

# RIDUZIONE DEL RISCHIO NELLE ATTIVITÀ DI SCAVO

**INAIL**

Guida per datori di lavoro,  
responsabili tecnici e committenti

**2016**



# RIDUZIONE DEL RISCHIO NELLE ATTIVITÀ DI SCAVO

**INAIL**

Guida per datori di lavoro,  
responsabili tecnici e committenti

**2016**

## **Pubblicazione realizzata da**

### **Inail**

Direzione Regionale per la Lombardia

### **Autori**

Gabriellaarena<sup>1</sup>, Francesco Nappi<sup>2</sup>, Pierangelo Reguzzoni<sup>3</sup>, Bianca Rimoldi<sup>1</sup>, Sergio Sinopoli<sup>4</sup>, Giusto Tamiglio<sup>1</sup>

### **Collaborazioni**

IATT, *Italian association for trenchless technology*

<sup>1</sup> Inail, Contarp Lombardia

<sup>2</sup> Inail, Contarp Centrale

<sup>3</sup> Spev Cpt, Varese

<sup>4</sup> Inail, Contarp Campania

### **per informazioni**

**Inail** - Direzione Regionale Lombardia  
Corso Porta Nuova 19 | 20121 Milano  
lombardia@inail.it  
**www.inail.it**

**© 2016 Inail**

ISBN 978-88-7484-509-5

Seconda edizione 2016

Prima edizione 2003

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

Distribuita gratuitamente. Vietata la vendita e la riproduzione con qualsiasi mezzo. È consentita solo la citazione con l'indicazione della fonte.

## Premessa

Il grande interesse suscitato dalla prima edizione della pubblicazione “Riduzione del rischio nelle attività di scavo” ha spinto gli autori a predisporre un aggiornamento, anche alla luce del mutato quadro normativo.

Nella nuova edizione gli autori si propongono di mettere a disposizione di datori di lavoro, responsabili dei servizi di prevenzione e protezione, responsabili tecnici, committenti e addetti ai lavori in generale, uno strumento di semplice e pratica consultazione che possa essere di ausilio per prevenire e ridurre i rischi connessi a questa particolare attività.

Dopo una disamina delle principali caratteristiche dei terreni, dei problemi di instabilità, dei fattori organizzativi e ambientali, delle possibili dinamiche infortunistiche, vengono riportate pratiche soluzioni organizzative e istruzioni tecniche. Inoltre, al fine di fornire indicazioni più esaustive sulle misure di prevenzione e protezione da realizzare, sono riportati due nuovi capitoli riguardanti aspetti importanti e spesso sottovalutati, quali la sicurezza del cantiere stradale e i rischi di natura elettrica nelle attività di scavo.

La pubblicazione è inoltre un esempio di come la gestione di attività peculiari e complesse, quali quelle di scavo, richieda un approccio interdisciplinare in grado di includere aspetti di natura tanto ingegneristica quanto geologica.

Come per l'edizione precedente, in appendice, viene riportato un riepilogo delle principali disposizioni legislative e normative riguardanti la sicurezza nelle attività di scavo.

Giusto Tamiglio  
*Coordinatore Contarp Lombardia*

Le fotografie sono state realizzate, salvo diversa indicazione, da Sergio Sinopoli.

Le illustrazioni del Cap. VII sono state gentilmente concesse dalla OPPBTP (*Organisme Professionel de Prèvention du Batiment et des Travaux Publics*); le altre sono state realizzate, salvo diversa indicazione, da Francesco Nappi.

Le illustrazioni del Cap. X sono state fornite dall'ing. Pierangelo Reguzzoni.

Le immagini del capitolo XI sono tratte da: *www.provincia.bz.it* › ... › *Norme di sicurezza - Parte II* *www.elektro.it*

Impianti a Norme CEI Volume 3 Cantieri Edili - Tuttonorme

# Indice

## Premessa

<b>Cap. I</b>	<b>Dati statistici sull'andamento degli infortuni</b>	9
	<b>Gli infortuni nelle attività di scavo</b>	9
<b>Cap. II</b>	<b>Il quadro normativo</b>	15
	<b>I principali riferimenti di legge</b>	15
<b>Cap. III</b>	<b>Tipologie di opere</b>	21
	<b>Introduzione</b>	21
	<b>Scavi per opere di fondazione</b>	21
	<b>Costruzioni idrauliche e posa sottoservizi</b>	22
	<b>Costruzioni stradali e ferroviarie</b>	23
<b>Cap. IV</b>	<b>Caratteristiche dei terreni e problemi di instabilità</b>	25
	<b>Introduzione</b>	25
	Rocce	25
	Rocce coerenti	26
	Rocce semicoerenti	27
	Rocce pseudocoerenti	27
	<b>Terre</b>	28
	Terre a comportamento granulare	29
	Terre a comportamento coesivo	29
	<b>Meccanica dei terreni</b>	29
	Tenuta dei fronti di scavo	29
	<b>Valutazione delle condizioni di stabilità dei terreni</b>	30
	Terreni granulari (non coesivi)	30
	Terreni coesivi	32
	Terreni dotati di attrito e coesione	33
<b>Cap. V</b>	<b>Fattori organizzativi</b>	35
	<b>Procedure preliminari allo scavo</b>	35

<b>Gestione della sicurezza e delle emergenze</b>	35
Dispositivi di protezione individuale	36
<b>Formazione, informazione e addestramento del personale</b>	37
<b>Controlli ed ispezioni interne</b>	38
Domande di controllo	38
<b>Raccomandazioni importanti</b>	39
<b>Cap. VI Fattori ambientali</b>	41
<b>Introduzione</b>	41
<b>Condizioni meteorologiche</b>	42
<b>Scavi in presenza di acque</b>	43
<b>Presenza di canalizzazioni di servizio</b>	44
<b>Scavi in prossimità di strutture edilizie esistenti</b>	45
<b>Rischi per la caduta di detriti</b>	46
<b>Rischi da polveri e altre sostanze aerodisperse</b>	47
Polveri e fibre pericolose	47
Presenza di gas negli scavi (Art. 121 TU)	47
Cosa fare in situazioni di rischio	49
<b>Macchine operatrici</b>	50
Pericolo di investimento dei lavoratori	50
Ribaltamento ed uso improprio	51
Rumorosità delle macchine	52
<b>Cap. VII Opere provvisorie di sostegno e sistemi di protezione</b>	53
<b>Introduzione</b>	53
<b>Opere di contrasto e di sostegno</b>	53
Armature, contrafforti e puntelli	53
Tipologie di armatura	55
Armatura di scavi in terreni coesivi	55
Armatura di scavi in terreni granulari	56
Rimozione dell'armatura	56
Norme Tecniche	57
<b>Protezioni blindate</b>	57
Messa in opera dopo lo scavo	57
Messa in opera durante lo scavo	59
<b>Palancole metalliche</b>	59
Montanti e pannelli metallici	60
<b>Sistemi di protezione e di accesso allo scavo</b>	61
Parapetti	61

Passerelle e rampe	62
Scale	62
Sollevamento di materiali dagli scavi	64
<b>Cap. VIII Dinamica del verificarsi dell'evento</b>	65
<b>Introduzione</b>	65
<b>Analisi di tre casi</b>	65
Caso 1: Posa tubazioni di fognatura	65
Caso 2: Inumazione in cimitero	67
Caso 3: Ripristino impermeabilizzazione di locali interrati in trincea	68
<b>Cap. IX Tecniche alternative di scavo</b>	71
<b>Le nuove tecniche migliorano la prevenzione</b>	71
<b>La tecnologia "no dig"</b>	71
Perforazioni orizzontali guidate	73
Perforazioni orizzontali non guidate	77
Indagini conoscitive non invasive	78
Tecnologie associate	78
Normativa specifica	79
<b>Cap. X Gli scavi e i cantieri stradali</b>	81
<b>Il cantiere stradale</b>	81
Posa segnaletica	82
Allestimento cantiere	82
Disinstallazione	84
<b>Casistica</b>	86
Autostrada/strada a più corsie	86
Strade a senso alternato	87
Strada chiusa alla circolazione	88
Strada in galleria	90
Aree aperte al pubblico	91
<b>Manodopera</b>	92
<b>Cap. XI Rischi di natura elettrica nelle attività di scavo</b>	95
<b>Interferenza dei mezzi d'opera e delle attrezzature con le linee elettriche aeree presenti nell'area degli scavi</b>	95
<b>Lavori eseguiti all'interno degli scavi che comportano l'uso o la presenza di apparecchiature elettriche</b>	99
<b>Interferenza, durante l'esecuzione degli scavi, con linee elettriche interrate</b>	101



<b>Appendice - La legislazione in materia di prevenzione infortuni nelle costruzioni</b>	103
<b>Normativa nazionale</b>	103
Principali norme generali di prevenzione	103
Principale normativa tecnica specifica per scavi e lavori in sotterraneo	103

## Capitolo I

# Dati statistici sull'andamento degli infortuni

### Gli infortuni nelle attività di scavo

Negli ultimi anni si è registrato a livello nazionale un graduale decremento del fenomeno infortunistico. Il trend positivo, ormai consolidato, non può prescindere dai cambiamenti avvenuti negli ultimi anni nel mercato del lavoro a seguito della crisi economica, ma è comunque espressione di una maggiore consapevolezza del rischio e di una più diffusa cultura della sicurezza e della prevenzione nei luoghi di lavoro.

Il settore delle costruzioni è tra quelli che ha da sempre versato un pesante e triste tributo in termini di infortuni mortali; gli infortuni mortali in edilizia nel periodo 2008-2011 hanno avuto un peso medio pari al 42% dell'intero settore Industria e addirittura al 58% del settore Artigianato. Dall'esame del quadro statistico relativo agli infortuni mortali occorsi nel periodo citato non si possono trarre segnali completamente positivi in quanto, se da un lato il numero di infortuni è complessivamente in diminuzione, dall'altro i decessi nel settore industriale sono calati solo nel 2011 e inoltre la durata media dell'infortunio è aumentata (Vallerga, 2013), segnale che il rischio complessivo del settore permane a livelli molto alti.

Tra i diversi comparti economici che caratterizzano le Costruzioni l'Edilizia e genio civile contribuisce da sola per quasi la metà delle denunce (47,8%), percentuale che sale a ben il 60,2% per i casi mortali. Tutti i comparti evidenziano, infine, la quasi totale prevalenza dell'infortunio in occasione di lavoro rispetto a quello in itinere con l'unica eccezione rappresentata dai casi mortali del comparto Preparazione del cantiere edile in cui, pur nella sua esiguità numerica, 3/4 degli infortuni si sono verificati nel tragitto casa-lavoro-casa (DATI INAIL, dicembre 2012).

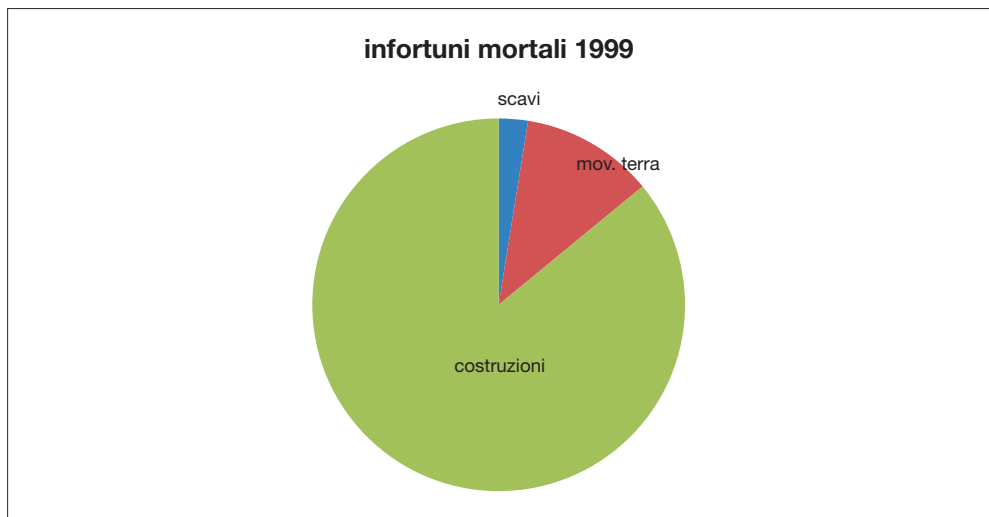
In Italia nel corso del 2012, secondo l'Ance, c'è stato un forte peggioramento della situazione di crisi delle Costruzioni a cui è seguita nel 2013 una ulteriore riduzione degli investimenti del 3,8% in termini reali. Ovvio conseguenza della caduta dei livelli di attività del settore è la forte contrazione dell'occupazione. Il settore delle Costruzioni, nell'ambito del complesso dell'Industria e servizi, registra nell'ultimo quinquennio la più marcata contrazione in termini di denunce di infortunio (-45,6%) comportando, ovviamente, ripercussioni positive anche sui casi indennizzati dall'Istituto, che rispetto al 2008 calano del

47,1%. Le prestazioni erogate però continuano ad evidenziare un elevato tasso di indennizzo (84%) e a contare la più elevata quota di casi occorsi in occasione di lavoro rispetto agli altri settori dell'Industria e servizi (93,2% contro 84,2%).

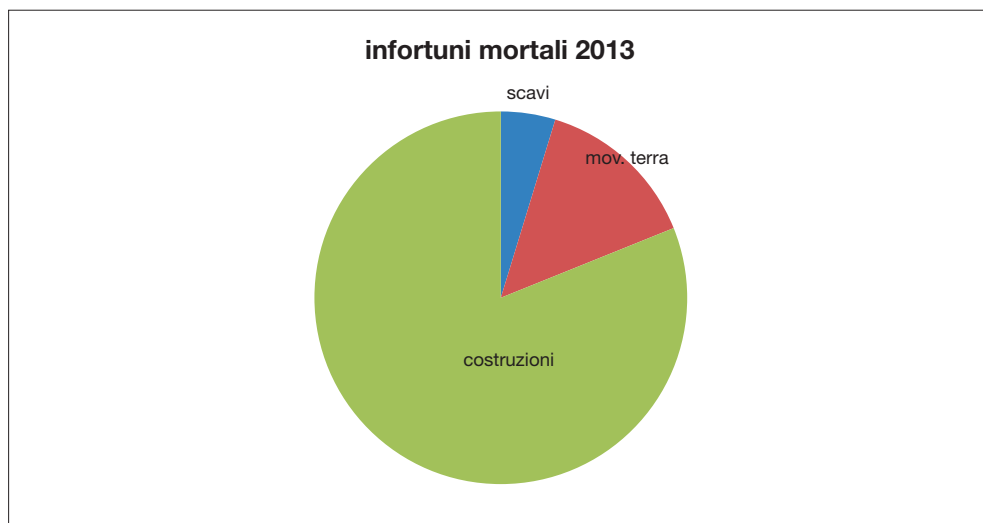
A testimoniare il perdurare dell'alta rischiosità del settore il dato relativo alle prestazioni erogate a seguito di eventi mortali, che nell'intero quinquennio 2008-2012 arrivano a contare 978 indennizzi, ponendo il settore al primo posto nel complesso dell'Industria e servizi (da: DATI INAIL, settembre 2013).

Le attività di scavo, e la realizzazione delle relative opere di sostegno, sono spesso considerate "minori" nel complesso dell'opera edilizia, ma sono purtroppo caratterizzate da un'elevata incidenza di eventi infortunistici.

Nell'ambito degli infortuni mortali, nell'edizione precedente (2003) si evidenziava che il 12% dei casi risultava essersi verificato in attività di movimento terra, con uno specifico 3% avvenuto in scavi. La stessa analisi condotta sui dati del triennio 2011-2013 e sulla specificità del 2013 ci mostra un andamento per il settore in esame che denota un aumento del fenomeno: il 17% è avvenuto in attività di movimento terra, ed i mortali risultano praticamente raddoppiati (6%) - (figura 1 a e b).



**Figura 1a**



**Figura 1b**

Se si ricercano gli infortuni avvenuti a seguito di cadute (in buche, scavi, fosse, ecc.) si nota che la maggior parte di questi è avvenuto nelle attività di costruzione di edifici ovvero nell'edilizia in senso stretto, con punte elevate anche nei settori movimento terra e lavori stradali, dove maggiori sono le curvature in gioco.

Nell'ambito dei lavori di movimento terra (scavi, sterri, riporti o rinterri, preparazione di aree fabbricabili, scavi di fondazione, ecc.), la deviazione più comune risulta essere la **perdita di controllo totale o parziale di una macchina, di un mezzo di trasporto/attrezzatura di movimentazione** seguita dallo **scivolamento o inciampamento con caduta di persona**; nel caso degli infortuni mortali prevalgono sempre la **perdita di controllo totale o parziale di una macchina, di un mezzo di trasporto/attrezzatura di movimentazione** insieme con **rottura, frattura, deformazione, scivolamento, caduta, crollo dell'agente materiale** (fig. 2).

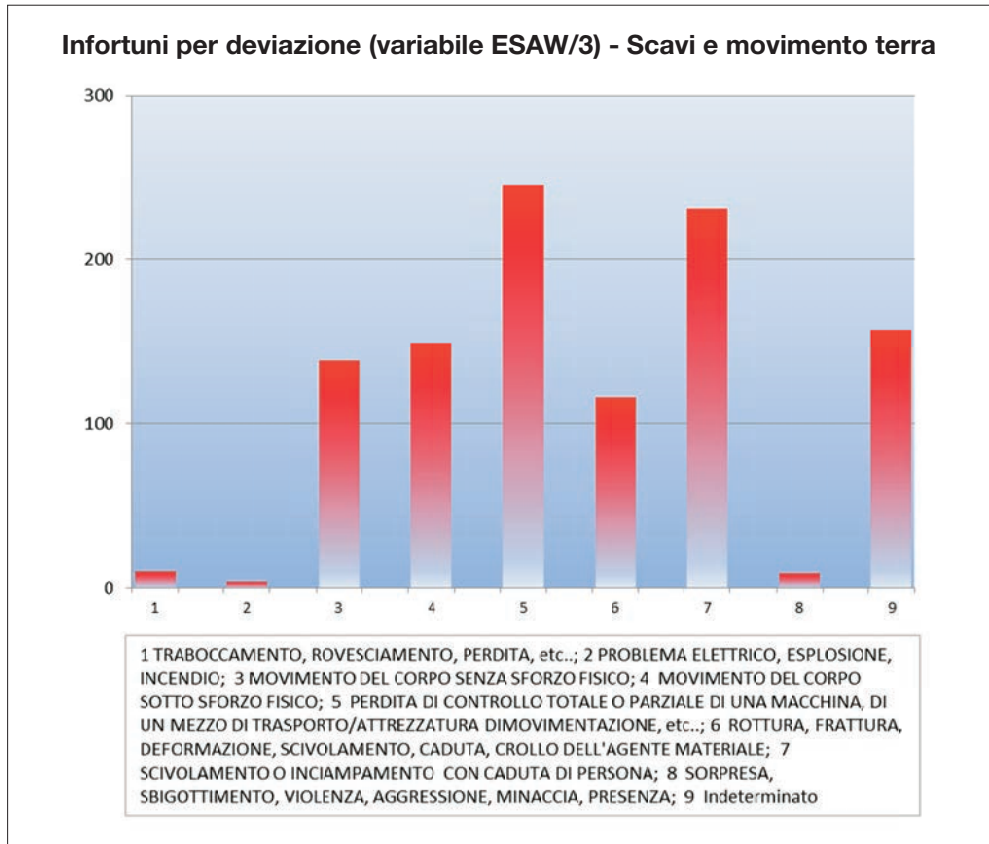


Figura 2

Le lesioni più comuni sono **contusioni e lussazioni**, seguite da **fratture** (fig. 3); nei mortali prevalgono le fratture. Le sedi più colpite: **1 mano, 2 caviglia, 3 colonna vertebrale** seguita da ginocchio (fig. 4); ancora una volta la differenza è nei **casi mortali** dove prevalgono **cranio e parete toracica**.

