

È praticamente la norma posare le tubazioni su fossa interrata. La posa allo scoperto è riservata a brevi tratti per gli attraversamenti all'aperto o in cunicolo.

### Vantaggi della posa in fossa interrata

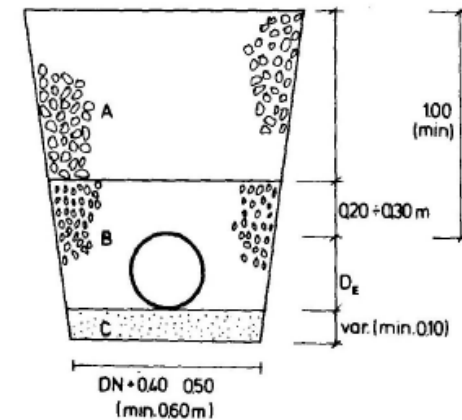
- Non costituisce ostacolo alla percorribilità del territorio ed al deflusso superficiale delle acque meteoriche.
- Assicura una buona coibentazione termica: le oscillazioni termiche giornaliere sono praticamente nulle, le oscillazioni annuali sono pari alla metà di quelle dell'aria.
- Protezione meccanica: attenuazione delle sollecitazioni meccaniche indotte dai carichi fissi e mobili di superficie (per i piccoli diametri il rinterro è in genere sufficiente a distribuire i carichi superficiali, per i grandi diametri è necessario verificare le tensioni indotte)

## La posa del tubo sospeso in ambiente esterno

- Tubazioni in acciaio: facilità di giunzione per saldatura, ottima resistenza alle sollecitazioni meccaniche.
- Si devono prevedere giunti di dilatazione per consentire le contrazioni e gli allungamenti conseguenti alle escursioni termiche. I giunti devono essere posizionati anche in corrispondenza con quelli della struttura di sostegno se presenti.
- Si deve interporre uno strato di materiale liscio (es. neoprene) tra la tubazione e le selle d'appoggio per consentire scorrimenti senza lesioni.
- Coibentazioni termiche nelle zone sottoposte a forti insolazioni.
- Blocchi d'ancoraggio alle due estremità dell'attraversamento.
- Pozzetti alle estremità con saracinesche e scarichi.
- Sfiato automatico nel punto più alto della condotta.

## La posa in trincea mediante scavo e rinterro

- Profondità di scavo: 2÷3 m
- Larghezza di scavo: al diametro aggiungiamo almeno 20÷25 cm su ogni lato per poter lavorare. Larghezza minima 60÷70 cm.

