

GIORNATA DI FORMAZIONE
12 Maggio 2022

MANUTENZIONI DI CONDOTTE INTERRATE E POZZI D'ACQUA:

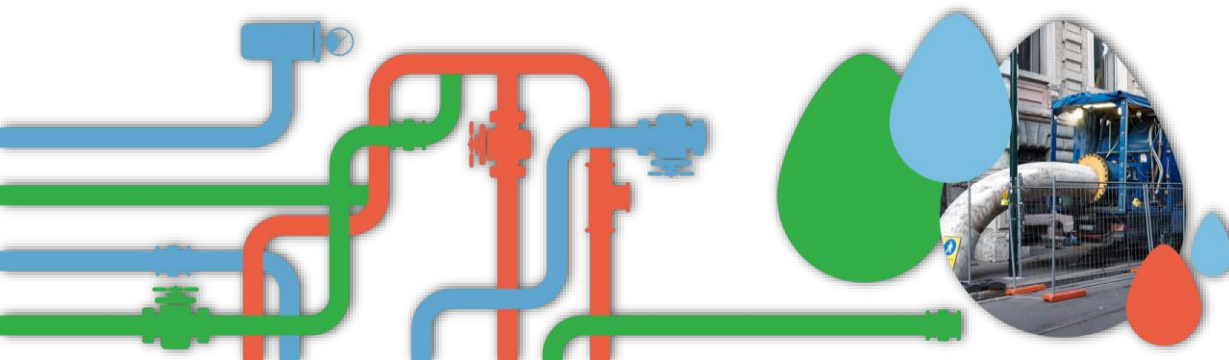
**Soluzioni di intervento a basso impatto ambientale
per il mantenimento della piena efficienza idraulica e strutturale**
Quadro normativo, progettazione, case history, vantaggi

Analisi di sostenibilità delle tecnologie no-dig

Ing. Corinne Andreola,
Prof. Ing. Anna Laura Eusebi,
Ing. Giovanna Darvini
e Prof. Ing. Francesco Fatone



laboratorio
ref.
ricerche





laboratorio
a cura di **ref.**
ricerche

in partnership con



I risultati illustrati sono relativi allo studio che IATT ha affidato a REF Ricerche, in partnership con l'Università Politecnica delle Marche, relativo alla misurazione dell'impronta ambientale delle tecnologie trenchless rispetto a tecniche di intervento più tradizionali, e ai relativi risparmi di consumo energetico, nel Servizio Idrico Integrato.

1. **TRENCHLESS TECHNOLOGY E CERTIFICATI BIANCHI**
2. **TRENCHLESS TECHNOLOGY COME TECNOLOGIA PRIORITARIA NEL SETTORE IDRICO: L'IMPACT ASSESSMENT PER UNA VALUTAZIONE DEI VANTAGGI COMPARATI**

IMPRONTA ENERGETICA E DI CARBONIO, LCA E INDICATORI DI CIRCOLARITA' (IMPACT ASSESSMENT)	
1.1 Decomposizione di tipici interventi complessi	
a. Richiesta dati Utilities	a) RICERCA ED ANALISI DATI
b. Individuazione dei casi studio in base a interventi già progettati o realizzati con dettaglio esecutivo/definitivo ed acquisizione materiale	
c. Decomposizione in unità funzionali o segmenti semplificati	
d. Individuazione delle TECNOLOGIE TRENCHLESS appropriate rispetto al punto b e acquisizione dati dai Soci IATT	
1.2 Realizzazione dell'analisi del ciclo di vita per singola unità funzionale di cui al punto precedente anche in base alla definizione di indicatori di impatto appropriati, rappresentativi e/o di interesse.	
1.3 Combinazione di diverse unità funzionali in scenari progettuali, territoriali o previsionali più complessi. Inclusioni negli scenari di valutazione di parametri di incertezza, accuratezza ed analisi di sensitività dei dati finali	
1.4 Analisi critica dei risultati ottenuti anche rispetto alla letteratura tecnico-scientifica di indicatori di impatto, di circolarità e altri casi studio di LCA	



IL NO-DIG NEL PIANO D'AZIONE PER L'ECONOMIA CIRCOLARE (2020)



PROGETTAZIONE ECOCOMPATIBILE:

Per il NO-DIG: ottimizzazione della resilienza ai cambiamenti climatici, minimizzando impatti ambientali e consumi di risorse

Miglioramento della DURABILITA' e della RIUTILIZZABILITA'

Per il NO-DIG: Ottimizzazione della durabilità, il riutilizzo e l'upgrading di infrastrutture esistenti, disaccoppiando efficienza del servizio da consumo di energia e risorse

PROMOZIONE DEL MODELLO «PRODOTTO COME SERVIZIO»

Il NO-DIG contribuisce a garantire le prestazioni delle “infrastrutture idriche esistenti come servizio”

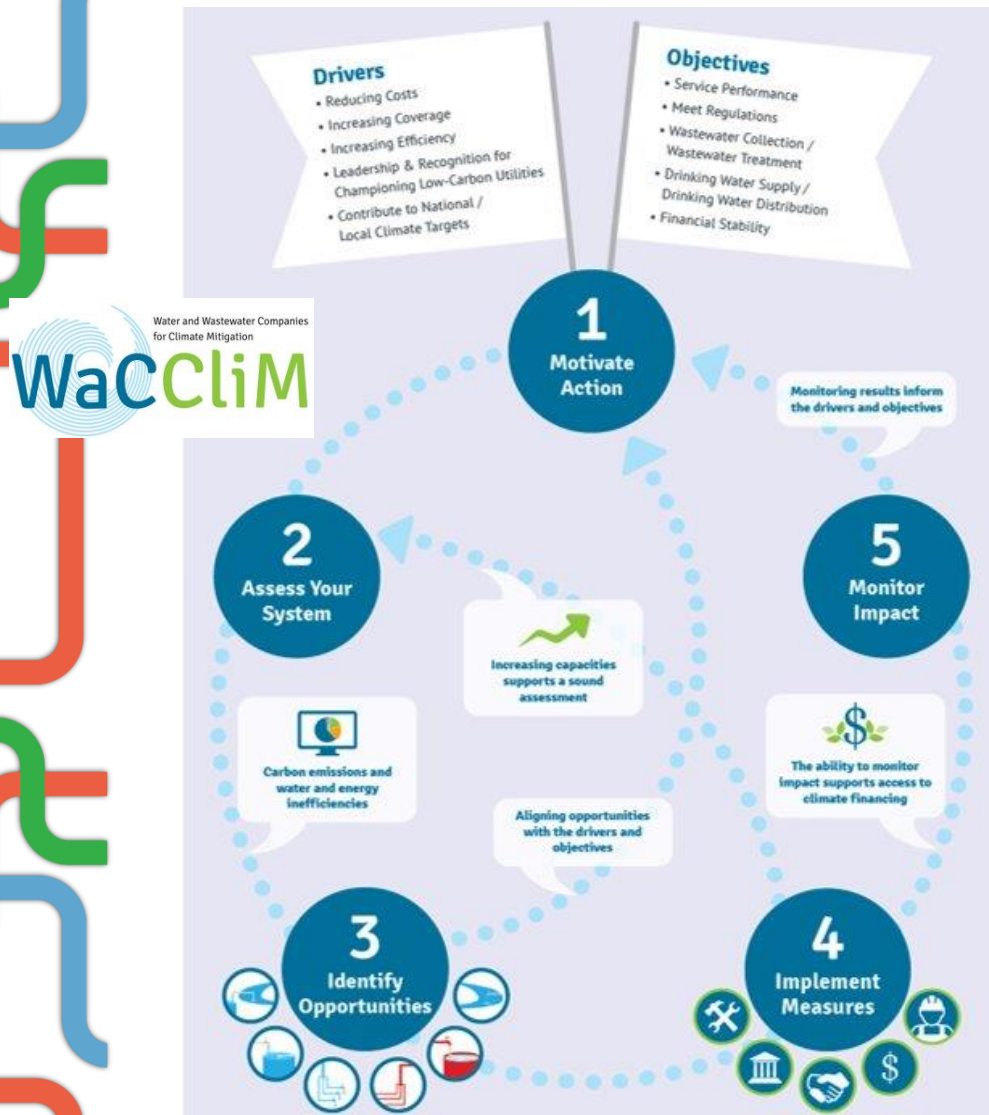
SISTEMA DI RICOMPENSE IN BASE ALLE LORO DIVERSE PRESTAZIONI IN TERMINI DI SOSTENIBILITA':

Pratica candidabile per il NO-DIG

INIZIATIVA «ACQUIRENTI PUBBLICI PER IL CLIMA E L'AMBIENTE»



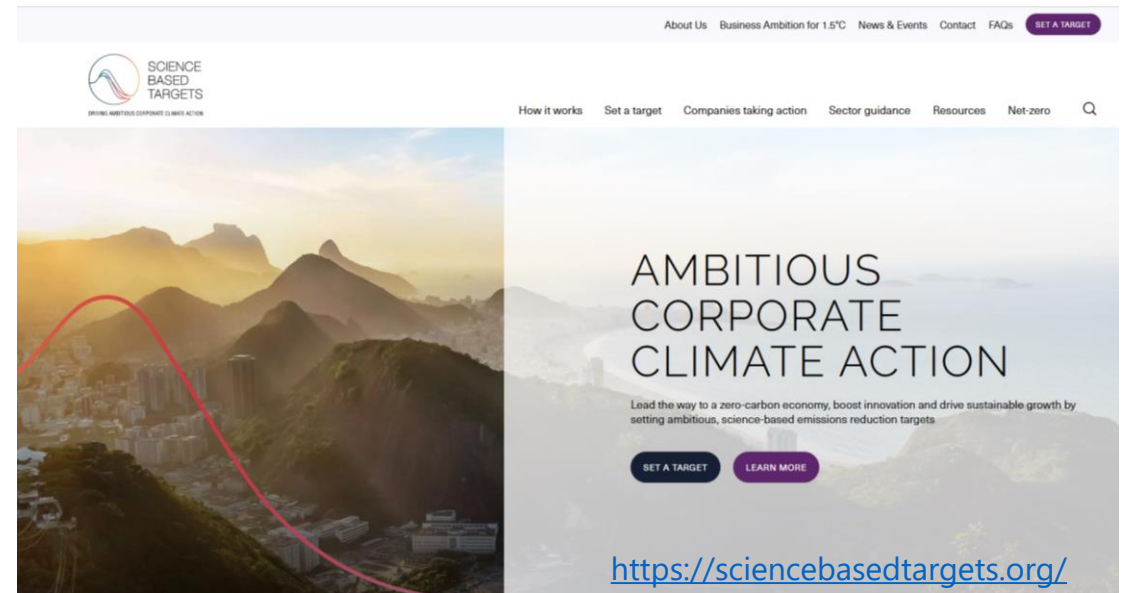
ROADMAP TO A LOW-CARBON UTILITY



<https://wacclim.org/the-roadmap-to-a-low-carbon-urban-water-utility/>

SCIENCE BASED TARGET

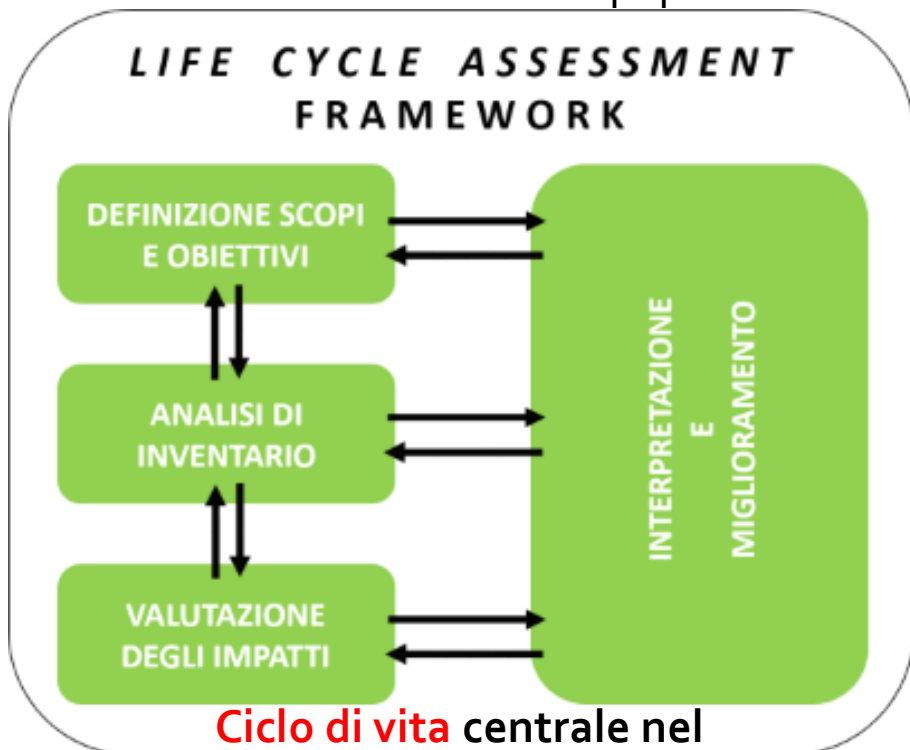
- **Absolute-based approach**
 - > Riduzione delle emissioni assolute [tonCO₂eq]
- **Sector-based approach**
 - > Riduzione dell'intensità fisica [tonCO₂eq/dato di attività]
- **Economic-based approach**
 - > Riduzione dell'intensità economica [tonCO₂eq/Gross Profit]



LIFE CYCLE THINKING

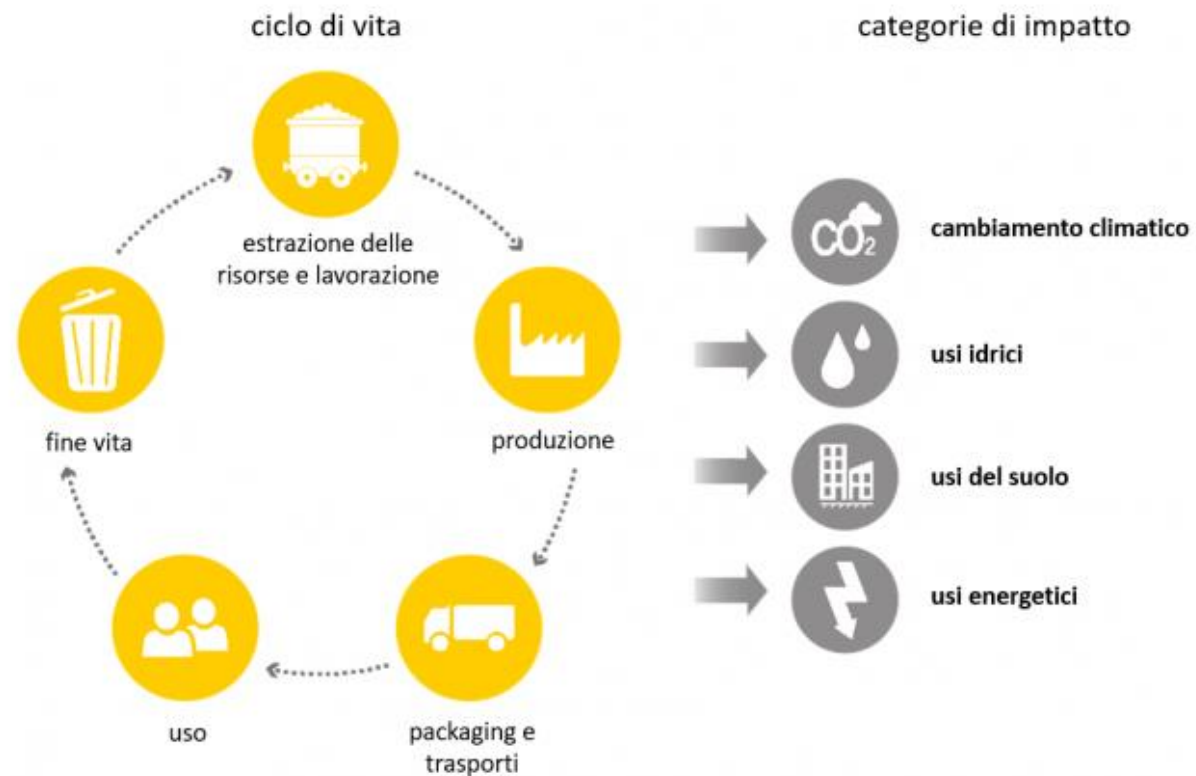
Metodo oggettivo di valutazione e quantificazione dei carichi energetici ed ambientali e degli impatti potenziali associati ad un prodotto/processo/attività lungo l'intero ciclo di vita, dall'acquisizione delle materie prime al fine vita ("dalla Culla alla Tomba").

