



Scavi Provvisionali a Cielo Aperto: teoria, aspetti normativi ed applicazioni

Introduzione, Casistica e Misure di Sicurezza

Normativa Tecnica di Riferimento NTC2018

Soluzioni Tipologiche ed Esempi Pratici

Ing. Livia Adinolfi
Progettista Geotecnico



Ing. Piero Bongio
Technical Authority
Direzione Tecnica
Geologia & Geotecnica



Roma, 20 Maggio 2025

CONTENUTI

Il corso affronta il tema delle condizioni di sicurezza nell'esecuzione di scavi a cielo aperto focalizzando l'attenzione su verifiche di stabilità parametrizzate allo scopo di determinare soluzioni tipologiche in forma di grafici ed abachi di immediata applicazione.

OBIETTIVI

Fornire le basi teoriche indispensabili a comprendere i fenomeni fisici e meccanici che intervengono nelle analisi di stabilità dei fronti di scavo in funzione della natura intrinseca dei terreni in quanto mezzi porosi multifase.

Utilizzo di abachi e tabelle tipologiche per valutare le condizioni di sicurezza dei fronti di scavo.

PROGRAMMA

Parte I - Introduzione: definizioni, casistiche, rischi e misure di sicurezza

Parte II - Normativa tecnica di riferimento, aspetti teorici e modellazione numerica

Parte III - Soluzioni Tipologiche ed Applicazioni

Parte IV - Esercitazione

Parte V - Test finale



Fondazione
Ordine degli Ingegneri
Provincia di Roma



Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Roma

Scavi Provvisionali a cielo aperto: teoria, aspetti normativi ed applicazioni

PARTE I - INTRODUZIONE

Definizioni, Casistica, Rischi e Misure di Sicurezza

Ing. Livia Adinolfi
Progettista Geotecnico



Ing. Piero Bongio
Technical Authority
Direzione Tecnica
Geologia & Geotecnica



Roma, 20 Maggio 2025

INDICE

- 1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO**
- 2. CASISTICA: ESEMPI DI INCIDENTI IN ATTIVITÀ DI SCAVO E/O CORRELATE**
- 3. RISCHI ASSOCIATI ALLE ATTIVITÀ DI SCAVO**
- 4. MISURE DI SICUREZZA**

1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO

Scavo

Asportazione di vegetazione, terre, rocce e altri materiali per creare o modificare superfici di terreno, tramite l'uso di mezzi meccanici specializzati e/o manuali



È un'attività propedeutica alla realizzazione di infrastrutture civili (strade, ferrovie, gallerie, ponti, dighe), di opere edilizie e di servizi, tubazioni, impianti oltre che per le indagini archeologiche

1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO

SCAVI A CIELO APERTO (con e senza opere di sostegno e/o consolidamenti)

Sbancamento e Splatemento

Sezione Aperta per esecuzione di fondazioni

Sezione Obbligata per sottomurazioni o fondazioni

Gallerie Artificiali

Pozzi

SCAVI IN SOTTERRANEO

Andamento orizzontale o inclinato: gallerie o cunicoli stretti

Andamento verticale: camini

1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO

SCAVI A CIELO APERTO (con e senza opere di sostegno e/o consolidamenti)

Sbancamento e Splatemento

Sezione Aperta per esecuzione di fondazioni

Sezione Obbligata per sottomurazioni o fondazioni

Gallerie Artificiali

Pozzi

SCAVI IN SOTTERRANEO

Andamento orizzontale o inclinato: gallerie o cunicoli stretti

Andamento verticale: camini

1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO

SCAVI A CIELO APERTO

Sbancamento e splateamento

estensione planimetrica preponderante rispetto alla profondità

sezione sufficientemente ampia da consentire l'accesso a mezzi meccanici di scavo e movimentazione del materiale asportato



Sbancamento

modifica della configurazione naturale con asportazione di notevoli volumi di materiale



Splateamento

Vasto scavo con andamento pianeggiante

1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO

SCAVI A CIELO APERTO

Sezione Aperta

estensione planimetrica preponderante rispetto alla profondità

realizzazione di platee di fondazione e corpi di fabbrica interrati



1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO

SCAVI A CIELO APERTO

Sezione Obbligata e Ristretta

estensione dell'area di scavo vincolata dalla presenza di strutture o servizi (aree urbane e/o fortemente antropizzate)

larghezza uguale o inferiore alla profondità di scavo



1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO

SCAVI A CIELO APERTO

Galleria Artificiale

Scavo di larghezza tale da non consentire l'uso di contrasti laterali

Il sostegno delle pareti di scavo è fornito dalla struttura stessa



1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO

SCAVI A CIELO APERTO

Pozzi

La profondità di scavo è preponderante rispetto alla larghezza

Generalmente la sezione è circolare



1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO

SCAVI IN SOTTERRANEO

Gallerie

Apertura di una cavità nel sottosuolo ad andamento orizzontale



1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO

MEZZI DI SCAVO

Mezzi Manuali

Mezzi Meccanici

Esplosivi

1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO

MEZZI DI SCAVO

Mezzi Manuali: pale, picconi e martelli pneumatici

Scavi di estensione limitata e profondità inferiore a 0.5m

Ambienti urbanizzati e presenza di sottoservizi



1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO

MEZZI DI SCAVO

Mezzi Meccanici

La dimensione minima dello scavo deve essere compatibile con l'ingombro dei mezzi per consentirne il movimento e l'operatività

Le macchine di scavo hanno una struttura di base realizzata su cingoli, ruote o piedi

Utilizzo di diversi utensili intercambiabili che consentono di eseguire lavori specifici:

Escavatore a cucchiaio dritto o rovescio

Pala meccanica a carico e scarico frontale

Trivellatrice

Perforatrice o fresa



1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO

MEZZI DI SCAVO

Mezzi Meccanici

La dimensione minima dello scavo deve essere compatibile con l'ingombro dei mezzi per consentirne il movimento e l'operatività

Le macchine di scavo hanno una struttura di base realizzata su cingoli, ruote o piedi

Escavatori e miniescavatori

Escavatore frontale: operante all'interno dello scavo

Escavatore a benna rovescia: operante dal piano campagna eseguendo lo scavo dall'alto

Possibilità di rotazione della struttura superiore senza che il telaio o il carro si sposti



Escavatore frontale



Escavatore a benna rovescia

1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO

MEZZI DI SCAVO

Mezzi Meccanici

La dimensione minima dello scavo deve essere compatibile con l'ingombro dei mezzi per consentirne il movimento e l'operatività

Le macchine di scavo hanno una struttura di base realizzata su cingoli, ruote o piedi

Pale Caricatrici: trasporto dello smarino



1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO

MEZZI DI SCAVO

Mezzi Meccanici

La dimensione minima dello scavo deve essere compatibile con l'ingombro dei mezzi per consentirne il movimento e l'operatività

Le macchine di scavo hanno una struttura di base realizzata su cingoli, ruote o piedi

Bulldozer: trasporto dello smarino



1. DEFINIZIONI, TIPOLOGIE, TECNICHE E MEZZI DI SCAVO

TECNOLOGIE ALTERNATIVE

«NO-DIG» o «TRENCHLESS»

posa in opera di tubazioni e cavi interrati o il recupero funzionale di condotte interrate esistenti senza ricorrere agli scavi a cielo aperto