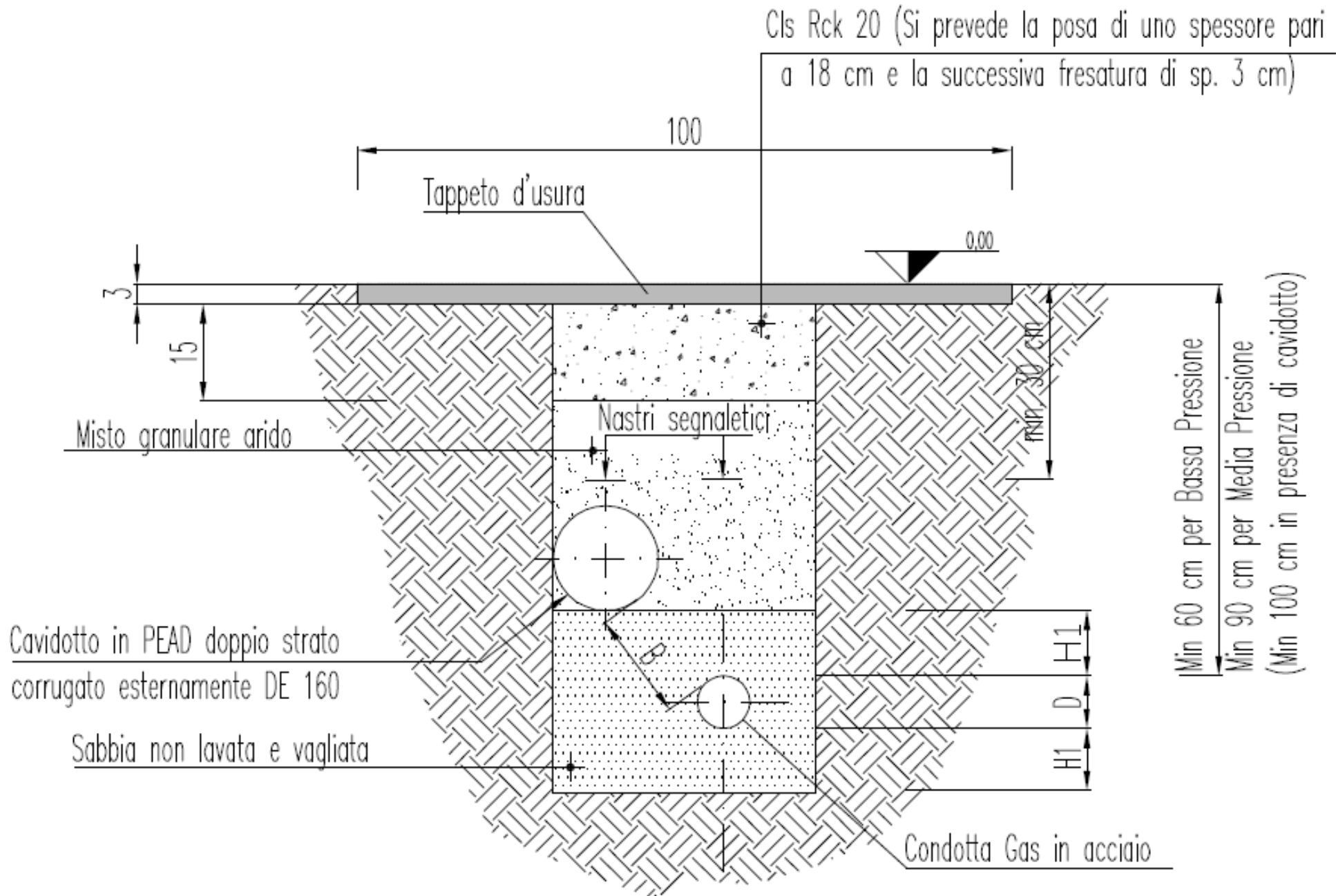


A—terreno di rinterro; B—terreno granulare sciolto; C—letto di posa in sabbia.

Fig. 4.10 Posa in opera delle tubazioni.

- Il fondo deve essere spianato, regolarizzato e senza asperità.
- Letto di posa deve avere spessore di almeno 10 cm, è realizzato in sabbia, terra vagliata fine o pietrisco fine.
- Rinfianco e rinterro con terra vagliata sino a 20÷30 cm sopra la condotta. Si esegue compattando strati successivi di circa 20 cm.
- Il ricoprimento sino a 1÷1.5 m sopra la condotta si completa con il materiale da risulta o con magrone di sottofondazione stradale.

## Posa particolare: rete gas



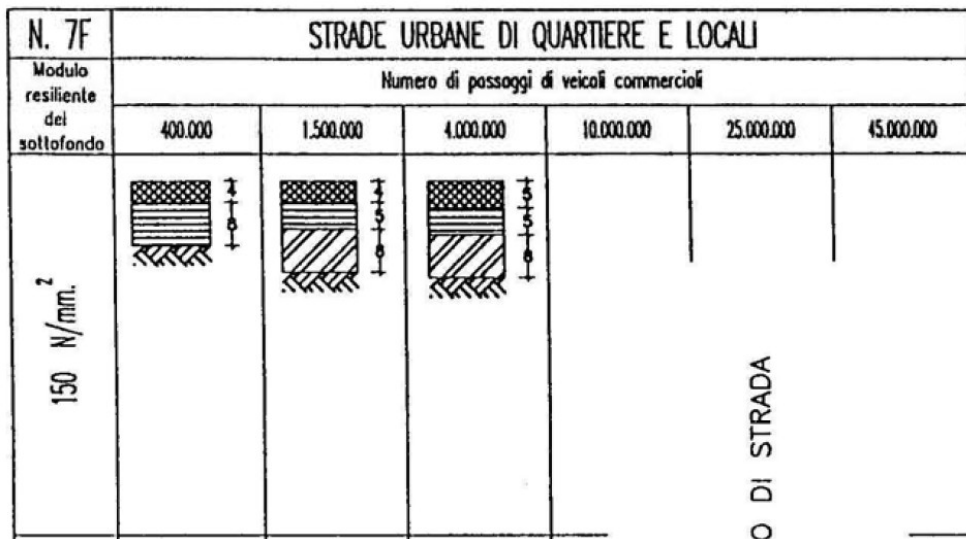
# Il ripristino stradale in ambito urbano




In caso di taglio della superficie stradale per la posa di una condotta occorre prevedere il corretto ripristino


Il ripristino deve prevedere la realizzazione di una sovrastruttura stradale vera e propria, la quale va dimensionata seguendo le norme della progettazione stradale (bollettino 178/95 del CNR)

Attenzione alla scelta del tipo di ripristino. E' più agevole realizzare quello rigido, perché la posa di quello flessibile prevederebbe il ricorso a rulli di compressione che sono troppo larghi per la larghezza dello scavo

