



SICUREZZA E IGIENE NEGLI AMBIENTI DI LAVORO  
Prof. Claudio Pantanali, PhD - [cpantanali@units.it](mailto:cpantanali@units.it)

# IL RISCHIO NELLE OPERE DI SCAVO E FONDAZIONE



## LA NORMA

**D.LGS. 9 APRILE 2008, N. 81 e s.m.i.**

**TITOLO IV CAPO II SEZIONE III - SCAVI E**

**FONDAZIONI**

N° 4 articoli (da art. 118 a art. 121)

**D.M. 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).



# RELAZIONE GEOLOGICA E RELAZIONE GEOTECNICA

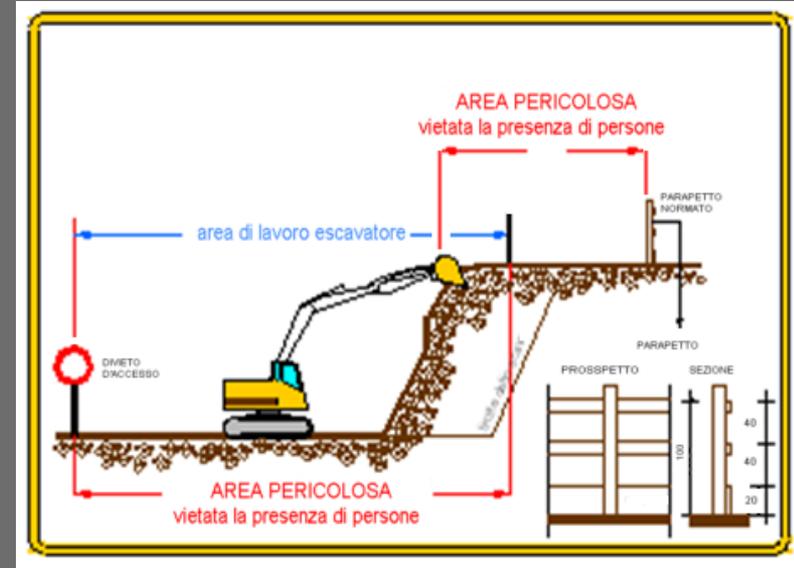
La relazione geologica prende in esame ed interpreta tutte le **operazioni conoscitive** riguardanti i caratteri naturali e fisici dei terreni e delle rocce riferite ad una fase che precede la definizione dei parametri tecnici di progetto.

La relazione geotecnica 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, condiziona la staticità del manufatto stesso.



## Articolo 118 - Splateamento e sbancamento

1. Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m 1,50, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.
2. Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.
3. Nei lavori di escavazione con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.



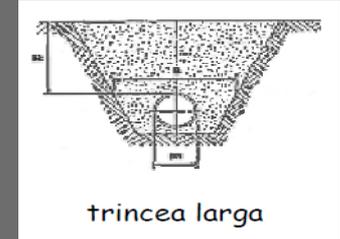
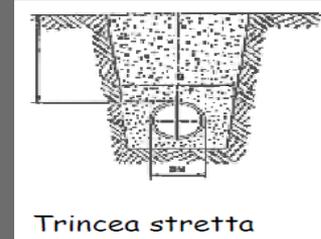
# Scavi in trincea

Scavo in cui in genere la profondità di scavo è maggiore della sua larghezza ed in cui comunque la larghezza alla base dello scavo non sia maggiore di 4.6 m.

DN = diametro nominale del tubo	B = larghezza della trincea misurata ai livelli della generatrice superiore del tubo	H = altezza del riempimento a partire dalla generatrice superiore del tubo.
---------------------------------	--	---

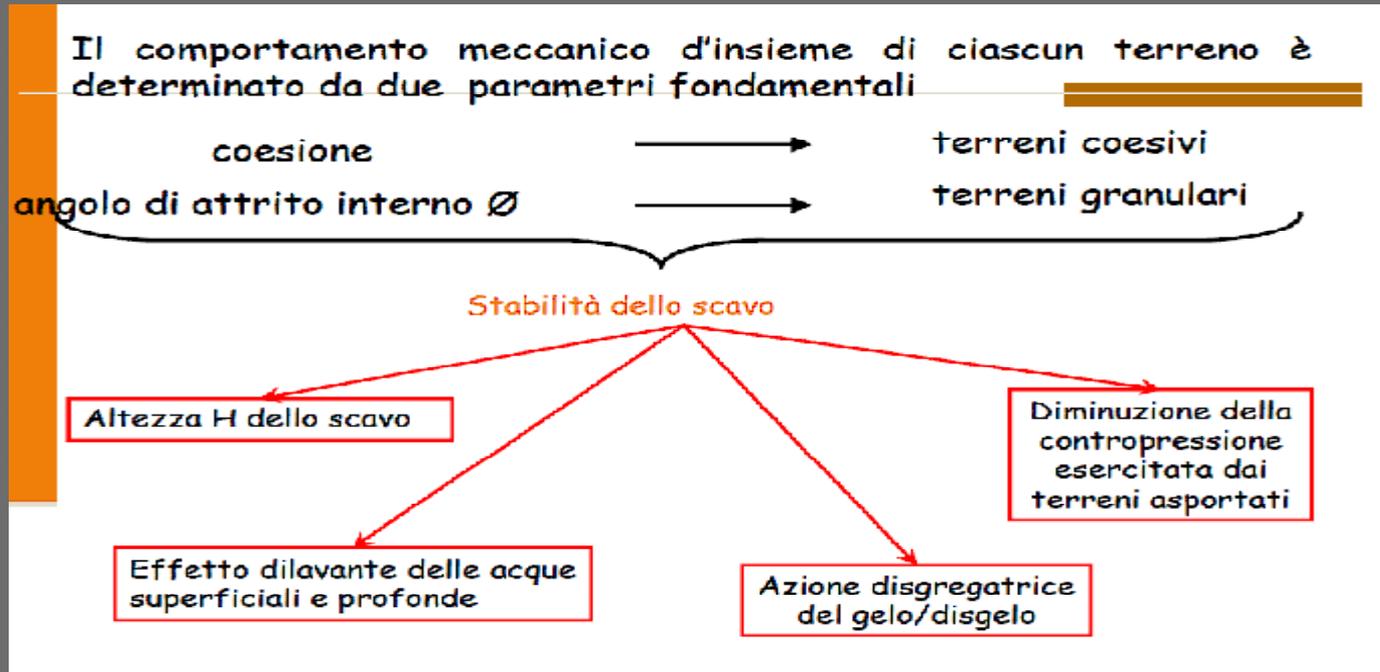
Tabella "classificazione degli scavi"

