



Posa di tubazioni a spinta mediante perforazioni orizzontali

La costruzione dei prezzi elementari ed il Prezzario di riferimento

Prof. Ing. Quintilio Napoleoni

01 Dicembre 2020



- Generalmente nella valutazione della convenienza di una tecnica rispetto ad un'altra si dà maggior peso ai costi di realizzazione:
 - costi caratteristici della tecnica utilizzata
 - costi legati alla tipologia dell'intervento
- Ma è importante tener conto anche dei:
 - costi socio/ambientali (inquinamento, traffico, incidenti etc..)
 - oneri e rischi legati all'estensione dell'area di cantiere (occupazione di suolo)
 - deterioramento del manto stradale (manutenzione post-cantiere)
- Le tecnologie No-Dig consentono lo spostamento dei costi verso attività compatibili con l'ambiente



- Generalmente per ciascuna tecnica No-Dig è previsto un compenso fisso per approntamento e disinstallazione del cantiere ed una quota al metro lineare di lavorazione.
- I prezzi indicati sono generalmente comprensivi:
 - degli oneri della lavorazione vera e propria
 - degli oneri per la sicurezza, valutati per una tipologia di lavoro medio riguardo ai rischi
 - degli oneri per il trasporto dell'attrezzatura/macchinari
 - delle spese generali e utili dell'appaltatore



VOCI PER LA FORMAZIONE DEL COSTO						
Voci in fase di costruzione	Scavo a cielo aperto	Spingitubo	HDD-TOC	Raise boring	Micro-tunneling	TMB
Progettazione ed indagini	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Mobilizzazione-smobilizzazione	SI (rilevanti)	SI	SI	SI	SI	SI (rilevanti)
Scavi e rinterrati	SI (rilevanti)		SI (limitati)			
Pozzi, muri reggispinta, rinterrati, imbocchi		SI		Se richiesto	SI	SI
Well-point, pompe	SI	SI			SI	SI
Setti impermeabili		Se richiesto	Se richiesto		Se richiesto	
Perforazioni		SI	SI	SI	SI	SI
Smaltimento fanghi			SI	SI	SI	SI
Scavo in alveo	SI					
Pericolo di esondazioni	SI					
Tubo di protezione		SI		Se richiesto		
Appesantimento condotta	Se richiesto					
Montaggio, installazione e collaudo condotta	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Difese spondali ed eventuali regimazioni alveo	SI					
Ripristino aree di cantiere	SI (rilevanti)	SI	SI	SI	SI	SI
Assicurazioni	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Danni ambientali	SI (rilevanti)	SI (limitati)	SI (limitati)	SI (limitati)	SI (limitati)	SI (limitati)
Costi sociali (collettivi)	SI (rilevanti)	SI (limitati)	SI (limitati)	SI (limitati)	SI (limitati)	SI (limitati)
Voci in fase di esercizio						
Manutenzione opere di difesa	SI					
Opere di protezione aggiuntive	SI					
Controllo difese	SI					
Manutenzione imbocchi	SI			SI (se presenti)		SI (se presenti)
Controllo periodico attraversamento	SI	SI (limitati)	SI (limitati)	SI (limitati)	SI (limitati)	SI (limitati)
Danni esondazioni	Possibili	Improbabili	Improbabili	Improbabili	Improbabili	Improbabili
Assicurazioni	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Danni ambientali temporanei	SI (rilevanti)	SI (limitati)	SI (limitati)	SI (limitati)	SI (limitati)	SI (limitati)
Danni ambientali permanenti	SI (limitati)			SI (limitati)		SI (limitati)
Costi sociali (collettivi)	SI (rilevanti)	SI (limitati)	SI (limitati)	SI (limitati)	SI (limitati)	SI (limitati)