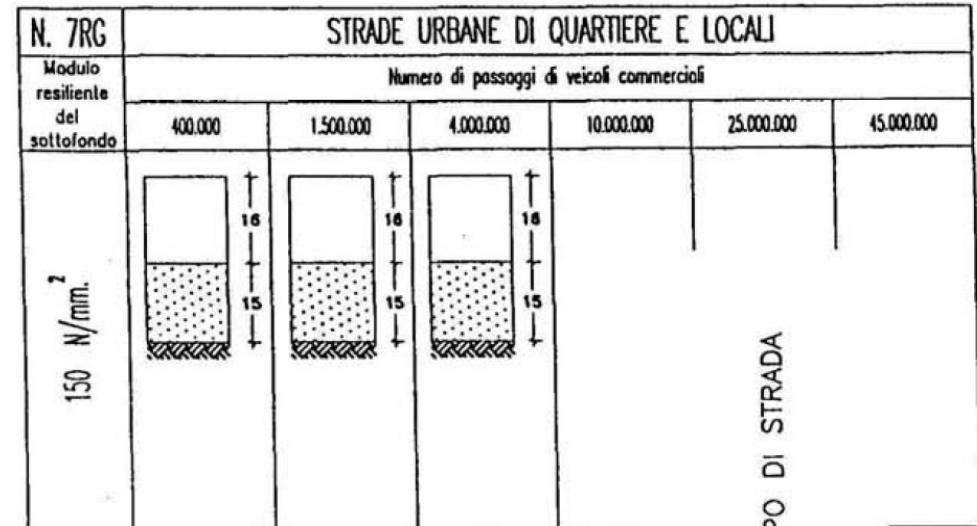
DA EVITARE realizzare un ripristino più largo dello scavo (si lesiona facilmente). Occorre invece prevedere una attenta costipazione e attendere un periodo di assestamento prima di effettuare la finitura






-  CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA
-  CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI COLLEGAMENTO
-  CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE

-  MISTO GRANULARE NON LEGATO

NB. Gli spessori sono indicati in cm.



-  LASTRA IN CALCESTRUZZO NON ARMATO
- $f_{cm} = 4.0 \text{ N/mm}^2$

-  MISTO CEMENTATO
-  MISTO GRANULARE NON LEGATO

NB. Gli spessori sono indicati in cm.

# Il ripristino stradale in ambito urbano

N. 6RG	STRADE URBANE DI SCORRIMENTO					
	Numero di passaggi di veicoli commerciali					
	400.000	1.500.000	4.000.000	10.000.000	25.000.000	45.000.000
Modulo resiliente del sottofondo						
150 N/mm <sup>2</sup>						
TIPO DI STRADA						
					TIPO DI STRADA	

N. 8RC	CORSIE PREFERENZIALI					
	Numero di passaggi di veicoli commerciali					
	400.000	1.500.000	4.000.000	10.000.000	25.000.000	45.000.000
Modulo resiliente del sottofondo						
150 N/mm <sup>2</sup>						
					TIPO DI STRADA	

## Tecnologie no-dig o trenchless (senza trincea)

- Posa di nuove condotte
- Riabilitazione di condotte esistenti
- Sostituzione di condotte esistenti

### Vantaggi per le pose in aree urbane

- Minima interferenza con il traffico veicolare e pedonale in corrispondenza con i cantieri
- Si eliminano i costi per la demolizione ed il rifacimento della pavimentazione stradale (spesso da ripristinare anche successivamente a seguito degli assestamenti del rinterro)

### Vantaggiose per alcune pose e attraversamenti in aree extraurbane:

- in zone boschive e/o di particolare pregio paesaggistico
- per attraversamenti di corsi d'acqua, strade e ferrovie

In alcuni casi le tecniche no-dig costituiscono l'unica soluzione per l'adozione dei tracciati prescelti.

### Le principali tecniche no-dig

- Posa di nuove condotte:
  - il directional drilling (perforazione orizzontale teleguidata);
  - il microtunnelling (scavo di microtunnel);
  - il pipe ramming e l'impact moling (infissione nel terreno per battitura)
- Riabilitazione di condotte esistenti:
  - la pulizia delle condotte (pipe cleaning);
  - l'applicazione di guaine impermeabili;
  - l'inserimento di nuove tubazione (liner).
- Sostituzione di condotte esistenti:
  - pipe splitting;
  - pipe bursting;
  - pipe reaming.



## Directional drilling

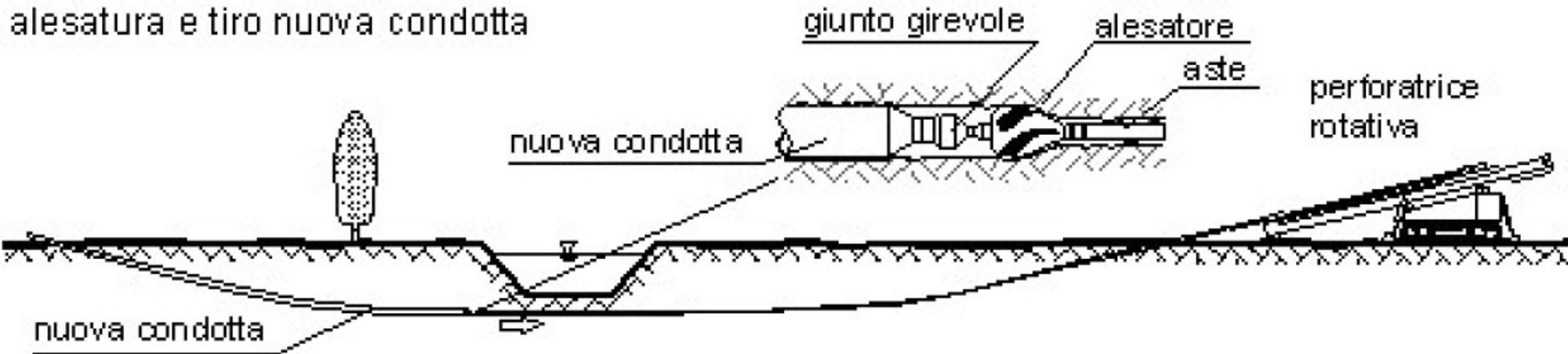
- Perforazione direzionale teleguidata che consente l'esecuzione di tracciati curvilinei (con raggio di curvatura sino a circa 20 metri).
- Si esegue un foro pilota di piccolo diametro, poi dall'estremo opposto si richiama un alesatore di diametro pari alla condotta da installare, che trascina in posizione l'intera tubazione.
- Adatto per la posa di materiali plastici e acciaio (con elevata flessibilità, giunti non sfilabili, buona resistenza agli sforzi di trazione che si verificano durante il trascinamento)
- Adatto a tutti i tipi di terreno e roccia ed in presenza di acqua, come avviene negli attraversamenti sotterranei di corsi d'acqua.
- Posa di condotte di diametro anche superiore ai 1000 mm
- Lunghezze sino a 1.5 km.