	B	H
Trincea stretta	= 3 DN	< H/2
Trincea larga	> 3 DN	< H/2
	< 10 DN	< H/2
Trincea infinita	= 10 DN	= H/2



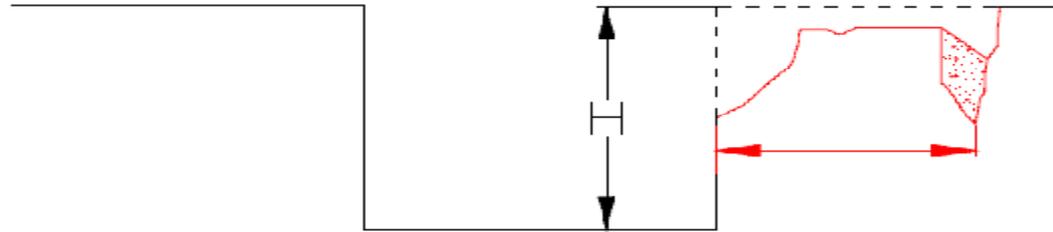


# Instabilità di uno scavo



# Instabilità di uno scavo

## TENSION CRACKS (rottura per tensioni di trazione nel terreno)



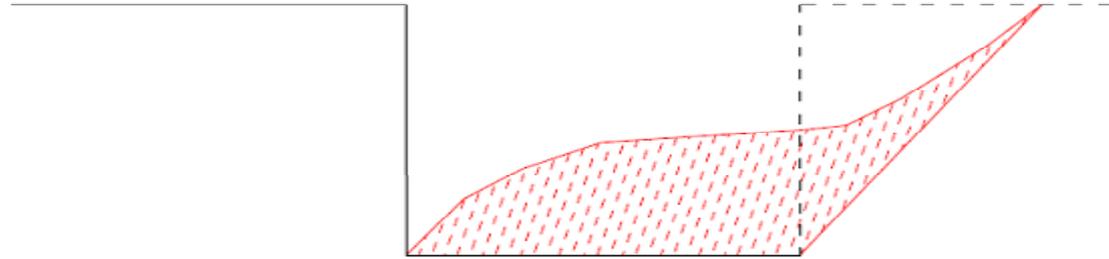
La linea di frattura si forma usualmente ad una distanza orizzontale compresa tra 0.5 e 0.75 H

( H = profondità dello scavo)

La tension cracks comporta lo sliding o il toppling

## Instabilità di uno scavo

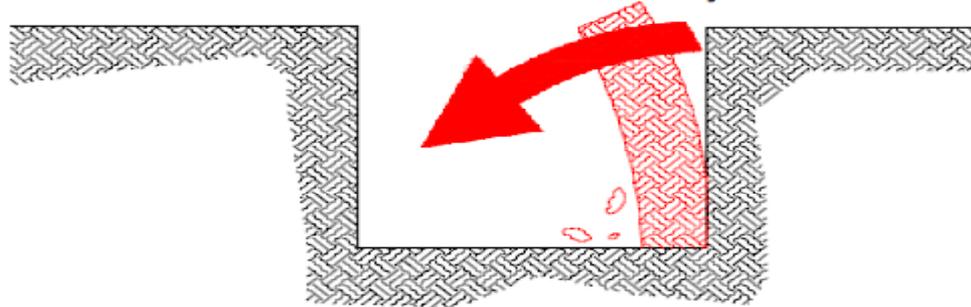
### SLIDING



I fenomeni di scivolamento del terreno (o meglio delle pareti di scavo) possono incorrere come risultato di una frattura di tensione (Tension Cracks)