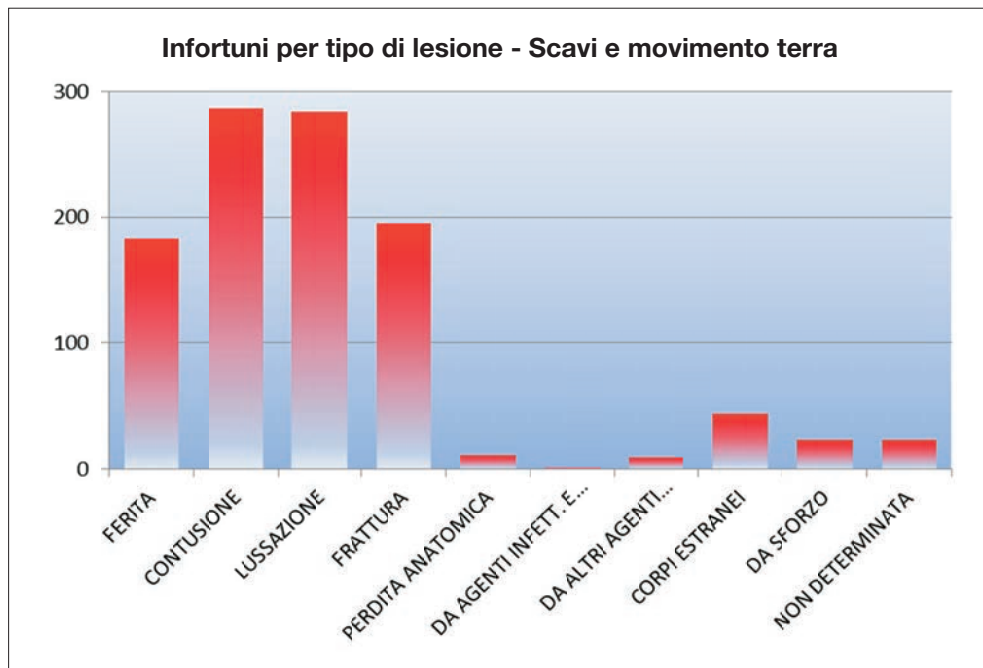


Figura 3

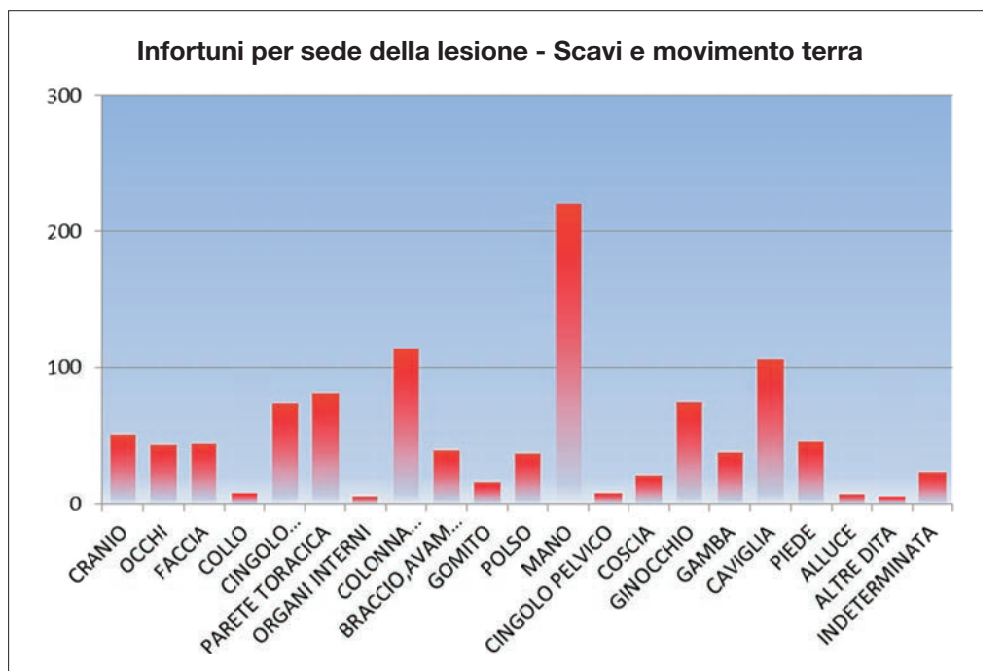


Figura 4

Le macchine operatrici e i mezzi di trasporto, come causa principale di infortunio anche mortale, denotano una realtà lavorativa dove, ancora una volta, nonostante la formazione e informazione dei lavoratori addetti alle MMT siano diventate obbligatorie con l'Accordo Stato-Regioni del 22/02/2012, l'eccesso di confidenza nelle potenzialità dei mezzi (accompagnato da scarsa considerazione della loro pericolosità per sé e nei confronti di terzi) ed il mancato rispetto della norma di legge (d.lgs. 81/08 e s.m.i. artt.118-121) determinano una sottovalutazione tutta personale dei rischi presenti e a esso connessi; un'ulteriore possibile causa può essere costituita dalla carenza o inadeguatezza della segnaletica nel cantiere ovvero dalla non corretta organizzazione degli spazi a disposizione.

Le sedi delle lesioni - contusioni e ferite - rappresentate da mani, caviglie e ovviamente cranio, fanno ancora pensare ad un sottoutilizzo dei più comuni DPI (guanti, scarpe, elmetti).

## Capitolo II

### Il quadro normativo

#### I principali riferimenti di legge

In Italia non esistono norme esclusivamente dedicate alla prevenzione infortuni nell'esecuzione di scavi.

L'attività di scavo è però oggetto di alcuni capi specifici della vigente normativa italiana sulla sicurezza nei cantieri, e precisamente:

- **d.lgs. n.81 del del 9 aprile 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, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008 - S.O. n.108, coordinato con il d.lgs. 3 agosto 2009 n.106.*
- **dpcm 14 ottobre 1997, n. 412** - *Regolamento recante l'individuazione delle attività lavorative comportanti rischi particolarmente elevati, per le quali l'attività di vigilanza può essere esercitata dagli Ispettorati del Lavoro delle Direzioni Provinciali del Lavoro.*
- **d.p.r. n. 321 del 20 marzo 1956** *Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro nei cassoni ad aria compressa - S.O. alla G.U. 5 maggio 1956 n.109.*
- **d.p.r. n. 320 del 20 marzo 1956** *Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo S.O. alla G.U. 5 maggio 1956 n. 109.*

Inoltre, l'attività di scavo è oggetto di alcuni punti dei:

- **dm dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988 e Circolare del Ministero dei lavori Pubblici 24/09/88 n. 30483** *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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*
- **dm 14 gennaio 2008, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 - S.O. n. 30 NUOVE NORME TECNICHE PER LE**



**COSTRUZIONI** *Le Norme tecniche per le costruzioni definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità. Esse forniscono quindi i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.*

- **d.p.r. del 14 settembre 2011, n. 177**, “Regolamento per la qualificazione delle imprese e dei lavoratori operanti in “ambienti sospetti di inquinamento o confinati”, entrato in vigore il 23 novembre 2011. Si applica ai lavori in ambienti sospetti di inquinamento di cui agli artt. 66 e 121 del d.lgs. 81/2008 e negli ambienti confinati previsti dall'allegato IV punto 3 del d.lgs. 81/2008. Il Regolamento nasce dalla assoluta necessità di stabilire precisi criteri per poter operare in ambienti particolarmente rischiosi: far sì che chiunque intenda effettuare lavori in tali ambienti sia qualificato e attui specifiche procedure di lavoro. Il d.p.r. 177/2011 disciplina, infatti, un **sistema di qualificazione** delle imprese e lavoratori autonomi che, in appalto o contratto d'opera, affrontano un'attività lavorativa (spesso manutentiva) in “ambienti sospetti di inquinamento o confinati”, stabilendo, in via transitoria, requisiti minimi tecnico professionali per i soggetti autorizzati.

I testi integrali della normativa sopracitata, assieme ad altra specifica per la sicurezza dei lavoratori, sono riportati in appendice, con i relativi indirizzi Internet per la ricerca sul Web.

Durante la progettazione dei lavori o delle operazioni di scavo il coordinatore per la progettazione deve redigere il piano di sicurezza e di coordinamento (PSC) previsto dall'art.100, comma 1 del T.U. (d.lgs. 81/08 e s.m.i.), i cui contenuti sono definiti nell'allegato XV dello stesso. Il PSC dovrà tenere conto che tra i lavori comportanti rischi particolari per la sicurezza e la salute dei lavoratori elencati nell'Allegato XI al T.U., risultano compresi *i lavori:*

*1. - che espongono ... a rischi di seppellimento o di sprofondamento a profondità superiore a m 1,5 o di caduta dall'alto da altezza superiore a m 2, se particolarmente aggravati dalla natura dell'attività o dei procedimenti attuati oppure dalle condizioni ambientali del posto di lavoro o dell'opera.*

...

*4. - in prossimità di linee elettriche aree a conduttori nudi in tensione.*  
*6. - in pozzi, sterri sotterranei e gallerie.*

Il PSC deve essere anche corredato da tavole esplicative di progetto, relative agli aspetti della sicurezza, comprendenti almeno una planimetria e, ove la particolarità dell'opera lo richieda, una tavola tecnica sugli scavi, un profilo altimetrico e una breve descrizione delle caratteristiche idrogeologiche del terreno o il rinvio alla relazione geotecnica/geologica, se già redatta.

Il dpcm 14/10/1997 N.412 riporta l'individuazione di attività lavorative comportanti rischi particolarmente elevati, e tra cui compaiono: *"... attività nel settore delle costruzioni edili o di genio civile e più in particolare lavori di costruzione, [...] scavi, [...]"*.

Le indicazioni tecniche per la protezione contro il rischio di seppellimento da adottare negli scavi vengono invece fornite nei 4 articoli del T.U. Tit. IV Capo II Sez. III Scavi e Fondazioni recepiti **dal d.p.r. n. 164 del 07/01/1956** Capo III - Scavi e fondazioni (ex-artt. 12-15):

- Art. 118. SPLATEAMENTO E SBANCAMENTO
- Art. 119. POZZI, SCAVI E CUNICOLI
- Art. 120. DEPOSITO DI MATERIALI IN PROSSIMITÀ DEGLI SCAVI
- Art. 121. PRESENZA DI GAS NEGLI SCAVI

In questi quattro articoli si ritrovano alcune prescrizioni, quale ad esempio la necessità di provvedere all'applicazione di armature di sostegno in scavo di pozzi e trincee più profondi di 1,5 m, ma non vengono specificate le caratteristiche di queste armature.

Inoltre, non vengono fornite indicazioni più dettagliate sulle dimensioni di "sicurezza" di uno scavo, in funzione delle caratteristiche del terreno.

Se da un lato le informazioni contenute nel T.U. sono di primaria importanza ai fini della sicurezza del cantiere in riferimento agli scavi ed al movimento terra, esse non possono costituire materia per l'approfondimento tecnico del tema degli scavi in quanto opere facenti parti dell'ingegneria civile, da studiare caso per caso in relazione all'importanza dell'intervento.

Le indicazioni specifiche per la progettazione geotecnica dei fronti di scavo (criteri generali di progetto e verifiche di sicurezza) le troviamo nel **cap. 06** delle **NTC 2008**. In particolare:

*"...il progetto deve tener conto dell'esistenza di opere e sovraccarichi in prossimità dello scavo, deve esaminare l'influenza dello scavo sul regime delle acque superficiali e deve garantire la stabilità e la funzionalità delle costruzioni preesistenti nell'area interessata dallo scavo;*

*per scavi in trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una armatura di sostegno delle pareti di scavo;*

*le azioni dovute al terreno, all'acqua e ai sovraccarichi anche transitori devono essere calcolate in modo da pervenire, di volta in volta, alle condizioni più sfavorevoli;*

*le ipotesi per il calcolo delle azioni del terreno e dell'armatura devono essere giustificate portando in conto la deformabilità relativa del terreno e dell'armatura, le modalità esecutive dell'armatura e dello scavo, le caratteristiche meccaniche del terreno e il tempo di permanenza dello scavo.”*

All'inizio di questo capitolo è stato citato il **dm 11 marzo 1988** con relativa Circolare del Ministero dei lavori Pubblici 24/09/88 n.30483 (*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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*), in quanto è stato ritenuto di notevole importanza per la corretta esecuzione di opere che prevedano l'apertura di scavi in condizioni di sicurezza.

Dalla lettura di questo decreto emerge l'importanza dello studio geologico e tecnico per tutte le opere; infatti la relazione geologica e la relazione geotecnica sono prescritte dal decreto in parola per la realizzazione di buona parte delle opere indicate nello stesso (lett. F, G, E, H, I, L, M, O). Per la realizzazione degli interventi di cui alle lettere C (opere di fondazione), D (opere di sostegno) ed N (drenaggi e filtri) è richiesta la relazione geotecnica.

La relazione geologica prende in esame ed interpreta tutte le operazioni conoscitive riguardanti i caratteri naturali e fisici dei terreni e delle rocce riferite ad una fase che precede la definizione dei parametri tecnici di progetto; definizione, quest'ultima, che compete alla relazione geotecnica.

Riguardo alle finalità ed ai contenuti della relazione geotecnica, questa ha lo scopo di definire il comportamento meccanico del volume di terreno che è influenzato, direttamente od indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che, a sua volta, condizionerà la staticità del manufatto stesso.

Ai fini della sottoscrizione dei relativi atti, il geologo ha la competenza per redigere la relazione geologica con le relative caratterizzazioni, oltre che a programmare ed interpretare le indagini geologico-tecniche necessarie.

Il Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988 è prettamente tecnico, e non specificamente riferito alla sicurezza dei lavoratori: il rispetto, però, delle semplici norme di buona tecnica qui indicate sarebbe sufficiente ad evitare buona parte delle situazioni di pericolo nei lavori di scavo.

Nel punto A.2 viene sottolineata l'importanza della conoscenza delle caratteristiche del terreno su cui si va ad intervenire:

*“Le scelte di progetto, i calcoli e le verifiche devono essere sempre basati sulla caratterizzazione geotecnica del sottosuolo ottenuta per mezzo di rilievi, indagini e prove.”*

Particolare attenzione sarà dedicata alle opere provvisorie, quali scavi con o senza armatura, opere di sostegno, procedimenti per abbassamenti della falda, ancoraggi, consolidamenti, ecc. Le opere provvisorie vanno progettate con criteri analoghi a quelli delle opere a carattere permanente. Per le opere di sostegno (punto D) è altrettanto importante la conoscenza del contesto in cui si colloca l'opera.

*“Il comportamento dell'opera di sostegno (D.2 Criteri di progetto), inteso come complesso struttura-terreno, deve essere esaminato tenendo conto della successione e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione e di eventuali materiali di riporto interessati dall'opera, delle falde idriche, del profilo della superficie topografica del terreno prima e dopo l'inserimento dell'opera ... “*

[...] omissis

*Deve essere verificata la stabilità dell'opera di sostegno e del complesso opera-terreno.”*

La conoscenza mitiga il rischio e permette di prevenirlo con azioni correttive opportune.

In particolare, al punto D.8:

**Armature per il sostegno degli scavi:** *“La verifica deve essere eseguita per scavi in trincea di profondità superiore ai 2 metri, nei quali sia prevista la permanenza di operai e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti. [...]. Le ipotesi per il calcolo delle azioni del terreno sull'armatura devono essere giustificate con considerazioni sulla deformabilità relativa del terreno e dell'armatura, sulla modalità esecutiva dell'armatura e dello scavo e sulle caratteristiche meccaniche del terreno e sul tempo di permanenza dello scavo.”*

È importante che queste valutazioni vengano inserite nell'ambito del piano di sicurezza.

Il punto G Stabilità dei pendii naturali e dei fronti di scavo prende in considerazione scavi di fondazioni, trincee stradali, canali, sbancamenti, ecc.:

*“I fronti di scavo indicati nella norma cui si riferiscono le presenti istruzioni, attengono ad esempio a scavi di fondazioni, trincee stradali, canali, ecc. Per i fronti di scavo in miniere e cave, si rimanda invece alla normativa specifica”.*

Per i **Fronti di scavo** (G.3) vengono prescritte indagini specifiche (indicate al punto G.2.2), che prevedono:

- un rilievo plano-altimetrico in scala adeguata ed esteso ad una zona sufficientemente ampia a monte e a valle del pendio stesso;
- lo studio geologico [...];
- lo studio geotecnico [...].

*“In merito alle indagini specifiche da svolgere si precisa che:*

- a) i rilievi topografici e lo studio geologico saranno estesi ad un'area più ampia di quella direttamente interessata ai lavori;
- b) le indagini geotecniche in sito saranno volte a riconoscere la costituzione del sottosuolo ed a determinare i valori della pressione dell'acqua interstiziale e nelle discontinuità. La profondità delle esplorazioni sarà stabilita in relazione a quella dello scavo, avendo cura di estendere l'indagine a monte del previsto ciglio ed al di sotto della quota di fondo scavo”.

In conclusione, dalla lettura di questo Decreto emerge l'importanza dell'acquisizione di dati sulle peculiarità del terreno su cui si andrà ad intervenire con la realizzazione dell'opera (anche il semplice scavo): la risposta del terreno a seguito dell'interazione può essere conosciuta e quindi prevista; ciò è di fondamentale importanza ai fini della sicurezza di chi verrà ad operarvi.

## Capitolo III

# Tipologie di opere

### Introduzione

Molte opere di ingegneria civile ed industriale prevedono lavori di scavo e movimentazione di terre e rocce, come attività preliminari o come parti integranti della realizzazione delle opere stesse.

Per tale ragione è importante affrontare correttamente la pianificazione della sicurezza in questo sottoinsieme delle attività di ingegneria.

Nella maggior parte dei casi, gli eventi infortunistici sono causati da procedimenti e/o comportamenti improntati alla scarsa o superficiale attenzione. Si è portati a considerare ininfluenti le dinamiche della meccanica delle terre e delle rocce in operazioni che, spesso ritenute “semplici”, vengono effettuate senza la previsione e l’adozione delle misure necessarie per la sicurezza degli operatori, sia passiva che attiva.

Abbiamo visto, infatti, dall’analisi dei dati statistici, quanto grave sia il bilancio di siffatti eventi. Molto spesso vi sono responsabilità progettuali, ma anche di carattere economico-finanziario (quando, ad esempio, il ribasso d’asta provoca tagli a discapito della sicurezza), realizzative, nonché di verifica e di controllo.

In quest’ottica, di seguito si indicano le principali tipologie di tali opere.

### Scavi per opere di fondazione

Ci si riferisce in particolare agli scavi a cielo aperto ed a sezione obbligata con pareti verticali o subverticali, eventualmente effettuati in luoghi già abitati (aree urbane, centri storici).

Tali ambiti operativi sono generalmente caratterizzati da ampie superfici di impronta, dislivelli a luoghi notevoli, assenza di vie di fuga, problemi di drenaggio dell’acqua e notevole sviluppo delle pareti di taglio.



Tra i principali fattori di rischio, quindi, oltre alla pericolosità conseguente all'alterazione dell'equilibrio statico del sito (cedimenti e rigonfiamenti, tenuta delle pareti, ecc.), sono da citare anche circostanze aggravanti, quali falde acquifere e circolazione di fluidi, accumuli di materiali sul ciglio, vibrazioni, presenza sul fondo dello scavo di armature, casseforme.

### **Costruzioni idrauliche e posa sottoservizi**

Si tratta di scavi a sezione obbligata, con notevole sviluppo longitudinale, di profondità in genere non elevata e con possibile disomogeneità litologica e strutturale dei terreni attraversati.

Tali contesti sono caratterizzati da spazi spesso ristretti e pertanto si configurano come ambiti operativi angusti.



Foto: ing. R. Chirulli ([www.chirulli.it](http://www.chirulli.it); [www.nodig.it](http://www.nodig.it))

Tra i principali fattori di rischio, oltre a quanto indicato nel paragrafo precedente, sono da menzionare:

- posizionamento disordinato di utensili sui bordi;
- vibrazioni dovute a utensili e macchine operatrici, quali martelli pneumatici, gru, paranchi e scavatrici;
- presenza di mezzi d'opera nei dintorni.

## Costruzioni stradali e ferroviarie

In tale ambito esiste una notevole variabilità nella tipologia dei lavori di taglio, scavo e sagomatura dei versanti, anche in funzione dell'assetto plano-altimetrico (gallerie, ponti ecc.), dell'antropizzazione del territorio e delle opere previste lungo il tracciato (ad es. passanti stradali e ferroviari sotterranei, incassati o sopraelevati).





Questi lavori sono caratterizzati, oltre che dai parametri di rischio citati nei casi precedenti, anche dalla pericolosità spesso connessa a dislivelli elevati. Lungo i tracciati e trasversalmente ad essi si possono presentare problemi di stabilità dei versanti a causa della variabilità composizionale e strutturale dei terreni, in termini di comportamenti fisico-meccanici, anche in relazione all'idrogeologia ed all'idrografia degli spazi interessati dall'intervento.

## Capitolo IV

# Caratteristiche dei terreni e problemi di instabilità

### Introduzione

Alla luce di quanto sopra accennato, dunque, non soltanto per la scelta ed il corretto dimensionamento delle opere a farsi, ma anche ai fini della sicurezza è di fondamentale importanza conoscere preliminarmente e dettagliatamente le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati dai lavori descritti nel capitolo precedente.

Per questo motivo andremo a rivedere, per sommi capi, le peculiarità geotecniche dei materiali, da cui dipendono in massima parte le condizioni di “tenuta” delle pareti di scavo e che costituiscono il principale fattore predisponente a possibili fenomeni di instabilità.

Per definire le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni attraverso parametri geotecnici esistono varie classificazioni tecnico-scientifiche riconosciute da decenni a livello internazionale, quali ad esempio: *Bureau of Reclamation and Engineers Corps* degli Stati Uniti d’America (“Soil Mechanics, SI version”, Lambe and Whitman MIT 1979), HRB-AASHTO od anche la CNR UNI 10006 del 1963.

Il comportamento meccanico d’insieme di ciascun terreno si può valutare dal livello e tipo di coesione ( $c$ ) che caratterizza le sue componenti. Infatti, la coesione di un terreno (normalmente espressa in kPa) è la capacità di resistere a sforzi di trazione.

Dal punto di vista pratico-descrittivo ed in accordo con la letteratura specialistica, è possibile operare una prima distinzione tra *rocce* propriamente dette e *terre*; il secondo gruppo rappresenta quello di maggiore interesse ai fini del presente lavoro, in quanto gran parte delle opere cui ci si riferisce interferiscono con materiali incoerenti e/o con la porzione superficiale più degradata di ammassi rocciosi (pertanto spesso allo stato detritico-sciolto).

### Rocce

Sono insiemi di minerali che si sono generati in ambienti primari termodinamicamente definiti e molto diversi dagli attuali contesti di rinvenimento,

ovvero aggregati di minerali secondariamente associatisi in ambienti a prevalente azione fisico-chimica e meccanica.

## Rocce coerenti

Trattasi di materiali tenaci ed a comportamento lapideo, massicci o in strati, che hanno elevata coesione (compresa tra 5 e 10 MPa) e pertanto notevole resistenza meccanica.



Gli elementi costituenti possono essere più o meno cementati tra loro ed il materiale, se isolato in campioni, conserva le medesime caratteristiche chimiche, fisiche e geometriche, anche dopo prolungata immersione in acqua. Gli ammassi rocciosi presentano una notevole resistenza all'abbattimento, buone caratteristiche di tenuta e risposta con stile rigido alle sollecitazioni. Le caratteristiche meccaniche possono essere inficiate dalla presenza di discontinuità strutturali (giunti di strato, fratture, diaclasi, ecc.). Non sono applicabili alle rocce così definite le prove per la determinazione dei limiti di Atterberg, di cui si dirà in seguito.

## Rocce semicoerenti

Comprendono litologie ad elevata scistosità e preponderante presenza di minerali del gruppo dei fillosilicati, quali le *marne*, oppure caratterizzate da un elevato grado di suddivisione dovuto ad intensa fratturazione per domini di elementi strutturali sovrapposti ed intersecanti, originatisi a seguito di complesse vicissitudini geologiche subite nel tempo dai materiali stessi; nel gruppo si ineriscono anche i *terreni clastici* debolmente cementati e con bassa resistenza meccanica (c compresa tra 0,1 e 5 MPa), che però rimane costante anche dopo immersione in acqua per lungo tempo.