Norma ISO Serie 14040

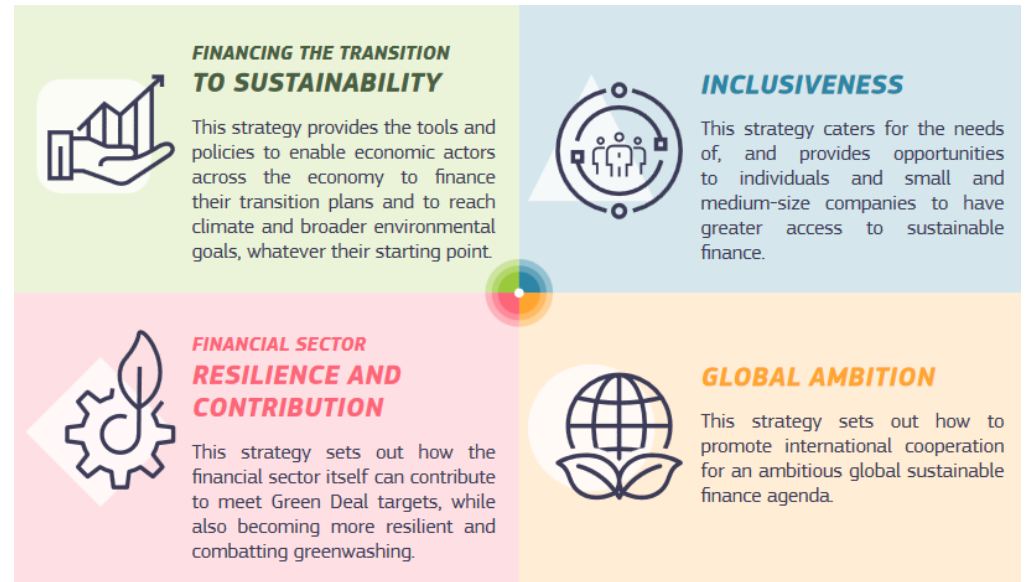


Ciclo di vita centrale nel Piano di Azione Economia Circolare

LCA – Life Cycle Assessment (Valutazione di ciclo di vita)

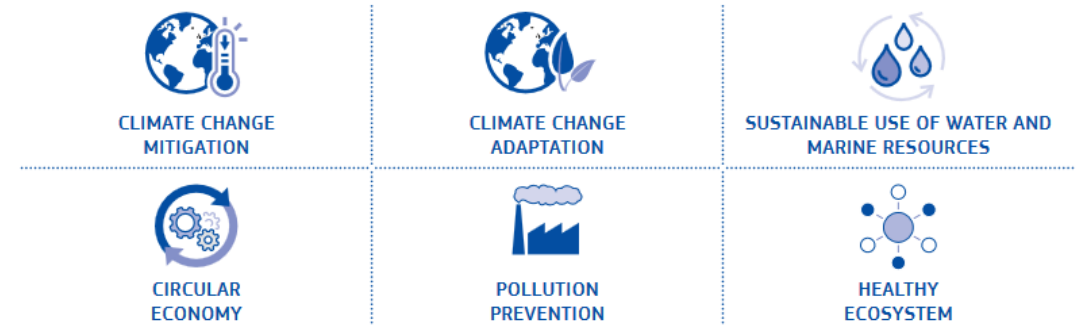


TASSONOMIA EUROPEA



1 A UNIFIED EU GREEN CLASSIFICATION SYSTEM - 'TAXONOMY'
to determine if an economic activity is environmentally sustainable based on harmonised EU criteria. The European Parliament adopted its report in March 2019. In June 2019, the Technical Expert Group on Sustainable Finance published the first classification system – or taxonomy – for environmentally-sustainable economic activities. This aims to provide guidance for policy makers, industry and investors on how best to support and invest in economic activities that contribute to achieving a climate neutral economy.

To qualify as green, an investment would need to contribute to at least one of these **six objectives**:



LCA «CONVENZIONALE»

Gli **indicatori midpoint** si focalizzano su un **singolo problema ambientale** come, per esempio, il cambiamento climatico o l'acidificazione.

Gli **indicatori endpoint**, invece, mostrano l'impatto ambientale su tre livelli di aggregazione più alti quali salute umana, biodiversità e carenza di risorse.

LA SUA EVOLUZIONE

Dalle definizioni dei singoli indicatori midpoint ed endpoint è possibile individuare **correlazioni con i CRITERI DNHS** definiti dal **Regolamento Europeo 2020/852**:

1. MITIGAZIONE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO e ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI (art 11) legati al potenziale di cambiamento climatico (CC);
2. PROTEZIONE DELLE ACQUE e DELLE RISORSE MARINE (art 12) correlati agli indicatori del comparto acquatico;
3. ECONOMIA CIRCOLARE (art 13) indirettamente legata al consumo di risorse;
4. RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO (art 14) correlabile a tossicità terrestre e acidificazione (per comparto suolo) e formazione di smog o particolato atmosferico (sul comparto aria);
5. PROTEZIONE E RIPRISTINO DELLA BIODIVERSITA' E DEGLI ECOSISTEMI (art15) descritta dall'indicatore endpoint «conseguenze sulla biodiversità».

TASSONOMIA EUROPEA



Correlazioni tra midpoint indicators e criteri DNHS-Proposta

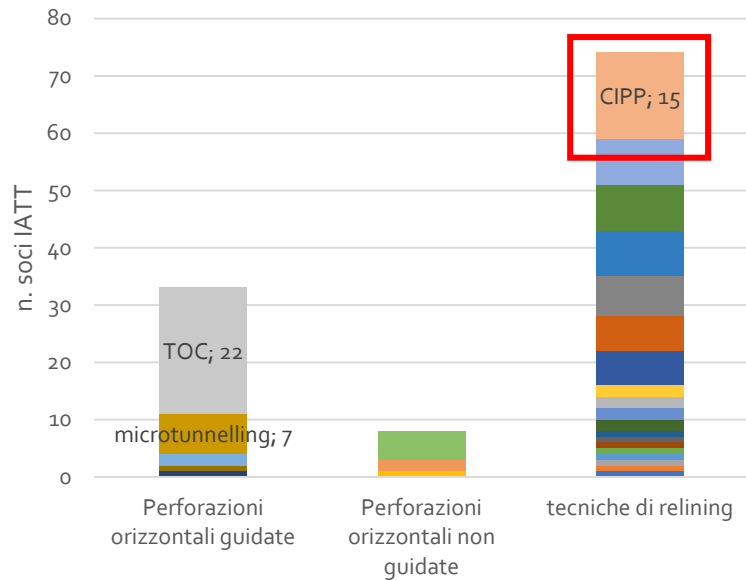
CATEGORIE DI IMPATTO (MID POINT)	DNHS				
	1-2 Mitigazione cambiamento climatico e adattamento	3 Uso sostenibile e protezione delle acque	4 Transizione verso economia circolare	5 prevenzione e riduzione dell'inquinament o	6 protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi
climate change	X	-	-	-	X
fossil fuel depletion	-	-	X	-	-
freshwater ecotoxicity	-	X	-	X	X
freshwater eutrophication	-	X	-	X	X
human toxicity	-	-	-	-	-
ionising radiation	-	-	-	-	-
marine ecotoxicity	-	X	-	X	X
marine eutrophication	-	X	-	X	-
mineral resource depletion	-	-	X	-	-
ozone depletion	-	-	-	-	X
particulate matter formation	-	-	-	X	-
photochemical oxidant formation	-	-	-	X	-
terrestrial acidification	-	-	-	X	X
terrestrial ecotoxicity	-	-	-	X	X

METODOLOGIA ADOTTATA

1. Analisi tecnico-scientifica (manualistica, casi studio contestualizzati, etc)
2. Analisi di progetti esecutivi di interventi già realizzati (forniti da gestori del SII)
 - i. NO DIG
 - ii. SCAVO A CIELO APERTO
3. Sezionamento degli interventi (progetti esecutivi utilities) in tratti semplici senza opere accessorie
4. Modellazione e analisi
 - a) Dei TEP del caso specifico e confronto con tecnologia convenzionale a scavo a cielo aperto
 - a) Ciclo di Vita del caso specifico e confronto con tecnologia convenzionale a scavo a cielo aperto
5. **Analisi del Ciclo di vita e TEP su caso modello rappresentativo generalizzato**

SCELTA della TECNICA TRENCHLESS

1. ANALISI ASSOCIATI IATT



- TOC
- Risanamento NO DIG VERTICALI
- SLIP LINING
- PIPE BURSTING
- U-LINER
- TBM
- RISANAMENTO PUNTUALE
- Slim liner
- Subline
- Roll down
- Pipe Jacking
- PART LINER
- PULL IN
- CIPP
- CML
- microtunnelling
- PIPE COATING
- Spingitubo
- Spry Lining
- Mole
- CLOSE FIT
- Direct Pipe
- Hose Lining
- TUB IN
- Auger Boring
- altro

ANALISI PRIORITARIA SU:
 ✦ RISANAMENTO DI INFRASTRUTTURE ESISTENTI

➡ **i. Cured-In-Place Pipe (CIPP)**

✦ POSA IN OPERA DI NUOVE INFRASTRUTTURE

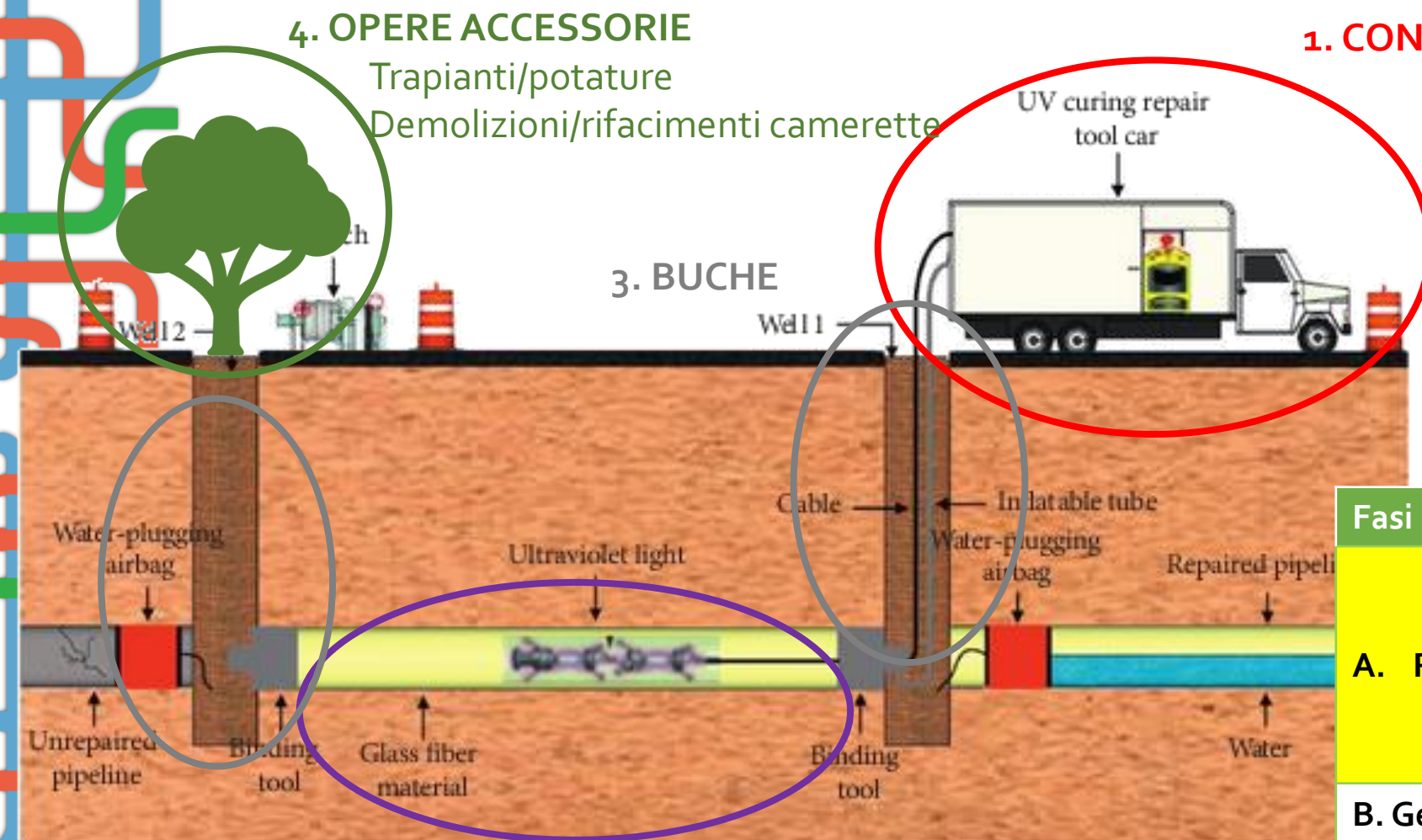
i. Trivellazione orizzontale controllata
ii. Microtunneling

2. ANALISI PROGETTI DELLE Utilities

	ACQUEDOTTO	FOGNATURA
TOTALE	13	18
CIPP	4	13
MICROTUNNELING	1	3
SPINGITUBO	2	1
TOC	6	1

Infrastruttura	Tecnologia	DIAMETRI (mm)	LUNGHEZZE (m)	CONDOTTA ESISTENTE	NOTE	completa	n. progett.
ACQUEDOTTO	CIPP	HERA	200	40 ACCIAIO		/	1
ACQUEDOTTO	CIPP	CAP	300	530 ACCIAIO		si	1
ACQUEDOTTO	CIPP	HERA	500	150 ACCIAIO		/	1
ACQUEDOTTO	CIPP	IMM	1200	ACCIAIO	CENTRO STORICO	/	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	250	115 GRES		si	1
FOGNATURA	CIPP	MMs	300	45 CLS	forte antropizzazione	si	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	300	35 CLS		si	1
FOGNATURA	CIPP	CAP	600	430 CLS		si	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	630	340 ACCIAIO	condotta premente	/	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	800	205 CLS		si	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	800	34 PVC	collettore estrazione fango	/	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	1000	417 CLS	acque parassitarie	si	1
FOGNATURA	CIPP	CAP	1200	350 CLS	extraurbano	in corso	1
FOGNATURA	CIPP	CAP	1200	1300 CLS	extraurbano - ci passa anche la fibra ottica	concluso	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	600/800	100 CLS E PVC		si	1
FOGNATURA	CIPP	CAP	600/90 ovoideale	450 CLS	centro abitato	si	1
FOGNATURA	CIPP	MMs				si	1
ACQUEDOTTO	MICROTUNNELING	MMs	600	ACCIAIO	attraversamento SS	si	1
FOGNATURA	MICROTUNNELING	CAP	500	346 GRES	alta intensità traffico	in corso	1
FOGNATURA	MICROTUNNELING	HERA	1600	985 CLS		si	1
ACQUEDOTTO	SPINGITUBO	CAP	500	32 ACCIAIO	attr. Ferroviario	in corso	1
ACQUEDOTTO	SPINGITUBO	MMs	800	50 ACCIAIO		no	1
FOGNATURA	SPINGITUBO	CAP	800	28 CLS	attr. Ferroviario	si	1
ACQUEDOTTO	TOC	MMs	280	880 PEAD	CENTRO STORICO	si	1
ACQUEDOTTO	TOC	CAP	250	80 ACCIAIO	controtubo in PEAD De450	in corso	1
ACQUEDOTTO	TOC	MMs	800	600 PEAD		no	1
FOGNATURA	TOC	MMs	450	160 PEAD	forte pendenza	si	1
ACQUEDOTTO	TOC	CAP	355	100 PEAD		in corso	1
ACQUEDOTTO	TOC	CAP	500	80 ACCIAIO		in corso	1
ACQUEDOTTO	TOC	CAP	200	80 GHSA SFEROIDALE		si	1

Esempio: TECNICA Cured-In-Place-Pipe (CIPP)



4. OPERE ACCESSORIE

Trapianti/potature
Demolizioni/rifacimenti camerette

1. CONSUMI DI CARBURANTE

3. BUCHE

2. LINER/CALZA

Fasi di analisi	Elementi funzionali
A. Realizzazione	1. Consumi di carburante
	2. Liner/calza
	3. Buche (scavi/ripristini)
	4. Opere accessorie
B. Gestione ordinaria ed esercizio	In corso di approfondimento
C. Gestione straordinaria o fine vita	In corso di approfondimento

CALCOLO DEI CONSUMI DI TEP PER INTERVENTI DI RIABILITAZIONE DELLA RETE ACQUEDOTTISTICA

CONSUMI CONSIDERATI	DIG	NO-DIG	Fonte dei dati
1. FASE ESECUTIVA			<i>Analisi tecnico-scientifica e Dati soci IATT</i>
a. Scavi/demolizioni	✓	✓	
b. Relining	✗	✓	
c. Rinterri/ripristini	✓	✓	
2. TRASPORTO	✓	✓	

PER I TEP Non viene considerata l'energia necessaria a produrre i materiali poiché non consumata durante l'intervento di sostituzione. Seguito approccio **già previsto nei CERTIFICATI BIANCHI** relativo alla contabilizzazione dei **CONSUMI** e **NON** degli **IMPATTI INDIRETTI**.