## Instabilità di uno scavo

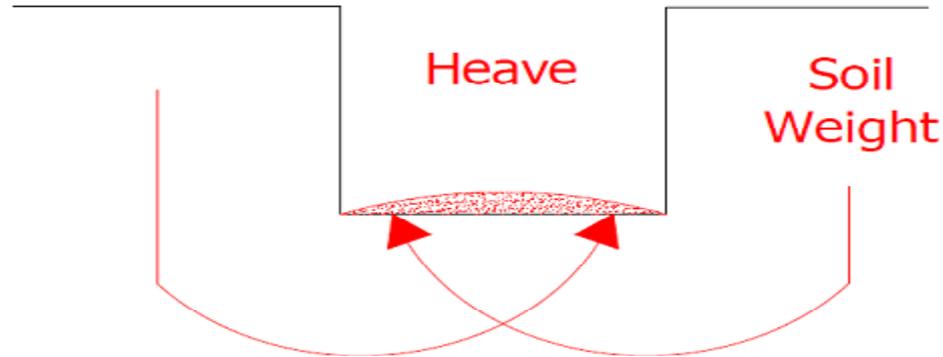
### TOPPLING (fenomeni di rovesciamento)



In aggiunta allo Sliding (scivolamento) i fenomeni di Tension Cracks possono causare fenomeni di Toppling. Il fenomeno di Toppling accade quando il taglio sulla faccia verticale si approfondisce lungo la frattura di tensione (per cause climatiche, vibrazioni, ecc.) e si ha il crollo di un blocco superiore per ribaltamento.

# Instabilità di uno scavo

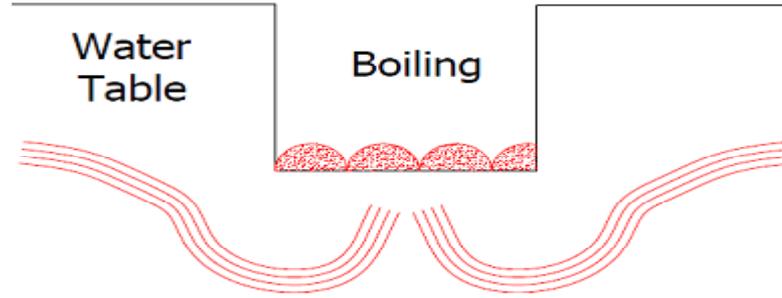
## HEAVING OR SQUEEZING (fenomeni d'instabilità del fondo dello scavo )



Sono causati dalla pressione sul fondo dello stesso a causa dal peso del terreno adiacente . La pericolosità di tali fenomeni sta nel fatto che essi possono accadere anche quando sono disposte le opere provvisorie di protezione, che con l'innescarsi di questo fenomeno, possono perdere il contrasto laterale con il terreno e rendersi inefficaci.

# Instabilità di uno scavo

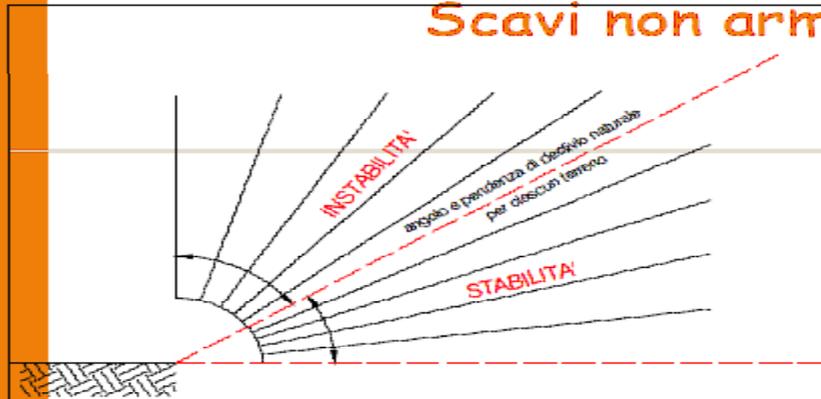
## BOILING (fenomeni di sifonamento)



sono causati da infiltrazione di acqua dalla base dello scavo. Anche questi fenomeni possono accadere quando è già predisposta l'armatura provvisoria, spesso causandone il mancato funzionamento e quindi il crollo.

# Instabilità di uno scavo

## Scavi non armati



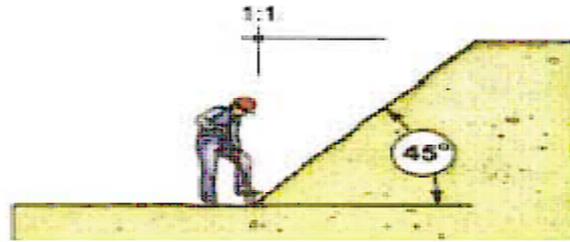
Scavi in terreni coesivi rigidi **fino a 1,5 m** di profondità possono essere non armati ed avere pareti verticali

Per **profondità maggiori ai 1,5 m**, le pendenze delle pareti degli scavi non devono essere inferiori all'angolo di natura declivio del terreno, in caso contrario devono essere armati.

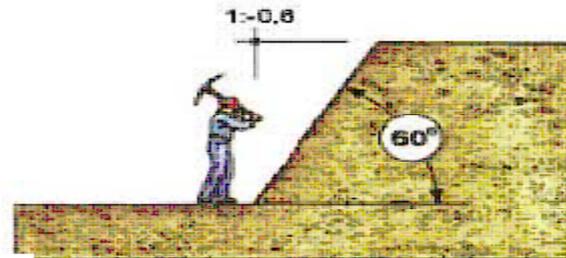
Denominazione terre	Angoli di declivio naturale per terre		
	asciutte	umide	bagnate
Rocce dure.....	80°-85°	80°-85°	80°-85°
Rocce tenere o fessurate, tufo.....	50°-55°	45°-50°	40°-45°
Pietrame.....	45°-50°	40°-45°	35°-40°
Ghiaia.....	35°-45°	30°-40°	25°-35°
Sabbia grossa (non argillosa).....	30°-35°	30°-35°	25°-30°
Sabbia fine (non argillosa).....	25°-30°	30°-40°	20°-30°
Sabbia fine (argillosa).....	30°-40°	30°-40°	10°-25°
Terra vegetale.....	35°-45°	30°-40°	20°-30°
Argille, marne (terra argillosa).....	40°-50°	30°-40°	10°-30°
Terre forti..... 2009	45°-55°	35°-45°	25°-35°