eliminano o riducono al minimo lo scavo a cielo aperto

limitazione del traffico di mezzi pesanti ed occupazione del suolo

sostenibili dal punto di vista ambientale, sociale ed economico



2. CASISTICA: INCIDENTI SUL LAVORO

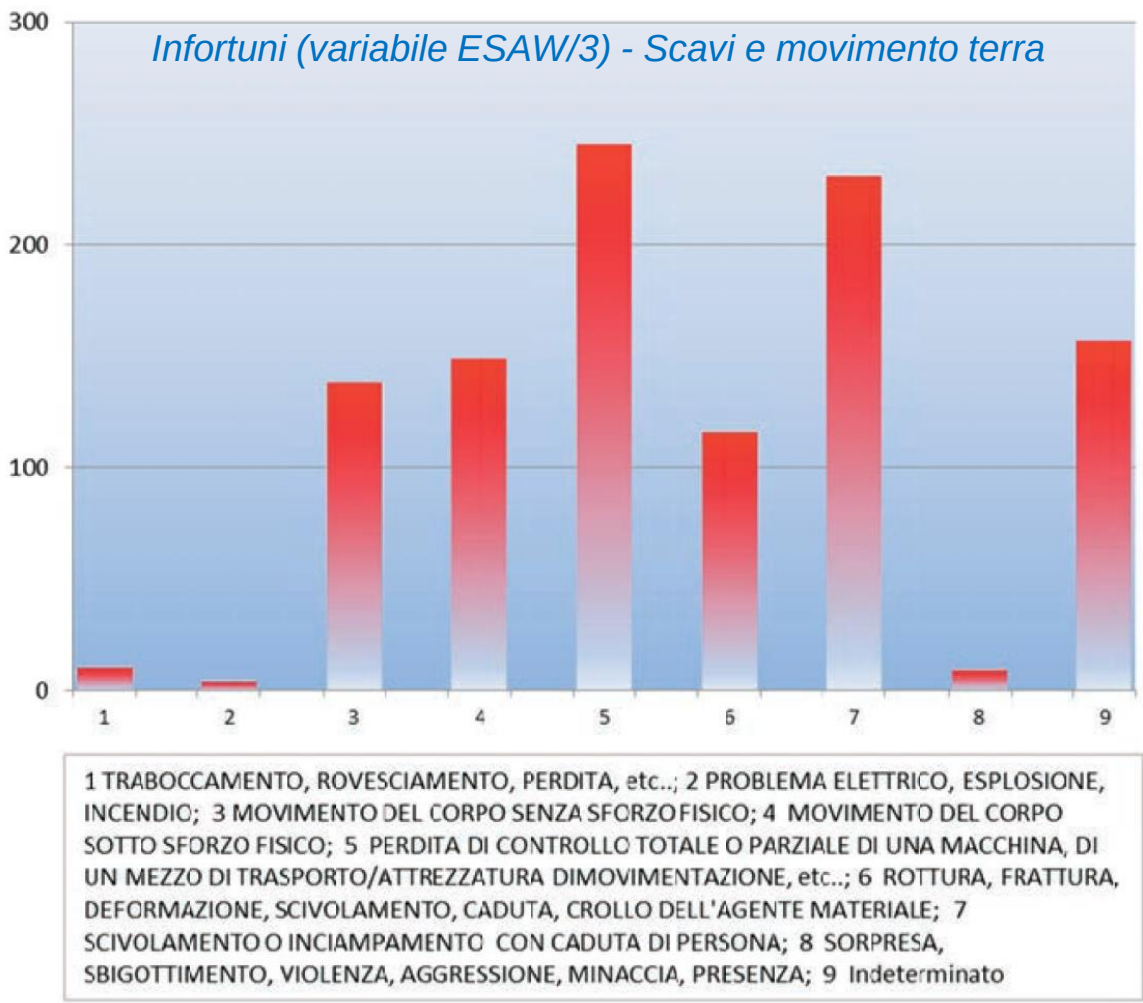
Il 15-20% degli infortuni mortali nelle costruzioni accadono durante gli scavi e i movimenti terra



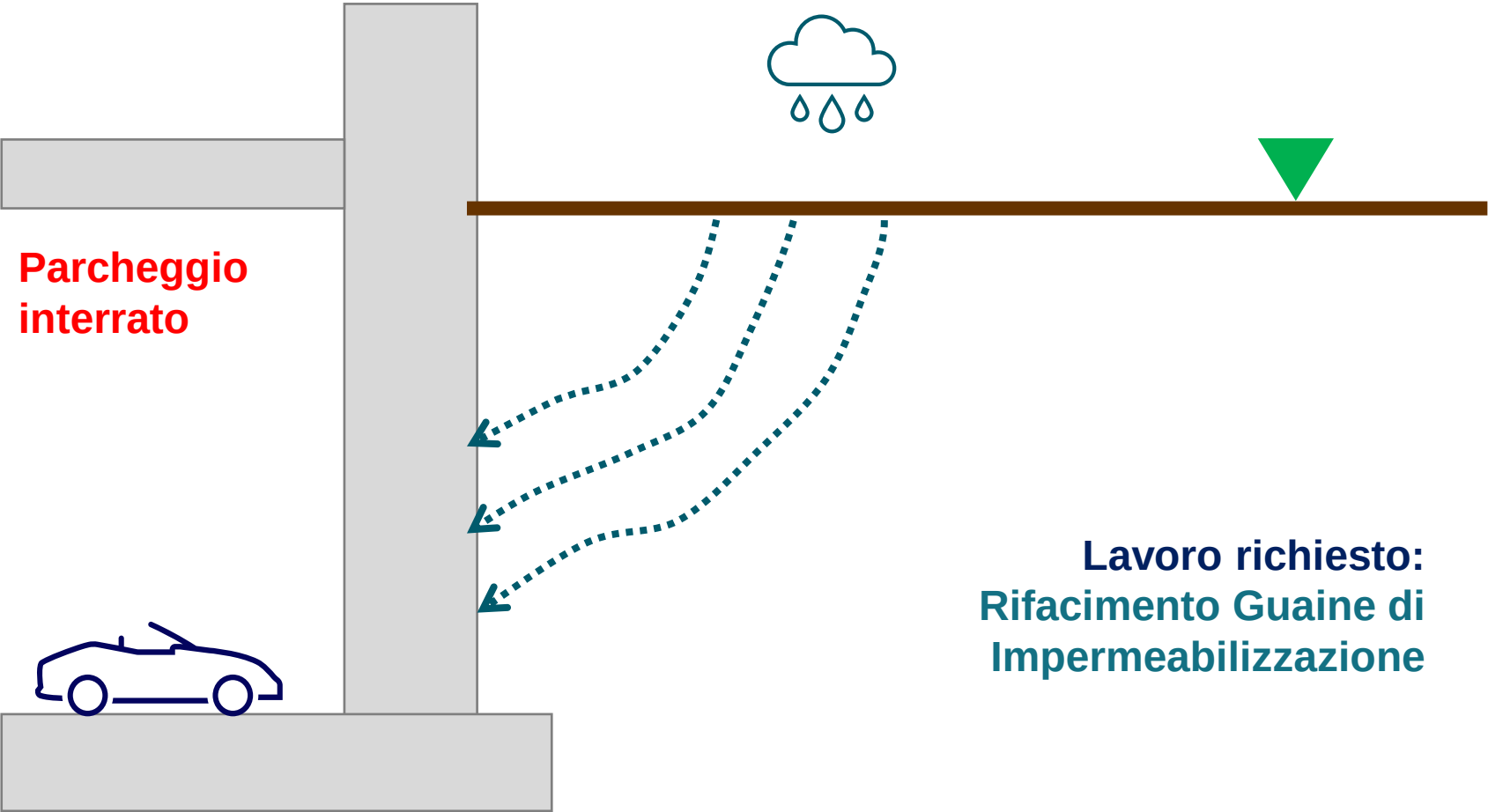
2. CASISTICA: INCIDENTI SUL LAVORO

(5) Perdita di controllo totale o parziale di una macchina

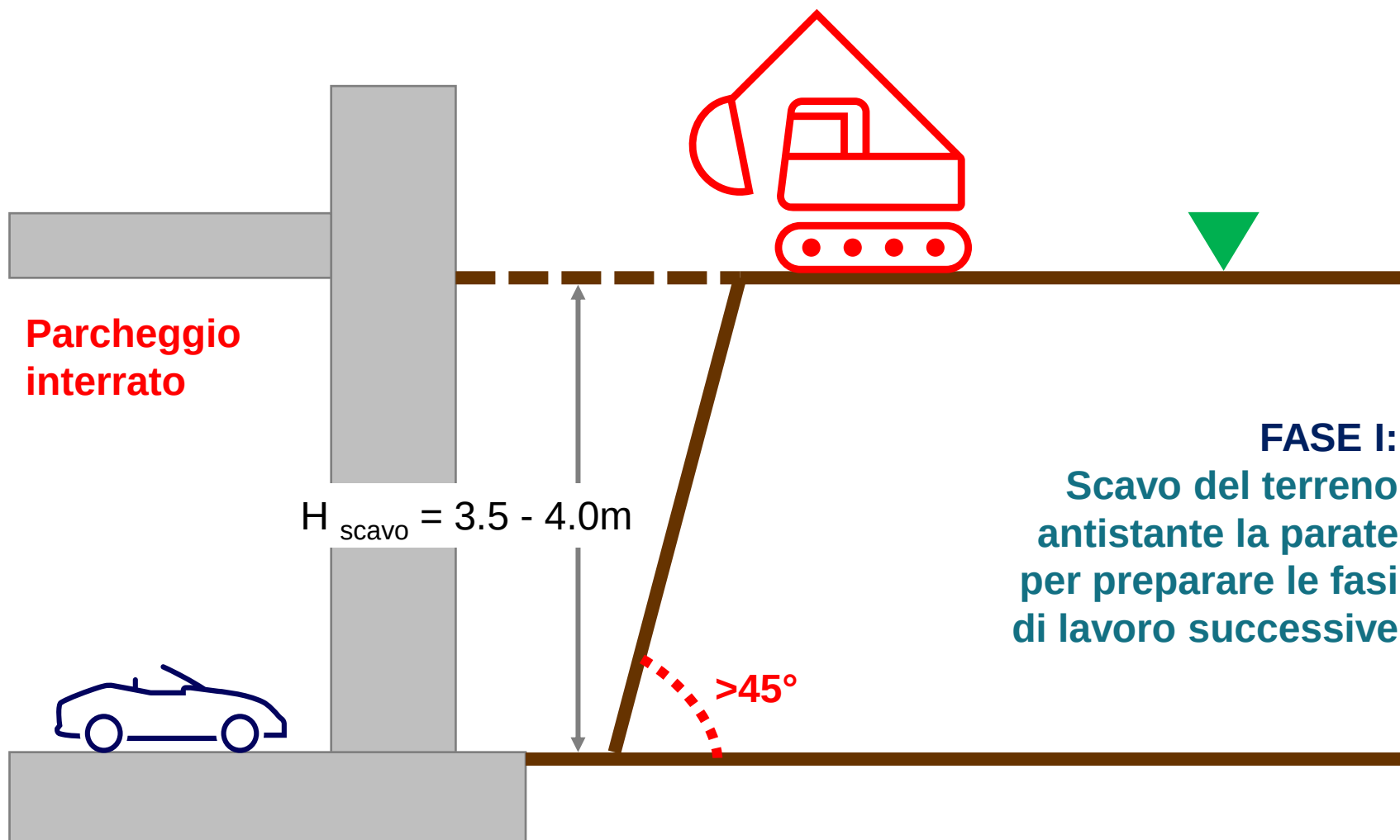
(7) Scivolamento, inciampamento con caduta di persona