- Quadro sinottico delle voci elementari



- Il Prezzario costituisce una “guida” alla determinazione dei prezzi delle principali tecnologie No Dig:
 - va “conformato” alle realtà locali
 - permette di determinare i corrispettivi unitari delle varie tecniche
 - ed è la “base” per la redazione di capitolati e progetti
- Essendo lavori di carattere specialistico, i prezzi possono variare, anche notevolmente, in funzione di:
 - presenza di difficoltà o disagi lavorativi
 - modesta entità del lavoro

- 
- Sono, in genere, escluse dal computo dei prezzi:
 - la richiesta e l'ottenimento dei permessi
 - l'accessibilità all'area di lavoro
 - le indagini preliminari
 - gli scavi e le opere edili necessarie per la buona riuscita delle lavorazioni (fosse di lancio/recapito, fosse di raccolta fanghi, ecc.)
 - le opere civili per il ripristino dello stato dei luoghi
 - lo smaltimento dei materiali di risulta
 - i by-pass per assicurare la continuità di erogazione/smaltimento del fluido trasportato dalla condotta da sostituire o rinnovare, qualora necessari
 - i raccordi di collegamento tra la nuova condotta e quella esistente
 - I tubi in HPDE, acciaio o ghisa



- Prezzi di riferimento IATT
Per la pubblicazione di prezzi di riferimento relativi alle tecnologie No-Dig, dal 2008, IATT collabora con DEI - Tipografia del Genio Civile
- Prezziari Aziende di Gestione (Acea, Telecom, Enel, Snam etcc.)
- Prezziari regionali



- Prezzi di riferimento IATT per HDD – TOC (2015)

PERFORAZIONI CON TECNOLOGIE NON INVASIVE

065002 Perforazione orizzontale direzionata per la posa in opera di nuove condotte in acciaio o HPDE, realizzata senza scavo a cielo aperto, secondo un tracciato di progetto, per l'attraversamento di corsi d'acqua, strade, ferrovie, costruzioni ed altri ostacoli artificiali o naturali e per la posa longitudinale di linee senza interferenza con altre opere preesistenti e con il traffico viario, sia in ambito urbano che extraurbano, posate secondo le livellette di progetto. Realizzazione del foro pilota effettuato mediante perforazione del terreno coadiuvata da fanghi che, passando attraverso le aste di perforazione, fuoriescono ad alta pressione dalla testa di perforazione; il controllo della testa di perforazione, a onde radio, è assicurato da un trasmettitore alloggiato corredato da rapporto operativo dei parametri di macchina e sollecitazioni indotte sulla condotta posata. **Escluse** attività di richiesta e ottenimento permessi e relativi oneri economici; segnalamento di tutti i sottoservizi presenti nel sottosuolo lungo le tratte interessate dalle lavorazioni, tramite indagine georadar del sottosuolo; predisposizione opere civili e di scavo, inclusi gli scavi di raccolta fanghi, necessari per la buona riuscita dell'opera; la fornitura delle tubazioni e preparazione della stessa in posizione di tiro, chiusura degli scavi effettuati per l'apertura delle buche di inizio e fine perforazione, risistemazione del manto stradale ed eventuale installazione di pozzetti ed opere di raccordo; smaltimento fanghi di perforazione e materiale di risulta. Per perforazioni, in condizioni standard, in terreni sciolti quali sabbie, limi, argille o similari, anche debolmente compatte, per lunghezze per singola perforazione fino ad un massimo di 300 m:

a Ø esterno fino a 125 mm.....	m	100,00
b Ø esterno da 126 a 200 mm.....	m	220,00
c Ø esterno da 201 a 280 mm.....	m	300,00
d Ø esterno da 281 a 400 mm.....	m	420,00
e Ø esterno maggiore di 400 mm.....	m	-



- Prezzi di riferimento IATT per HDD – TOC (2015)

