamente quando la leva/e di comando è/sono in posizione neutra, o a motore fermo, con un ritardo consentito di 10 s. Questo pulsante set-up non deve permettere alcun movimento che può portare a guasti dei componenti o alla perdita di stabilità.	Pulsante di set up privo di blocco meccanico. L'aumento dei limiti di intervento da parte del pulsante di set-up si deve resettare automaticamente quando la leva/e di comando è/sono in posizione neutra, o a motore fermo, con un ritardo consentito di 10 s. Questo pulsante set-up non deve permettere alcun movimento che può portare a guasti dei componenti o alla perdita di stabilità.	Dispositivo di by-pass situato al di fuori della cabina dell'operatore e sotto chiave. Il by-pass del limitatore di carico si resetta automaticamente: alla fermata del motore; dopo non oltre 30 min.
PROCEDURE DI UTILIZZO	Le procedure di utilizzo devono essere dettagliatamente descritte dal fabbricante nelle istruzioni e messe a disposizione dell'operatore.	La portata nominale non deve arrivare a superare il 110% della portata nominale, le velocità devono risultare ridotte al 15% della velocità nominale o al 25% di quest'ultima in caso di gru mobili in cui un dispositivo di azionamento controlla la pressione idraulica.	Le velocità di tutti i movimenti, aumentando la condizione di carico, sono al max. 15% della velocità di lavoro ammessa per la corrispondente condizione di carico o al 25% di quest'ultima in caso di gru mobili in cui un dispositivo di azionamento controlla la pressione idraulica.

## Scheda tecnica 9

**Denominazione della macchina:** gru a cavalletto**CEN TC:** 147

**Descrizione sintetica della macchina:** gru a cavalletto bitrave con doppio carrello argano, formata da quattro gambe che collegano le testate di base

**Anno di fabbricazione:** 2016**Norma armonizzata di riferimento di tipo C:****Data pubblicazione in GUUE**

EN 15011:2011+A1:2014 "Apparecchi di sollevamento - Gru a ponte e a Cavalletto"

11/08/2014

EN 13586:2004+A1:2008 "Apparecchi di sollevamento - Accessi

08/09/2009

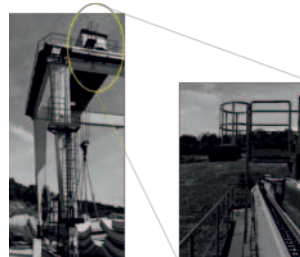
## Accertamento tecnico 9


**Motivo della segnalazione:**

infortunio non mortale

## Situazioni di pericolo

**Descrizione della situazione di pericolo:** pericolo di caduta dall'alto durante le fasi di accesso ai carrelli per attività di manutenzione.



<b>Res segnalato:</b>	<b>1.5.15 - Rischio di caduta</b> <b>1.6.2 - Accesso ai posti di lavoro e ai punti d'intervento</b>
	<p>Le scale a pioli previste dal fabbricante per l'accesso ai carrelli sono solo parzialmente protette da una gabbia contro il rischio di caduta, lasciando uno spazio libero di 107 cm.</p> 
<b>Risultanze</b>	
<b>RES 1.5.15 e RES 1.6.2</b>	<b>NON CONFORME</b>
<b>Motivazione:</b>	<p>in quanto il fabbricante, considerato il pericolo che gli operatori possano rimanere impigliati o feriti dall'organo perforatore, ha provveduto ad implementare un secondo dispositivo sensibile nelle immediate vicinanze dell'asta rotante, facilmente accessibili al personale. Quanto sopra presenta un livello di sicurezza equivalente a quello rappresentato dal punto 5.4.2.2 della norma armonizzata EN 791:1995 +A1:2009.</p>

## Scheda tecnica 10

**Denominazione della macchina:** gru a cavalletto**CEN TC:** 147**Descrizione sintetica della macchina:** gru a cavalletto bitrave a cassone.**Anno di fabbricazione:** 2016**Norma armonizzata di riferimento di tipo C:****Data pubblicazione  
in GUUE**

EN 15011:2011+A1:2014 "Apparecchi di sollevamento - Gru a ponte e a Cavalletto"

11/07/2014

EN 13586:2004+A1:2008 "Apparecchi di sollevamento - Accessi

08/09/2009

## Accertamento tecnico 10

**Motivo della segnalazione:** vigilanza**Situazioni di pericolo****Descrizione della situazione di pericolo:** pericolo di caduta dall'alto

<b>Res segnalato:</b>	<b>1.5.15 - Rischio di caduta</b>
	<div><p>La scala a pioli, pur avendo un'altezza di 8 m, non risulta dotata di piattaforma di riposo.</p><p>Le aperture risultavano protette con una catenella posta in corrispondenza del corrente intermedio del parapetto e da una sbarra sollevabile posta in corrispondenza del corrente superiore del parapetto, senza tavola fermapiEDE, accesso non conforme alla norma armonizzata EN 13586</p></div> <div></div> <div><p>I parapetti della passerella e dei carrelli avevano un'altezza pari a circa 100 cm, inferiore quindi ai 110 cm previsti dalla norma armonizzata EN 13586;</p><div></div></div>
<b>Risultanze</b>	
<b>RES 1.5.15</b>	
<b>Motivazione:</b>	<div><p>in quanto il fabbricante ha provveduto ad implementare misure idonee al contenimento del rischio di caduta; in particolare: l'altezza dei parapetti della passerella e dei carrelli è stata portata a 1100 mm, come previsto previsti dal prospetto 7 del punto 6.7 della EN 13586:2004+A1:2008; la parti del parapetto che risultavano dotate di catenella sono state sostituite con elementi rigidi, come previsto al punto 6.7 della soprarichiamata norma, che vieta l'uso di elementi flessibili, quali catene o funi, come elementi costituenti il parapetto; è stata introdotta una piattaforma di riposo ad un'altezza di 6 m nelle scale a pioli di altezza pari a 8 m, in conformità a quanto previsto al punto 4.1 della già richiamata norma.</p></div> <div></div>

### 2.4.3 La gestione delle attrezzature: controlli, manutenzione e verifiche periodiche

Il mantenimento nel tempo del livello di sicurezza garantito al momento dell'immissione sul mercato o messa in servizio di un'attrezzatura di lavoro costituisce uno dei principali strumenti per assicurarne l'efficienza ai fini della sicurezza.

Soltanto prevedendo, durante l'esistenza della macchina, idonei interventi di manutenzione e controllo, infatti, risulta possibile assicurare che la stessa mantenga in servizio condizioni di utilizzo adeguate alla funzione da svolgere, tanto dal punto di vista dell'efficienza quanto soprattutto in riferimento alle condizioni di sicurezza.

L'obiettivo è quello di effettuare i necessari interventi per assicurare che il prodotto resti conforme ai requisiti essenziali di sicurezza e di tutela della salute applicati al momento della prima immissione sul mercato o della prima messa in servizio.

Nelle cave il d.lgs. 624/1996 "Attuazione della direttiva 92/91/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione e della direttiva 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee" prescrive misure per la tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro anche per quanto attiene la gestione delle attrezzature di lavoro.

Per quanto non diversamente disposto dal sopra detto decreto si applicano anche nelle cave le prescrizioni del capo I del titolo III del d.lgs. 81/2008 e s.m.i.

#### 2.4.3.1 Manutenzione e controllo di attrezzature di lavoro

L'art. 71 del d.lgs. 81/2008 e s.m.i. Titolo III - USO DELLE ATTREZZATURE DI LAVORO E DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE esplicita gli obblighi del datore di lavoro relativamente alla gestione delle attrezzature di lavoro e quindi anche per quanto attiene interventi di manutenzione e controllo, volti a mantenere nel tempo i requisiti di sicurezza previsti originariamente.

Il legislatore individua nel datore di lavoro la persona preposta ad organizzare e gestire manutenzione e controllo delle attrezzature, primariamente sulla base delle informazioni contenute nelle istruzioni fornite dai fabbricanti.

Il primo aspetto da considerare è sicuramente quello relativo all'individuazione della *persona competente* in grado di condurre gli interventi previsti; allo stato attuale non esistono percorsi formativi dedicati al personale preposto a manutenzioni e controlli per specifiche attrezzature e l'unica indicazione rimane quella che discende dalle competenze necessarie all'espletamento dei compiti prescritti: il datore di lavoro, partendo dalle attività indicate nelle istruzioni, deve identificare la persona in possesso dei necessari requisiti per eseguirli correttamente. Un elemento importante che bisogna evidenziare è il fatto che per le diverse attività previste non è necessario reclutare figure distinte, ma l'importante è garantire il possesso delle competenze necessarie e che tali figure possono appartenere al personale interno del datore di lavoro.

Per quanto attiene gli interventi da condurre, le istruzioni fornite dal fabbricante dell'attrezzatura costituiscono il principale riferimento per manutenzioni e controlli, in virtù delle conoscenze che il fabbricante possiede sul prodotto e degli obblighi che la stessa direttiva macchine gli impone, per garantirne la conformità all'atto dell'immissione sul mercato.

Per assicurare un'efficace azione di manutenzione e, quindi, salvaguardare il mantenimento nel tempo del livello di sicurezza di una macchina, garantito al momento della sua immissione sul mercato o messa in servizio, la direttiva macchine, infatti, obbliga il fabbricante al rispetto di alcuni requisiti essenziali di sicurezza e di tutela della salute specifici. Ad esempio è previsto che il fabbricante scelga componenti sufficientemente resistenti e duraturi (soprattutto se questi contribuiscono direttamente alla sicurezza del prodotto nel complesso), impartisca istruzioni adeguate per la manutenzione e la sostituzione di componenti soggetti a fatica e usura e collochi, per quanto possibile, i punti di regolazione e manutenzione al di fuori delle zone pericolose, al fine di garantire interventi tali da non esporre a rischio le persone.

Allo stesso tempo il fabbricante deve fornire, unitamente alla macchina, eventuali accessori speciali necessari all'effettuazione di specifici interventi manutentivi: non si parla ovviamente di attrezzature di uso comune, come cacciaviti, chiavi inglesi o simili, ma bensì di dispositivi particolari specifici per la macchina in questione.

In pratica, per quanto attiene le responsabilità relative a manutenzioni e controlli è necessario quindi distinguere quanto attiene al fabbricante, rispetto agli obblighi in capo al datore di lavoro, ricordando in ogni caso la centralità delle istruzioni tanto per definire la bontà dell'operato del fabbricante e quanto per determinare il rispetto delle prescrizioni in esso contenute da parte del datore di lavoro ovvero dell'operatore chiamato ad effettuare praticamente gli interventi.

Naturalmente più complicata risulta la situazione laddove l'attrezzatura non dispone di un manuale di istruzioni, evenienza questa da ricollegare soprattutto all'anzianità dell'attrezzatura o ad eventuali passaggi di proprietà, che potrebbero, nonostante le previsioni degli articoli 23 e 72 del d.lgs. 81/08 e s.m.i., comportare la circolazione di attrezzature di lavoro non fornite di idonei documenti a corredo. In questi casi un utile riferimento per il datore di lavoro è rappresentato da linee guida, buone prassi o norme tecniche che possano fornire indirizzi su modalità e frequenze degli interventi<sup>12</sup>.

In ogni caso è necessario che ciascun intervento realizzato sull'attrezzatura (a meno di quelli giornalieri previsti dal fabbricante ad ogni inizio turno<sup>13</sup>) venga

12 Un valido esempio in tale ottica è rappresentato, per gli apparecchi di sollevamento, dalle "Schede per la definizione di piani per i controlli di apparecchi di sollevamento materiali e relativi accessori di sollevamento" che Inail ha elaborato per supportare il datore di lavoro nella gestione dei controlli di cui al comma 8 del d.lgs. 81/2008 e s.m.i. per gli apparecchi di sollevamento materiali sprovvisti di istruzioni.

13 Questi controlli devono essere riportati sul registro di controllo solo laddove abbiano evidenziato delle criticità per le quali è necessario prevedere interventi correttivi.

riportato su apposito registro e conservato per almeno 3 anni a disposizione degli organi di vigilanza territoriale (art. 71 comma 9 del d.lgs. 81/08 e s.m.i.); il legislatore non ha definito la forma di detto registro, che può essere cartaceo come elettronico. Il registro di controllo rappresenta lo strumento attraverso il quale il datore di lavoro può dimostrare l'adempimento degli obblighi relativi al controllo e alla manutenzione delle proprie attrezzature di lavoro, riportando una sintesi di tutti gli interventi condotti, l'esito degli stessi e indicazioni circa la persona che li ha realizzati (figura 2.4.8). Per le macchine di sollevamento lo stesso fabbricante è tenuto a fornire copia del registro di controllo o almeno i contenuti per costituirne uno (requisito essenziale di sicurezza 4.4.2 dell'allegato I alla direttiva 2006/42/CE), in tutti gli altri casi è esclusiva responsabilità e compito del datore di lavoro prevedere la costituzione e compilazione.

Figura 2.4.8 - Fac simile di Registro di controllo

OGGETTO DEL CONTROLLO	METODO DI ISPEZIONE	ESITO ISPEZIONE	INTERVENTI NECESSARI	DATA ISPEZIONE	PERSONALE INCARICATO		ESITO 2	DATA ISPEZIONE	PERSONALE INCARICATO			
	esame visivo				NOMINATIVO				NOMINATIVO			
	test funzionali				PROFILO				PROFILO			
	controlli non distruttivi				FIRMA				FIRMA			
	test operativi											
	esame visivo				NOMINATIVO				NOMINATIVO			
	test funzionali				PROFILO				PROFILO			
	controlli non distruttivi				FIRMA				FIRMA			
	test operativi											
	esame visivo				NOMINATIVO				NOMINATIVO			
	test funzionali				PROFILO				PROFILO			
	controlli non distruttivi				FIRMA				FIRMA			
	test operativi											
	esame visivo				NOMINATIVO				NOMINATIVO			
	test funzionali				PROFILO				PROFILO			
	controlli non distruttivi				FIRMA				FIRMA			
	test operativi											

(Fonte: Inail DIT. Elaborazione degli Autori)

Un altro elemento di cui bisogna tenere conto è la distinzione tra manutenzione straordinaria e modifica. Mentre, infatti, la manutenzione straordinaria, pur prevedendo interventi importanti sul prodotto, non ne modifica destinazione d'uso, parametri di funzionamento e prestazioni, la modifica interviene introducendo delle condizioni di rischio originariamente non previste, perché vengono alterate le



prestazioni del prodotto (ad es. aumentando la potenza di un motore, modificando la logica di funzionamento, ecc.). Mentre nel caso di manutenzione straordinaria è sufficiente riportare l'intervento sul registro di controllo, assicurandosi che le condizioni funzionali siano ripristinate come originariamente previste dal fabbricante, nel caso di modifica si tratta di nuova immissione sul mercato, perché le alterazioni prodotte non garantiscono a priori il permanere del rispetto dei requisiti essenziali di salute e sicurezza. Bisogna, tuttavia, evidenziare che nei casi in cui l'azione realizzata sia funzionale ad incrementare le condizioni di sicurezza del lavoro in relazione alla specifica analisi dei rischi condotta nell'ambiente operativo non si tratta di una modifica ma piuttosto di un intervento di miglioramento, che in quanto tale non comporta una nuova immissione sul mercato, ma anche in questo caso è sufficiente tenere memoria dell'operazione realizzata nel registro di controllo.

#### 2.4.3.2 La verifica periodica

L'art. 31 del d.lgs n. 624/1996 prescrive che il datore di lavoro denunci all'autorità di vigilanza competente (asl), prima della messa in esercizio, le attrezzature e gli impianti per i quali sono previste le verifiche periodiche. Per quanto non diversamente definito dal d.lgs. 624/1996, anche per quanto attiene le verifiche periodiche, valgono le indicazioni del d.lgs. 81/2008 e s.m.i., per cui le attrezzature interessate dal regime di verifica sono quelle individuate nell'allegato VII al già richiamato decreto 81/2008 e s.m.i., mentre le modalità di effettuazione degli interventi sono definite nel d.m. 11 aprile 2011.

L'unico elemento che il d.lgs. 624/1996 prescrive, discostandosi quindi dalla legislazione applicabile in altri comparti, riguarda l'individuazione del soggetto competente, che essendo esclusivamente l'autorità di vigilanza, nelle cave è rappresentato dalle Asl.

Diversamente da quanto accade in altri comparti produttivi, pertanto, le prime verifiche periodiche non sono condotte da Inail né soggetti pubblici o privati abilitati di cui al d.m. 11 aprile 2011 possono essere interpellati dal datore di lavoro per le verifiche periodiche successive.

Il d.m. 11 aprile 2011 stabilisce più in dettaglio le modalità di esecuzione di dette verifiche, chiarendo competenze e responsabilità.

In base alle periodicità indicate nel sopra richiamato allegato VII il datore di lavoro deve poi procedere con la richiesta di prima verifica periodica, secondo le procedure che a livello regionale sono state definite dalle autorità competenti.

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI, SITOGRAFIA E IMMAGINI

- [1] Direttiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 maggio 2006 relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE (rifusione) Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 9.6.2006.

- [2] DECRETO 11 aprile 2011. Disciplina delle modalità di effettuazione delle verifiche periodiche di cui all'All. VII del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, nonché i criteri per l'abilitazione dei soggetti di cui all'articolo 71, comma 13, del medesimo decreto legislativo.
- [3] UNI EN ISO 3471:2008 - Strutture di protezione contro il ribaltamento - Prove di laboratorio e requisiti di prestazione.
- [4] UNI EN ISO 3449:2009 Macchine movimento terra - Strutture di protezione contro la caduta di oggetti - Prove di laboratorio e requisiti di prestazione.
- [5] Monica L. et al. 2015. "Schede per la definizione di piani per i controlli di "apparecchi di sollevamento materiali di tipo fisso e relativi accessori di sollevamento". Inail. ISBN 978-88-7484-397-8;
- [6] Monica L. et al. 2014. "Schede per la definizione di piani per i controlli di "apparecchi di sollevamento materiali di tipo mobile e relativi accessori di sollevamento". Inail. ISBN 978-88-7484-398-5
- [7] Monica L. et al. 2014. "Macchine da piccola perforazione. Evoluzione dello stato dell'arte per la protezione degli elementi mobili coinvolti nel processo produttivo". Inail. ISBN 978-88-7484-480-7
- [8] Figure 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3, 2.4.6 UNI. Rielaborazione degli Autori
- [9] Figura 2.4.4 Internet. Rielaborazione degli Autori
- [10] Figura 2.4.5 Inail DIT. Monica L. et al. 2015 [5]. Rielaborazione degli Autori
- [11] Figura 2.4.7 Inail DIT. Monica L. et al. 2014 [6] e [7]. Rielaborazione degli Autori
- [12] Figura 2.4.8 Inail DIT. Elaborazione degli Autori.

## 2.5 RISCHI DI CADUTA DALL'ALTO NEI LAVORI IN QUOTA

### 2.5.1 Premessa

Le tecniche di estrazione di materiali da cave a cielo aperto (ECCA) sono variabili col tipo di materiale prodotto. Talvolta, sono il risultato dell'evoluzione di tecniche tradizionali, tramandate nel tempo da una generazione all'altra. In quest'aspetto, che per certi versi costituisce un punto di forza, si inseriscono alcune criticità potenzialmente rilevanti ai fini della sicurezza. Alcune fra le attività più comuni nei processi di estrazione si effettuano in quota e sono pertanto soggette al rischio di caduta dall'alto. Esse sono:

- il disgaggio o distacco manuale di massi pericolanti e la messa in sicurezza del fronte di cava;
- la movimentazione, lo scavo, la selezione, lo stoccaggio, la separazione e la frantumazione di inerti;
- l'esecuzione di fori da taglio, a mano o con perforatrici, sul fronte di cava;
- il taglio di blocchi di pietra al monte e la riquadratura.

A queste attività ed ai rischi connessi possono aggiungersi quelli dovuti a fattori organizzativi in quanto l'addetto di cava su cui concentrano diverse qualifiche professionali e svariate attività svolte dallo stesso.

Nella quasi totalità dei casi, per risolvere le problematiche di sicurezza che possono derivare dal rischio di caduta dall'alto, è necessario utilizzare specifici dispositivi di protezione collettiva (DPC) ed individuale (DPI).

### 2.5.2 Valutazione del rischio

Le tecniche di estrazione di materiali da cave a cielo aperto presuppongono la corretta effettuazione della valutazione del rischio di caduta dall'alto. Essa prevede le seguenti macrofasi fondamentali:

- Identificazione del pericolo ed analisi del rischio.
- Sostituzione del pericolo e/o eliminazione del rischio.
- Individuazione ed adozione delle misure a carattere tecnico-organizzativo.
- Individuazione ed adozione dei DPC (parapetti provvisori, reti di sicurezza, sistemi di recinzione).
- Individuazione ed adozione dei DPI (sistemi di trattenuta, sistemi di accesso su fune, sistemi di arresto caduta).

Una attività è "pericolosa" quando è in grado potenzialmente di causare un danno, per "rischio" si intende la probabilità che un evento si verifichi per il danno che ne potrebbe derivare.

I rischi vanno eliminati e, ove ciò non sia possibile, ridotti alla fonte (d.lgs 81/08, art.15 comma 1 lettera e); l'esposizione ai rischi per il lavoratore che effettua l'attività di estrazione di materiali da cave a cielo aperto, infatti, è particolarmente elevata. In questa attività molto spesso non si riesce ad eliminare i pericoli e/o a ridurre i rischi a livello accettabile nonostante alcune aziende abbiano adottato misure tecnico-organizzative adeguate.

Il rischio è quello relativo alla possibile caduta dall'alto del lavoratore che esegue attività su un bordo non protetto; esso può provocare morte o lesioni gravi e di carattere permanente. È dunque necessario individuare ed adottare i necessari DPC. Se, a seguito della loro applicazione, si riesce a eliminare e/o ridurre il rischio, l'attività può cominciare altrimenti si deve ricorrere ai DPI.

L'adozione dei DPC è prioritaria rispetto a quella dei DPI, in base a quanto stabilito nel d.lgs 81/08 articoli 15 (Misure generali di tutela) *"Le misure generali di tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori nei luoghi di lavoro sono: ..... i) la priorità delle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale"*, 75 (Obbligo di uso) *"I DPI devono essere impiegati quando i rischi non possono essere evitati o sufficientemente ridotti da misure tecniche di prevenzione, da mezzi di protezione collettiva, da misure, metodi o procedimenti di riorganizzazione del lavoro"* e 111 (Obblighi del datore di lavoro nell'uso di attrezzature per lavori in quota) *"Il datore di lavoro, nei casi in cui i lavori temporanei in quota non possono essere eseguiti in condizioni di sicurezza e in condizioni ergonomiche adeguate a partire da un luogo adatto allo scopo, sceglie le attrezzature di lavoro più idonee a garantire e mantenere condizioni di lavoro sicure, in conformita' ai seguenti criteri: a) priorità alle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale"*.

I requisiti che i DPC e DPI debbono possedere sono individuati nei titoli III e IV.

Le foto riportate successivamente non riguardano situazioni d'uso del settore dell'estrazione di materiali da cave a cielo aperto ma servono esclusivamente a identificare quali siano i dispositivi cui ci si riferisce. Esse non devono essere dunque intese come indicazioni d'uso.

### 2.5.3 I dispositivi di protezione collettiva

Per DPC si intendono i prodotti che hanno la funzione di salvaguardare le persone da rischi per la salute e la sicurezza; essi, non essendo coperti da direttiva specifica, non possono essere marcati CE. Tali prodotti sono soggetti, comunque, al d.lgs 6 settembre 2005, n. 206 (Codice del consumo) parte IV, titolo I - Sicurezza dei prodotti. Nelle attività di estrazione di materiali da cave a cielo aperto possono essere utilizzati DPC specifici quali parapetti provvisori, reti di sicurezza e sistemi di recinzione. Il fabbricante può dimostrare che i suoi DPC soddisfano i requisiti essenziali di sicurezza previsti dal d.lgs 206/05 facendo riferimento ad esempio alla UNI EN 13374 per i parapetti provvisori e alle UNI EN 1263 parte 1 e 2 per le reti di sicurezza. Per i sistemi di recinzione non esistono norme tecniche UNI EN applicabili.

Il d.lgs 81/08 menziona i DPC riferiti ai lavori in quota, all'art. 111 comma 5 *"Il datore di lavoro.....individua le misure atte a minimizzare i rischi per i lavoratori, insiti nelle attrezzature in questione, prevedendo, ove necessario, l'installazione di dispositivi di protezione contro le cadute. I predetti dispositivi devono presentare una configurazione ed una resistenza tali da evitare o da arrestare le cadute da luoghi di lavoro in quota e da prevenire, per quanto possibile, eventuali lesioni dei lavoratori....."* e comma 6 *"Il datore di lavoro nel caso in cui l'esecuzione di un lavoro di natura particolare richiede l'eliminazione temporanea di un dispositivo di protezione collettiva contro le cadute, adotta misure di sicurezza equivalenti ed efficaci. Il lavoro é eseguito previa adozione di tali misure. Una volta terminato definitivamente o temporaneamente detto lavoro di natura particolare, i dispositivi di protezione collettiva contro le cadute devono essere ripristinati"*.

#### 2.5.3.1 PARAPETTI PROVVISORI

I parapetti provvisori sono individuati nel d.lgs 81/08 art.146 (Difesa delle aperture) *"...3. Le aperture nei muri prospicienti il vuoto o vani che abbiano una profondità superiore a m 0,50 devono essere munite di normale parapetto e tavole fermapièdè oppure essere convenientemente sbarrate in modo da impedire la caduta di persone"*. Un parapetto è definito "normale" nell'allegato IV (Requisiti dei luoghi di lavoro) punto 1.7.2.1 del d.lgs 81/08 quando:

- a) *sia costruito con materiale rigido e resistente in buono stato di conservazione;*
- b) *abbia un'altezza utile di almeno un metro;*
- c) *sia costituito da almeno due correnti, di cui quello intermedio posto a circa metà distanza fra quello superiore ed il pavimento;*
- d) *sia costruito e fissato in modo da poter resistere, nell'insieme ed in ogni sua parte, al massimo sforzo cui può essere assoggettato, tenuto conto delle condizioni ambientali e della sua specifica funzione.*

Il parapetto normale con arresto al piede è *"un parapetto normale completato con fascia continua poggianti sul piano di calpestio ed alta almeno 15 centimetri"* (punto 1.7.2.2).

Un parapetto provvisorio, oltre ai requisiti strutturali e dimensionali, deve possedere le caratteristiche adeguate per tener conto delle azioni trasmesse dal lavoratore in caso di appoggio sullo stesso ed impedire la caduta del lavoratore limitando lo spazio libero fra i correnti. La norma UNI EN 13374 in questo caso prevede non debba essere superiore a 47 cm.

Durante l'estrazione di materiali da cave a cielo aperto il lavoratore non è soggetto al rischio di scivolamento e/o di rotolamento. In queste condizioni può appoggiarsi o procedere contro il parapetto provvisorio producendo sollecitazioni statiche o quasi statiche sugli elementi costituenti lo stesso e sul sistema di ancoraggio.

Figura 2.5.1 - Esempio di parapetto provvisorio



(Fonte: CSC Srl)

### 2.5.3.2 RETI DI SICUREZZA

Le reti di sicurezza non vengono menzionate dal d.lgs 81/08.

Tuttavia per esse si può fare riferimento all'art.122 (Ponteggi ed opere provvisorie) *“Nei lavori che sono eseguiti ad un'altezza superiore ai m 2, devono essere adottate, seguendo lo sviluppo dei lavori stessi, adeguate impalcature o ponteggi o idonee opere provvisorie o comunque precauzioni atte ad eliminare i pericoli di caduta di persone e di cose [...]”*. La rete di sicurezza è certamente una *“idonea opera provvisoria”*.

La normativa tecnica distingue la rete dalla rete di sicurezza. La rete è definita come *“connessione di maglie”* mentre la rete di sicurezza è la *“rete sostenuta da una fune sul bordo, da altri elementi di supporto o da una combinazione di questi, progettata per fermare la caduta dall'alto delle persone”*. In definitiva la rete di sicurezza è il sistema formato dalla rete e dalla intelaiatura di sostegno.

Nelle attività di estrazione di materiali da cave a cielo aperto può essere utilizzato il sistema U, descritto nella norma tecnica UNI EN 1263-1, e cioè la rete fissata ad una intelaiatura di sostegno per utilizzo verticale.

A differenza degli altri sistemi previsti nella UNI EN 1263-1, che prevedono la caduta del lavoratore 'raccolgendolo' nella rete, il sistema U ha come scopo quello di impedire la caduta dello stesso fornendo una protezione verticale fino a circa un metro di altezza dal piano di calpestio.

Le reti di sicurezza devono essere ancorate in maniera tale che le forze che si originano, a seguito della trattenuta del lavoratore, debbano essere assorbite e trasmesse zona della cava ove si effettua l'estrazione di materiali.

La messa in opera delle reti di sicurezza deve essere studiata in base alle caratteristiche dell'attività in maniera tale da:

- prevedere e mettere in opera gli ancoraggi al momento della installazione;
- evitare i vuoti sul perimetro della rete;
- evitare la caduta sulle reti di materiali incandescenti;
- posizionare la rete in maniera tale da non ostacolare il movimento dei lavoratori e delle macchine per permettere lo svolgimento delle attività lavorative senza l'introduzione di rischi aggiuntivi;
- trasportare, movimentare e stoccare le reti e i loro accessori con cura per evitare il loro degrado;
- sorvegliare la corretta regolazione della tensione della rete;
- evitare la possibilità di scioglimento dei nodi sui cavi, a causa di vibrazioni o sbalzi;
- verificare il buono stato dei mezzi d'ancoraggio e la tensione delle reti in riferimento agli sforzi di flessione e di trazione ai quali possono essere sottoposti gli elementi metallici di ancoraggio delle reti.

### 2.5.3.3 SISTEMI DI RECINZIONE

I sistemi di recinzione sono disciplinati dall'art. 109 (Recinzione del cantiere) del d.lgs 81/08 ove è previsto che *'Il cantiere, in relazione al tipo di lavori effettuati, deve essere dotato di recinzione avente caratteristiche idonee ad impedire l'accesso agli estranei alle lavorazioni'*.

La recinzione, oltre alla funzione prevista all'art. 109, cioè di impedimento all'accesso di estranei, può anche avere quella di misura di sicurezza per i lavoratori che operano all'interno.

I sistemi di recinzione che vengono considerati nelle attività di estrazione di materiali da cave a cielo aperto sono realizzati mediante:

- reti arancioni;
- transenne arancioni;
- montanti e funi.



I primi sono costituiti da pannelli singoli o modulari formati da una rete estrusa arancione in polietilene ad alta densità (HDPE) avvolta su una struttura metallica rivestita con doppio trattamento di polveri termoindurenti.

Le transenne sono sistemi modulari a pannelli composti da una rete estrusa in polietilene tesa su una struttura metallica. Generalmente vanno uniti l'uno all'altro tramite appositi ganci e sono dotati di accessori e piedini per l'uso su diversi tipi di terreno.

I sistemi con funi sono realizzati mediante montanti in acciaio, posti a distanza regolare, alla cui sommità vengono posizionate delle funi, anch'esse di acciaio, aventi la funzione di delimitare la zona interdetta. Tali sistemi assicurano, stabilità, velocità di montaggio e smontaggio e posa rapida.

Le reti e le transenne permettono inoltre una notevole visibilità che, in ambienti quali quelli in cui si eseguono attività di estrazione di materiali da cave a cielo aperto, può rappresentare spesso un aspetto fondamentale.

## 2.5.4 I dispositivi di protezione individuale

Se a seguito della valutazione dei rischi l'utilizzo dei DPC non consente di estrarre in maniera sicura materiali da cave a cielo aperto vanno impiegati DPI specifici quali i sistemi di protezione individuale dalle cadute, che nel caso specifico sono rappresentati dai sistemi di trattenuta o dai sistemi di arresto caduta.

Un sistema di protezione individuale dalle cadute è costituito da un insieme di componenti collegati tra loro, separatamente o no, ed include un dispositivo di presa del corpo attaccato ad un punto di ancoraggio sicuro mediante un sistema di collegamento. Quest'ultimo consiste in uno o più componenti conformi per l'uso previsto (ad esempio, cordini, connettori, assorbitori).

Un sistema di protezione individuale dalle cadute comprende quindi:

- un dispositivo di presa del corpo (2.5.4.1);
- un sistema di collegamento (2.5.4.2);
- un punto di ancoraggio sicuro (2.5.4.3).

I sistemi che impediscono la caduta libera (sistema di trattenuta) sono da preferirsi a quelli che arrestano la caduta libera (sistema di arresto caduta) in quanto, limitando il percorso che può compiere il lavoratore, non permettono la caduta dall'alto. Le due tipologie vengono di seguito elencate.

Un sistema di trattenuta impedisce le cadute dall'alto limitando il percorso che può compiere il lavoratore. Esso:

- limita lo spostamento del lavoratore, in modo che gli è impedito di raggiungere zone in cui potrebbe verificarsi una caduta dall'alto;
- non è destinato ad arrestare una caduta dall'alto;



- non è destinato per situazioni di lavoro in cui il lavoratore ha bisogno di un dispositivo di tenuta del corpo (ad esempio lavoro in tensione o sospensione).

**Figura 2.5.2 - Esempio di sistema di trattenuta**



(Fonte: CSC Srl)

Un sistema di accesso su fune permette al lavoratore di accedere al o dal posto di lavoro sostenuto, in tensione o in sospensione, in maniera tale che venga prevenuta o arrestata la caduta libera. Esso:

- permette l'accesso al o dal posto di lavoro in tensione o in sospensione;
- impedisce o arresta la caduta libera del lavoratore;
- consente al lavoratore di spostarsi tra la posizione superiore e inferiore e può consentire l'attraversamento;
- include due diversi punti di attacco sull'imbracatura:
  - un punto di attacco basso per il collegamento al dispositivo di regolazione della fune sulla fune di lavoro;
  - un punto di attacco anticaduta per il collegamento al dispositivo di regolazione della fune sulla fune di sicurezza,
- comprende una fune di lavoro e una fune di sicurezza fissate separatamente alla struttura o direttamente o utilizzando dispositivi di ancoraggio;
- include dispositivi di regolazione della fune che consentono al lavoratore di cambiare posizione lungo la fune di lavoro e la fune di sicurezza,

- può essere utilizzato per il posizionamento sul lavoro, dopo che è stato raggiunto il posto di lavoro,
- può essere utilizzato per il salvataggio del lavoratore stesso o di altre persone.