# Directional drilling

perforazione foro pilota



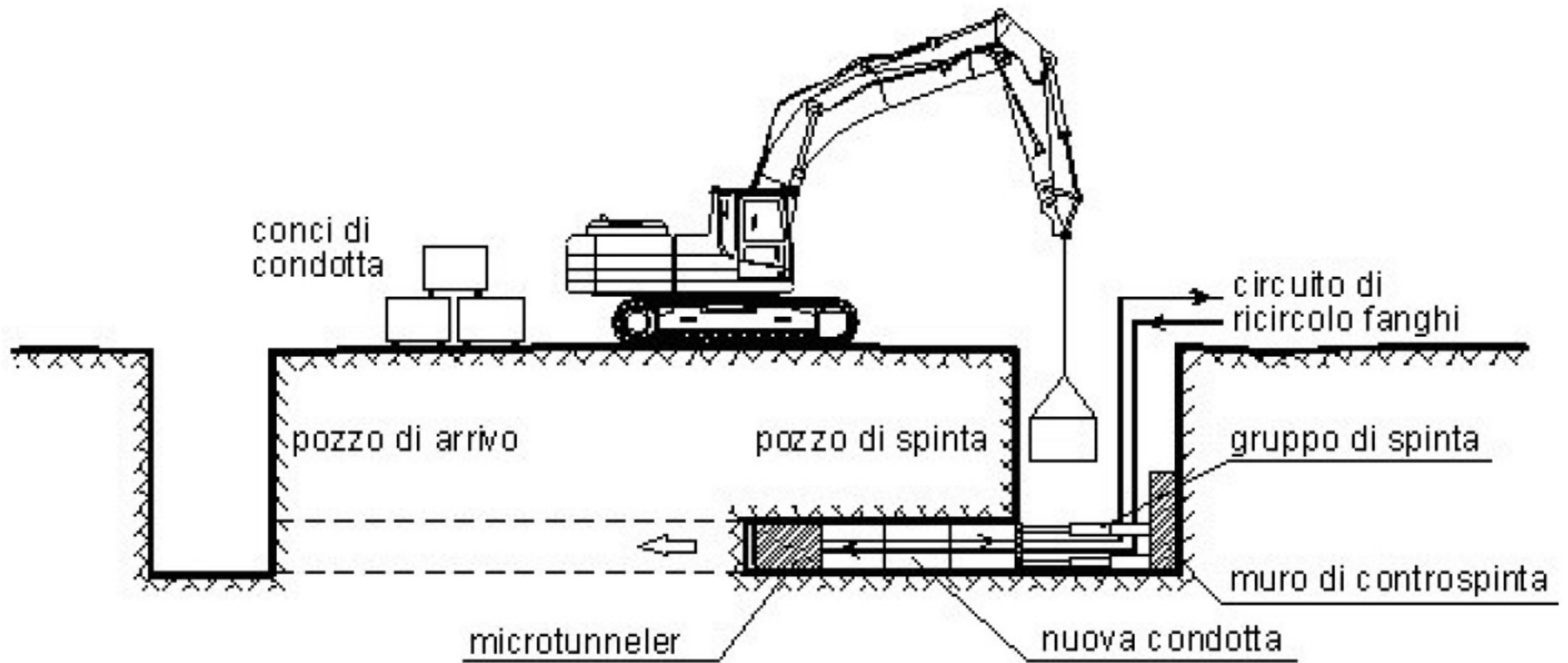
alesatura e tiro nuova condotta



## Microtunnelling

- Infissione per spinta nel terreno mediante una testa fresante (microtunneller), spinta dalla condotta.
- Nel pozzo di partenza si costruisce un muro di contrasto in calcestruzzo, su cui si appoggia un gruppo di spinta con quattro pistoni idraulici controllati singolarmente: consentono lievi scostamenti dal tracciato rettilineo.
- Man mano che il microtunneller avanza si ritraggono i pistoni per inserire un nuovo concio di condotta munito di incastri.
- Usato per posa tubo-guida in acciaio o cemento armato (è escluso l'impiego di tubazioni flessibili, es. materiali plastici) .
- Adatto a terreni, formazioni rocciose e in generale materiali omogenei anche di elevata durezza, comprese strutture in calcestruzzo armato eventualmente presenti lungo il tracciato.
- Posa di condotte di diametro sino a 3000 mm
- Lunghezze sino a circa 1 km.