# Instabilità di uno scavo

## La pendenza del terreno in funzione della morfologia del terreno



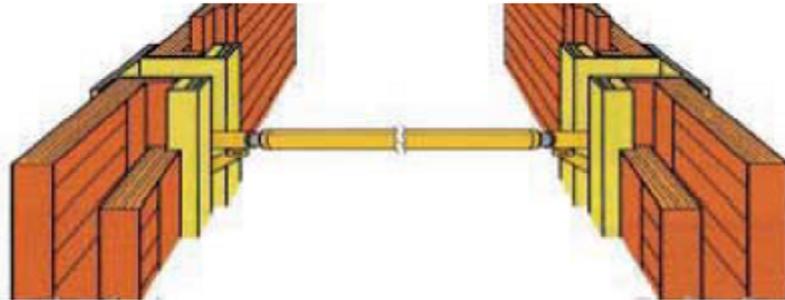
Terreno non coesivo o terreno coesivo morbido



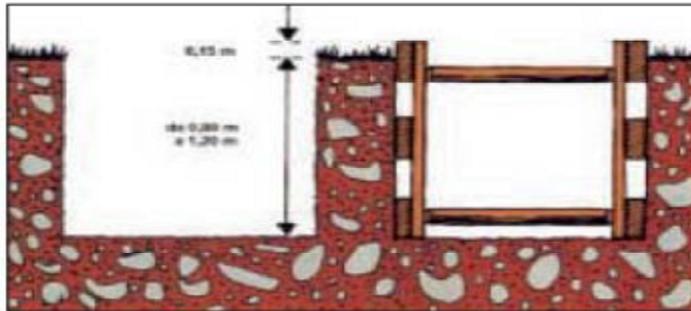
Terreno coesivo rigido o semirigido

## Opere di contrasto e sostegno

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.



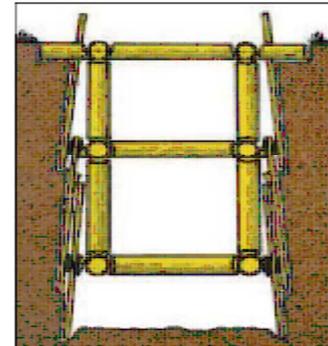
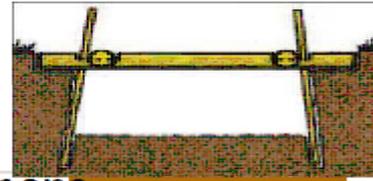
In presenza di un terreno di sufficiente coesione, in cui non è possibile realizzare lo scavo per tutta la profondità richiesta, si può effettuare lo scavo stesso fino a 80-120 cm e dopo aver disposto una prima armatura, si può procedere ad un'altra fase di scavo e così via.



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, dopo aver scavato per circa 30 centimetri si infiggono nel terreno le due pareti verticali aventi

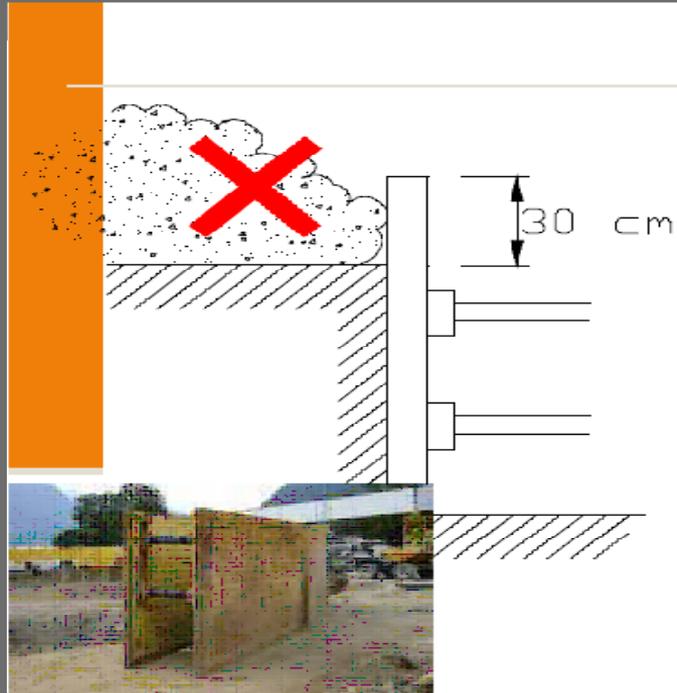
una leggera inclinazione.

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.





## Scavi armati



È vietato depositare materiale lungo il bordo superiore dello scavo: lasciare libero un margine di sicurezza  $\geq 0,60$  m

L'armatura deve poggiare su tutta la superficie del terreno e sovrastarne il margine superiore di almeno 30 cm. Scendere negli scavi solo quando il sostegno è ultimato. Utilizzare le armature delle trincee solo secondo portata ed indicazioni fornite dal produttore. Se viene prevista un'armatura tradizionale (sbadacchiatura), scavo ed armatura devono procedere gradualmente.