Riguardo l'utilizzo di sistema di accesso su fune il d.lgs 81/08 art.111 (Obblighi del datore di lavoro nell'uso di attrezzature per lavori in quota) al comma 4 stabilisce che *'Il datore di lavoro dispone affinché siano impiegati sistemi di accesso e di posizionamento mediante funi alle quali il lavoratore è direttamente sostenuto, soltanto in circostanze in cui, a seguito della valutazione dei rischi, risulta che il lavoro può essere effettuato in condizioni di sicurezza e l'impiego di un'altra attrezzatura di lavoro considerata più sicura non è giustificato a causa della breve durata di impiego e delle caratteristiche esistenti dei siti che non può modificare. Lo stesso datore di lavoro prevede l'impiego di un sedile munito di appositi accessori in funzione dell'esito della valutazione dei rischi e, in particolare, della durata dei lavori e dei vincoli di carattere ergonomico'*. L'utilizzo di un sistema di accesso su fune è motivato solo se l'attività è effettuata in sicurezza e l'impiego di un'altra attrezzatura più sicura non è giustificato a causa della breve durata di impiego e delle caratteristiche esistenti dei siti che non possono essere modificate.

Un sistema di arresto caduta arresta la caduta libera e che limita la forza d'urto sul corpo del lavoratore durante l'arresto caduta. Esso:

- non impedisce la caduta libera;
- permette all'utilizzatore di raggiungere le zone o le posizioni in cui esiste il rischio di caduta libera, e viene arrestato quando si verifica la caduta libera,
- limita la lunghezza della caduta e la forza di impatto ad un massimo di 6 kN;
- dopo l'arresto caduta, mantiene il lavoratore in una posizione sospesa nella quale, se necessario, può attendere aiuto.

#### 2.5.4.1 DISPOSITIVO DI PRESA DEL CORPO

Nei sistemi di protezione considerati il dispositivo di presa del corpo è costituito da:

- cintura di posizionamento sul lavoro e di trattenuta "Belt for work positioning and restraint" (UNI EN 358),
- cintura con cosciali "Sit harnesses" (UNI EN 813),
- imbracatura per il corpo "Full body harness" (UNI EN 361).

Nel sistema di trattenuta può essere utilizzata una cintura di trattenuta (UNI EN 358), una cintura con cosciali (UNI EN 813) o una imbracatura per il corpo (UNI EN 361). Nel sistema di accesso su fune può essere utilizzata una imbracatura per il corpo (UNI EN 361) con eventualmente incorporata una cintura di trattenuta (UNI EN 358). E' possibile includere all'imbracatura un sedile per aumentare comfort e stabilità.

Nel sistema di arresto caduta può essere utilizzata esclusivamente un'imbracatura per il corpo (UNI EN 361).

#### 2.5.4.2 SISTEMA DI COLLEGAMENTO

Il sistema di collegamento unisce il dispositivo di presa del corpo al punto di ancoraggio sicuro. Nella versione più semplice è costituito da un cordino e da due connettori e cambia a seconda del tipo di sistema in esame.

Nel sistema di trattenuta è costituito da un cordino e da due connettori (UNI EN 362); il cordino è di trattenuta o di posizionamento sul lavoro (UNI EN 358) o da arresto caduta (UNI EN 354).

Nel sistema di accesso su fune è costituito da una fune di lavoro (UNI EN 1891: 2008 tipo A) dotata di dispositivo di regolazione della fune (UNI EN 12841: 2006 tipo B o tipo C) e una fune di sicurezza (UNI EN 1891: 2008 tipo A) dotata di dispositivo di regolazione della fune (UNI EN 12841: 2006 tipo A). In prossimità degli ancoraggi e degli attacchi sull'imbracatura generalmente sono presenti dei connettori (UNI EN 362).

Nel sistema di arresto caduta è costituito generalmente da un cordino (UNI EN 354), due connettori (UNI EN 362) ed un assorbitore di energia (UNI EN 355).

#### 2.5.4.3 PUNTO DI ANCORAGGIO SICURO

Il punto di ancoraggio sicuro non è definito in nessun testo legislativo o normativo ma richiamato nel Regolamento (UE) 2016/425 (art. 3, comma 1 lettera c e allegato II punto 3.1.2.2) e nella UNI EN 363: 2019 nella definizione di sistema di protezione individuale dalle cadute (punto 3.2.1).

Per stabilirne il significato ci si può riferire alla UNI EN 795: 2012 "Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Dispositivi di ancoraggio", attualmente in fase di revisione, ove il punto di ancoraggio è *"il punto sul sistema di ancoraggio dove può essere applicato il dispositivo di protezione individuale dalle cadute"*.

Il punto di ancoraggio è quindi un oggetto immateriale presente sul dispositivo (o sul sistema) di ancoraggio. I requisiti del punto vengono 'trasferiti' al dispositivo che deve essere in grado di resistere alle sollecitazioni derivanti da una possibile caduta del lavoratore, essere sicuro per l'impiego previsto e, soddisfare, se applicabile, quanto previsto nei regolamenti o nei documenti loro correlati.

Il dispositivo può essere permanente o temporaneo; nel primo caso può essere fabbricato secondo la UNI 11578: 2015 o, in un prossimo futuro se il processo normativo arriverà a conclusione, seguendo il prEN 17235 "Permanent anchor devices and safety hooks" (Dispositivi di ancoraggio e ganci di sicurezza permanenti). Nel secondo rispettando la UNI EN 795: 2012 (uso da parte di una persona) o la UNI CEN/TS 16415:2013 (uso da parte di più persone contemporaneamente).

Nel sistema di trattenuta e di arresto caduta il cordino va fissato alla struttura mediante dispositivo di ancoraggio puntuale o lineare. Nel sistema di accesso su

fune la fune di lavoro e la fune di sicurezza vanno fissate separatamente alla struttura mediante dispositivo di ancoraggio puntuale.

**Figura 2.5.3 - Esempio di ancoraggio puntuale**



(Fonte: Sicurpal Srl)

**Figura 2.5.4 - Esempio di ancoraggio lineare**



(Fonte: Sicurpal Srl)

### 2.5.5 Dispositivi comunemente utilizzati nell'estrazione di materiali da cave a cielo aperto

Nell'estrazione di materiali da cave a cielo aperto i sistemi i dispositivi di protezione collettiva comunemente sono i parapetti provvisori. Essi possono essere ancorati direttamente alla superficie da proteggere o essere dotati di zavorre che ne assicurano la stabilità.

I dispositivi di protezione individuale impiegati sono:

il sistema di trattenuta,

il sistema di accesso su fune.

Il sistema di trattenuta è da preferirsi rispetto a quello di accesso su fune in quanto non permette la caduta dall'alto del lavoratore. Il punto di ancoraggio sicuro viene realizzato in due modalità:

forando la superficie di cava ed inserendo il dispositivo di ancoraggio, generalmente con fissaggio meccanico,

utilizzando blocchi di pietra che fungono da zavorra attorno ai quali vengono posizionate delle funi con la funzione di dispositivo di ancoraggio.

Generalmente tali dispositivi sono di tipo temporaneo, fabbricati secondo la UNI EN 795: 2012.

### 2.5.6 Abbreviazioni

DPC - dispositivo di protezione collettiva.

DPI - dispositivo di protezione individuale.

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI, SITOGRAFIA E IMMAGINI

- [1] Regolamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2016 sui dispositivi di protezione individuale e che abroga la direttiva 89/686/CEE del Consiglio.
- [2] Decreto legislativo 4 dicembre 1992 n. 475 - Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 2016/425 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 9 marzo 2016, sui dispositivi di protezione individuale e che abroga la direttiva 89/686/CEE del Consiglio.
- [3] Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e smi - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- [4] Decreto legislativo 6 settembre 2005, n. 206 e smi - Codice del consumo, a norma dell'articolo 7 della legge 29 luglio 2003, n. 229.
- [5] Decreto legislativo 25 novembre 1996, n. 624 e smi - Attuazione della direttiva 92/91/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrat-

- tive per trivellazione e della direttiva 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee.
- [6] UNI EN 354:2010 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute - Cordini.
  - [7] UNI EN 355:2003 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto - Assorbitori di energia.
  - [8] UNI EN 358:2019 - Dispositivi di protezione individuale per il posizionamento sul lavoro e la prevenzione delle cadute dall'alto - Cinture e cordini di posizionamento sul lavoro o trattenuta.
  - [9] UNI EN 360:2003 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto - Dispositivi anticaduta di tipo retrattile.
  - [10] UNI EN 361:2003 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto - Imbracature per il corpo.
  - [11] UNI EN 362:2005 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto - Connettori.
  - [12] UNI EN 363:2019 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Sistemi individuali per la protezione contro le cadute.
  - [13] UNI EN 364:1993 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto - Metodi di prova.
  - [14] UNI EN 365:2005 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto - Requisiti generali per le istruzioni per l'uso, la manutenzione, l'ispezione periodica, la riparazione, la marcatura e l'imballaggio.
  - [15] UNI EN 795:2012 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Dispositivi di ancoraggio.
  - [16] UNI EN 813:2008 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Cinture con cosciali.
  - [17] UNI 11158: 2015 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto - Sistemi di protezione individuale dalle cadute - Guida per la selezione e l'uso.
  - [18] UNI 11578:2015 - Dispositivi di ancoraggio destinati all'installazione permanente - Requisiti e metodi di prova.
  - [19] UNI CEN/TS 16415:2013 - Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Dispositivi di ancoraggio - Raccomandazioni per dispositivi di ancoraggio per l'uso da parte di più persone contemporaneamente.
  - [20] UNI EN 13374:2019 - Sistemi di protezione temporanea dei bordi - Specifiche di prodotto e metodi di prova.
  - [21] UNI EN 1263/1:2015 - Reti di Sicurezza Parte 1: Requisiti di sicurezza, metodi di prova.
  - [22] UNI EN 1263/2:2015 - Reti di Sicurezza Parte 2: Requisiti di sicurezza per messa in opera di reti di sicurezza.
  - [23] Figure 2.5.1 e 2.5.2 CSC Srl.
  - [24] Figure 2.5.3 e 2.5.4 Sicurpal Srl.
  - [25] Best practice 2.5 HOLCIM ITALIA spa.

## BEST PRACTICE 2.5

## BOX APPROFONDIMENTO

**ANEPLA** (Associazione Nazionale Estrattori Produttori Lapidei e Affini) riporta di seguito un esempio pratico di come operano le società del settore estrattivo relativamente alle procedure di esecuzione dei Lavori in altezza inerenti gli impianti di selezione e vagliatura (area impianti di cava) degli Aggregati.

## Best Practice: Procedura per Lavori in altezza

**Generalità:** Una delle principali cause di lesioni gravi/decessi ai lavoratori è legato alla caduta dall'alto, dagli impianti di cava (impianti di selezione e lavaggio, nastri, gruppi di frantumazione, cicloni, decantatori, ecc.) durante le attività di manutenzione. La caduta dall'alto è identificata come una delle principali cause di morte<sup>14</sup> negli impianti della filiera del settore estrattivo.

**Procedura:** Prima di qualsiasi intervento di manutenzione su una macchina o attrezzatura che presenti una posizione di lavoro ad un'altezza superiore a 1,8 m dal suolo o una potenziale proiezione al di fuori delle barriere di sicurezza, deve essere applicata una specifica procedura per i lavori in altezza (WaH).

La procedura prevede:

L'individuazione e la mappatura delle zone di lavoro WaH e delle misure di prevenzione e protezione (Dispositivi di Protezione Collettivi, Dispositivi di Protezione Individuali, ancoraggi fissi autorizzati, l'eventuale utilizzo di attrezzature quali carrelli elevatori o trabattelli, ecc).

- Ruoli e responsabilità documentati (comprese autorizzazioni e autorità).
- Un processo per garantire che l'approvvigionamento e la messa in servizio delle apparecchiature siano conformi a requisiti per esse richiesti dalla normativa applicabile.
- Formazione pratica e teorica specifica
- Un processo per gestire le modifiche relative al WaH.
- Procedure per gestire le prevedibili emergenze legate al WaH.
- Una ricognizione iniziale, una revisione annuale e un'analisi delle non conformità del programma e delle sue procedure, condotte tramite audit.



**Uso dei dispositivi di protezione individuale:** è necessario mappare tutte le postazioni di lavoro dove applicare la procedura WaH così come il corretto impiego del DPI idoneo. Bisogna inoltre includere il calcolo dello spazio di caduta relativo al sistema di protezione individuale per i lavori in quota ed il piano di emergenza e recupero del lavoratore in caso di incidente.

(Fonte: HOLCIM ITALIA spa)

14 Statistiche Anepla e UEPG (Unione Européenne des producteurs de granulat) riferite alla cava e agli impianti di produzione sulle principali cause di morte o infortunio grave: veicolo e traffico, cadute dall'alto, isolamento e blocco, ambienti confinati e rischio elettrico.



## 2.6 RISCHI DOVUTI A ESPLOSIONI

Lo scopo principale delle operazioni di brillamento nelle cave è il dimensionamento della roccia idoneo all'utilizzo previsto. Nel settore degli inerti questo processo fornisce una granulazione del materiale appropriata tale da favorire lo scavo e il trasporto del materiale stesso; nella coltivazione di pietre ornamentali l'esplosivo può essere convenientemente utilizzato per l'isolamento di bancate e blocchi di materiale lapideo da avviare alle lavorazioni successive. Il processo di brillamento, tuttavia, rimane una potenziale fonte di numerosi incidenti ambientali e di sicurezza. Anche se l'industria mineraria ha migliorato i suoi standard ambientali e di sicurezza, ci sono ancora evidenze che indicano diversi incidenti legati a esplosioni coinvolgenti sia persone che oggetti vari. Nel caso specifico, l'Inail riporta nei suoi database che la qualifica professionale dei brillatori/fochini (CP 2011 ISTAT 6.1.1) risulta, nel periodo 2010-2017, avere un numero medio d'infortuni annuo accertati positivamente di circa 70, confermando che gli operatori coinvolti in attività connesse all'uso di esplosivi rappresentano in generale la terza categoria nel gruppo Ateco B.08 "Altre attività di estrazione di minerali da cave e miniere" per incidenti, la seconda invece dopo quella dei conduttori d'impianti e macchinari nel sottogruppo B.08.11 - "Estrazione di pietre ornamentali e da costruzione, calcare, pietra da gesso, creta e ardesia".

### 2.6.1 Valutazione dei rischi

Il documento di sicurezza e salute (DSS) per il settore estrattivo, nel quale i contenuti indicati all'art. 28 del d.lgs. n. 81/08 sono integrati con quelli dell'art.10 del d.lgs. n. 624/96, costituisce la valutazione dei rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori in relazione all'attività effettivamente svolta per una serie di aspetti, e tra essi l'impiego di esplosivo, individuandone le misure di prevenzione e protezione per l'abbattimento del rischio alla fonte e la riduzione degli effetti di possibili eventi dannosi. Molti degli elementi e delle disposizioni relativi all'uso di esplosivi in cava da considerare nella valutazione dei rischi, in capo al datore di lavoro, dovranno essere esplicitate anche nell'Ordine di servizio sull'uso dell'esplosivo che deve essere redatto dal direttore responsabile dei lavori ai sensi dell'art. 305 del d.p.r. 128/1959 di cui si dirà in seguito nel presente capitolo e nel capitolo 2.8. In particolare, dovranno essere trattati, tra gli altri, i seguenti elementi:

- accurata individuazione, ispezione e caratterizzazione geologica dell'area interessata dalle esplosioni e delle aree circostanti potenzialmente raggiungibili da proiezioni di detrito;

- descrizione schematica di volate tipo, comprensiva delle procedure di caricamento del foro a seconda delle modalità d'uso, di particolari condizioni di giacitura, necessità di limitare le vibrazioni indotte, ecc.;



tipologia e quantitativi degli esplosivi usati, in particolare i massimi previsti, e tipologia degli accessori (detonanti e mezzi di accensione); modalità operative ed individuazione del personale abilitato ai compiti di caricamento e brillamento mine, trasporto esplosivo in cava, registrazione carico e scarico esplosivo, registrazione velocità di combustione della miccia ordinaria, gestione delle eccedenze a fine turno o del materiale avariato, ecc.

Le principali leggi attualmente vigenti in Italia, che regolano tra l'altro la materia dell'impiego degli esplosivi nelle cave, fissando le responsabilità sia di chi dirige i lavori che di chi opera direttamente, oltre al già citato d.lgs. 624/1996, sono riportate nel capitolo dei riferimenti normativi e bibliografici. Si richiama l'attenzione sul d.p.r. 19 marzo 1956, n. 302<sup>15</sup> per il quale sussistono alcune limitazioni all'applicazione in questo settore.

Il Ministero dell'Interno, con l'approvazione del "Regolamento di Pubblica Sicurezza" ha poi predisposto un elenco, periodicamente aggiornato, dei prodotti esplodenti approvati, perché riconosciuti idonei all'uso, verificabile sul sito internet del Ministero dello sviluppo economico, Direzione Generale per le Risorse Minerarie ed Energetiche. L'elenco contiene prodotti esplodenti secondo la classifica prevista dal titolo VIII del d.p.r. 128/1959, a seguito delle prove o verifiche condotte dall'Amministrazione per la conformità ai requisiti previsti dal decreto ministeriale 6 febbraio 2018. In tale elenco i prodotti esplodenti sono distinti per categorie e la loro idoneità d'uso è riferita all'ambiente di lavoro. Prodotti esplodenti non riportati nell'elenco suddetto, come pure esplosivi diversi da quelli forniti dalla direzione lavori e riportati all'interno dell'Ordine di servizio non possono essere usati.

Le operazioni relative all'impiego di esplosivi in cava, in particolare il caricamento e il brillamento delle mine, possono essere svolte solamente da personale adeguatamente formato con appositi corsi, specializzato e abilitato. La licenza per il mestiere di brillatore/fochino viene rilasciata in Italia dalla Prefettura competente (a seguito di esame di abilitazione) per sistema di accensione "a fuoco", "elettrico" o per entrambi i sistemi. L'adozione all'interno della cava di un sistema di accensione, presuppone che sia congruo con la licenza posseduta dal brillatore addetto allo sparo. Le "Norme di Polizia delle Miniere e delle Cave" richiedono

<sup>15</sup> Questo disposto normativo, sebbene giuridicamente non applicabile all'esercizio delle miniere, cave e torbiere, al pari del d.p.r. 547 del 27/55 di cui ne è una integrazione (provvedimento, quest'ultimo, abrogato dal d.lgs. 81/08) reca indicazioni, al Capo III, su tutte le attività connesse all'utilizzo di esplosivo, nonché i requisiti e le capacità richieste al personale addetto, condivisibili sul piano tecnico e ritenute adeguate anche per il settore estrattivo oggetto della presente monografia. Peraltro, a conferma comunque dell'incongruenza e delle difficoltà interpretative, si evidenzia che lo stesso d.lgs. 81/08, al titolo XI "Protezione da atmosfere esplosive", art. 287, c. 3, lettera c) cita che "Il presente titolo non si applica: [...] alla produzione, ... al trasporto di esplosivi". Così come nelle "Disposizioni finali", art. 306, c. 1, recita anche che "Le disposizioni contenute nel decreto del Presidente della Repubblica 19 marzo 1956, n. 302, costituiscono integrazione di quelle contenute nel presente decreto legislativo".

poi l'età minima di 25 anni per gli "addetti alla distribuzione degli esplosivi". La preparazione del personale specializzato per l'uso di esplosivo deve essere aggiornata e l'idoneità controllata. La periodicità e le modalità con cui verranno effettuati gli aggiornamenti e i controlli dell'idoneità tecnica e professionale relativa allo svolgimento del mestiere di fochino devono essere precisate nell'Ordine di servizio.

L'Ordine di servizio sull'uso di esplosivi rappresenta in cava un documento fondamentale nel controllo e nella corretta gestione dell'attività d'uso di esplosivi. Esso viene redatto, in relazione agli specifici articoli di Legge (d.p.r. 128/1959 - l.110/1975 - d.lgs. 624/1996), dal direttore responsabile della cava e sottoposto all'approvazione dell'Autorità di Vigilanza (ASL competente territorialmente). Il direttore responsabile è nominato dal titolare dell'attività sulla base delle capacità professionali e nel rispetto dei requisiti indicati all'art. 27 del d.p.r. 128/1959 (come modificato dall'art. 20 del d.lgs. 624/1996 e dall'art. 114 c. 5 della l. 388/2000). Ferme restando le attribuzioni e le competenze previste dal d.p.r. 128/1959, il direttore responsabile, ai sensi dell'art. 20 del d.lgs. 624/1996, è il soggetto costantemente responsabile dei luoghi di lavoro e che deve osservare e far osservare le disposizioni normative e regolamentari in materia di tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori. Pertanto l'Ordine di servizio va reso noto a tutti gli operai della cava in maniera diffusa mediante affissione o altri idonei mezzi.

Esso contiene principalmente, in parziale sovrapposizione alla valutazione dei rischi contenuta nel DSS:

- le norme e le modalità di impiego degli esplosivi stessi;
- i nominativi delle persone incaricate del maneggio e brillamento delle mine, le attribuzioni dei lavoratori addetti al servizio degli esplosivi e dello sparo mine e quelle del personale appositamente incaricato della sorveglianza di tali operazioni;
- le disposizioni circa la consegna, il prelevamento, il trasporto interno e l'impiego in cava degli esplosivi (II categoria) degli accessori detonanti e dei mezzi di accensione nonché dei *relais* ritardatori (III categoria)
- Le misure precauzionali prima e dopo gli spari

L'ordine di servizio suddetto deve essere tenuto a disposizione per i controlli di rito, ai sensi dell'art. 305 del d.p.r. 128/1959.

Analizzando la tipologia d'incidenti legati all'utilizzo di esplosivi nelle cave, quasi tutti gli studi di settore riferiscono che circa l'80-90% di questi sono causati da fattori umani. Cinque elementi salienti contribuiscono a questi incidenti:

- Negligenza - mancata osservanza delle regole e istruzioni di sicurezza;
- Decisioni affrettate - agire prima di pensare di solito che porta a scorciatoie pericolose;

- Istruzione inadeguata - personale non addestrato o addestrato in modo improprio;
- Troppa sicurezza - correre rischi;
- Mancanza di pianificazione - comprensione insufficiente di una situazione pericolosa.

Dal punto di vista tecnico poi, gli stessi studi hanno rilevato poi che questi incidenti sono direttamente legati, in ordine decrescente, principalmente a:

- mancanza di sicurezza nell'area d'esplosione (quasi la metà degli incidenti);
- esplosioni premature;
- proiezione di detrito, il cosiddetto *flyrock*;
- mancate accensioni;
- un insieme di elementi comunque connessi all'uso di esplosivi.

Scendendo nel particolare, tra gli elementi da considerare per la valutazione dei rischi, **l'area dell'esplosione** si può definire come l'area in cui onde d'urto, materiale volante o gas derivanti da un'esplosione possono causare lesioni a esseri umani e danni a vari oggetti. Quest'area dovrebbe essere sempre accuratamente ispezionata per determinare le distanze da strutture vicine e per stabilire il grado di protezione necessario. Alla base della sicurezza generale vi è una dettagliata esplorazione geologica, che utilizzi sistemi avanzati per il monitoraggio dei parametri di perforazione, condotta con lo scopo di caratterizzare in maniera accurata le proprietà della roccia.

Una delle sfide più grandi, che un brillatore deve affrontare nell'estrazione mineraria e di cava, è determinare con precisione i confini dell'area dell'esplosione, primo passo per garantire la sicurezza. Il brillatore deve determinare i limiti dell'area dopo un'attenta considerazione di informazioni quali registro del perforatore, dati di deviazione del foro di perforazione, dati del profilo dei laser di monitoraggio, inclinazione dei fori, dati di carico dell'esplosione, agenti atmosferici e variazioni nella geologia locale. L'importanza di queste considerazioni è particolarmente vera nei casi dove sono presenti delle rocce con stratigrafia geologicamente complessa.

Figura 2.6.1 - Esempio di distanza coperta dal flyrock



(Fonte: Inail DCPC Galleria delle immagini. Rielaborazione degli autori)

La decisione di un brillatore nella stima dei limiti dell'area dell'esplosione è fortemente influenzata dalla progettazione ingegneristica dell'esplosione stessa, dai requisiti normativi e dalla politica aziendale. I fattori che in definitiva devono essere considerati per determinare l'area dell'esplosione sono, sostanzialmente:

- Geologia o materiale da sabbiare;
- Schema dell'esplosione;
- Carico, profondità, diametro e angolo dei fori;

- Esperienza di sabbiatura della cava;
- Sistemi di ritardo, fattore polvere e peso per ritardo;
- Tipo e quantità di materiale esplosivo;
- Tipo e quantità di innesco da usare.

L'altro elemento determinante nella valutazione dei rischi in caso di utilizzo d'esplosivi nelle cave è il **flyrock**, definito come la roccia spinta oltre l'area dell'esplosione dalla forza dell'esplosione stessa, con materiale che può viaggiare fino a quasi 1000 metri di distanza, raggiungendo velocità di 650 km/h (IME, 2018). Qualsiasi discrepanza tra la distribuzione di energia esplosiva, forza geomeccanica dell'ammasso roccioso circostante e confinamento può generare un serio *flyrock*. In generale esso può essere causato da uno o più dei seguenti fattori:

1. discontinuità nella geologia e nella struttura della roccia;
2. disposizione e caricamento improprio del foro di scoppio;
3. carico insufficiente;
4. concentrazione esplosiva molto alta;
5. inadeguato innesco;
6. tempo di ritardo inadeguato.

La struttura e le proprietà della roccia possono poi variare considerevolmente da un luogo all'altro, anche all'interno della stessa area dell'esplosione. Discontinuità nella geologia anche piccole possono causare una mancata corrispondenza tra l'energia esplosiva e la resistenza della roccia e la sola presenza di fessure, articolazioni e debolezze è sufficiente per la creazione di un discreto fenomeno di flyrock. Durante le operazioni di brillamento in ammassi rocciosi dove esistono discontinuità geologiche e strutturali, è quindi molto importante regolare adeguatamente il tipo di esplosione, le caratteristiche e la quantità di esplosivi da utilizzare, applicare adeguatamente il materiale di derivazione e fornire una lunghezza e un carico adeguati.

Tutto ciò considerato, per garantire la corretta sicurezza nelle operazioni coinvolgenti gli esplosivi nelle cave, tra gli elementi funzionali del compito di un sistema di sicurezza dell'area dell'esplosione si dovrebbero considerare alcuni concetti chiave quali:

- a. determinazione accurata dei confini dell'area dell'esplosione (con stima della zona del *flyrock* in base alle condizioni di tiro e aggiunta di un fattore di sicurezza) e della zona non lavorativa oltre l'area dell'esplosione potenzialmente interessata dagli effetti della stessa;
- b. modalità tecniche di utilizzo e gestione del materiale esplosivo in cava ed individuazione nominativa del personale abilitato addetto a ciascuno dei compiti legati al suo impiego.

### 2.6.2 Gestione degli esplosivi

Non è consentito l'uso di esplosivi, accessori detonanti e mezzi di accensione diversi da quelli distribuiti dal direttore o per impieghi diversi da quelli consentiti dal d.p.r. 128/1959. Come stabilito dall'art. 35 d.lgs. 624/1996, qualora non sia previsto un deposito specificamente asservito all'attività estrattiva, il Direttore responsabile assicura che l'esplosivo sia fornito, per quanto possibile, in prossimità dei punti di utilizzo ed in tempi immediatamente precedenti l'impiego dello stesso. La sosta degli esplosivi all'interno del cantiere in attesa del loro impiego è consentita in ambienti idonei alla loro conservazione e sotto la custodia del personale appositamente designato per evitarne l'uso improprio o la sottrazione. Il trasporto degli esplosivi nell'ambito del cantiere può essere effettuato solo con mezzi e con modalità approvati dall'autorità di vigilanza.

Al momento della consegna, il personale preposto è tenuto a verificare scrupolosamente lo stato di conservazione degli esplosivi e degli accessori, quali le micce e i detonatori, scartando e riconsegnando al fornitore i materiali che presentano involucri deteriorati ed emananti odori acri, fuoriuscita di polverino, ossidazioni e anomalie in genere. Le micce a lenta combustione devono essere controllate, prima dell'impiego, al fine di accertare la velocità media di propagazione del fuoco, annotando in apposito registro i tempi di combustione accertati rispetto a quelli indicati dal fornitore, scartando le partite che mostrino scostamenti del 5% in più o in meno. Qualora, per diverse ragioni, a fine giornata risultassero notevoli quantità di esplosivo in esubero si provvederà a contattare la ditta fornitrice per la restituzione del materiale che, nell'attesa, dovrà essere opportunamente sorvegliato. Nel caso di quantitativi residui modesti, il materiale verrà distrutto con le modalità previste nell'Ordine di Servizio dal personale abilitato al mestiere di fochino.

Dovranno essere scrupolosamente seguite le procedure di caricamento, preparazione e brillamento delle mine, sia con innesco a fuoco che mediante esploditori elettrici. In quest'ultimo caso, occorre evidenziare le problematiche operative legate alle criticità nella preparazione del circuito elettrico che collega i vari detonatori alla linea di tiro. Tale tipologia di innesco andrebbe evitato durante manifestazioni temporalesche in prossimità dell'area di cava così come occorre evitare la vicinanza di impianti o apparecchiature che possano creare delle differenze di potenziale e quindi correnti indotte nel circuito di accensione, al fine di scongiurare il pericolo di attivazione accidentale dei detonatori. In questi dispositivi rientrano anche i telefoni cellulari, di ampia diffusione, che devono essere spenti a partire dalla fase di caricamento. Ciò premesso per le situazioni di innesco elettrico, le procedure di caricamento, preparazione e brillamento delle mine possono così riassumersi:

- a. allontanamento dei dipendenti dall'area dell'esplosione. Gli addetti allo sparo delle mine, prima di procedere al collegamento degli inneschi, devono assicurarsi che gli altri lavoratori, anche di eventuali cantieri limitrofi, siano al riparo dalla esplosione (proiezione di materiale e dai gas o fumi che si producono. La

definizione delle distanze di sicurezza e la verifica dell'allontanamento di uomini e mezzi è demandata al Direttore responsabile o al Sorvegliante in sua assenza. Occorre dare, di norma, un allarme con tre diversi segnali acustici, a mezzo di tromba o altro sistema idoneo, di cui il primo per avvertire gli operai o altri di ripararsi, il secondo dopo l'avvenuto accertamento che tutte le persone si siano riparate prima di dar luogo all'accensione delle mine e il terzo segnale per avvisare del cessato pericolo;

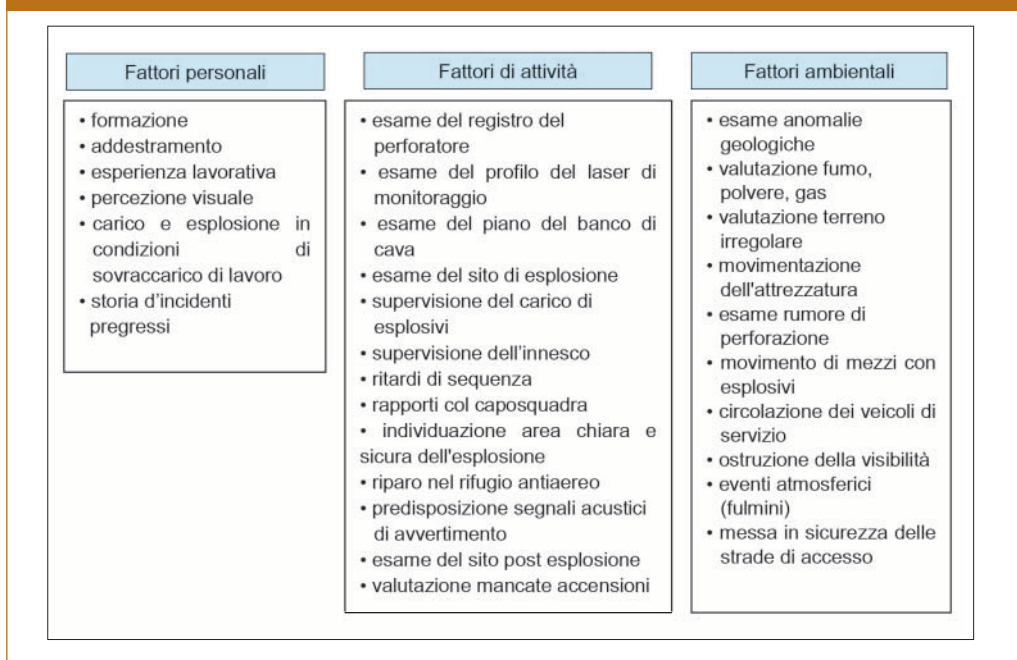
- b. controllo degli accessi e dei movimenti nell'area della cava e protocollo di sgombero efficace del cantiere dove ha luogo lo sparo, impedendo l'ingresso con presidio ad ogni accesso e disponendo una momentanea sospensione delle attività di estrazione, del traffico interno e, se necessario, nelle strade adiacenti previa autorizzazione dell'ente gestore;
- c. uso di rifugi antiesplorazione adeguati, fissi o mobili, qualora le condizioni del cantiere non garantiscano sufficiente protezione al personale, unitamente a sistemi di contenimento delle proiezioni quali: piastre di acciaio, sistemi con reti o funi metalliche, anche intrecciate, sistemi realizzati con pneumatici di autovettura o autocarro nonché sistemi "misti" con pannelli antisiluro e reti metalliche;
- d. analisi post-esplosione di ogni volata, per determinare se lo sparo è stato eseguito come previsto. L'addetto al brillamento, quando possibile, conterà ad alta voce il numero delle mine esplose in successione. Nel caso vi siano evidenze, o il dubbio, che una o più mine non siano esplose, il fochino vieterà l'accesso al luogo pericoloso prima che sia trascorsa un'ora dal momento del primo colpo, e il sorvegliante impartirà le istruzioni necessarie. In ogni caso non può essere consentito l'accesso ai luoghi interessati dalla esplosione prima che i gas prodotti si siano diradati e, comunque, non prima di dieci minuti dall'ultima esplosione;
- e. ispezione del fronte di abbattimento e disgaggio di sicurezza. Dopo ogni volata di mine il fochino, in presenza del Sorvegliante, procederà ad un attento esame del fronte per individuare mine inesplose o residui di materiale esplosivo nel fondo di mina provvedendo, nel caso, alla rimozione con attrezzi idonei. Solo successivamente il personale addetto deve provvedere al disgaggio di sicurezza mediante la rimozione dei materiali che presentino pericolo di distacco prima che qualsiasi lavoro di avanzamento possa riprendere con sufficienti livelli di sicurezza;
- f. esame di tutti gli incidenti mancati, da cui trarre utili informazioni per prevenire il ripetersi di simili accadimenti e suggerimenti per la messa a punto di nuove procedure in ottica di miglioramento delle condizioni di sicurezza;
- g. comunicazioni efficienti ed efficaci, anche relativamente ai pericoli associati al trasporto di esplosivi;
- h. valutazione e sviluppo di strategie di prevenzione degli incidenti, sviluppo di procedure di sicurezza sul lavoro, implementazione di pratiche di lavoro che soddisfano legislazione e standard, individuando strategie per il monitoraggio e l'aggiornamento delle informazioni sulla sicurezza;
- i. formazione



Appare chiaro come la formazione e l'istruzione del personale coinvolto nelle operazioni di brillamento svolgano comunque un ruolo fondamentale nella prevenzione degli incidenti ambientali e di sicurezza e nella costruzione e nel miglioramento della base di conoscenze dei dipendenti. Possono aiutare il brillatore, l'equipaggio e gli altri operatori a sviluppare un livello di consapevolezza più elevato per identificare i pericoli e applicare tecniche di mitigazione adeguate.