# Microtunnelling

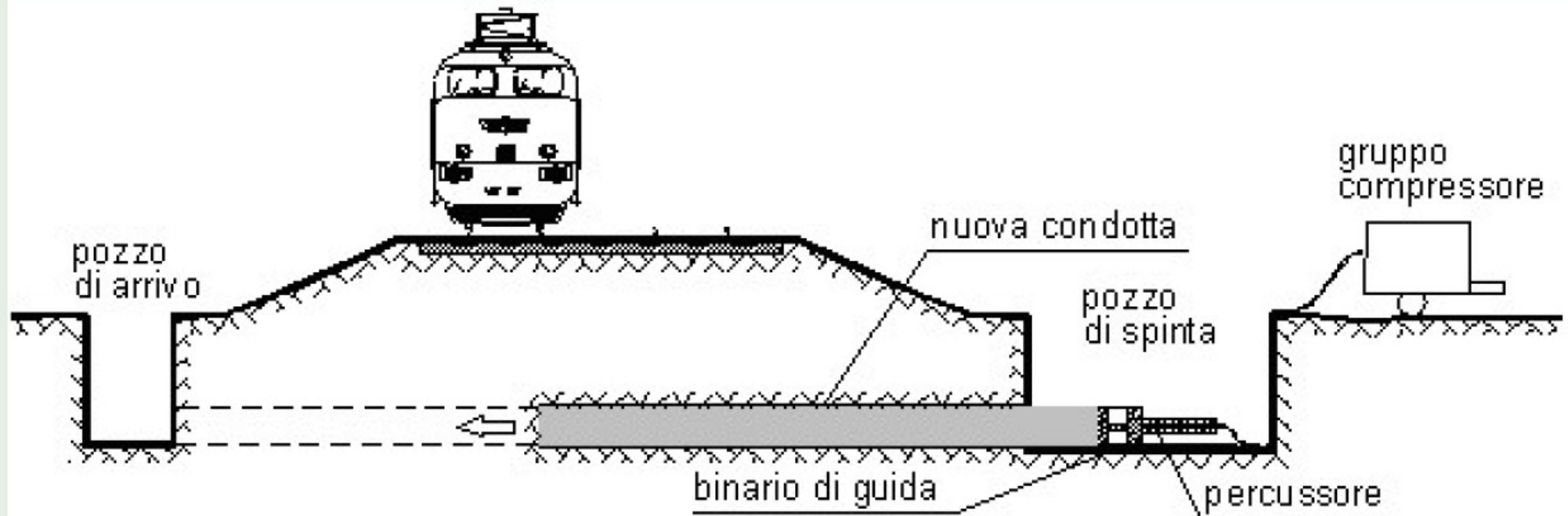


### Pipe ramming

- Infissione mediante battitura dei tronchi di condotta in acciaio (via via aggiunti e saldati di testa). La spinta è esercitata da un gruppo di percussione azionato a fluido, ubicato nel pozzo di partenza.
- Utilizzata unicamente per brevi percorsi rettilinei (la parte della condotta fuori terra è vincolata a muoversi su di un binario di guida lungo alcuni diametri): es. attraversamenti sotterranei di rilevati stradali e ferroviari in terreni omogenei di granulometria fine.
- Usato per posa tubo-guida in acciaio
- Per diametri superiori ai 150 mm l'estremità anteriore viene lasciata aperta per consentire la fuoriuscita del materiale dal cavo del tubo.
- Lunghezza contenuta entro i 30 metri.
- Diametro anche superiore a 1000 mm.