## Da Annotare

1. Nessuno può stabilire con assoluta certezza che uno scavo sia sicuro e che non occorra predisporre nessun 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 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.

## POS VARIABILE

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..



## STRESS

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.





## PIANO DI EMERGENZA

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.

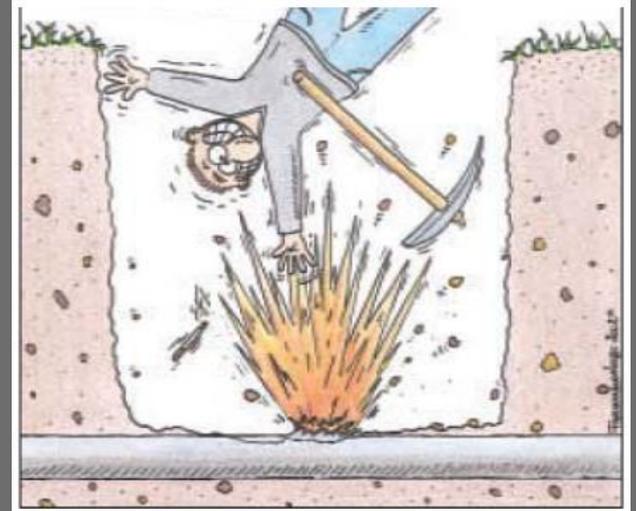
Nell'eventualità di allagamento dell'area di scavo occorre attivare la procedura di emergenza, con la sospensione dei lavori, l'immediato allontanamento dei lavoratori e l'attivazione dei sistemi di smaltimento delle acque da parte degli addetti all'emergenza.

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



La presenza di reti di servizio può provocare gravi incidenti, quando si fa uso di utensili o macchine di scavo.

Nel caso specifico in cui i lavori di scavo devono essere effettuati in prossimità di gasdotti o linee elettriche sotterranee, occorre comunicarlo all'azienda erogatrice e ottenere le necessarie autorizzazioni.





## SCAVO MANUALE

Quando non è possibile stabilire l'esatta posizione delle canalizzazioni, neanche mediante sistemi elettronici di rilevamento, il lavoro deve essere fatto 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 od esplosivi.





## Scavi in prossimità di strutture edilizie esistenti

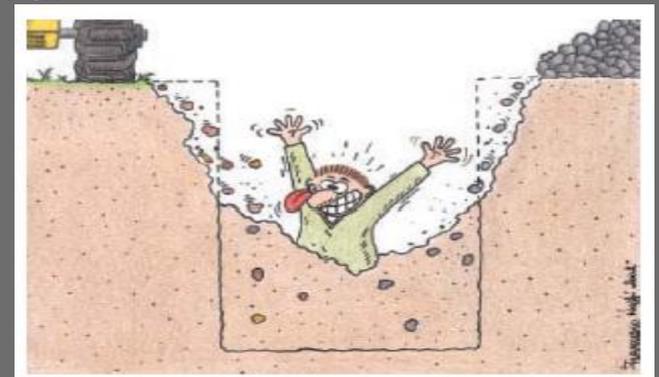
Quando la stabilità di edifici adiacenti,  
muri o altre strutture può essere  
compromessa dalle operazioni di scavo,  
occorre predisporre  
**opportuni sistemi di protezione**  
quali armature, puntelli, ecc., che  
garantiscano sia la sicurezza dei lavoratori  
addetti che la stabilità delle strutture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



## Rischi per la caduta di detriti

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

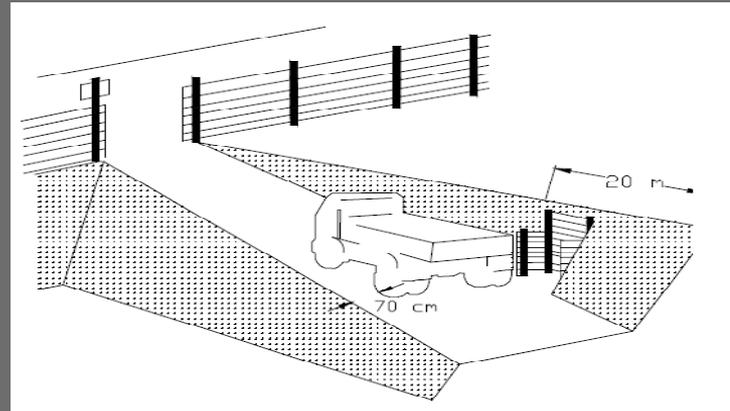
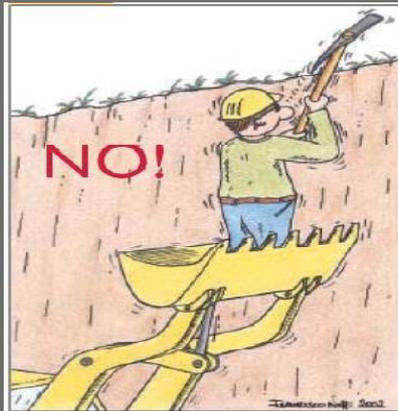
Una adeguata protezione può essere realizzata con la rimozione di tutte le parti rischiose delle superfici di scavo e con la predisposizione di barriere protettive sufficienti a fermare e contenere il materiale (reti di trattenuta).