I perforatori poi, in particolare, dovrebbero essere addestrati a cercare qualsiasi anomalia geologica e riferire tali informazioni ai brillatori, per permettere a questi ultimi di considerare tutti i dati disponibili per determinare i limiti dell'area di esplosione per ogni colpo. Per riassumere, di seguito una lista dei fattori coinvolti nelle attività legate all'utilizzo degli esplosivi nelle cave, da considerare con la dovuta attenzione per la valutazione dei rischi.

**Figura 2.6.2 - : Fattori che influenzano la sicurezza**



(Fonte: Bajpayee T. et al 2004 [1]. Rielaborazione degli autori)

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI, SITOGRAFIA E IMMAGINI

- [1] Bajpayee T., Rehak T., Mowrey G., Ingram D. 2004, Blasting injuries in surface mining with emphasis on flyrock and blast area security, J. Safety Res., 35(1),47-57.
- [2] Bajpayee T., Verakis H., Lobb T. (2005), Blasting Safety - Revisiting Site Security, Proc . 31st Ann. Conf. Explos. Blasting Tech, Orlando, FL, February 6-9, 2, 1-13.



- [3] Decreto del Presidente della Repubblica 19 marzo 1956, n. 302 - Norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro integrative di quelle generali emanate con decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1955, n. 547.
- [4] Decreto del Presidente della Repubblica 9 aprile 1959, n.128 Norme di Polizia delle Miniere e delle Cave.
- [5] Decreto legislativo 19 maggio 2016, n. 81 Attuazione della direttiva 2014/28/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato e al controllo degli esplosivi per uso civile.
- [6] Decreto ministeriale 10.06.2005, Ministero delle Attività Produttive. Modifiche all'elenco dei prodotti esplodenti riconosciuti idonei all'impiego nelle attività estrattive (ss.mm.ii).
- [7] Decreto ministeriale 6 febbraio 2018 Norme per il rilascio dell'idoneità di prodotti esplodenti ed accessori di tiro destinati all'impiego estrattivo.
- [8] Decreto ministeriale 8.04.2008 - "Speciali limiti all'importazione, commercializzazione, trasporto e impiego di detonatori ad accensione elettrica a bassa e media intensità nonché all'impiego e al trasporto degli altri esplosivi di 2° e 3° categoria".
- [9] Decreto ministeriale 9 agosto 2011 Modificazioni agli allegati A, B e C al regolamento per l'esecuzione del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza, approvato con regio decreto 6 maggio 1940, n. 635.
- [10] Kricak L., Kecojevic V., Negovanovic M., Jankovic I., Zekovic D. 2012, Environmental and safety accidents related to blasting operation, American Journal of Environmental Science, 8 (4), 360-365.
- [11] Legge 18 aprile 1975 n. 110 - "Norme integrative della disciplina vigente per il controllo delle armi, delle munizioni e degli esplosivi".
- [12] Regio Decreto 18.06.31 n. 773 - Approvazione del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza.
- [13] Regio Decreto 6.5.1940, n. 635 - Approvazione del regolamento per l'esecuzione del testo unico 18 giugno 1931, n. 773 delle leggi di pubblica sicurezza - "Classificazione degli esplosivi" in categorie da 1 a 5, indispensabili da conoscere per trattarli ed usarli correttamente e con le precauzioni prescritte secondo l'appartenenza ad una o all'altra categoria.
- [14] Selva L., Nardin G., SOGECA, 2013, Manuale corso formazione fochini: gestione degli esplosivi in sicurezza".
- [15] US Department of Interior, Office of Surface Mining Reclamation and Enforcement - Bureau of mines, 1987, Information circular 9135, Proceedings of "Bureau of Mines Technology Transfer Seminar, Chicago, Ill.
- [16] Figura 2.6.1 Inail DCPC. Gallerie delle Immagini. Rielaborazione degli Autori.
- [17] Figura 2.6.2 Bajpayee et al. 2004 [1] Rielaborazione degli Autori.
- [18] Best practice 2.6. Inail DIT e CONTARP. Elaborazione degli autori.

## BEST PRACTICE 2.6

### BOX APPROFONDIMENTO

**Generalità:** prendendo spunto dalle procedure suggerite dal Mine Safety and Health Administration (MSHA) del Dipartimento statunitense del Lavoro, integrate con altre di programmi di addestramento italiani (SOGECA, "Gestione in sicurezza degli esplosivi", 2013) nell'ambito della Sezione 2.6 **Inail** riporta di seguito un esempio pratico di come operano le società del settore estrattivo relativamente all'utilizzo di esplosivo che rappresenta causa di lesioni gravi o decessi nel settore estrattivo.

#### Best Practice: Procedura uso di esplosivi

**Cautele nell'uso e manipolazione di Materiale esplosivo:** Seguire le linee guida del produttore di esplosivi per lo stoccaggio, la manipolazione, il trasporto e l'uso di materiali esplosivi; Non utilizzare mai materiali esplosivi e dispositivi di innesco danneggiati, deteriorati o obsoleti, contattando il produttore di esplosivi se vengono rilevati; Mantenere in ordine le aree di stoccaggio degli esplosivi, assicurando adeguata ventilazione ad eventuali depositi; Ruotare l'inventario dei materiali, assicurandosi di utilizzare prima lo stock più vecchio; Riportare nel deposito o comunque raccogliere tutti gli esplosivi ed accessori non utilizzati.

**Procedure di lavoro, azioni e regole di comportamento:** Determinare con la massima precisione la geologia del sito per sviluppare uno schema di perforazione appropriato per ubicazione e profondità che garantisca un carico adeguato per l'esplosione; Rivedere e seguire il piano di esplosione specifico del sito prima di caricare qualsiasi esplosivo; Stabilire con estrema precisione l'esatta area dell'esplosione e rimuovere tutte le persone dall'area prima che l'esplosione venga effettuata; Prima di procedere a uno sparo, dare ampio avvertimento per consentire a tutte le persone non interessate di essere evacuate dall'area dell'esplosione; Nel caso di brillamento con miccia a lenta combustione, contare attentamente i colpi, per essere certi che le mine della volata siano tutte regolarmente esplose. Nel dubbio nessuno può lasciare il posto di riparo ed avvicinarsi al fronte se prima non siano trascorsi almeno 60 minuti; Prima di accedere al fronte di sparo bisognerà attendere che i fumi si siano diradati e comunque almeno 10 minuti per cantieri a cielo aperto; Nessuno deve lasciare il luogo di riparo, se non dopo che è stato dato il segnale di cessato pericolo. Condurre un'attenta ispezione post-esplosione del fronte di abbattimento, nonché del materiale abbattuto ("marino"), per localizzare eventuali presenze di mine grvide o parzialmente esplose, che andranno rimosse con idonei attrezzi antiscintilla, ed accertare la sicurezza dell'area prima della ripresa delle attività; Procedere al disaggio del fronte con la rimozione dei materiali che presentino pericolo di distacco prima della ripresa della coltivazione.

#### Cautele relative all'ambiente e all'uso di attrezzature:

*Utilizzare tecnologie adeguate per il rilevamento di aree di carico deboli e la potenziale deviazione del foro;*

*Proteggere o barricare tutte le vie di accesso all'area dell'esplosione per impedire l'ingresso di persone e veicoli;*

*Allontanare dal fronte di impiego tutti i macchinari e gli attrezzi eventualmente usati per il caricamento.*

(Fonte: Inail DIT e CONTARP. Elaborazione degli autori)

## 2.7 FORMAZIONE, INFORMAZIONE E ADDESTRAMENTO

In passato la programmazione di corsi formativi, di percorsi informativi e di addestramento nei luoghi di lavoro veniva percepita come una causa di mancata produttività. Progressivamente questo approccio si è ribaltato poiché il tempo dedicato alla formazione, finalizzata ad ampliare il personale corredo informativo, quindi culturale, attinente le materie professionali, ha avuto come effetto quello di diminuire i costi aziendali complessivi a fronte di una riduzione degli infortuni, conseguentemente, di assenza più o meno prolungata dal luogo di lavoro.

Questo cambiamento di orientamento cognitivo è dovuto, oltre che ad una constatazione dei fatti oggettivamente comprovati, anche agli investimenti portati avanti nel campo della ricerca in termini di studio andragogico, di elaborazione dei percorsi formativi e di cultura normativa attinenti alla formazione nel mondo del lavoro. I risultati di questo processo di indagine e di ricerca sono rappresentati dalla presa d'atto che l'istruzione professionale rientra tra gli investimenti sia aziendali che personali con delle importanti ricadute economico-produttive e sociali.

Inizialmente la formazione destinata ai lavoratori aveva lo scopo, importantissimo, di tutelarli dai rischi professionali le cui conseguenze, come è noto, possono anche avere esiti letali. Una volta raggiunto, massivamente, questo primo risultato da cui non si può prescindere, si è prefissato l'obiettivo successivo, sicuramente non di facile raggiungimento ma più aulico in termini umani: trasfondere consapevolezza e coscienza nell'esecuzione del lavoro dove il lavoratore assurge a professionista, qualsiasi sia la sua mansione, abbandonando il ruolo di automa nella ripetizione delle azioni.

In questa ottica il lavoratore detiene una posizione fondamentale nel processo produttivo e sociale secondo una crescita "intelligente", "inclusiva" e "sostenibile" così come già delineato nel 2000 dalla Strategia di Lisbona approvata dall'Unione Europea e confermato dalla Strategia 2020 sempre dell'Unione Europea.

La realizzazione di un mondo lavorativo consapevole nelle decisioni, nelle azioni e nelle motivazioni, la cui base elettiva risiede nella conoscenza, include il fattore di una riduzione dell'incidenza di esposizione al rischio ed è contestualmente proiettata verso un elemento aggiuntivo, cioè la maggiore competenza e un aumento delle abilità del lavoratore. Le modalità operative introdotte sono il percorso di formazione professionale iniziale e di formazione permanente (life long learning) lungo tutto l'arco della vita professionale. Da ciò si deduce quanto sia implicita la volontà di superare le carenze strutturali di una economia legata a parametri poco attuali e indirizzare il nuovo paradigma professionale verso l'avanzamento, e la tecnologia in cui tutti, attraverso l'apporto del proprio bagaglio culturale, possano avere un ruolo rilevante nella società che si va delineando.

### 2.7.1 Disamina sulla normativa che regola la formazione dei lavoratori nel settore estrattivo

Per la gran parte dei settori di attività, il Testo Unico 81/08 è il punto di riferimento per la sicurezza e prevenzione nei luoghi di lavoro. Per cui, affinché si esplicino correttamente, in termini di sicurezza, le mansioni professionali, fondamentale è la fase formativa, informativa e di addestramento per ciascuna figura lavorativa, che è regolamentata dagli articoli 36 "Informazione ai lavoratori" e 37 "Formazione dei lavoratori e dei loro rappresentanti" del medesimo d.lgs. 81/2008. Entrando nello specifico del Decreto, l'articolo 36 declina:

al comma, 1 che il datore di lavoro deve provvedere ad una adeguata informazione:

- a) sui rischi per la salute e sicurezza sul lavoro connessi alla attività della impresa in generale;
- b) sulle procedure che riguardano il primo soccorso, la lotta antincendio, l'evacuazione dei luoghi di lavoro;"

al comma 2:

- a) sui rischi specifici cui è esposto in relazione all'attività svolta, le normative di sicurezza e le disposizioni aziendali in materia;
- ... c) sulle misure e le attività di protezione e prevenzione adottate."

al comma 4 si affrontano le modalità di presentazione del contenuto informativo perché sia "facilmente comprensibile per i lavoratori e deve consentire loro di acquisire le relative conoscenze" specificando delle attenzioni anche per i lavoratori immigrati.

Con l'articolo 37, al comma 1, si sottolinea la responsabilità del datore di lavoro affinché ciascun lavoratore riceva "... una formazione sufficiente ed adeguata in materia di salute e sicurezza, anche rispetto alle conoscenze linguistiche, con particolare riferimento a:

- a) concetti di rischio, danno, prevenzione, protezione, organizzazione della prevenzione aziendale, diritti e doveri dei vari soggetti aziendali, organi di vigilanza, controllo, assistenza;
- b) rischi riferiti alle mansioni e ai possibili danni e alle conseguenti misure e procedure di prevenzione e protezione caratteristici del settore o comparto di appartenenza dell'azienda."

La responsabilità del datore di lavoro viene rafforzata al comma 3 dove "il datore di lavoro assicura, altresì, che ciascun lavoratore riceva una formazione sufficiente ed adeguata in merito ai rischi specifici..." a cui è esposto in relazione all'attività svolta, sui pericoli collegati all'uso di sostanze e preparati pericolosi, sulle misure da adottare in funzione della protezione e prevenzione. Ciò che è alla base dell'a-

zione formativa così esposta, non è un sistema impositivo ma un sistema collaborativo. Con un sistema impositivo, il requisito sufficiente per assicurare le condizioni minime di sicurezza è il rispetto della legge e delle norme tecniche. In un sistema collaborativo, tutti sono chiamati nel processo che tende all'ottenimento della sicurezza quindi anche i lavoratori sono coinvolti. In questo caso è intrinseco che il rispetto delle norme sia una condizione necessaria ma potrebbe non essere sufficiente. Per cui, a seguito di una formazione adeguata, il lavoratore è chiamato all'adempimento degli obblighi previsti per la tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, osservare le disposizioni, utilizzare correttamente le attrezzature e i dispositivi di protezione, segnalare le condizioni di pericolo e nel caso, in base alle proprie competenze e senza sottoporre sé e i colleghi a rischio, adoperarsi per eliminare o ridurre il pericolo. Si stabilisce così una forma di prevenzione attiva.

Al comma 4 viene specificato in quali occasioni devono essere erogati i corsi di formazione e l'addestramento:

- “a) della costituzione del rapporto di lavoro o dell'inizio dell'utilizzazione qualora si tratti di somministrazione di lavoro;
- b) del trasferimento o cambiamento di mansioni;
- c) della introduzione di nuove attrezzature di lavoro o di nuove tecnologie, di nuove sostanze e miscele pericolose”.

Mentre al comma 6 si fa riferimento alla cadenza formativa: “La formazione dei lavoratori e dei loro rappresentanti deve essere periodicamente ripetuta in relazione all'evoluzione dei rischi o all'insorgenza di nuovi rischi”.

Con il comma 5 si specifica la qualifica di chi effettua l'addestramento: “[...] da persona esperta” da effettuarsi “[...] sul luogo di lavoro”.

Pur essendo norme specifiche e dettagliate nella descrizione dei principi atti alla salvaguardia della sicurezza dei lavoratori, rimangono valide in linea generale quali riferimento a cui attenersi. Ciascun settore produttivo è chiamato ad adottare rigorosamente tali principi al proprio microcosmo lavorativo.

Analizzando più in dettaglio si deve considerare prioritariamente il parametro “rischio elevato” del settore estrattivo, in base ai riferimenti ATECO, per poter effettuare una disamina del percorso normativo afferente i temi della formazione e informazione del personale. Per cui, proprio in virtù dell'elevato livello di rischio del settore preso in esame, l'argomento “sicurezza” ha radici nella storia giuridica tanto che le prime forme di attenzioni al riguardo rimangono tutt'oggi riferimenti la cui evoluzione e attualità stenta a manifestarsi in modo evidente. Le prime notizie sulla formazione dei lavoratori, si incontrano con il d.p.r. 128/1959 (che contiene le norme di polizia delle miniere e delle cave), capo III, articolo 7, comma a), in cui si attribuisce agli imprenditori il compito di “[...] rendere edotti i lavoratori dei rischi specifici cui sono esposti e portare a loro conoscenza le norme essenziali di polizia minerari mediante affissione, negli ambienti di lavoro, [...] e quando non sia possibile l'affissione, con altri mezzi”. Nell'articolo 9 si affronta il

tema degli obblighi dei lavoratori, in cui non viene menzionata l'attività dell'apprendimento formativo ma di:

- osservare, oltre le misure previste [...], quelle disposte dai loro superiori ai fini della sicurezza collettiva e individuale [...]
- [...] usare con cura i dispositivi di sicurezza e gli altri mezzi protettivi e indossare gli indumenti di protezione e di lavoro prescritti
- segnalare [...] le deficienze dei mezzi di sicurezza e di protezione [...]
- non rimuovere o modificare i dispositivi e gli altri mezzi di sicurezza [...]
- non compiere [...] operazioni o manovre che possano compromettere la sicurezza propria e di altri.

Si nota come i tempi non fossero maturi per una progettazione dettagliata di percorsi formativi, i modi sembrano essere accondiscendenti e protettivi, più che propriamente formativi. Considerando che tale Decreto fosse destinato al solo settore professionale estrattivo e non come l'attuale Testo Unico, o il predecessore 626/1994, non risulta però più circostanziato in relazione alla formazione. In realtà da quella data si devono attendere ancora diversi anni affinché si possa assistere a un'attenzione dettagliata dei percorsi formativi destinati alle figure professionali di responsabilità presenti nelle cave a cielo aperto.

Al Capo IV del d.p.r. 128/1959, viene normato il "costituirsi di un collegio dei delegati alla sicurezza e all'igiene con il compito di coadiuvare la direzione per l'applicazione delle norme di sicurezza e di igiene attraverso segnalazioni [...]". Negli scavi delle lavorazioni a cielo aperto che presentano pericoli per la sicurezza delle persone o del traffico è fatto obbligo di disporre di cartelli ammonitori, se la zona dello scavo è molto estesa e poco frequentata (art. 114). Così anche al Capitolo III "Depositi di esplosivo nei sotterranei di miniere e cave", art. 335, viene sottolineata la necessità di affissione della cartellonistica indicante materiale esplosivo e il divieto di accesso. Lo stesso per gli impianti elettrici e le cabine di trasformazione (art. 383).

Sebbene la sicurezza nell'attività estrattiva fosse un tema di ampio interesse, le modalità per assicurare l'incolumità dei lavoratori si possono annoverare tra le forme originarie di informazione prevenzionistica poiché si fa riferimento ad "affissioni" e "cartelli". Che lo fosse agli albori della normativa prevenzionistica nelle cave, se ne apprezza l'iniziale accostamento al tema. La peculiarità risiede nel fatto che per molto tempo, negli ambienti di lavoro, i cartelli esplicativi hanno rappresentato un ausilio per i lavoratori ancora non supportati da percorsi formativi e livello di consapevolezza del rischio come oggi sono intesi.

Sebbene la segnaletica visiva sia un mezzo prevenzionistico presente in tutti i cantieri e sebbene il luogo lavorativo in cave a cielo aperto sia un aggregato di una molteplicità di attività, solo negli ultimi anni si sta riscontrando un affiancamento significativo tra comunicazione immediata fatta di simboli e indicazioni (segnaletica) e comunicazione dialogica tradotta in percorsi di apprendimento (formazione) in un'ottica prevenzionistica.

L'importanza della segnaletica visiva nel settore estrattivo si riscontra anche nel documento Inail "La gestione della sicurezza nelle cave a cielo aperto": il datore di lavoro «[...] espone sul luogo di lavoro istruzioni scritte, opportunamente ubicate e comprensibili a tutti i lavoratori» facendo riferimento al d.lgs. 624/96, art. 22. Norma in cui non si trova ancora nota del modo di definire la durata, i contenuti, la qualità degli aggiornamenti e le modalità di addestramento dei lavoratori del settore estrattivo. Tutti aspetti che sono al vaglio di un'accurata analisi, anche in funzione dell'ingresso di nuovi macchinari supportati da tecnologie che impongono dei percorsi formativi per un corretto e sicuro utilizzo.

Il 1959, in ogni caso, è un anno di demarcazione per l'attenzione che viene data alla prevenzione infortunistica nel settore estrattivo, poiché viene rimarcato, all'articolo 21, Capo V del d.p.r. 128, "[...] di impiegare in posti che comportino autonomia di determinazione o di esecuzione soltanto lavoratori che abbiano una formazione appropriata, che sappiano correntemente leggere e scrivere e che abbiano pratica sufficiente." Quindi, pur non entrando nello specifico delle materie formative per ciascuna competenza, si fa menzione di "formazione appropriata".

Sussiste un parallelismo di coesistenza temporale plausibile tra i primi approcci concettuali, oltre che normativi, della prevenzione dei rischi nei luoghi estrattivi e una iniziale deficienza di programmaticità delle attività formative concrete, pur dovendo aderire all'obbligatorietà dell'addestramento dei lavoratori, così come specificato all'articolo 20 d.p.r. 128/1959 "Gli imprenditori di miniere o di cave devono favorire la formazione professionale delle maestranze come elemento di rilevante importanza ai fini della sicurezza del lavoro [...]". Tuttavia è un aspetto suscettibile di modifiche e adeguamenti in relazione ad un'attualità che il luogo di lavoro delle cave rappresenta.

L'evoluzione normativa della formazione del settore estrattivo si riscontra con l'attuazione delle normative CEE relative alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive -Direttive 92/91/CEE e 92/104/CEE- con il recepimento del d.lgs. 624/1996, dove troviamo le attività di informazione dei lavoratori (art 14: "[...] il datore di lavoro provvede affinché i lavoratori e i rappresentanti per la sicurezza vengano informati delle misure da prendere in materia di sicurezza e di salute nei luoghi di lavoro; le informazioni devono essere comprensibili per i lavoratori interessati.") obbligatorie e inserite nel Documento di Salute e Sicurezza (DSS), e della formazione dei lavoratori competenti (art 21: "[...] il datore di lavoro stabilisce, per ciascun posto di lavoro [...] il numero di lavoratori necessari, tenuto conto anche dei turni per i lavori più gravosi, in possesso della capacità, dell'esperienza e della formazione [...]"). Anche in questo caso non siamo di fronte ad una decodifica strutturale e concreta dell'attività formativa ma si accenna genericamente sulla necessità di questa.

Come abbiamo visto, la sicurezza nelle cave è definita da un sistema in cui sono armonizzati, integrati e fusi, almeno quattro riferimenti normativi nazionali: d.p.r. 128/1959, d.lgs. 624/1996, d.lgs. 626/1994, d.lgs. 81/2008, in accordo con i vari decreti regionali e nei quali sono incluse la formazione e l'informazione.



Come già affermato precedentemente, le attività estrattive sono da sempre un sistema a sé stante, sia dal punto di vista tecnico che da quello dell'inquadramento normativo, tanto che l'attenzione per la prevenzione e sicurezza di questo settore, veicolata dalla formazione e informazione, è presente nella cultura nazionale ma non è stata impressa con un connotato dettagliato, specifico, condiviso nell'unicità dei tratti essenziali. L'elaborazione della struttura dettagliata dei corsi di formazione viene demandata alle regioni, comportando una disaggregazione delle modalità e della struttura formativa e come conseguenza una difficoltà nella gestione dei titoli, delle qualifiche e delle certificazioni conformi su tutto il territorio. Quindi, se da una parte è vero che i percorsi formativi per questa categoria di lavoratori sono demandati alle regioni, è altrettanto vero che siamo di fronte a un'assenza di elementi comuni normati nello specifico che dovrebbero essere condivisi tra le stesse regioni italiane se non in termini molto generici e indicativi. Questo stato di cose ha le sue radici motivazionali nel fatto che sussistono una molteplicità di configurazioni di cave, limitando la rappresentazione alle sole coltivazioni a cielo aperto. Ciascuna con caratteristiche morfologiche, litologiche e strutturali proprie. Ciò implica un'analisi del metodo d'intervento per la lavorazione ogni volta diversificata.

La coltivazione di una cava può essere eseguita con macchinari che segano la roccia, con mezzi meccanici e con esplosivi e per ciascuna esecuzione esistono diverse attrezzature a disposizione, la necessità del loro uso è diversificato per ogni caso specifico nel processo produttivo. Per cui la difficoltà di standardizzare i percorsi formativi destinati ai lavoratori in cava è una constatazione oggettivamente valida. A fronte degli ostacoli ci sono dei segnali positivi al riscontro di un interesse verso la formazione e questo è dovuto alla graduale ma costante immissione di nuove tecnologie di funzionamento dei macchinari che impongono una formazione perché possano essere utilizzati in assenza di rischi. Anche le figure professionali di responsabilità nelle attività in cave stanno subendo una modifica in favore di una configurazione equivalente su tutto il territorio attraverso uno studio dei percorsi formativi certificati per un loro riconoscimento.

Volendo esaminare la durata, i contenuti, la qualità degli aggiornamenti e le modalità di addestramento dei lavoratori del settore estrattivo delle cave non troviamo alcuna specifica di riferimento. L'attuazione e l'adempimento dell'attività formativa di questo settore è rimandata alle Regioni. Ne deriva che se ne dovrebbe avere riscontro attraverso le Deliberazioni o Leggi Regionali come avviene in Lombardia. In questa Regione, il DgR regola la durata e i contenuti del corso di formazione destinato al Direttore Responsabile delle attività estrattive. Documento in cui è denunciata l'assenza normativa nazionale proprio nella premessa dove si esplica che" [...] I contenuti e la durata del corso di formazione dovevano essere stabiliti con un decreto del Ministro dell'industria e del Ministro del lavoro, che non è stato emanato".

La Delibera della regione Lombardia risulta essere molto dettagliata nella durata, nei tempi, nella modalità e nelle materie da espletare nei corsi di formazione.



Troviamo anche una delibera della regione Puglia, ma già si denota una formula più generica dal titolo “Nuova disciplina generale in materia dell’attività estrattiva”. Infatti, all’articolo 4, comma 1, lettera d) troviamo “formazione e informazione del personale e degli esercenti che operano nel settore estrattivo finalizzati a fornire indicazioni e criteri, promuovere e divulgare la conoscenza di strumenti operativi, di procedure e di competenze per l’esercizio dell’attività di cava” e poi all’articolo 28, comma 1 e 2, della medesima Delibera:

1. La Regione promuove e supporta la formazione e l’aggiornamento professionale del personale con mansioni afferenti alle competenze previste dalle presenti disposizioni, in servizio presso la Regione, le Province, la Città metropolitana e i Comuni.
2. La Regione promuove e supporta la formazione, l’informazione e l’aggiornamento professionale per gli esercenti, per i direttori responsabili e per il personale addetto all’uso dell’esplosivo nella coltivazione di cava.” Nulla di particolareggiato, dettagliato rimanendo nel rispetto della formalità giuridica.

Nel “Piano regionale delle attività estrattive” della regione Sardegna c’è un paragrafo dedicato all’analisi delle ore formative dedicate ai lavoratori in questo settore risalente all’anno 2004. Da quanto viene esplicitamente dichiarato il 65% delle imprese non ha indicato quante ore formative ha erogato, mentre la metà del restante 35% ha dichiarato di non aver tenuto alcun corso di formazione per il proprio personale.

Questi rappresentano solo alcuni esempi dell’eterogeneità di quanto esiste in Italia a proposito della prevenzione e sicurezza nel mondo professionale delle cave a cielo aperto.

A dimostrazione del fatto che non sussiste una omologazione e omogeneizzazione normativa, sebbene il d.lgs. 626/1994, e successivo d.lgs. 81/2008, abbia dato avvio a un processo di sintesi nell’approccio alla sicurezza anche del settore estrattivo, il percorso non si è propriamente concluso con una azione comune nell’applicazione della norma.

Per una più esaustiva descrizione della legislazione regionale in merito alla formazione, si rimanda all’Appendice 2.7.1 Legislazione regionale e formazione

## **2.7.2 La composizione del settore estrattivo.**

Dai dati desumibili dal Censimento dell’Industria e Servizi dell’ISTAT del 2011 si evince la composizione del settore estrattivo sia per il numero di imprese che per la consistenza degli addetti.

La sezione delle industrie estrattive presenta un totale di 2.493 imprese di cui il 98,2 % appartenenti alla divisione Ateco B.08 ‘Altre attività di estrazione di minerali da cave e miniere’ (Tabella 2.7.1).

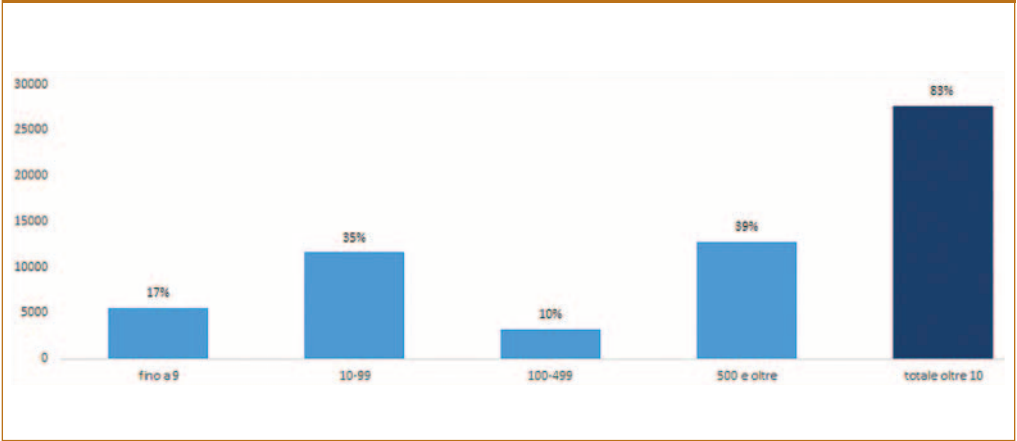
Tabella 2.7.1 - Industrie estrattive Ateco 2007 - sezione B

Ateco - Sezione B	Classe di addetti					Totale
	0-10	10-100	100-500	oltre 500	Tot > 10 addetti	
Estrazione di minerali da cave e miniere	1933	541	18	1	560	2493
Estrazione di carbone (esclusa torba)	0	0	1	0	1	1
Estrazione di petrolio greggio e di gas naturale	0	5	1	1	7	7
Estrazione di minerali metalliferi	4	1	0	0	1	5
Altre attività di estrazione di minerali da cave e miniere	1916	523	10	0	533	2449
Attività dei servizi di supporto all'estrazione	13	12	6	0	18	31

(Fonte: Censimento Istat dell'Industria e dei Servizi anno 2011)

Il totale degli addetti riferiti al settore è di 33.242 unità, di cui l'83% svolge il proprio lavoro in imprese con 10 o più lavoratori (Figura 2.7.1). La classe con la percentuale più alta (39%) è quella oltre 500 addetti che rappresenta in particolare i lavoratori impegnati nell'attività di "Estrazione di petrolio greggio e gas naturale".

Figura 2.7.1 - Imprese settore Ateco - Industrie estrattive - per classe di addetti



(Fonte: Censimento Istat dell'Industria e dei Servizi anno 2011. Rielaborazione degli Autori su base Istat)

### 2.7.3 La formazione delle aziende nel settore delle industrie estrattive

Il paragrafo fornisce una lettura dei dati disponibili sulla formazione nelle aziende del settore delle industrie estrattive in Italia, al fine di descrivere le principali dimensioni del fenomeno.