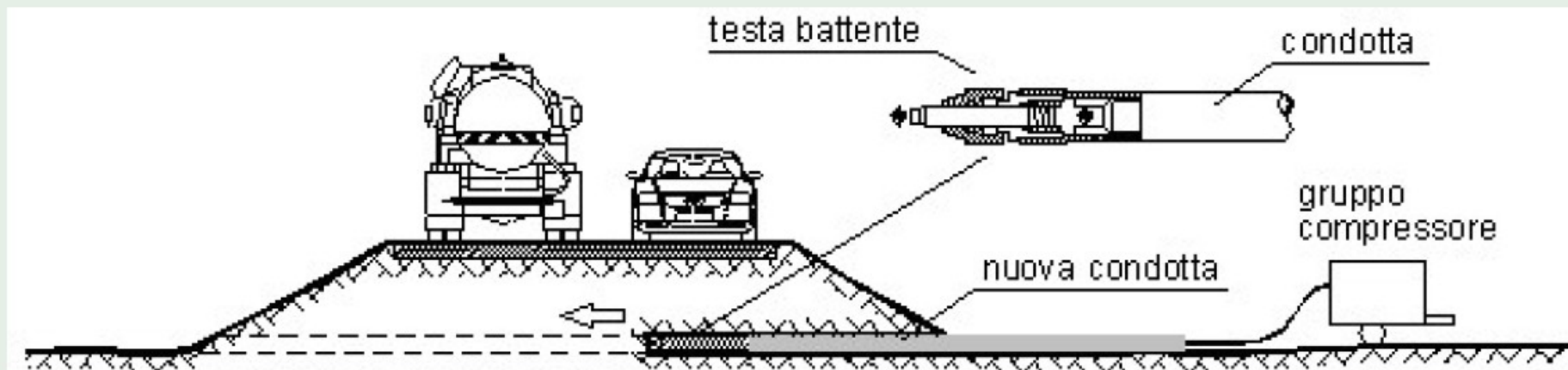
# Pipe ramming

## Pipe ramming



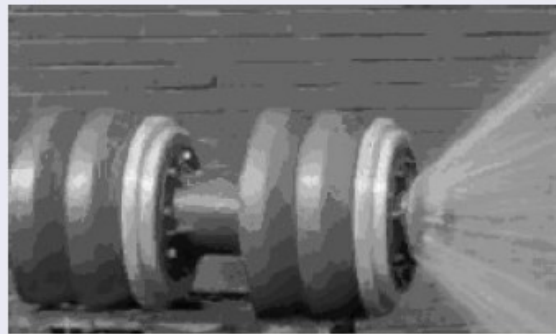
## Impact moling

- Ancora infissione per battitura, ma a differenza del pipe ramming, nell'impact moling l'elemento di percussione è ubicato in testa alla colonna e trascina la tubazione da installare.
- Utilizzato per infissione di tubazioni in materiale plastico.
- I tracciati debbono essere brevi e rettilinei, il terreno deve essere omogeneo di tipo argilloso o sabbioso.
- Diametri non superiori ai 150 mm.



## Riabilitazione delle condotte - pulizia e ripristino

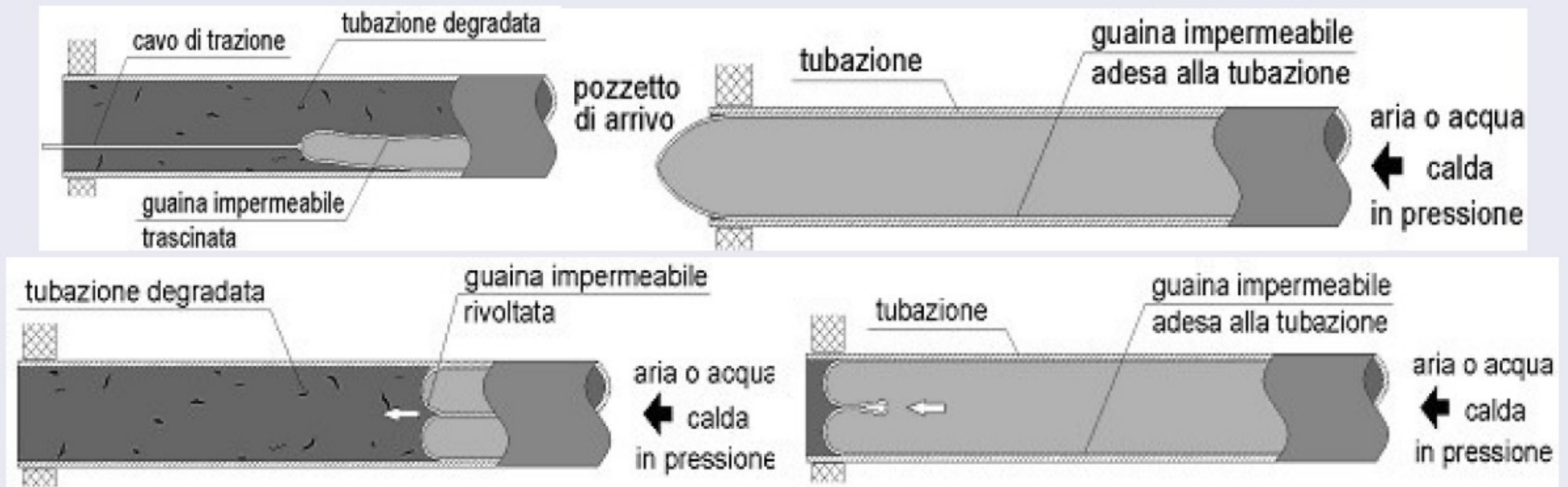
- Provvedimento molto efficace quando la condotta è ancora integra, ma la presenza di incrostazioni riduce la capacità di deflusso ed aumenta la scabrezza.
- Pulizia di tipo meccanico (spazzole) o idraulico (getti).
- Ripristino rivestimento interno con resine epossidiche o malta cementizia applicati a spruzzo.