CALCOLO DEI CONSUMI DI TEP PER INTERVENTI DI RIABILITAZIONE DELLA RETE ACQUEDOTTISTICA

CONSUMI dovuti alla FASE ESECUTIVA

A1 Scavi/demolizioni
Dal DN della condotta ai volumi di scavo

A2 Dai volumi di scavo ai consumi di carburante (>TEP) per 100 mt di condotta

B. Relining

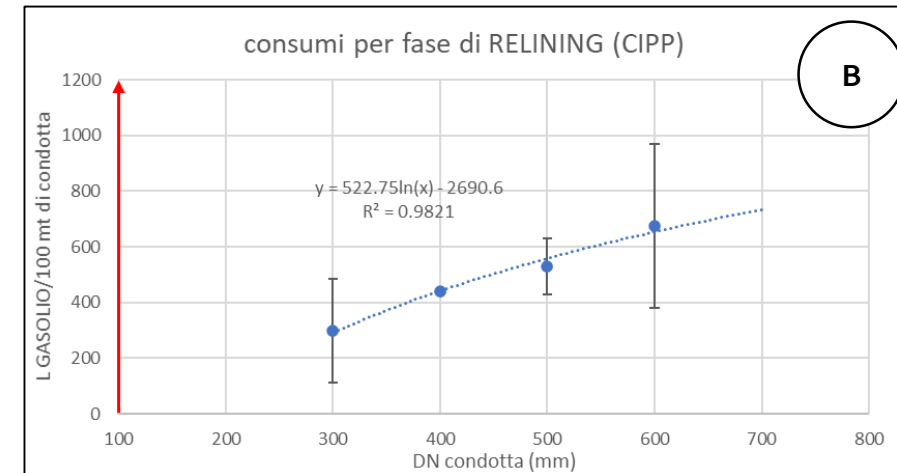
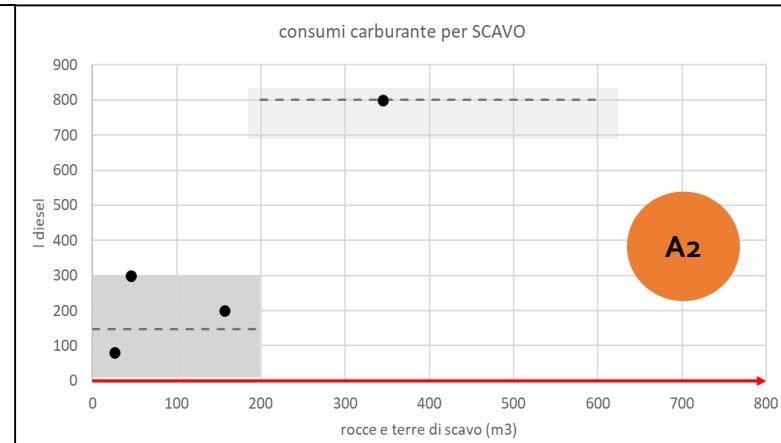
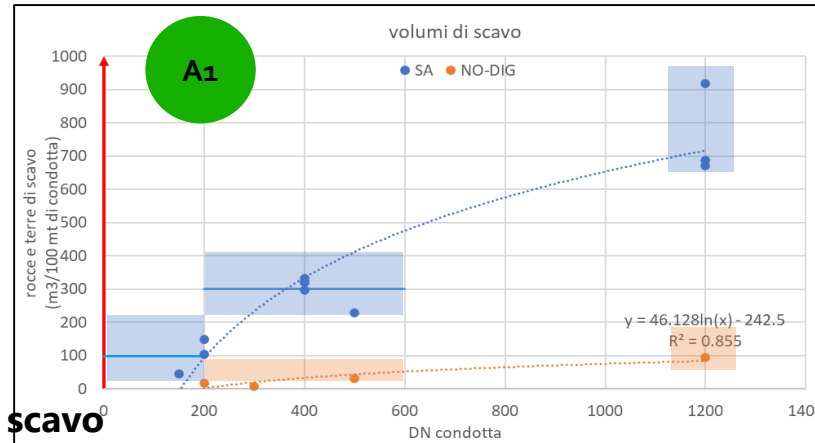
Dal DN della condotta ai consumi di gasolio (>TEP) per 100 mt di condotta

C. Rinterri e ripristini

Stesso approccio di calcolo di fase A. scavi/demolizioni

CONSUMI dovuti al TRASPORTO:

- Quantità dedotte dai volumi** di scavo/ripristino + massa della condotta o calza
- Definito automezzo in termini di consumo e capacità** (es. Autotreno: capacità 32 ton e consumi di 38 l diesel/100 km)
- Km percorsi** (> consumo di gasolio > TEP) dedotti da viaggi necessari e distanza da percorrere



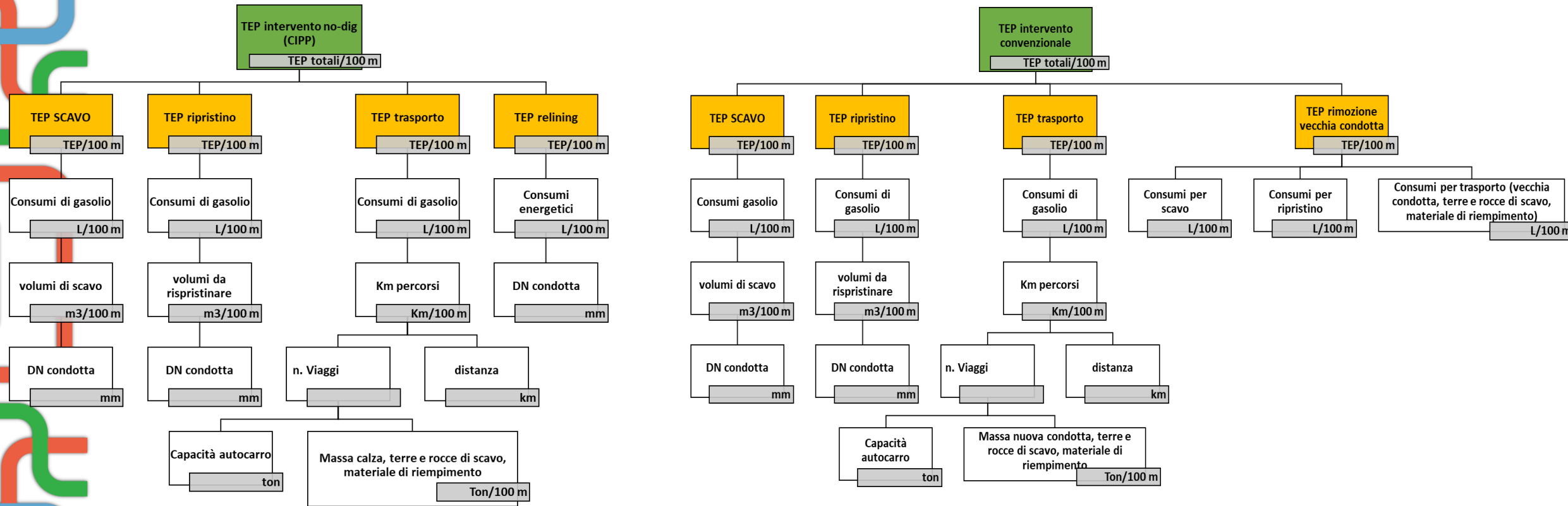
CALCOLO DEI CONSUMI DI TEP PER INTERVENTI DI RIABILITAZIONE DELLA RETE ACQUEDOTTISTICA

IPOTESI DI CALCOLO

Tecnica	Focus	IPOTESI	u.m.	Quantità	note	
CIPP e Scavo aperto	1.Materiale risulta e di riempimento 2.Nuova condotta 3.Vecchia condotta	Distanza dal sito di produzione/smaltimento	km	50	<i>Possibile aggiungere fattori correttivi (ad esempio TEP per 10 km) da sommare al valore finale del TEP</i>	
		Mezzo di trasporto	tipologia	Ton	Autocarro da 32 ton	<i>Valori massimi a vantaggio di sicurezza</i>
			Consumi	l/100 km	38	<i>Possibile specificare sulla base della flotta</i>
CIPP	Calza/Liner	Distanza dal produttore	km	550	<i>Medie dei dati forniti dai soci IATT</i>	
		Mezzo di trasporto	tipologia	ton	Furgone da 7.5-16ton	
			Consumi	l/100 km	20	<i>Possibile specificare sulla base della flotta</i>
		Massa = f(spessore)	kg	In funzione del DN	<i>Da interpolazione di letteratura tecnico-scientifico</i>	
Scavo aperto	Condotte	Peso del materiale	kg/m	Media tra acciaio, PE, ghisa sferoidale	<i>Calcolo specifico per singolo materiale varia da 0.5 a 0.9 %</i>	

- I calcoli per il risparmio di TEP tramite utilizzo di tecnologia NO-DIG si riferiscono a interventi su **acquedotti**, dove è necessario lo scavo e conseguente ripristino di buche di lancio e presa del liner.
- Il calcolo per i **TEP fa riferimento ad un contesto generico** senza differenziazione tra urbano e periurbano.
- La nuova condotta si intende sempre **posata affiancata all'esistente**; la rimozione della **vecchia condotta è quantificata ma opzionale**.
- In caso di intervento su **fognatura**, sono ragionevolmente attesi risparmi maggiori visto che generalmente si utilizzano le camerette/pozzetti di accesso alla condotta già esistenti come buche di lancio e presa. D'altra parte, lo scavo aperto ne deve prevedere la costruzione di nuove.

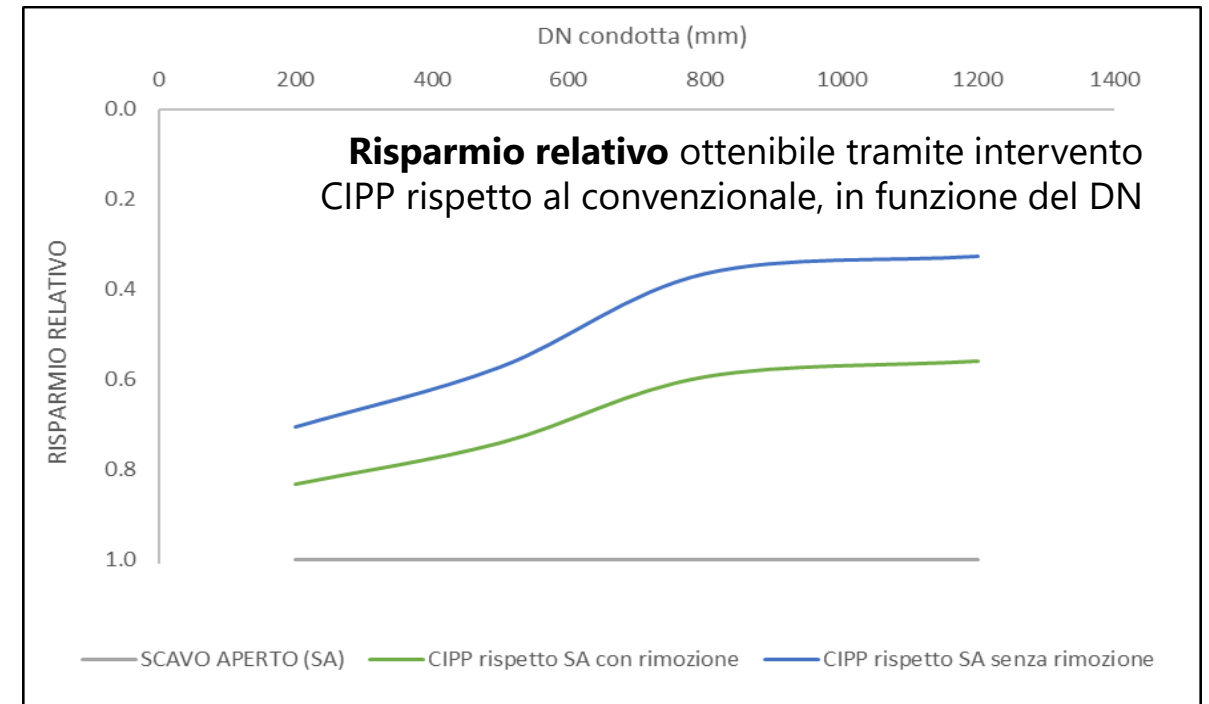
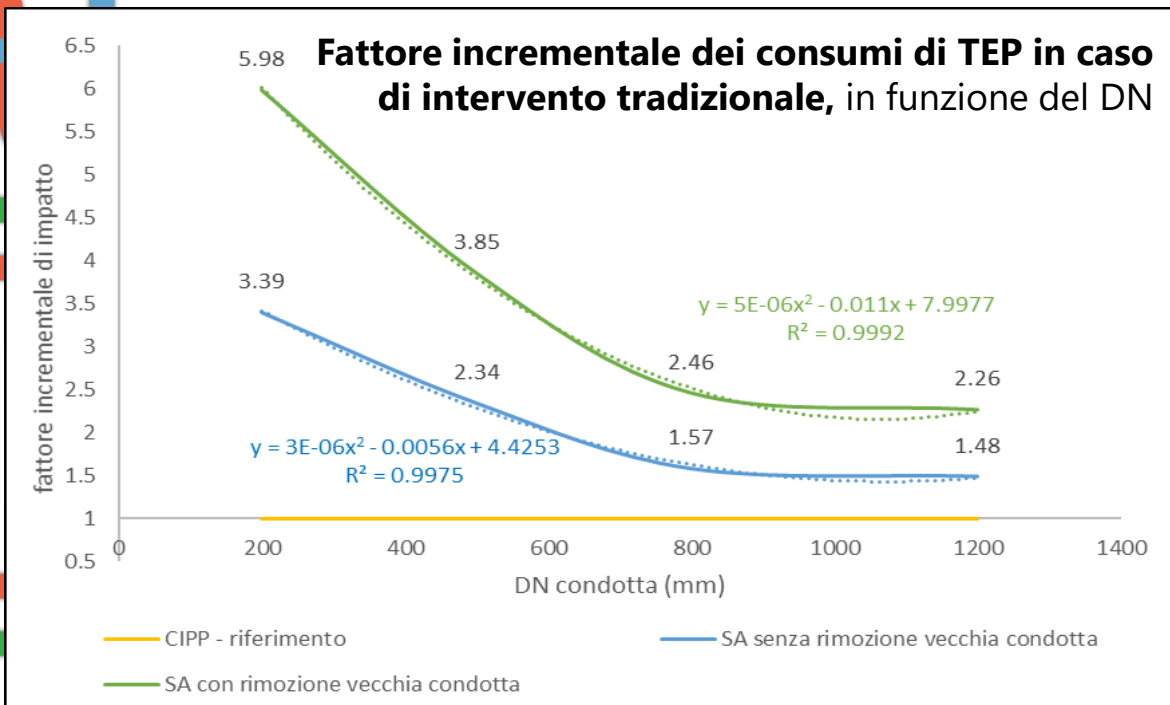
CALCOLO DEI CONSUMI DI TEP PER INTERVENTI DI RIABILITAZIONE DELLA RETE ACQUEDOTTISTICA



Applicando questi **diagrammi di calcolo semplificati**, si ottengono i consumi di TEP degli interventi ex post e di riferimento. Il risparmio di TEP è **successivamente calcolato come differenza** tra i due.