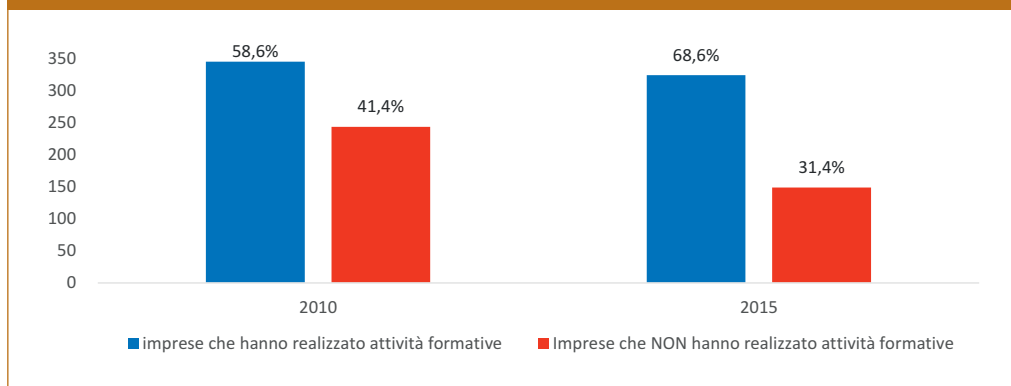
I dati utilizzati fanno riferimento alle indagini che L'ISTAT conduce, in modo sistematico, sulla formazione nelle imprese attive in Italia, e che prevedono la rilevazione di più variabili esplicative quali, oltre alla numerosità delle imprese che effettuano attività formative, la tipologia dei corsi, i motivi che hanno ostacolato la formazione, le competenze coinvolte e gli aspetti economici connessi.

Dai dati che l'Istat mette a disposizione sono stati estrapolati quelli relativi al settore delle industrie estrattive; l'analisi è stata condotta per l'anno 2015 fornendo, laddove possibile, il confronto con i dati del 2010. Le imprese considerate nell'indagine appartengono alla classe con 10 addetti ed oltre. Nelle analisi di seguito esposte, la somma di alcune delle voci può non corrispondere al totale poiché la stessa impresa poteva indicare più modalità nella risposta.

Il totale delle imprese, afferenti al settore estrattivo, rilevate dall'indagine sono 590 nel 2010 e 474 nel 2015 con una diminuzione del 19,6%. La flessione del numero delle imprese riflette l'andamento generale sul territorio italiano iniziato nel 2008 e confermato nel 2015. Dal 2010 al 2015 la diminuzione del numero delle aziende attive sul territorio italiano ha avuto una riduzione del 2,75%<sup>16</sup>.

Nonostante questa flessione, si rileva nel quinquennio un aumento del 10% delle imprese che svolgono attività di formazione (Figura 2.7.2).

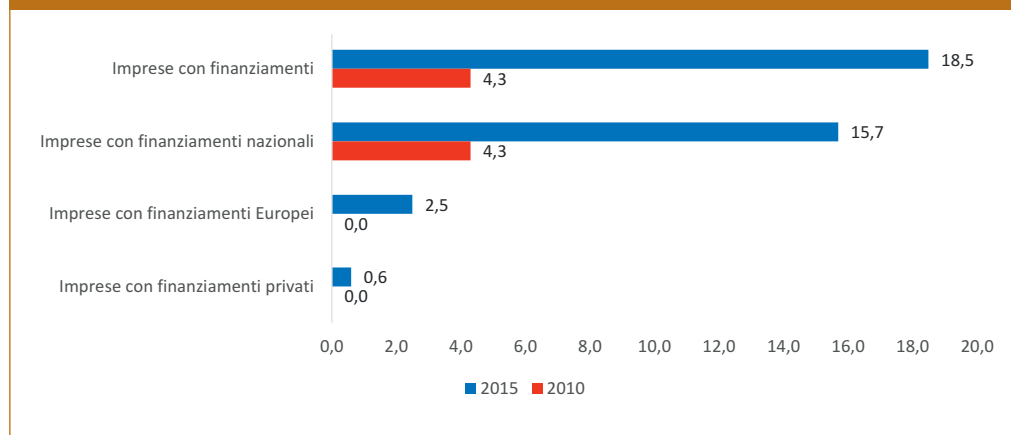
**Figura 2.7.2 - Imprese del settore Industrie estrattive con 10 addetti ed oltre**



(Fonte: Istat dati 2010-2015 - La formazione nelle imprese in Italia. Rielaborazione degli Autori su base Istat)

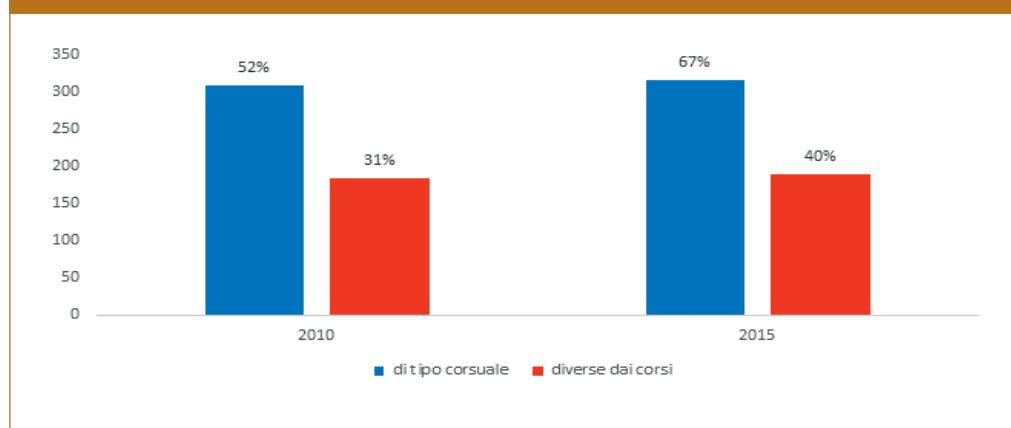
Interessante notare che il numero delle imprese che hanno avuto accesso a finanziamenti pubblici nazionali o europei subisce una notevole crescita nel periodo considerato, pari al 14,2%. La maggior parte dell'aumento è relativo all'utilizzo di fondi nazionali, regionali o settoriali, ma una piccola parte all'utilizzo di fondi Europei (Figura 2.7.3).

<sup>16</sup> ISTAT - Annuario Statistico Italiano 2017.

**Figura 2.7.3 - Imprese, con 10 addetti e oltre, che hanno realizzato attività formative e che hanno ricevuto finanziamenti per la propria attività di formazione professionale**

(Fonte: Istat dati 2010-2015 - La formazione nelle imprese in Italia. Rielaborazione degli Autori su base Istat)

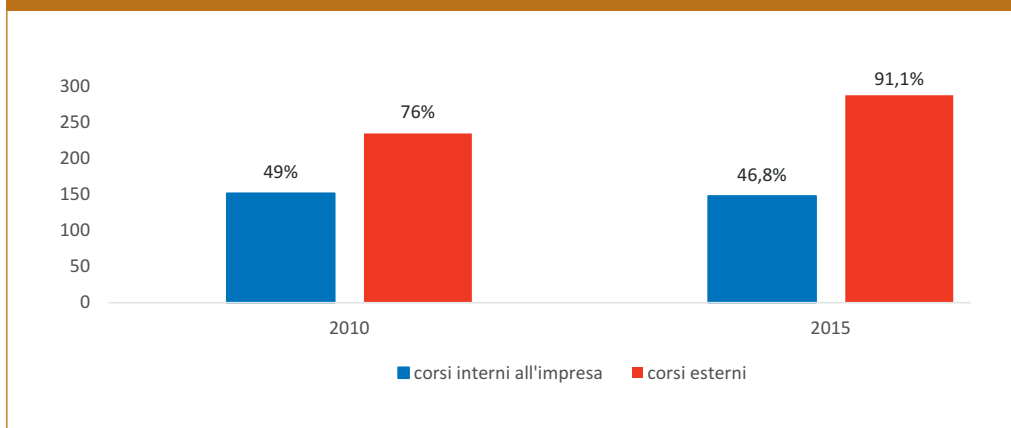
La tipologia della formazione viene suddivisa in attività formative di tipo corsuale tradizionale e attività diverse dai corsi. Queste ultime contemplano la formazione sul lavoro, l'affiancamento e la rotazione nelle mansioni, la partecipazione a convegni, seminari, workshop, tecniche bottom-up e la formazione aperta o a distanza. In particolare, delle 325 imprese del settore estrattivo che hanno svolto attività formative nel 2015, 316 hanno realizzato corsi di tipo tradizionale mentre 189 hanno effettuato attività diverse dai corsi. Si precisa che una stessa impresa può aver effettuato entrambe le tipologie di corsi. Dal confronto con il 2010 si evince che la tipologia di formazione corsuale rimane la modalità più frequente (Figura 2.7.4 ).

**Figura 2.7.4 - Tipologia della formazione nelle attività di formazione dalle imprese**

(Fonte: Istat dati 2010-2015 - La formazione nelle imprese in Italia. Rielaborazione degli Autori su base Istat)

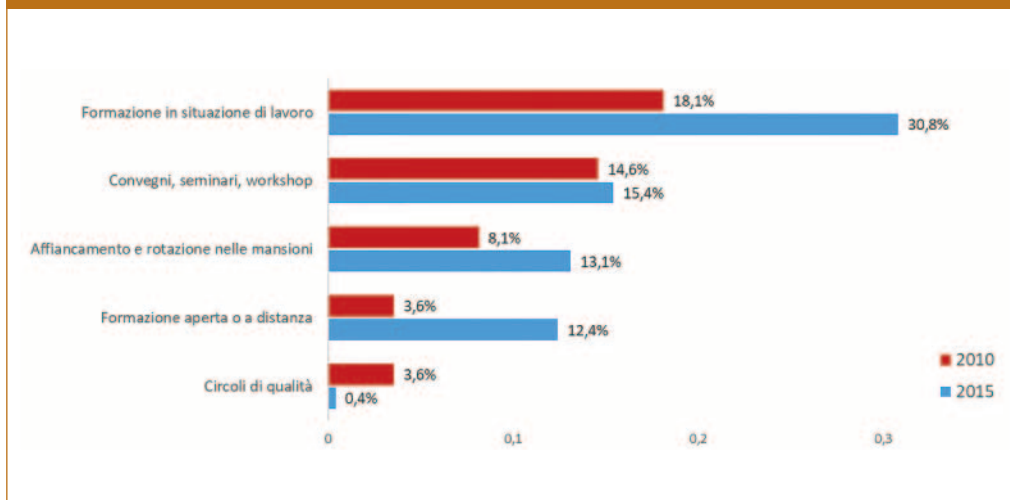
Riguardo alla modalità di gestione dell'attività di tipo corsuale, in entrambi gli anni considerati, è prevalente la scelta di affidare le attività formative a soggetti terzi pubblici o privati esterni all'impresa che si occupano della progettazione, della gestione e dei contenuti. Di contro, minore è il numero di aziende che si occupa direttamente della gestione, progettazione e della definizione dei contenuti dei corsi formativi (Figura 2.7.5). La tipologia di corsi affidati a strutture esterne all'impresa mostra una crescita del 15% rispetto al 2010.

**Figura 2.7.5 - Tipologia dei corsi effettuati nelle attività di formazione dalle imprese**



(Fonte: Istat dati 2010-2015 - La formazione nelle imprese in Italia. Rielaborazione degli Autori su base Istat)

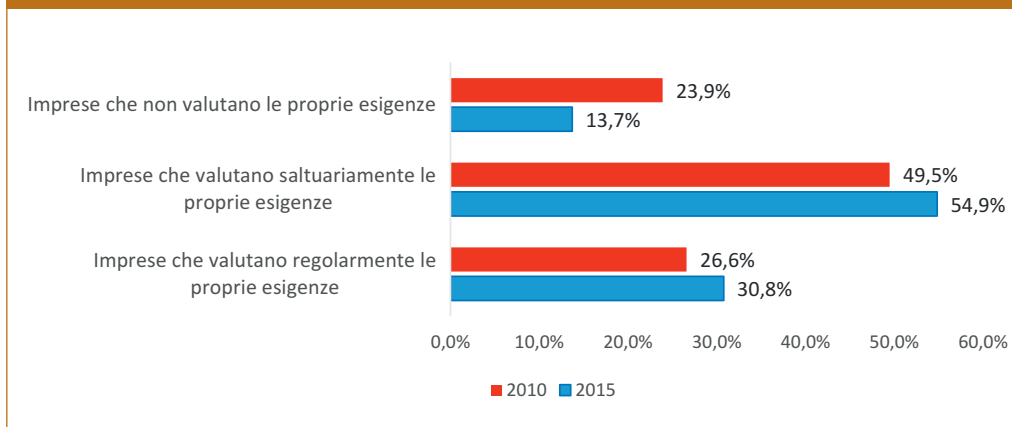
Le imprese che hanno utilizzato metodi formativi diversi dai corsi tradizionali, sono aumentate rispetto al 2010 del 9%. In entrambi gli anni la tipologia più utilizzata è quella della "formazione in situazione di lavoro" che nel 2015 ha registrato un aumento del 12,7%. La formazione a distanza o aperta, quest'ultima centrata cioè su criteri di flessibilità e sulle esigenze individuali, ha avuto un incremento del 8,8% (Figura 2.7.6).

**Figura 2.7.6 - Tipologia di formazione effettuata diversa dai corsi**

(Fonte: Istat dati 2010-2015 - La formazione nelle imprese in Italia. Rielaborazione degli Autori su base Istat)

Ai fini della strutturazione di un percorso formativo all'interno dell'azienda, una fase importante è la rilevazione delle esigenze delle competenze professionali del personale, attraverso la quale si possono acquisire dati e informazioni necessari all'ottimizzazione dell'efficacia dell'azione formativa.

Delle 474 imprese intervistate nel 2015, la maggior parte, pari al 54,9%, effettua una valutazione non programmata delle competenze professionali, il 30,8% realizza una valutazione regolare, mentre il 13,7% non effettua alcuna valutazione (Figura 2.7.7). Rispetto al 2010 crescono le aziende che attuano una politica di valutazione delle proprie esigenze mentre diminuiscono quelle che non le valutano. Le aziende, riconoscendo il valore positivo della formazione, nel corso del tempo stanno migliorando e programmando i loro processi interni in funzione del fabbisogno formativo, poiché una risposta mirata alle esigenze risulta essere una strategia vincente di azione formativa.

**Figura 2.7.7 - Valutazione delle esigenze di competenze professionali del personale di tutte le imprese**

(Fonte: Istat dati 2010-2015 - La formazione nelle imprese in Italia. Rielaborazione degli Autori su base Istat)

Tra le motivazioni che hanno ostacolato la formazione le più frequenti sono la presenza di personale già qualificato o formato, seguita dall' elevato costo per la formazione. Le imprese che hanno dichiarato di non aver svolto attività formativa, nel 2015 sono state 149 (Figura 2.7.8).

**Figura 2.7.8 - Motivi di ostacolo alla formazione per numero di aziende**

(Fonte: Istat dati 2010-2015 - La formazione nelle imprese in Italia. Rielaborazione degli Autori su base Istat)

### 2.7.4 Conclusioni

I report sulla “Formazione nelle imprese in Italia” del 2010 e 2015 pubblicati dall'Istat, si riferiscono ai singoli settori produttivi ed i dati sono stati acquisiti presso le imprese con 10 o più addetti. Dall'ultimo Censimento dell'industria e dei servizi del 2011, si evidenzia che per il settore delle industrie estrattive le imprese con più di 10 addetti rappresentano il 22% del totale del settore e convogliano, di contro, l'83% della forza lavoro. In particolare il 95% delle imprese appartenenti alla classe 10 o più addetti appartengono alla voce “Altra attività di estrazione di minerali da cave e miniere” (voce ATECO B.08).

In considerazione della peculiare ed eterogenea natura del settore estrattivo, per cui la tipologia dei rischi a cui sono sottoposti i lavoratori è molteplice e afferente a settori professionali normalmente circoscritti e a sé stanti, si potrebbe ipotizzare l'elaborazione di un sistema formativo che risponda alle necessità di sicurezza e sviluppo professionale, partendo da un'analisi delle regioni più virtuose e studiare i programmi comprensivi di contenuto e durata dei corsi, gli aggiornamenti, le certificazioni, le abilità richieste dall'apparato docente e acquisite dai lavoratori a seguito della partecipazione ai corsi di formazione. Il progetto formativo potrebbe essere costituito da un doppio livello finalizzato, uno a incrementare e l'altro a colmare, le eventuali carenze conoscitivo-culturali. Un processo di apprendimento di matrice generale e valido per tutte le variegate tipologie di cave e un secondo livello di apprendimento, più specifico, costruito in risposta a ciascuna istanza di tipicità della singola cava, potrebbe accrescere la consapevolezza nelle diverse situazioni di pericolo potenziale. Inoltre, attraverso un accurato monitoraggio e analisi degli eventi infortunistici occorsi, è possibile individuare, le attività e le figure professionali che necessitano di opportuni percorsi formativi. Si possono così pianificare e realizzare degli interventi didattici per argomenti circoscritti in relazione ai rischi connessi più frequenti.

La disponibilità di informazioni relative alle attività inerenti le iniziative formative nel comparto produttivo dell'estrazione, può essere una base da cui poter analizzare l'esistente e poter definire una organicità di intervento formativo futuro, tale da offrire una rappresentazione della situazione in modo dettagliato in tutte le sue espressioni e su tutto il territorio nazionale. Tale rappresentazione ha come punto di partenza il “conosciuto”, cioè le norme, i registri, le annotazioni, la memoria ufficiale delle Regioni e di come queste hanno recepito la regolamentazione nazionale per questo ambito produttivo e lavorativo. Analizzare gli elementi esistenti e tentare di colmare le lacune informative attraverso i mezzi a disposizione, come potrebbe essere l'ausilio di un questionario inviato alle Regioni, ai Comuni e alle imprese in cui ciascuno può contribuire a delineare con maggiore puntualità il comparto produttivo delle coltivazioni delle cave. Questo obiettivo ricade in un progetto di studio più ampio per tempi, per modi e per numero di figure coinvolte, rispetto ad una analisi iniziale dell'esistente, limitatamente all'argomento formativo, e di come le Regioni



hanno affrontato e tradotto questa attività empiricamente, attraverso una ricerca e comparazione dei diversi Piani Regionali delle Attività Estrattive - P.R.A.E.- presenti sul territorio nazionale.

Il tema di una programmazione formativa ratificata a livello nazionale è stato argomento di interesse da parte del Ministero dello Sviluppo Economico, attraverso l'Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e le Georisorse-Unmig, che nell'ottobre del 2018<sup>17</sup> ha rivolto l'attenzione alle figure di responsabilità operanti nel settore estrattivo e si è fatto portavoce per individuare e proporre i contenuti formativi, in modo da sopperire alle insufficienti norme vigenti. Tali figure sono: il Direttore Responsabile, i Sorveglianti, il Capo Cava e il cosiddetto "fochino", ossia l'addetto allo sparo mine.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI, SITOGRAFIA E IMMAGINI

- [1] Decreto legislativo 15 febbraio 2016, n. 39 (GU n. 61 del 14/03/2016, in vigore dal 29/03/2016).
- [2] Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 (GU n. 101 del 30/04/2008, in vigore dal 15/05/2008).
- [3] Decreto del Presidente della Repubblica 9 aprile 1959, n. 128 (GU n. 87 del 11/04/1959, in vigore dal 1/01/1960).
- [4] Direttiva 92/91/CEE del Consiglio 3 novembre 1992 (GU n. L 348 del 28/11/1992).
- [5] Direttiva 92/104/CEE del Consiglio 3 dicembre 1992 (GU n. L 404 del 31/12/1992).
- [6] Decreto legislativo 25 novembre 1996, n. 624 (GU n. 293 del 14/12/1996).
- [7] Deliberazione della Giunta regionale del 30 novembre 2015, n. X/4432, Regione Lombardia.
- [8] Deliberazione della Giunta regionale del 5 luglio 2019, n. 22, Regione Puglia.
- [9] Legge regionale del 7 giugno 1989, n. 30, art. 6, Regione Autonoma della Sardegna.
- [10] Consiglio Europeo Lisbona 23 e 24 marzo 2000 ([https://www.europarl.europa.eu/summits/lis1\\_it.htm](https://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_it.htm)).
- [11] Comunicazione della Commissione Europa 2020 (<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:IT:PDF>).
- [12] Censimento Istat dell'Industria e dei Servizi anno 2011.
- [13] Istat - Annuario Statistico Italiano 2017 <https://www.istat.it/it/archivio/213021>.

<sup>17</sup> <https://unmig.mise.gov.it/index.php/it/198-notizie-stampa/2036006-le-competenze-delle-figure-che-intervengono-nel-settore-estrattivo-relativamente-alla-sicurezza-anche-ambientale>.

- [14] Istat anno 2010- La formazione nelle imprese in Italia <https://www.istat.it/it/archivio/97091>.
- [15] Istat anno 2015- La formazione nelle imprese in Italia <https://www.istat.it/it/archivio/205094>.
- [16] Legambiente: [http://www.amblav.it/download/0418\\_dossiercave.pdf](http://www.amblav.it/download/0418_dossiercave.pdf).
- [17] Figure 2.7.1, 2.7.2, 2.7.3, 2.7.4, 2.7.5, 2.7.6, 2.7.7, 2.7.8. Rielaborazione degli Autori su base Istat.

## APPENDICE 2.7.1 LEGISLAZIONE REGIONALE E FORMAZIONE

Regione	Riferimento normativo		Contenuti formativi	Responsabile organizzativo <sup>2</sup>
	dell'attività estrattiva	dell'attività formativa <sup>1</sup>		
Valle d'Aosta	L.R. del 13 marzo 2008, n. 5	Contenuti minimi del DSS, 2015	DSS "Identificazione dei fattori di rischio" organizzativi e gestionali". Formazione. <b>Punto 10:</b> - Struttura del DSS - devono essere presentati il programma e la documentazione che attestino l'attività di formazione e informazione.	
Lombardia	L.R. dell'8 agosto 1998, n. 14	L.R. del 5 febbraio 2010, n. 7 (dispone che sia la Giunta regionale a definire contenuti e durata).  D.G.R. del 30 novembre 2015, n. X/4432 (Formazione specifica del Direttore Responsabile nelle attività estrattive)	D.G.R. del 30 novembre 2015, n. X/4432: <b>Punto 6.</b> Finalità e contenuti del corso; <b>punto 7.</b> Commissione d'esame; <b>Punto 8.</b> Esami di fine corso; <b>punto 9.</b> Contenuto del corso di formazione: 1° modulo - le leggi di settore - durata min. 30 ore, 2° modulo - esercizio delle attività estrattive - durata min. 80 ore, 3° modulo - adempimenti in materia di igiene e sicurezza - durata min. 80 ore, 4° modulo - tirocinio pratico - durata min. 40 ore.	La Regione
Trentino Alto Adige	Trento: L.P. del 24 ottobre 2006, n. 7	L.P. del 24 ottobre 2006, n. 7	L.P. del 24 ottobre 2006, n. 7 art. 23, let. g) promuove iniziative di studio, di formazione e di sensibilizzazione per l'utilizzo di nuove tecnologie volte alla riduzione dell'impatto ambientale e dei rischi per la salute, per l'utilizzo di sistemi alternativi di movimentazione del prodotto, per la rilocalizzazione delle attività di seconda e terza lavorazione al di fuori delle aree estrattive; let. l) promuove la valorizzazione del fattore imprenditoriale e il consolidamento dei livelli occupazionali e delle altre risorse umane del distretto, attraverso attività di istruzione e di formazione mirata... let. m) organizza corsi di formazione per addetti nel settore del porfido L.P. del 24 ottobre 2006, n. 7 art. 24, let. d) individua e formula proposte per una maggiore tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e per il miglioramento della qualità del lavoro all'interno del processo produttivo, in particolare tramite la formazione continua e la riqualificazione delle professionalità	La Provincia
	Bolzano: L.P. del 19 maggio 2003, n. 7			

Regione	Riferimento normativo		Contenuti formativi	Responsabile organizzativo <sup>2</sup>
	dell'attività estrattiva	dell'attività formativa <sup>1</sup>		
Friuli Venezia Giulia	L.R. del 15 luglio 2016, n. 12	L.R. del 15 luglio 2016, n. 12	L.R. del 15 luglio 2016, n. 12, Titolo I, art. 1, com. 6 La Regione tutela la sicurezza e la salute nei luoghi di lavoro delle attività estrattive mediante la promozione di attività di informazione e di formazione destinate agli operatori del settore.	La Regione
Veneto	L.R. del 16 marzo 2018, n. 13 BUR del 27 marzo 2018 – Piano regionale delle attività di cava (PRAC) -			
Piemonte	L.R. del 20 ottobre 2015, n. 165 DGR del 7 agosto 2020, n. 33-1855 – PRAE -	L. R. del 20 ottobre 2015, n. 165  DGR del 7 agosto 2020, n. 33-1855 – PRAE -	n. 165: <b>Capo II, art.36, com. 10</b> La Regione promuove la formazione e l'aggiornamento del personale con compiti di vigilanza sulle cave. <b>Capo III, art. 40, com. 3</b> Il regolamento definisce [...], lettera f) Le disposizioni relative alla figura e alla formazione del direttore dei lavori. PRAE: <b>Punto 7</b> Sensibilizzare maggiormente alle problematiche ambientali, sviluppare l'istruzione e la formazione in campo ambientale, costituendo elementi fondamentali ai fini di uno sviluppo sostenibile <b>Allegato 1</b> Promuovere e diffondere il sapere della lavorazione delle pietre ornamentali a partire dalla cava per passare dal laboratorio e arrivare alla posa in situ per il tramite di redazione di dispense, libri, corsi di formazione, praticantato assistito, ecc. ecc.	La Regione
Liguria	L.R. del 5 aprile 2012, n. 12 L.R. del 2 agosto 2017, n. 18 BUR del 26 maggio 2020, n. 7 – Ptrac -			

Regione	Riferimento normativo		Contenuti formativi	Responsabile organizzativo <sup>2</sup>
	dell'attività estrattiva	dell'attività formativa <sup>1</sup>		
Emilia Romagna	<p>L.R. del 18 luglio 1991, n. 17</p> <p>PTR: Piano territoriale regionale</p> <p>PIAE: Piano infraregionale delle attività estrattive</p> <p>PAE: Piano comunale delle attività estrattive</p>			
Toscana	<p>L.R. 3 novembre 1998, n. 78 - Testo Unico in materia di cave, torbiere, miniere, recupero di aree escavate e riutilizzo di residui recuperabili-</p> <p><b>Deliberazione del Consiglio regionale 27 febbraio 2007, n. 27</b></p> <p>-Approvazione del piano regionale delle attività estrattive-</p> <p>L.R. del 25 marzo 2015, n. 3</p>			
Umbria	<p>L.R. del 3 gennaio 2000, n.2</p>	<p>L.R. del 3 gennaio 2000, n. 2,</p> <p>L.R. del 21 ottobre 1981, n. 69</p>	<p>L.R. del 3 gennaio 2000, n.2, art. 14, comma 6</p> <p>Nel programma pluriennale e nei piani attuativi annuali delle attività di formazione professionale [...] sono previste iniziative formative per il personale addetto alle funzioni di vigilanza e controllo ed alle attività estrattive.</p> <p>L.R. del 21 ottobre 1981, n. 69 "Norme sul sistema formativo regionale" aggiornamento, formazione professionale, scolastica, avviamento, programmazione, alternanza studio-lavoro, attestati e prove finali, personale formativo</p>	La Regione

Regione	Riferimento normativo		Contenuti formativi	Responsabile organizzativo <sup>2</sup>
	dell'attività estrattiva	dell'attività formativa <sup>1</sup>		
Marche	LL.R. del 1 dicembre 1997, n. 71	L.R. del 1 dicembre 1997, n. 71	L.R. del 1 dicembre 19997, n. 71, <b>Capo I, art. 4, com. 1, lettera g)</b> La regione promuove e organizza la formazione professionale. <b>Capo II, art. 10, com. 4</b> La Giunta regionale, come previsto dall'articolo 4, dispone corsi di formazione e di aggiornamento per la preparazione del personale addetto e dei preposti tecnici, utilizzando a tale scopo i finanziamenti comunitari, nazionali e regionali.	La Regione
Abruzzo	L.R. 26 luglio 1983, n. 54  PRAE, del 29/12/2015, u.a.19/06/2020	L.R. 26 luglio 1983, n. 54  PRAE	L.R. 26 luglio 1983, n. 54, <b>Titolo I, art. 5, lettera e)</b> formulare proposte sulla formazione professionale del personale e dei tecnici operanti nel settore cave e torbriere <b>PRAE, Cap. 8, par.2</b> "Formazione" è stato sottoposto a censimento anche il titolo di studio del responsabile aziendale per valutare il livello di istruzione dei dirigenti del settore.	Comitato tecnico regionale
Lazio	L.R. del 6 dicembre 2004, n. 17  PRAE	L.R. del 6 dicembre 2004, n. 17	L.R. del 6 dicembre 2004, n. 17, <b>Capo II, art. 6, comma 2</b> organizzazione di convegni, seminari e corsi di formazione professionale, nel finanziamento di studi, rilevazioni, ricerche e pubblicazioni, nonché nell'adesione o nella partecipazione ad analoghe iniziative, anche all'estero, organizzate da altri soggetti pubblici e privati.	La Regione
Molise	L.R. del 5 aprile 2005, n. 11	L.R. del 5 aprile 2005, n. 11, Titolo VII, art. 26, comma 2 e 3	L.R. del 5 aprile 2005, n. 11, <b>Titolo VII, art. 26, comma 2</b> Gli imprenditori, direttamente o tramite le loro associazioni di categoria, sono tenuti ad organizzare corsi di preparazione e di aggiornamento, al fine di migliorare la formazione delle maestranze ed in particolare del personale preposto alla conduzione dei lavori di cava, anche al fine di facilitare il conseguimento delle abilitazioni previste dalle norme. L.R. del 5 aprile 2005, n. 11, <b>Titolo VII, art. 26, comma 3</b> Per lo svolgimento dei corsi di cui al comma 2, gli imprenditori o le associazioni di categoria potranno chiedere i finanziamenti regionali previsti per la formazione professionale ed avvalersi, per l'insegnamento e le attività tecnico-pratiche, di liberi professionisti e di funzionari regionali, esperti in materia estrattiva, uso degli esplosivi e dei macchinari ed impianti per la lavorazione dei materiali.	

Regione	Riferimento normativo		Contenuti formativi	Responsabile organizzativo <sup>2</sup>
	dell'attività estrattiva	dell'attività formativa <sup>1</sup>		
Campania	<p>L.R. del 13 dicembre 1985, n. 54</p> <p>L. R. del 13 aprile 1995, n. 17</p> <p>P.R.A.E. del 18 maggio 2005, n. 719</p>	<p>P.R.A.E. del 18 maggio 2005, n. 719, Titolo IV, art. 37, comma 4</p>	<p>P.R.A.E. del 18 maggio 2005, n. 719, Titolo IV, art. 37, comma 1</p> <p>... la direzione dei lavori di cava deve essere affidata a tecnici in possesso delle specifiche competenze richieste...</p> <p><b>comma 4</b></p> <p>Nelle attività di cui al presente comma, con l'esclusione di quelle condotte mediante perforazione, il direttore di cava può anche essere in possesso di diploma di perito minerario industriale o equipollente, purché in possesso di formazione specifica nel Settore, acquisita a seguito della frequenza e del superamento di corsi di formazione</p>	

## 2.8 UN MODELLO DI ORGANIZZAZIONE E GESTIONE DELLA SICUREZZA (MOG) PER IL SETTORE ESTRATTIVO IN CAVE A CIELO APERTO

L'adozione, da parte delle imprese, di soluzioni tecnologiche o organizzative dirette a favorire il miglioramento della salute e sicurezza sul lavoro, è incentivata dal d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro all' art. 11 comma 3 bis. Tra le diverse soluzioni rispondenti a tali finalità, rientrano i Modelli<sup>18</sup> di organizzazione e gestione per la sicurezza (MOG), la cui diffusione è favorita dalle regioni, mediante specifici protocolli di intesa tra le parti sociali, o gli enti bilaterali e l'Inail. Quest'ultima infatti promuove e incentiva progetti e iniziative anche di tipo innovativo, per la sicurezza nei luoghi di lavoro.

L'art. 30, comma 5 bis ha previsto la definizione da parte della Commissione consultiva permanente per la salute e sicurezza sul lavoro di procedure per l'adozione e l'efficace attuazione dei modelli di organizzazione e gestione della salute e sicurezza semplificati, nelle piccole e medie imprese. Tali modelli hanno lo scopo di fornire a questo tipo di imprese<sup>19</sup>, che decidano di adottare un modello di organizzazione e gestione della salute e sicurezza, indicazioni organizzative semplificate, di natura operativa, Si tratta di indicazioni utili alla predisposizione e alla efficace attuazione di un sistema aziendale idoneo ad avere efficacia esimente e a prevenire i reati previsti dall'art. 25 septies, d.lgs. 8 giugno 2001, n. 231 (di cui all'art 300 del d.lgs. n. 81/2008).

La realizzazione di un MOG costituisce un impegno che può risultare particolarmente gravoso per le imprese con un numero ridotto di lavoratori e con una struttura organizzativa semplice. Pertanto, le aziende di dimensioni e/o complessità ridotte debbono valutare l'opportunità di implementare un MOG aziendale. Si tratta di un'iniziativa a carattere volontario e la sua adozione non è da considerarsi obbligatoria per nessun tipo di impresa. Tuttavia, se efficacemente attuato, il MOG è potenzialmente in grado di migliorare la gestione della salute e sicurezza sul lavoro. Pertanto, i MOG rappresentano una tecnologia organizzativa applicabile anche al settore estrattivo delle cave a cielo aperto, che è soggetto solo marginalmente all'applicazione del d.lgs. n. 81/2008, e dove i riferimenti legislativi applica-

18 In attesa della definizione di procedure semplificate, nelle piccole e medie imprese si applicano, le indicazioni della lettera circolare del 11/07/2011 del Ministero del Lavoro, rivolte alle Aziende che si sono dotate o che, intendono dotarsi di un modello di organizzazione e di gestione della sicurezza conforme all'art. 30. La conformità a suddette linee guida ai requisiti di cui all'articolo 30 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, per le parti corrispondenti, è subordinata da un lato all'accertamento da parte delle Aziende, in autovalutazione, della conformità del proprio Modello organizzativo e dall'altro, all'obbligo di apportare eventuali integrazioni organizzative e/o gestionali e/o documentali, per rendere il proprio modello di organizzazione e di gestione conforme allo stesso articolo. Quest'ultimo punto riguarda in particolare il sistema di controllo (comma 4) e il sistema disciplinare (comma 3).