065003	Costo fisso per perforazione orizzontale direzionata per il trasporto degli impianti e/o macchinari di perforazione, il montaggio e lo smontaggio degli stessi, il carico, lo scarico e la movimentazione delle attrezzature, compresi i viaggi A/R del personale e logistica di cantiere:			
a	prezzo minimo.....	cad		2.000,00
b	prezzo massimo.....	cad		6.000,00
c	maggiorazione da applicare per ogni spostamento postazione, successivo al primo, nell'ambito dello stesso cantiere, prezzo minimo.....	cad		800,00
d	maggiorazione da applicare per ogni spostamento postazione, successivo al primo, nell'ambito dello stesso cantiere, prezzo massimo.....	cad		3.500,00
065004	Maggiorazioni da applicare ai prezzi di perforazione orizzontale direzionata (TOC) in terreni complessi:			
a	perforazione in terreni sciolti aventi granulometria fino a 2 mm.....	%		10
b	perforazione in terreni sciolti a matrice grossolana (sabbie, ghiaie massimo 30 mm) in matrice fine non inferiore al 50%.....	%		40
c	perforazione in terreni sciolti (sabbie, ghiaie massimo 30 mm) e presenza di trovanti in matrice fine non inferiore al 50%.....	%		60
d	perforazione in rocce compatte con durezza ≤ 200 kg/cm ²	%		100
e	perforazione in rocce compatte con durezza $> 200 \leq 800$ kg/cm ²	%		300
f	perforazione in rocce compatte con durezza > 800 kg/cm ²	%		600
g	realizzazione di giunti mediante saldatura di testa della tubazione esclusa eventuale ricostruzione del rivestimento del tubo, a metro lineare per mm di $\varnothing$	m		0,06
h	collaudo idraulico della condotta posata, a metro lineare per mm di $\varnothing$	m		0,05



- Confronto prezzi unitari

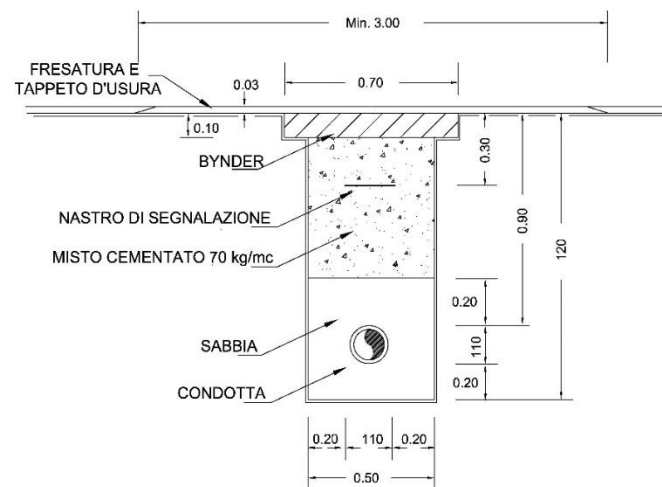
Diemetro della perforazione 300 mm			
Fonte	Costo unitario €/m	Regione	Note
IATT- DEI	420,00		Compreso tubo in HDPE o acciaio
TENNACOLA spa	307,11	Marche	Compreso tubo in Ghisa
SICAM	267,00	Lombardia	Compreso tubo in Ghisa
Nuove Acque s.p.a.	300,00	Toscana	Compreso tubo in HDPE
Comune di Milano	240,00	Lombardia	Compreso tubo in HDPE
ACEA ATO 2	449,00	Lazio	Compreso tubo in HDPE
Comune di Firenze	470,00	Toscana	Compreso tubo in HDPE



- Per poter applicare sistematicamente la tecnologia TOC non solo per la realizzazione di attraversamenti ma anche per posa di tubazioni in fiancheggiamento, si è proceduto ad un confronto fra la tecnica di posa con scavo a cielo aperto e la posa con trivellazione orizzontale controllata approcciando ad un'analisi costi benefici, che ha preso in considerazione le seguenti componenti:
 - COSTO INTERVENTO;
 - DURATA CANTIERE;
 - EMISSIONI IN TERMINI DI CO2
- Analisi eseguita da Marche Multiservizi (Bruni, 2018)