## Rocce pseudocoerenti

Sono composte in prevalenza da argilla, detriti in matrice argillosa o sottili strati lapidei alternati con argilla; se asciutti, si comportano da semicoerenti, ma arrivano fino allo stato liquido, man mano che aumenta il loro contenuto in acqua.



Questi materiali, dunque, impongono approfondite verifiche preliminari, per poterne valutare il comportamento futuro, in quanto sono suscettibili di variazioni significative al variare delle pressioni neutre (acqua di ritenzione) al loro interno.

## Terre

Sotto tale denominazione si raggruppano usualmente le rocce incoerenti ed i terreni di riporto.

Nel caso di materiali sciolti costituenti un terreno, è agevole ottenere indicazioni sulle proprietà geotecniche dello stesso mediante analisi speditive, quali i limiti di Atterberg (limite di liquidità LL, di plasticità LP, di ritiro LW).

Dalla determinazione di questi parametri sono derivabili, con semplici calcoli, gli indici di consistenza IC, di liquidità IL, di plasticità IP ed il coefficiente di attività A. Tutti questi indici sono molto utili per la definizione aritmetica e grafica dello stato di un terreno, ed anche per poterlo classificare dal punto di vista comportamentale.

## Terre a comportamento granulare

Nell'ambito di questa ulteriore categoria sono classificabili le *sabbie* ed i *materiali clastici* fino alle *ghiaie*, contraddistinti da reazioni agli sforzi di taglio imputabili essenzialmente alla resistenza per attrito interno, ossia alle forze di attrito che si generano in corrispondenza delle superfici di contatto tra i granuli.

## Terre a comportamento coesivo

Le terre a forte componente argillosa sono invece dette a comportamento coesivo, analogamente alle rocce pseudocoerenti, poiché le loro caratteristiche meccaniche sono essenzialmente condizionate dalla coesione esistente fra le particelle di natura argillosa. In questo caso, il valore della coesione può variare da 10 KPa a 0.5 Mpa.

Le forze in gioco sono dovute all'attrazione elettrostatica tra gli elementi lamellari costituenti il materiale argilloso; all'aumentare del contenuto d'acqua e, quindi, della pressione interstiziale o neutrale, la struttura flocculare diviene instabile e pertanto si riduce sensibilmente la compattezza della massa pelitica, che assume un comportamento plastico, fino a fluido-viscoso.

## Meccanica dei terreni

### Tenuta dei fronti di scavo

La capacità della parete di scavo di autosostenersi in assenza di opere di stabilizzazione deve essere valutata in sede progettuale in modo rigoroso; è necessario quindi effettuare tutte le indagini preliminari di natura geologica e geotecnica e le relative elaborazioni, cui si è già accennato nei capitoli precedenti.

Infatti, è possibile dare allo scavo un'inclinazione (definita Inclinazione di sicurezza, scarpa, angolo di scarpa) tale per cui essa risulti stabile **nel breve periodo** e non vi sia pericolo di crollo.

Detta inclinazione di sicurezza è determinata dalle caratteristiche della parete di scavo; tra quelle di maggiore interesse vanno ricordate:

- le condizioni geologiche (presenza di discontinuità quali, ad esempio, fratture e/o intercalazioni di livelli litologicamente differenti) e idrogeologiche (eventuale presenza e condizioni di circolazione delle acque sotterranee);

- le caratteristiche geometriche (altezza);
- le caratteristiche geomeccaniche della roccia (angolo di attrito interno, coesione);
- le condizioni al contorno dello scavo (presenza di sovraccarichi in prossimità della parete di scavo, quali costruzioni, edifici, ecc.).

Le metodiche di valutazione della stabilità di un versante (sia esso naturale o artificiale) tengono conto di questi fattori. In via del tutto preliminare si può comunque evidenziare che:

- la presenza di discontinuità (fratture, diaclasi, giunti, ecc.) agisce a sfavore della stabilità;
- le condizioni di saturazione del terreno diminuiscono il valore della resistenza interna del materiale;
- la presenza di falde idriche sospese nell'ambito del versante, analogamente alla presenza di costruzioni o ingombri di qualsivoglia natura in prossimità del limite della parete di scavo, costituiscono sovraccarichi che agiscono a sfavore della stabilità;
- l'aumentare dell'altezza agisce a sfavore della stabilità;
- all'aumentare dell'angolo di attrito interno del materiale e della sua coesione aumenta l'angolo di scarpa e, conseguentemente, la stabilità del versante. Nel caso limite, di seguito illustrato, di pareti verticali in terreni coesivi entra in gioco quale fattore preponderante nel determinare la stabilità dello scavo, l'altezza dello stesso.

Fatta salva l'importanza di una attenta valutazione in sede progettuale, in via del tutto orientativa, è possibile ottenere una indicazione dell'ordine di grandezza dell'angolo di scarpa attraverso alcuni diagrammi speditivi.

## Valutazione delle condizioni di stabilità dei terreni

Si riportano alcuni esempi applicativi, con riferimento alla diversità intrinseca del tipo di terreno dove dovrà essere effettuato lo scavo.

### **Terreni granulari (non coesivi)**

La stabilità in questi terreni dipende direttamente dalle caratteristiche geotecniche e può essere ricondotta, indipendentemente dall'altezza dello scavo, al valore dell'angolo di attrito interno del materiale non coesivo.

Definito il *Fattore di Sicurezza* (FS) di una parete di scavo come:

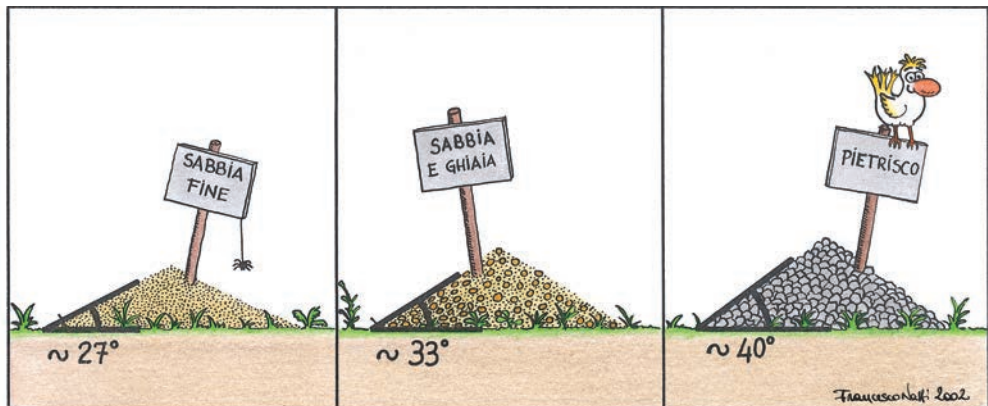
$$FS = \operatorname{tg} \phi / \operatorname{tg} \beta$$

dove:

$\phi$  = angolo di attrito interno del materiale

$\beta$  = inclinazione della parete di scavo

per valori di FS maggiori o uguali a 1 lo scavo può essere considerato stabile, in assenza di significative variazioni delle condizioni al contorno.





## Terreni coesivi

Nei terreni coesivi si può superare l'inclinazione dell'angolo d'attrito, in virtù della maggiore resistenza interna del materiale, per la presenza di forze di coesione tra le particelle. Anzi, queste condizioni vengono convenzionalmente definite mediante le notazioni " $\phi = \phi_u = 0$ ;  $c = c_u > 0$ ", per indicare che il terreno reagisce alle tensioni indotte principalmente grazie alla coesione interna, poiché le forze di attrito potrebbero risultare del tutto inibite dalle sovrappressioni neutre.



Ciò risulta particolarmente evidente nei terreni argillosi, dove è possibile, per un tempo limitato, realizzare pareti verticali in grado di autosostenersi. In tal caso il fattore di controllo della stabilità è costituito dall'altezza della parete verticale.

Tale valore può essere velocemente calcolato con la seguente relazione:

$$H_c = 4 c / \gamma_n$$

dove:

$H_c$  = altezza critica

$c$  = coesione

$\gamma_n$  = densità naturale del terreno.

### Terreni dotati di attrito e coesione

Nel caso più generale, in cui la reazione dei terreni è funzione sia dell'attrito interno che della coesione, è possibile ricorrere ad uno strumento definito "Curve di Taylor".

Il valore della scarpa e della relativa altezza critica dello scavo possono essere ricavati con l'ausilio del grafico di seguito illustrato, che pone in relazione l'angolo di scarpa con un coefficiente adimensionale  $N_s$  (Fattore di Stabilità) in dipendenza dei valori dell'angolo di attrito interno ( $\phi$ ) del materiale.

Il Fattore di Stabilità  $N_s$ , in tal caso correlato al valore approssimativo dell'angolo di attrito interno del terreno, permette di risalire all'altezza critica dello scavo, ossia alla massima altezza consentita con un determinato angolo di scarpa ( $\beta$ ), secondo la relazione:

$$H_c = N_s c / \gamma_n$$

dove:

$c$  = coesione del materiale;

$\gamma_n$  = densità naturale del materiale;

$H_c$  = altezza critica dello scavo.

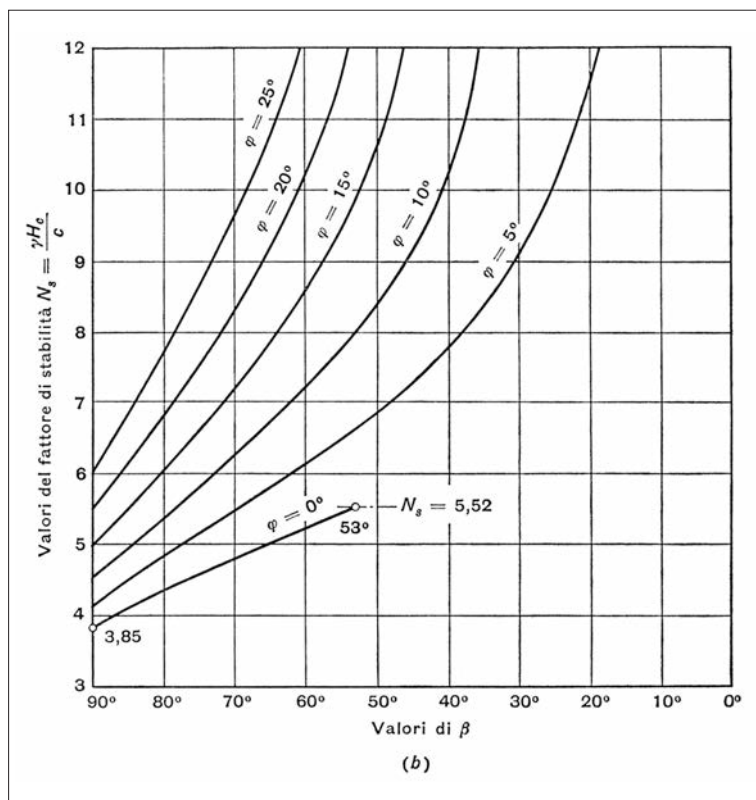


Grafico tratto dal libro: *Geotecnica*, Terzaghi-Peck, ed. UTET

In altri termini, con tale grafico è possibile verificare speditivamente la stabilità a breve termine di una parete di taglio, note le principali caratteristiche geotecniche dei materiali.

Si rileva come il caso particolare, relativo ai terreni solo coesivi ( $\phi = 0^\circ$ ), di una parete verticale ( $\beta = 90^\circ$ ) porta a determinare sul grafico un valore di  $N_s$  pari a 3,85 ossia prossimo a 4, di cui all'esempio del paragrafo precedente.

## Capitolo V

# Fattori organizzativi

### Procedure preliminari allo scavo

Prima di avviare le operazioni di scavo, l'impresa deve procedere ad una serie di attività preliminari, come evidenziato in precedenza, per le quali innanzitutto occorrerà:

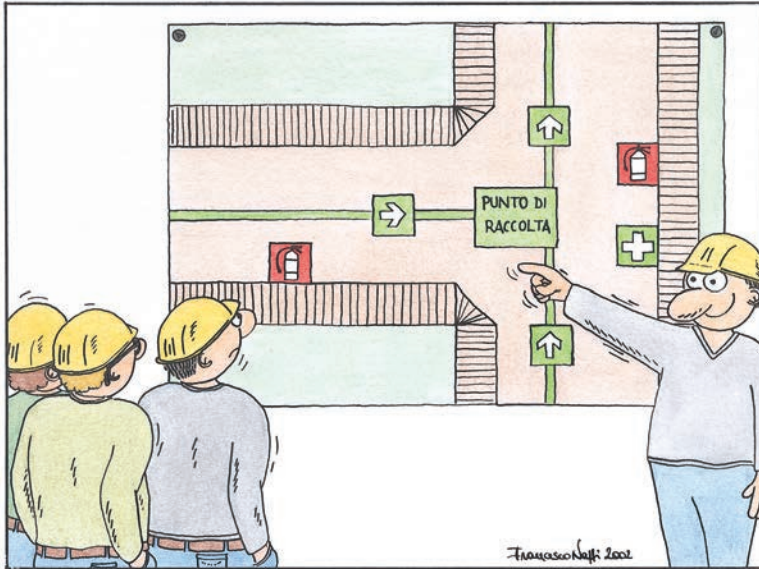
- effettuare un sopralluogo per individuare:
  - l'esatta collocazione di tutte le utenze sotterranee del luogo di scavo;
  - le condizioni ambientali (edifici, strade, alberi ecc.) che possono determinare situazioni di rischio;
- valutare l'effettivo rischio specifico riferito a:
  - possibili situazioni legate a fattori ambientali ed umani;
  - presenza di atmosfere pericolose o presunta mancanza di ossigeno nello scavo;
  - presenza di canalizzazioni di servizi;
  - condizioni difficoltose di accesso ed uscita dallo scavo;
- redigere un piano operativo di sicurezza specifico (Titolo IV D. lgs. 81/08 e s.m.i.);
- stilare, ove previsto, un apposito progetto per le armature di sostegno (Titolo IV D. lgs. 81/08 e s.m.i.);
- programmare un piano di formazione, informazione e addestramento per i lavoratori (D. lgs. 81/08 e s.m.i.).

### Gestione della sicurezza e delle emergenze

Il datore di lavoro, prima dell'inizio dell'attività di scavo, deve predisporre un piano per la gestione di eventuali situazioni di emergenza connesse alle peculiarità del cantiere.

È importante che le indicazioni da seguire in caso di emergenza siano immediatamente visibili e di facile comprensione.

Per la gestione di eventuali emergenze devono anche essere individuati sia il responsabile che la relativa "squadra" (D. lgs. 81/08 e s.m.i.).



## Dispositivi di protezione individuale

Il datore di lavoro deve mettere a disposizione dei lavoratori i dispositivi di protezione individuali (DPI) idonei e controllare che gli stessi li utilizzino, così come previsto dalla normativa in vigore (titolo 3, Capo II, artt. 74-79 e All. VIII del D. lgs. 81/08 e s.m.i.).

I dispositivi di protezione individuali da fornire ai lavoratori sono:

- elmetto;
- scarpe con suola imperforabile e punte in acciaio;
- guanti;
- indumenti di protezione contro le intemperie;
- indumenti fosforescenti in caso di scarsa visibilità;
- occhiali di protezione in caso di proiezione di schegge o frammenti.

Eventualmente si provvederà a fornire anche:

- mascherine antipolvere di modello adeguato al rischio (di carta per le polveri grossolane e/o non specificamente classificate, con filtro tipo P3 per silice o fibre);
- autorespiratori d'emergenza in caso di lavori in pozzetti, canali e vani sotterranei nell'ambito della rete fognaria;
- protettore auricolare in caso di utilizzo di utensili pneumatici;

- cinture di salvataggio da prevedersi nel caso di attività in pozzi o canalizzazioni profonde.



## Formazione, informazione e addestramento del personale

Il personale addetto allo scavo, prima dell'inizio dei lavori, deve ricevere appropriata formazione, informazione e addestramento sulle tecniche di lavorazione adottate, sui sistemi di protezione individuali e collettivi e sulle procedure di sicurezza e di soccorso da seguire in caso di emergenza.

Tali attività vanno ripetute ogni qualvolta un controllo interno, da parte del responsabile dei lavori o da parte delle autorità di vigilanza, evidenzia una carenza di conoscenza delle procedure o in seguito all'introduzione di nuove attrezzature di lavoro, di nuove tecnologie, di nuove sostanze e preparati pericolosi.

L'avvenuta formazione deve essere annotata in un apposito registro con la specificazione del programma svolto, della data degli interventi, dei nominativi dei formatori e dei lavoratori partecipanti.

L'intervento formativo per gli addetti ai lavori di scavo deve almeno prevedere:

- le tecniche di lavorazione da seguire durante lo scavo;
- l'uso dei dispositivi di protezione individuale;
- le procedure da seguire in presenza di atmosfere pericolose;
- le procedure di emergenza e le tecniche di primo soccorso.

Il responsabile tecnico preposto all'attività degli scavi dovrà assicurare, giornalmente, che le condizioni del luogo di lavoro garantiscano la sicurezza dei lavoratori.

## Controlli ed ispezioni interne

### Domande di controllo

Per garantire la sicurezza dei lavoratori, il responsabile tecnico dei lavori di scavo deve verificare, durante la prima e le successive visite al cantiere, l'adeguatezza delle misure di sicurezza approntate con riferimento alle seguenti domande:

1. Il lavoro riguarda una trincea o uno scavo a cielo aperto?
2. Lo scavo è profondo più di 1,5 metri?
3. Nello scavo vi è presenza di acqua?
4. Nello scavo sono presenti adeguati mezzi per l'ingresso e l'uscita dei lavoratori?
5. Sono presenti passerelle della giusta larghezza e dotate di parapetti per attraversare lo scavo?
6. È presente traffico veicolare nelle immediate vicinanze dello scavo?
7. Sono presenti edifici in prossimità dello scavo?
8. I mezzi di scavo sono dotati di segnali acustici di avviso?
9. È presente un tecnico competente durante i lavori?
10. Sono previste procedure per l'individuazione di sostanze pericolose dentro lo scavo?
11. È stato determinato il tipo di terreno di scavo da parte di un tecnico competente?
12. Il terreno di scavo è posto ad una distanza di almeno 1 metro dal bordo di quest'ultimo?
13. Nel caso in cui si usino scale a mano quale mezzo per uscire dallo scavo, queste sono raggiungibili entro un raggio di 10 metri?
14. È presente la documentazione di precedenti visite di controllo fatte allo scavo in oggetto?

## Raccomandazioni importanti

Per la particolare pericolosità dei lavori di scavo, il responsabile tecnico, durante i controlli, dovrebbe avere cura di rinnovare le seguenti importanti raccomandazioni che costituiscono una buona base culturale per prevenire il verificarsi del rischio:

1. nessuno può stabilire con assoluta certezza che uno scavo sia sicuro e che non occorra predisporre alcun tipo di armatura;
2. infortuni mortali o estremamente gravi si possono verificare anche se il lavoratore non è completamente sommerso dal terreno. Lavoratori seppelliti solo fino alla cinta sono purtroppo deceduti in conseguenza della forte pressione esercitata sul corpo dal terreno;
3. gli scavi eseguiti vicino a precedenti scavi sono particolarmente pericolosi in quanto il terreno possiede scarsa compattezza;
4. la presenza di acqua aumenta la possibilità che lo scavo possa franare. L'incremento della pressione dell'acqua nel terreno può essere il fattore determinante per eventuali smottamenti delle pareti di scavo;
5. l'argilla può essere estremamente pericolosa se asciugata dal sole. Grandi blocchi di terreno possono franare dalle pareti della trincea dopo essere stati stabili per lunghi periodi di tempo;
6. le pareti gelate di uno scavo non devono essere considerate come alternative alle strutture di sostegno;
7. lo scavo deve essere considerato alla stregua di uno spazio confinato in cui controllare e verificare che i lavoratori non siano esposti a sostanze pericolose;
8. le strutture di sostegno degli scavi devono sempre tener conto dei carichi addizionali determinati dal peso del terreno accumulato ai bordi della trincea, del traffico veicolare, di altre strutture adiacenti, ecc;
9. quando un lavoratore o una parte di una macchina o attrezzatura edile si trova ad una distanza inferiore a 3 metri da una linea elettrica interrata o aerea, occorre contattare l'azienda erogatrice al fine di poter proseguire i lavori;
10. le opere di sostegno vanno sempre realizzate secondo gli schemi predisposti dal responsabile tecnico competente;
11. i montanti, pannelli, puntoni utilizzati per le opere di sostegno devono sempre essere dimensionate in funzione delle condizioni del suolo, della profondità e della larghezza della trincea, nonché delle condizioni specifiche di carico presenti;
12. nessun lavoratore deve operare in trincea al di fuori dell'armatura di sostegno.





## Capitolo VI

# Fattori ambientali

### Introduzione

In base a quanto esposto nel precedente capitolo, prima di iniziare i lavori, il responsabile tecnico dell'attività dovrà effettuare un'attenta analisi della zona di scavo al fine di individuare tutte le misure di sicurezza da porre in essere. Il tecnico utilizzerà in questa fase il piano di sicurezza predisposto, ove previsto, e comunque dovrà tenere conto dei diversi fattori ambientali (naturali e/o antropici) di seguito elencati.



## Condizioni meteorologiche

Le caratteristiche di tenuta del terreno possono variare in rapporto alle condizioni atmosferiche, che modificano il contenuto di acqua e di aria presenti nel terreno stesso.

Le prescrizioni individuate nel piano di sicurezza devono essere verificate alla luce dell'effettiva situazione meteorologica: piogge persistenti, gelo, prolungata siccità, presenza di acqua nello scavo, ecc. Ad esempio, in presenza di terreno gelato, non potendo verificare preliminarmente l'effettiva compattezza del terreno, si devono predisporre comunque le relative misure di protezione.



Stesse precauzioni vanno prese in presenza di alternanza di cicli di gelo e disgelo che influiscono negativamente sulle forze di coesione.

Occorre inoltre tenere ben presente che condizioni climatiche severe (forte umidità, caldo torrido, siccità) incidono negativamente su tutte le attività svolte dai lavoratori nell'ambito dello scavo, causando stress psicofisico e pericolosi cali di attenzione.