19 Per piccole e medie imprese si fa riferimento a quelle definite dalla legislazione vigente (Raccomandazione della Commissione Europea 361/2003/CE del 06 Maggio 2003 e dal decreto del Ministero Attività Produttive del 18 aprile 2005, pubblicato nella G.U. 238 del 12/10/2005).



bili non includono esplicitamente i modelli di organizzazione e gestione della salute e sicurezza ma rimandano, per gli aspetti generali di tutela della salute e sicurezza sui luoghi di lavoro al d.lgs. 626/94 e indirettamente al d.lgs. 81/08.

Le attività estrattive da cave, siano esse di Pietra Ornamentale o di Inerti, hanno una diffusione capillare su tutto il territorio italiano (capitolo 1.1) e sono regolate da un quadro legislativo nazionale e regionale molto articolato e per alcuni aspetti poco armonizzato al suo interno. La realizzazione di un MOG in aziende di questo settore dove si registra un andamento infortunistico *altalenante* e comunque con aree particolarmente interessate da eventi mortali, può rappresentare un'opportunità per rendere più agevole l'applicazione delle norme di tutela della sicurezza e salute e migliorare le condizioni di lavoro all'interno dell'Organizzazione.

Nel settore estrattivo delle cave a cielo aperto dove si estraggono materiali di seconda Categoria [ ] la diffusione di Modelli di Organizzazione e Gestione della salute e sicurezza sul lavoro può risultare più gravosa per il fatto che si tratta di un settore costituito in gran parte di micro imprese dove il personale è prevalentemente impiegato nelle attività produttive e dove si osserva una elevata variabilità ambientale e discontinuità dei processi.

Tenendo conto di tali aspetti, è stata fornita un'applicazione specifica di MOG riferita al Comparto, in cui sono presenti i principali riferimenti semplificati.

### **2.8.1 Adozione del mog nelle attività estrattive in cave a cielo aperto**

Ai fini dell'implementazione del modello gestionale la Direzione dell'Unità produttiva (AD o DL) descrive i processi produttivi e le fasi per l'"Esercizio delle cave a cielo aperto", cui il MOG è destinato.

A tal fine distingue tra due grandi processi: Estrazione di Pietre Ornamentali e da Costruzione e Estrazione di Inerti all'interno dei quali individua i sotto processi e le fasi cui il MOG deve essere applicato. In questa fase può prendere in considerazione l'analisi sistematica e non esaustiva delle fasi di Estrazione di Pietre Ornamentali (1.2.1) e da Costruzione e di Estrazione di Inerti riportata in appendice 2.8.1.

### **2.8.2 Definizioni, acronimi e funzioni per la struttura del mog**

L'Alta direzione, coadiuvata dalle funzioni responsabili designate, al fine di garantire un linguaggio condiviso e univocamente definito in tutta l'organizzazione o nelle parti di essa cui il MOG è applicato, individua termini, definizioni e acronimi da applicarsi al suo interno. A questo scopo può avvalersi dell'elenco non esaustivo e integrabile, riportato nel presente paragrafo, mutuato sia dalla legislazione in materia di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro e sia dalle norme tecniche come

le ISO 19011, ISO 31000 e la UNI ISO 45001, delle quali è riportato nei riferimenti normativi e bibliografici.

*Audit:* Processo (3.25) sistematico, indipendente e documentato per ottenere evidenze dell'audit (verifica) e valutarle con obiettività, al fine di stabilire in quale misura i criteri dell'audit sono soddisfatti (v. ISO 19011).

*Auditor e Gruppo Auditors:* Personale competente per lo svolgimento degli audit. Per accezioni più generali e per ulteriori informazioni sul controllo e la competenza degli auditors si rimanda alla norma EN ISO 19011.

*Datore di lavoro o Titolare:* l'imprenditore di miniera o cava, o il titolare di permesso di prospezione o di ricerca o di concessione di coltivazione o di autorizzazione di cava.

*Emergenze:* eventi inaspettati e imprevedibili, condizioni di pericolo grave ed immediato (incendi, eventi sismici, frane, fughe di sostanze pericolose, ecc.).

*Incidenti:* Eventi correlati al lavoro, non previsti, potenzialmente pericolosi ma che non determinano danni alle persone.

*Indicatori:* Parametri capaci di misurare sinteticamente il grado di raggiungimento degli obiettivi aziendali utili nella fase di valutazione del MOG da parte dell'Alta direzione e in fase di riesame.

*Infortuni:* Eventi correlati al lavoro, non previsti e che hanno causato danni alle persone.

*Lavoratore:* persona che, indipendentemente dalla tipologia contrattuale, svolge un'attività lavorativa nell'ambito dell'organizzazione di un datore di lavoro pubblico o privato, con o senza retribuzione, anche al solo fine di apprendere un mestiere, un'arte o una professione. Ai fini del presente documento le Unità Professionali con la Nomenclatura e la classificazione riferite CP 2011 ISTAT è elencata nella relativa scheda tecnica di fase (v. capitolo 2.8 Appendice 2.8.1 Schede tecniche relative ai processi di estrazione di pietre ornamentali e di inerti) in corrispondenza della voce Risorse.

*Luogo di lavoro:* con riferimento al presente documento, si intende ogni luogo destinato ai posti di lavoro ove si svolgono attività estrattive a cielo aperto, di sostanze minerali di seconda categoria come pietre ornamentali e da costruzione, calcare, pietra da gesso, creta e ardesia ("Ateco Istat B 0811") e ghiaia, sabbia, argilla e caolino ("Ateco Istat B0812").

*MOG:* Il Modello di organizzazione e gestione della sicurezza (MOG) può definirsi,

in modo non esaustivo, come un sistema organico e strutturato di schede attuative, basato sul controllo e monitoraggio periodico, finalizzato alla prevenzione dei rischi e alla sicurezza sul lavoro.

*Malattie professionali:* Malattie causate dalla attività lavorativa (patologie, esposizione, rischi collegati, periodo di esposizione ecc.).

*PDCA:* acronimo che indica la sequenza di 4 fasi necessarie per il miglioramento di un'organizzazione (in questo caso sotto il profilo della sicurezza): 1. Plan (*pianificare* le attività), 2. Do (*attuare* le attività pianificate), 3. Check (*controllare* mediante il monitoraggio e le statistiche) e 4. Act (*attuare* il miglioramento) [5].

*Riesame del MOG:* attività effettuata per riscontrare l'idoneità, l'adeguatezza e l'efficacia del modello a conseguire gli obiettivi stabiliti (guida ISO 73:2009 e UNI ISO 31000 p.2.29).

*Rischio per la salute e sicurezza sul lavoro (SSL):* Combinazione della probabilità che uno o più eventi pericolosi o esposizioni si verifichino in relazione al lavoro e della severità di lesioni e malattie che possono essere causati dall'evento o dalle esposizioni [15].

*Sorvegliante:* persona, in possesso delle capacità e delle competenze necessarie, designato dal titolare per la sorveglianza sul luogo di lavoro occupato da lavoratori.

*Unità produttiva:* stabilimento o struttura finalizzati alla produzione di beni o all'erogazione di servizi, dotati di autonomia finanziaria e tecnico funzionale.

### 2.8.3 Struttura del modello

I principali riferimenti per il Modello descritto sono dati, oltre che dall'allegato al DM 13/02/2014, dalla Prassi di Riferimento PdR/83:2020 "Modello semplificato di Organizzazione e Gestione della salute e sicurezza sul lavoro, di cui al d.lgs. 81/2008, per micro e piccole imprese" e dalla norma "UNI ISO 45001 Sistemi di gestione per la salute e sicurezza sul lavoro - Requisiti e guida per l'uso". Un ulteriore riferimento è rappresentato dalle quattro macro fasi del ciclo di Deming, corrispondenti al "pianificare", "fare", "verificare", "attuare il miglioramento" all'interno dell'Organizzazione, meglio note con l'acronimo inglese PDCA (Plan, Do, Check, Act). Su queste basi è stata fornita un'applicazione di un modello organizzativo riferito alle imprese del settore estrattivo in cave a cielo aperto, di tipo semplificato e pertanto, applicabile anche alle micro imprese del Comparto. Il MOG, definendo gli adempimenti relativi a ciascuna delle 4 macro fasi del ciclo PDCA, guida l'Organizzazione, passo per passo, nell'applicazione e nell'utilizzo delle schede

attuative o moduli. Tali schede rappresentano lo strumento attuativo del MOG in quanto forniscono evidenza oggettiva di una corretta implementazione del MOG, consentono di registrare gli esiti del monitoraggio, di valutare il Sistema e di stabilire le azioni da intraprendere per il suo miglioramento. In tabella 2.8.1 è riportato un quadro generale degli adempimenti relativi all'intero MOG mentre nelle tabelle 2.8.2, 2.8.3, 2.8.4 e 2.8.5 è riportato il dettaglio degli adempimenti, degli indicatori e delle schede attuative da utilizzarsi in ciascuna delle 4 fasi del ciclo PDCA.

Tabella 2.8.1 - Struttura di un MOG secondo il ciclo Plan, Do, Check, Act e DM 13/02/2014				
Macro fasi	Pianificare (plan)	Attuare le misure pianificate (do)	Verificare (check)	Attuare il miglioramento (act)
Paragrafi	Definizione, assegnazione di responsabilità, autorità e ruoli; Campo di applicazione; Definizioni; Politica per la SSL; Piano di miglioramento e obiettivi; Rispetto degli standard Valutazione dei rischi e misure conseguenti.	Comunicazione e coinvolgimento; Riunioni periodiche (d.lgs. n.81/2008 art. 30 c. 1 c); Formazione, informazione e addestramento (d.lgs. n.81/2008 art. 30 c. 1 e); Organizzazione, gestione delle emergenze e del primo soccorso; Appalti; Sorveglianza sanitaria (d.lgs. n.81/2008 art. 30 c. 1 d); Dispositivi di protezione individuale (DPI) e Collettiva (DPC); Attrezzature di lavoro; Non Conformità, Quasi Incidenti, Incidenti e Infortuni; Attività di vigilanza (d.lgs. 81/2008 art. 30 c. 1 l. f); Sistema Disciplinare; Documentazione e certificazioni.	Monitoraggio e misurazioni Infortuni/Incidenti/ Quasi incidenti Sistema di registrazioni Ruolo dei responsabili delle verifiche Piano di audit Audit interni Riesame	Standardizzazione o Miglioramento

(Fonte: Inail DIT. Elaborazione dell'Autore tratta da DM 13/02/2014 [3] e Galgano A. 1999 [5] -)

2.8.3.1 Pianificare (Plan)

L'alta Direzione AD (o DL) definisce il *campo d'applicazione*, la *politica per la salute e sicurezza*, *gli obiettivi* e *i processi* necessari per adottare il MOG all'interno della propria cava a cielo aperto (Organizzazione). A questo fine esso analizza le attività o processi aziendali, i rischi, le risorse impegnate (risorse umane, attrezzature, macchine, impianti e materiali descritti in appendice 2.8.1). Nel prospetto seguente sono riportati gli strumenti per l'implementazione della macro fase con gli indicatori e i relativi moduli. Questi ultimi meglio specificati nelle pagine successive fanno riferimento al DM 13/02/2014.

**Tabella 2.8.2 - Pianificazione**

Sotto fase	Indicatore	Scheda attuativa del MOG
Definizione, assegnazione di responsabilità, autorità e ruoli	Numero funzioni responsabili assegnate Numero di attività assegnate	<b>Tabella 2.8.2.1</b> - Nomina o designazione funzioni <b>Tabella 2.8.2.2</b> - Attività del MOG e funzioni responsabili
Campo d'applicazione	-	<b>Tabella 2.8.2.3</b> - Scheda analisi iniziale (rilevare lo stato iniziale e finale del sistema e eventuali non conformità iniziali)
Definizioni	-	Par. Definizioni
Politica per la SSL	Numero di obiettivi realizzati rispetto a quelli pianificati; Percentuale di realizzazione degli obiettivi rispetto al tempo	Rif. Allegato al DM 14/02/2014 - Elenco non esaustivo di Indicatori di prestazione del MOG
Piano di miglioramento e obiettivi	N. di non conformità per ogni obiettivo N. totale di non conformità	Rif. Allegato al DM 14/02/2014 - Piano di miglioramento. Modulo di pianificazione degli obiettivi e attuazione della politica
Rispetto degli standard	N. di verifiche di aggiornamento delle norme tecniche e legislazione applicabile	Rif. Allegato al DM 14/02/2014 - Elenco della normativa applicabile
Valutazione dei rischi	N. di eventuali cambiamenti dell'Organizzazione (strutturali/organizzativi/procedurali/legislativi, eccetera) e imprevisti (incidenti, infortuni et al.); Numero di quasi infortuni o quasi incidenti o malfunzionamenti rilevati che potrebbero avere impatto diretto sulla salute e sicurezza delle persone.	DSS, DSSC e registro degli infortuni

(Fonte: Inail DIT. Elaborazione dell'Autore tratta da DM 13/02/2014 [3] e Galgano A. 1999 [5])

Nella fase di pianificazione l'alta direzione (AD), integrandole con le varie figure professionali previste dal d.lgs. 624/96 e dalle restanti norme applicabili al settore ECCA, individua quelle responsabili di gestire i rischi presenti in Azienda e di gestire le fasi attuative del MOG (tabella 2.8.2.1).

**Tabella 2.8.2.1 - Modulo di nomina (designazione) delle Funzioni responsabili della sicurezza in cava ai sensi della normativa applicabile (Esempio)**

Figure obbligate	Figure Nominate (Designate)	Nome	Data	Firma accettazione
Datore di Lavoro (DL)	Responsabile del SPP (RSPP)			
Alta Direzione (AD/DL*/T)	Medico competente (MC)			
Titolare (T/DL**)	Direttore responsabile (DR)			
Titolare (T/DL**)	Sorvegliante (S)			
DL (AD)	Addetti alle emergenze (AE)			
DL (AD)	Capo cava (CC)			
DL (AD)	Responsabile Audit (AU)			
* Se coincide con il Datore di lavoro (DL)				
** Se coincide con il DL				

(Fonte: Inail DIT. Elaborazione dell'Autore tratta da DM 13/02/2014[3] e Galgano A. 1999 [5])

**Tabella 2.8.2.2 - Definizione delle attività del MOG e Funzioni responsabili (Esempio)**

Attività del MOG	Responsabile
Formalizzare l'intento di adottare volontariamente un MOG	DL
Definire assegnare responsabilità e ruoli	DL/T
Definire il campo d'applicazione	DL/DR
Individuare definizioni, termini e acronimi del MOG	DL/DR/AU
Definire obiettivi e politiche	DL/DR/AU
Definire e gestire gli Indicatori	DL/DR/AU
Valutare i rischi	DL (MC)
Predisporre il DSS (DSSC)	T/DL/RSPP
Trasmettere il DSS e DSSC	T/DL
Attuare le misure di tutela della SSL del DSS e DSSC	DL (DR/S)
Attestare annualmente che i luoghi di lavoro, le attrezzature e gli impianti sono progettati, utilizzati e mantenuti in efficienza in modo sicuro	DL/DR/S
Gestire la Formazione, informazione e addestramento lavoratori	DL/DR
Gestire le emergenze e del primo soccorso	DL/DR/S
Gestire dei lavori in appalto	DL/DR
Gestire la sorveglianza sanitaria	DL/MC
Gestire i DPC e DPI	DL/DR/S
Gestire le attrezzature di lavoro	DL/DR/S
Predisporre i piani di miglioramento	DL/DR/AU
Gestire le riunioni periodiche	DL/DR/AU
Garantire l'attuazione del MOG e delle Procedure	DL/DR/S
Gestire documentazione e certificazioni obbligatorie da esibire agli OO.V.	DL/DR/S
Gestire il Sistema Disciplinare	DL/DR/AU
Gestire NC, Quasi Incidenti, Incidenti, Infortuni e il registro infortuni	DL/DR/AU
Eseguire il monitoraggio (audit)	DL/DR/AU
Redigere il verbale audit	DL/DR/AU
Eseguire il riesame	DL/DR/AU
Predisporre e attuare i piani di miglioramento	DL/DR/AU

(Fonte: Inail DIT. Elaborazione dell'Autore tratta da DM 13/02/2014[3] e Galgano A. 1999 [5])

L'AD (DL) coadiuvata dal RSPP (nei casi previsti), dal AU e dai Preposti, in collaborazione con il Medico competente, individuano, identificano e descrivono i pericoli presenti sul luogo di lavoro, risalendo alle fonti, ricercando eventi, cause e potenziali conseguenze. Il processo di valutazione dei rischi articolato nelle fasi di identificazione, analisi e ponderazione (UNI ISO 31000), rientra fra gli obblighi del datore di lavoro. In questa attività egli tiene conto di tutti i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori, ivi compresi quelli collegati allo stress lavoro-correlato. L'evidenza oggettiva della avvenuta valutazione dei rischi, per le attività estrattive in cave a cielo aperto è data dal Documento di Sicurezza e Salute (DSS) e se applicabile dal Documento di Sicurezza e Coordinamento (art. 10 d.lgs. 624/96 e art. 28 del d.lgs. n. 81/2008). Una volta compilati e analizzati la tabella 2.8.2.3 e il DDS, l'AD definisce il campo d'applicazione e gli indicatori del MOG (Tabelle 2.8.3, 2.8.4 e 2.8.5) gli obiettivi ed elabora il piano il miglioramento del sistema.

Nella definizione del campo d'applicazione, l'AD si avvale di un'analisi dei processi produttivi del tipo riportato in Appendice 2.8.1 e dei contenuti del modulo di analisi iniziale 2.8.2.3, di cui è riportato un esempio, utile a rilevare lo stato iniziale ed eventuali non conformità, da migliorare attraverso il MOG.

**Tabella 2.8.2.3 - Modulo di Analisi iniziale (Esempio)**

Dati societari	Sede legale, ragione sociale, Iscrizione registro Imprese, codice fiscale, partita IVA ecc.	
Organizzazione	Struttura sociale, persone, ...	
<b>Analisi dei requisiti previsti dal d.lgs. 624/1996</b>		<b>SI/NO/NA</b>
Art. 5	SONO stati individuati il Titolare, Datore di lavoro, Direttore Responsabile, MC, RLS e SONO e designati il Direttore Responsabile e il Sorvegliante	
Art. 6	SONO stati assolti gli obblighi del datore di lavoro relativi documento di sicurezza e di salute (DSS)	
Art. 9	Nell'area del cantiere SI SVOLGONO... attività lavorative ad opera di terzi (imprese in appalto, lavoratori autonomi, terzizzazione di parte delle lavorazioni, ecc.) di tipo.... Le parti terze hanno consegnato il DVR al DL e sono stati informati dei contenuti del DSSC e lo hanno sottoscritto	
Art. 21	Per ciascun posto di lavoro occupato da lavoratori e per le funzioni ad esse affidate, il Titolare (DL) HA indicato il numero di lavoratori necessari, tenuto conto dei turni più gravosi, in possesso della capacità, dell'esperienza e della formazione specifiche (CCNL)	
Art. 22	Il datore di lavoro HA predisposto istruzioni scritte, ubicandole..... e, sulle norme da seguire a tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori e a garanzia: dell'impiego del materiale ...in condizioni di sicurezza, sull'uso delle attrezzature di salvataggio ... sulle azioni da intraprendere in caso di emergenza sul posto di lavoro o nelle sue vicinanze...	

Art. 23	Il Direttore responsabile/Sorvegliante HA predisposto gli incarichi scritti per attività in situazioni di pericolo	
Art. 31	Gli impianti di messa a terra, delle installazioni e dei dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, SONO STATI sottoposti a verifiche periodiche almeno biennali	
Artt. 29-32-33-47	La scelta, installazione, messa in funzione, gestione, manutenzione e ispezione di attrezzature ed impianti meccanici, elettrici ed elettromeccanici, mezzi semoventi e gli impianti di trasporto SONO CONFORMI ai requisiti del T. III d.lgs. n. 81/2008	
<b>Collocazione geografica e ubicazione dell'azienda</b>		Indirizzo, contesto (urbano/extra), raggiungibilità ecc. Allegata una planimetria ...
<b>Elementi significativi di interferenza</b>		Nei pressi della cava sono presenti aziende a rischio incidente rilevante, ospedali...
<b>Analisi dei requisiti previsti dal d.p.r. 128/1959</b>		<b>SI/NO/NA</b>
Art. 24	Il titolare HA denunciato all'autorità vigilante, almeno otto giorni prima, l'inizio o la ripresa dei lavori	
Art. 52	È disponibile la relazione tecnica sulla stabilità dei fronti aggiornata annualmente	
Art. 40	SONO state individuate, delimitate e messe in sicurezza le aree con pericolo e quelle di deposito	
Art. 51	I luoghi di lavoro SONO stati progettati, costruiti, installati, gestiti e sottoposti a controlli e a manutenzione così da avere struttura e solidità confacenti al tipo d'impiego e resistere alle sollecitazioni di intensità prevedibile	
Art. 52	I gradoni e le vie di carreggio HANNO larghezza adeguata a consentire la circolazione del personale e l'operatività delle macchine ivi utilizzate, stabilità sufficiente a sopportarne il peso, la loro sistemazione e manutenzione permette il movimento delle macchine in condizioni di assoluta sicurezza oppure...	
Art. 52	b) in fase di scavo al piede delle fronti o dei cumuli SONO state evitate situazioni di instabilità mediante ... Oppure ...	
Art. 305	È stato predisposto l'ordine di servizio per l'uso di esplosivi redatto in conformità ai requisiti del d.p.r. 128/1959 e della legge regionale applicabile alla cava	
Art. 648	Malattie professionali. È STATA condotta un'analisi sul n. malattie, periodo di interesse, mansioni coinvolte, processo coinvolto, ecc. (Da concordare con il MC)	
<b>Analisi dei requisiti del d.lgs. 624/1996 nell'organizzazione dell'emergenza in cava. Incidenti, infortuni e malattie professionali (rif. DSS)</b>		<b>SI/NO/NA</b>
Artt. 10 e 49	SONO stati definiti i criteri per l'addestramento in caso di emergenza e svolte esercitazioni di sicurezza, SONO stati informati i RLS	
Art. 11	SONO state intraprese misure contro gli incendi, esplosioni ecc.	



Artt. 12 e 13	SONO disponibili mezzi di evacuazione e salvataggio e sistemi di comunicazione, avvertimento e allarme	
Art. 18	È STATO trasmesso il piano di emergenza, all'autorità di protezione civile, nei casi di possibile coinvolgimento della popolazione	
Art. 22	Il DL HA assicurato istruzioni scritte sull'uso delle attrezzature di salvataggio e sulle azioni da intraprendere in caso di emergenza in cava o nelle sue vicinanze	
Art. 25	Incidenti. È STATA condotta un'analisi dell'evento, causa, persone/cose coinvolte, eventuali ripercussioni ecc., n. eventi, ripetibilità, confronto nei periodi lunghi/brevi	
Art. 25	Infortuni. È STATA condotta un'Analisi dell'evento, causa, persone/mansioni coinvolte, eventuali ripercussioni, n. eventi, ripetibilità, confronto nei periodi lunghi/brevi, ecc.	
<b>Analisi di altre misure del d.lgs. 81/2008 di tutela e sostenibilità del MOG nell'organizzazione (rif. DSS)</b>		<b>SI/NO/NA</b>
Art. 75	SONO stati definiti i criteri per l'assegnazione dei DPI ai lavoratori	
Art. 30	I lavoratori SONO stati formati, informati e addestrati sul corretto utilizzo dei DPI	
	È stata assicurato un addestramento per l'uso di PDI di 3 categoria e per l'udito	
	Gli interventi formativi SONO stati pianificati/realizzati per addetto/figura professionale e per livello di rischio e in ogni situazione riportata nel DSS	
	È PRESENTE un'articolazione di funzioni (personale, DL) che assicuri le competenze tecniche e i poteri necessari per la verifica, valutazione, gestione e controllo del rischio (MOG)	

(Fonte: Inail DIT. Elaborazione dell'Autore tratta da DM 13/02/2014[3] e Galgano A. 1999 [5])

### 2.8.3.2 Attuare le misure pianificate (Do)

La macro fase “do”, consiste nell’applicare le misure pianificate in fase iniziale preferibilmente in contesti circoscritti e poi in ambiti più estesi fino a ricomprendere tutta l’organizzazione.

L’AD (DL), il DR e l’AU attuano le attività pianificate e riferite all’articolo 30 d.lgs. n. 81/2008, e la “gestione delle attività finalizzate all’eliminazione dei pericoli e alla riduzione dei rischi per la SSL”. In quest’ultima fase i processi di pianificazione del sistema di gestione si integrano con i processi produttivi aziendali e si traducono nella gestione dei seguenti aspetti:

- Comunicazione e coinvolgimento/ Riunioni periodiche (d.lgs. n. 81/2008 art. 30 comma 1 c);
- Formazione, informazione e addestramento (d.lgs. n. 81/2008 art. 30 comma 1 e);
- Organizzazione, gestione delle emergenze e del primo soccorso;
- Appalti;
- Sorveglianza sanitaria (d.lgs. n. 81/2008 art. 30 comma 1 d);
- Dispositivi di protezione individuale (DPI) e Collettiva (DPC);
- Attrezzature di lavoro;
- Non Conformità, Quasi Incidenti, Incidenti e Infortuni;
- Attività di vigilanza (d.lgs. n. 81/2008 art. 30 comma 1 f);
- Sistema Disciplinare;
- Documentazione e certificazioni previste in materia di sicurezza e salute (in attuazione del d.lgs. n. 81/2008 art. 30 comma 1 g).

L’AD definisce le sanzioni nei confronti dei lavoratori tenendo conto di quanto previsto dal contratto collettivo di lavoro e di quanto stabilito dallo Statuto dei lavoratori (art. 7, legge n. 300/1970).

Il sistema disciplinare così come indicato nella Prassi di Riferimento UNI/PdR 83:2020 viene pubblicato tramite affissione o nelle modalità ritenute più opportune per una diffusione generalizzata al personale. L’azienda deve inoltre definire le modalità per selezionare e, ove opportuno sanzionare con idonee penalizzazioni contrattuali, anche i collaboratori esterni, appaltatori, fornitori e altri soggetti con i quali l’impresa intrattenga rapporti negoziali.

In tabella 2.8.3 sono riportati gli strumenti per l’implementazione della macro fase DO e i relativi moduli previsti dal DM 13/02/2014.

**Tabella 2.8.3 - Attuazione delle misure pianificate**

Sotto fase	Indicatore	Scheda attuativa del MOG
Comunicazione e coinvolgimento/ Riunioni periodiche (d.lgs. n.81/2008 art. 30 comma 1 c)	Rispetto delle scadenze delle riunioni periodiche; Segnalazioni trasmesse dal personale/Suggerimenti migliorativi forniti dal personale;	Rif. Allegato al DM 14/02/2014 - Riunione periodica
Formazione, informazione e addestramento (d.lgs. n.81/2008 art. 30 comma 1 e)	N. interventi formativi pianificati/realizzati N. verifiche di apprendimento - per ruolo/figura professionale e livello di rischio - per figure incaricate di attività/verifiche del SG (MOG) - rispetto a assunzioni/cambi ruolo/trasferimenti personale - rispetto ai cambiamenti legislativi, tecnici, strutturali, organizzativi	Rif. Allegato al DM 14/02/2014 - Programma annuale di informazione, formazione e addestramento e registro presenze - Scheda e registro di Formazione, Informazione e Addestramento del Lavoratore
Organizzazione, gestione delle emergenze e del primo soccorso	N. Prove di emergenza svolte rispetto a quelle pianificate N. revisioni del piano di emergenza a seguito delle prove di evacuazione	Rif. DSS
Appalti	N. di DVR (DSS) ricevuti dalle imprese esterne che hanno svolto i lavori N. Imprese esterne che hanno sottoscritto e accettato il DSC	Rif. DSS
Sorveglianza sanitaria (d.lgs. n.81/2008 art. 30 comma 1 d)	N. di dichiarazioni del Medico Competente/ASL di idoneità alla mansione specifica (permanenti, temporanee, con limitazioni)	Rif. DSS
Dispositivi di protezione individuale (DPI) e Collettiva (DPC)	N. rilevazioni del mancato utilizzo dei DPI prescritti N. di DPI sostituiti a seguito di uso non corretto o infortunio	Rif. Allegato al DM 14/02/2014 - Scheda di consegna dei Dispositivi di protezione individuale
Attrezzature di lavoro (MACCHINE E IMPIANTI)	N. di controlli delle attrezzature di lavoro, macchine e impianti N. di guasti imprevisti N. ore di fermo impianti per guasti	Rif. Allegato al DM 14/02/2014 - Scheda di manutenzione delle macchine e attrezzature
Sistema Disciplinare	N. di sanzioni erogate	Rif. Allegato al DM 14/02/2014 Esempi di Sanzioni disciplinari a carico di appaltatori, fornitori e altri soggetti
Documentazione e certificazioni obbligatorie (d.lgs. n. 81/2008 ART. 30 comma 1 g)	N. ordini di servizio per attività a rischio compilati correttamente N. registrazioni e moduli compilati correttamente	Rif. Allegato al DM 14/02/2014 - Ordine di servizio in cava - Elenco della documentazione

(Fonte: Inail DIT. Elaborazione dell'Autore tratta da DM 13/02/2014 [3] e Galgano A. 1999 [5])

### 2.8.3.3 Verificare (Check)

La presente macro fase consiste nella raccolta, controllo e studio dei risultati e delle registrazioni derivanti dal monitoraggio. Tali esiti vengono confrontati con i risultati attesi, e con gli obiettivi pianificati nella macro fase "PLAN", al fine di rilevare eventuali scostamenti. I dati raccolti in questa fase, completi di indicatori e grafici, consentono di misurare i risultati ottenuti rispetto a quelli derivanti da precedenti cicli PDCA, nonché di fornire indicazioni precise in contesti circoscritti fino a ricomprendere tutta l'Organizzazione in cava. In questa fase l'alta direzione (DL) deve organizzare le verifiche dell'efficace applicazione delle procedure del MOG nella propria organizzazione (in attuazione del d.lgs. n.81/2008 art. 30 comma h) e la raccolta di dati per la elaborazione di grafici e analisi, fondamentali per indirizzare le scelte della fase successiva "ACT". Le sotto fasi sono il Monitoraggio e misurazioni, l'analisi di Infortuni/Incidenti/Quasi incidenti, il Sistema di registrazioni e il verbale. In tabella 2.8.4 sono riportati gli strumenti per l'implementazione della macro fase di verifica (check) e i relativi moduli. Questi ultimi fanno riferimento al DM 13/02/2014.

**Tabella 2.8.4 - Verifica**

Sotto fase	Indicatore	Scheda attuativa del MOG
Monitoraggio e misurazioni	Numero di rilevazioni effettuate rispetto a quelle programmate	Rif. Allegato al DM 14/02/2014 - Piano di Monitoraggio - Programma di Audit Interni
Piano di Audit		Rif. Allegato al DM 14/02/2014 - Piano di Audit
Sistema di registrazioni Infortuni/Incidenti/Quasi incidenti/NC	Numero di Non conformità Numero di infortuni	Rif. Allegato al DM 14/02/2014 - Rilevazione non programmata di Infortunio, Incidente, Non conformità - Rilevazione Infortuni
Verbale audit		Rif. Allegato al DM 14/02/2014 - Verbale di Audit

(Fonte: Inail DIT. Elaborazione dell'Autore tratta da DM 13/02/2014 e dalla normativa vigente)

### 2.8.3.4 Attuare il miglioramento (Act)

La macro fase ACT consiste nel Predisporre e attuare i piani di standardizzazione o miglioramento del MOG basato sugli esiti del riesame. A seguito di uno o più cicli PDCA, il DL metterà in atto tutte le attività derivanti dalle verifiche elencate nel

paragrafo precedente il cui risultato è finalizzato alla *standardizzazione* del sistema e a rendere stabili i processi verificati qualora risultati efficaci o al contrario, al *miglioramento* del sistema qualora siano stati rilevati scostamenti dai valori attesi. Per un'analisi di questo tipo vengono presi in esame eventuali scostamenti rilevati mediante gli indicatori. Nella tabella 2.8.5 sono riportati gli strumenti per l'implementazione della macro fase ACT e i relativi moduli. Questi ultimi fanno riferimento al DM 13/02/2014.

**Tabella 2.8.5 - Riesame e attuazione del miglioramento**

Sotto fase	Indicatore	Scheda attuativa del MOG
Infortuni/Incidenti/Quasi incidenti/NC	N. Infortuni/Incidenti/Quasi incidenti registrati rispetto a quelli attesi	Rif. Allegato al DM 14/02/2014 - Verbale di Audit - Riesame periodico del MOG
Standardizzazione o Miglioramento	N di obiettivi di Miglioramento raggiunti rispetto a quelli pianificati	Rif. Allegato al DM 14/02/2014 - Piano di miglioramento. Modulo di pianificazione degli obiettivi e attuazione della politica

(Fonte: Inail DIT. Elaborazione dell'Autore tratta da DM 13/02/2014 e dalla normativa vigente)

Allo scopo di illustrare la corrispondenza e la compatibilità con altri sistemi di gestione, in tabella 2.8.6 è stata riportata una tavola di concordanza articolata secondo un ciclo PDCA, con i contenuti del MOG e dei Sistemi di gestione per la salute e sicurezza sul lavoro, conformi alla norma UNI 45001:2018.