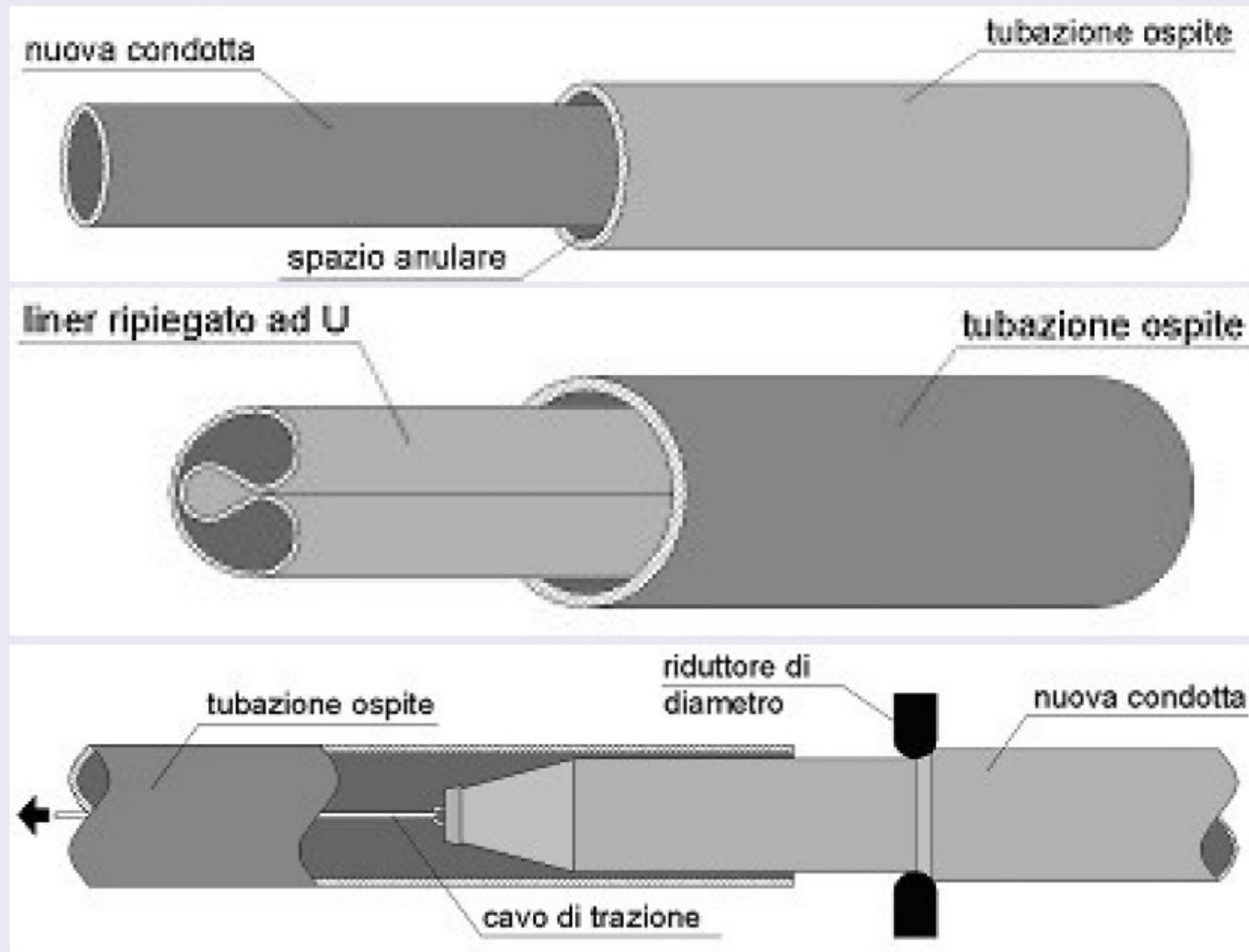
## Riabilitazione delle condotte - applicazione di guaine impermeabili

- Tecnica molto utilizzata, efficace anche quando la condotta presenta lesioni diffuse.
- Si inserisce una calza in poliestere o lana di vetro impregnata di resine che vengono fatte polimerizzare dopo il posizionamento, mettendole in pressione con aria o acqua calda.
- Applicazione per trazione (Fig. alto) o inversione (Fig. basso)