CALCOLO DEI CONSUMI DI TEP PER INTERVENTI DI RIABILITAZIONE DELLA RETE ACQUEDOTTISTICA

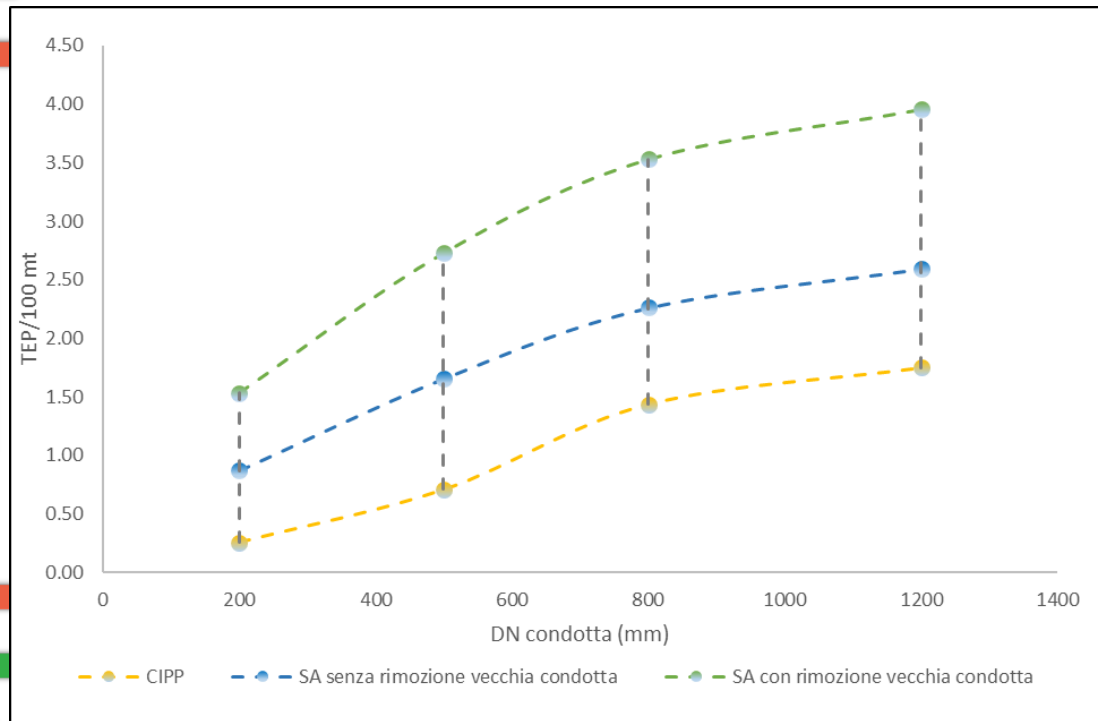
RISULTATI



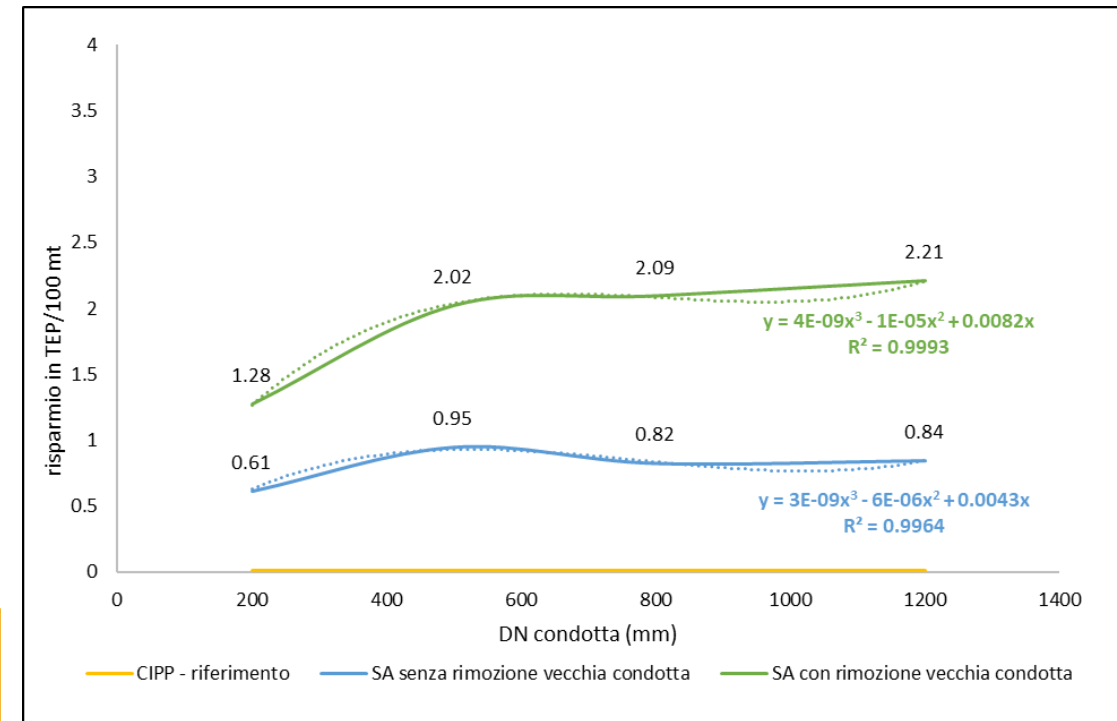
		CIPP				SCAVO APERTO senza rimozione vecchia condotta				SCAVO APERTO con rimozione vecchia condotta			
DN	mm	200	500	800	1200	200	500	800	1200	200	500	800	1200
SCAVO	TEP/100 mt	0.02	0.02	0.25	0.30	0.33	0.55	0.65	0.69	0.33	0.55	0.65	0.69
RIPRISTINI	TEP/100 mt	0.03	0.03	0.24	0.29	0.32	0.51	0.60	0.64	0.32	0.51	0.60	0.64
RIMOZIONE VECCHIA CONDOTTA	TEP/100 mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	1.07	1.27	1.36
TRASPORTO	TEP/100 mt	0.13	0.17	0.24	0.27	0.22	0.60	1.01	1.26	0.22	0.60	1.01	1.26
RELINING	TEP/100 mt	0.08	0.49	0.71	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTALE	TEP/100 mt	0.26	0.71	1.44	1.75	0.87	1.66	2.26	2.59	1.53	2.73	3.53	3.96

CALCOLO DEI CONSUMI DI TEP PER INTERVENTI DI RIABILITAZIONE DELLA RETE ACQUEDOTTISTICA

CONSUMI di TEP in funzione del DN della condotta da ripristinare e per tipologia di intervento

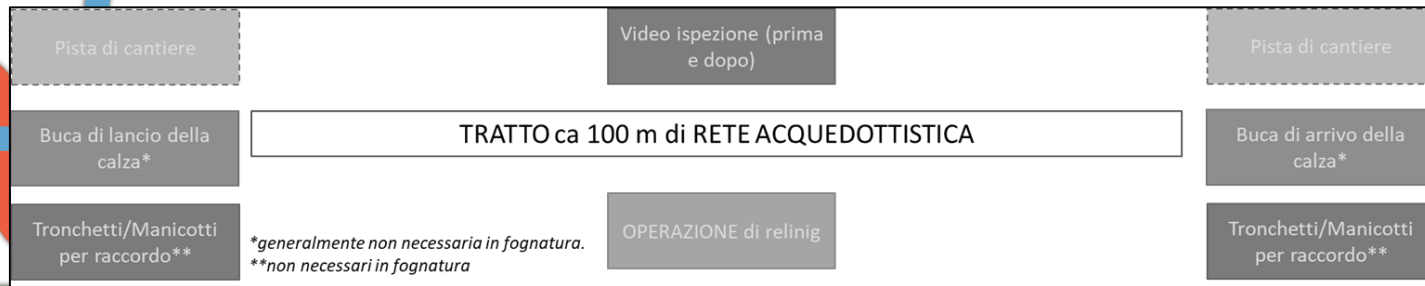


RISPARMIO di TEP in funzione del DN della condotta, con intervento CIPP come riferimento base



Il risparmio di TEP, nelle condizioni ipotizzate, ottenibile con l'adozione della tecnica CIPP può essere **direttamente quantificato a partire dal DN.**

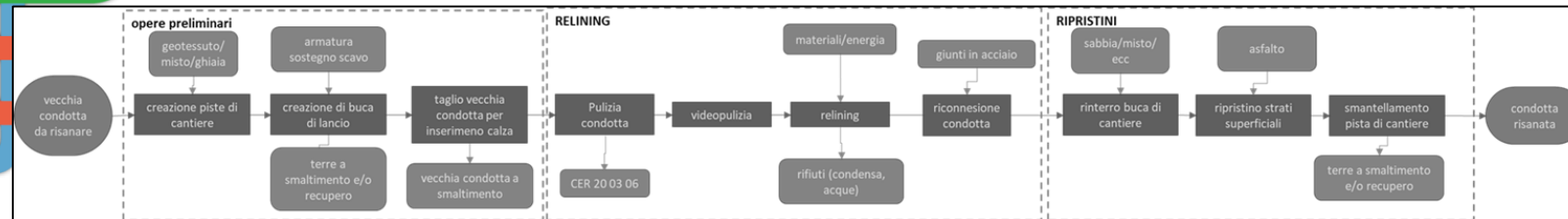
ANALISI GENERALIZZATA DELLA TECNICA CIPP



1. Schematizzazione della tecnica CIPP



2. Traduzione in sistema LCA



3. Dati di input per LCA da analisi letteratura tecnico-scientifica e indagine condotta tra gli associati di IATT

ref. ricerche

TECNOLOGIA CURED-IN-PLACE PIPE

a) Materiali impiegati nella realizzazione del liner/calza

LUNGHEZZA TRATTO	DIAMETRO CONDOTTA	SPESORE LINER	MATERIALI	QUANTITA'
m	mm	mm	Es: resina, indurente, etc.	kg

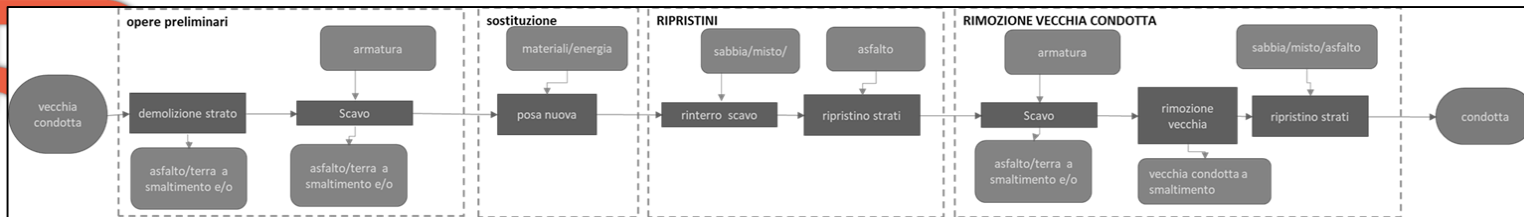
b) Lista delle attrezzature e stima dei consumi

LUNGHEZZA TRATTO	DIAMETRO CONDOTTA	MACCHINARI/ATTREZZATURA	FASE/USO	COMBUSTIBILE	POTENZA	ORE OPERA
m	mm	Elencare le attrezzature necessarie, specificandone la potenza e una stima delle ore di lavoro*	Ispezione, inversione, indurimento, ecc.	gasolio, benzina, energia elettrica	specificare (hp/kW, ecc.)	ore al giorno
		Furgone attrezzatura				
		Furgone video ispezione				
		Auto spurgo				
		Idropulitrice per pulizia condotta				
		Camion con gru				
		Compressore				
		Furgone refrigerato				
		Boiler truck per indurimento termico				
		Gruppo elettrogeno				

*Se ne riportano alcune di esempio

FORNITORE		A	A	B	C	C	C	C	C	C	C	C	LETTERA
SCHEDA N		1	2	3	4min	4 max	media 4	5min	5max	media 5	UV	termico	TURA max lett
CIPP		termico	UV	UV	UV	UV	UV	UV	UV	UV	UV	termico	
lunghezza intervento	m	93	95	60	86	86	86	163	163	163	163	35357	
DN	mm	400	300	600	500	500	500	600	600	600	600	300	
spessore liner	mm	9	6	4	5	5	5	6	6	6	6	4	
CALZA													
resina	kg/m	9											
indurente	kg/m	2											
liner	kg/m	1											
peso totale	kg/m	12			19	19		24	24				
peso rispetto spessore	kg/m/mm	0			0	0		0	0				
distanza dal produttore	km	500	500		600	600		600	600				
MACCHINARI													
furgone attrezzatura	l tot (gasolio)	20	20	36	16	68	42	32	136	84		383	
Furgone video ispezione	l tot (gasolio)	10	10	40	40	40	40	40	40	40		40	
Auto spurgo	l tot (gasolio)	90	90	120	120	120	120	240	240	240		383	
camion con gru	l tot (gasolio)	40	80	240				160	160	160			
furgone cassonato	l tot (gasolio)	-	-		8	8	8						6135
Furgone con impianto robot	l tot (gasolio)				40	68	54	80	136	108			
furgone attrezzato UV	l tot (gasolio)				40	68	54	80	136	108			
sistema fotoindurimento	l tot (gasolio)				80	143	111	160	285	223			
gruppo elettrogeno	l tot (gasolio)	80	80	120									1534
pastrotrasportatore	l tot (gasolio)			??									
laboratori mobile impregnazione in s	l tot (gasolio)	40											
compressore	l tot (gasolio)	10	4										767
Boiler truck per indurimento termico	l tot (gasolio)	120											
furgone refrigerato	l tot (gasolio)												3068
segnaletica	l tot (gasolio)												614
TOT	l tot (gasolio)	410	284	556	344	515	429	792	1134	963			12884
riproporzionati a 100 m di lancio	l tot (gasolio)	441	299	927	400	599	499	486	696	591			36

ANALISI GENERALIZZATA TECNICA DI SCAVO A CIELO APERTO



1. Schematizzazione della tecnica di SCAVO A CIELO APERTO



2. Traduzione in sistema LCA



3. Generalizzazione dei dati in input per LCA da analisi tecnico-scientifica

				Esec. N1	Esec n.2	«buona pratica» (Da Deppo et al, 2003)
DISFACIMENTO DEMOLIZIONI	Larghezza scavo	cm	Larghezza	110 + DN	80 + DN	80 + DN
	Demolizione massicciata stradale	cm	Spessore	25	30 + 15	Dipende dal carico stradale
	Disfacimento manto in asfalto su marciapiede	cm	Spessore	2	-	Dipende dal carico stradale
	Demolizione massetto/sottofondo (marciap.)	cm	Spessore	12	-	Dipende dal carico stradale
SCAVO	Rimozione terra di coltivo	cm	Spessore	30	-	Dipende dal carico stradale
	Scavo a sezione obbligata in strada	cm	Profondità tot	135 + DN + 25 (strada)	110 + DN + 45 (strada)	150 + DN
	Scavo a sezione obbligata in marciapiede	cm	Profondità tot	146 + DN + 14 (marciapiede)		150 + DN
RINTERRI	Scavo a sezione obbligata in area verde	cm	Profondità tot	190 + DN + 30 (terra)		150 + DN
	Sabbietta 0/6 mm di tipo riciclato	cm	Spessore	10 per letto + rinfianco +10 sopra	10 per letto + rinfianco +10 sopra	10 per letto + rinfianco +10 sopra
	Misto naturale (tout-venant)	cm	Spessore	60-126	90	Dipende dal carico stradale
	Misto cementato	cm	Spessore	50		Dipende dal carico stradale
	Conglomerato bituminoso	cm	Spessore	15	15	Dipende dal carico stradale
	Binder	cm	Spessore	7	3	Dipende dal carico stradale
	Massetto sottofondo	cm	Spessore	12		Dipende dal carico stradale
	Manto in asfalto colato	cm	Spessore	2		Dipende dal carico stradale
	Terra di coltivo	cm	Spessore	30-80		Dipende dal carico stradale
	SMALTIMENTI	Massicciate stradali/asfalti	t/m3	m3 di scavo		2.00
Terre di scavo		t/m3	m3 di scavo		1.80	1.8

RISULTATI ATTESI LCA



- 1 Suddivisione dell'intervento nelle seguenti fasi:
 - a. **MATERIE PRIME** (estrazione e produzione dei materiali)
 - b. **FASE ESECUTIVA** (fase di cantiere)
 - c. **TRASPORTO** dei materiali da e verso il cantiere
 - d. **SMALTIMENTO/RECUPERO**

- 2 Quantificazione degli impatti con **RECIPE 2008 MIDPOINT** (LCIA Method).