Tabella 2.8.6 - Concordanza MOG e SGSL UNI 45001:2018	
DM 13/02/2014	UNI 45001:2018
<b>Pianificare (Plan)</b>	
Campo di applicazione Politica per la SSL Piano di miglioramento e obiettivi Rispetto degli standard Definizione, assegnazione di responsabilità, autorità e ruoli Definizioni Valutazione dei rischi e misure conseguenti	Introduzione Scopo e campo d'applicazione Riferimenti normativi Termini e definizioni Contesto dell'organizzazione Leadership e partecipazione dei lavoratori Pianificazione Supporto
<b>Attuare (Do)</b>	
Definizione, assegnazione di responsabilità, autorità e ruoli (Moduli 1 e 2) relativi al MOG; Documentazione del sistema di gestione e certificazioni obbligatorie; Comunicazione e coinvolgimento/ Riunioni periodiche (d.lgs. n.81/2008 art. 30 comma 1 c); Formazione, informazione e addestramento (d.lgs. n.81/2008 art. 30 comma 1 e); Organizzazione, gestione emergenze e primo soccorso; Appalti; Sorveglianza sanitaria (d.lgs. n.81/2008 art. 30 comma 1 d); Dispositivi di protezione individuale DPI e Collettiva (DPC); Attrezzature di lavoro; Non Conformità, Quasi Incidenti, Incidenti e Infortuni; Attività di vigilanza (d.lgs. n.81/2008 art. 30 c. 1 lettera f); Sistema Disciplinare; Documentazione e certificazioni.	8. Attività operative 8.1. Pianificazione e C.O. 8.1.1. Generalità Eliminazione dei Pericoli e riduzione rischi Gestione dei cambiamenti Approvvigionamenti 8.2 Preparazione e risposta all'emergenza
<b>Verificare (Check)</b>	
Monitoraggio e misurazioni; Infortuni/Incidenti/Quasi incidenti; Sistema di registrazioni; Ruolo dei responsabili delle verifiche; Piano di audit; Audit interni; Riesame.	9. Valutazione delle prestazioni 9.1 Monitoraggio, misurazione analisi e valutazione prestazioni 9.2 Audit interno 9.3 Riesame della direzione
<b>Attuare il miglioramento (Act)</b>	
Riesame; Infortuni/Incidenti/ Quasi incidenti/NC; Standardizzazione o Miglioramento.	10 Miglioramento 10.1 Generalità 10.2 Incidenti/ NC/AC 10.3 Miglioramento continuo

(Fonte: Inail DIT. Elaborazione dell'Autore tratta da DM 13/02/2014 [3] e dalla norma UNI 45001:2018 [16])

**RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI, SITOGRAFIA E IMMAGINI**

- [1] Balletto G., Mei G., Meloni N., Milesi A. 2006. La pianificazione dell'attività estrattiva in Sardegna. Rischi e opportunità. Numero 12/13 Osservatorio Italia.
- [2] Decreto legislativo 81/2008, Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Art. 30.
- [3] Decreto ministeriale 13/02/14 - Modelli di organizzazione e gestione (MOG).
- [4] Di Mambro A., Pireddu A. 2010. Un modello di sicurezza sistemica in cantiere. Quinta raccolta di contributi tecnici, normativi e di attualità sulla salute e sicurezza del lavoro. Prevenzione Oggi. Supplemento 1/2 Anno 2010. Pp. 17-31. <http://www.prevenzioneoggi.ispesl.it>
- [5] Galgano A. 1999. I sette strumenti manageriali della qualità totale. L'approccio qualitativo ai problemi. Il Sole24ore S.p.A. ISBN 88-7187-401-3.
- [6] EN ISO 19011:2018. Linee guida per audit di sistemi di gestione.
- [7] Hollnagel E., 2013. An application of the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) to Risk Assessment of Organisational change. 2013:09ISSN:2000-0456.
- [8] Hollnagel, Resilience Engineering in practice. A guidebook. 2013. Ashgate Publishing Ltd.
- [9] Mecchia M., Addia R., Antonelli B. et al. 2019. Rapporto 2000-2019. Banca dati Silice. Inail Consulenza tecnica accertamento rischi e prevenzione (Contarp).
- [10] Maialetti R., Manni V., Menicocci A., et al. 2021. Fruibilità e applicabilità dell'esempio di compilazione della modulistica del dm 13/02/2014 per un'agenzia di viaggi. Inail.
- [11] Pireddu A., Di Basilio M., Romualdi G., Bucci G. 2016. Occupational risks: analysis on resilience of processes in free stones quarries. ISSA Mining. 1° Vision Zero Europe Conference. VIZE. Technische Hochschule Georg Agricola. Bochum (Germany).
- [12] Pireddu A., Bucci G., Romualdi G. 2018. Gestione della sicurezza in cave a cielo aperto: normativa, produzione e infortuni. Rivista degli infortuni e malattie professionali. Pratica e casistica. pp. 435-451. Italy. Inail. N. 3/2018. ISSN: 0035-5836
- [13] Pireddu A., Bucci G., Romualdi G. 2019. La gestione della sicurezza nelle cave a cielo aperto Italy. Inail. ISBN: 978-88-7484-157-8
- [14] Prassi di Riferimento UNI/PdR 83:2020 "Modello semplificato di Organizzazione e Gestione della salute e sicurezza sul lavoro, di cui al d.lgs. 81/2008, per micro e piccole imprese"
- [15] UNI - Inail 2001. Linee guida per un sistema di gestione della salute e sicurezza sul lavoro (SGSL).
- [16] UNI ISO 31000:2018. Gestione del rischio - Principi e Linee guida.
- [17] UNI ISO 45001:2018. Sistemi di gestione per la salute e sicurezza sul lavoro - Requisiti e guida per l'uso.

- [18] Pireddu A. 2011. La sicurezza delle macchine in edilizia. Macchine per costruzioni stradali, scavo e movimento terra. Inail. Proceedings Saie Bologna.
- [19] Laurendi V., et al. 2014. L'installazione dei dispositivi di protezione in caso di ribaltamento nei trattori agricoli o forestali. Linee Guida. Inail. ISBN - 978-88-7484-411.
- [20] UNI EN ISO 3471:2008 - Strutture di protezione contro il ribaltamento - Prove di laboratorio e requisiti di prestazione.
- [21] UNI EN ISO 3449:2009 Macchine movimento terra - Strutture di protezione contro la caduta di oggetti - Prove di laboratorio e requisiti di prestazione.
- [22] <https://unmig.mise.gov.it/index.php/it/informazioni/pubblicazioni/elencoesplosivi>, Ministero dello Sviluppo Economico - UNMIG, Elenco degli esplosivi.
- [23] <https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-pubbl-la-gestione-sicurezza-nelle-cave.pdf>.
- [24] <https://www.istat.it/>.
- [25] <https://www.istat.it/it/archivio/17888>. Classificazione delle attività economiche Ateco 2007.
- [26] <https://www.istat.it/it/censimenti-permanenti/censimenti-precedenti/industria-e-servizi/imprese-2011>.
- [27] <https://www.iusexplorer.it/dejure/home>.
- [28] Figure 2.8.1 e 2.8.2 Inail DCPC. Galleria delle immagini.



## APPENDICE 2.8.1 SCHEDE TECNICHE RELATIVE AI PROCESSI DI ESTRAZIONE DI PIETRE ORNAMENTALI E DI INERTI

La presente appendice riporta una descrizione dei processi, sotto processi e fasi del sistema estrattivo in cave a cielo aperto, suddiviso per tipologia di materiale estratto. L'estrazione di pietre ornamentali è stata descritta a partire dai sotto processi indicati in Figura 2.8.1 così come derivano dalle classificazioni Istat. Analogamente, l'estrazione degli inerti è stata descritta a partire dai sotto processi indicati nella stessa Figura 2.8.2 derivanti dalle medesime classificazioni.

Allo scopo di individuare le specificità che influiscono sull'assetto complessivo della sicurezza sul lavoro nelle due grandi famiglie estrattive, sono stati analizzati e catalogati gli aspetti gestionali e organizzativi del "sistema cava". Ogni sotto processo è stato descritto secondo la metodologia FRAM (Functional Resonance Analysis Method) che scompone ogni fase di un processo in una sequenza di aspetti: Input, Output, Precondizioni, Risorse, Controlli e Tempi. Nella stessa sequenza, Input e Output rappresentano rispettivamente l'esito della fase precedente e quello della fase considerata. Le attività senza le quali non è possibile avviare il processo sono state definite Precondizioni mentre sono state definite Risorse l'insieme di tutte le Professionalità, l'Ambiente di lavoro, le Attrezzature di lavoro, i Materiali e Metodi o Procedure. I Controlli sono quelli svolti dal personale incaricato all'interno della cava, finalizzati a verificare la conformità del sotto processo (esempio la compilazione del registro dei controlli descritto nel capitolo 2.4). Infine, i Tempi si riferiscono alla durata di ogni singola fase o attività e alla sequenza temporale in cui essa si colloca nel ciclo di produzione.

Nella elaborazione delle schede tecniche di processo si è tenuto conto di uno dei tanti approcci metodologici disponibili per l'analisi delle fasi di un processo, adattati alle attività ECCA. Tali schede pertanto sono suscettibili di essere adattate e integrate in ragione delle specificità ed esigenze di ogni singola Organizzazione, con ulteriori contenuti e metodologie. Gli aspetti cui si fa riferimento nelle schede, possono essere considerati sufficienti per una ricognizione esaustiva (resiliente) di tutte le risorse necessarie in ogni fase ma anche per una descrizione complessiva del sistema.

La descrizione attraverso schede tecniche, suddivise per "Pietre ornamentali" ed "Estrazione di inerti" esemplifica le *fasi estrattive tipo* in uso nel nostro territorio per i due tipi di materiali e costituisce un riferimento utile nell'impianto di un Sistema di Gestione o MOG all'interno di un'organizzazione.

Figura 2.8.1 - Processo di estrazione di pietre ornamentali e da costruzione, calcare, pietra da gesso, creta e ardesia



Attività incluse <sup>20</sup> ,	Schede tecniche di fase o sotto processo
Estrazione, sgrossamento e taglio di pietre monumentali e da costruzione come marmo, granito, arenaria; Spaccatura e frantumazione di pietre ornamentali e da costruzione; Estrazione, frantumazione e spaccatura di calcare; Estrazione di pietra da gesso e di anidrite; Estrazione di creta e di dolomite non calcinata.	Allestimento della cava Perforazione Abbattimento della bancata Riquadratura del materiale abbattuto Movimentazione Finitura dei blocchi e taglio delle lastre all'interno della cava Magazzino e confezionamento
Attività escluse	
Estrazione di minerali per l'industria chimica e per la Produzione di fertilizzanti, 08.91 Produzione di dolomite calcinata, 23.52 taglio, sagomatura e finitura di pietre al di fuori della cava, 23.70	Finitura dei blocchi e taglio delle lastre all'esterno della cava Frantumazione all'esterno della cava
B 08.11.00. ATECO ISTAT 2007. CATEGORIA DI RISCHIO ALTO	

(Fonte: Inail DCPC Galleria delle immagini).

20 In presenza di impianti adiacenti all'area di estrazione il materiale può essere soggetto ad una prima trasformazione classificata come attività B. 08.11.00. Nel caso in cui la trasformazione successiva del blocco avvenga al di fuori dell'area della cava l'attività viene invece classificata come Ateco 2007 C12: Lavorazione lapidei.

**PROCESSO: ESTRAZIONE DI PIETRE ORNAMENTALI****SOTTO PROCESSO: ALLESTIMENTO DELLA CAVA****FASE: MESSA IN SICUREZZA E MANTENIMENTO IN EFFICIENZA**

Si tratta di una fase preparatoria comune a tutte le tipologie di cava. Le sotto - fasi che la caratterizzano possono avere maggiore complessità e completezza in relazione alle condizioni ambientali e allo stato di avanzamento del processo estrattivo. Le principali sotto-fasi sono: realizzazione o ampliamento delle strade di accesso e lavoro; rimozione del terreno vegetale; scoperchiatura con macchine movimento terra; realizzazione della discarica; realizzazione di opere idrauliche per la regimazione delle acque; messa in sicurezza e delimitazione della zona di perforazione; preparazione del piazzale di cava.

Aspetti	Descrizione
Input	Avvio lavori
Output	La cava è allestita
Precondizioni	Autorizzazioni
	Piano di estrazione
	Tecchiatura ad opera di lavoratori specializzati con attrezzature e DPI idonei
Risorse  (Impianti, attrezzature, utensili e materiali, risorse umane impiegate nella fase)	Operatore macchine qualificato tra i seguenti: conducente di escavatrice meccanica (7.4.4.1.0.7) conduttore di pale meccaniche (7.4.4.1.0.10); escavatorista di cava (7.4.4.1.0.12) e altri
	Cavatore (7.1.1.1.0.16) Manovali ed altro personale non qualificato delle miniere e delle cave (8.4.1.1.0)
	Macchine movimento terra
	Reti di protezione
	Dispositivi di protezione individuale (vie respiratorie, udito, capo, mani, piedi e altri da valutare contestualmente)
Controllo (Responsabile)	Accessi in zone pericolose
	Utilizzo di dispositivi di protezione
	Rispetto delle distanze di sicurezza
Tempo	Dopo la fase di ricognizione dell'area di cava per una durata da valutare contestualmente

**PROCESSO: ESTRAZIONE DI PIETRE ORNAMENTALI**

**SOTTO PROCESSO: ALLESTIMENTO DELLA CAVA**

**FASE: VALUTAZIONE DELLA BANCATA**

In questa fase si definiscono l'altezza, la larghezza e la profondità della bancata da distaccare e, tenuto conto le caratteristiche geo meccaniche e della durezza del materiale se ne valuta l'integrità complessiva e la presenza di fessurazioni. Si tratta di una fase fondamentale per il posizionamento e per la scelta delle macchine e degli utensili o delle altre attrezzature di lavoro impiegate nelle fasi successive. Inoltre è fondamentale per dimensionare correttamente lo strato di inerti alla base della bancata affinché riduca efficacemente le conseguenze del suo impatto sul suolo.

Aspetti	Descrizione
Input	La cava è allestita
Output	Integrità, caratteristiche geo meccaniche, peso, dimensioni e forma sono stati definiti
Precondizioni	Piano di estrazione
Risorse	Responsabile di cava (3.4.5.4.0)
(Impianti, attrezzature, utensili e materiali, risorse umane impiegate nella fase)	Dispositivi di protezione individuale (vie respiratorie, udito, capo, mani, piedi e altri da valutare contestualmente)
Controllo	Congruenza con il piano di estrazione
Tempo	Dopo la fase di allestimento della cava per una durata da valutare contestualmente

**PROCESSO: ESTRAZIONE DI PIETRE ORNAMENTALI****SOTTO PROCESSO: PERFORAZIONE****FASE: ESTRAZIONE**

Nell'estrazione dei marmi e delle pietre calcaree la perforazione in linea (line drilling) viene usata soprattutto per il passaggio del filo diamantato, oppure, se non possono essere usati fili diamantati per il caricamento di esplosivi e per perforazioni secondarie.

Nell'estrazione di granito/porfido si utilizza preferenzialmente la perforazione in linea con successivo spacco dinamico (con esplosivo) per i tagli principali e secondari. La spaziatura dei fori dipende dal tipo di materiale e dall'accuratezza alla quale si vuole spaccare per l'ottenimento dei blocchi finali.

Aspetti	Descrizione
Input	Integrità, caratteristiche geo meccaniche, peso, dimensioni e forma sono stati definiti
Output	La perforazione è stata eseguita
Precondizioni	Allestimento della cava. Realizzazione delle strade di accesso e lavoro. Rimozione del terreno vegetale, Scoperchiatura. Realizzazione della discarica. Realizzazione di opere idrauliche per la regimazione delle acque. Messa in sicurezza e delimitazione della zona di perforazione. Preparazione del piazzale di cava.
Risorse  (Impianti, attrezzature, utensili e materiali, risorse umane impiegate nella fase)	Operatore qualificato tra le seguenti figure: palista (7.4.4.1.0.15)
	Perforatrici idrauliche per Marmo o altre rocce
	Macchine aspiratrici per polveri
	Dispositivi di protezione individuale (vie respiratorie, udito, capo, mani, piedi e altri da valutare contestualmente)
Controllo (Responsabile)	Delimitazione zone pericolose
	Cartelli di divieto nelle zone pericolose
	Utilizzo di dispositivi di protezione
	Rispetto delle distanze di sicurezza
Tempo	Dopo la fase di allestimento e messa in sicurezza della cava per una durata da valutare contestualmente

**PROCESSO: ESTRAZIONE DI PIETRE ORNAMENTALI****SOTTO PROCESSO: ABBATTIMENTO DELLA BANCATA****FASE: ABBATTIMENTO O DISTACCO DELLA BANCATA CON TAGLIO A FILO**

Il distacco della bancata può essere realizzato con macchine tagliatrici che realizzano il taglio attraverso lo scorrimento veloce di un filo elicoidale diamantato che corre lungo una puleggia azionata elettricamente. Il taglio avviene lungo le tre pareti verticali e alla base del blocco, orientando il filo lungo le direttrici.

Aspetti	Descrizione
Input	Integrità, caratteristiche geo meccaniche, peso, dimensioni e forma sono stati definiti
Output	Il taglio della bancata è stato eseguito
Precondizioni	Installazione e posizionamento della tagliatrice alla base della bancata per il taglio orizzontale o verticale
	Posizionamento del filo diamantato all'interno del foro
	Delimitazione delle zone pericolose
Risorse  (Impianti, attrezzature, utensili e materiali, risorse umane impiegate nella fase)	Operatore qualificato (tagliatore, filista)
	Tagliatrice a filo diamantato
	Acqua
	Dispositivi di protezione individuale (vie respiratorie, udito, capo, mani, piedi e altri da valutare contestualmente)
Controllo (Responsabile)	Delimitazione zone pericolose
	Cartelli informativi di divieto nelle zone pericolose
	Utilizzo di dispositivi di protezione
	Rispetto delle distanze di sicurezza
	Adeguatezza e integrità del filo per il taglio
	Corretto posizionamento delle protezioni delle macchine
Tempo	Dopo la fase di perforazione (8-12 ore) per una durata da valutare contestualmente

**PROCESSO: ESTRAZIONE DI PIETRE ORNAMENTALI****SOTTO PROCESSO: ABBATTIMENTO DELLA BANCATA****FASE: DISTACCO DELLA BANCATA CON TAGLIO A CINGHIA - CATENA**

Il distacco della bancata può essere realizzato con macchine tagliatrici a cinghia diamantata o a catena. Si tratta di un sistema metallico dotato di braccio laterale che può raggiungere lunghezze oltre i 3 metri, dotato di lama dentata di scorrimento della cinghia diamantata o metallica. Il taglio avviene lungo le tre pareti verticali e alla base del blocco, orientando il braccio lungo le direttrici.

Aspetti	Descrizione
Input	Integrità, caratteristiche geo meccaniche, peso, dimensioni e forma sono stati definiti
Output	Il taglio della bancata è stato eseguito
Precondizioni	Posizionamento della tagliatrice per il taglio orizzontale o verticale
Risorse  (Impianti, attrezzature, utensili e materiali, risorse umane impiegate nella fase)	Operatore qualificato (tagliatore)
	Cavatori (7.1.1.1.0.16) Manovali ed altro personale non qualificato delle miniere e delle cave (8.4.1.1.0)
	Tagliatrice a cinghia o a catena
	Acqua
	Dispositivi di protezione individuale (vie respiratorie, udito, capo, mani, piedi e altri da valutare contestualmente)
Controllo (Responsabile)	Controllo di integrità della bancata
	Delimitazione zone pericolose
	Cartelli informativi di divieto nelle zone pericolose
	Utilizzo di dispositivi di protezione
	Rispetto delle distanze di sicurezza
	Corretto posizionamento protezioni delle macchine
Tempo	Dopo la fase di allestimento della cava per una durata da valutare contestualmente

PROCESSO: ESTRAZIONE DI PIETRE ORNAMENTALI	
SOTTO PROCESSO: ABBATTIMENTO DELLA BANCATA	
FASE: ALLESTIMENTO DI UNO STRATO DI INERTI ALLA BASE DELLA BANCATA	
Una volta eseguito il taglio con macchine tagliatrici o con altre mezzi, prima di procedere con il ribaltamento della bancata i cui effetti possono produrre forti vibrazioni, notevoli quantità di polveri e la frattura con proiezione di frammenti di roccia, anche di grossa pezzatura, al di fuori dell'area di estrazione, si procede con la stesura di uno strato di inerti alla base della bancata, adeguato al volume e alla massa della stessa. L'effetto atteso è quello di abbattere o contenere gli effetti dovuti al suo impatto sul suolo.	
Aspetti	Descrizione
Input	Il distacco <sup>21</sup> della bancata è stato eseguito
Output	Lo strato di inerti alla base della bancata è stato allestito
Precondizioni	Valutazione del volume, della massa e dell'integrità della bancata
Risorse  (Impianti, attrezzature, utensili e materiali, risorse umane impiegate nella fase)	Cavatori (7.1.1.1.0.16) Manovali ed altro personale non qualificato delle cave (8.4.1.1.0)
	Operatore macchine qualificato tra i seguenti: conducente di escavatrice meccanica (7.4.4.1.0.7) conduttore di pale meccaniche (7.4.4.1.0.10); escavatorista di cava (7.4.4.1.0.12) e altri
	Macchine movimento terra (Caricatori, escavatori dotati di benna)
	Ghiaia e pietrisco di pezzatura idonea a formare lo spessore e l'area di inerti
	Dispositivi di protezione individuale (vie respiratorie, udito, capo, mani, piedi e altri da valutare contestualmente)
Controllo (Responsabile)	Controllo di integrità della bancata
	Delimitazione zone pericolose e uso di cartelli informativi di divieto
	Utilizzo di dispositivi di protezione
Tempo	Dopo l'esecuzione del taglio e prima del ribaltamento per una durata da valutare contestualmente

21 In alcuni casi per completare il distacco si procede con la demolizione secondaria mediante martelloni pneumatici



**PROCESSO: ESTRAZIONE DI PIETRE ORNAMENTALI****SOTTO PROCESSO: ABBATTIMENTO DELLA BANCATA****FASE: RIBALTAMENTO DELLA BANCATA CON L'USO DI MACCHINE OPERATRICI**

Una volta eseguito il taglio e disposto lo strato di inerti, il ribaltamento può avvenire con l'ausilio di una o più pale meccaniche posizionate in sommità o alla base della bancata. Una o più macchine operatrici posizionate in sommità alla bancata, inseriscono la benna lungo la linea di taglio esercitando una spinta che inclina la bancata fino a determinarne in ribaltamento sullo strato di inerti. Un'altra modalità consiste nell'utilizzare la forza di traino realizzata mediante una fune che collega la bancata ad una o più pale meccaniche posizionate alla base della bancata, a distanza adeguata da essa.

Aspetti	Descrizione
Input	Lo strato di inerti alla base della bancata è stato allestito
Output	Il ribaltamento della bancata è stato eseguito
Precondizioni	Eventuale predisposizione ordine di servizio
	Delimitazione zone interessate dal ribaltamento
	Segnalazione acustica dell'inizio della fase di ribaltamento
	Raccolta del personale non addetto al ribaltamento in zone sicure
Risorse (Impianti, attrezzature, utensili e materiali, risorse umane impiegate nella fase)	Operatore macchine qualificato tra i seguenti: conducente di escavatrice meccanica (7.4.4.1.0.7) conduttore di pale meccaniche (7.4.4.1.0.10); escavatorista di cava (7.4.4.1.0.12) e altri
	Macchine movimento terra (Caricatori, escavatori dotati di benna)
	Dispositivi di protezione individuale (vie respiratorie, udito, capo, mani, piedi e altri da valutare contestualmente)
	Reti di Protezione per le aree in quota e per le aree interdette
Controllo (Responsabile)	Anomalie della bancata
	Requisiti di sicurezza delle macchine per il traino
	Requisiti di sicurezza delle macchine per la spinta
	Posizione dei Cartelli informativi di divieto nelle zone pericolose
	Utilizzo di dispositivi di protezione
	Distanze di sicurezza UOMO MACCHINA
Tempo	Dopo la fase di allestimento dello strato di inerti per una durata da valutare contestualmente

PROCESSO: ESTRAZIONE DI PIETRE ORNAMENTALI	
SOTTO PROCESSO: ABBATTIMENTO DELLA BANCATA	
FASE: RIBALTAMENTO DELLA BANCATA CON L'USO DI SISTEMI AD ALTA PRESSIONE	
<p>Eseguito il taglio e preparato lo strato di inerti, il ribaltamento può essere eseguito con l'ausilio di cuscini ad alta pressione ad acqua o ad aria. In entrambi i casi i cuscini vengono inseriti dalla sommità della bancata (fino a 8 m di altezza), all'interno della fessura originata dal taglio. Il cuscino vuoto una volta inserito viene gonfiato mediante una pompa ad aria o ad acqua. L'aumento di volume esercita una spinta del cuscino lungo le pareti in cui è avvenuto il taglio e il distacco della bancata e il suo scivolamento verso il basso. Raggiunto un angolo di inclinazione/rotazione superiore a quello di equilibrio, la bancata si ribalta impattando sullo strato di inerti.</p>	
Aspetti	Descrizione
Input	<p>Il distacco della bancata è stato eseguito</p> <p>Lo strato di inerti alla base della bancata è stato allestito</p>
Output	<p>Il ribaltamento della bancata è stato eseguito</p>
Precondizioni	<p>Eventuale predisposizione ordine di servizio</p>
	<p>Delimitazione zone interessate dal ribaltamento</p>
	<p>Segnalazione acustica dell'inizio della fase di ribaltamento</p>
	<p>Raccolta del personale non addetto al ribaltamento in zone sicure</p>
Risorse  (Impianti, attrezzature, utensili e materiali, risorse umane impiegate nella fase)	<p>Operatore macchine qualificato tra i seguenti: conducente di escavatrice meccanica (7.4.4.1.0.7) conduttore di pale meccaniche (7.4.4.1.0.10); escavatorista di cava (7.4.4.1.0.12) e altri</p>
	<p>METAL HYDROBAG SYSTEM. ELECTRIC HIGHT PRESSURE WATER PUMP) PUSH 600 TONN (BLOCK DISPLACEMENT EXPANSION BAGS)</p>
	<p>Dispositivi di protezione individuale (vie respiratorie, udito, capo, mani, piedi e altri da valutare contestualmente)</p>
	<p>Reti di Protezione contro le cadute dall'alto</p>
	<p>Reti di Protezione per le aree interdette</p>
Controllo (Responsabile)	<p>Anomalie della bancata</p>
	<p>Accessi nelle zone pericolose</p>
	<p>Utilizzo di dispositivi di protezione</p>
Tempo	<p>Dopo la fase di allestimento dello strato di inerti per una durata da valutare contestualmente</p>

**PROCESSO: ESTRAZIONE DI PIETRE ORNAMENTALI****SOTTO PROCESSO: ABBATTIMENTO DELLA BANCATA****FASE: ABBATTIMENTO DELLA BANCATA CON L'USO DI ESPLOSIVO**

Nella coltivazione delle pietre ornamentali, il taglio della roccia può essere realizzato con esplosivo estraendo blocchi grossi che potranno successivamente essere suddivisi in lastre per uso commerciale. Questo tipo di estrazione comporta il ricorso a tecniche di abbattimento specifiche che seguono le linee di taglio, realizzate con una miccia armata o con detonatore elettrico, fatta brillare contemporaneamente lungo i fori di linea. Il distacco di roccia con miccia detonante per le rilevanti perdite di materiale e per i rischi che comporta, viene spesso sostituito con i metodi di distacco o abbattimento precedentemente descritti.

Aspetti	Descrizione
Input	La fila di fori di piccolo diametro con miccia parallelamente nella roccia è stato eseguito
	Caricamento dei fori con miccia detonante di diametro molto inferiore ai fori è stato eseguito
Output	L'abbattimento o distacco della bancata è stato eseguito
Precondizioni	Ordine di servizio conforme al d.p.r. 128/1959 art. 305 alle leggi regionali applicabili
	Delimitazione zone interessate dall'esplosione
	Segnalazione acustica dell'inizio della fase di brillamento
	Raccolta del personale in zone sicure
Risorse  (Impianti, attrezzature, utensili e materiali, risorse umane impiegate nella fase)	Fochino e brillatore di pietre (6.1.1.1), operatore di cava
	Operatore qualificato: palista (7.4.4.1.0.15)
	Macchine aspiratrici per polveri
	Perforatrici idrauliche per Marmo o altre rocce
	Dispositivi di protezione individuale (vie respiratorie, udito, capo, mani, piedi e altri da valutare contestualmente)
	Ripari di Protezione contro le esplosioni (d.p.r. 128/1959 n. 346)
	Reti di Protezione per le aree interdette
Controllo (Responsabile)	Verifiche pre esplosione
	Verifiche durante l'esplosione
	Verifiche post esplosione
Tempo	Dopo la fase di esecuzione dei fori allineati sulla bancata e per una durata da valutare contestualmente

**PROCESSO: ESTRAZIONE DI PIETRE ORNAMENTALI****SOTTO PROCESSO: RIQUADRATURA E MOVIMENTAZIONE, FINITURA DEI BLOCCHI, TAGLIO E CONFEZIONAMENTO IN CAVA****FASE: RIQUADRATURA E MOVIMENTAZIONE, FINITURA DEI BLOCCHI, TAGLIO E CONFEZIONAMENTO**

Una volta eseguito il distacco (abbattimento, taglio e ribaltamento) i blocchi possono restare integri o subire una riquadratura. La riduzione delle dimensioni rende il materiale abbattuto compatibile con gli impianti di movimentazione e finitura presenti in cava o per altri usi. La movimentazione dal piazzale verso le zone più esterne avviene con l'utilizzo di apparecchi di sollevamento come gru a cavalletto, semoventi o derrick con i quali i materiali opportunamente imbracati vengono sollevati e posizionati sul pianale di carico del camion per il trasporto nelle aree di trasformazione. All'interno della cava, se le dimensioni lo consentono, le bancate possono essere spostate anche con macchine movimento terra munite di apposite forche o benne verso le zone di caricamento. L'operazione di carico, trasporto e scarico mediante pallets e forche richiede particolare attenzione. I blocchi o le lastre trasformati in adiacenza nelle cave vengono caricati su supporti di legno e assicurati con involucri di nylon per essere trasportati fuori ed essere commercializzati.

Aspetti	Descrizione
Input	Il distacco della bancata è stato eseguito
	Il disaggio (in caso di distacco con esplosivo) è stato eseguito
	Il blocco o la bancata sono stati controllati e classificati
Output	I blocchi estratti sono stati movimentati fuori dal piazzale
Precondizioni	Delimitazione zone interessate alla movimentazione
	Segnalazione acustica e gestuale dell'inizio della movimentazione
	Raccolta del personale non addetto alla movimentazione in zone sicure
Risorse  (Impianti, attrezzature, utensili e materiali, risorse umane impiegate nella fase)	Operatore macchine qualificato tra i seguenti: conducente di escavatrice meccanica (7.4.4.1.0.7) conduttore di pale meccaniche (7.4.4.1.0.10); escavatore di cava (7.4.4.1.0.12); camionista (7.4.2.3.0.5); conducente di autocarro (7.4.2.3.0.8) trasportatore camionista (7.4.2.3.0.13)
	Macchine movimento terra (Caricatori, escavatori dotati di benna)
	Apparecchi di sollevamento (gru a cavalletto, gru semoventi o derrick)
	Camion per il trasporto
	Dispositivi di protezione individuale (vie respiratorie, udito, capo, mani, piedi e altri da valutare contestualmente)
	Condizioni di viabilità in cava
	Condizioni di carico delle macchine
	Utilizzo di dispositivi di protezione
	Distanze di sicurezza UOMO MACCHINA
Tempo	Dopo il distacco della bancata o blocco e la classificazione per una durata da valutare contestualmente

figura 2.8.2 - Estrazione di ghiaia, sabbia; estrazione di argille e caolino



Attività incluse <sup>22</sup>	Schede tecniche di fase o sotto processo
Estrazione e dragaggio di sabbia industriale, sabbia per costruzioni e ghiaia Spaccatura e frantumazione della ghiaia Estrazione di sabbia Estrazione di argille, argille refrattarie e caolino	Allestimento della cava; Perforazione con martelli o perforatrici; Caricamento di cartucce esplosive e detonatori; Brillamento; Estrazione o scavo; Caricamento del materiale abbattuto con pala meccanica su autocarro o dumper <sup>23</sup> ; Trasporto del materiale agli impianti di selezione e lavorazione, all'interno della cava per la trasformazione; Frantumazione secondaria con uso di esplosivo all'interno della cava; Magazzino e confezionamento.
Attività escluse	Fasi
Estrazione di sabbia bituminosa, cfr. 06.10 Estrazione di minerali per l'industria chimica e per la produzione di fertilizzanti, cfr. 08.91	Frantumazione all'esterno della cava.
B08.12.00 Ateco Istat 2007 Categoria di rischio Alto	

(Fonte: Inail DCPC Galleria delle immagini)

- 22 In presenza di impianti adiacenti all'area di estrazione il materiale può essere soggetto ad una prima trasformazione classificata come attività B. 08.12.00. Nel caso in cui la trasformazione successiva del blocco avvenga al di fuori dell'area della cava l'attività viene invece classificata come Ateco 2007 C12: Lavorazione lapidei.
- 23 Per la conformità dei requisiti di sicurezza previsti per le attrezzature, materiali e DPI si rimanda ai capitoli da 2.1 a 2.6 del volume. Gli autocarri utilizzati in cava per operazioni di carico e scarico, concepiti per la sola circolazione stradale, possono essere adattati successivamente mediante dispositivi ROPS e FOPS per operare in presenza di rischi di ribaltamento e caduta di oggetti. Per tali dispositivi i riferimenti per le prove sono dati da norme tecniche, quali le UNI EN ISO 3471:2008 [20] per le Strutture di protezione contro il ribaltamento e UNI EN ISO 3449:2009 [21] per le strutture di protezione contro la caduta di oggetti, analogamente a quanto avviene nel caso di macchine operatrici utilizzate in cava [18] e [19].