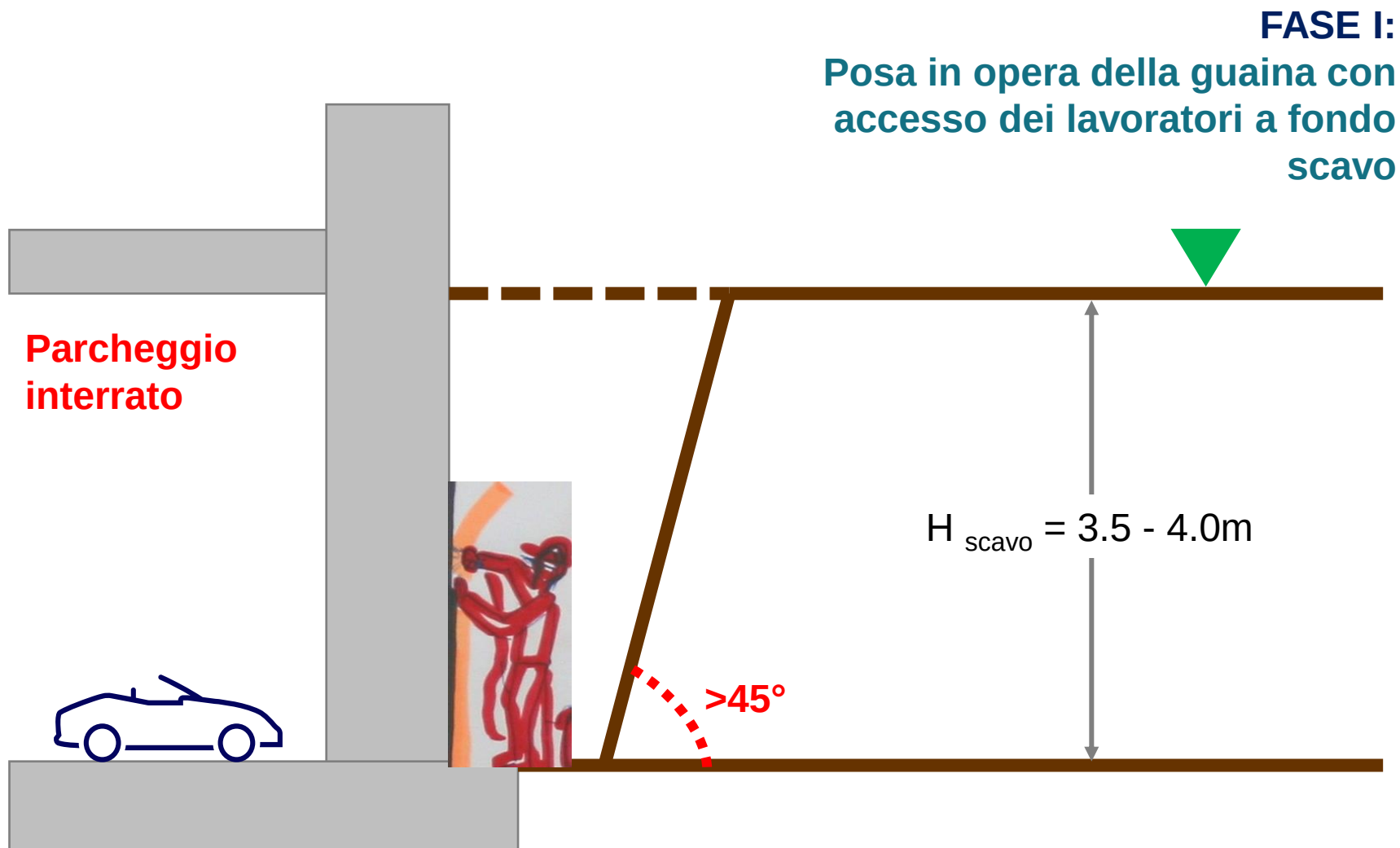
2. CASISTICA: ESEMPI DI INCIDENTI



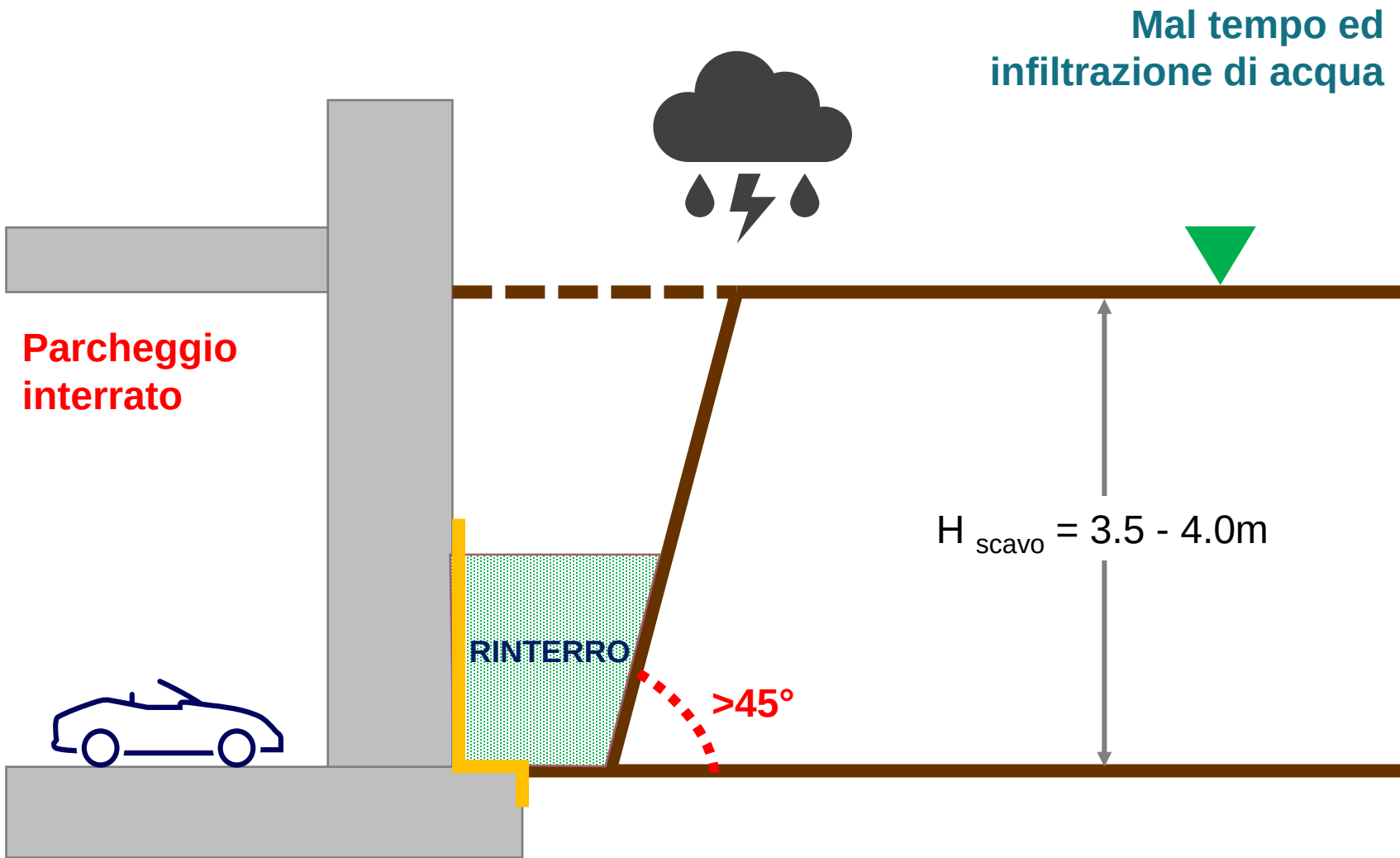
2. CASISTICA: ESEMPI DI INCIDENTI



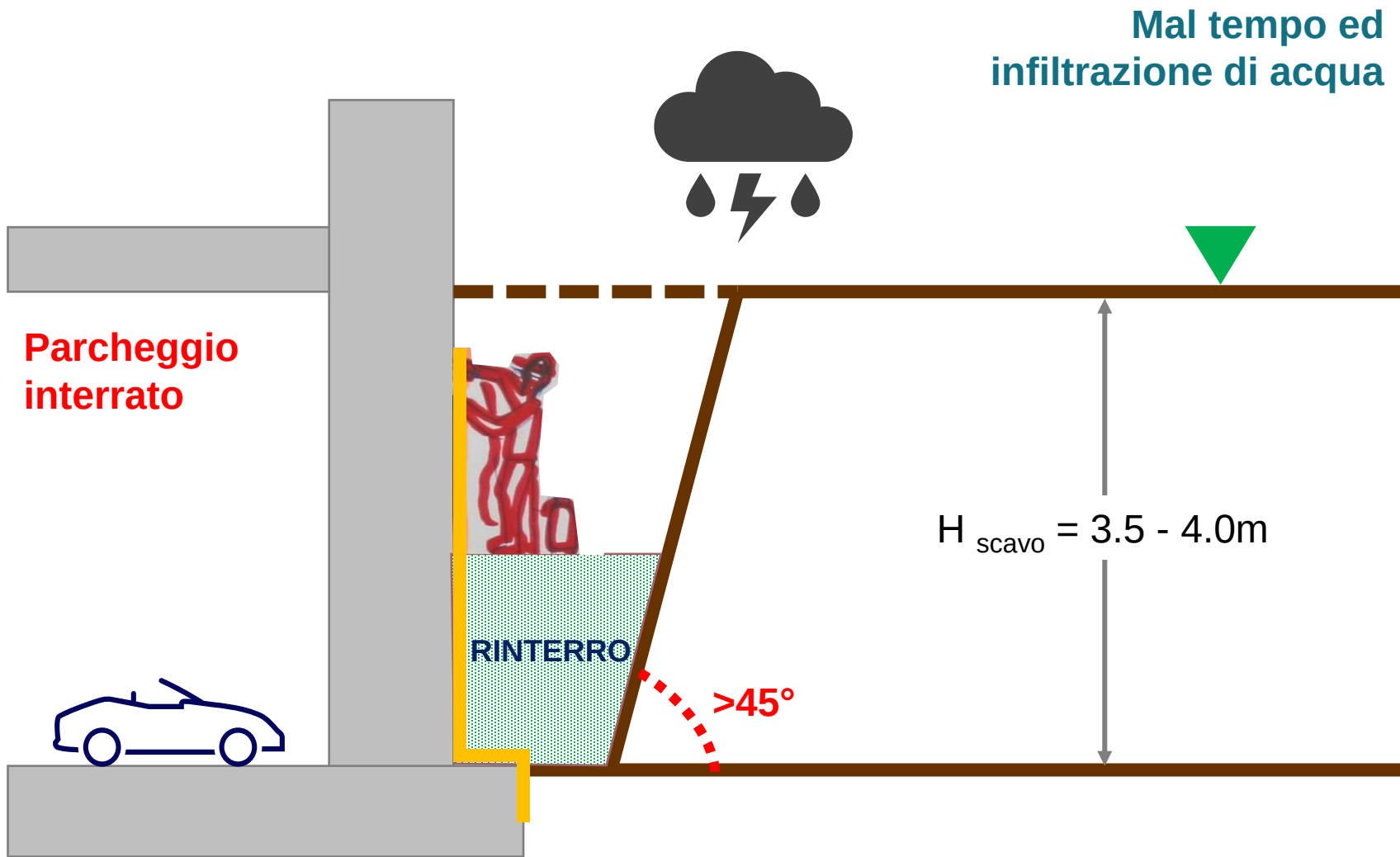
2. CASISTICA: ESEMPI DI INCIDENTI



2. CASISTICA: ESEMPI DI INCIDENTI

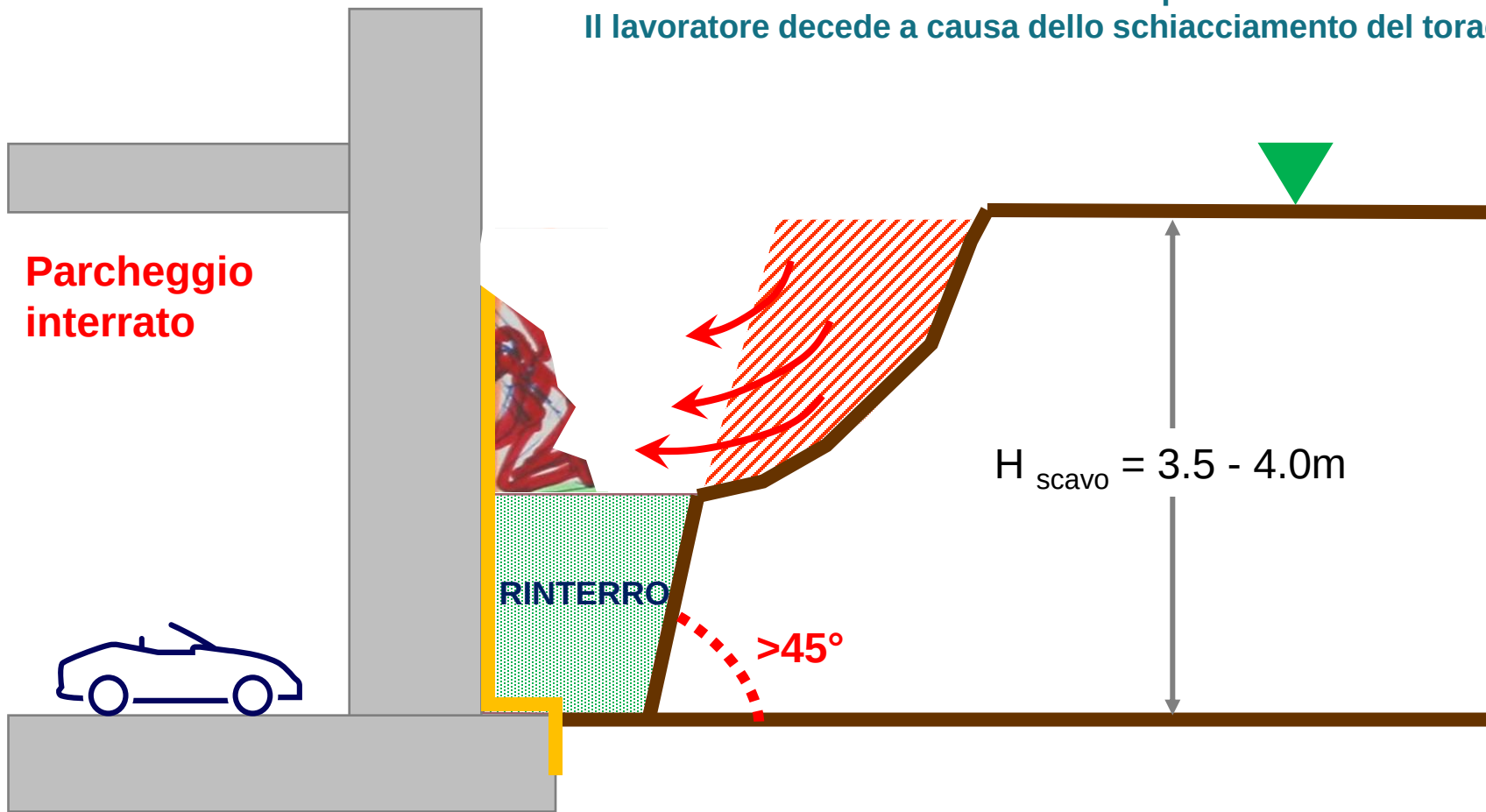


2. CASISTICA: ESEMPI DI INCIDENTI