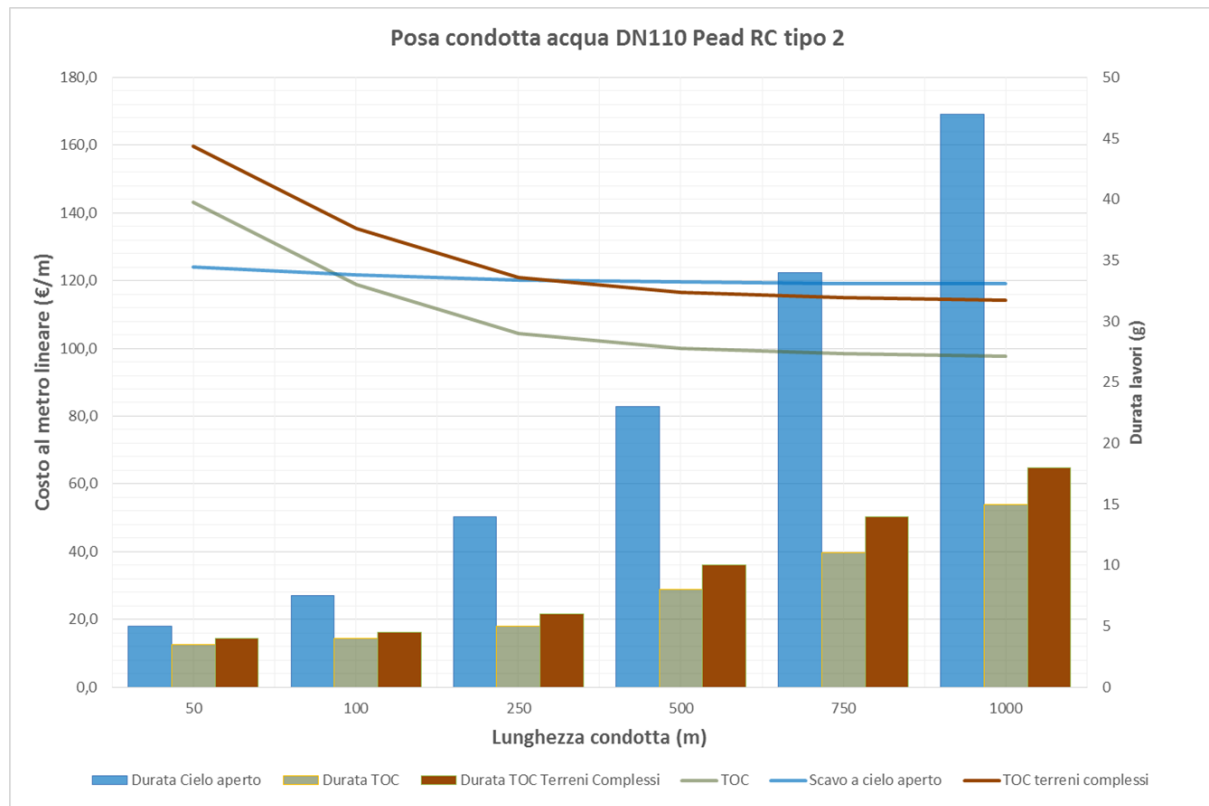


- L'analisi ha preso in considerazione la posa di una condotta DN 110 PEAD RC Tipo 2