Impact category	u.m.
EUTROFIZZAZIONE	kg P-Eq
ECOTOSSICITA'	kg 1,4-DCB-Eq
TOSSICITA' UMANA	kg 1,4-DCB-Eq
ESAURIMENTO MINERALI	kg Fe-Eq
OCCUPAZIONE DI SUOLO	m ² x y
RIDUZIONE dell'OZONO	kg CFC-11-Eq
ESAURIMENTO FONTI FOSSILI	kg oil-Eq
ESAURIMENTO RISORSE IDRICHE	m ³ of water
CAMBIAMENTO CLIMATICO	kg CO ₂ -Eq
ACIDIFICAZIONE TERRESTRE	kg SO ₂ -Eq
FORMAZIONE DI PARTICOLATO	kg PM10-Eq
RADIAZIONI IONIZZANTI	kg U235-Eq

3 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI:

1. Individuazione delle categorie maggiormente impattanti tramite fattori di **NORMALIZZAZIONE** ([Huijbregts et al. 2016](#)) che rendono adimensionali i valori delle categorie.

Fattore di normalizzazione = impatto provocato dal cittadino medio europeo in 1 anno a causa delle attività umane, in Europa

2. Impatto ambientale delle differenti tecnologie/scenari per intervento specifico o generalizzato
3. Confronto relativo tra DIG e no DIG, come miglioramento/peggioramento delle performance ambientali.

4 CONTESTUALIZZAZIONE nei CRITERI DNSH (Tassonomia europea)

ANALISI COMPARATIVA DEL CICLO DI VITA DELLE TECNOLOGIE TRENCHLESS E CONVENZIONALI

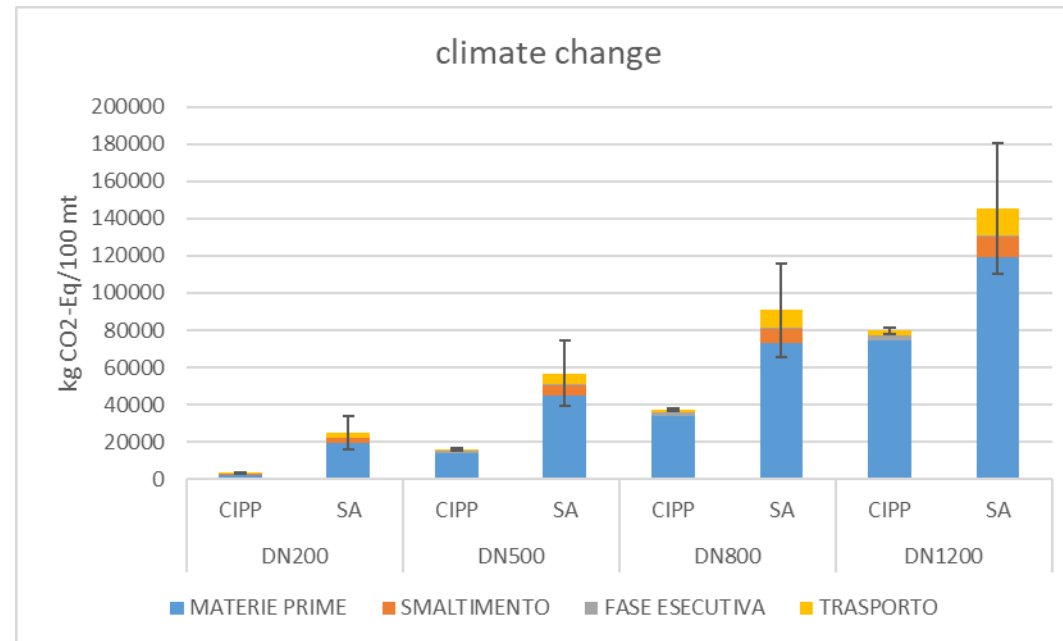
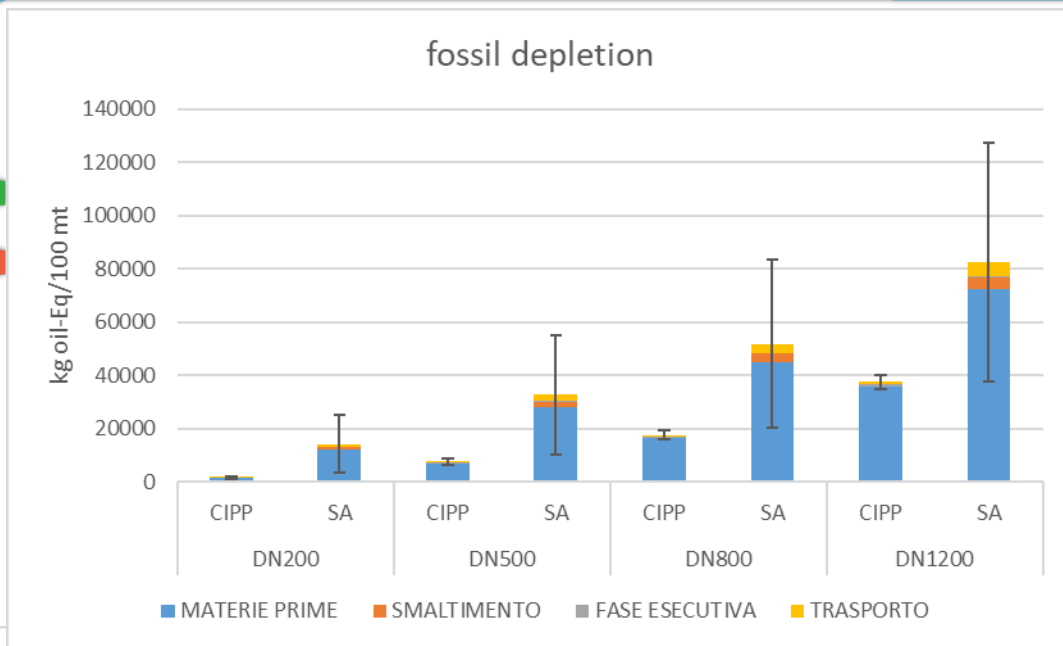
CURED-IN-PLACE PIPE PER RETE ACQUEDOTTISTICA



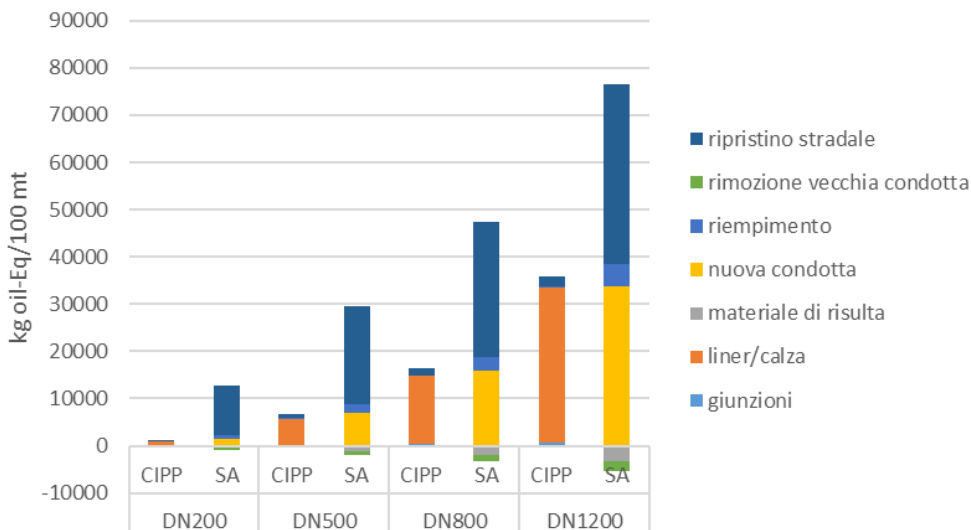
IPOTESI DI CALCOLO: CIPP ACQUEDOTTO - URBANO

tecnica	COSA		ZONA ASFALTATA	ZONA con PAVIMENTAZIONE di pregio
CIPP e SCAVO A CIELO APERTO	MATERIALI DI RISULTA	Smaltimento	20% in discarica	
		Recupero	80% in frantoio	
		Trasporto	50 km con autotreno >32 ton EURO4	
	Materiali di riempimento	Provenienza	100% da cava	
		Trasporto	50 km con autotreno >32 ton EURO4	
	Strato superficiale	Gestione	100% massicciata stradale a smaltimento	80% recupero della pavimentazione esistente – 20% nuova fornitura
Sostegno scavo	Presente	Se >1.5 m; con pannelli metallici riutilizzabili		
CIPP	CALZA/LINER	Produzione	Da Alsadi et al 2019	
		Trasporto	550 km con furgone 7.5-16 ton EURO4	
	RELINING	Consumi	Da indagine soci IATT	
SCAVO A CIELO APERTO	SCAVO	Profondità	1500 + DN (mm)	
		Larghezza	Da UNI EN1610 >> in funzione del DN della condotta e profondità di scavo	
	VECCHIA CONDOTTA	Materiale	ACCIAIO	
	NUOVA CONDOTTA	Materiale	PEAD o ACCIAIO	