2. CASISTICA: ESEMPI DI INCIDENTI

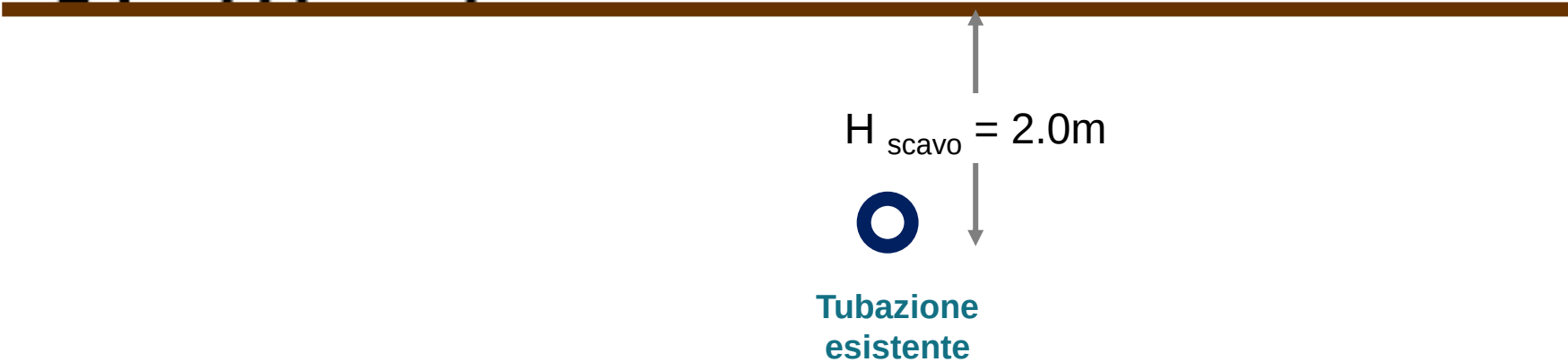
Collasso improvviso della parete di scavo.
Il lavoratore viene parzialmente sepolto. Il collega tenta di estrarlo dalla terra ma non riuscendo avverte prontamente i soccorsi.
Il lavoratore decede a causa dello schiacciamento del torace.



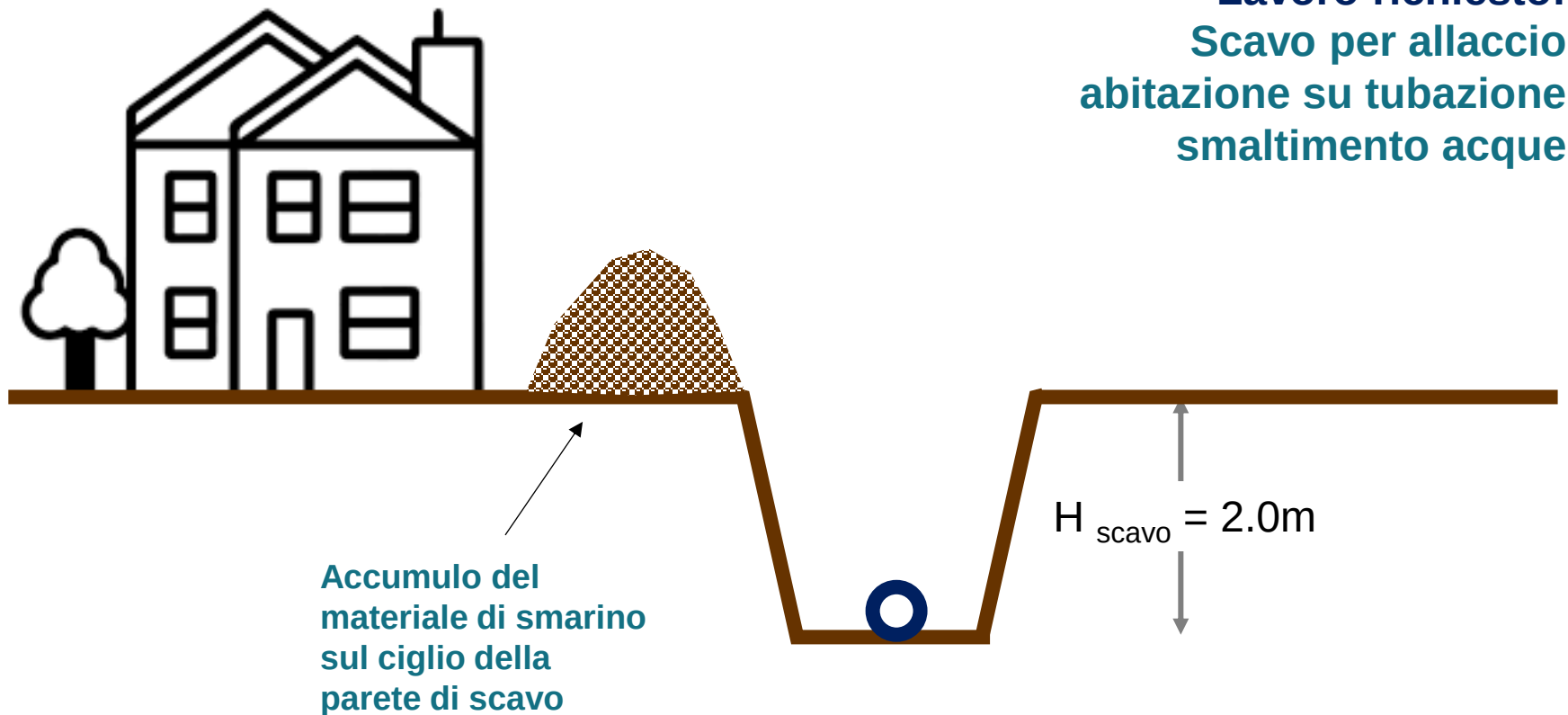