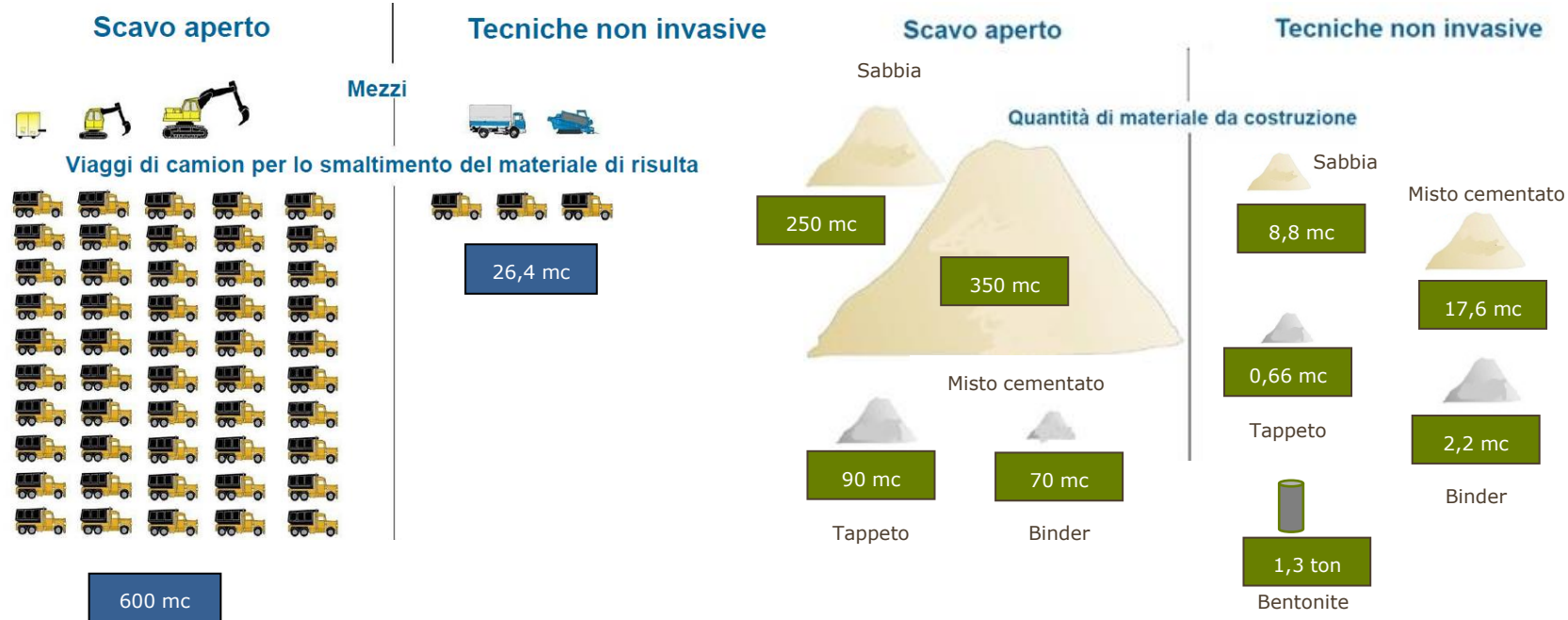


- COSTI E DURATA: Scavo a Cielo Aperto vs TOC



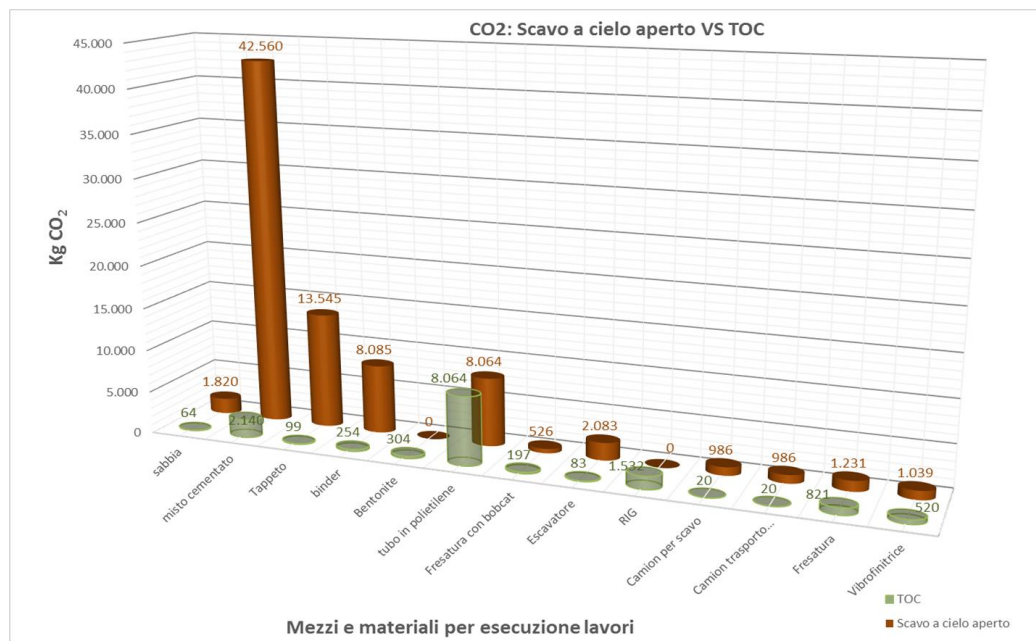


• IMPIEGO DI MATERIE: Scavo a Cielo Aperto vs TOC