# 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.



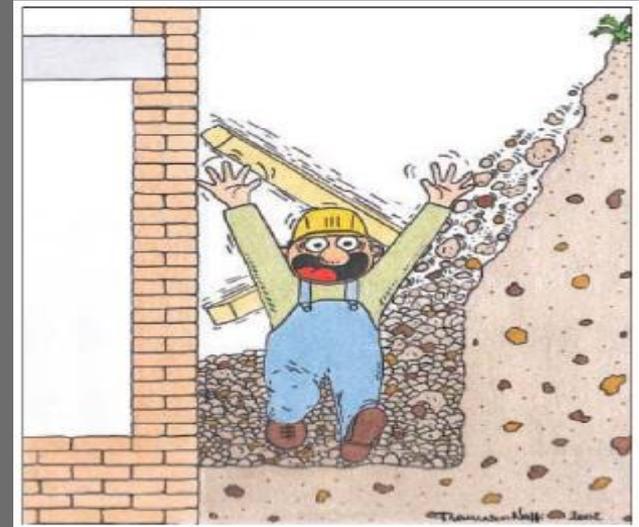


## ESAME DI UN CASO

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 .



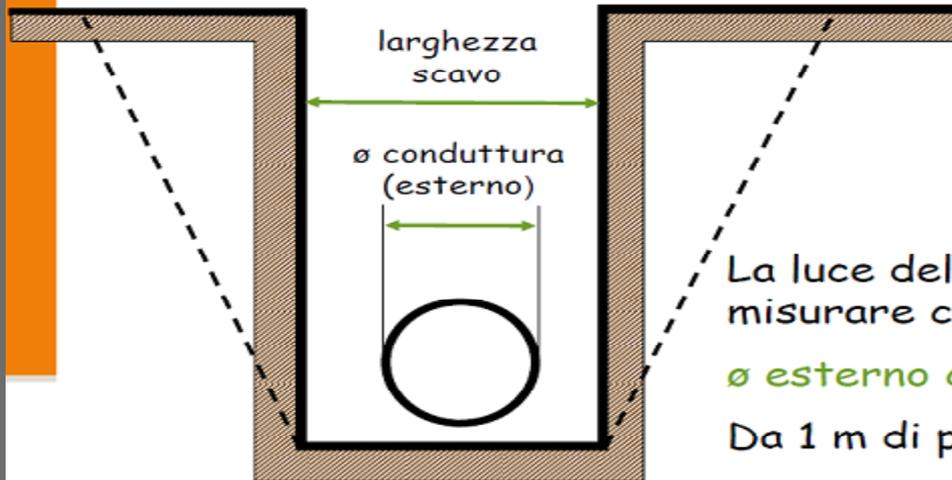


### Come prevenire l'incidente (analisi geologico-tecnica dell'evento)

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 di lunghezza x 1m di larghezza x 4m di profondità) devono essere sempre armate per tutta la profondità;**
- **la larghezza della trincea era insufficiente (occorreva prevedere una larghezza di almeno 2 metri).**

## larghezza scavi: norma di buona tecnica



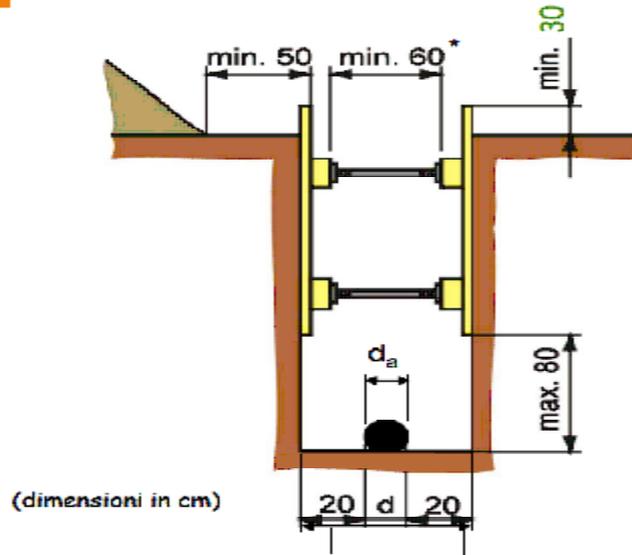
La luce dello scavo deve misurare come minimo:

$\text{ø esterno condotta} + 40 \text{ cm}$

Da 1 m di profondità min. 60 cm

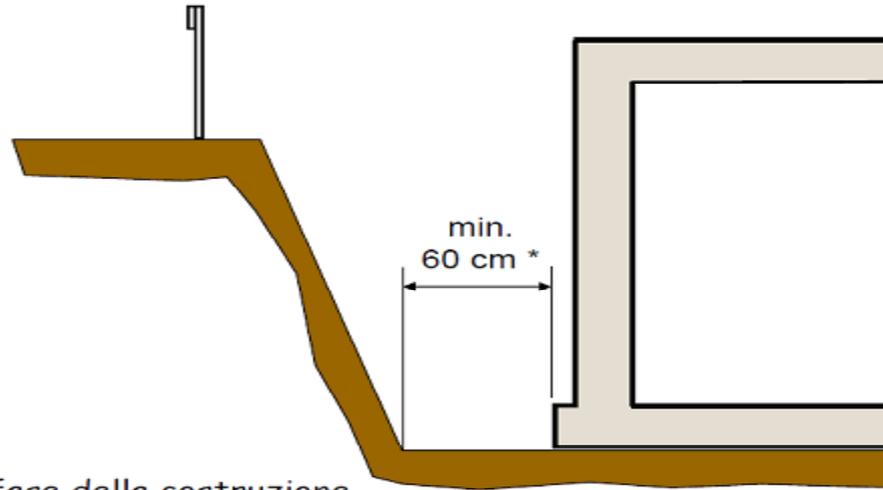
## larghezza scavi

Se lo scavo è puntellato, per determinarne la larghezza minima bisogna considerare sia il diametro della condotta da posare che la puntellazione.