2. CASISTICA: ESEMPI DI INCIDENTI



Lavoro richiesto:
Scavo per allaccio
abitazione su tubazione
smaltimento acque



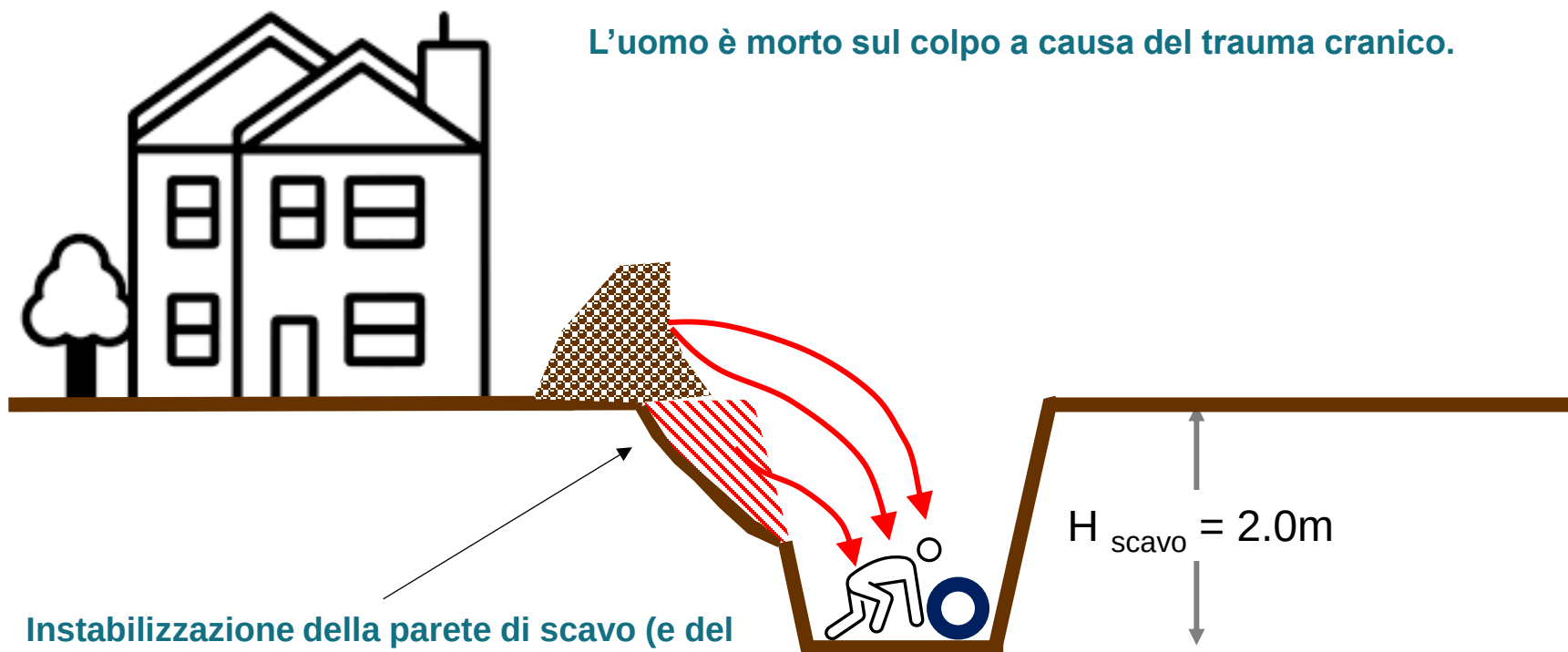
2. CASISTICA: ESEMPI DI INCIDENTI



2. CASISTICA: ESEMPI DI INCIDENTI

Mentre l'operaio era all'interno dello scavo la parete ha riportato un cedimento superficiale.