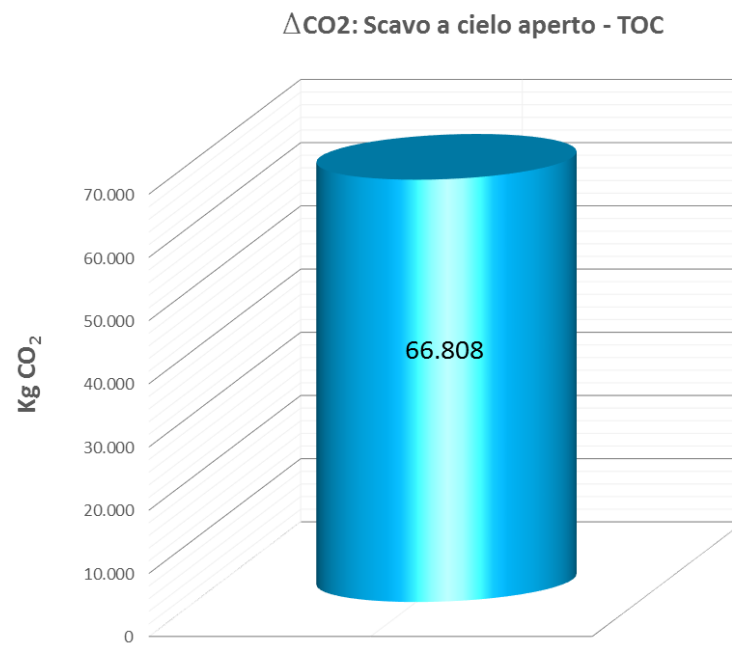
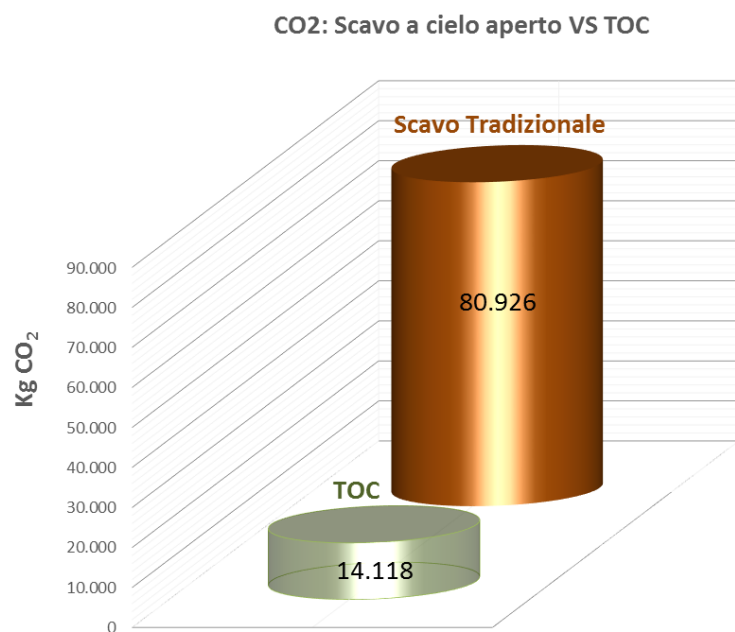
- EMISSIONI IN TERMINI DI CO₂: Scavo a Cielo Aperto VS TOC (analisi su condotta lunga 1.000 m)