## Scavi in presenza di acque

Qualora negli scavi ci sia o possa verificarsi un accumulo di acqua, le precauzioni da prendere variano in funzione della situazione specifica e possono prevedere:

- armature particolari per evitare franamenti delle pareti dello scavo;
- sistemi adeguati per l'eliminazione delle acque o per il controllo del livello;
- uso di opportuni dispositivi di protezione individuali.

Se lo scavo interrompe il naturale drenaggio del terreno, ove ciò sia possibile, occorre predisporre canalizzazioni e/o barriere o altri mezzi adeguati per impedire l'allagamento dello scavo.

Per la captazione preventiva delle acque di falda, che potrebbero invadere la superficie di splateamento o il fondo di trincee, si possono utilizzare i *well points*, particolari tipi di pompe autoadescanti che aspirano acqua dal suolo mediante punte filtranti infisse a percussione.

In ogni caso, ogni qual volta si ravvisi il rischio di presenza d'acqua, unitamente a difficoltà di drenaggio a gravità, sarà indispensabile prevedere l'impiego di sistemi di pompaggio carrellati di adeguata portata, possibilmente azionati da motori diesel.

Nell'eventualità di allagamento dell'area di scavo occorre attivare la procedura di emergenza, con la sospensione dei lavori, l'immediato allontanamento dei lavoratori e l'attivazione dei sistemi di smaltimento delle acque da parte degli addetti all'emergenza.

Dopo l'intervento della squadra di emergenza, i lavori potranno riprendere solo successivamente alla verifica effettuata da un tecnico competente.

## Presenza di canalizzazioni di servizio

La presenza di reti di servizio può provocare gravi incidenti quando si fa uso di utensili o macchine di scavo, ossia nella quasi totalità dei contesti operativi presi in considerazione.

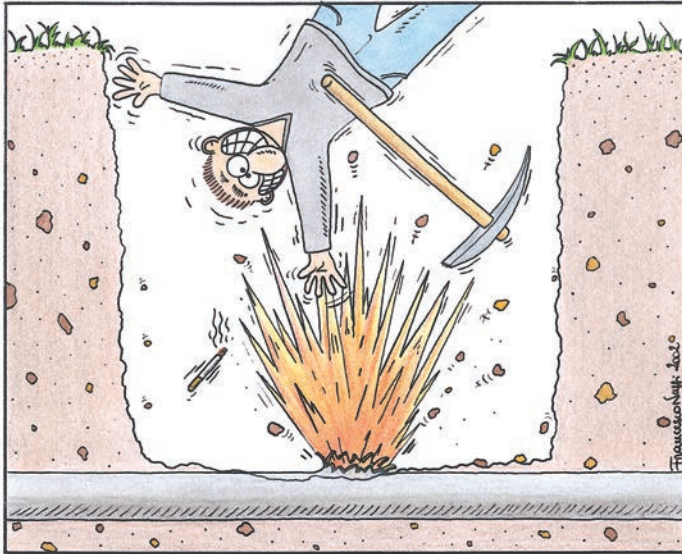
Nel caso specifico in cui i lavori di scavo debbano essere effettuati in prossimità di linee elettriche sia sotterranee che aeree, occorre comunicarlo all'azienda erogatrice di energia elettrica e ottenere le necessarie autorizzazioni.

Pertanto, lo scavo deve essere avviato solo quando le aziende di servizio hanno comunicato l'effettiva collocazione delle canalizzazioni (energia elettrica, gas, acqua, telecomunicazioni, ecc.).

Quando non è possibile stabilire l'esatta posizione delle canalizzazioni, neanche mediante sistemi elettronici di rilevazione, il lavoro deve essere svolto con cautela e, quando possibile, con scavo manuale.

Per garantire la salubrità dell'aria nella trincea e la sicurezza dei lavoratori dal rischio incendio o esplosione, si dovrà disporre all'occorrenza di strumenti di rilevazione di gas nocivi o esplosivi.

Se in fase di lavorazione si danneggiano cavi, canali, ecc., i lavoratori devono allontanarsi rapidamente dalla zona di scavo e il responsabile tecnico è tenuto ad avvertire immediatamente le aziende di servizio e sospendere il lavoro fino al sopralluogo di controllo effettuato dalle stesse aziende fornitrici.



Successivamente, onde proseguire i lavori di scavo in sicurezza, tutte le canalizzazioni sotterranee individuate dovranno essere protette da barriere, schermi e quant'altro occorra per non danneggiarle.

### Scavi in prossimità di strutture edilizie esistenti

Quando la stabilità di edifici adiacenti, muri o altre strutture può essere compromessa dalle operazioni di scavo, occorre predisporre opportuni sistemi di protezione quali armature, puntelli, ecc., che garantiscano sia la sicurezza dei lavoratori addetti che la stabilità delle strutture stesse.

In via generale non deve essere consentito lo scavo sotto il livello di fondazione delle strutture edilizie o di muri di sostegno, quando ciò possa comportare situazioni di rischio.

Tali lavori si possono effettuare quando:

- viene realizzato un sistema di supporto o di puntellamento in grado di garantire la sicurezza dei lavoratori e la stabilità della struttura adiacente;
- lo scavo interessa una roccia stabile;
- un tecnico competente certifichi, sulla base di uno studio geotecnico, che lo scavo è a una distanza tale da non comportare rischi alla stabilità delle strutture adiacenti.

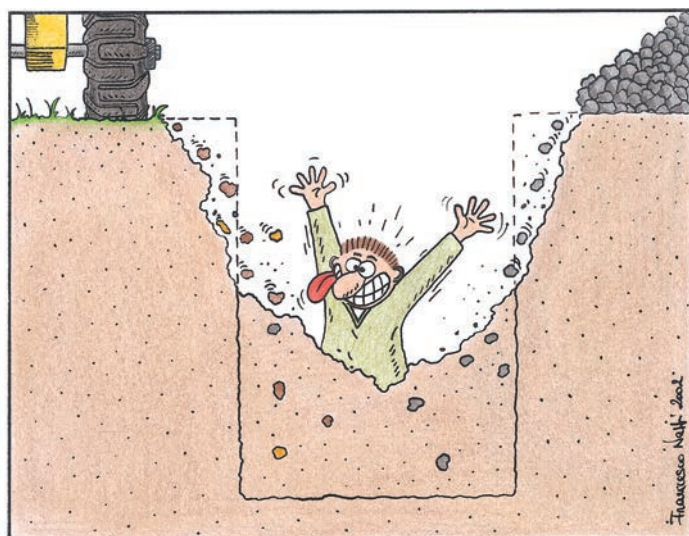
Le stesse considerazioni vanno fatte quando si realizzano scavi sotto marciapiedi, pavimenti, ecc.

## Rischi per la caduta di detriti

I lavoratori che operano all'interno dello scavo devono essere sempre protetti dalla possibile caduta di terreno, detriti o pezzi di roccia che si possono staccare dalle pareti dello scavo stesso.

Un'adeguata protezione può essere realizzata con la rimozione di tutte le parti instabili delle superfici di scavo e con la predisposizione di barriere protettive sufficienti a fermare e contenere il materiale (reti di trattenuta, *spritz beton* o altri sistemi di protezione equivalenti).

Per prevenire la caduta di arnesi e di detriti, occorre che il materiale di scavo e le relative attrezzature siano collocate almeno ad 1 metro di distanza dal ciglio dello scavo stesso. Qualora questo non sia possibile, si devono installare barriere e parapetti adeguati.



Per quanto riguarda il materiale accumulato, la distanza di 1 metro dal bordo dello scavo va misurata dalla base del deposito di terreno e non dalla cima dello stesso. Ove possibile, il terreno di risulta dovrebbe essere disposto in modo tale da rappresentare una barriera all'ingresso dell'acqua piovana nello scavo.

In presenza di materiale di stoccaggio necessario per i lavori, occorre verificare che lo stesso non determini instabilità dello scavo o renda insufficienti i sistemi di protezione predisposti.

I bordi superiori dello scavo devono essere, per quanto possibile, tenuti puliti

e sgombri e, in caso di pioggia, protetti con teli impermeabili atti a evitare gli effetti erosivi dell'acqua piovana.

## Rischi da polveri ed altre sostanze aerodisperse

La presenza di polveri, di sostanze e di minerali fibrosi pericolosi deve essere rilevata in fase di indagine geologica preliminare all'attività di scavo.

### Polveri e fibre pericolose

In generale, durante i lavori è sempre opportuno limitare il più possibile la diffusione della polvere bagnando, ove necessario, le superfici di scavo e i percorsi dei mezzi meccanici.

Inoltre, si deve provvedere a raccogliere ed eliminare, con procedure e attrezzature appropriate, le polveri e le fibre dannose che si sono depositate nello scavo.

Quando non è possibile contenere completamente la polverosità durante i lavori di scavo, si dovrà limitare l'esposizione dei lavoratori riducendo le ore di attività nelle mansioni a rischio con rotazione del personale.

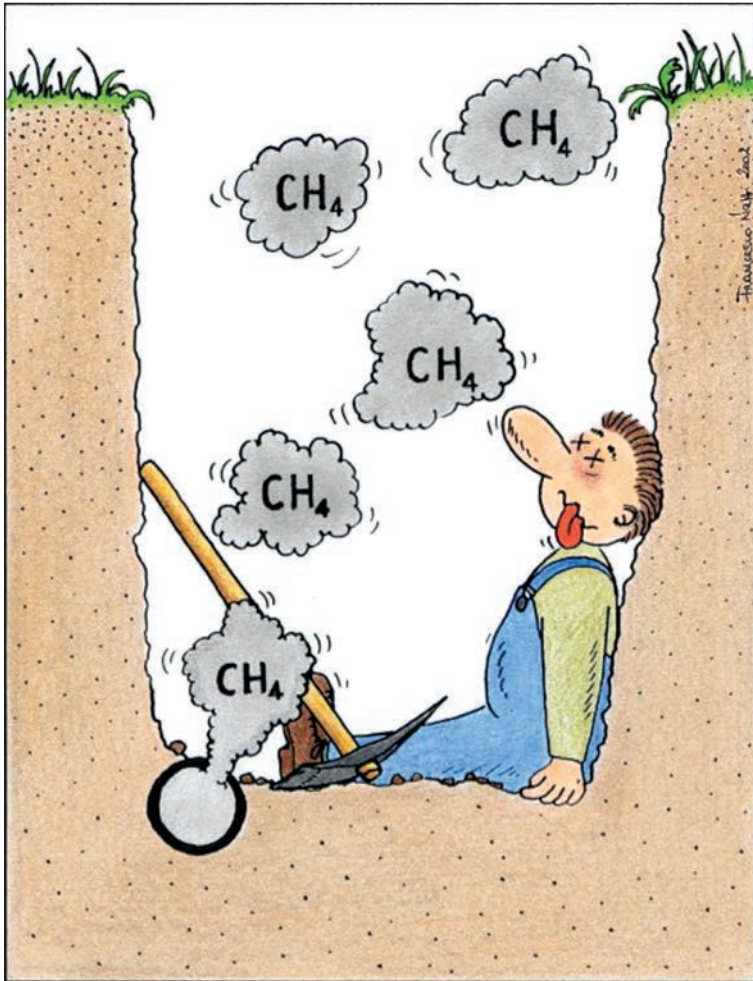
In presenza di una quantità di polvere che superi i limiti tollerati, i lavoratori devono essere forniti di appositi DPI e sottoposti a sorveglianza medica.

In presenza di fibre pericolose, al fine di evitare contaminazioni dell'ambiente di vita, il lavoratore deve prestare particolare attenzione alla cura dell'igiene personale alla fine del turno prima di lasciare il cantiere.

### Presenza di gas negli scavi (Art. 121 TU)

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.





Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o la irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare una efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di idonei dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie (autorespiratori), ed essere muniti di idonei dispositivi di protezione individuale collegati ad un idoneo sistema di salvataggio, che dev'essere tenuto all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas.

Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori

nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata una efficace e continua aerazione.

Quando si sia accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

Nei casi pericolosi i lavoratori devono essere abbinati nell'esecuzione dei lavori.

Qualora nello scavo siano previsti lavori di saldatura elettrica oppure di cattramatura, i lavoratori addetti dovranno essere sottoposti a visita medica di idoneità e a sorveglianza sanitaria.

## **Cosa fare nelle situazioni di rischio**

Per prevenire, dentro lo scavo, situazioni di rischio connesse al microclima inaccettabile o alla presenza in eccesso di sostanze pericolose, si riportano di seguito alcune importanti norme da tenere sempre presenti:

- in carenza di ossigeno (atmosfera con contenuto di ossigeno al di sotto del 19,5%) o in presenza di sostanze pericolose, è necessario effettuare i necessari controlli prima che i lavoratori entrino nello scavo;
- quando ritenuto necessario, i lavoratori devono essere dotati di autorespiratori o di equivalenti sistemi di ventilazione;
- in presenza di rischio dovuto a gas infiammabili occorre attivare un sistema di ventilazione adeguato contro la pericolosità connessa alla concentrazione;
- per accertare i livelli di contaminanti di qualsiasi genere dentro lo scavo, i relativi test devono essere fatti e ripetuti con frequenza tale da assicurare nel tempo le condizioni di sicurezza;
- l'equipaggiamento di emergenza deve essere costantemente controllato, testato e rapidamente disponibile.

Specifiche norme per la qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi operanti in ambienti sospetti di inquinamento o confinati sono state introdotte con il d.p.r. 177 del 2011 ad incremento della tutela della salute e sicurezza dei lavoratori.

L'art. 3 c. 3 del d.p.r. stabilisce che durante tutte le fasi delle lavorazioni in ambienti sospetti di inquinamento o confinati deve essere adottata ed efficacemente attuata una procedura di lavoro specificamente diretta a eliminare o,

ove impossibile, ridurre al minimo i rischi propri delle attività in ambienti confinati, comprensiva della eventuale fase di soccorso e di coordinamento con il sistema di emergenza del Servizio sanitario nazionale e dei Vigili del Fuoco. Tale procedura potrà corrispondere a una buona prassi qualora validata dalla Commissione Consultiva Permanente. Nell'aprile 2012 è stato pubblicato il "Manuale illustrato per lavori in ambienti sospetti di inquinamento o confinati ai sensi dell'art. 3 comma 3 del d.p.r. 177/2011", approvato e validato dalla Commissione Consultiva Permanente, in riferimento al d.p.r. 177/2011.

## Macchine operatrici

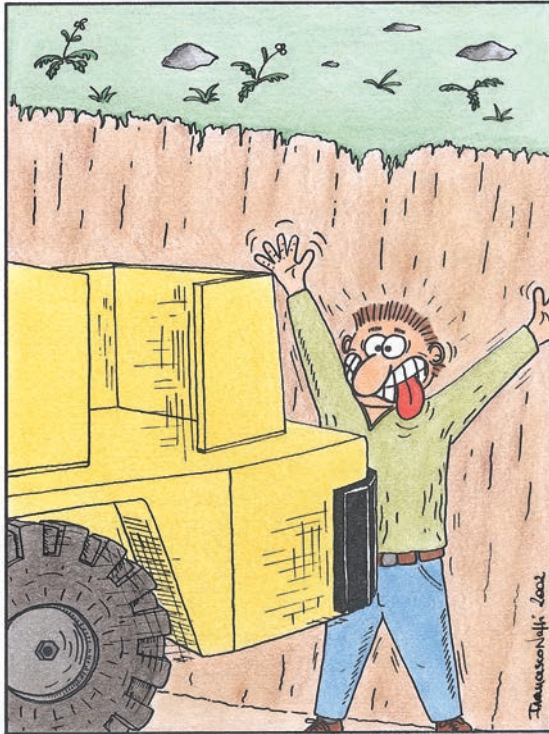
I rischi associati alla presenza di macchine operatrici sono riconducibili all'investimento dei lavoratori, al ribaltamento o all'uso improprio ed alla rumorosità.

## Pericolo di investimento dei lavoratori

La circolazione degli automezzi e delle macchine semoventi all'interno della zona di scavo deve avvenire secondo percorsi predisposti in fase di organizzazione del cantiere. Quando è possibile, occorre prevedere percorsi separati per l'accesso dei lavoratori, opportunamente segnalati e illuminati. I lavoratori che, necessariamente, operano in prossimità delle macchine, devono indossare indumenti di colore ben visibile (preferibilmente arancione o rosso) e riflettenti alla luce in caso di lavori serali o notturni.

Per evitare situazioni di rischio è opportuno che:

- nessun lavoratore si trovi nel campo d'azione delle macchine;
- i lavoratori non sostino in prossimità dei lavori;
- non ci sia la presenza contemporanea nello scavo di macchine ed operai;
- in fase di avvio della macchina non siano presenti lavoratori nelle vicinanze;
- i lavoratori non indossino indumenti che si possono impigliare negli organi in movimento.



## Ribaltamento e uso improprio

Quando l'operatore della macchina non ha una visione ottimale o diretta del fronte di scavo oppure deve operare in retromarcia o con rotazione della cabina, occorre utilizzare sistemi di protezione quali:

- barriere protettive;
- segnali di avviso acustici manuali o automatici;
- inoltre, al fine di delimitare le aree di rispetto e di pericolo per il movimento delle macchine, è indispensabile individuare l'escavatore da utilizzare, scegliendo quello più adatto per il tipo di lavoro da effettuare.

Comunque, in presenza di mezzi meccanici, è sempre opportuno rispettare le seguenti indicazioni:

- non lasciare mai le macchine accese senza l'operatore;
- non transitare o lasciare le macchine in sosta presso il ciglio dello scavo;
- verificare che le rampe naturali o meccaniche di accesso allo scavo siano adeguate al tipo di macchina impiegata;

- non fare uso improprio della macchina (ad esempio usare la benna di un escavatore come mezzo di sollevamento, oppure utilizzare la benna per accedere al fondo dello scavo).



### Rumorosità delle macchine

Il rischio “rumore” deve essere opportunamente valutato in fase di piano di sicurezza dei lavori, secondo le modalità previste dalla normativa vigente (d.lgs. 81/08 e s.m.i., Titolo VIII, capo II).

In caso di attività con impiego di macchine ad elevata rumorosità che superino i valori limite di esposizione fissati dalle norme, l'accesso alla zona di lavoro deve essere impedito con segnalazioni o recinzioni.

Quando la presenza dei lavoratori è indispensabile, gli stessi devono essere dotati di dispositivi di protezione individuale.

L'operatore di escavatore deve sempre usare cuffie di protezione e avere cura di chiudere la cabina di comando.

## Capitolo VII

# Opere provvisorie di sostegno e sistemi di protezione

### Introduzione

In generale, quando si deve realizzare uno scavo, sulla scorta di tutte le indicazioni riportate nei capitoli precedenti, occorre prima verificare se necessitano opere di sostegno.

Quando si effettua uno sbancamento (o scavo a cielo aperto) di larghezza superiore rispetto all'altezza, in materiali a comportamento granulare, il sistema di protezione è necessario solo se l'inclinazione della parete dello scavo è maggiore dell'angolo di attrito interno del terreno (cosiddetto angolo di natural declivio) o se si supera l'altezza critica (in materiali coesivi).

Nel caso di scavi a sezione obbligata, in cui la profondità è maggiore della larghezza, occorre necessariamente armare lo scavo per evitare crolli e franamenti delle pareti.

Fanno eccezione i casi in cui lo scavo non raggiunge la profondità di 1,5 metri, o quando esso è composto da materiale con angolo di natural declivio prossimo a 90° ed il tecnico competente ritiene non verificabile un crollo delle pareti di scavo.

### Opere di contrasto e di sostegno

#### Armature, contrafforti e puntelli

Quando la collocazione dello scavo o la sua profondità non consentono di realizzare le pareti secondo l'angolo d'attrito interno del terreno, o si supera l'altezza critica caratteristica del materiale, è necessario armare lo scavo.

L'armatura deve essere tale da resistere alle sollecitazioni indotte da:

- pressione del terreno;
- strutture adiacenti;
- carichi aggiuntivi e vibrazioni (attrezzature, traffico veicolare, materiale di stoccaggio, ecc.).

Le strutture di sostegno devono essere installate a diretto contatto con la

parete dello scavo e, ove necessario, deve essere inserito del materiale di ricalzo tra la stessa parete dello scavo e l'armatura di sostegno, per garantire la continuità del contrasto.

Le armature dello scavo possono essere realizzate con elementi in legno o in metallo. Se si utilizzano puntelli di acciaio disposti perpendicolarmente ai montanti o ai pannelli in legno, occorre sempre verificare la compatibilità del carico trasmesso dall'acciaio al legno stesso.

Nella predisposizione degli elementi delle armature in legno occorre seguire precisi metodi per la scelta delle loro caratteristiche geometriche, nonché opportune procedure, al fine di rendere sicure le opere di contrasto.

A questo proposito esistono apposite tabelle tecniche, riferite alle condizioni e al tipo di terreno nonché alla profondità e larghezza dello scavo, che forniscono le dimensioni di traverse, montanti, puntoni, tavole in legno.

La scelta del tipo di armatura da disporre nello scavo e del materiale da utilizzare dipende sostanzialmente dalla natura del terreno, dal contesto ambientale e dal tipo di scavo da eseguire.

L'armatura deve comunque rispettare sempre le seguenti tre condizioni:

1. essere realizzata in modo da evitare il rischio di seppellimento:
  - in un terreno incoerente la procedura dovrà consentire di disporre armature parziali tali da permettere di raggiungere in sicurezza la profondità richiesta nel terreno;
  - in un terreno dotato di coesione, in cui lo scavo può essere realizzato in un solo colpo fino alla profondità desiderata, la procedura dovrà prevedere la collocazione di una *gabbia di protezione* prima che i lavoratori addetti accedano allo scavo.
2. essere sufficientemente resistente da opporsi, senza deformarsi o rompersi, alla pressione esercitata dal terreno sulle pareti dello scavo;
3. essere realizzata in modo da poter sopportare, senza deformarsi, anche carichi asimmetrici del terreno.

Il rispetto di queste condizioni è finalizzato a rendere tutti gli elementi dell'armatura (tavole, montanti, puntoni) un modulo unitario simile ad una gabbia di sicurezza.

Si devono comunque evitare tutte quelle procedure non sicure, allorché la pressione del terreno che si sviluppa in direzione diversa rispetto ai puntoni può provocare pericolosi franamenti.

Esaminiamo ora le diverse tipologie di armatura degli scavi che si possono realizzare.