L'uomo è morto sul colpo a causa del trauma cranico.



Instabilizzazione della parete di scavo (e del cumulo) con conseguente collasso dovuto al peso dello smarino accumulato al ciglio

3. RISCHI ASSOCIATI ALLE ATTIVITÀ DI SCAVO

Le attività di scavo sono caratterizzate da un'esposizione al rischio elevata, tra cui:

1. **Seppellimento:** dovuto all'instabilizzazione delle pareti di scavo per effetto di una configurazione non compatibile con le caratteristiche del materiale e/o a causa della presenza di sovraccarichi (smarino, mezzi di cantiere) in prossimità al ciglio di scavo, vibrazioni, presenza di falda ed infiltrazione di acqua
2. **Caduta dall'alto all'interno dello scavo:** mancanza di visibilità, terreno scivoloso, assenza di protezione e segnalazioni, ecc...
3. **Uso di macchine e/o attrezzature:** ribaltamento del mezzo, investimento, collisioni, uso improprio, rischio «rumore»
4. **Presenza di sottoservizi** (acqua, gas, rete elettrica, ecc.)
5. **Presenza di ordigni bellici inesplosi**
6. **Errore umano:** stato psico-fisico, comportamenti inadeguati, mancanza di formazione ecc.
7. **Fattori Ambientali**

3. RISCHI ASSOCIATI ALLE ATTIVITÀ DI SCAVO

Scavi in Presenza di Acqua

Bisogna evitare che si creino accumuli di acqua che inducano un incremento delle pressioni interstiziali.



Controllo del livello piezometrico ed allontanamento dell'acqua attraverso sistemi di drenaggio o pompaggio dell'acqua

3. RISCHI ASSOCIATI ALLE ATTIVITÀ DI SCAVO

Scavi in Presenza di Acqua: controllo delle pressioni interstiziali

Pozzi drenanti



Impianti well-points



Trincee drenanti



Progettati in funzione di:

Stratigrafia locale

Livello di falda e conducibilità idraulica del terreno

Profondità dello scavo

Riduzione del livello piezometrico richiesto (depressione della falda)

Warning: controllo della subsidenza indotta dall'abbassamento del livello idrico

4. MISURE DI SICUREZZA

La Normativa di riferimento in Italia per la sicurezza degli scavi è costituita da:

Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81

in 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 Suppl. Ord. n. 108, 30 aprile 2008), nella **Sezione III intitolata Scavi e Fondazioni**, agli artt. **118, 119 e 120**

Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018
Capitolo 6 – Progettazione Geotecnica

Il DL 81/2008 fornisce indicazioni di carattere generale rispetto al quadro normativo contenuto nelle NTC, punto 6.8.6, che definisce un approccio di calcolo rispetto alla instabilità delle pareti di uno scavo a cielo aperto

4. MISURE DI SICUREZZA

Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81

Art.118 – «Splateamento e Sbancamento»

1. *Se è previsto l'accesso di lavoratori all'interno dello scavo, le pareti del fronte di attacco devono avere un'inclinazione, in relazione alla natura del terreno, tale da impedire franamenti e crolli. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 1.50m, è vietato lo scavo manuale per scalzamento alla base.*
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.*



NON PUO' ACCADERE

Pareti di scavo subverticali in terreno argilloso con $H > 1.50m$ senza sostegno

4. MISURE DI SICUREZZA

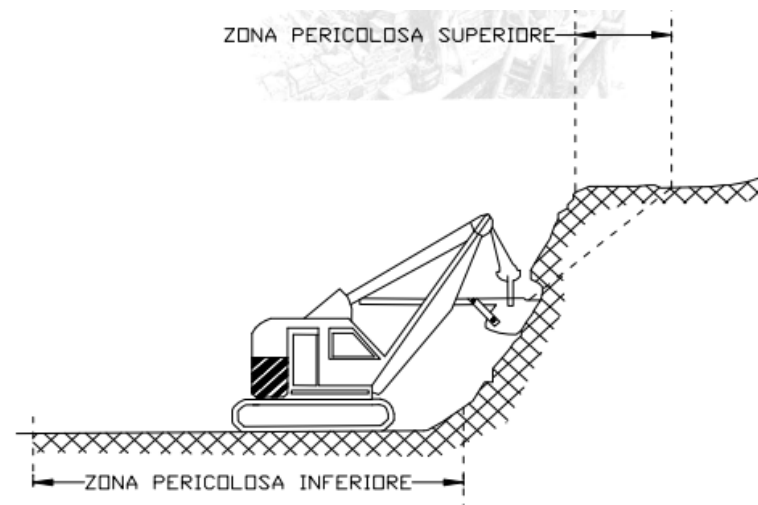
Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81

Art.118 – «Splateamento e Sbancamento»

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.
4. Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo.
5. Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

NON PUO' ACCADERE

**Accesso dei lavoratori alla
base della parete di attacco
ed al ciglio superiore**



4. MISURE DI SICUREZZA

Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81

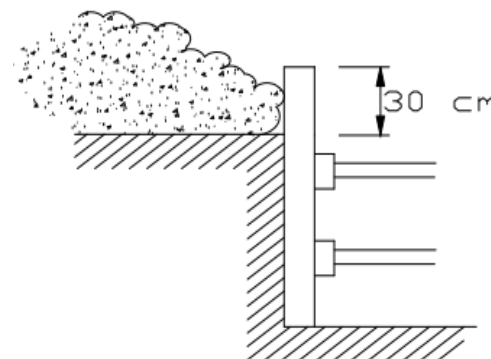
Art.119 – «Pozzi, scavi e cunicoli»

1. Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1.50m, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, alla applicazione delle necessarie **armature di sostegno**.
2. Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 centimetri.
3. Nello scavo dei cunicoli, a meno che si tratti di roccia che non presenti pericolo di distacchi, devono predisporre idonee armature per evitare franamenti della volta e delle pareti. Dette armature devono essere applicate man mano che procede il lavoro di avanzamento; la loro rimozione può essere effettuata in relazione al progredire del rivestimento in muratura.

Scavo in
trincea con
H>1.50m



Blindaggio

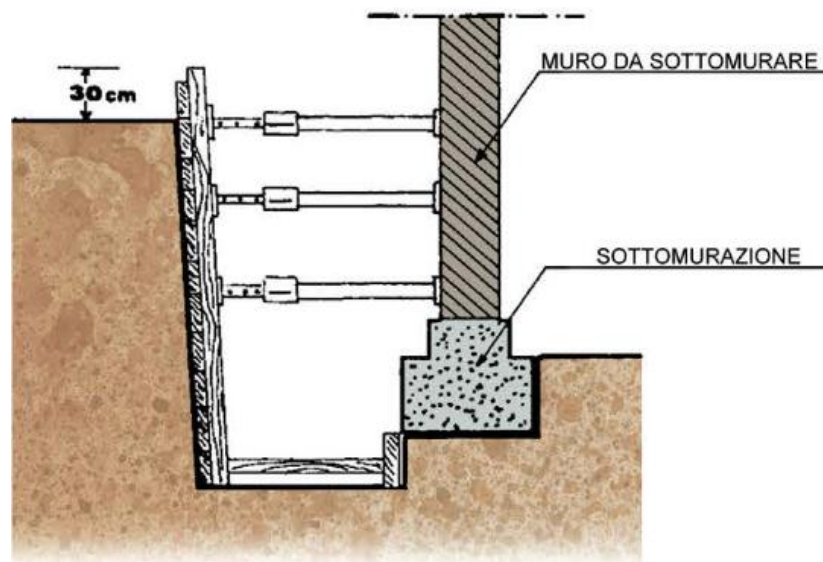


4. MISURE DI SICUREZZA

Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81

Art.119 – «Pozzi, scavi e cunicoli»

4. *Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle **sottomurazioni** e quando **in vicinanza dei relativi scavi vi siano fabbriche o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.***



In via generale è preferibile **non eseguire lo scavo al di sotto del livello di fondazione di edifici o muri di sostegno** se ciò può comportare dei rischi.