- Fonte presa a riferimento per individuare i fattori di emissione utilizzati è lo studio dell'Università di Bath "Inventory of Carbon & Energy (ICE)"⁴ che analizza per ogni materiale o mezzo l'EMBODIED ENERGY (MJ/kg) e l'EMBODIED CARBON (kg CO₂e/kg).
- Fattori conversione gasolio (kg CO₂e/ l) 2,600- Fonte Defra 2017

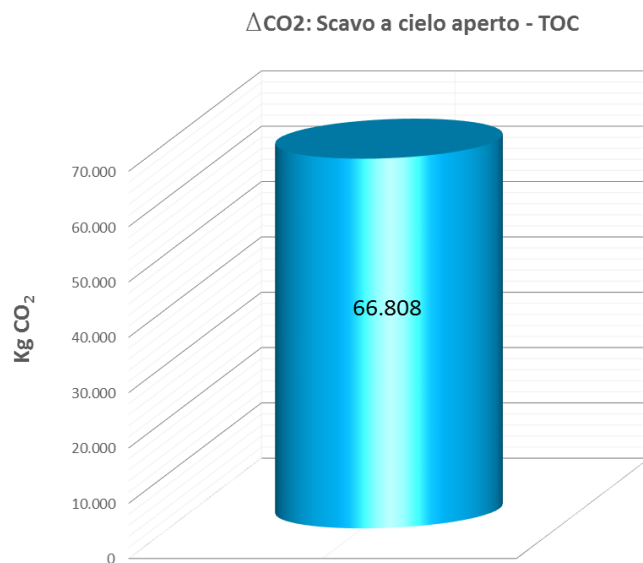


- EMISSIONI IN TERMINI DI CO₂: Scavo a Cielo Aperto VS TOC (analisi su condotta lunga 1.000 m)





- EMISSIONI IN TERMINI DI CO₂: Scavo a Cielo Aperto VS TOC (analisi su condotta lunga 1.000 m)