## Tipologie di armatura

In presenza di un terreno di sufficiente coesione, in cui non è possibile realizzare lo scavo per tutta la profondità richiesta, si può effettuare lo scavo stesso fino a 150 cm e dopo aver disposto una prima armatura, si può procedere ad un'altra fase di scavo e così via.

Quando il terreno ha una buona coesione, la realizzazione delle strutture di sostegno è abbastanza semplice e non richiede materiali ed attrezzature particolari. In questo caso basta posizionare i pannelli di legno, di altezza leggermente superiore alla profondità dello scavo, contro le pareti dello scavo e fissarli con puntoni di legno provvisori per consentire agli operai di scendere nella trincea e disporre gli elementi di contrasto definitivo in acciaio.

Una evoluzione della stessa procedura consiste nell'utilizzare da subito puntoni idraulici di metallo che si possono collocare dall'esterno con una pompa che agisce sugli stessi fino a mettere in contrasto i pannelli con le pareti dello scavo.

Un altro tipo di struttura di contrasto utilizzata è quella che fa uso di teli con barre di fibra di vetro. Il peso trascurabile del telo facilita il trasporto e la messa in opera, con costi sicuramente inferiori. Questo tipo di armatura è adatto per scavi non molto profondi (2 m - 2,5 m massimo) e per terreni di buona coesione; non può essere utilizzata per scavi di larghezza inferiore a cm. 80 in quanto limita lo spazio libero nella trincea.

## Armatura di scavi in terreni coesivi

Quando l'armatura di sostegno è in fase di realizzazione, la benna dell'escavatore deve essere collocata nello scavo in modo da costituire una protezione aggiuntiva in caso di frana del terreno. Durante il montaggio dell'armatura deve essere disponibile una scala, per accedere e uscire dallo scavo, ad una distanza non superiore a 3 metri dalla zona di lavoro.

L'armatura deve essere realizzata dall'alto verso il basso: i primi puntoni vanno collocati ad una profondità di cm. 50 dalla superficie del terreno e i successivi secondo lo schema predisposto in fase di progettazione dell'armatura.

La corretta installazione del 1° e del 2° puntone a contrasto dei montanti verticali rappresenta un momento importante ai fini della stabilizzazione delle pareti dello scavo.



Quando tra armature e terreno si utilizzano elementi di legno o di acciaio, il puntone non deve essere direttamente installato sull'elemento orizzontale, ma collocato sul montante verticale che lo sostiene.

Dopo aver installato almeno due puntoni sulla coppia di montanti verticali, si può procedere alla sistemazione del puntone posto in basso. È importante ricordare che questa armatura di contrasto necessita di almeno due puntoni per ogni coppia di montanti verticali. Quanto descritto va seguito per ogni set di armatura, per garantire la sicurezza di chi lavora nello scavo.

### **Armatura di scavi in terreni granulari**

Quando il terreno non rende possibile nemmeno uno scavo di profondità minima, oppure quando si deve operare in siti urbani e occorre evitare qualsiasi depressione del terreno, è necessario rispettare rigorosamente le seguenti modalità: dopo aver scavato per circa 150 centimetri si infiggono nel terreno le due pareti verticali aventi una leggera inclinazione.

Quindi si dispongono i puntoni di contrasto e si realizza un successivo scavo installando un secondo blocco di armatura, con pareti aventi la stessa inclinazione di quelle superiori e così via.

La procedura descritta consente di raggiungere anche notevoli profondità in terreni senza alcuna coesione. Va ricordato che questo tipo di armatura non è facile da eseguire a regola d'arte: richiede, infatti, attrezzature specifiche e mano d'opera molto qualificata.

### **Rimozione dell'armatura**

Per la rimozione dell'armatura occorre procedere dal basso verso l'alto, avendo particolare cura nel proteggere sempre il lavoratore che si trova dentro lo scavo.

Se al momento del disarmo si avverte che l'armatura (puntoni e montanti) è sottoposta a pressione perché il terreno ha subito dei movimenti, occorre riempire la trincea con il terreno prima di rimuovere puntoni e montanti.

Quando è possibile, l'armatura deve essere rimossa dagli stessi operai che l'hanno installata, in quanto meglio di altri possono verificare la presenza di potenziali condizioni di rischio dovute all'eventuale eterogeneità di assetto dei terreni a tergo delle strutture.

## Norme Tecniche

Ai fini della valutazione e gestione del rischio sono utilizzabili le **norme tecniche UNI** riguardanti i sistemi di puntellazione degli scavi (UNI EN 13331-1;2004 e UNI EN 13331-2;2004 per le specifiche di prodotto e UNI EN 14653-1;2005 Parte 1 e 2 per le verifiche mediante calcolo o prove).

Si rammenta che con ogni sistema di puntellazione per scavi deve essere fornito, analogamente a quanto avviene per i ponteggi, un manuale di istruzione che deve contenere, tra l'altro:

1. istruzioni per la sequenza di assemblaggio e di smontaggio dei componenti e istruzioni sulla loro movimentazione;
2. informazioni complete sul sollevamento, la movimentazione, l'estrazione e la trazione e sulle apparecchiature appropriate da utilizzare per queste azioni;
3. informazioni dettagliate sull'installazione e l'estrazione;
4. le misure per minimizzare i pericoli derivanti ad es. da instabilità a causa delle condizioni meteorologiche o per pendenza o cedevolezza del terreno o irregolarità o collisioni;
5. tutte le possibili configurazioni e le relative resistenze massime;
6. le forze che possono essere esercitate per l'estrazione e la trazione;
7. i criteri di scarto dei componenti usurati o danneggiati;
8. istruzioni per lo stoccaggio, il trasporto, la manutenzione e la riparazione.

## Protezioni blindate

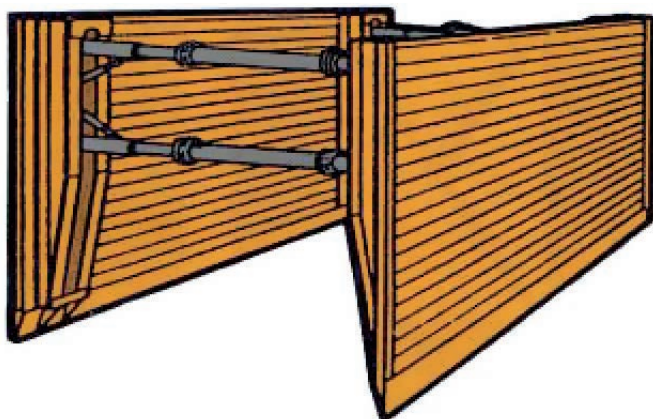
Le protezioni blindate possono essere classificate in relazione al momento in cui vengono collocate in opera.

## Messa in opera dopo lo scavo

Questa tecnica può essere utilizzata solo in terreni dotati di buona coesione. Gli elementi dell'armatura sono solitamente realizzati con pannelli metallici e in legno o con telai multipli in acciaio.

### A) Pannelli metallici.

I cassoni comprendono due pannelli metallici laterali tenuti insieme da due puntoni d'acciaio.



I pannelli, costituiti da profilati metallici saldati insieme per tutta la loro lunghezza, sono rinforzati da un montante verticale centrale su cui sono fissati i puntoni. La base dei pannelli è appuntita per consentire una più facile penetrazione nel terreno. I puntoni, in numero minimo di due, sono realizzati a vite e consentono di regolare e di inclinare il cassone in modo da facilitare la sua messa in opera.

Un altro tipo di cassone utilizzato è quello dotato di quattro puntoni disposti due alla volta alle estremità dei pannelli.

Con lo stesso principio costruttivo, esistono diverse categorie di cassoni aventi una diversa robustezza, a seconda dei carichi e delle spinte che dovranno sopportare.

In ciascuno di essi, elementi particolari consentono di adattare esattamente le dimensioni dei cassoni a quelle della trincea da armare.

Nei terreni coesivi è possibile realizzare lo scavo fino alla profondità definitiva e collocare quindi i cassoni sul fondo dello scavo. Il numero dei cassoni da utilizzare contemporaneamente dipende dalla lunghezza degli elementi di canalizzazione da mettere in opera.

Per consentire agli operai di collocare in sicurezza la canalizzazione, è necessario utilizzare simultaneamente tre elementi di tre metri di lunghezza.

Per canalizzazioni corte (da 2 a 3 metri) sono sufficienti solo due elementi di cassoni.

Conviene sempre utilizzare cassoni di un'altezza leggermente superiore alla

profondità dello scavo. Quando non si può armare lo scavo per tutta la sua altezza è preferibile collocare i cassoni nella parte superiore dello scavo e lasciare non armato il fondo, il cui franamento è molto improbabile, a meno che non ci si trovi in presenza di argille molli o terreni similari.

### *B) Elementi in legno*

Gli elementi in legno (tavole da ponte) si utilizzano solitamente per lavori di scavo di piccole dimensioni. L'impiego del legno consente di costruire direttamente l'armatura di sostegno a seconda dell'altezza dello scavo e di disporre i successivi puntoni a vite secondo le dimensioni della stessa armatura. L'armatura così realizzata è subito disponibile per la messa in opera.

### *C) Telai in acciaio*

Se lo scavo è realizzato in un terreno in cui la decompressione può procurare collassi ed improvvisi smottamenti, per effettuare lavori di piccola durata si possono utilizzare *telai mobili* realizzabili direttamente dall'impresa che effettua i lavori.

Queste strutture, con ossatura metallica e pareti realizzate con montanti, devono avere una sufficiente resistenza ai carichi dinamici e dissimmetrici che si presentano in caso di frana.

Vanno evitati telai leggeri che non hanno adeguata resistenza, anche se più facili da collocare nello scavo.

## **Messa in opera durante lo scavo**

La messa in opera delle protezioni durante lo scavo viene effettuata nei terreni poco coerenti o quando vanno assolutamente evitate decompressioni nel terreno stesso.

Per i materiali ed il montaggio valgono le stesse indicazioni riportate nel paragrafo "Messa in opera dopo lo scavo". In questo caso però gli elementi sono collocati in opera in fase di avanzamento.

## **Palancole metalliche**

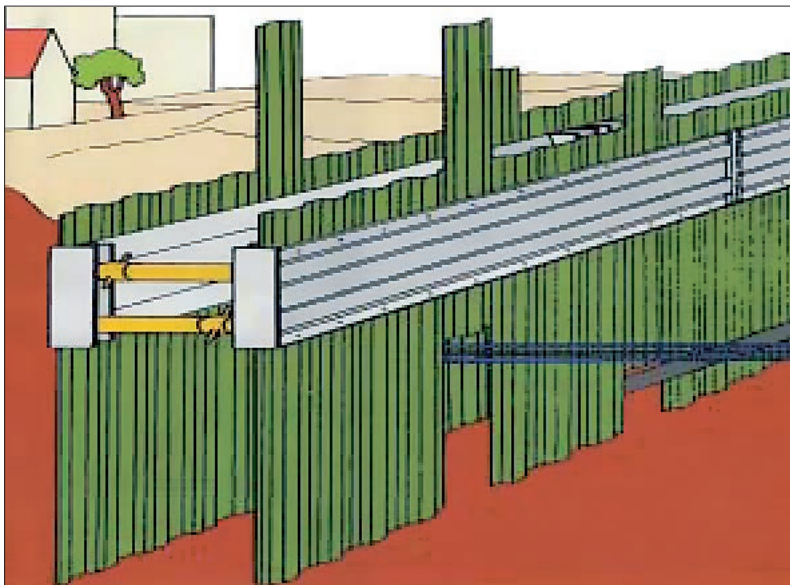
In molti casi è fondamentale rinforzare il terreno con resistenti palancole metalliche prima di avviare le operazioni di scavo.

Per effettuare questo tipo di armatura occorre utilizzare un macchinario speciale che permette di infiggere contestualmente nel terreno le palancole che devono supportare le due facciate dello scavo.

Dopo questa operazione, durante lo scavo devono essere inseriti i puntoni di contrasto man mano che la profondità della trincea aumenta.

Il numero degli elementi di contrasto dipende ovviamente dalla natura del terreno e dalle dimensioni dello scavo. Nella maggior parte dei casi è sufficiente la sola armatura di contrasto superiore, che rende inoltre più facile la posa in opera delle canalizzazioni.

Un altro sistema di protezione con palancole é quello che fa uso di una cintura, con il duplice scopo di armatura di contrasto e guida dentro cui far passare le palancole stesse.



### Montanti e pannelli metallici

Un sistema alternativo a quello delle palancole è quello che fa uso di montanti e pannelli metallici infissi nel terreno sempre prima di iniziare lo scavo. I montanti sono realizzati con due profilati metallici tenuti insieme da puntelli aventi contrasto regolabile. Per profondità da 3 a 7 metri esistono montanti metallici che consentono di mettere in opera per ogni lato della trincea due pannelli metallici.

Un altro sistema alternativo a quello delle palancole è quello che fa uso di sistemi di puntellamento che vengono posti in opera con il metodo di taglio e spinta verso il basso di casse. Si tratta di sistemi di pannelli metallici come quelli descritti sopra, che presentano un contrasto regolabile nell'inclinazione

e un fondo tagliente. Dopo aver impostato lo scavo per una breve profondità, si appoggia il sistema (cassa) e con la benna dell'escavatore si preme alternativamente sulle due pareti, infiggendo la cassa per la profondità voluta. Un'ulteriore tipologia di armatura degli scavi a sezione obbligata è dato dai sistemi di blindaggio provvisti di rotaie, nei quali i pannelli vengono sistemati in modo da poter scivolare l'uno sull'altro; in questo modo si realizza una protezione che procede con l'aumento della profondità di scavo. Con questo sistema i distanziali non sono posizionati in modo fisso, ma formano, assieme alla struttura porta carrello, un telaio a U che, oltre a essere mobile, mantiene alla stessa distanza le rotaie e i relativi pannelli all'interno dello scavo. I distanziali fanno sì che l'ampiezza dello scavo rimanga la stessa in qualsiasi condizione costruttiva; inoltre l'adozione di opportune tipologie di prolunghe permette di adattare l'ampiezza di blindaggio all'ampiezza dello scavo.

Ulteriori dettagli ed informazioni sui sistemi di protezione degli scavi a cielo aperto sono contenuti nella pubblicazione specialistica della **collana INAIL Quaderni Tecnici per i cantieri temporanei o mobili (2014)**.

## Sistemi di protezione e di accesso allo scavo

### Parapetti

In presenza di scavi profondi oltre 2 metri, per evitare rischi di caduta dall'alto, si devono predisporre lungo i bordi dello scavo appositi parapetti, di altezza minima 1 metro, dotati di tavola ferma piede non inferiore a 20 cm. Lo spazio verticale tra la tavola fermapiede e il corrente superiore non deve superare i 60 cm.

I parapetti dovranno possedere caratteristiche di resistenza all'appoggio e alla spinta accidentale da parte del personale, in modo da poter sopportare un carico di almeno 50 kg/mq.

Nel caso degli scavi che rimangono aperti per lungo tempo occorre prevedere parapetti robusti anche per le barriere a distanza, in quanto quelle "ottiche", realizzate con reti o teli e picchetti, non offrono sufficienti garanzie di resistenza nel tempo perché si deteriorano facilmente a causa del vento e delle perturbazioni atmosferiche.

Gli scavi vanno sempre segnalati con segnaletica permanente, conforme alle disposizioni del Titolo V del Testo Unico e al Codice della strada, posizionata in aree bene illuminate, facilmente accessibili e visibili.

In presenza di persone o traffico, il parapetto deve essere segnalato con nastro di colore rosso/bianco e con lampade elettriche durante la notte.

## Passerelle e rampe

Le rampe di accesso e di uscita dallo scavo devono essere realizzate secondo un progetto effettuato da un tecnico specializzato.

Quando le rampe sono costruite con due o più elementi strutturali, gli stessi devono essere assemblati in modo da evitare movimenti o spostamenti che ne compromettono la stabilità.

Per rendere possibile e sicuro l'attraversamento dello scavo o della trincea da parte dei soli lavoratori, occorre predisporre delle passerelle larghe almeno 60 cm.

Quando le passerelle vengono utilizzate anche per il trasporto di materiale, devono essere larghe minimo 120 cm. In tutti i casi devono comunque essere sempre dotate di parapetti e barriere ferma piede su entrambi i lati.

Le opere provvisorie di transito (TU art.112) - passerelle, ponti, pedane, ecc. - devono essere allestite con buon materiale ed a regola d'arte, proporzionate ed idonee allo scopo; l'assenza di precise indicazioni costruttive comporta la necessità di effettuare specifici calcoli progettuali o di utilizzare attrezzature standardizzate, non essendo la bontà del materiale misurabile con considerazioni generiche di tipo qualitativo.

Particolare attenzione va poi posta alle specificazioni introdotte dal TU nell'Allegato XVIII circa la viabilità, che deve tenere conto di:

- buche o sporgenze pericolose
- vie ed uscite di emergenza ... sgombre
- possibilità di evacuazione rapida e in condizioni di massima sicurezza
- illuminazione di emergenza

## Scale

Un ulteriore fattore di rischio nei lavori di scavo è dato dall'insufficiente stabilità delle scale a mano necessarie all'accesso e alla fuoriuscita delle maestranze dagli scavi e dalle caratteristiche delle scale, spesso non rispettose delle prescrizioni normative (d.lgs. 81/08 e s.m.i. Art.113 - Scale).

Le scale semplici portatili (a mano) devono essere costruite con materiale adatto alle condizioni di impiego, devono essere sufficientemente resistenti nell'insieme e nei singoli elementi e devono avere dimensioni appropriate al loro uso.

L'Utilizzo di scale portatili per l'accesso agli scavi, pozzi o cunicoli costituisce l'oggetto della SCHEDA INFORMATIVA facente parte delle "Linee Guida per l'utilizzo delle scale portatili nei cantieri temporanei e mobili" della REGIONE LOMBARDIA, appena aggiornate (2014).

La scheda contiene le Prescrizioni e i divieti riferiti alla specifica circostanza di utilizzo della scala:

- È vietato utilizzare scale assemblate in cantiere o scale doppie
- Il luogo d'installazione della scala deve assicurare la condizione di sicurezza per l'operatore dai rischi di franamento/seppellimento.
- Il piano di partenza e di arrivo della scala deve essere sgombro da eventuali materiali quali ferri di armatura ecc., e libero da interferenze per passaggio di mezzi o persone.
- Vincolare o stabilizzare la scala mediante sistemi antiscivolo/antiribaltamento.
- Per il primo accesso alla quota inferiore di scavo deve essere garantita l'assistenza in sommità di un altro operatore per poter garantire la stabilità della scala
- Deve essere garantita una base di appoggio stabile e piana dopo il primo posizionamento
- La scala deve essere utilizzata da una sola persona per volta limitando il peso dei carichi da trasportare nel rispetto delle portate massime dichiarate dal costruttore
- La scala deve essere posizionata con un angolo compreso tra i 65° ed i 75° per le scale a pioli e tra i 60° ed i 70° per le scale a gradini
- Le scale utilizzate per dislivelli superiori a m 3 e aventi una inclinazione superiore a 75 gradi, devono essere provviste di sistemi tali da contenere la caduta entro il dislivello di un metro. Questa prescrizione vale anche per i pozzi o cunicoli in cui la parete opposta o laterale alla scala sia ad una distanza superiore a 60 cm.
- Nei casi in cui la scarpata ha un'inclinazione con andamento parallelo a quello della scala si deve garantire ai pioli una distanza minima di 15 cm dalla parete
- La scala o uno dei montanti deve sporgere a sufficienza oltre il livello di accesso (circa un metro) a meno che altri dispositivi garantiscono una presa sicura. Comunque l'ultimo piolo di sommità della scala deve trovarsi almeno alla quota di sbarco.
- L'area di sbarco inferiore dello scavo deve avere misura minima in ogni direzione di 60 cm.
- Le scale non devono presentare segni di deterioramento che ne compromettano la funzionalità e la stabilità.
- La zona di accesso superiore alla scala deve essere adeguatamente protetta per evitare la caduta nel vuoto.
- Nei casi di pozzi, cunicoli o ambienti con rischi particolari deve essere prevista un'assistenza all'esterno per l'eventuale recupero di personale infortunato/privo di sensi.



Ai lavoratori che fanno uso delle scale deve essere vietato il trasporto di materiale o carichi che possano determinare il rischio di caduta.

Un altro sistema che può essere utilizzato per accedere alla base dello scavo è quello di realizzare gradini ricavati sul terreno, che vanno opportunamente rinforzati e resi sicuri.

### **Sollevamento di materiali dagli scavi (All. XVIII TU p. 3.4.1-3.4.3)**

Le incastellature per sostenere argani a mano od a motore per gli scavi in genere, devono poggiare su solida ed ampia piattaforma munita di normali parapetti e tavole fermapiède sui lati prospicienti il vuoto.

Le armature provvisorie per sostenere apparecchi leggeri per lo scavo di pozzi o di scavi a sezione ristretta (arganetti o conocchie) azionati solamente a braccia, devono avere per base un solido telaio, con piattaforme per i lavoratori e fiancate di sostegno dell'asse dell'apparecchio opportunamente irrigidite e controventate.

In ogni caso, quando i suddetti apparecchi sono installati in prossimità di cigli di pozzi o scavi, devono essere adottate le misure necessarie per impedire franamenti o caduta di materiali.

## Capitolo VIII

# Dinamica del verificarsi dell'evento

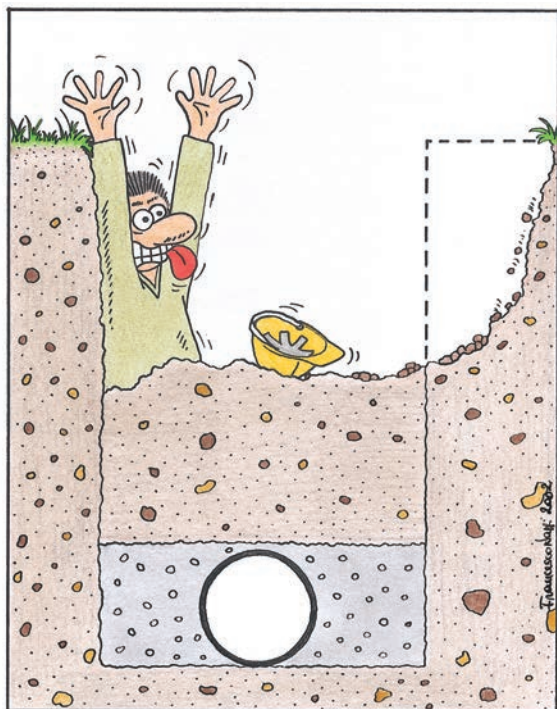
### Introduzione

Le opere di scavo esprimono un livello molto elevato di rischio per gli operai addetti, soprattutto quando non vengono rispettate le norme di sicurezza in termini di mancanza o inadeguatezza delle armature di contenimento.