**PROCESSO: ESTRAZIONE DI INERTI**
**SOTTO PROCESSO: ALLESTIMENTO DELLA CAVA**
**FASE: MESSA IN SICUREZZA E MANTENIMENTO IN EFFICIENZA**

Si tratta di una fase preparatoria comune a tutte le tipologie di cava. Le sotto-fasi che la caratterizzano possono avere maggiore complessità e completezza in relazione alle condizioni ambientali e allo stato di avanzamento del processo estrattivo. Le principali sotto-fasi sono: Realizzazione o ampliamento delle strade di accesso e lavoro; Rimozione del terreno vegetale; Scoperchiatura; Realizzazione della discarica; Realizzazione di opere idrauliche per la regimazione delle acque; Messa in sicurezza e delimitazione della zona di perforazione; Preparazione del piazzale di cava.

Aspetti	Descrizione
Input	Avvio lavori
Output	La cava è stata allestita
Precondizioni	Autorizzazioni
	Piano di estrazione
	Tecchiatura ad opera di lavoratori specializzati dotati di idonee attrezzature e DPI
Risorse  (Impianti, attrezzature, utensili e materiali, risorse umane impiegate nella fase)	Operatore macchine qualificato tra i seguenti: conducente di escavatrice meccanica (7.4.4.1.0.7) conduttore di pale meccaniche (7.4.4.1.0.10); escavatorista di cava (7.4.4.1.0.12) e altri
	Cavatori (7.1.1.1.0.16) Manovali ed altro personale non qualificato delle miniere e delle cave (8.4.1.1.0)
	Macchine movimento terra (.....)
	Reti di protezione (...)
	Dispositivi di protezione individuale (vie respiratorie, udito, capo, mani, piedi e altri da valutare contestualmente)
Controllo (Responsabile)	Accessi in zone pericolose
	Utilizzo di dispositivi di protezione
	Rispetto delle distanze di sicurezza
Tempo	Dopo la fase di ricognizione dell'area di cava per una durata da valutare contestualmente

**PROCESSO: ESTRAZIONE DI INERTI****SOTTO PROCESSO: ALLESTIMENTO DELLA CAVA****FASE: VALUTAZIONE DELL'ENTITA' DELLO SCAVO**

In questa fase si definiscono le dimensioni e le quantità dei materiali da distaccare. Si tratta di una fase fondamentale per il posizionamento e brillatura delle mine e per la scelta delle macchine, utensili e attrezzature di lavoro da impiegarsi nelle fasi successive, di raccolta del materiale.

Aspetti	Descrizione
Input	La cava è stata allestita
Output	Le caratteristiche geo meccaniche e la quantità di materiale sono state definite
Precondizioni	Piano di estrazione
Risorse (Impianti, attrezzature, utensili e materiali, risorse umane impiegate nella fase)	Responsabile di cava (3.4.5.4.0)
Controllo	Congruenza con il piano di estrazione
Tempo	Dopo la fase di allestimento della cava per una durata da valutare contestualmente

PROCESSO: ESTRAZIONE DI INERTI	
SOTTO PROCESSO: PERFORAZIONE	
FASE: PERFORAZIONE IN LINEA	
Nell'estrazione dei materiali inerti la perforazione in linea (line drilling) viene usata soprattutto per il caricamento di esplosivi. La spaziatura dei fori dipende dal tipo di materiale e dall'accuratezza alla quale si vuole disgregare il materiale.	
Aspetti	Descrizione
Input	La cava è stata allestita
Output	La perforazione è stata eseguita
Precondizioni	Allestimento della cava. Realizzazione delle strade di accesso e lavoro. Rimozione del terreno vegetale, Scoperchiatura. Realizzazione della discarica. Realizzazione di opere idrauliche per la regimazione delle acque. Messa in sicurezza e delimitazione della zona di perforazione. Preparazione del piazzale di cava.
Risorse  (Impianti, attrezzature, utensili e materiali, risorse umane impiegate nella fase)	Operatore qualificato tra le seguenti figure: palista (7.4.4.1.0.15)
	Perforatrici idrauliche o martelli pneumatici
	Macchine aspiratrici per polveri
	Dispositivi di protezione individuale (vie respiratorie, udito, capo, mani, piedi e altri da valutare contestualmente)
Controllo (Responsabile)	Delimitazione zone pericolose
	Accessi nelle zone pericolose
	Utilizzo di dispositivi di protezione
	Rispetto delle distanze di sicurezza
Tempo	Dopo la fase di allestimento e messa in sicurezza della cava per una durata da valutare contestualmente



**PROCESSO: ESTRAZIONE DI INERTI****SOTTO PROCESSO: CARICAMENTO DI CARTUCCE ESPLOSIVE E DETONATORI****FASE: CARICAMENTO DI ESPLOSIVO E BRILLAMENTO**

Una volta eseguiti i fori il fuochino provvede alla loro preparazione e al caricamento e brillamento delle mine.

Aspetti	Descrizione
Input	La perforazione è stata eseguita
Output	Il materiale è stato caricato
Precondizioni	I fori sono stati eseguiti
Risorse (Impianti, attrezzature, utensili e materiali, risorse umane impiegate nella fase)	Manovali ed altro personale non qualificato delle miniere e delle cave (8.4.1.1.0)
	Fuochino o altre figure qualificate tra le seguenti: Brillatori e artificieri in cave e miniere (6.1.1.1.0)
	Cariche esplosive
	Dispositivi di protezione individuale (vie respiratorie, udito, capo, mani, piedi e altri da valutare contestualmente)
Controllo (Responsabile)	Documenti di carico scarico dell'esplosivo
	Posizionamento delle cariche
	Accessi alle zone pericolose
	Allontanamento del personale non addetto in zone sicure
	Utilizzo di dispositivi di protezione
	Rispetto delle distanze di sicurezza
	Segnalazione acustica dell'inizio della fase carico e scarico
Tempo	Dopo la fase di perforazione per una durata da valutare contestualmente

**PROCESSO: ESTRAZIONE DI INERTI**

**SOTTO PROCESSO: ABBATTIMENTO DELLA BANCATA**

**FASE: ABBATTIMENTO DELLA BANCATA CON L'USO DI ESPLOSIVO**

Questo tipo di estrazione può essere realizzata con il ricorso a tecniche di abbattimento con miccia armata o detonatore elettrico, fatta brillare lungo i fori di linea. Nella coltivazione di inertì è importante che la granulometria del marino sia il più possibile omogenea e costante. Allo scopo si progetta una volata di mina con fori paralleli distanziati con regolarità. Il brillamento avviene su più file di fori paralleli, distanziati in base al diametro di perforazione (68-90 mm) e alle dimensioni del fronte da abbattere. Per una migliore frantumazione del materiale è possibile frazionare il brillamento in più tempi.

Il distacco di roccia con miccia detonante, per le rilevanti perdite di materiale e per i rischi che comporta, viene sempre più frequentemente sostituito da altri metodi di distacco o abbattimento

Aspetti	Descrizione
Input	La fila di fori di diametro medio grosso, distanziati nella roccia, è stato eseguito
	Il caricamento dei fori con cariche di diametro prossimo a quello del foro è stato eseguito
Output	L'abbattimento o distacco della bancata è stato eseguito
Precondizioni	Ordine di servizio conforme al d.p.r. 128/1959 art. 305 alle leggi regionali applicabili
	Delimitazione zone interessate dall'esplosione
	Segnalazione acustica dell'inizio della fase di brillamento
	Raccolta del personale in zone sicure
Risorse  (Impianti, attrezzature, utensili e materiali, risorse umane impiegate nella fase)	Fochino e brillatore di pietre (6.1.1.1), operatore di cava
	Operatore qualificato: palista (7.4.4.1.0.15)
	Macchine aspiratrici per polveri
	Ripari di Protezione contro le esplosioni (d.p.r. 128/1959 n. 346)
	Reti di Protezione per le aree interdette
Controllo (Responsabile)	Verifiche pre-esplosione
	Verifiche durante l'esplosione
	Verifiche post esplosione
Tempo	Dopo la fase di esecuzione dei fori allineati sulla bancata e per una durata da valutare contestualmente

**PROCESSO: ESTRAZIONE DI INERTI****SOTTO PROCESSO: ESTRAZIONE, SCAVO E CARICAMENTO E CONFEZIONAMENTO DEL MATERIALE ABBATTUTO****FASE: SCAVO, CARICAMENTO E CONFEZIONAMENTO DEL MATERIALE**

Il materiale abbattuto risultante dal brillamento delle mine, viene caricato mediante pala meccanica su autocarro o dumper. Qualora le dimensioni degli inertI non siano adeguate per la lavorazione o per il trasporto, si fa ricorso all'uso di martello pneumatico o all'esplosivo. Il materiale viene trasportato verso gli impianti adiacenti alla cava dove viene frantumato, vagliato e confezionato.

Aspetti	Descrizione
Input	Le mine sono state "brillate"
	Le pale meccaniche e mezzi di trasporto sono stati posizionati
Output	Il materiale è stato caricato su camion o dumper
Precondizioni	Misure precauzionali dopo gli spari
	Delimitazione zone interessate di carico e scarico
	Allontanamento del personale non addetto in zone sicure
	Segnalazione acustica dell'inizio della fase carico e scarico
Risorse  (Impianti, attrezzature, utensili e materiali, risorse umane impiegate nella fase)	Operatore macchine qualificato tra i seguenti: conducente di escavatrice meccanica (7.4.4.1.0.7) conduttore di pale meccaniche (7.4.4.1.0.10); escavatorista di cava (7.4.4.1.0.12) e altri (Autotrasportatore e Macchine operatrici); camionista (7.4.2.3.0.5) conducente di autobetoniera (7.4.2.3.0.6); conducente di autocarro (7.4.2.3.0.8); trasportatore camionista (7.4.2.3.0.13)
	Cavatori (7.1.1.1.0.16) Manovali ed altro personale non qualificato delle miniere e delle cave (8.4.1.1.0)
	Macchine movimento terra (Caricatori, escavatori dotati di benna), camion, dumper
	Dispositivi di protezione individuale (vie respiratorie, udito, capo, mani, piedi e altri da valutare contestualmente)
	Reti di Protezione per le aree interdette
Controllo (Responsabile)	Stabilità del fronte di cava
	Requisiti di sicurezza e di carico delle macchine operatrici
	Utilizzo di dispositivi di protezione
	Distanze di sicurezza UOMO MACCHINA
Tempo	Dopo la fase di brillatura delle mine e dopo le verifiche di sicurezza per una durata da valutare contestualmente



### SEZIONE 3 INNOVAZIONE TECNOLOGICA E PROSPETTIVE FUTURE



(Fonte: Galleria delle immagini DCPC Inail)



### 3.1 TECNOLOGIE INNOVATIVE PER LA GESTIONE DELLA SICUREZZA

#### Introduzione

Il Piano industria 4.0 (Smart Manufacturing<sup>24</sup>), ha avuto un ruolo decisivo nello sviluppo del digitale nel mondo dell'industria in Italia, attribuendo un'importanza rilevante ad alcune tecnologie innovative. Confermato nei suoi contenuti anche nei successivi interventi del Legislatore, il Piano industria 4.0 è articolato su tre importanti assi: investimenti, formazione e standard per adozione di tecnologie *Internet of Things* (IoT). Quest'ultima infatti, può essere considerata un elemento di raccordo tra la Information Technology (IT) e la Operational technology (OT) e rappresenta un fattore di sviluppo e integrazione delle imprese del nostro Paese nella fase di transizione verso la *trasformazione digitale*.

Il Piano Nazionale di Rilancio e Resilienza (PNRR) emanato recentemente dal Governo Italiano ha individuato tre linee strategiche: la *modernizzazione*, la *transizione ecologica* e l'*inclusione sociale*. La prima ha come obiettivo la modernizzazione del Paese secondo alcune Diretrici che prevedono prioritariamente, la completa digitalizzazione, il ricorso a investimenti di sostegno alle filiere produttive e maggiori investimenti in Istruzione, Formazione e Ricerca.

La prima Missione strategica del Piano verte sulla Digitalizzazione, Innovazione e Competitività del Sistema Produttivo attraverso interventi che riguardano la velocizzazione della rete, la maggiore copertura, la connettività e il miglioramento delle competenze digitali nella Pubblica Amministrazione. Si tratta di interventi che mirano a colmare il "gap digitale" dell'Italia all'interno dell'Unione Europea e che riguardano il completamento della Rete Nazionale di Telecomunicazioni in fibra ottica e lo sviluppo delle reti 5G su tutto il Territorio.

In questo contesto, era necessario offrire un contributo conoscitivo sulle potenzialità di suddetta trasformazione digitale e riportare qualche esempio applicativo di come alcune tecnologie innovative possano essere facilmente implementate anche nel settore estrattivo delle cave a cielo aperto. Il capitolo è il risultato della cooperazione tra Inail e i principali attori chiamati a incentivare il processo di digitalizzazione e modernizzazione della filiera di produzione del settore estrattivo: Anepla e Assomarmomacchine Confindustria.

Tenendo conto delle opportunità offerte dal Legislatore e focalizzando l'attenzione sul settore estrattivo in cave a cielo aperto, è stata proposta una breve analisi rivolta a coloro che sono chiamati a valutare la sostenibilità di alcune tecnologie digitali da introdursi all'interno delle imprese. Si tratta di alcune applicazioni di Internet of Things (IoT) quali l'Asset Management, il Lone Worker e la Smart Security, le quali possono avere un potenziale impatto sull'efficienza e sulla sicurezza nei luoghi di lavoro e indirettamente sull'andamento infortunistico del comparto.

24 L'Industry 4.0 è anche noto come Piano Calenda dal nome Ministro dello Sviluppo Economico (MISE)

### 3.1.1 IoT internet of things

Le tecnologie digitali Internet of Things collegano “oggetti” o “cose” alla rete, trasformandoli in dispositivi intelligenti che possono scambiare informazioni in tempo reale e gestire le informazioni in svariati ambiti. Esse si basano su apparati IoT, sensoristica intelligente e infrastrutture.

I *Connected Products* sono oggetti in grado di mettere in rete la loro capacità di rilevazione di informazioni in ogni contesto e una volta connessi ai sistemi di produzione consentono di disporre di dati potenzialmente utili per modificare i processi, inclusi quelli relativi alla tutela della salute e sicurezza sui luoghi di lavoro. Quando ai connected products si aggiunge una capacità elaborativa, essi diventano prodotti *Connessi e Intelligenti* e vengono definiti *smart products*, in grado di creare un valore aggiunto in termini di sicurezza, servizi e produttività in quanto supportati da un *ecosistema* o *rete* dove è presente l'informazione, la capacità elaborativa e quella decisionale.

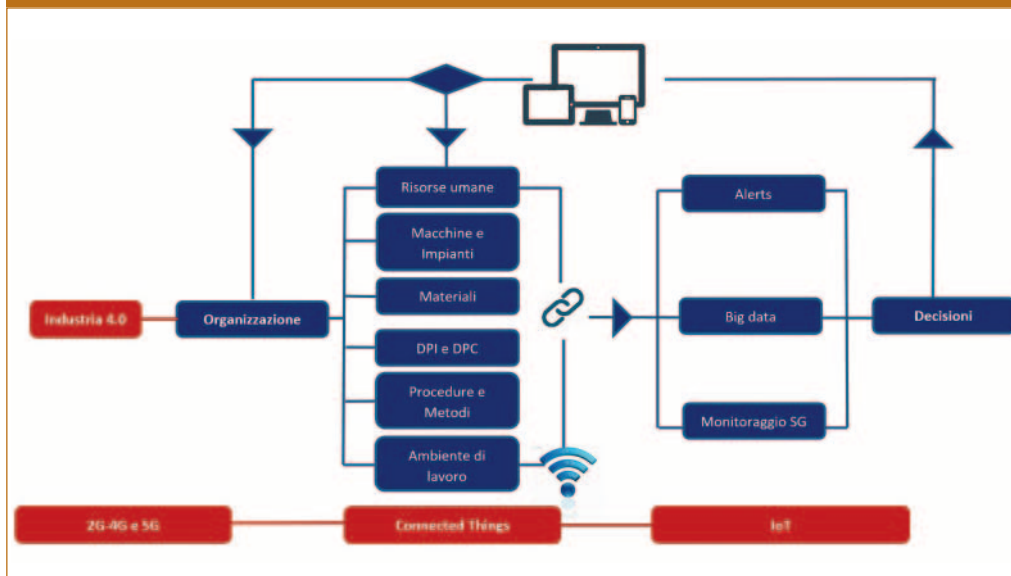
La cosa o l'oggetto è rappresentato da dispositivi, impianti, sistemi, materiali, macchinari e attrezzature per la produzione che possono essere collegati in rete creando una mappa intelligente di essi, del loro funzionamento e delle informazioni che sono in grado di rilevare e trasmettere. Tali oggetti creano così nuove forme di conoscenza. Una volta resi intelligenti e connessi, gli oggetti sono riconoscibili nella rete e acquisiscono la capacità di rilevare, misurare, registrare e comunicare parametri di movimento, temperatura, pressione, prossimità, rumore, suoni, luminosità, umidità, orientamento, elettricità, tensione, onde elettromagnetiche, radiofrequenze, tempo ecc.

L'IoT è applicabile a macchine, impianti, attrezzature e trova ampio sviluppo nella robotica e nell'industria automobilistica, biomedicale e nella telemetria. Importanti applicazioni IoT come l'Industrial Analytics, dell'Additive Manufacturing, del Cloud Manufacturing e dell'Advanced Automation interessano sempre più frequentemente gli ambienti di lavoro.

L'IoT ha una forte potenzialità di migliorare i processi produttivi delle imprese e di orientarne la sicurezza, l'efficienza e la gestione delle risorse, contribuendo al miglioramento generale delle condizioni di lavoro anche attraverso l'integrazione con i Modelli organizzativi gestionali (o con SGSL).



Figura 3.1.1 - Sostenibilità e flusso di dati relativo alle connected things in un sistema IoT



(Fonte: Inail DIT. Elaborazione dell'Autore)

La sostenibilità della tecnologia 5G (v. Figura 3.1.1) consiste nella possibilità di utilizzo del wifi, anche in assenza di una linea fissa e nei casi in cui uno stabilimento produttivo si trovi in un'area non servita direttamente dalla rete *ultrabroadband* fissa. Aspetti questi ultimi che assumono grande rilevanza nei siti estrattivi.

Inoltre, la connessione degli oggetti alla rete 5G consente di tracciare costantemente e identificare in tempo reale tutti gli oggetti collegati alla rete, semplificando notevolmente le problematiche legate alla comunicazione tra oggetti che utilizzano *protocolli di comunicazione* differenti.

Per consentire il collegamento degli oggetti alla rete 5G ad oggi sono disponibili innumerevoli piattaforme, alcune delle quali sono di tipo open source<sup>25</sup>.

In ragione dei potenziali vantaggi sul piano della sicurezza sui luoghi di lavoro derivanti dall'utilizzo delle applicazioni appena descritte, la loro maggiore diffusione costituisce un obiettivo da perseguire, anche mediante le varie forme di sostegno alle imprese messe a disposizione dal Legislatore e dalle Istituzioni preposte.

<sup>25</sup> Tra gli obiettivi dell'industria 4.0 rientra la possibilità di uno sviluppo digitale all'interno delle organizzazioni, anche basato sul ricorso a piattaforme open source.

### 3.1.2 Connettività e sostenibilità delle tecnologie IoT nelle attività estrattive in cave a cielo aperto

La valutazione della sostenibilità di alcune soluzioni 4.0 proposte nei precedenti paragrafi è legata oltre che ad aspetti di natura gestionale, propri di ogni singola impresa, anche alla disponibilità o meno della connettività.

Le tipologie di connettività idonee per le *IoT* (IoT solution) sono quelle di tipo “fisso”, “wireless”, “satellite”, “2G-4G”, “LPWA-NB”. Quest’ultima denominata *Narrowband IoT* (NB-IoT) fa parte della famiglia di tecnologie Low Power Wide Area (LPWA) che consentono di connettere dispositivi che richiedono almeno una delle seguenti caratteristiche che potrebbero risultare necessarie in luoghi di lavoro frequentemente isolati come le cave: l’ottimizzazione della batteria degli apparati, l’alta propagazione del segnale, il costo ridotto dei dispositivi, alto numero di *devices* per cella, la sicurezza. Le reti di comunicazione mobile “2G-4G” offrono prestazioni e livelli di copertura sul territorio che devono essere attentamente valutati in relazione alla tecnologia IoT che si intende implementare. A tali soluzioni si aggiunge la più recente tecnologia 5G che ha un ruolo fondamentale nello sviluppo dell’Internet of things. La *quinta* generazione della rete di comunicazione mobile, grazie al cosiddetto “network slicing” consente la connessione di un numero di *devices* molto più elevato rispetto a quanto è possibile realizzare con le soluzioni precedentemente descritte, assicurando allo stesso tempo prestazioni, tempi di latenza e affidabilità superiori.

**Figura 3.1.2 - Utilizzo di droni a connettività mobile per l’acquisizione di dati in cava**



(Fonte: Università degli Studi di Firenze. Centro per la Protezione Civile. Guglielmo Rossi, Luca Tanteri, Carlo Tacconi Stefanelli)

La tecnologia 5G consente il raggiungimento di velocità fino a 10 Gbps richieste per applicazioni in realtà virtuale, per la formazione del personale ecc., permette un numero elevatissimo di oggetti connessi richiesti in particolari ambienti di lavoro, come la smart agricoltura, gli wearables e la E health. Inoltre le caratteristiche del 5G possono rendere più semplice l'utilizzo di droni per l'acquisizione dati strutturali di cava (Figure 2.2.2 e 3.1.2) anche in mobilità. Pertanto la valutazione della copertura delle reti di comunicazione mobili costituisce una premessa fondamentale nell'applicazione di tecnologie più avanzate dell'IoT risultando esse, disponibili solo in alcune aree del territorio.

### 3.1.3 Tecnologie IoT applicabili nelle attività estrattive in cave a cielo aperto

Alcune applicazioni più avanzate della IoT, necessitano di un supporto di tecnologie 5G, di un hardware costituito da telecamere, sistemi dissuasori e colonna SOS e in tutti i casi di un software che consiste in una piattaforma integrata e dedicata per la messa in rete di tutti gli assets.

**IoT e Asset Management**

Le funzionalità che l'Asset Management può svolgere all'interno di una cava, a vantaggio della sicurezza dei lavoratori, sono le seguenti:

- Localizzazione e monitoraggio degli oggetti o *things* (es. macchine MMT, Loader ecc.);
- Miglioramento dell'efficienza operativa;
- Riduzione del down time macchina grazie a manutenzione programmata;
- Visualizzazione in tempo reale della posizione;
- Sicurezza e riduzione furti;
- Centrale operativa attiva 24/7;
- Geo-fencing: allarmi al superamento di «confini virtuali».

**IoT e Lone Worker**

Le funzionalità che il Lone worker può svolgere all'interno di una cava, a vantaggio della sicurezza dei lavoratori, sono le seguenti:

- Funzionare come dispositivo di allarme per lavoratori isolati (che operano all'esterno dell'azienda) o in situazioni di rischio, come spesso avviene nelle cave;
- Fornire un supporto in tempo reale in caso di emergenza;
- Fungere da allarme su richiesta utente tramite pulsante SOS;
- Fungere da allarme automatico grazie ai sensori di caduta e movimento;
- Permettere la localizzazione dei dispositivi per interventi di soccorso puntuali e veloci.

Si tratta di una tecnologia che può essere supportata da reti di comunicazione

mobile 2G-4G. Nel seguito è riportato uno schema semplificato di come questa tecnologia può essere utilizzata in cava (v. Best practice 3.1).

#### Sicurezza, Privacy e Cybersecurity

La tutela della privacy e dei dati personali e sensibili è un aspetto importante nell'applicazione di IoT Technologies. Il garante della privacy in Italia ha messo in luce l'esigenza di regolamentare alcuni aspetti di grande rilevanza ai fini di un loro utilizzo e in particolare:

- L'informazione degli utenti, anche attraverso un consenso;
- Il ricorso, già nella fase progettuale di servizi e prodotti, a soluzioni tecnologiche che garantiscano la privacy degli utenti (la cosiddetta "privacy by design");
- Il ricorso a tecniche di cifratura e anonimizzazione delle informazioni;
- L'interoperabilità dei servizi;
- L'adozione di strumenti di certificazione.

Infine, con la crescente diffusione di apparati Internet of Things dotati di connettività cellulare, per la maggior parte con soluzioni 5G dove ciascun sistema dialoga con gli altri, si apre un grande scenario legato alla *data collection*, alla *data communication*, e alla *data analytics* e pertanto alla gestione delle informazioni ovvero all'utilizzo dei dati relativi agli oggetti connessi. Parallelamente cresce la domanda di sicurezza e l'interesse verso soluzioni finalizzate a definire le restrizioni nella fruizione dei dati, le cosiddette *edge data collection* che agiscono come *endpoint* di sicurezza a maggior tutela delle informazioni immesse nella rete.

Gli ambiti di applicazione IoT sono molteplici e comprensivi di specifici casi d'uso: Smart Car, Smart Airport, Smart Cities, Smart Hospital, Industria 4.0. Ogni ambito condivide alcune minacce cyber, ma, in funzione delle proprie peculiarità, ne sviluppa di ulteriori. Gli asset interessati nell'analisi dalle minacce cyber nel contesto IoT sono numerosi e multidimensionali:

- Dati;
- Fattore umano;
- Manutenzione;
- Progettazione del software;
- Sviluppo del software;
- Dispiegamento del software;
- Componenti software;
- Infrastrutture dedicate allo sviluppo del software nel contesto del ciclo di vita dello stesso.

Nello specifico, l'ambito di applicazione dell'Industria 4.0 (Smart Manufacturing) si caratterizza per un Threat Landscape (panorama delle minacce) riconducibile alla seguente tassonomia:

- Fattore umano (insider threat, problemi di gruppi di lavoro, limitazioni interne);
- Interruzione (di alimentazione, di rete);
- Attacchi fisici (sabotaggio, vandalismo, furto);
- Malfunzionamenti (vulnerabilità software, utilizzo scorretto, fallimento del processo di sviluppo del software, sfruttamento di vulnerabilità software, attacchi DDoS, manipolazione dell'informazione, attacchi di ingegneria sociale, furto di identità);
- Attacchi diretti al traffico dati quali ascolto illecito (eavesdropping), intercettazione del traffico, hijacking (dirottamento del traffico verso entità non autorizzate);
- Legale (violazione di regole e leggi, requisiti contrattuali disattesi, perdita di informazioni).

Le minacce cyber sono afferenti a diversi domini di sicurezza:

- Reti, protocolli di comunicazione e meccanismi crittografici;
- Gestione dell'incidente di sicurezza;
- Controllo degli accessi logici;
- Ciclo di vita dell'endpoint,
- Aggiornamento del software e del firmware;
- Trust e gestione dell'integrità;
- Gestione delle terze parti (Supply Chain Security);
- Gestione degli asset;
- Monitoraggio e auditing;
- Consapevolezza e formazione.

La proliferazione di oggetti connessi in rete determina inevitabilmente l'ampliamento della superficie complessiva di attacco, determinando la necessità di indirizzare la sicurezza IoT già in fase di design. Esistono numerosi riferimenti internazionali relativamente a buone pratiche da adottare nella progettazione, nel dispiegamento e nella manutenzione di infrastrutture IoT.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI, SITOGRAFIA E IMMAGINI

- [1] Decreto 12 settembre 2017, n. 214 Regolamento sulle modalità di costituzione e sulle forme di finanziamento di centri di competenza ad alta specializzazione, nel quadro degli interventi connessi al Piano nazionale industria 4.0, in attuazione dell'articolo 1, comma 115, della legge 11 dicembre 2016, n. 232 (Piano Calenda)
- [2] Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, #NEXTGENERATIONITALIA. 2021. Approvato dal Consiglio dei Ministri del 12 gennaio 2021. (PNRR)
- [3] [http://professioni.istat.it/sistemainformativoprofessiononi/cp2011/Nomenclatura e classificazione delle Unità Professionali](http://professioni.istat.it/sistemainformativoprofessiononi/cp2011/Nomenclatura_e_classificazione_delle_Unita_Professionali).

- [4] <https://unmig.mise.gov.it/index.php/it/198-notizie-stampa/2036006-le-competenze-delle-figure-che-intervengono-nel-settore-estrattivo-relativamente-alla-sicurezza-anche-ambientale>.
- [5] Figura 3.1.1. Inail DIT. Elaborazione dell'Autore
- [6] Figura 3.1.2. Università degli Studi di Firenze. Centro per la Protezione Civile. Guglielmo Rossi, Luca Tanteri, Carlo Tacconi Stefanelli.
- [7] Best practice 3.1. ANEPLA Beni e Servizi.
- [8] Figura in Sezione 3. Inail DCPC Galleria delle immagini.

## BEST PRACTICE 3.1

## BOX APPROFONDIMENTO

**ANEPLA** Beni e Servizi (Associazione Nazionale Estrattori Produttori Lapidei e Affini) & **ANEPLA Beni e Servizi**, in collaborazione con **Inail**, nell'ambito della Sezione 3.1 relativa alle tecnologie innovative per la gestione della sicurezza riportano di seguito un approfondimento relativo ad alcune nuove tecnologie specifiche per i Lavoratori isolati.

## Best Practice: Nuove tecnologie per lavoratori isolati (Lone Worker Device)

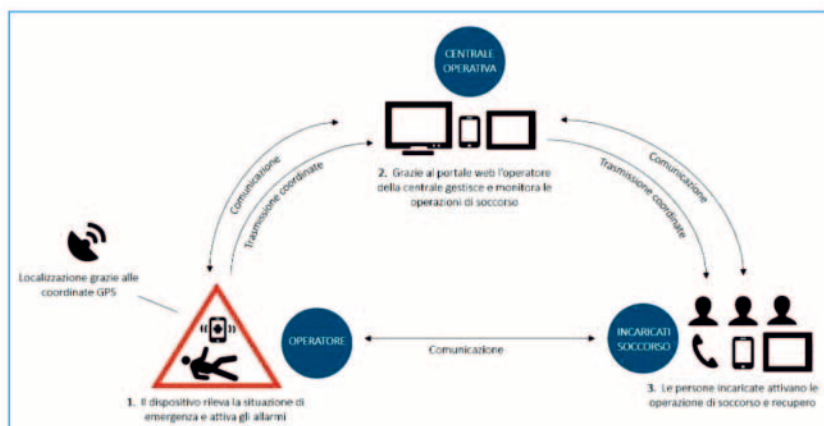
**Generalità:** L'attività estrattiva e le operazioni ad essa collegate (movimentazione dei materiali, lavorazioni e pulizia degli stessi, carico sui mezzi del cliente) sono attività che per la loro stessa natura vengono effettuate frequentemente da lavoratori che operano in solitudine. Un esempio classico è quello dell'operatore della draga galleggiante nel caso di scavo in falda, o quello dell'escavatorista di un fronte di scavo a secco che opera distante dall'impianto di lavorazione.

**Dispositivi per Lavoratori Isolati:** il dispositivo "Uomo a terra" (man down) permette di monitorare costantemente lo stato di salute del lavoratore ed eventualmente, di intervenire tempestivamente nel caso di malori e/o incidenti.

Il dispositivo, che unisce un accelerometro, un comunicatore SMS o WiFi e un dispositivo GPS, permette di monitorare la postura dell'operatore e di trasmettere un allarme nel caso di perdita di verticalità.

In caso di permanenza in stato orizzontale o immobilità prolungata dell'operatore, viene avviato il soccorritore tramite una chiamata telefonica GSM, un SMS oppure tramite messaggio web ad un sistema aziendale di gestione allarmi. Tutti e tre i canali di comunicazione sono attivabili contemporaneamente.

In questo caso, se il soccorritore non riceve un contatto di conferma dall'operatore, si attiva la procedura di emergenza e l'operazione di recupero della persona, facilitata anche della localizzazione precisa fornita dal GPS associato al dispositivo.



### 3.2 USO DI SISTEMI A IDENTIFICAZIONE A RADIO FREQUENZA PER LA SICUREZZA DEI LAVORATORI DEL SETTORE ESTRATTIVO IN CAVE A CIELO APERTO

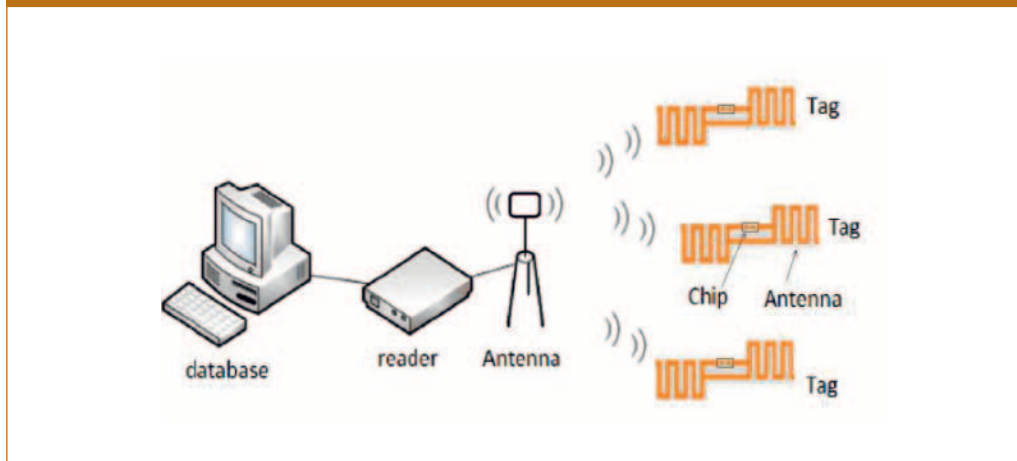
#### Introduzione

I sistemi di identificazione a radiofrequenza (RFId) sono una tecnologia che consente il riconoscimento remoto di un oggetto tramite comunicazioni radio. Questi sistemi si stanno sempre più diffondendo anche nel campo della sicurezza sul lavoro [2]. Il loro funzionamento è semplice da spiegare: un transponder o Tag viene accoppiato all'oggetto che deve essere riconosciuto e un apposito Reader interroga i Tag per ottenere le informazioni di interesse (figura 3.2.1).