## ESAME DI UN CASO

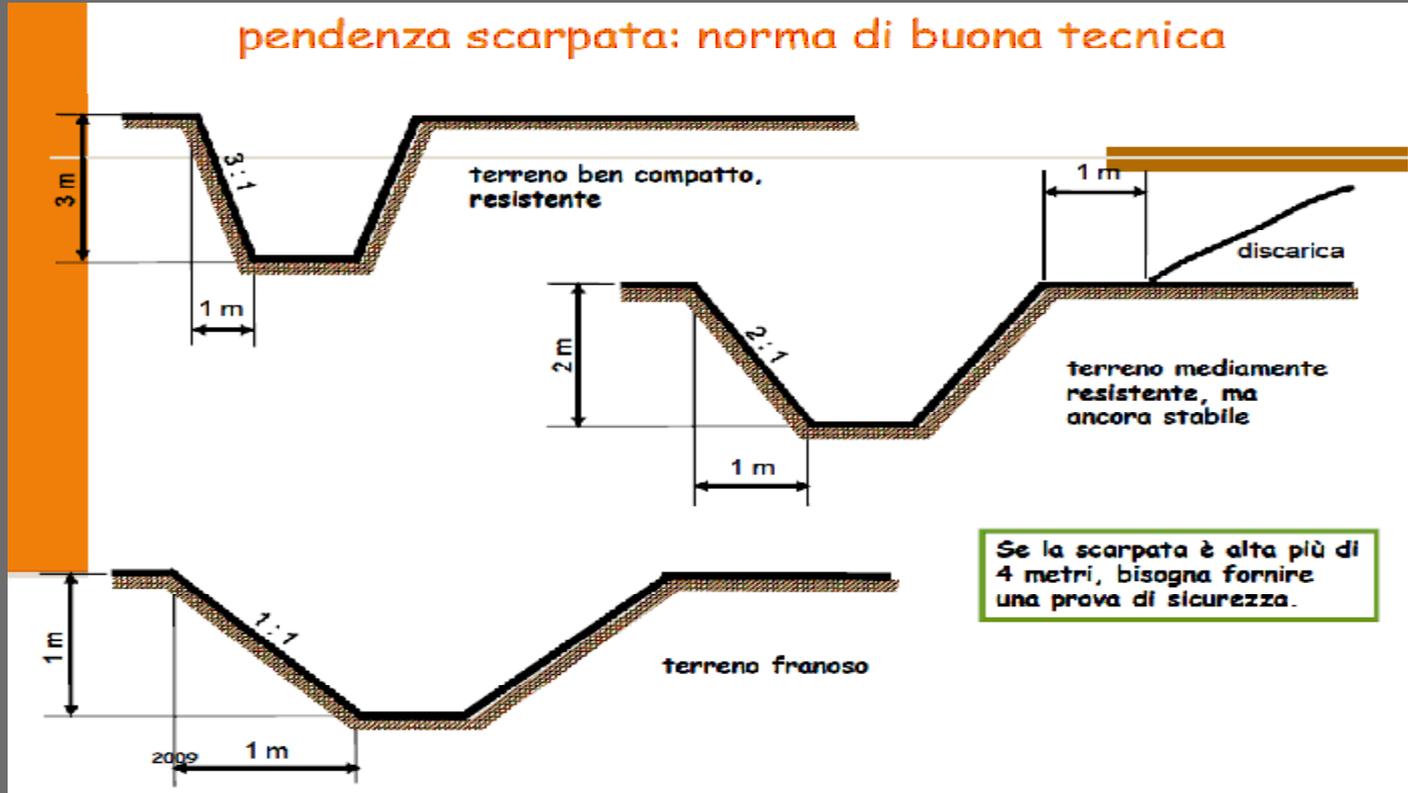
### posto di lavoro negli scavi di fondazione



\* in ogni fase della costruzione  
(ad es. considerare la cassetta delle pareti)

## ESAME DI UN CASO

### pendenza scarpata: norma di buona tecnica





## Quello che NON deve accadere





SICUREZZA E IGIENE NEGLI AMBIENTI DI LAVORO

Prof. Claudio Pantanali, PhD - [cpantanali@units.it](mailto:cpantanali@units.it)