Di seguito vengono presentati tre casi relativi ad incidenti sul lavoro realmente accaduti, per sottolineare l'esigenza della prevenzione, sia dal punto di vista culturale che operativo.

### Analisi di tre casi

#### Caso numero 1 - Posa tubazioni di fognatura



*Tipo di attività:* posa tubazioni di fognatura

*Tipo di terreno:* depositi fluvioglaciali e glaciali per lo più ghiaioso-sabbiosi parzialmente alterati (ferrettizzati)

#### *Breve descrizione dell'evento*

L'operaio era all'interno dello scavo a sezione ristretta per effettuare il rifianco in calcestruzzo del tubo di fognatura (diametro 230-300 mm): L'operaio, che era in piedi sul tubo, veniva investito dal franamento della parete opposta che lo seppelliva fino alla vita schiacciandolo contro l'altra parete. L'operaio è stato liberato dai colleghi con l'uso dell'escavatore.

#### *Conseguenze*

L'operaio ha riportato un trauma toraco-addominale con fratture multiple costali, con grado di invalidità valutato del 20%.

*Età dell'operaio:* 50 anni

*Esperienza nel settore:* >10 anni

*Quando l'evento è avvenuto:* ore 11,00 di lunedì.

### ***Risultati delle ispezioni***

Lo stesso giorno dell'evento sono state contestate le seguenti violazioni per:

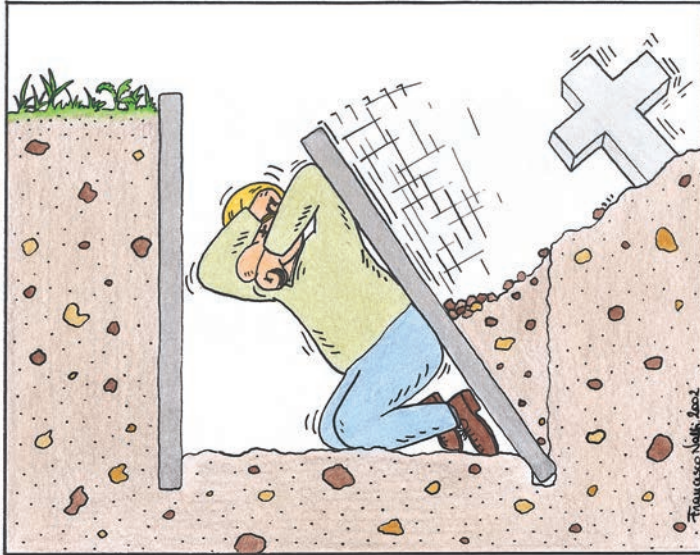
- non aver impedito la presenza dei lavoratori nel campo di azione dell'escavatore (art. 118 c.3 del d.lgs. 81/08 e s.m.i.);
- non aver provveduto ad allestire le necessarie armature di sostegno (art. 119 c. 1 d.lgs. 81/08 e s.m.i.);
- aver costituito un deposito di materiali lungo il ciglio dello scavo (art. 120 c.1 d.lgs. 81/08 e s.m.i.).

### ***Come prevenire l'incidente (analisi geologico-tecnica dell'evento)***

Attraverso l'analisi dell'evento emerge che:

- si doveva evitare di accumulare il materiale di risulta sui bordi dello scavo;
- lo scavo andava armato appena possibile, e non dopo la posa del tubo;
- lo scavo non doveva rimanere aperto per tutto il week-end (come si presuppone in relazione al fatto che l'incidente è avvenuto di lunedì).

## Caso numero 2 - Inumazione in cimitero



*Tipo di attività:* inumazione in cimitero

*Tipo di terreno:* depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi con superficie pedogenizzata (suolo)

### *Breve descrizione dell'evento*

Durante l'esecuzione dello scavo della fossa per inumazione, l'operaio, mentre era intento a posare un antone di sbarramento del terreno, veniva colpito dall'antone stesso a causa del franamento della sponda.

### *Conseguenze*

L'operaio ha riportato contusioni multiple con lombalgia acuta; nessuna conseguenza permanente, ma limitazione per alcune attività lavorative (esclusione di lavorazioni che comportino l'impegno del rachide)

*Età dell'operaio:* 29 anni

*Quando l'evento è accaduto:* alle ore 11.30 di sabato, dopo 3 ore e mezza dall'inizio dell'attività.

### ***Come prevenire l'incidente (analisi geologico-tecnica dell'evento)***

Lo scavo andava armato appena possibile: ha ceduto infatti a meno di tre ore dall'apertura dello scavo stesso. Sarebbe stato necessario seguire la procedura di cui al capitolo VII "Armatura degli scavi".

### **Caso numero 3 - Ripristino impermeabilizzazione di locali interrati in trincea**



*Tipo di attività:* ripristino impermeabilizzazione di locali interrati in trincea

*Tipo di terreno:* limi sabbiosi saturi in posizione a mezzacosta (collina)

*Breve descrizione dell'evento*

Per ripristinare l'impermeabilizzazione dei locali interrati di una villetta, veniva

aperta, a monte, una trincea di 6 metri di lunghezza, 4 metri di profondità e 1 metro di ampiezza. Le pareti verticali dello scavo non sono state armate, ma solo puntellate con assi di legno nella parte più superficiale.

Il terreno era saturo e presentava una “crosta” superficiale compatta a causa del gelo.

Dopo un giorno e mezzo dall’apertura (con segni già evidenti di fratture nella crosta gelata), la parete a monte dello scavo crollava, riempiendo la trincea con quasi 2 m<sup>3</sup> di materiale.

### *Conseguenze*

In questo caso fortunatamente non ci sono state conseguenze, in quanto l’operaio è riuscito a scappare all’ultimo momento. Un piccolo ritardo e sarebbe rimasto seppellito completamente dalla frana, senza possibilità di salvezza.

### ***Come prevenire l’incidente (analisi geologico-tecnica dell’evento)***

Sarebbe stato necessario tenere presente che:

- i terreni saturi e con quelle caratteristiche hanno sempre bisogno di adeguate armature di sostegno;
- le trincee di quelle dimensioni (6m lunghezza x 1m di larghezza x 4 m di profondità) devono essere sempre armate su tutta la profondità;
- la larghezza della trincea era insufficiente (occorreva prevedere una larghezza di almeno 2 metri).



## Capitolo IX

### Tecniche alternative di scavo

*(Capitolo realizzato con la collaborazione di IATT)*

*In questo paragrafo si accennerà alle nuove tecniche di scavo, con particolare riguardo alla posa dei cavi e sottoservizi, sia sotto il profilo conoscitivo sia sotto quello della sicurezza.*

#### Le nuove tecniche migliorano la prevenzione

Prevenzione vuol dire anche ricerca di nuove soluzioni e tecniche di lavoro alternative alle attività tradizionali, in grado di coniugare la riduzione dei rischi e il miglioramento della competitività delle aziende.

L'utilizzo di tecniche moderne di posa in opera delle reti di servizi (cosiddette "no dig") realizzano una notevole riduzione dei rischi: si avrà sempre la cantierizzazione con le problematiche correlate, ma il rischio grave di seppellimento e/o caduta nello scavo è eliminato.

In Italia questa tecnologia, introdotta per la prima volta agli inizi degli anni '80, ha subito, nella seconda metà degli anni '90, un notevole impulso, soprattutto per le opere relative al cablaggio delle grandi città.

Utilizzata per la posa delle reti di distribuzione di gas, di acqua e di servizi telefonici, essa permette di evitare i problemi tipici dei cantieri nei centri abitati e storici delle città; consente infatti di limitare gran parte dei disagi e di superare agevolmente le difficoltà di tipo geologico, idrogeologico e quelle connesse alla presenza di infrastrutture viarie (ferrovie, strade, ponti, canalizzazioni).

Queste nuove tecnologie permettono anche di prolungare la vita delle tubazioni già in opera con operazioni di manutenzione in-situ, senza dover smantellare quanto si trova al di sopra di questi servizi interrati.

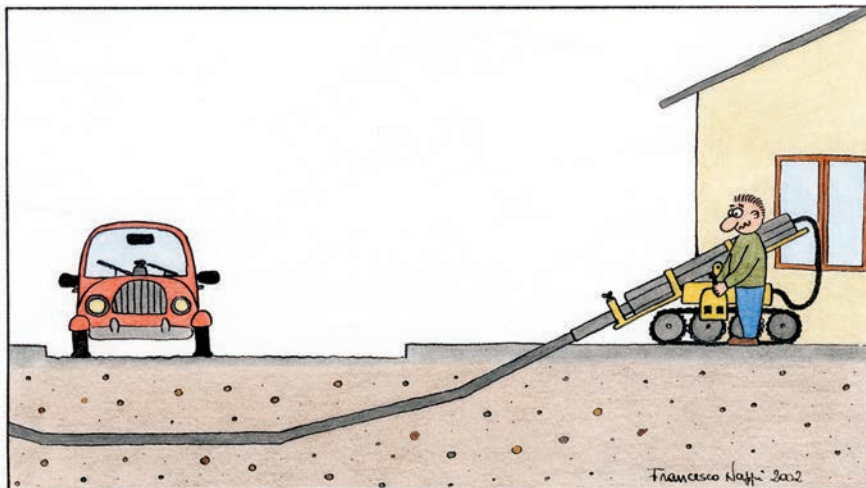
#### Le tecnologie "no dig"

Le tecnologie a basso impatto ambientale per posa e risanamento di infrastrutture sono nuove tecnologie (di derivazione americana) che si sono sviluppate parallelamente alle tecniche tradizionali, dalle quali si differenziano per il limitato ricorso agli scavi a cielo aperto.



Esse vengono sinteticamente indicate con il termine “no dig” o “trenchless”, cioè “senza scavo”, in quanto al massimo richiedono uno scavo estremamente ridotto oppure limitato a due pozzetti, uno in corrispondenza dell’inizio e uno della fine del tracciato su cui si deve intervenire; in taluni casi è proprio possibile evitare del tutto lo scavo, utilizzando pozzetti già esistenti.

Si tratta di metodi diversi di microperforazione che permettono di realizzare nel sottosuolo fori sub-orizzontali con diametri inferiori a 3500 mm, dove il rivestimento consente l’avanzamento della batteria di perforazione e l’armatura metallica permette di conferire all’opera la sua forma ed il suo aspetto.



Il “basso impatto ambientale” si ha poiché queste tecniche evitano di danneggiare la sede stradale e di deviare e/o interrompere il traffico veicolare, non creano grosse quantità di materiali di risulta da conferire in discarica, e sono particolarmente adatte per lavori nelle aree urbane.

La mancanza di scavi a cielo aperto riduce le situazioni di pericolo di caduta e di seppellimento per i lavoratori che operano nell’area di cantiere e per i pedoni che si trovino a transitare nelle immediate vicinanze.

Con queste tecniche è possibile installare direttamente nel sottosuolo tubazioni destinate a diversi utilizzi come: condotte fognarie, acquedotti, tubi del gas, cavidotti per cavi telefonici, fibra ottica, cavi elettrici, tubi per il teleriscaldamento, ecc.

Un campo di applicazione molto interessante è poi rappresentato dal ripristino delle condotte in cemento amianto, largamente usate in Italia (mi-

gliaia di Km) per l'irrigazione e talvolta anche per l'adduzione e distribuzione di acqua potabile: soprattutto in presenza di acque aggressive, le fibre di amianto costituenti le tubazioni, potrebbero andare in sospensione ed essere inalate con l'irrigazione o ingerite con la distribuzione idropotabile.

## **Perforazioni orizzontali guidate**

### ***Trivellazione orizzontale guidata***

La Trivellazione Orizzontale Guidata (o *Horizontal Directional Drilling - HDD*) è una tecnologia di perforazione con controllo attivo della traiettoria.

Consente la posa in opera di nuove condotte in acciaio o HDPE (polietilene alta densità), realizzata senza scavo a cielo aperto, secondo un tracciato di progetto, per il superamento di corsi d'acqua, strade, ferrovie, costruzioni ed altri ostacoli artificiali o naturali e per la posa longitudinale di linee, senza interferenze con altre opere preesistenti.

L'innovazione tecnologica consente l'utilizzo di questa metodologia anche per la realizzazione di sistemi drenanti, con particolare riferimento ai microdreni (opere molto importanti per la messa in sicurezza di versanti instabili ed aree in frana) di notevole lunghezza o di particolare difficoltà esecutiva; ad esempio laddove l'impianto di un cantiere tradizionale per la messa in sicurezza di un versante prospiciente una strada comporti la chiusura della strada stessa, con conseguenti problematiche legate alle variazioni della viabilità.

La realizzazione avviene tramite l'esecuzione, a partire da un foro pilota, di fori orizzontali o inclinati, aventi andamento rettilineo o curvilineo, da un pozzetto di partenza ad uno di arrivo.

L'attrezzatura standard è composta da una perforatrice (*rig*), montata su carro cingolato (*carriage*) o su semirimorchio (*trailer*) posizionati sul piano campagna (Fig. 5).

La perforazione è caratterizzata dal monitoraggio elettronico continuo della posizione e dell'inclinazione della testa di perforazione: al suo interno è alloggiato un trasmettitore che, con un sistema di emissione di onde radio, consente di monitorare in tempo reale la posizione della testa stessa nel sottosuolo, dando la profondità, l'inclinazione sul piano verticale e la direzione sul piano orizzontale.

I parametri di macchina e le sollecitazioni indotte sulla condotta posata durante le varie fasi di lavorazione sono registrati su di un apposito rapporto operativo.

## FASI DI LAVORAZIONE

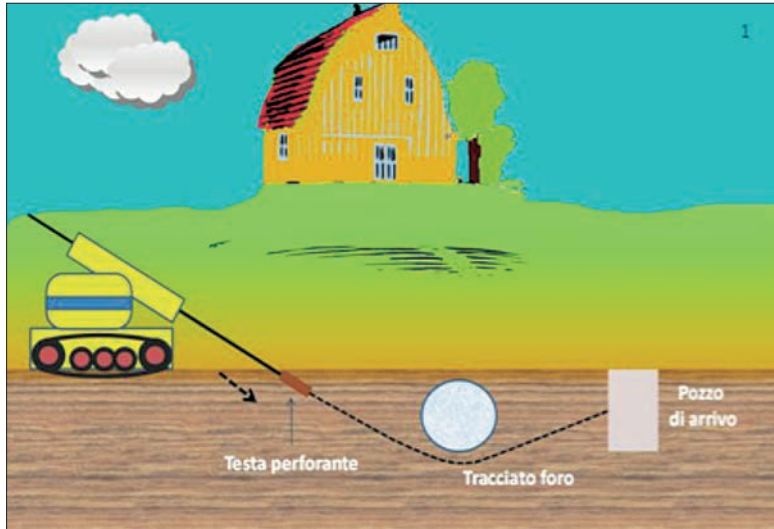
Prima della realizzazione viene normalmente effettuata la ricognizione di tutti i sottoservizi presenti lungo le tratte interessate dalle lavorazioni, anche tramite indagine georadar del sottosuolo.

La lavorazione può avvenire a secco, per demolizione meccanica, o ad umido, tramite un getto costituito di acqua e bentonite (un tipo particolare di argilla, che si usa anche nella perforazione dei pozzi petroliferi); in ogni caso, la tecnologia prevede le seguenti fasi:

- esecuzione di un foro pilota di piccolo diametro (Fig. 6), mediante l'introduzione nel punto di ingresso (pozzetto) di una colonna di aste, con un utensile di perforazione posto in testa, guidate con precisione centimetrica alla quota e nella direzione voluta; di solito un operatore rimane seduto sul macchinario ed aziona i comandi, un operatore segue via radio la testa di perforazione e indirizza la stessa fino al punto di arrivo, un terzo operatore provvede a movimentare le attrezzature necessarie (aste, ecc.);



**Fig. 5:** Perforatrice montata su carro cingolato (Fonte 1)



**Fig. 6:** Schema di cantiere HDD, nella fase di esecuzione del foro pilota (aut.: C. Iannicelli)

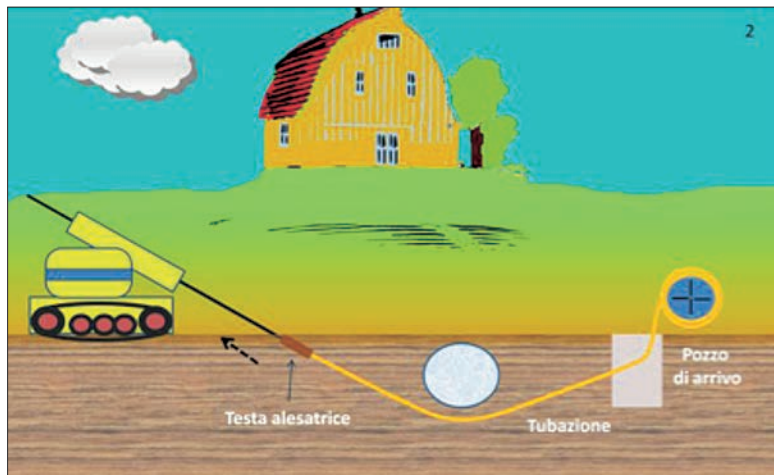


**Fig. 7:** Alesatore (Fonte 1)

[1] Fonte: <http://www.italscavi-srl.it/>

- raggiunto il punto di uscita, sulla testa di perforazione viene montato un alesatore (Fig.7), utensile che permette di allargare il diametro del foro fino a raggiungere le dimensioni utili alla posa dei tubi previsti; in caso di posa di piccole condotte, la fase di alesatura del foro può essere evitata, riducendo quindi, oltre ai tempi di lavorazione, anche le dimensioni delle macchine impiegate e, quindi, l'area di cantiere; gli operatori (generalmente una squadra è composta di tre unità) eseguono lo smontaggio della testa di perforazione e il montaggio dell'alesatore;
- le tubazioni vengono saldate tra loro in un unico elemento lungo quanto la distanza da posare e trascinate a ritroso contemporaneamente all'alesatura finale (Fig. 8); in questa fase sono necessari alcuni operatori per la saldatura testa a testa della tubazione (ferro o polietilene), con utilizzo di motosaldatrice, e per la movimentazione della parte di tubazione in superficie; generalmente è sufficiente un solo operatore per l'aggancio e il tiro della tubazione all'interno del foro (Fig. 9).

Completata la posa, l'alesatore viene sganciato, la tubazione viene pulita mediante lavaggio e l'area di lavoro viene ripristinata.



**Fig. 8:** Schema di cantiere HDD, nella fase di trascinamento della tubazione a ritroso, contemporaneamente all'alesatura - in rosso l'alesatrice. La tubazione in superficie si srotola a partire da un avvolgimento detto coil (aut.: C. Iannicelli)



**Fig. 9:** Alesatore che trascina serie di tubi all'interno del foro partendo dal pozzo di arrivo (Fonte 1)

[1] Fonte: <http://www.italscavi-srl.it>

### **Microtunneling**

Tecnologia che consente la posa di tubazioni di diametro di 250-2.500 mm in acciaio, in calcestruzzo o in gres ceramico.

La posa avviene mediante la spinta, da un pozzo di partenza fino ad uno di arrivo, di sezioni di tubo della lunghezza variabile da 1 a 3 metri. La sezione più avanzata del tubo è costituita da una fresa o da una trivella con testa orientabile, che disgrega il materiale durante l'avanzamento. Il materiale di risulta viene portato in superficie tramite un sistema chiuso di circolazione d'acqua e bentonite mantenuto in movimento da grosse pompe.

L'orientamento della testa di perforazione è controllato tramite un segnale laser inviato dal pozzo di partenza lungo la direzione della perforazione, che incide su un rivelatore solidale con la testa fresante, la quale può essere guidata da un operatore per mezzo di un sistema di martinetti idraulici.

### **Perforazioni orizzontali non guidate**

#### **Mole (Siluro)**

Consente la posa di tubazioni del diametro di 90-180 mm che viene realizzata tramite perforazione a secco, con sistemi di spinta ad aria compressa, da

una buca di partenza fino ad una di arrivo. Il tubo viene posato direttamente durante la perforazione, collegandolo alla coda della lancia mediante opportuni attacchi.

Non potendo apportare correzioni significative alla traiettoria della perforazione, questa dovrà essere orientata opportunamente all'avvio, alla giusta profondità.

### ***Spingitubo***

Consente la posa di tubazioni del diametro di (600-1.500) mm; è analoga al Microtunneling ma si differenzia da questo per l'assenza di fresa posta sulla testa di perforazione e per il fatto che lo scavo non può essere direzionato. Questa tecnologia viene prevalentemente impiegata per l'attraversamento di linee ferroviarie e stradali ed è adatta per perforazioni di lunghezza limitata.

## **Indagini conoscitive non invasive per la ricerca e la mappatura dei servizi esistenti**

A monte di ogni realizzazione no-dig deve essere condotta un'accurata campagna conoscitiva sulle possibili interferenze con i servizi già esistenti e sullo stato della canalizzazione eventualmente da riabilitare. Le scelte progettuali relativamente alla tecnologia più adatta di intervento non possono prescindere dalla conoscenza completa dei sottosistemi esistenti da parte di tutti gli enti interessati.

La localizzazione e mappatura dei servizi interrati preesistenti (incluse le canalizzazioni da riabilitare), propedeutica all'impiego di ogni tecnologia NO-DIG, potrà essere condotta con:

- Telecamere
- Georadar
- Cercatubi

## **Tecnologie Associate**

### ***Minitrincea***

La tecnologia permette la posa della infrastruttura di sottoservizi, quali l'idrico, l'energia e le telecomunicazioni, attraverso l'esecuzione contemporanea o meno di fresatura di dimensioni ridotte del manto stradale, sistemazione di tubi e/o cavi e riempimento del solco con malta cementizia.