Per effettuare tali scavi devono sussistere una di queste condizioni:

*Realizzazione di un idoneo **supporto o puntellamento***

*Scavo in **roccia stabile***

***Verifica geotecnica** che lo scavo non pregiudichi la stabilità delle strutture adiacenti*

4. MISURE DI SICUREZZA

Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81

Art.119 – «Pozzi, scavi e cunicoli»

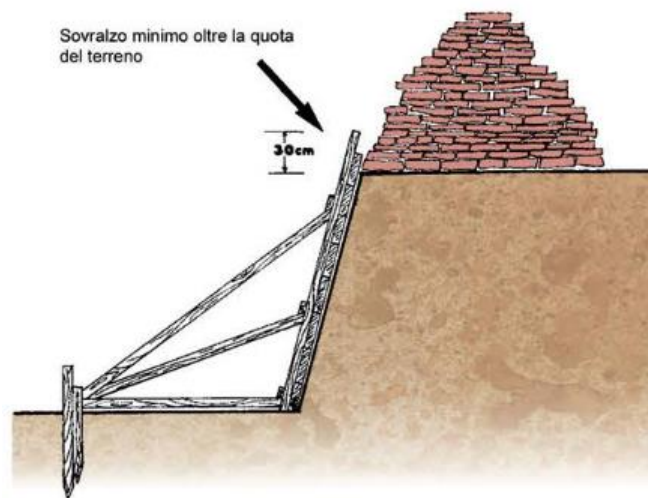
5. *Nella **infissione di pali di fondazione** devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine con pericolo per i lavoratori.*
6. *Nei lavori in pozzi di fondazione profondi oltre 3 metri deve essere disposto, a protezione degli operai addetti allo scavo ed all'asportazione del materiale scavato, un robusto impalcato con apertura per il passaggio della benna.*
7. *Nei pozzi e nei cunicoli **deve essere prevista una adeguata assistenza all'esterno e le loro dimensioni devono essere tali da permettere il recupero di un lavoratore infortunato privo di sensi.***
8. *7-bis. Il sollevamento di materiale dagli scavi deve essere effettuato conformemente al punto 3.4 dell'Allegato XVIII.*

4. MISURE DI SICUREZZA

Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81

Art.120 – «Deposito di materiali in prossimità degli scavi»

E' vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

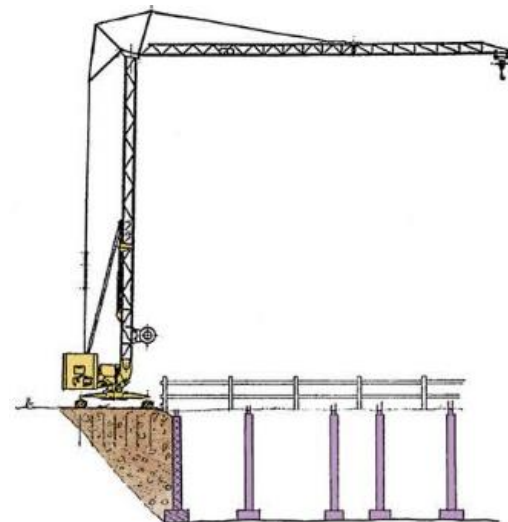


Prevenire la caduta di arnesi e detriti

*lo smarino e le attrezzature devono essere collocate almeno ad **una certa** distanza dal ciglio dello scavo*

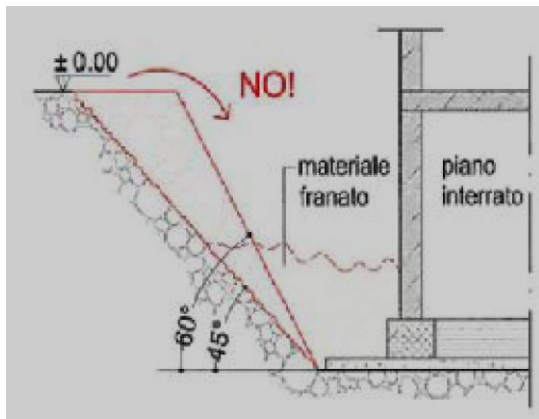
*Il cumulo di smarino può anche essere usato per formare barriere e **prevenire l'ingresso di acqua piovana nello scavo***

Occorre verificare che il materiale stoccato ed i mezzi di cantiere non inducano instabilità dello scavo o rendano inefficienti i sistemi di protezione preposti

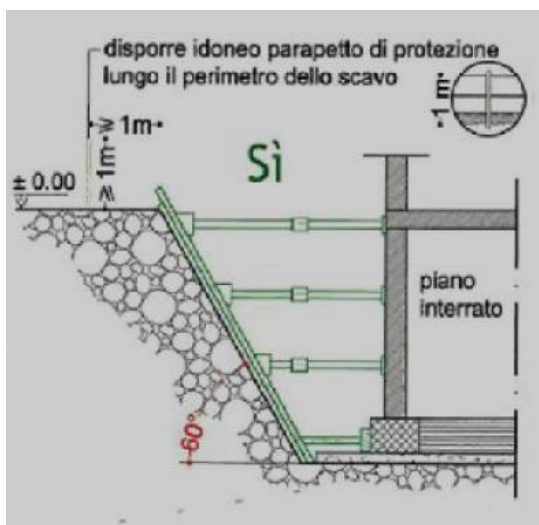


4. MISURE DI SICUREZZA

Misure e apprestamenti di sicurezza (franamento e caduta di materiale)



Quando la collocazione dello scavo o la sua profondità non consentono di sagomare opportunamente le pareti di scavo, 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.).

4. MISURE DI SICUREZZA

Misure e apprestamenti di sicurezza (franamento e caduta di materiale)

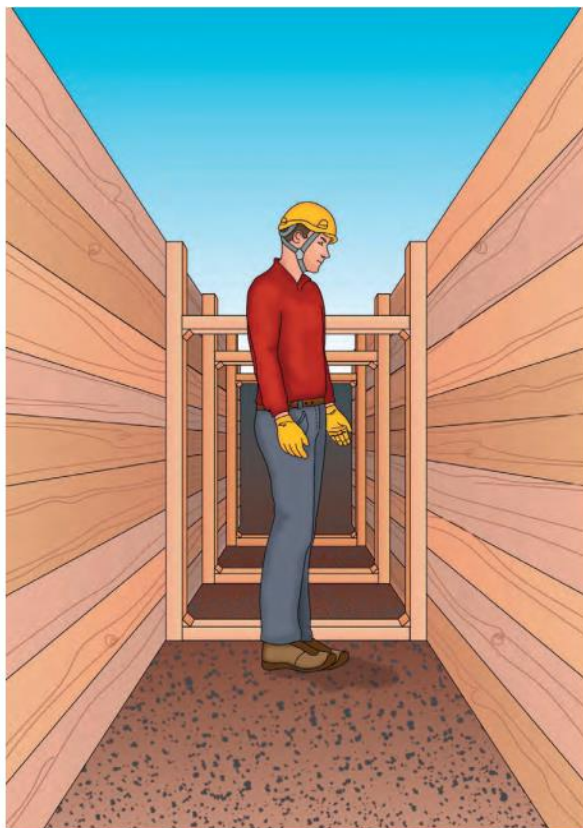


La zona interessata dai lavori di scavo deve essere delimitata con barrire fisse per impedire il traffico dei mezzi di cantiere sul ciglio dello scavo

Si devono inoltre allestire robusti parapetti (scavi di sbancamento se il dislivello supera i 2m)

4. MISURE DI SICUREZZA

Misure e apprestamenti di sicurezza (franamento e caduta di materiale)



Sistemi **totalmente in legno** realizzati in cantiere

tavole orizzontali affiancate, sostenute da montanti a tutt'altezza con interasse compreso 1.5÷2 metri affiancati e vincolati fra loro al piede ed alla sommità attraverso puntelli orizzontali.

il puntello deve essere collocato sull'elemento verticale che lo sostiene e non direttamente sulla tavola orizzontale.