URBANO – CONTRIBUTI VARIE FASI

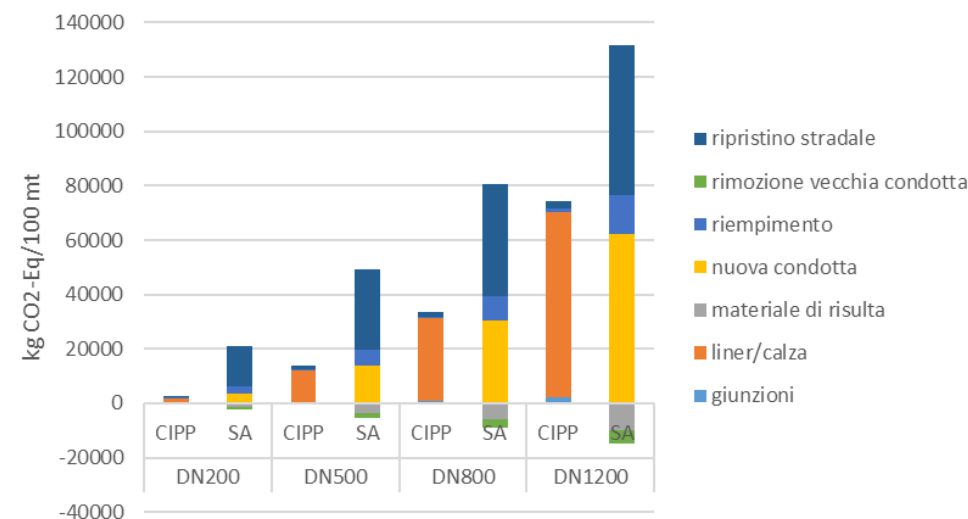


MATERIE PRIME - fossil depletion

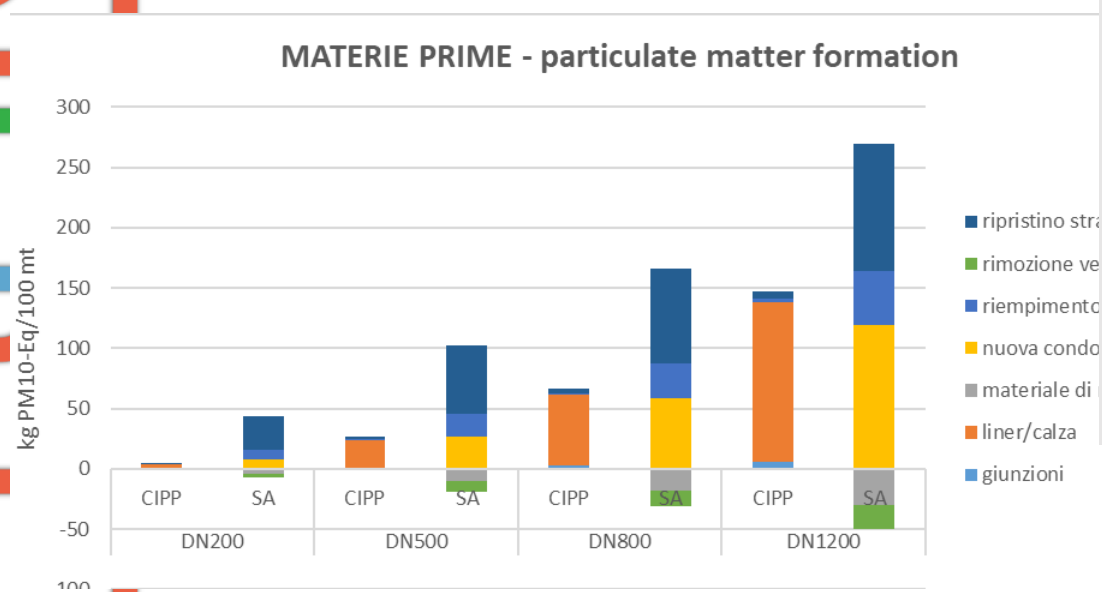
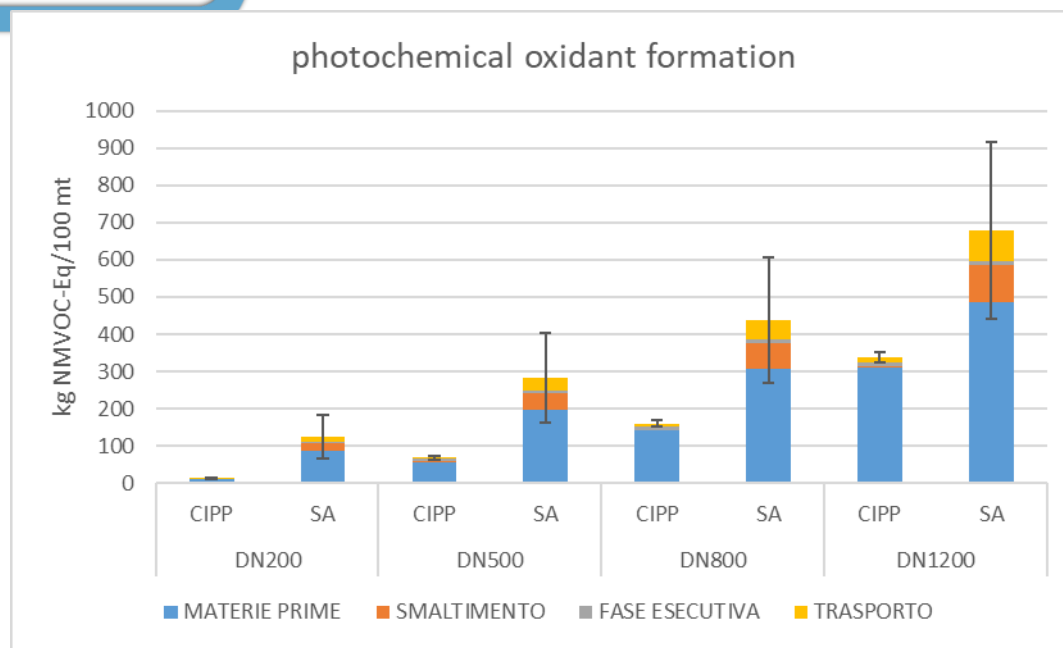
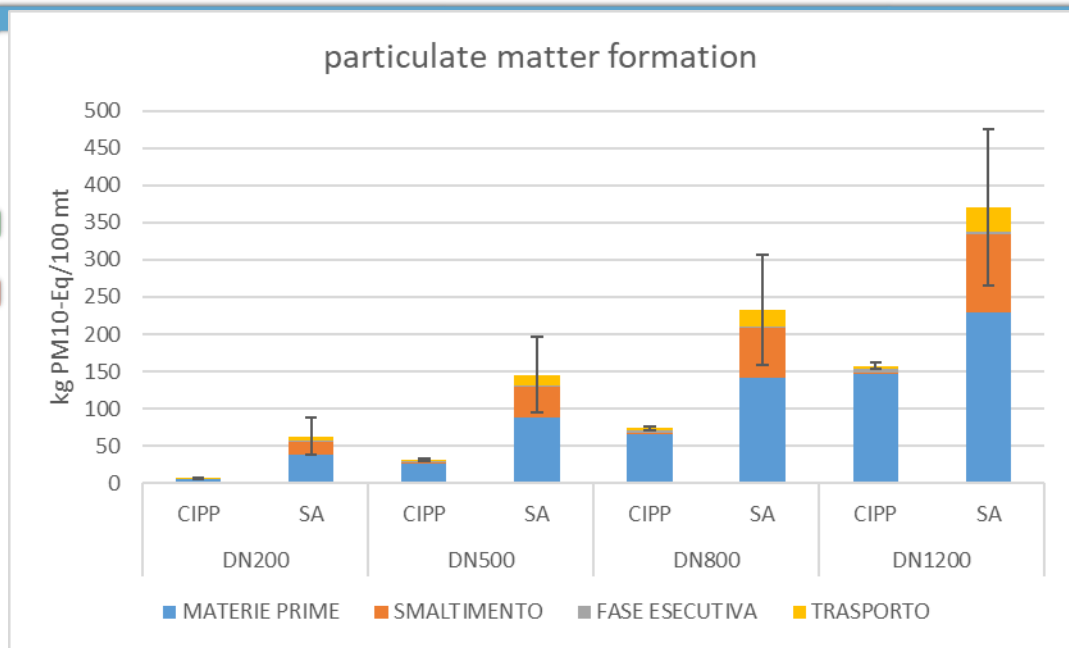


Materie prime con impatto più rilevante: MASSICCIA STRADALE (per scavo a cielo aperto) LINER (per tecnica CIPP)

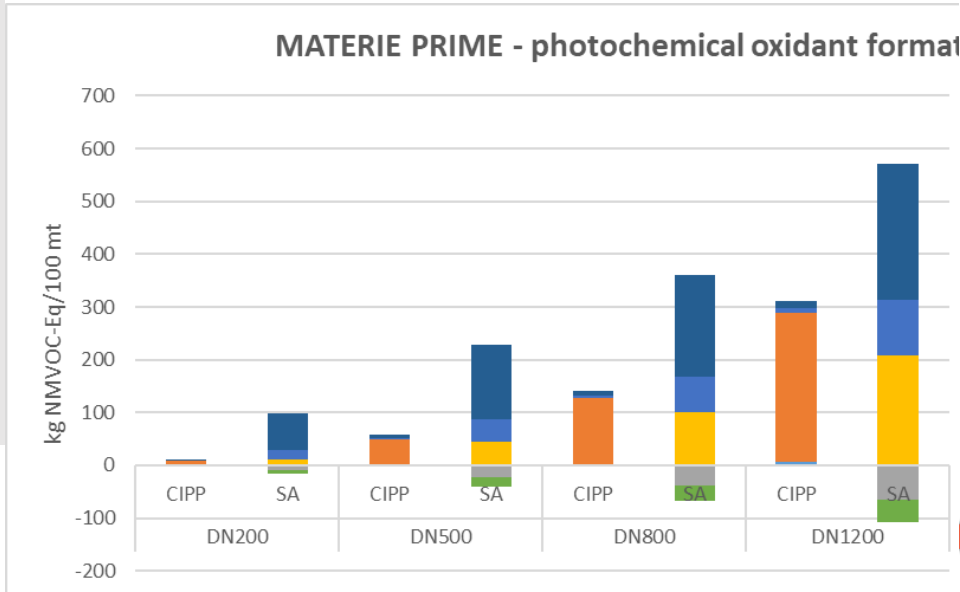
MATERIE PRIME - climate change



URBANO – CONTRIBUTI VARIE FASI



Materie prime con impatto più rilevante: MASSICCIA STRADALE (per scavo a cielo aperto) LINER (per tecnica CIPP)



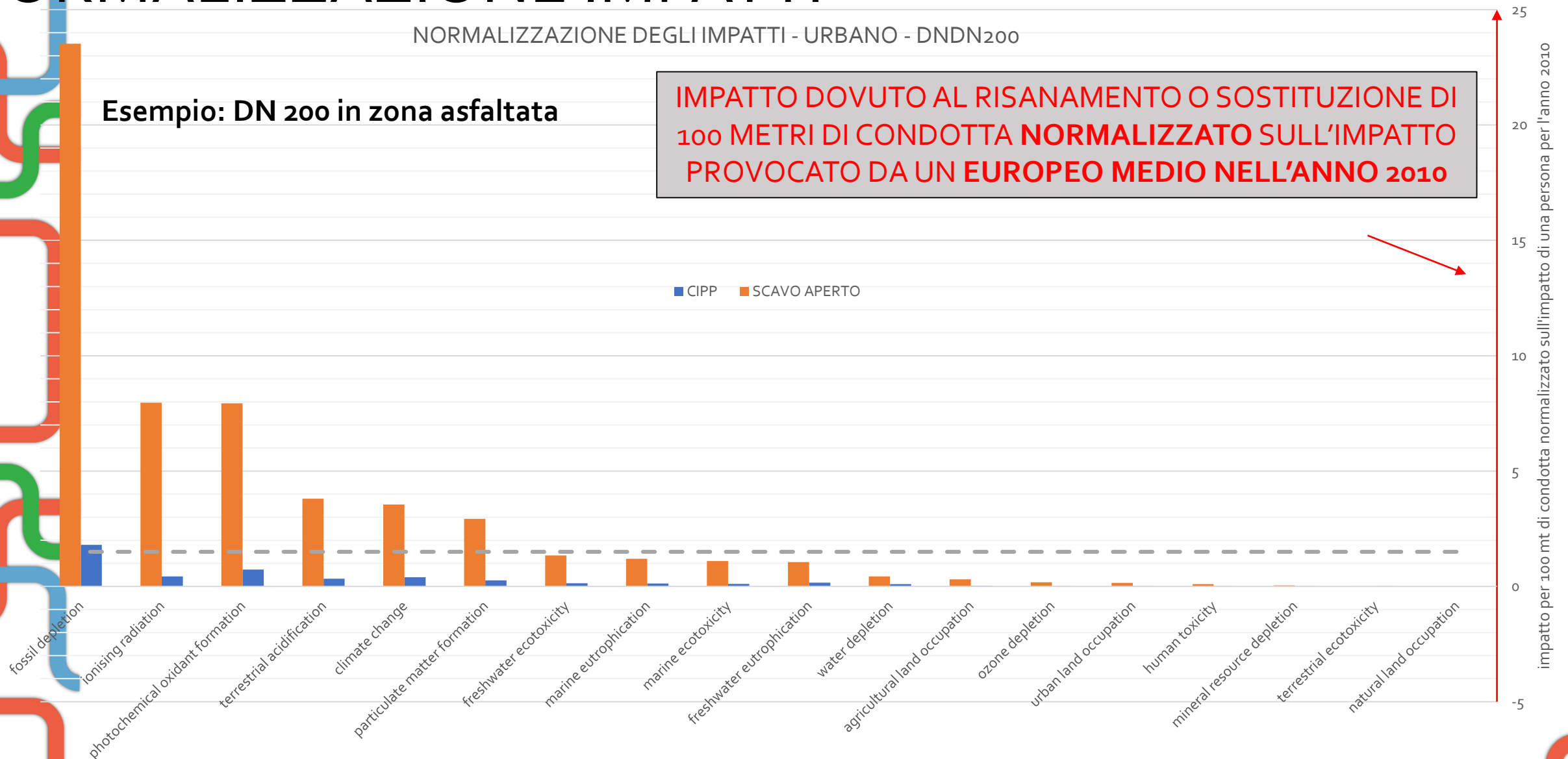
CIPP ACQUEDOTTO URBANO

NORMALIZZAZIONE IMPATTI

NORMALIZZAZIONE DEGLI IMPATTI - URBANO - DNDN₂₀₀

Esempio: DN 200 in zona asfaltata

IMPATTO DOVUTO AL RISANAMENTO O SOSTITUZIONE DI 100 METRI DI CONDOTTA NORMALIZZATO SULL'IMPATTO PROVOCATO DA UN EUROPEO MEDIO NELL'ANNO 2010



CIPP ACQUEDOTTO URBANO

PRIORITIZZAZIONE DEGLI IMPATTI

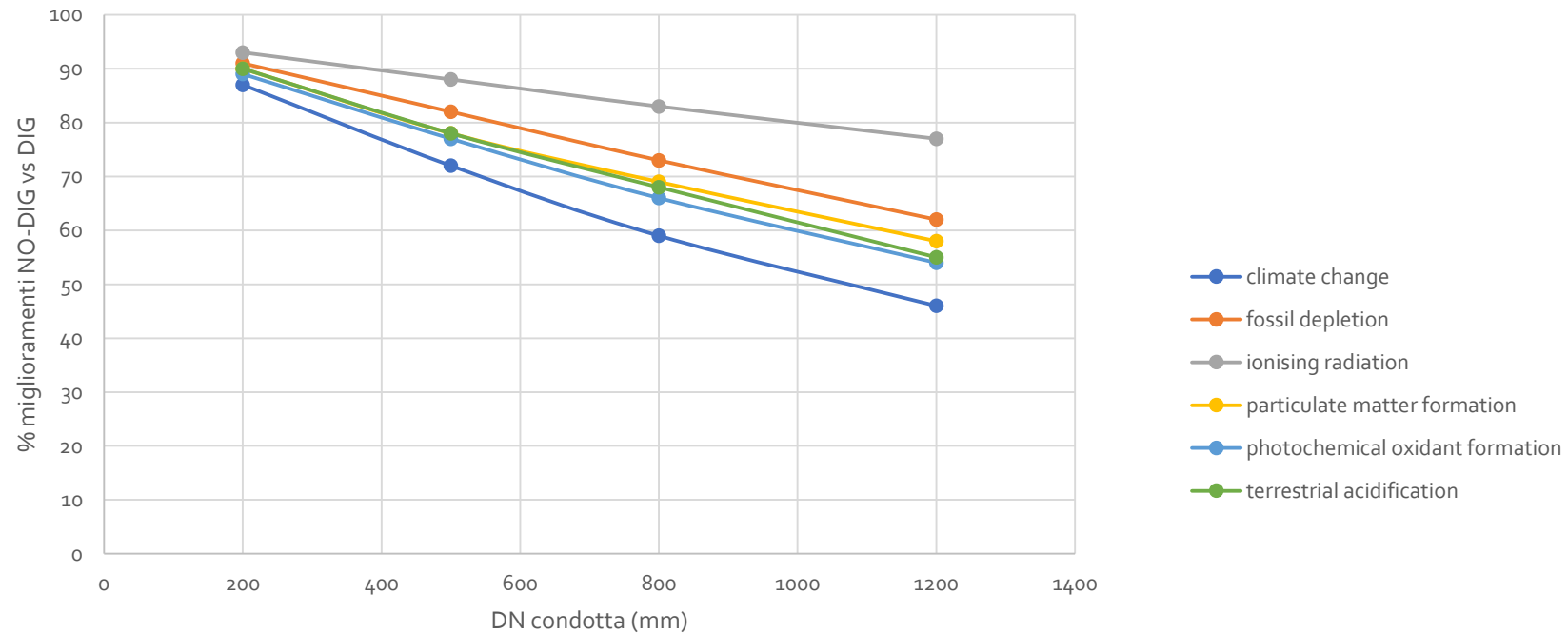
IMPATTI DOVUTI ALLA SOSTITUZIONE DI 100 METRI DI CONDOTTA NORMALIZZATI SULL'IMPATTO PROVOCATO DA UN EUROPEO MEDIO NELL'ANNO 2010 **TRAMITE SCAVO A CIELO APERTO**

CATEGORIE DI IMPATTO	INDICAZIONE QUALITATIVA DI PRIORITA'	DN200	DN500	DN800	DN1200	
CLIMATE CHANGE	+	3.547	8.004	12.591	19.822	
FOSSIL DEPLETION	+	23.528	51.273	77.574	117.013	
IONISING RADIATION	+	7.959	16.442	23.552	33.202	
PARTICULATE MATTER FORMATION	+	2.926	6.627	10.376	16.192	
PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION	+	7.934	17.339	26.280	39.636	
TERRESTRIAL ACIDIFICATION	+	3.801	8.275	12.527	18.888	>1.5
AGRICULTURAL LAND OCCUPATION	-	0.306	0.712	1.133	1.797	
FRESHWATER ECOTOXICITY	-	1.345	2.891	4.346	6.508	
FRESHWATER EUTROPHICATION	-	1.055	2.487	4.122	6.855	
MARINE ECOTOXICITY	-	1.095	2.401	3.679	5.620	
MARINE EUTROPHICATION	-	1.198	2.704	4.270	6.743	
WATER DEPLETION	-	0.432	1.094	1.919	3.369	
HUMAN TOXICITY	--	0.100	0.224	0.354	0.557	
MINERAL RESOURCE DEPLETION	--	0.042	0.101	0.173	0.296	
NATURAL LAND OCCUPATION	--	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	
OZONE DEPLETION	--	0.178	0.363	0.513	0.708	
TERRESTRIAL ECOTOXICITY	--	0.000	0.001	0.001	0.002	
URBAN LAND OCCUPATION	--	0.157	0.336	0.502	0.741	

CIPP ACQUEDOTTO URBANO

MIGLIORAMENTI CIPP vs SCAVO APERTO

CATEGORIE di IMPATTO	DN200	DN500	DN800	DN1200
CLIMATE CHANGE	87 ± 4%	72 ± 8%	59 ± 11%	46 ± 13%
FOSSIL FUEL DEPLETION	91 ± 3%	82 ± 6%	73 ± 9%	62 ± 13%
IONISING RADIATION	93 ± 2%	88 ± 4%	83 ± 6%	77 ± 8%
PARTICULATE MATTER FORMATION	90 ± 3%	78 ± 7%	69 ± 9%	58 ± 11%
PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION	89 ± 3%	77 ± 7%	66 ± 10%	54 ± 14%
TERRESTRIAL ACIDIFICATION	90 ± 3%	78 ± 7%	68 ± 10%	55 ± 12%