Le fasi di lavorazione prevedono la fresatura del manto stradale (taglio) per una larghezza massima di 15 cm con una profondità massima di 40 cm, la

posa dei cavi o dei tubi (fino ad un massimo di 3, di 40-50 cm di diametro) e il riempimento dello scavo.

### ***Microtrincea***

Questa tecnologia è analoga alla minitrincea ma sia lo scavo sia le attrezzature impiegate sono di dimensioni molto ridotte. In particolare il taglio della pavimentazione ha una larghezza massima di 1,6 cm con una profondità massima di 15 cm.

### **Normativa specifica**

In questo ambito particolare, ricordiamo che le nuove regole tecniche per lo scavo e la posa delle reti in fibra ottica sono entrate in vigore il 2 novembre 2013, cioè 15 giorni dopo la pubblicazione in Gazzetta Ufficiale del 18 ottobre del **decreto 1 ottobre 2013** del Ministero per lo Sviluppo Economico sulle «Specifiche tecniche delle operazioni di scavo e ripristino per la posa di infrastrutture digitali nelle infrastrutture stradali».

Il decreto prevede che la posa delle infrastrutture digitali possa avvenire attraverso differenti metodologie di scavo, introducendo accanto allo scavo tradizionale metodologie di scavo a limitato impatto ambientale (perforazione orizzontale e minitrincea).

Il decreto, in funzione delle diverse metodologie di scavo, prevede specifiche tecniche differenziate tra l'ambito urbano ed extraurbano e per i diversi tipi di infrastruttura stradale.





## Capitolo X

# Gli scavi e i cantieri stradali

*Questo capitolo vuole approfondire gli aspetti operativi della gestione della sicurezza degli addetti ai lavori relativamente ad un intervento di scavo da realizzarsi in ambito stradale o similare.*

*I soggetti interessati sono responsabili a vari livelli (dal committente al lavoratore) e sono richiamati ad organizzare, mantenere e migliorare le condizioni di sicurezza del cantiere nella sua vita.*

### Il cantiere stradale

Secondo la normativa sulla sicurezza il cantiere - definito come temporaneo o mobile - è un luogo in cui si effettuano lavori edili o di ingegneria civile.

Nel caso particolare in cui l'intervento di scavo avvenga in un'area destinata alla circolazione e alla sosta dei veicoli e dei pedoni, nella quale si eseguono lavori o si depositano materiali, si è in presenza di un cantiere cosiddetto "stradale".

Quest'ultimo può essere di tipo fisso o mobile.

Il cantiere stradale di tipo fisso è un luogo di lavoro che non subisce spostamenti nell'arco della giornata; ad esempio la realizzazione di una nuova strada piuttosto che il rifacimento del manto stradale con asportazione di quello esistente.

Il cantiere stradale di tipo mobile è invece quello contraddistinto dalla progressione continua ad una velocità variabile. Questo tipo di cantiere è in continuo spostamento con una velocità che può variare da alcuni metri a diversi chilometri all'ora.

La posa dei guardrail - paracarri è un cantiere stradale mobile "lento" mentre il rifacimento della segnaletica orizzontale o la manutenzione del verde è un cantiere mobile "veloce".

Prima di iniziare qualsiasi operazione in un ambiente con presenza di traffico veicolare occorre pianificare le operazioni di segnalazione del cantiere stesso.

## **Posa segnaletica verticale/orizzontale**

Si tratta del primo intervento sulla strada per segnalare l'apertura di un cantiere.

I mezzi di trasporto della segnaletica temporanea devono posizionarsi in prossimità della zona di intervento attivando i dispositivi luminosi.

Un addetto ai lavori segnerà la presenza dei mezzi di trasporto camminando a bordo strada a partire da questi ultimi in direzione opposta al senso di marcia munito di bandierina di segnalazione.

A questo punto gli addetti ai lavori, protetti dall'autocarro, inizieranno a posizionare la segnaletica.

Contemporaneamente alla posa della segnaletica provvisoria deve essere oscurata quella esistente che interferisce con la nuova impostazione.

### ***Prevenzione***

Tutti gli addetti ai lavori devono indossare i DPI ad alta visibilità di classe 2. Devono sempre operare con l'autocarro che li precede e che evidenzia la loro presenza con segnaletica anche luminosa.

Durante il posizionamento della segnaletica gli addetti non devono invadere la carreggiata destinata al traffico stradale.

Nei luoghi confinati/chiusi deve essere assicurata una ventilazione forzata altrimenti gli addetti ai lavori devono indossare i DPI di protezione (mascherine). La movimentazione dei materiali pesanti/ingombranti deve avvenire mediante l'utilizzo di mezzi meccanici e in modo coordinato.

### ***Gestione delle emergenze***

Nei pressi dell'area di lavorazione devono essere sempre presenti una cassetta di medicazione ed un estintore.

Inoltre deve sempre essere previsto l'accesso all'area di lavoro da parte dei mezzi di soccorso.

### ***Squadra di lavoro***

La squadra deve essere composta da un preposto, da un "moviere", da uno o più addetti al posizionamento della segnaletica e da un eventuale autista.

## **Allestimento cantiere**

Prima di iniziare qualsiasi operazione sulla strada si deve posizionare la segnaletica di informazione e di prescrizione ai conduttori dei veicoli e ai pedoni interessati.

L'allestimento del cantiere è subordinato al tipo di intervento, alle dimensioni e alla durata dello stesso.

Per brevi interventi è prevista la semplice delimitazione dell'area di lavoro con reti che non impediscano la visibilità e temporanei servizi igienici.

Per cantieri di lunga durata sono da prevedersi servizi igienico-assistenziali dimensionati alla numerosità degli addetti ai lavori.



### **Prevenzione**

L'area oggetto di intervento deve essere ben segnalata. La viabilità deve

essere modificata per indirizzare il traffico nelle nuove corsie provvisorie di marcia.

Tutti gli addetti ai lavori devono indossare i DPI ad alta visibilità di classe 2. Per l'approvvigionamento del materiale, i mezzi di trasporto devono accedere dalla parte finale del cantiere attivando i dispositivi acustici luminosi. La movimentazione dei materiali pesanti e/o ingombranti deve avvenire mediante l'utilizzo di mezzi meccanici e in modo coordinato.

### **Gestione delle emergenze**

Nei pressi dell'area di lavorazione devono essere sempre presenti una cassetta di medicazione e un estintore.

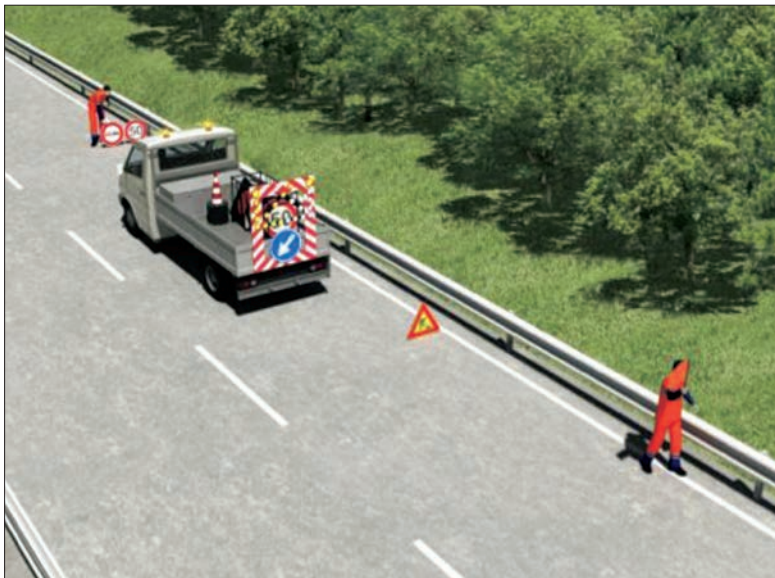
Deve sempre essere previsto l'accesso all'area di lavoro da parte dei mezzi di soccorso.

### **Squadra di lavoro**

La squadra di lavoro è generalmente composta da due addetti e da un autista.

### **Disinstallazione**

Al termine dei lavori si devono smantellare il cantiere e la relativa segnaletica. L'operazione consiste nel rimuovere barriere, coni, delineatori flessibili, segnaletica orizzontale, vari segnali e dispositivi luminosi a luce lampeggiante. Occorre ripristinare la segnaletica esistente prima dell'intervento.



### **Prevenzione**

L'operazione viene fatta iniziando dalla parte finale del cantiere rispetto al senso di marcia, rimanendo sempre all'interno della segnaletica.

Le operazioni di raccolta dei segnali sono eseguite con il supporto di un automezzo che precede l'addetto. La movimentazione dei segnali deve avvenire assumendo posizioni corrette e indossando i DPI di protezione (guanti e scarpe antinfortunistiche).

### **Gestione delle emergenze**

Nei pressi dell'area di lavorazione deve essere sempre presente una cassetta di medicazione.

Deve sempre essere previsto l'accesso all'area di lavoro da parte dei mezzi di soccorso.

### **Squadra di lavoro**

La squadra è composta da un preposto, da un "moviere", da uno o più addetti alla rimozione della segnaletica e da un eventuale autista.

### **Analisi del contesto**

In questa seconda parte del capitolo si affrontano i problemi del contesto.

L'analisi del contesto e delle sue caratteristiche ci invita a considerare i diversi rischi e le diverse modalità di approntamento di misure di sicurezza.

In tali casi la segnaletica e la conseguente delimitazione del cantiere sono di fondamentale importanza per la riduzione dei rischi.

La segnaletica temporanea deve essere adattata alle circostanze che la impongono. I dispositivi messi in opera per segnalare un pericolo presente a bordo strada o sulla corsia di emergenza saranno diversi da quelli destinati a segnalare un cantiere che occupa parte della carreggiata di una strada ad elevato scorrimento.

Gli elementi di cui tenere conto per la messa in opera della segnaletica sono i seguenti:

- tipo di strada e sue caratteristiche geometriche (numero di corsie per senso di marcia, presenza o meno di corsie di emergenza o banchina, presenza o meno di spartitraffico);
- natura e durata della situazione (ostacolo o pericolo improvviso, cantiere fisso o mobile, deviazione della circolazione);
- importanza del cantiere (in funzione degli effetti sulla circolazione e dell'ingombro sulla strada);
- visibilità legata agli elementi geometrici della strada (andamento planoaltimetrico, vegetazione, opere d'arte, barriere di sicurezza o fonoassorbenti);
- visibilità legata a particolari condizioni ambientali (pioggia, neve, nebbia, ecc.);

- localizzazione (ambito urbano o extraurbano, strade a raso o su opere d'arte, punti singolari quali intersezioni o svincoli);
- velocità e tipologia del traffico (la loro variabilità durante la vita del cantiere può essere origine di collisioni a catena).

## Casistica

### Autostrada/strada a più corsie per senso di marcia

Si tratta di una strada extraurbana o urbana a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia, eventuale banchina pavimentata a sinistra e corsia di emergenza o banchina pavimentata a destra, priva di intersezioni a raso.

Solitamente è attrezzata con apposite aree di servizio o di parcheggio, entrambe con accessi dotati di corsie di decelerazione e di accelerazione.

<b>STANDARD ORGANIZZATIVI</b>
<p>In relazione alle distanze tra perimetro longitudinale del cantiere e banchina sono definite il numero di corsie di transito (minimo 2,80) da mantenere attive.</p> <p>In prossimità del cantiere deve essere posizionata la segnaletica temporanea di informazione al conduttore di veicoli e al pedone della presenza di un cantiere e la segnaletica di gestione del traffico.</p> <p>In ordine dalla testata deve essere posizionata:</p> <p>la segnaletica di avvicinamento (cartello lavori con eventuale lampada rossa e segnali di prescrizione)</p> <p>la segnaletica di posizionamento (barriere, coni, delineatori flessibili, segnaletica orizzontale di colore giallo, segnali di obbligo) se il cantiere risulta molto esteso occorre ripetere lungo il percorso la segnaletica di pericolo e prescrizione</p> <p>L'area di lavoro deve essere ben delimitata. La recinzione è obbligatoria nei casi in cui esiste un concreto rischio di danno verso i non addetti ai lavori.</p> <p>L'accesso delle macchine operatrici deve avvenire sempre dalla parte finale dell'area di lavoro.</p> <p>la segnaletica di fine prescrizione deve sempre essere integrata da dispositivi luminosi a luce lampeggiante</p>
<b>GESTIONE EMERGENZE</b>
<p>L'intervento delle squadre di soccorso avviene attraverso la corsia di emergenza che dovrà quindi essere sempre mantenuta sgombra da ostacoli fissi.</p> <p>Gli addetti all'emergenza delle imprese esecutrici forniranno alle squadre di soccorso le coordinate per l'accesso e le modalità per il raggiungimento dell'area interessata.</p>

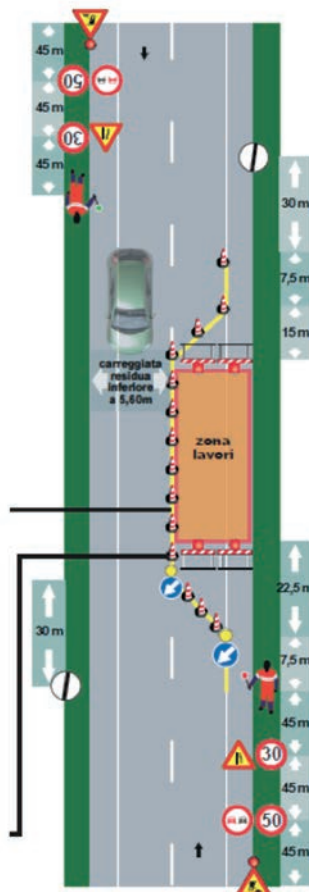
## Strade a senso alternato

Si tratta di una strada extraurbana o urbana ad unica carreggiata con almeno una o due corsie di marcia indipendenti con eventuali intersezioni a raso. L'intervento prevede il restringimento della carreggiata ad una larghezza inferiore a m. 5,60.

In questo caso la carreggiata a due corsie in prossimità del cantiere diventa ad una sola corsia.

In relazione al tipo di strada e all'intensità del traffico, è definito il tipo di transito:

- alternato a vista;
- alternato da movieri;
- alternato a mezzo semafori.



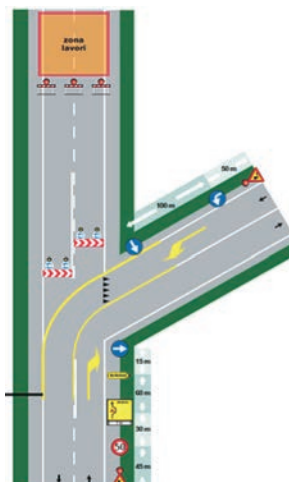


<b>STANDARD ORGANIZZATIVI</b>
<p>Siamo in presenza di strada con transito alternato da movieri.</p> <p>I due movieri muniti di apposita paletta si posizionano alle estremità della strettoia e si coordinano per gestire il traffico .</p> <p>Per cantieri con dimensioni longitudinali contenute, i movieri comunicano a vista, negli altri casi il coordinamento avverrà tramite apparecchi radio.</p> <p>In entrambi i sensi di marcia, in prossimità del cantiere, deve essere posizionata la segnaletica temporanea di informazione al conduttore di veicoli.</p> <p>in ordine dalla testata deve essere posizionata:</p> <p>la segnaletica di avvicinamento (cartello lavori con eventuale lampada rossa e segnali di prescrizione e di avvertimento)</p> <p>la segnaletica di posizionamento (barriere, coni, delineatori flessibili, segnaletica orizzontale di colore giallo, segnali di obbligo)</p> <p>la segnaletica di fine prescrizione deve sempre essere integrata da dispositivi luminosi a luce lampeggiante</p> <p>Se il cantiere risulta molto esteso occorre ripetere lungo il percorso la segnaletica di pericolo e prescrizione</p> <p>L'area di lavoro deve essere ben delimitata. La recinzione è obbligatoria nei casi in cui esiste un concreto rischio di danno verso i non addetti ai lavori.</p> <p>L'accesso delle macchine operatrici deve avvenire sempre dalla parte finale dell'area di lavoro.</p>
<b>GESTIONE EMERGENZE</b>
<p>L'intervento delle squadre di soccorso avviene attraverso una delle corsie opposta al senso di marcia.</p> <p>Gli addetti all'emergenza delle imprese esecutrici forniranno alle squadre di soccorso le coordinate per l'accesso e le modalità per il raggiungimento dell'area interessata.</p>

## Strada chiusa alla circolazione

La chiusura di una strada è vincolata all'autorizzazione degli enti preposti e alla necessità di intervenire in assenza di traffico.

Devono essere sempre previsti percorsi alternativi che permettano il deflusso del traffico.



<b>STANDARD ORGANIZZATIVI</b>
<p>La segnaletica deve essere posizionata in modo tale da indirizzare il traffico nel percorso alternativo previsto.</p> <p>Gli accessi al cantiere dei mezzi d'opera sono presidiati da movieri che rimuoveranno temporaneamente le barriere e supporteranno gli autisti nelle manovre.</p> <p>Tutti i mezzi d'opera devono accedere al cantiere attivando i dispositivi acustici luminosi</p> <p>La deviazione del traffico viene segnalata mediante segnaletica verticale e orizzontale (strisce gialle)</p>
<b>GESTIONE EMERGENZE</b>
<p>L'intervento delle squadre di soccorso avviene attraverso una delle corsie opposta al senso di marcia.</p> <p>Gli addetti all'emergenza delle imprese esecutrici forniranno alle squadre di soccorso le coordinate per l'accesso e le modalità per il raggiungimento dell'area interessata.</p>

## Strada in galleria

È una strada che può avere una o più carriere a senso unico o bidirezionale. Le destinazioni d'uso principali di una galleria sono: Sottopassi per il transito di pedoni o ciclisti o gallerie stradali per consentire il transito di veicoli attraverso rilievi montuosi o sotto aree già edificate. Le gallerie possono essere catalogate e distinte per la loro lunghezza e per il volume di traffico. Conseguentemente i lavori da eseguirsi all'interno delle stesse possono variare in funzione di questi parametri e dei sistemi in dotazione (attrezzature per la sicurezza in esercizio).

<b>STANDARD ORGANIZZATIVI</b>
<p>In galleria non possono essere previsti scambi di corsia (se necessario devono essere collocati all'esterno della galleria)</p> <p>Gli addetti ai lavori devono indossare oltre ai DPI ad alta visibilità anche le mascherine di protezione delle vie respiratorie.</p> <p>Il cantiere deve essere sempre ben segnalato e ben illuminato.</p> <p>La presenza di un cantiere in galleria deve sempre essere segnalata all'esterno della stessa galleria.</p> <p>E' vietato l'utilizzo di attrezzature mobili con alimentazione superiore a 48 V.</p>
<b>GESTIONE EMERGENZE</b>
<p>Devono essere previsti corridoi laterali di fuga per le persone.</p> <p>Oltre ai normali presidi antincendio (estintori...) già esistenti in galleria devono essere previsti ulteriori dispositivi antincendio commisurati alle dimensioni del cantiere</p> <p>L'intervento delle squadre di soccorso avviene attraverso una delle corsie opposta al senso di marcia.</p> <p>Gli addetti all'emergenza delle imprese esecutrici forniranno alle squadre di soccorso le coordinate per l'accesso e le modalità per il raggiungimento dell'area interessata.</p>

## Lavori in aree aperte al pubblico che non sono carreggiate stradali

Un esempio di tale situazione è costituito da parchi e giardini pubblici.

<b>STANDARD ORGANIZZATIVI</b>
<p>Limitazione nel tempo e nello spazio dell'ingombro dell'area sulla quale devono essere effettuate le operazioni, al minimo indispensabile;</p> <p>Posa di barriere per impedire che i pedoni possano inciampare o venire a contatto con macchine, attrezzature, materiali, scavi aperti, ecc.;</p> <p>Raggruppamento delle attrezzature in modo ordinato e comunque in posizione da lasciare sufficiente spazio al transito (almeno m 1) e tale da non produrre intralcio o pericolo per il passaggio di altre persone, con particolare riferimento al percorso dei cavi e condotte di collegamento tra la posizione delle attrezzature ed il punto in cui si effettua l'operazione;</p> <p>Mantenere accantonati i residui di lavorazione mano a mano prodotti;</p> <p>Utilizzazione delle sole attrezzature necessarie, sgomberando l'area da quelle superflue o per le quali non sussiste ulteriore esigenza d'uso;</p> <p>Sgomberare con tempestività, al termine delle operazioni, dalle attrezzature utilizzate o dai residui di lavorazione, l'area utilizzata.</p>
<b>GESTIONE EMERGENZE</b>
<p>Devono essere previsti corridoi laterali di fuga per le persone. In particolare devono essere protette le aperture laterali verso il vuoto.</p> <p>L'intervento delle squadre di soccorso avviene attraverso una delle corsie opposta al senso di marcia.</p> <p>Gli addetti all'emergenza delle imprese esecutrici forniranno alle squadre di soccorso le coordinate per l'accesso e le modalità per il raggiungimento dell'area interessata.</p> <p>È vietato l'utilizzo di attrezzature mobili con alimentazione superiore a 48 V.</p>

## Manodopera

Le risorse umane impiegate nei lavori stradali hanno mansioni e compiti ben differenziati.

Ognuno di essi deve essere individuato e incaricato in relazione alle proprie attitudini e capacità.

L'esperienza lavorativa e la formazione maturata nei diversi contesti in cui si è trovato il soggetto costruiscono la competenza professionale.

Quest'ultima si può definire quindi come l'abilità nello svolgimento di determinate attività o, in modo più specifico, come la capacità di apportare miglioramenti e di dare valore aggiunto alle prestazioni lavorative.

Le competenze professionali sono costituite dalle conoscenze (sapere) e dalle abilità (saper fare) correlati alla propria posizione di lavoro.

A ogni mansione, quindi, deve corrispondere una competenza che il soggetto deve possedere per svolgere con responsabilità il proprio ruolo.