4. MISURE DI SICUREZZA

Misure e apprestamenti di sicurezza (franamento e caduta di materiale)

Sistemi realizzati mediante **blindaggi** (Uni en 13331-1: 2004)

componenti prefabbricati, assemblati fra loro, che creano un sostegno blindato dello scavo

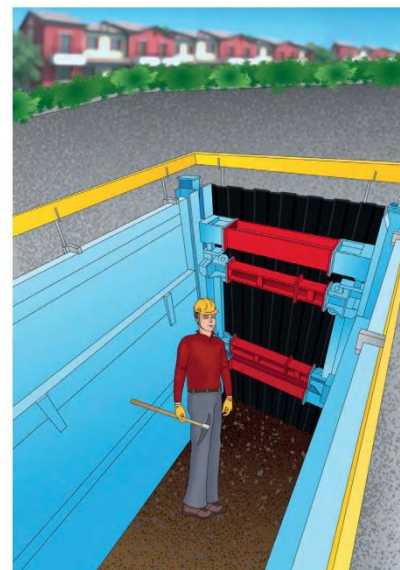
ogni modulo è composto da pannelli e puntelli (fissi e regolabili, barre di prolunga, telai di sostegno)

rotaie di scorrimento (quando necessario);

collegamenti dei puntelli con i pannelli o le rotaie di scorrimento;



puntelli con
regolazione variabile
della lunghezza



puntelli su rotaia di
scorrimento singola
con puntelli fissi

4. MISURE DI SICUREZZA

Misure e apprestamenti di sicurezza (franamento e caduta di materiale)

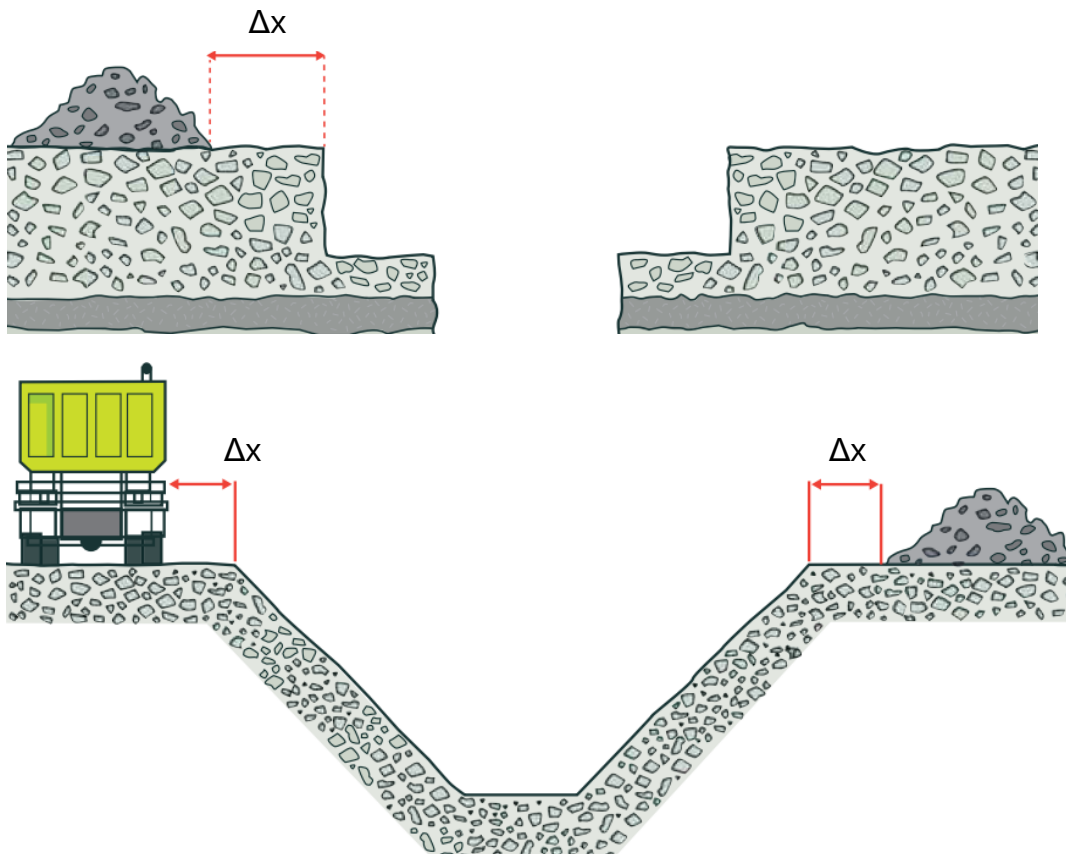
Sistemi realizzati mediante **palancole**



4. MISURE DI SICUREZZA

Misure e apprestamenti di sicurezza

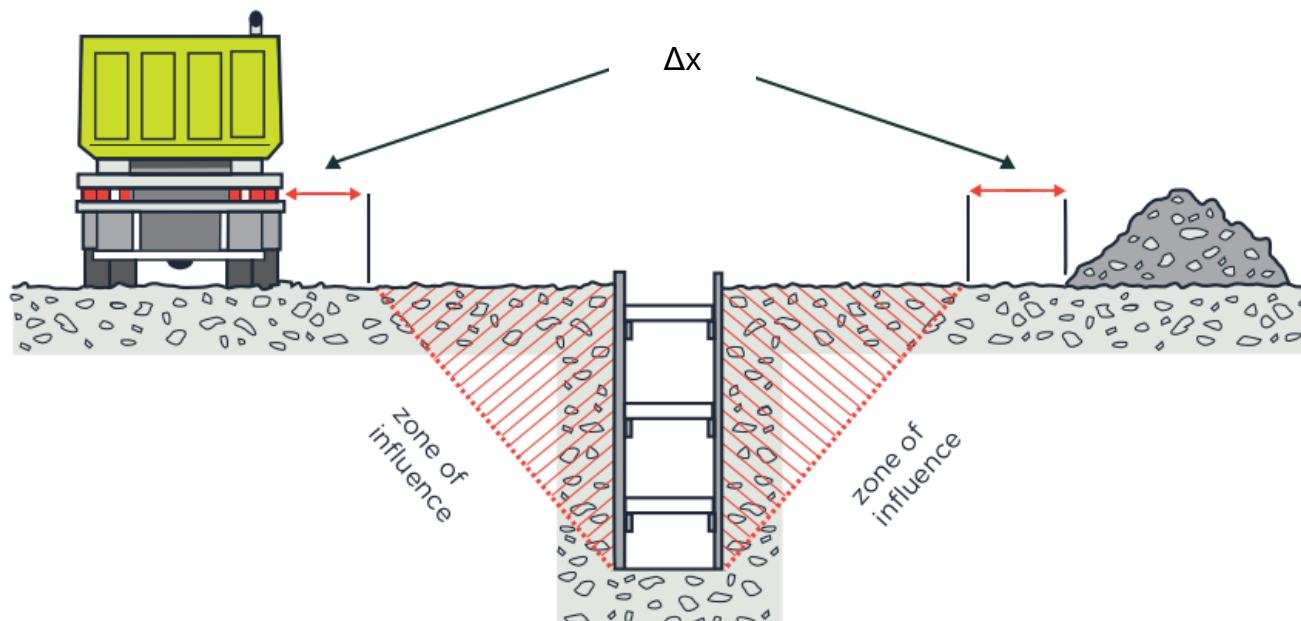
Accumulo materiale a bordo scavo: rischio di caduta materiale nello scavo, rischio di sovraccarico pareti scavo



4. MISURE DI SICUREZZA

Misure e apprestamenti di sicurezza

Accumulo materiale a bordo scavo: rischio di caduta materiale nello scavo, rischio di sovraccarico pareti scavo



Il blindaggio è dimensionato solo per sorreggere le pareti di scavo ma non smarino e mezzi

4. MISURE DI SICUREZZA

Misure e apprestamenti di sicurezza

Accumulo materiale a bordo scavo: rischio di caduta materiale nello scavo, rischio di sovraccarico pareti scavo



Il blindaggio è in grado di sostenere sia la spinta del terreno che gli effetti associati allo smarino ed a i mezzi di cantiere

CONCLUSIONI

Le attività di scavo comportano notevoli rischi per i lavoratori legati principalmente al franamento delle pareti di scavo

L'instabilizzazione delle pareti di scavo è legata all'**EVOLUZIONE** delle condizioni al contorno ed al **FATTORE TEMPO**

Il DL 81/2008 prevede una serie di misure di sicurezza di carattere generale, tra cui:

Per **$H > 1.50\text{m}$ in uno scavo di sbancamento** è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Per **$H > 1.50\text{m}$ lo scavo in trincea** deve prevedere un sistema di sostegno

Non è consentito l'accumulo di materiale di smarino o il transito dei mezzi di cantiere sul bordo dello scavo. Altrimenti lo scavo deve essere opportunamente sostenuto.

E' buona norma prevedere una **distanza minima di sicurezza di smarino e mezzi di cantiere dal bordo dello scavo**, sia in presenza o in assenza di sostegno delle pareti di scavo