## Quello che NON deve accadere





# Quello che NON deve accadere



## Quello che NON deve accadere

Opera di sostegno delle pareti dello scavo inefficaci e di fortuna

Operaio nel raggio d'azione della macchina





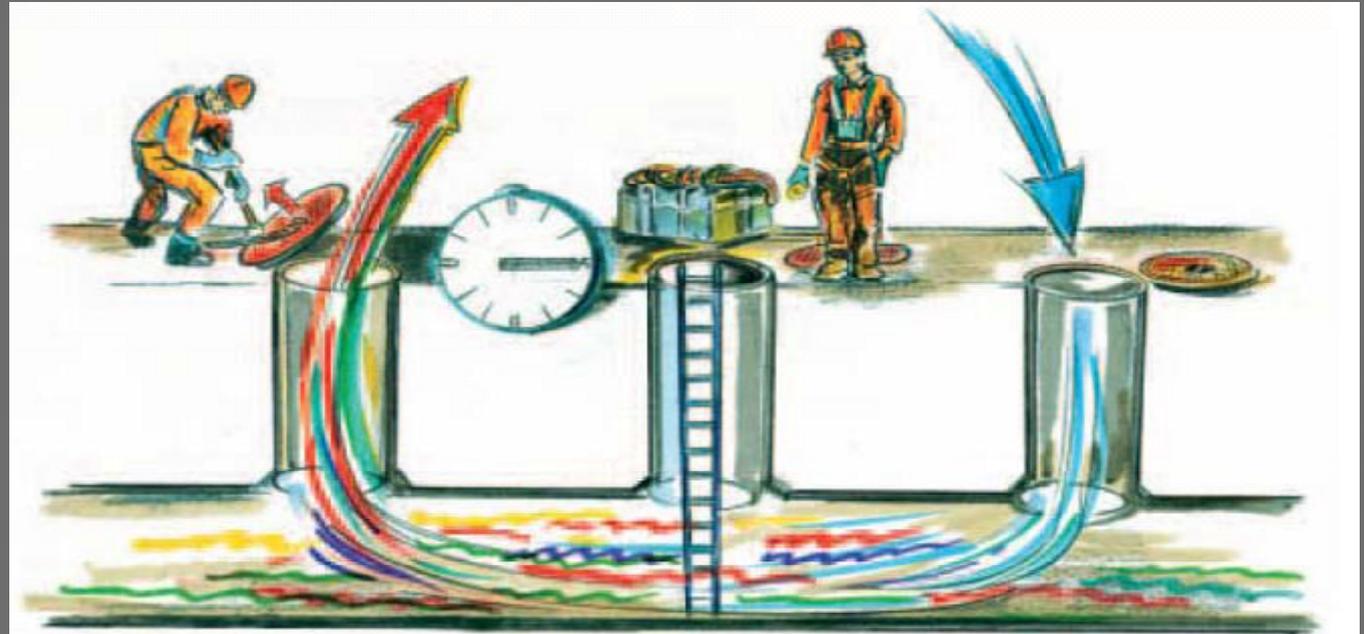
## Articolo 121 - Presenza di gas negli scavi

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.





# Articolo 121 - Presenza di gas negli scavi



Ventilazione di canalizzazioni: prima di entrare nella canalizzazione occorre arieggiare la canalizzazione per un tempo adeguato p.es. togliendo i chiusini vicini.



## Articolo 121 - Presenza di gas negli scavi



All'interno di pozzi, fosse e canalizzazioni che non possono essere ventilati sufficientemente, occorre in ogni caso indossare un respiratore indipendente dall'aria circostante.

## Articolo 121 - Presenza di gas negli scavi



**Le persone entrate in pozzi, fosse e canalizzazioni sono sorvegliate dall'esterno. Al verificarsi di situazioni d'emergenza o nel caso di un incidente l'addetto alla sorveglianza dà immediatamente l'avvio alle operazioni di salvataggio.**



	Canalizzazioni	Pozzi	Fosse	Cunicoli per condotte d'energia
<b>Impianti</b>	Canalizzazioni per acqua potabile, industriale e di rifiuto, tubazioni, impianti di evacuazione dei gas di combustione e dell'aria di scarico	Raccoglitori acque di rifiuto, bacini d'acqua piovana (piccoli), pozzi acque d'infiltrazione, separatori, trivellazioni, pozzi pompe, pozzi acque freatiche	Fosse depurazione acque, fosse settiche, impianti trattamento fanghi acque di rifiuto	Canali stretti per energie e comunicazione
<b>Misure</b>				
Ventilazione artificiale (A) naturale (N) (Capitoli 4.1/6.1)	N (ventilazione artificiale in caso di condizioni particolari)	A	A	A 1) 2)
Misurazioni di gas e vapori (Capitoli 4.2/6.2)	obbligatorie (raccomandate in caso di ventilazione artificiale)	raccomandate (obbligatorie in pozzi acque d'infiltrazione)	obbligatorie	obbligatorie (raccomandate in caso di ventilazione artificiale)
Evitare le fonti d'accensione (Capitoli 4.3/6.3)	Ex 2)	Ex 4)	Ex 2) 4)	Ex 1) 2)
Uso di respiratori indipendenti (A) dall'aria circostante	A 2)	A 4)	A 2) 4)	A 2)
Dotazione di autosalvatori (F) (Capitoli 4.6/6.4)	F 2)			
Assicurare la sorveglianza e messa a disposizione del materiale di salvataggio (Capitoli 3.2/4.3/ 5.2/6.5)	obbligatorie	obbligatorie	obbligatorie	obbligatorie 2)

1) In caso di condotte con raccordi smontabili destinate a sostanze che fuoriuscendo possono formare un'atmosfera pericolosa.

2) Nei casi in cui viene constatata con misurazioni la presenza di atmosfere pericolose.

3) In caso di ventilazione artificiale, non è necessario portare con sé l'autosalvatore.

4) Nei casi in cui la ventilazione artificiale non è sufficiente.