### ***Mansioni lavorative***

Caposquadra

Moviere

Autista

Operatore macchine movimento terra

Operatore macchine stradali

<b>MANSIONE</b>	<b>Conoscenze - SAPERE</b>	<b>Abilità - SAPER FARE</b>
OPERATORE MACCHINE STRADALI	Elementi di elettromeccanica  Elementi di meccanica automobilistica  Normativa sulla tutela della salute e sicurezza dei lavoratori in tutti i settori di attività privati o pubblici	Sa utilizzare in modo corretto le macchine ed i relativi accessori nelle lavorazioni del cantiere stradale  Sa eseguire la manutenzione ordinaria su macchine per lavorazioni stradali

<b>MANSIONE</b>	<b>Conoscenze - SAPERE</b>	<b>Abilità - SAPER FARE</b>
MOVIERE	Codice della strada  Formazione sui DPI	Sa utilizzare in modo corretto i dispositivi di segnalazione  Sa gestire situazioni di viabilità ordinata

<b>MANSIONE</b>	<b>Conoscenze - SAPERE</b>	<b>Abilità - SAPER FARE</b>
AUTISTA	Codice della strada  Elementi di elettromeccanica  Elementi di meccanica automobilistica  Normativa sulla tutela della salute e sicurezza dei lavoratori in tutti i settori di attività privati o pubblici	Sa utilizzare in modo corretto le macchine ed i relativi accessori nelle lavorazioni del cantiere stradale  Sa eseguire la manutenzione ordinaria degli automezzi

<b>MANSIONE</b>	<b>Conoscenze - SAPERE</b>	<b>Abilità - SAPER FARE</b>
OPERATORE MACCHINE MOVIMENTO TERRA	Codice della strada  Elementi di elettromeccanica  Elementi di meccanica automobilistica  Normativa sulla tutela della salute e sicurezza dei lavoratori in tutti i settori di attività privati o pubblici	Sa utilizzare in modo corretto le macchine ed i relativi accessori nelle lavorazioni del cantiere stradale  Sa eseguire la manutenzione ordinaria degli automezzi

<b>MANSIONE</b>	<b>Conoscenze - SAPERE</b>	<b>Abilità - SAPER FARE</b>
PREPOSTO	Normativa sulla tutela della salute e sicurezza dei lavoratori in tutti i settori di attività privati o pubblici  Codice della strada  Procedure aziendali  Lavorazioni stradali	Sa leggere e interpretare i documenti di pianificazione (pos - psc) e i disegni esecutivi  Sa garantire l'applicazione delle procedure controllando la correttezza esecuzione



## Capitolo XI

### Rischi di natura elettrica nelle attività di scavo

I lavori di scavo possono rientrare nella definizione di lavori con rischio elettrico; per “lavoro con rischio elettrico” si intende un lavoro di qualsiasi natura che presenta un rischio elettrico. Tali lavori vanno pertanto eseguiti nel rigoroso rispetto delle norme di legge vigenti (d.lgs. 81/08 e s.m.i.) e delle norme di buona tecnica vigenti, es. Norma CEI 11.27.

I rischi di natura elettrica nelle attività di scavo sono dovuti principalmente a:

- 1 *Interferenza dei mezzi d'opera, delle opere provvisorie e delle attrezzature con le linee elettriche aeree presenti nell'area dei lavori.*
- 2 *Lavori eseguiti all'interno degli scavi che comportano l'uso o la presenza di apparecchiature elettriche.*
- 3 *Interferenza durante l'esecuzione degli scavi con linee elettriche interrato.*

#### Interferenza dei mezzi d'opera e delle attrezzature con le linee elettriche aeree presenti nell'area degli scavi



Art. 83 del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81, *Lavori in prossimità di parti attive.*

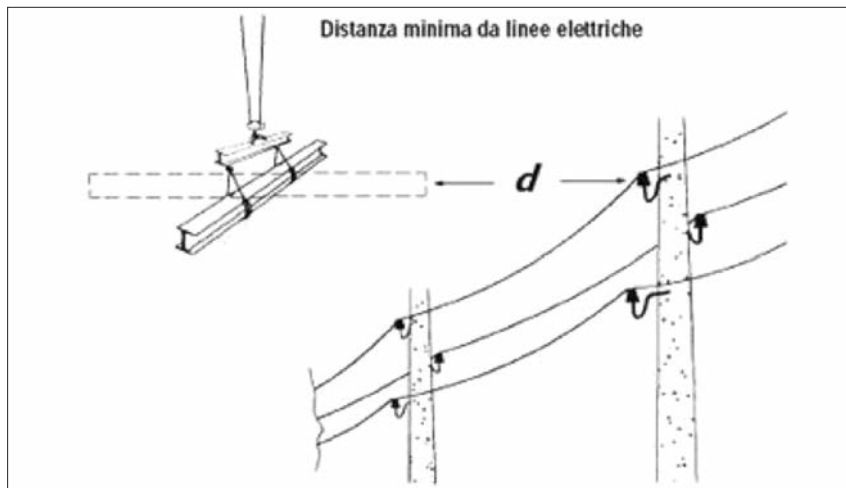


Non possono essere eseguiti lavori non elettrici in vicinanza di linee elettriche o di impianti elettrici con parti attive non protette, o che per circostanze particolari si debbano ritenere non sufficientemente protette, e comunque a distanze inferiori ai limiti di cui alla Tab. 1 dell'allegato IX, salvo che vengano adottate disposizioni organizzative e procedurali idonee a proteggere i lavoratori dai conseguenti rischi.

La **Tab. 1** riporta le 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.

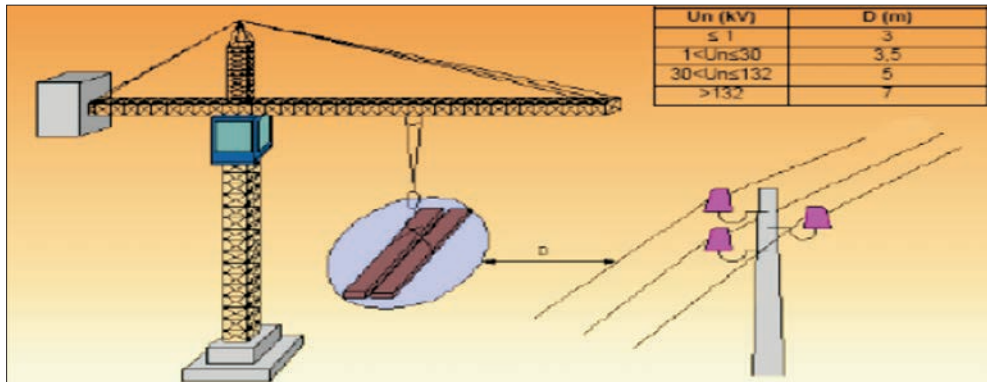
**Tabella 1** - Allegato IX (D.Lgs.81/08 e s.m.i)

$U_n$ (kV) tensione nominale della linea	D = distanza minima consentita (m)
Fino a 1kV	3
Superiori a 1kv e fino a 30 kV	3,5
Superiori a 30 kV e fino 132 kV	5
Superiori a 132 kV	7



*Presenza di linee elettriche aeree - I lavori in prossimità di linee elettriche aeree non protette non sono ammessi a distanze inferiori ai limiti (indicati in*

figura) salvo che vengano adottate disposizioni organizzative e procedurali idonee a proteggere i lavoratori dai conseguenti rischi, come previsto dall'art.83 del d.lgs. 81/08 e s.m.i..



**Art. 117 del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81, Lavori in prossimità di parti attive.**

Fermo restando le disposizioni di cui all'art. 83, quando occorre effettuare lavori in prossimità di linee elettriche o di impianti elettrici con parti attive non protette o che per circostanze particolari si debbano ritenere non sufficientemente protette, ferme restando le norme di buona tecnica, si deve rispettare almeno una delle seguenti 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 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 o a quelli risultanti dall'applicazione delle pertinenti norme tecniche.

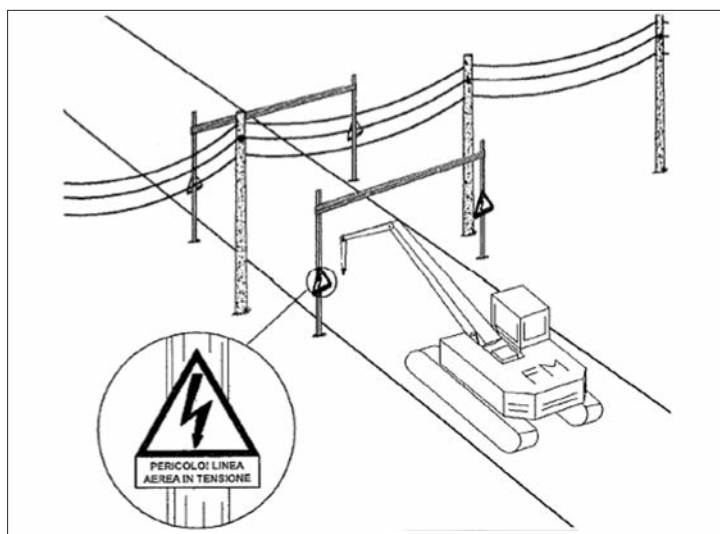
Qualora non sia possibile rispettare le distanze di cui alla **Tab. 1** è necessario previa segnalazione all'Ente che esercisce la linea elettrica provvedere, prima dell'inizio dei lavori, all'adozione di idonee misure di sicurezza quali installazione di:

- barriere di protezione,
- schermi,

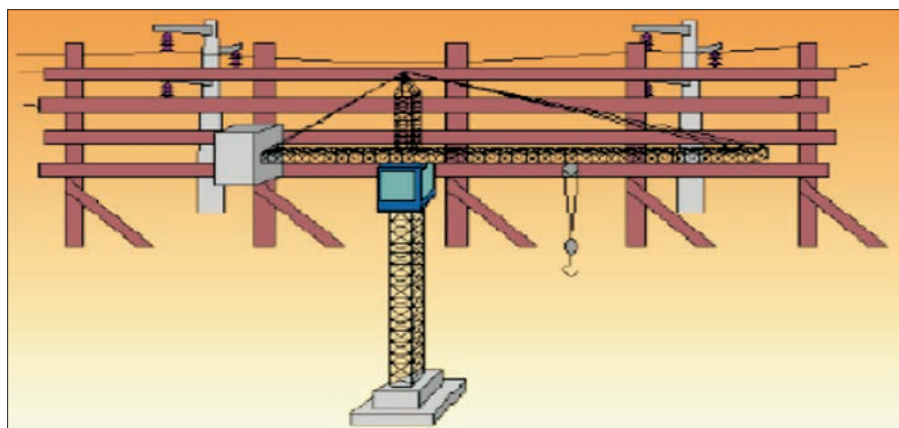
- ripari,
- portali limitatori di sagoma nel caso di attraversamenti dei mezzi d'opera sotto le linee elettriche.

Le misure di sicurezza messe in atto devono essere idonee ad evitare contatti con le parti attive da parte dei mezzi d'opera e dei lavoratori o avvicinamenti che possano dar luogo a scariche elettriche.

### *Portale limitatore di sagoma*



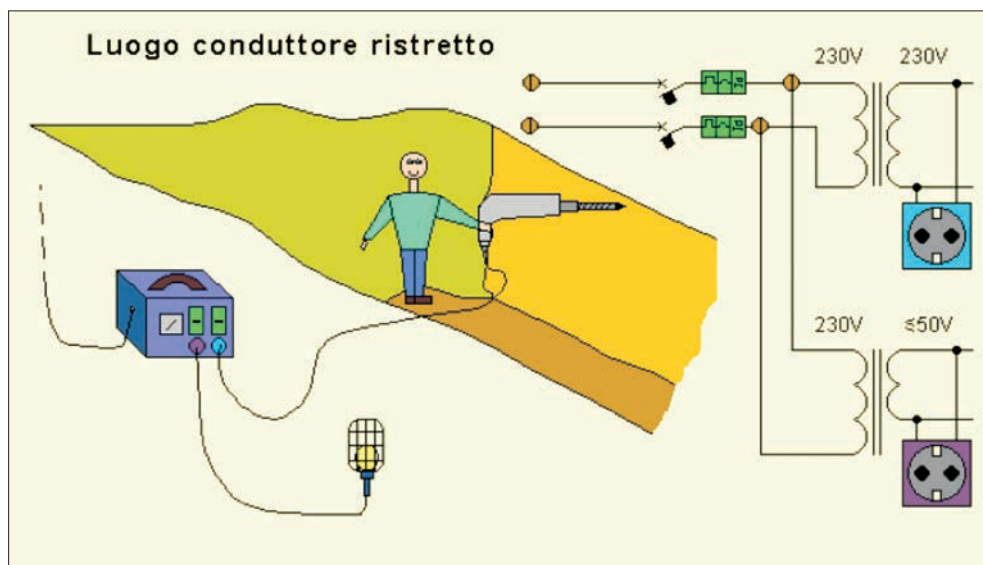
Esempio di protezione nei confronti di una linea elettrica aerea non protetta in media tensione



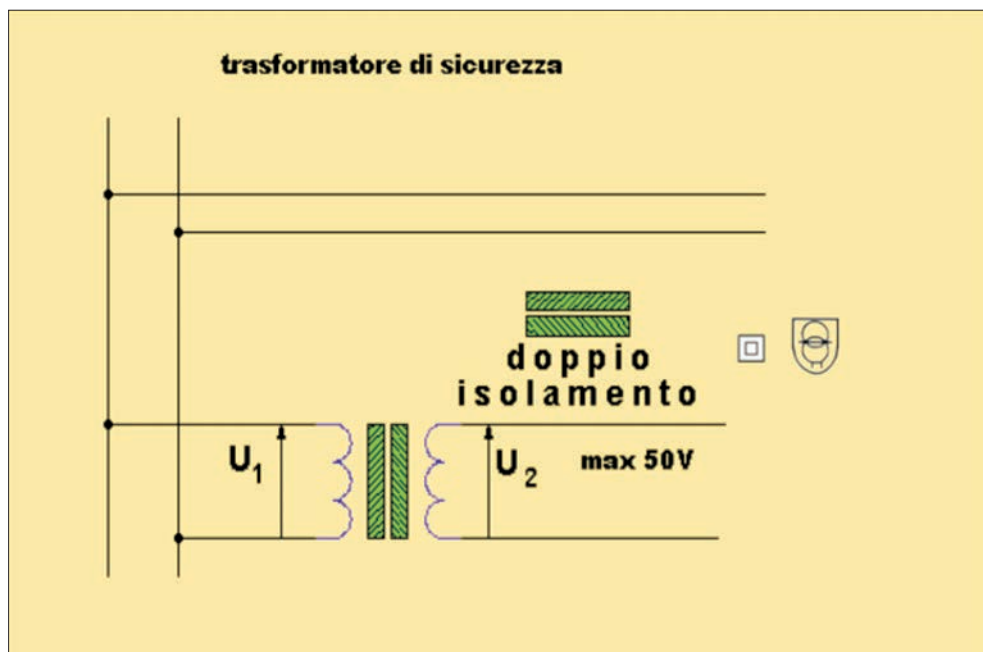
## Lavori eseguiti all'interno degli scavi che comportano l'uso o la presenza di apparecchiature elettriche.

Gli scavi, specialmente quelli a sezione ristretta o obbligata sono da considerarsi "luoghi conduttori ristretti"; per luoghi conduttori ristretti si intendono quei luoghi limitati essenzialmente da superfici metalliche o comunque conduttrici (serbatoi metallici, scavi, ecc.) nei quali è probabile che un operatore possa venire in contatto con le superfici suddette con ampia parte del corpo. Le norme prescrivono che nei luoghi conduttori ristretti gli utensili mobili o portatili devono essere alimentati a bassissima tensione di sicurezza (SELV) oppure protetti per separazione elettrica tramite trasformatore di isolamento. Un trasformatore di isolamento è un trasformatore in cui gli avvolgimenti primari e secondari sono separati elettricamente da un isolamento doppio o rinforzato. Un trasformatore di sicurezza è un trasformatore di isolamento destinato ad alimentare circuiti a bassissima tensione di sicurezza (<50 V a vuoto). Per le lampade portatili è ammessa solo l'alimentazione a bassissima tensione di sicurezza.

Esempio di luogo conduttore ristretto



La figura seguente riporta un esempio di alimentazione a bassissima tensione di sicurezza.



**Luoghi conduttori ristretti**

**Sia il trasformatore di sicurezza che il trasformatore di isolamento devono essere tenuti fuori dal luogo conduttore ristretto e possono alimentare un solo utilizzatore**

Lato A

Lato B

NORMA CEI EN 60439/4 (CEI 17-13/4)

Marchio IMQ

**TRASFORMATORE MOBILE DA CANTIERE (ASC)**

Apparecchiature ELETTRICHE per cantiere

**Illuminazione**

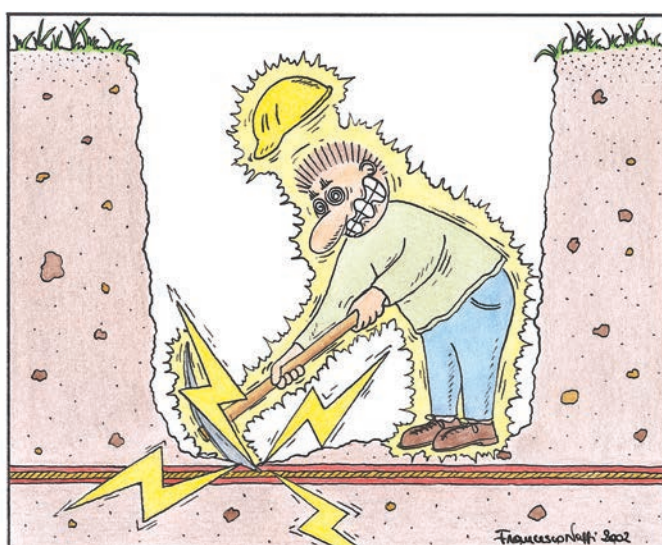
**Illuminazione trasportabile: apparecchi con grado di protezione IP55 con cavi tipo H07RN-F**




**S** Apparecchiature ELETTRICHE per cantiere

**Nei luoghi conduttori ristretti è ammessa solo l'alimentazione a **bassissima tensione di sicurezza****

**Interferenza, durante l'esecuzione degli scavi, con linee elettriche interrate**



Nella Fig.10 è riportato un esempio di posa interrata di cavo elettrico, la profondità minima di posa è funzione del tipo di conduttura elettrica e delle condizioni di posa.

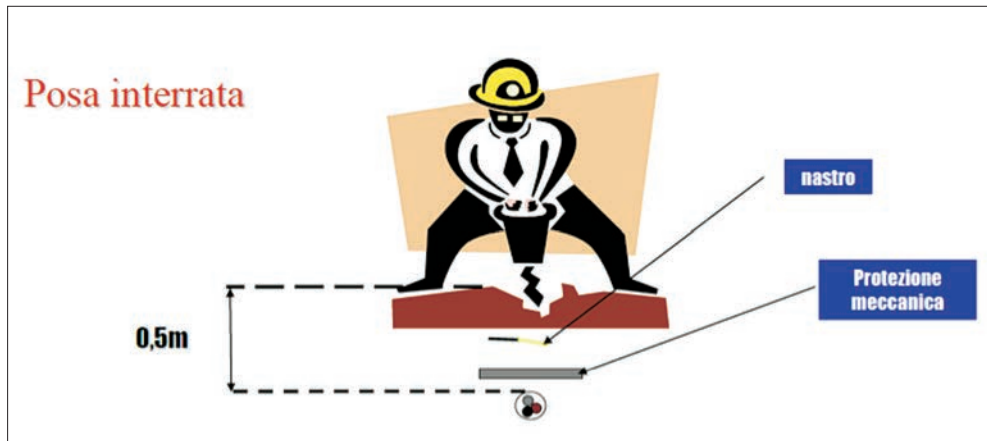


Figura 10

Prima di dare inizio ai lavori è necessario procedere alla ricognizione dei luoghi interessati dalle opere al fine di pervenire ad un'accurata mappatura dei servizi elettrici interrati in modo da rilevare e segnalare le linee elettriche che interferiscono con i lavori di scavo.

È pertanto necessario acquisire tutte le informazioni disponibili da parte dei diversi enti interessati quali, Regione, Provincia, Comuni, Gestori dei servizi, ricorrendo anche ai Sistemi Informativi Territoriali (SIT) per conoscere la collocazione ed i tracciati dei servizi elettrici esistenti.

Esistono inoltre apposite apparecchiature che consentono di localizzare i servizi elettrici interrati, il loro percorso e la profondità di posa.

I lavori di scavo, anche nel caso di interferenza con linee elettriche interrate, devono sempre essere eseguiti rispettando le disposizioni di cui all'**Art. 117 del d.lgs. 81/2008, e s.m.i., Lavori in prossimità di parti attive.**

## Appendice

# La legislazione in materia di prevenzione infortuni nelle costruzioni

### Normativa nazionale

#### Principali norme generali di prevenzione

*D.lgs. n.81 del 9 aprile 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, (Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008 - S.O. n.108, coordinato con il d.lgs. 3 agosto 2009 n.106, T.u.)*

*D.p.c.m. 14 ottobre 1997, n. 412, Regolamento recante l'individuazione delle attività lavorative comportanti rischi particolarmente elevati, per le quali l'attività di vigilanza può essere esercitata dagli Ispettorati del Lavoro delle Direzioni Provinciali del Lavoro (Gazzetta Ufficiale n. 280 del 1° dicembre 1997).*

#### Principale normativa tecnica specifica per scavi e lavori in sotterraneo

*D.p.r. 20 marzo 1956, n. 320, Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo (S.O. alla Gazzetta Ufficiale n. 109 del 5 maggio 1956).*

*D.p.r. 20 marzo 1956, n. 321, Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro nei cassoni ad aria compressa (S.O. alla Gazzetta Ufficiale n. 109 del 5 maggio 1956).*

*Decreto Ministero dei lavori pubblici 11 marzo 1988 e Circolare del Ministero dei lavori pubblici 24/09/88 n.30483, 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*

*Ministero dei lavori pubblici - Circolare 9 Gennaio 1996, n. 218/24/3, Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Decreto del Ministero dei lavori pubblici 11 marzo*



1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica.

*D.m. 14 gennaio 2008, Nuove norme tecniche per le costruzioni (Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 - S.O. n. 30)*

*D.p.r. del 14 settembre 2011, n. 177, Regolamento per la qualificazione delle imprese e dei lavoratori operanti in “ambienti sospetti di inquinamento o confinati”.*