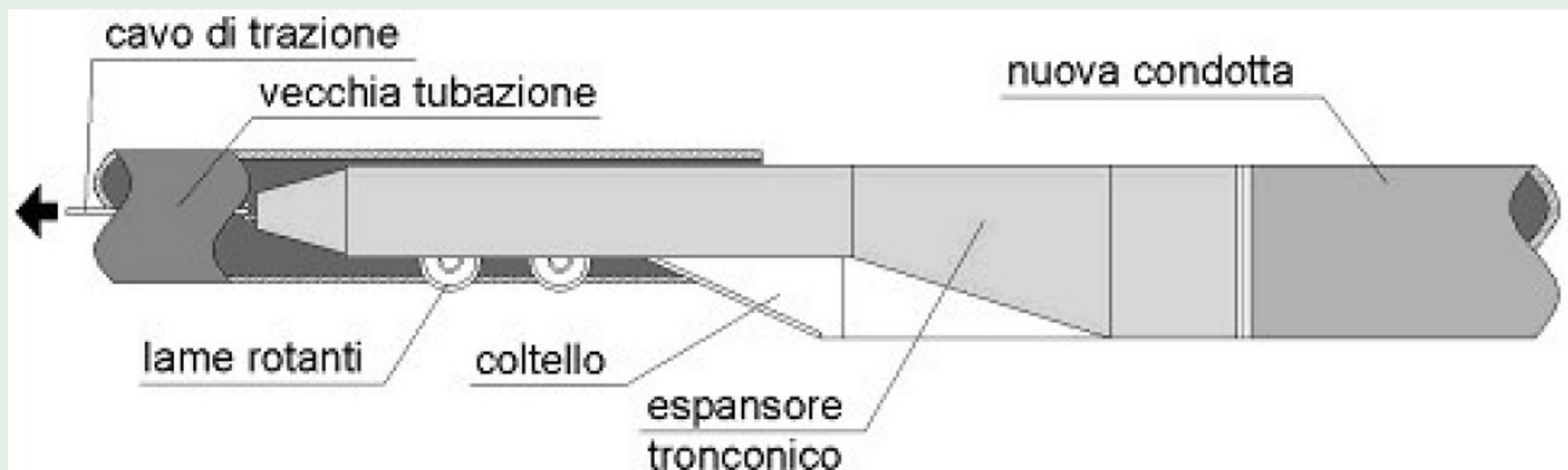
## Riabilitazione delle condotte - liner

Inserimento (per spinta o trazione) di una nuova condotta (**liner**) di diametro esterno inferiore al diametro interno della vecchia condotta



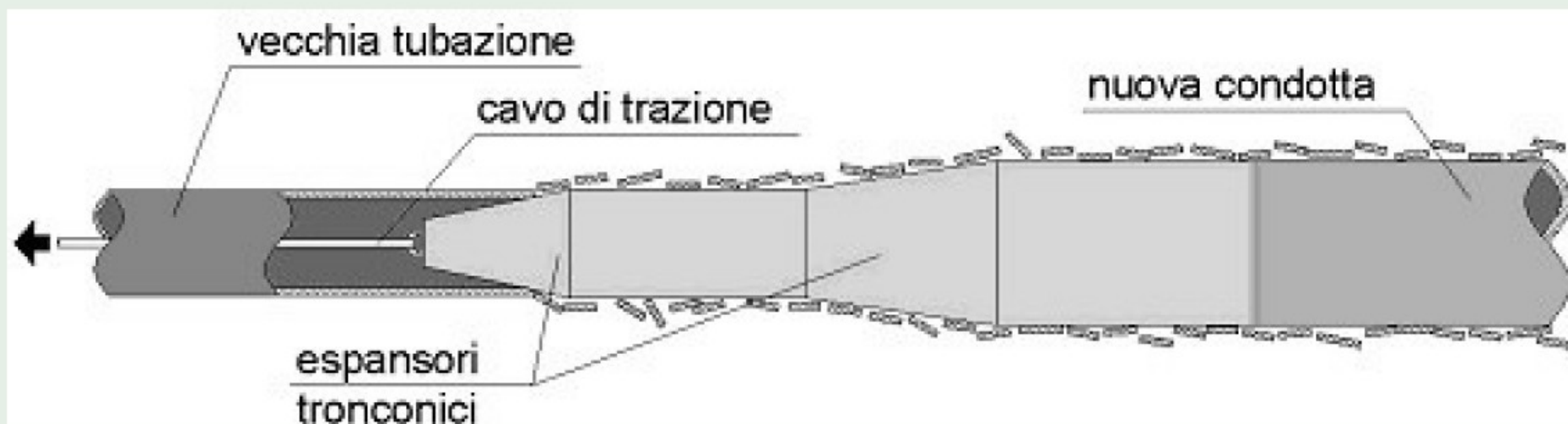
## Riabilitazione delle condotte - pipe splitting

- Nella testa sono presenti delle lame che tagliano la vecchia condotta lungo una generatrice. I due lembi vengono divaricati da cunei di espansione per fare posto alla nuova condotta.
- Adatta per sostituzione di condotte in acciaio e materiali plastici.
- La nuova tubazione è in genere in PEAD
- Può causare dislocamento del terreno circostante la condotta, che può interessare gli altri sottoservizi interrati e la pavimentazione stradale.



## Riabilitazione delle condotte - pipe bursting

- Testa demolitrice a massa battente con forma di cuneo.
- La vecchia condotta viene frammentata e contemporaneamente viene allargata la cavità e trascinata la nuova tubazione.
- Adatta per sostituzione di condotte fragili: ghisa e materiali lapidei. Non adatta per acciaio e materiali plastici.
- La nuova tubazione è in genere in PEAD
- Può causare dislocamento del terreno circostante la condotta, che può interessare gli altri sottoservizi interrati e la pavimentazione stradale.



## Riabilitazione delle condotte - pipe reaming

- Tecnica molto simile al directional drilling: la condotta esistente funge da foro pilota, dall'estremo opposto si richiama un alesatore di diametro pari alla condotta da installare.
- La testa alesatrice ruota e frammenta la condotta esistente e trascina in posizione l'intera tubazione.
- Adatta per sostituzione di condotte in materiali lapidei.
- La nuova tubazione è in genere in PEAD