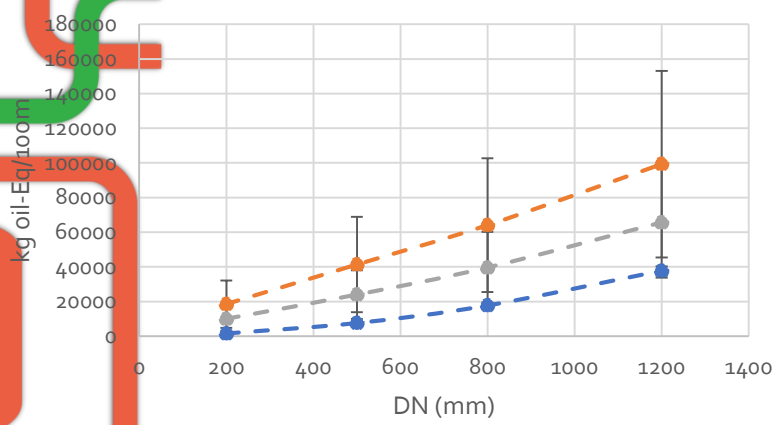


CIPP ACQUEDOTTO – CONTESTO URBANO

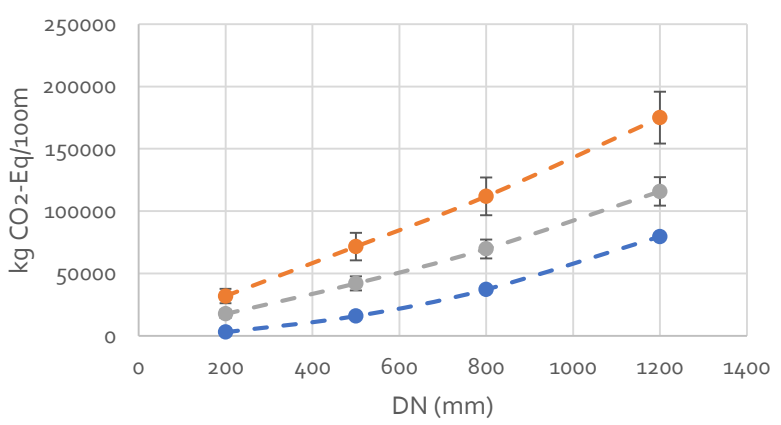
NORMOGRAMMI in valore assoluto

Deviazione standard si riferisce a diversi materiali delle condotte (scenario SA) e differente zona di applicazione (Asfalto o pavimentazione di pregio)

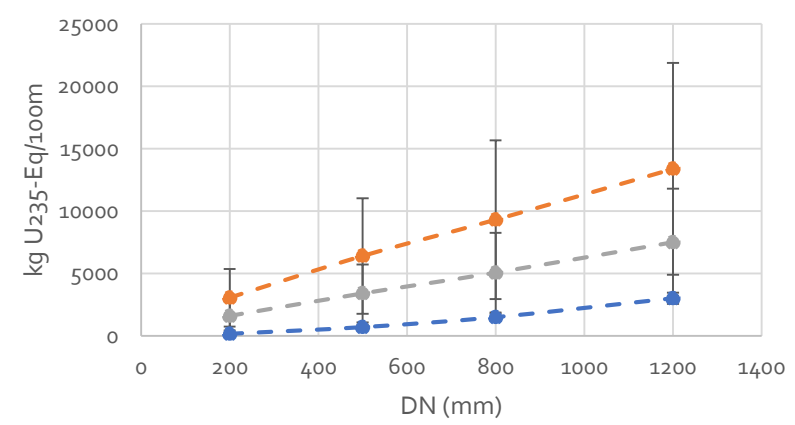
fossil depletion



climate change

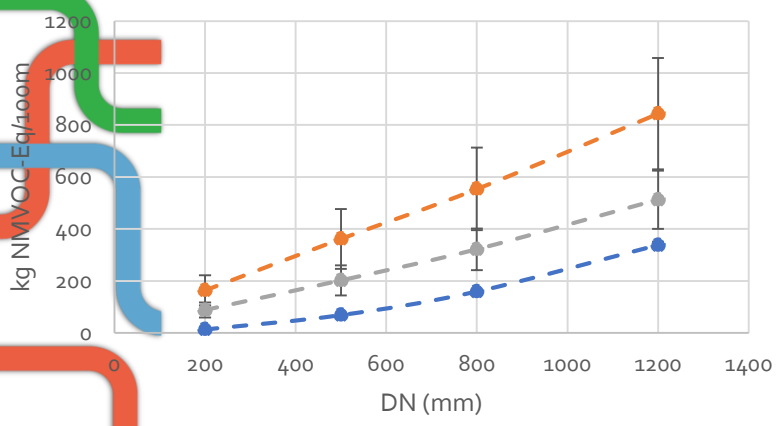


ionising radiation

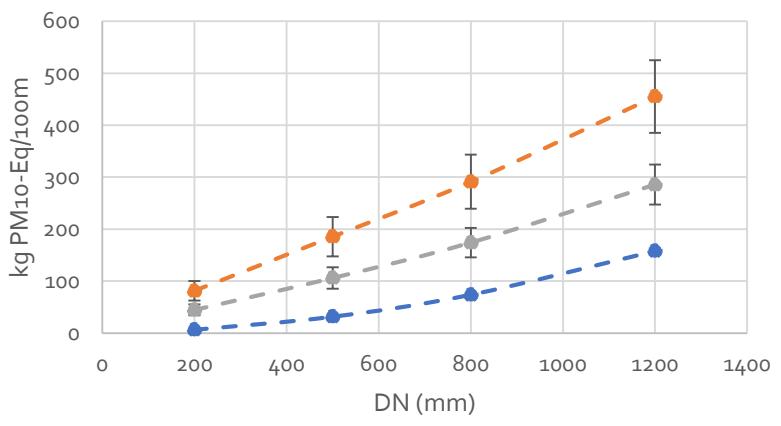


—●— CIPP - - -●- SA con rimozione esistente - - -●- SA senza rimozione esistente

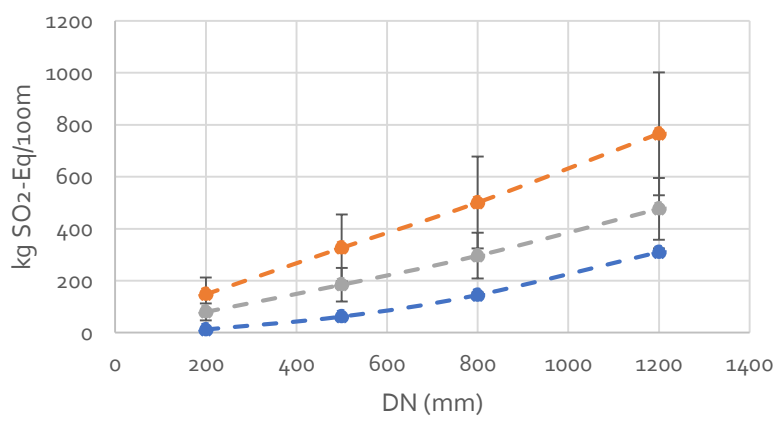
photochemical oxidant formation



particulate matter formation



terrestrial acidification

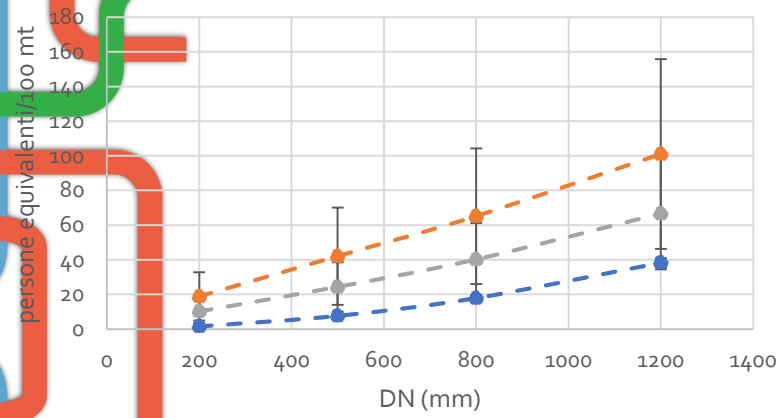


CIPP ACQUEDOTTO – CONTESTO URBANO

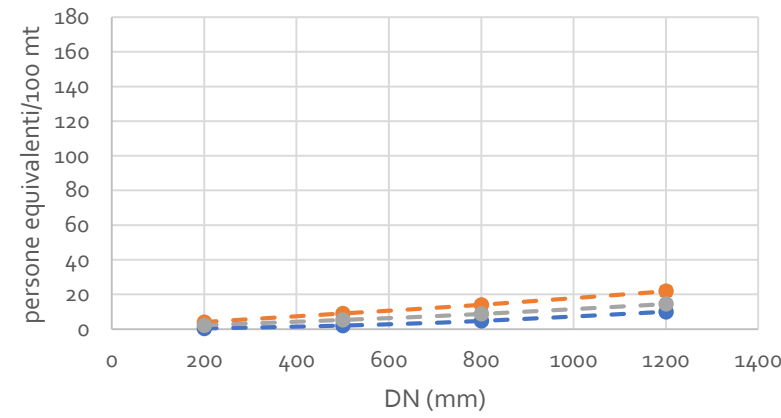
NORMOGRAMMI in persone equivalenti

Deviazione standard si riferisce a diversi materiali delle condotte (scenario SA) e differente zona di applicazione (Asfalto o pavimentazione di pregio)