Gli RFId sono una tecnologia che sta conoscendo una crescita e una scoperta di impieghi in un gran numero di settori, soprattutto per attività che prima non erano gestite o erano gestite diversamente. Numerose sono le applicazioni possibili anche nel settore delle cave a cielo aperto. Tra le più utili:

- l'uso come chiave per azionare un'attrezzatura di lavoro o una particolare modalità di funzionamento di un'attrezzatura di lavoro;
- l'uso come interblocco che non possa essere manomesso facilmente per i ripari di macchine;
- l'autorizzazione all'accesso alle aree riservate solo ai lavoratori autorizzati;
- l'accertamento che il lavoratore indossi i dispositivi di protezione individuale (DPI) prescritti durante la sua attività;
- l'uso come sistema di localizzazione di lavoratori infortunati che si trovavano ad operare da soli in luoghi isolati.

**Figura 3.2.1 - Rappresentazione schematica di un sistema RFID**



(Fonte: Inail DIT. Elaborazione a cura dell'Autore)



Solo di recente, a seguito della miniaturizzazione e della produzione su scala industriale, questi sistemi sono stati resi disponibili a costi sostenibili. I Tag, infatti, possono essere stampati o inseriti in oggetti di forma diversa (ad esempio nei badge identificativi) oppure essere rivestiti con il materiale più idoneo all'uso previsto. Sul Tag possono essere registrate informazioni come dati di inventario, dati anagrafici, immagini e altre informazioni utili al riconoscimento di merci o lavoratori. Solitamente, però, il Tag contiene solo un codice identificativo che viene utilizzato come chiave di accesso ai dati contenuti in uno specifico database aziendale a cui è collegato il Reader (fig. 3.2.1). In questo caso è necessario registrare il Tag e i relativi dati nel database.

Utilizzando la tecnologia RFId, possono essere acquisiti e archiviati molti dati, come quelli relativi a varie applicazioni di sicurezza sul lavoro. Naturalmente, per poter utilizzare un sistema RFId come parte di un'applicazione di sicurezza nei processi di estrazione nelle cave a cielo aperto, è necessario avere ben presente la sua modalità di funzionamento e capire il modo migliore per utilizzarlo.

Sistemi simili potrebbero essere utilizzati anche per realizzare le attività di monitoraggio previste da un sistema di gestione della salute e sicurezza sul lavoro di cava. L'acquisizione dei dati con tale tecnologia ha anche il grande vantaggio di non interferire con i processi produttivi.

### **3.2.1 Uso di sistemi RFId come chiave di sicurezza**

Solitamente non è possibile utilizzare un sistema RFId come funzione di sicurezza principale, poiché la funzione di sicurezza può essere attivata solo a seguito di un'azione di lettura da parte del Reader, quindi la protezione funziona solo per chi indossa un Tag. Viceversa, un sistema RFId funziona molto bene come chiave o come strumento per disattivare una barriera di sicurezza, come nel caso di quelli utilizzati allo scopo di delimitare aree vietate, quindi per consentire l'accesso ad una zona pericolosa solo al personale autorizzato. In questo caso, il Reader è posizionato nei pressi della porta di accesso ad un'area specifica della cava e ne aziona la serratura. Le persone autorizzate possono accedere grazie all'uso di un Tag che ne permetta l'identificazione.

Un sistema RFId può essere utile anche per consentire l'attivazione di alcune attrezzature di lavoro (dispositivi, strumenti e macchine) solo ad operatori dotati di Tag. Infatti, per questo utilizzo ha funzionalità superiori, in quanto il Tag è associato ad un identificatore, quindi si può mettere in atto una gerarchia di autorizzazioni, anche di tipo selettivo. Ne consegue, ad esempio, che alcuni soggetti possono essere autorizzati ad accedere a determinate parti, o a sbloccare particolari modalità di funzionamento di un'attrezzatura di lavoro, come la "modalità manutenzione", mentre altri possono disporre di autorizzazioni diverse.

### 3.2.2 Uso di sistemi RFId come interblocco

L'interblocco di un riparo di una macchina è uno strumento utile per impedire l'azionamento di parti pericolose quando il riparo è aperto. È costituito da un interruttore di posizione e da un attuatore che, all'apertura del riparo, aziona l'interruttore. Tra i quattro tipi di dispositivi di interblocco descritti dalla ISO 14119 [7] ci sono quelli indicati come tipo 4, "dispositivi di interblocco elettronici senza contatto con attuatori codificati", che possono funzionare con attuatori senza contatto (magnetici, ottici o RFId). In questo caso i sistemi RFId costituiscono l'attuatore che aziona l'interruttore di posizione quando la barriera è chiusa. Il vantaggio nell'utilizzo dei sistemi RFId è dovuto al fatto che resistono a urti e vibrazioni, consentendo elevate tolleranze di allineamento e, quindi, sono idonei all'utilizzo in ambienti di cava. Impediscono inoltre la manipolazione dell'interblocco e con essa i risvolti incidentali che ne possono derivare.

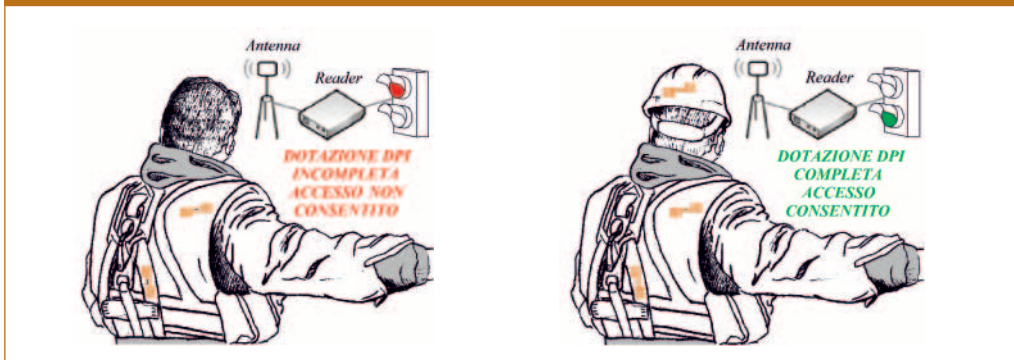
### 3.2.3 Uso di sistemi RFId per il controllo della dotazione di DPI

È possibile utilizzare un sistema RFId per consentire l'accesso in cava solo al personale che indossa i dispositivi di protezione individuale (DPI) prescritti. Ciò può essere ottenuto, ad esempio, integrando opportuni Tag passivi su ciascun DPI e posizionando un Reader all'ingresso della cava (figura 3.2.2).

Quando la cava è suddivisa in zone, posizionando un Reader all'ingresso di ciascuna di queste, è possibile accertarsi che i DPI specifici per l'accesso siano diversi da una zona all'altra.

Infatti, data la versatilità dei sistemi RFId, è possibile che ogni DPI abbia un codice identificativo univoco, che ne consenta l'associazione esclusiva ad un unico proprietario. In questo caso, i controlli per l'uso omesso dei DPI possono essere facilitati dall'adozione di questa tecnologia, poiché è possibile autorizzare l'accesso all'interno di una specifica zona solo quando il lavoratore indossa tutti i DPI richiesti.

**Figura 3.2.2 - Uso di Tag passivi integrati con i Dispositivi di protezione individuale (DPI)**



(Fonte: Inail DIT. Elaborazione a cura dell'Autore)

### 3.2.4 Utilizzo di sistemi RFId per localizzare i lavoratori nelle aree della cava

Gli RFId rappresentano una valida alternativa sia alle tradizionali tecnologie di identificazione personale (badge, tessere) sia alle tecnologie basate sul riconoscimento degli attributi biometrici di un individuo. A differenza di queste tecnologie, essi consentono il riconoscimento remoto e la localizzazione dei lavoratori all'interno del luogo di lavoro.

Come visto nella sezione precedente, è possibile una localizzazione di massima con Tag *passivi* posizionando il Reader all'ingresso delle zone. Una localizzazione più fine e tridimensionale è possibile utilizzando Tag *attivi* (in presenza di almeno quattro Reader opportunamente posizionati in modo da non giacere tutti sullo stesso piano).

Il sistema di localizzazione può essere utile per facilitare le operazioni di emergenza, ad esempio la localizzazione di un lavoratore scomparso durante eventuali fasi di esodo, quest'ultima funzione è resa possibile dall'esistenza di un archivio storico dei dati, che permette di avviare la ricerca del lavoratore scomparso dall'ultima posizione registrata.

Un'applicazione possibile solo con la funzione di localizzazione fine, particolarmente utile nelle cave dove i luoghi di lavoro sono spesso isolati, è la possibilità di rilevare il modo in cui il lavoratore si muove al suo interno. Che i suoi movimenti siano o meno compatibili con i profili dell'attività ordinaria, o se gli stessi movimenti siano anomali e quindi più compatibili con i profili di un evento accidentale, un software applicativo che analizzi il tipo di movimento può far scattare un allarme. L'analisi può essere condotta con diverse tecniche, non ultime le reti neurali. Se tale sistema fosse realizzato, l'RFId attivo potrebbe essere interfacciato con un ricevitore GPS in modo da consentire la geo-localizzazione di un lavoratore disperso, rendendo così più facile ed immediato il soccorso.

Con riferimento alle applicazioni di questo paragrafo e a quelle del precedente, è possibile che i terminali portatili (cellulari, tablet, palmari) svolgano entrambe le funzioni:

- Lettore di Tag passivi associati ai DPI (avvertendo il lavoratore se dimentica o perde un DPI), e
- Tag attivo per il sistema di localizzazione tridimensionale dei lavoratori all'interno dei confini della cava.

### 3.2.5 Conclusioni

Gli RFId rappresentano una soluzione tecnologica estremamente versatile che può essere applicata, anche a costi contenuti, in svariati settori e attività lavorative anche per la sicurezza dei lavoratori. In particolare, possono essere utilizzati a tale scopo anche nelle cave a cielo aperto. Le garanzie di sicurezza fornite dal loro uti-

lizzo hanno dei limiti che devono essere attentamente valutati e adattati alle specifiche situazioni presenti in ogni cava. Questi limiti includono anche la breve distanza alla quale si propaga il segnale su cui si basano i Tag passivi. Pertanto, alcune delle applicazioni RFID descritte devono essere valutate attentamente. Ciò è ancora più rilevante nelle cave dove gli scenari operativi sono legati a fattori climatici, ambientali e storici o culturali.

Normalmente, la privacy dei lavoratori è garantita da tale tecnologia, anche nel caso di applicazioni che riguardino la localizzazione dei lavoratori (infatti, in tali applicazioni non sono ottenibili informazioni sull'attività del lavoratore, ma solo sulla sua posizione, e lo stesso tipo di informazioni potrebbero essere ottenute utilizzando badge o chiavi elettroniche al posto degli RFID per consentire l'accesso alle aree di cava).

Utilizzando Tag attivi, è possibile utilizzare i sistemi di localizzazione per ritrovare lavoratori infortunati, che operano da soli e in luoghi isolati. I Tag attivi, infatti, possono essere integrati con un ricevitore GPS per geo-localizzare velocemente tali lavoratori infortunati e facilitare l'intervento dei soccorsi.

Gli RFID utilizzati come dispositivi di interblocco possono impedire la manipolazione delle protezioni della macchina, che è dimostrata essere causa di infortuni per gli operatori.

Se si è realizzato un *sistema di gestione della salute e sicurezza sul lavoro* che utilizza gli RFID per ottenere dati di controllo e monitoraggio, ciò può essere particolarmente vantaggioso, poiché tali dati possono essere acquisiti tramite RFID senza interferire con i processi di estrazione.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI, SITOGRAFIA E IMMAGINI

- [1] Amicucci G., Fiamingo F. 2017. "Usage of RFID in safety applications", Proceedings IEEE EEEIC. Milano, ISBN 978-1-5386-3916-0
- [2] Bellamy, Monique, Chambon, Van Guldenerb, 2018. "Getting resilience into safety programs using simple tools - a research background and practical implementation". Reliability Engineering & System Safety. ScienceDirect. ISSN: 0951-8320
- [3] Careddu N., & Siotto G. 2011. "Promoting ecological sustainable planning for natural stone quarrying. The case of the Orosei marble producing area in Eastern Sardinia. Resources Policy", 36(4), 304-314. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]
- [4] Careddu N., Siotto G., & Tuveri, A. 2010. "Evolution of a marble quarry: From open cast to underground exploitation". In Proceedings of the Global Stone Congress (pp. 1-5). Alicante, Spain. ISBN: 978-84-614-1147-4. [Google Scholar]
- [5] Hollnagel E. 2013. "An application of the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) to Risk Assessment of Organisational change". 2013:09ISSN:2000-0456

- [6] Garante per la protezione dei dati personali. 2005. "Etichette intelligenti' (Rfid): il Garante individua le garanzie per il loro uso" 9 marzo 2005 [1109493]. Italy.
- [7] Hollnagel E. 2008. "Risk+ barriers = safety?". *Safety Science* (46) 221-229, 0925-7375\$. doi:10.1016/j.ssci.2007.06.028
- [8] ISO 14119 Safety of machinery - Interlocking devices associated with guards - Principles for design and selection, 2014.
- [9] Metin Ersoy & Liyaddin Yesilkaya. 2016. "Comparison of the occupational safety applications in marble quarries of Carrara (Italy) and Iscehisar (Turkey) by using Elmeri method". *International Journal of Injury Control and Safety Promotion* Volume 23, - Issue 1
- [10] Montani C. 2013. "Marble and stones in the World". XXIV Report 2013. Associazione Italiana Marmo Macchine. 272 p. Retrieved from [http://issuu.com/danaeproject/docs/2103\\_report\\_mailing/20](http://issuu.com/danaeproject/docs/2103_report_mailing/20) [Google Scholar]
- [11] Ozcelik Y. 2005. "Optimum working conditions of diamond wire cutting machines in the marble industry". *Industrial Diamond Review*, 1, 58-64.
- [12] Reza Yarahmadi et al. 2017. "Determining the optimum cutting direction in granite quarries through experimental studies: a case study of a granite quarry". *Bull Eng Geol Environ*. DOI 10.1007/s10064-017-1158-5
- [13] US Department of Labor, All Mining Fatalities by State, Mine Safety and Health Administration Washington, D.C. 2007. [www.msha.gov/stats/charts/allstate-snew.asp](http://www.msha.gov/stats/charts/allstate-snew.asp)
- [14] Wormald R., Patel D. 2015. "Preventing eye injuries in quarries". Volume 28 Issue 91 *Community Eye Health Journal*. London.
- [15] Figura 3.2.1 Inail DIT. Elaborazione a cura dell'Autore
- [16] Figura 3.2.2 Inail DIT. Elaborazione a cura degli Autori.

## RISULTATI, CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Lo studio rappresenta un'ampia analisi sul settore estrattivo delle cave a cielo aperto, riferita alle tipologie estrattive più diffuse in Italia.

L'obiettivo principale dell'analisi era legato alla definizione delle specificità relative alle attività estrattive di seconda categoria, connesse con le procedure di lavoro e con le risorse strumentali, comunemente impiegate nelle due principali tipologie di imprese presenti sul territorio, di estrazione di inerti e di materiali lapidei. Da questa comprensione sono derivati elementi potenzialmente utili all'avvio di strategie, mirate ed efficaci, per la prevenzione degli infortuni in questo settore.

Le rilevazioni statistiche Istat riportate nella sezione 1 hanno fornito un'ampia panoramica riferita al Territorio, alla geologia e ai concetti innovativi di economia delle risorse. Nel 2018 (ultima rilevazione) l'Istat ha registrato 4.518 siti estrattivi autorizzati (attivi o non attivi cioè siti sospesi o cessati), dichiarati dalle Istituzioni

pubbliche locali. Di essi 4.398 erano cave autorizzate, concentrate per il 44,7% al Nord, per il 33,9% al Sud e nelle Isole e per il 21,4% al Centro, soprattutto in Toscana (360). I comuni interessati dalla presenza di almeno un sito estrattivo attivo sono risultati 1.575 dove il “calcare, travertino, gesso e arenaria” erano i materiali estratti più rappresentativi in peso con 68,8 milioni di tonnellate seguiti da “sabbia e ghiaia” con quasi i 59 milioni di tonnellate (capitolo 1.1).

Nella stessa sezione i risultati delle rilevazioni statistiche Inail, riferite all'intero territorio nel quinquennio 2015-2019, hanno riguardato le imprese, l'infortunato e le caratteristiche dell'infortunio. Nel 2018, le imprese assicurate con l'Inail (PAT) operanti nel settore “Cave e miniere” sono risultate pari a 2.994, cui corrispondevano 14.789 lavoratori. Il 51,4% delle imprese e il 53,1% dei lavoratori era legata all'estrazione di ghiaia e sabbia, estrazione di argille e caolino (Ateco Istat B 0812) mentre, il 43,9% sia delle imprese che dei lavoratori era legata all'estrazione di pietre ornamentali e da costruzione, calcare, pietra da gesso, creta e ardesia (Ateco Istat B 0811). Nello stesso anno, gli infortuni accertati, sono risultati pari a 759 nell'estrazione di inerti (cui si aggiungono 55 in itinere) e pari a 784 nell'estrazione di materiale lapideo (cui si aggiungono 26 in itinere). Nel quinquennio 2015-2019 l'andamento infortunistico nelle due classi può considerarsi sovrapponibile, con un'eccezione per i casi in itinere, risultati più frequenti nell'estrazione di inerti (capitolo 1.2).

La sezione 2 era invece incentrata sulla normativa applicabile, sulla gestione dei rischi per la sicurezza dovuti all'ambiente di cava e alle attrezzature di lavoro così come descritte dal d.lgs. 81/08 e sulle relative misure di prevenzione e protezione derivanti dall'attuale stato dell'arte normativo e tecnologico. Il capitolo relativo alla formazione ha fornito elementi utili ad evidenziare alcune carenze nell'offerta formativa e un certo grado di disuniformità legata al territorio e alla sua gestione. Tra le soluzioni organizzative finalizzate alla prevenzione dei rischi inserite nella sezione 2, rientra anche un Modello Organizzativo e Gestionale semplificato, adattato al settore.

Entrando nel dettaglio, nel capitolo 2.1 sono stati descritti i ruoli e le responsabilità delle varie “figure della sicurezza” previste dal d.p.r. 128/1959, d.lgs. 624/1996 e d.lgs. 81/2008. Obblighi e responsabilità potranno comunque essere meglio definiti solo attraverso apposito “decreto correttivo” delle norme suddette.

Nel capitolo 2.2 è stata riportata una nota metodologica sulla verifica di stabilità dei fronti di cava, necessaria per l'impostazione e la gestione del sito estrattivo, in quanto fattore fortemente influente sugli aspetti della sicurezza dei lavoratori e sulle stesse scelte dei metodi coltivazione. I risultati di questa analisi, sono stati definiti fondamentali nelle scelte da compiere sin dalle prime fasi progettuali, per una gestione del processo estrattivo a garanzia della sicurezza sul lavoro, dell'economia del progetto e della tutela ambientale. Tutto ciò anche in previsione della restituzione dei siti al futuro utilizzo e del recupero ambientale a fine attività, in un'ottica di continua valutazione e miglioramento. Un tale tipo di approccio definito “prevention through design” caratterizza, in generale, una progettazione di tipo

proattivo basata sulla disponibilità del sistema ma anche su una corretta valutazione e gestione dei rischi di natura sociale ed economica.

Proseguendo, nei capitoli successivi sono stati messi in luce i rischi derivanti da impianti di cava, macchine e dispositivi di protezione contro le cadute dall'alto e proposte delle soluzioni conformi allo stato dell'arte normativo e tecnologico.

Con riferimento alla sicurezza degli impianti elettrici in cava (capitolo 2.3), è stato messo in luce che la conformità alle norme tecniche emanate dagli organismi internazionali e nazionali competenti, costituisce una condizione sufficiente per poter affermare la loro conformità alla regola dell'arte. È stato richiamato il caso particolare della norma CEI 64-8/7 [7], sezione 704 e della linea guida CEI 64-17 [10] per "l'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri", il cui campo d'applicazione è dato dagli "impianti nei cantieri di costruzione o demolizione" ma anche dagli impianti delle attività estrattive e similari. In quest'ultimo caso, tuttavia, è stato specificato che le potenze e le correnti in gioco devono risultare maggiori di quelle che possono trovarsi negli ordinari impianti di cantiere e di conseguenza, nell'applicazione delle prescrizioni, si deve far riferimento alle singole situazioni presenti in cava.

Nel capitolo dedicato alle macchine messe a disposizione degli addetti all'estrazione (capitolo 2.4), è stata riportata una sintesi di quelle principali, ricadenti attualmente nel campo di applicazione della direttiva macchine e pertanto soggette alle procedure di immissione sul mercato prescritte dalla direttiva 98/37/CE (ora sostituita dalla direttiva 2006/42/CE) oppure immesse sul mercato antecedentemente al settembre 1996, per le quali il d.lgs. 81/2008 e s.m.i. ha stabilito che debbano risultare conformi ai requisiti generali di sicurezza di cui all'ALLEGATO V al medesimo decreto. È stata anche fornita un'analisi delle situazioni pericolose dalle quali sono scaturite azioni da parte dell'autorità di sorveglianza del mercato. I risultati sono stati riportati nelle schede di "accertamento tecnico" dove è stata descritta la carenza costruttiva ravvisata e con essa il requisito essenziale di sicurezza non rispondente e le "risultanze" cioè il parere emesso dall'autorità di sorveglianza del mercato, relativo alla data di immissione sul mercato su ogni singola macchina. In tal modo, è stato definito lo stato dell'arte per la tipologia di attrezzatura. Suddette schede, "rese anonime e prive di riferimenti a fabbricanti o modelli di macchine", rappresentano uno strumento utile a descrivere le situazioni di pericolo realmente riscontrate nelle macchine utilizzate in cava a seguito degli accertamenti tecnici e pertanto, costituiscono una casistica da considerare in un approccio empirico, allo scopo di prevenire incidenti e infortuni.

Per quanto riguarda i rischi connessi con la caduta dall'alto dei lavoratori (capitolo 2.5) sono state considerate sia le cave di inerti con gli impianti di lavorazione di pertinenza e sia l'estrazione di pietre ornamentali dove tale rischio sussiste in prossimità del ciglio dei fronti. Anche in questo caso sono state fornite alcune soluzioni tecnologiche, basate sul criterio di priorità delle misure di protezione collettiva rispetto a quelle di tipo individuale, in grado di prevenire il rischio di caduta dall'alto e di ridurre le conseguenze. Sono stati descritti i requisiti di sicurezza



conformi allo stato dell'arte dei dispositivi utilizzabili in cava come i parapetti provvisori e i sistemi di recinzione ma anche dei dispositivi di protezione individuale idonei per l'utilizzo in cava. Tra questi ultimi figurano il sistema di trattenuta che previene la caduta del lavoratore e il sistema di accesso su fune. Sono state anche fornite le soluzioni per i punti di ancoraggio sicuro, generalmente temporanei e conformi alla UNI EN 795: 2012, realizzati attraverso un foro sulla superficie di cava e l'inserimento del dispositivo di ancoraggio o mediante blocchi di pietra come zavorre attorno alle quali posizionare le funi di ancoraggio.

Nel capitolo 2.6 sono state descritte le operazioni di brillamento, utilizzate nelle cave per il dimensionamento e isolamento della roccia in blocchi o bancate di dimensioni idonee all'utilizzo previsto o da avviare alle lavorazioni successive oppure, nel caso degli inerti, per la produzione di materiale nella granulazione appropriata per lo scavo, il trasporto e l'utilizzo in conglomerati. Tali operazioni vengono svolte dai brillatori/fochini (CP 2011 ISTAT 6.1.1), per i quali le statistiche INAIL in tutti i settori, nel periodo 2010-2017, registrano un numero medio d'infortuni annuo accertati positivamente di circa 70, confermando l'alto rischio per tali operatori. Il capitolo si chiude con una Best Practice, che rappresenta un'integrazione tra quelle suggerite dal Mine Safety and Health Administration (MSHA) del Dipartimento statunitense del Lavoro e quelle provenienti dai programmi di addestramento italiani proposti da SOGECA, "Gestione in sicurezza degli esplosivi".

Il Capitolo 2.7 costituisce un focus sulla formazione nel settore estrattivo incentrato sulle peculiarità del territorio che direttamente o indirettamente influiscono sulla domanda e offerta formativa. Lo studio ha messo in luce come la standardizzazione dei percorsi formativi rivolti ai lavoratori in cava sia difficilmente raggiungibile anche in relazione alle differenti modalità operative e alle tipologie di materiali estratti nelle diverse regioni italiane. La crescente immissione di nuove tecnologie comportanti una formazione preliminare che coinvolge sempre di più le figure professionali addette, ha determinato un accresciuto interesse verso la formazione in materia di salute e sicurezza. Tuttavia resta da completare il percorso di miglioramento del processo formativo a favore di percorsi certificati e uniformi su tutto il territorio. I dati analizzati hanno messo in luce che le imprese del settore con almeno 10 addetti che hanno erogato formazione ai propri lavoratori sono passate dal 58.6% del 2010 al 68.6% del 2015 e che le tipologie di formazione *cor-suale* (67%), *esterna* (91%) e quella in *situazione di lavoro* (30.8%) rimangono le modalità più frequenti. Le imprese del settore che hanno valutato saltuariamente le esigenze formative sono state il 60% mentre i motivi di ostacolo alla formazione sono stati motivati per il 62% dalla presenza di personale già qualificato. Tuttavia l'analisi dei corsi erogati ai lavoratori del settore estrattivo delle cave non ha fornito alcuna specifica di riferimento in termini di durata, contenuti, qualità degli aggiornamenti e modalità di addestramento così come l'attività formativa derivante da Deliberazioni o Leggi Regionali (Appendice 2.7.1).

Da un monitoraggio recente somministrato alle piccole e medie aziende, sull'adeguatezza e fruibilità dei MOG elaborati in conformità al d.m. 13/02/2014 è risultato



che l'85% delle risposte considera utile il documento a supporto del MOG (Maialetti et al. 2021). Dallo stesso studio risulta che *“nel complesso le aziende hanno manifestato un apprezzamento verso l'utilizzo di un esempio pratico di compilazione della modulistica del decreto come approccio diretto e immediato all'argomento e una certa difficoltà nella individuazione e applicazione di una normativa che risulta comunque oggettivamente complessa e in continuo aggiornamento”*.

Tenendo conto di questi aspetti nel capitolo 2.8 è stato riportato uno schema semplificato di MOG adattabile al settore ECCA, conforme al d.m. 13/02/2014 e alla Prassi di Riferimento PdR/83:2020 “Modello semplificato di Organizzazione e Gestione della salute e sicurezza sul lavoro, di cui al d.lgs. 81/2008, per micro e piccole imprese”. Il capitolo 2.8 pertanto, rappresenta una risposta a quanto evidenziato dalle Parti Datoriali del settore ECCA, sulle difficoltà riscontrate nelle imprese del settore, ad implementare Modelli di Organizzazione e Gestione della salute e sicurezza sul lavoro (MOG). Difficoltà attribuite principalmente alla composizione numerica prevalente nelle due classi, rappresentate in gran parte da “piccole o micro imprese” e pertanto, legate alle carenze di personale da destinare alla gestione del Modello. Nelle schede di processo riportate in appendice, che hanno una validità trasversale rispetto ai rischi analizzati nella sezione 2, vengono invece elencate le risorse produttive di ogni fase legate all'ambiente di cava, ai materiali, alle attrezzature di lavoro ecc. Esse costituiscono un riferimento per l'implementazione del MOG supportato da un esempio di schede attuative o moduli (2.8.2.1-2.8.2.3) adattabili anche ad altri settori. Potrebbe infine risultare utile il ricorso ad un MOG informatizzato e guidato, con caratteristiche innovative, in grado di fornire le statistiche relative agli audit e gestibile con poco personale, all'interno della rete *intranet* aziendale o anche al di fuori di essa.

Nella sezione 3 è stata riportata un'analisi utile a valutare la sostenibilità di alcune proposte progettuali di investimento in tecnologie digitali nelle imprese e a incentivarle. Si tratta di applicazioni di Internet of Things (IoT) di cui si riporta nel capitolo 3.1 o anche legate all'uso di Sistemi di Identificazione a Radio Frequenza (RFID) riportate nel capitolo 3.2. *L'Asset Management*, il *Lone Worker* (best practice 3.1) o più in generale *Smart Security* sono le applicazioni descritte nel primo (figura 3.1.1). Utilizzi specifici dell'RFID come *chiave di sicurezza*, *interblocco* e *localizzazione dei lavoratori nelle aree della cava* sono invece descritti nel secondo. Anche in presenza di limiti ambientali tipici delle cave a cielo aperto, che è necessario valutare preliminarmente, l'implementazione di tali tecnologie può contribuire a migliorare l'efficienza dei processi e la sicurezza sul lavoro e pertanto inflettere l'andamento infortunistico nel comparto. Inoltre, tali applicazioni hanno la potenzialità di rimodulare le procedure estrattive attualmente in uso nel nostro territorio e ad attenuare, se non a risolvere, le criticità evidenziate nelle sezioni 1 e 2 del documento. I principali limiti dello studio hanno riguardato la disomogeneità varie fonti di dati utilizzati nei vari capitoli, risultate difficilmente confrontabili, dalla quale deriva l'esigenza di proseguire con ulteriori ricerche, cooperazioni e sviluppi incentrati su una migliore armonizzazione delle varie fonti ma anche sull'inserimento di nuove

variabili nelle rilevazioni statistiche. Ulteriori limiti hanno riguardato scelta di trascurare i rischi connessi con l'esposizione ad agenti fisici, chimici e biologici, per l'approfondimento dei quali si rimanda a recenti studi specifici di cui è riportato nei riferimenti bibliografici (2.8). Un ulteriore limite infine, è legato alla omessa trattazione dei Dispositivi di Protezione Individuale (fatta eccezione per i dispositivi per la gestione del rischio di cadute dall'alto) di cui è riportato in termini generali in appendice 2.8.1 tra le "risorse" impiegate nel processo estrattivo.

Al di là di tali limiti, il nostro contributo mira ad accrescere la conoscenza in questo settore e ad incentivare il miglioramento della sicurezza e il rinnovamento dei processi estrattivi.

Il Piano Nazionale di Rilancio e Resilienza (PNRR) emanato recentemente dal Governo Italiano ha individuato tra le sue linee strategiche la *modernizzazione* del Paese secondo alcune *direttrici* che prevedono prioritariamente, la completa digitalizzazione, il ricorso a investimenti di sostegno alle filiere produttive. La prima *missione strategica* del Piano verte sulla digitalizzazione, innovazione e competitività del Sistema Produttivo attraverso interventi che riguardano la velocizzazione della rete, la maggiore copertura, la connettività su tutto il Territorio. Si tratta di interventi potenzialmente utili a favorire il superamento di alcune modalità estrattive consolidate e ad attenuare le resistenze all'innovazione di processo rilevate in alcuni casi in questo settore e pertanto utili a rendere i processi più salubri e sicuri. Più in generale, l'Inail, nell'ambito delle funzioni istituzionali ad esso riconosciute dal Testo unico sulla sicurezza (d.lgs. 81/2008 e s.m.i.), ha attivato forme di sostegno economico per la realizzazione di progetti volti alla riduzione degli infortuni e delle malattie professionali e altresì all'implementazione dei livelli di sicurezza e di salute nei luoghi di lavoro.

Tale funzione istituzionale si estrinseca attraverso procedure di finanziamento che comprendono *agevolazioni tariffarie*, a favore delle imprese che attuano interventi significativi nella prevenzione degli infortuni nel luogo di lavoro, *finanziamenti alle imprese*, per azioni di formazione e riduzione del rischio per iniziative e progetti aventi come oggetto la sicurezza negli ambienti di vita, studio e lavoro.

## **Ringraziamenti e attribuzione dei capitoli**

Gli autori ringraziano Istat e Inail per i dati resi disponibili per lo studio, l'Università degli Studi di Firenze e Anepla per le immagini messe a disposizione. Sebbene l'opera sia il risultato del lavoro di tutti gli autori, i capitoli sono attribuiti come segue:

- 1.1 *Le attività estrattive da cave e miniere*  
**Vignani D.**
- 1.2 *Settore cave e miniere: addetti, lavoratori assicurati Inail e infortuni*  
**Bucci G., Romualdi G.**
- 2.1 *Norme di sicurezza nel settore estrattivo delle cave a cielo aperto*  
**Melani L., Pireddu A., Valori L.**
- 2.2 *Sicurezza dei fronti di cava*  
**Di Basilio M., Lancellotti D.**
- 2.3 *Sicurezza elettrica nelle cave a cielo aperto*  
**Amicucci G.L.**
- 2.4 *Rischi dovuti alle macchine e alle attrezzature di lavoro e risultanze dell'accertamento tecnico*  
**Anastasi S., Monica L.**
- 2.5 *Rischi di caduta dall'alto nei lavori in quota*  
**Rossi L.**
- 2.6 *Rischi dovuti a esplosioni*  
**Di Basilio M., Lancellotti D.**
- 2.7 *Formazione, informazione e addestramento*  
**Di Francesco A., Simeoni C., Todini B.**
- 2.8 *Un modello di organizzazione e gestione della sicurezza (MOG) per il settore estrattivo in cave a cielo aperto*  
**Pireddu A., Lovati R., Valori L., Zambianchi P.A.**
- 3.1 *Tecnologie innovative per la gestione della sicurezza*  
**Pireddu A., Zambianchi P.A.**
- 3.2 *Uso di sistemi a identificazione a radio frequenza per la sicurezza dei lavoratori del settore estrattivo in cave a cielo aperto*  
**Amicucci G.L., Pireddu A.**