70 Famiglie con consumo medio elettrico pari a 2.700 kW/h per famiglia



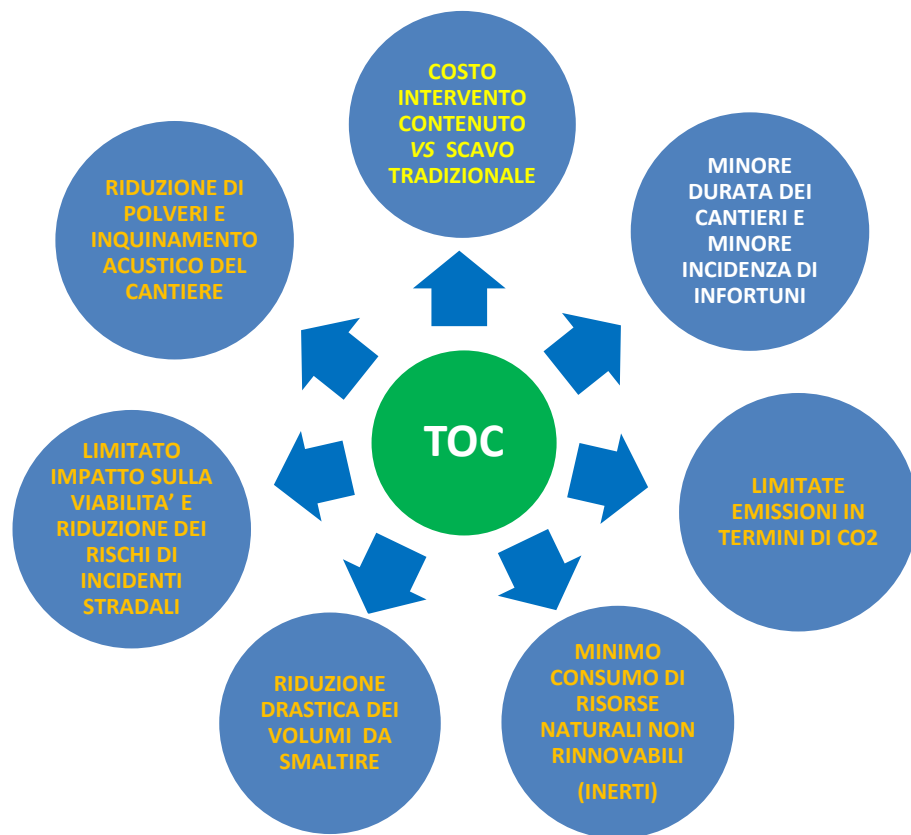
30 auto a benzina che percorrono 10.000 km all'anno con emissioni di 230 g/km





- Vantaggi

- **Economici** (dipende dalle dimensioni del lavoro)
- **Ambientali** (spesso sono «solo» vantaggi sociali)
- **Gestione del cantiere** (minor tempo = maggiori economie)
- **Sicurezza del cantiere** (minor tempo = meno esposizione. Lavorazioni «più» sicure)



(Bruni, 2018)



- I **costi «totali»** Sono calcolati utilizzando un modello che tiene conto delle seguenti voci di costo, in termini monetari, reali e virtuali:
 - Installazione: Spese realmente sostenute dall'azienda, legate al reperimento delle risorse necessarie alla buona riuscita dell'intervento
 - Incremento del traffico viario: Spese virtuali, imputabili all'operato dell'azienda ma a carico della collettività, legate all'occupazione (totale o parziale) della carreggiata:
 - Costi del maggior tempo di percorrenza dei veicoli
 - Costi del maggior consumo di carburante
 - Impatto ambientale: Spese virtuali, imputabili all'operato dell'azienda ma a carico della collettività, legate alla specifica tipologia di scavo utilizzata (materiali, scavi etc..) e all'incremento del traffico viario (rumore, polveri etc..)
- Attraverso il modello LCA (Life Cycle Assessment) vengono tradotti in valori economici, gli effetti dell'inquinamento e il consumo di risorse non rinnovabili.



- Applicazione di un modello di calcolo (LCA) ad un attraversamento stradale di 20 m con una tubazione di 300 mm a profondità di 4.0 m

	Tecnologie di scavo		
	Scavo tradizionale	Directional drilling	% di riduzione
Costo d'installazione	10.846 €	7.747 €	-29%
Costo legato all'aumento del traffico viario	72.619 €	18.864 €	-74%
Costo d'impatto ambientale	46.769 €	12.108 €	-74%
COSTO TOTALE	130.234 €	38.719 €	-70%



- I costi di esecuzione delle lavorazioni, se correttamente computati, possono essere competitivi con le tecnologie tradizionali in caso di interferenze, lunghe tratte e profondità di posa significative
- I costi sociali ed ambientali dell'opera finita sono sensibilmente inferiori in termini di:
 - Tempi di esecuzione delle opere
 - Inquinamento ambientale e risparmio delle risorse (materiali, energia etc...)
 - Minore incidenza degli infortuni in cantiere e riduzione degli incidenti stradali
 - Riduzione della manutenzione nel tempo alle infrastrutture



GRAZIE PER L'ATTENZIONE