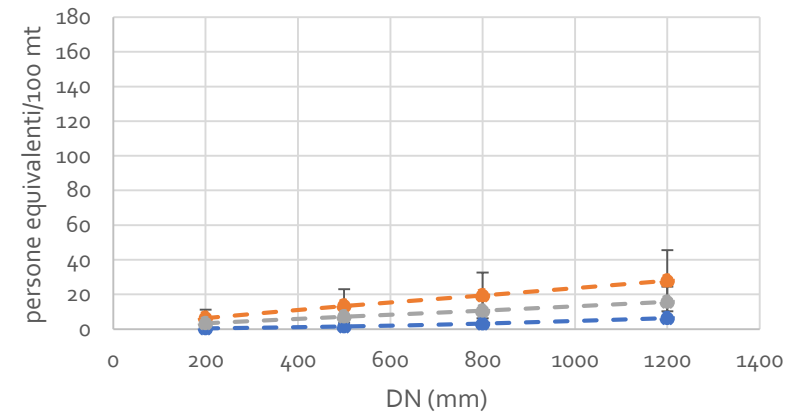
fossil depletion



climate change

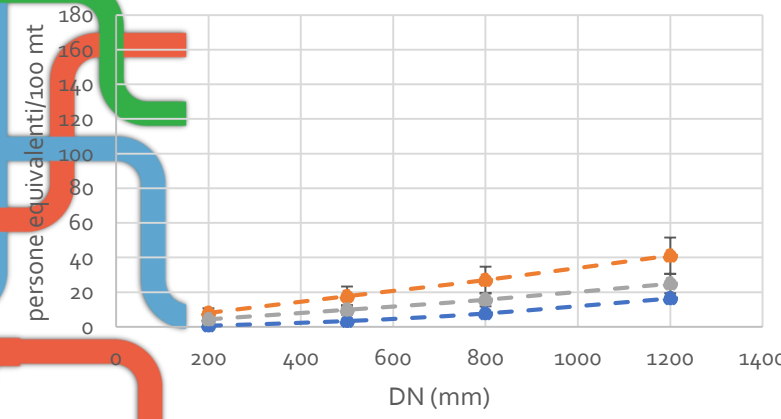


ionising radiation

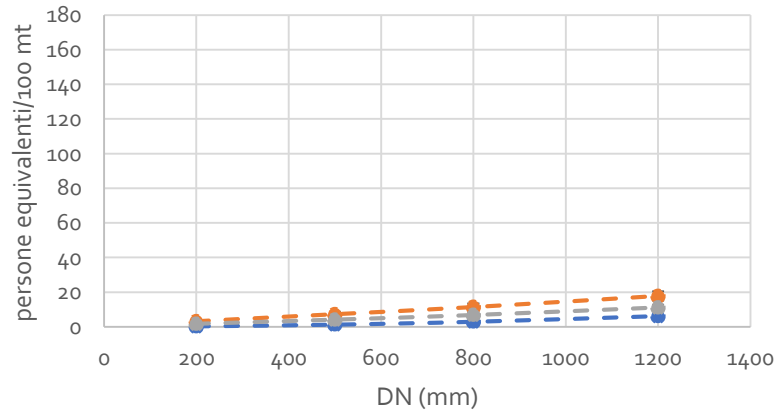


—●— CIPP —●— SA con rimozione esistente —●— SA senza rimozione esistente

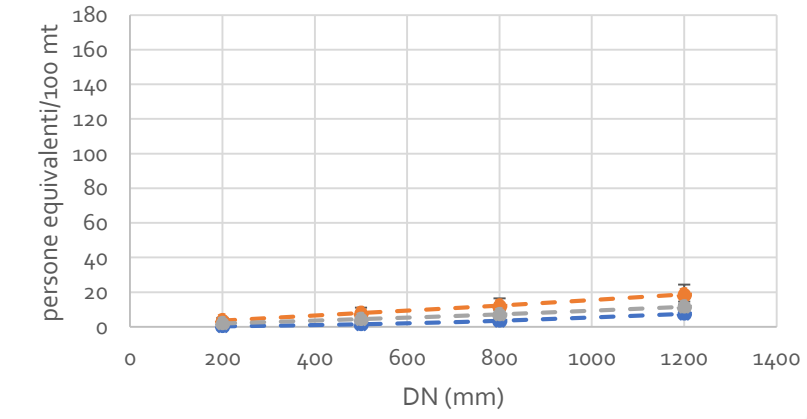
photochemical oxidant formation



particulate matter formation

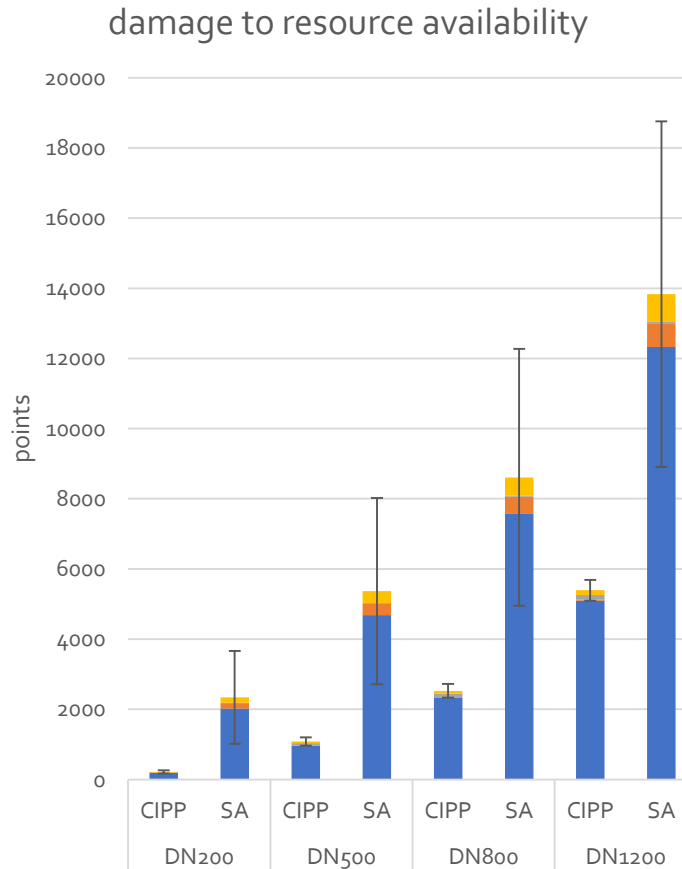


terrestrial acidification



CIPP ACQUEDOTTO – CONTESTO URBANO

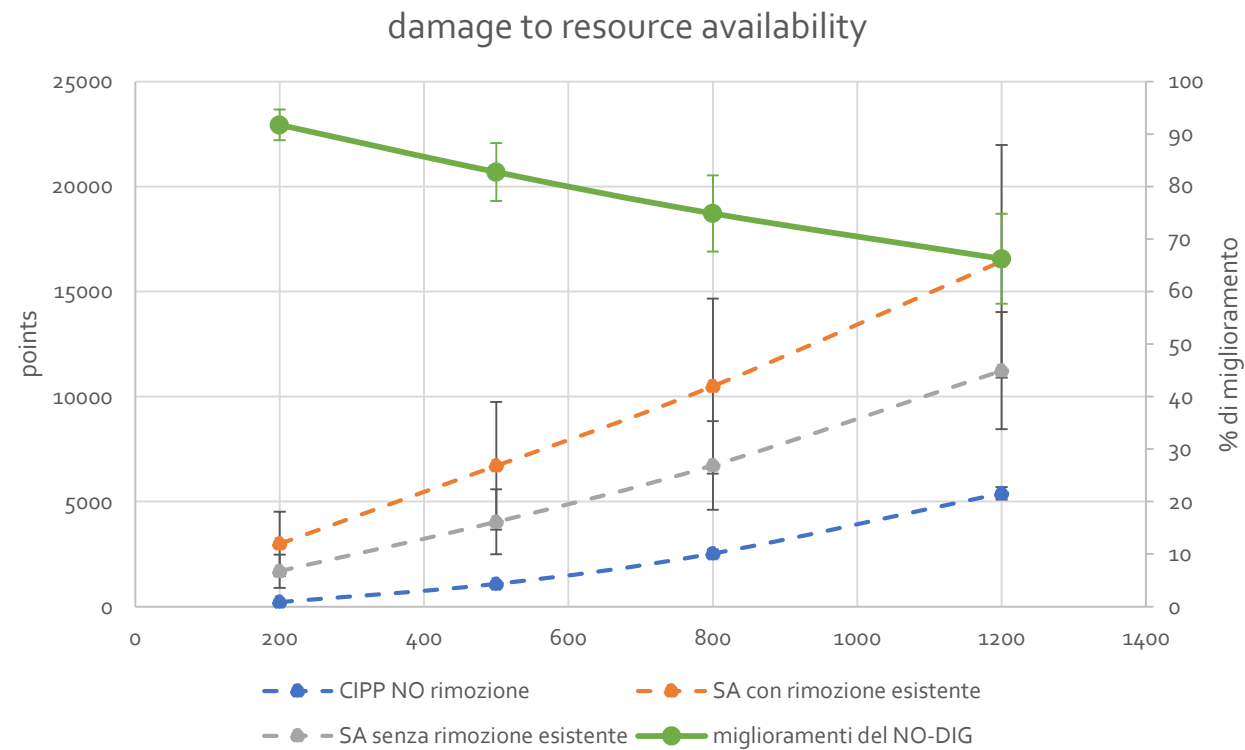
Deviazione standard si riferisce a diversi materiali delle condotte (scenario SA), differente zona di applicazione (Asfalto o pavimentazione di pregio) ed eventuale rimozione della condotta esistente



■ MATERIE PRIME ■ SMALTIMENTO ■ FASE ESECUTIVA ■ TRASPORTO

CIPP ACQUEDOTTO – CONTESTO URBANO

Deviazione standard si riferisce a diversi materiali delle condotte (scenario SA) e differente zona di applicazione (Asfalto o pavimentazione di pregio)

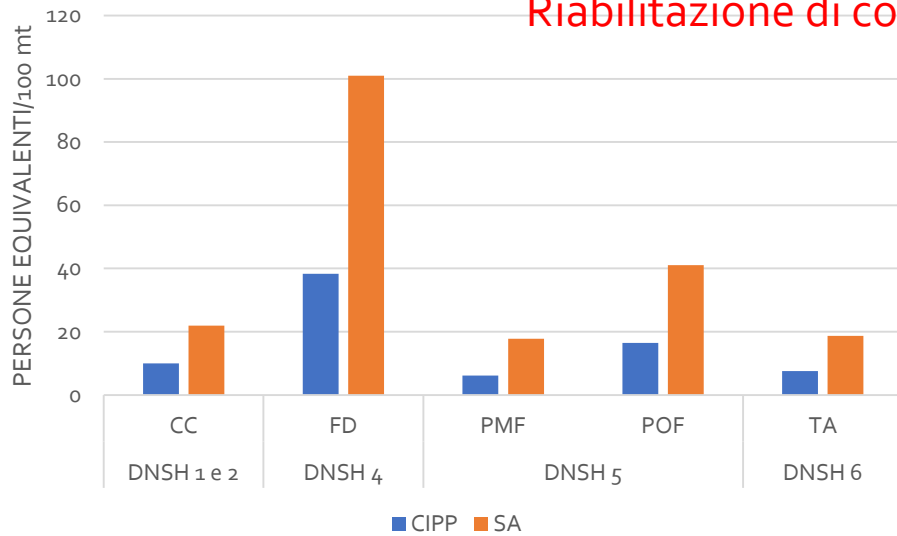


ESEMPIO CIPP ACQUEDOTTO – CONTESTO URBANO-DNSH

Contestualizzazione nei criteri DNSH (Tassonomia europea)

Riabilitazione di condotte acquedottistiche con DN 1200 mm

Risparmi del NO-DIG rispetto allo scavo a cielo aperto su 100 mt di intervento



CATEGORIE DI IMPATTO	
CLIMATE CHANGE (CC)	
FOSSIL FUEL DEPLETION (FD)	
IONISING RADIATION (IR)	
PARTICULATE MATTER FORMATION (PMF)	
PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION (POF)	
TERRESTRIAL ACIDIFICATION (TA)	

DNSH				
1-2	3	4	5	6
Mitigazione cambiamento climatico e adattamento	Uso sostenibile e protezione delle acque	Transizione verso economia circolare	Prevenzione e riduzione dell'inquinamento	Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi
Fino a 12 PE (95283 kg CO2-Eq)	-	-	-	Fino a 12 PE (95283 kg CO2-Eq)
-	-	Fino a 63 PE (61654 kg oil-Eq)	-	-
-	-	-	Fino a 12 PE (297 kg PM10-Eq)	-
-	-	-	Fino a 25 PE (505 kg NMVOC-Eq)	-
-	-	-	Fino a 11 PE (455 kg SO2-Eq)	Fino a 11 PE (455 kg SO2-Eq)

Interpretazione dei RISULTATI DELL'ANALISI di ciclo di vita – CONTESTO PERIURBANO:

CURED-IN-PLACE PIPE PER RETE ACQUEDOTTISTICA



IPOSTESI DI CALCOLO: CIPP ACQUEDOTTO - PERIURBANO

tecnica	COSA	CONTESTO PERIURBANO	
CIPP e SCAVO A CIELO APERTO	MATERIALI DI RISULTA	Smaltimento	20% in discarica
		Recupero	80% in cantiere
		Trasporto	50 km con autotreno >32 ton EURO4
	Materiali di riempimento	Provenienza	80% del materiali di risulta + da cava
		Trasporto	50 km con autotreno >32 ton EURO4
	Massicciata stradale	Smaltimento	assente
	Sostegno scavo	Presente	Se >1.5 m; con pannelli metallici riutilizzabili
CIPP	CALZA/LINER	Produzione	Da Alsadi 2019
		Trasporto	550 km con furgone 7.5-16 ton EURO4
	RELINING	Consumi	Da indagine soci IATT
SCAVO A CIELO APERTO	SCAVO	Profondità	1500 + DN (mm)
		Larghezza	400 + DN (mm)
	VECCHIA CONDOTTA	Materiale	ACCIAIO

CIPP ACQUEDOTTO PERIURBANO

PRIORITIZZAZIONE DEGLI IMPATTI

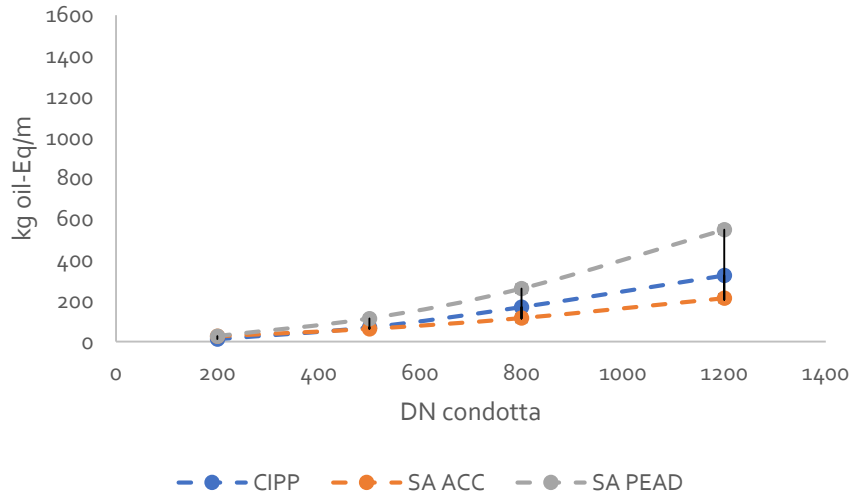
IMPATTI DOVUTI ALLA SOSTITUZIONE DI 100 METRI DI CONDOTTA NORMALIZZATI SULL'IMPATTO PROVOCATO DA UN EUROPEO MEDIO NELL'ANNO 2010 TRAMITE SCAVO A CIELO APERTO

CATEGORIE DI IMPATTO	INDICAZIONE QUALITATIVA DI PRIORITA'	DN200	DN500	DN800	DN1200
FOSSIL DEPLETION	+	2.7815	9.0381	19.1639	38.6837
PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION	+	1.7060	4.1265	8.2150	17.1557
CLIMATE CHANGE	-	0.8547	2.3843	4.7625	9.9556
FRESHWATER ECOTOXICITY	-	0.2485	0.6440	1.4428	3.1756
FRESHWATER EUTROPHICATION	-	0.4146	1.1667	2.3308	4.7377
IONISING RADIATION	-	0.8090	1.8765	3.4360	6.2805
MARINE ECOTOXICITY	-	0.3084	0.6950	1.2546	2.5389
MARINE EUTROPHICATION	-	0.3743	0.9443	1.7955	3.3677
PARTICULATE MATTER FORMATION	-	0.6677	1.8675	3.9077	7.7149
TERRESTRIAL ACIDIFICATION	-	0.7515	1.9197	3.6874	7.5659
WATER DEPLETION	-	0.2761	0.7578	1.5079	3.0302
AGRICULTURAL LAND OCCUPATION	--	0.0824	0.2285	0.4491	0.8594
HUMAN TOXICITY	--	0.0329	0.0796	0.1488	0.2761
MINERAL RESOURCE DEPLETION	--	0.0207	0.0576	0.1136	0.2183
NATURAL LAND OCCUPATION	--	0.0001	0.0000	-0.0001	-0.0004
OZONE DEPLETION	--	0.0122	0.0337	0.0756	0.1569
TERRESTRIAL ECOTOXICITY	--	0.0001	0.0003	0.0005	0.0009
URBAN LAND OCCUPATION	--	0.0474	0.0930	0.1540	0.2592

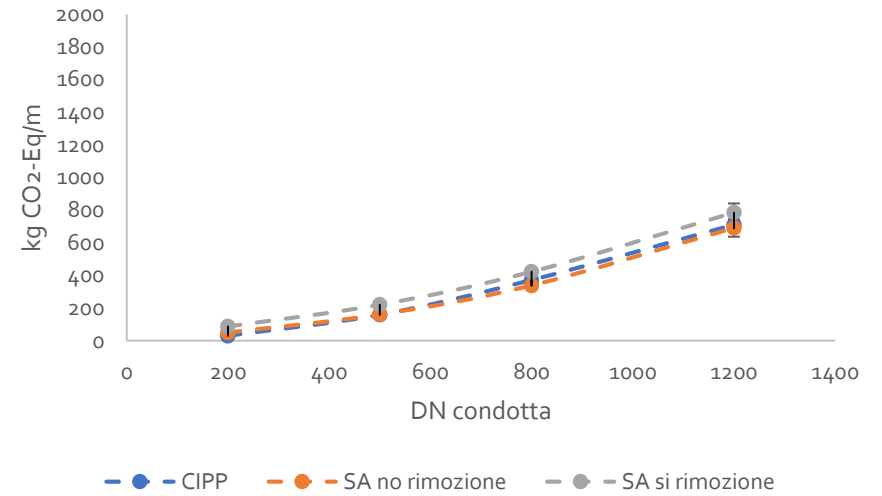
CIPP ACQUEDOTTO – PERIURBANO

NORMOGRAMMI in valore assoluto

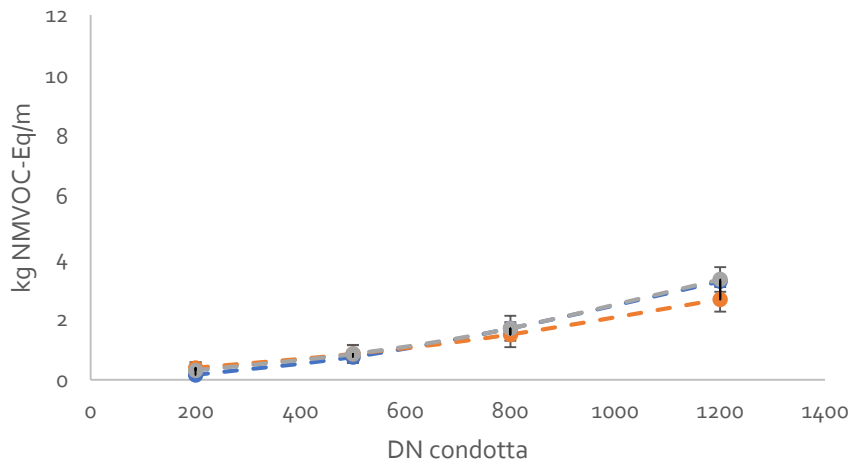
fossil depletion



climate change



photochemical oxidant formation



Impatti in contesti periurbani sono meno significativi, ma la generalizzazione è più complessa, così come il margine di errore

ANALISI COMPARATIVA DEL CICLO DI VITA DELLE TECNOLOGIE TRENCHLESS E CONVENZIONALI

CURED-IN-PLACE PIPE PER RETE FOGNARIA

IPOTESI DI CALCOLO: CIPP FOGNATURA - URBANO

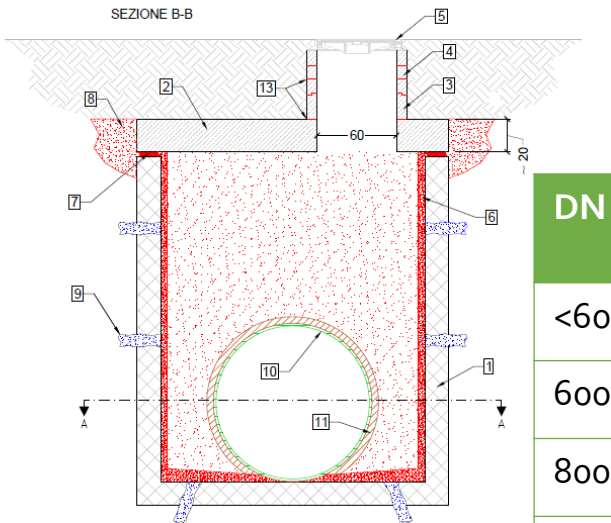
tecnica	COSA		ZONA ASFALTATA	ZONA con PAVIMENTAZIONE di pregio	Come acquedotto
CIPP e SCAVO A CIELO APERTO	MATERIALI DI RISULTA	Smaltimento	20% in discarica		✓
		Recupero	80% in frantoio		✓
		Trasporto	50 km con autotreno >32 ton EURO4		✓
	Materiali di riempimento	Provenienza	100% da cava		✓
		Trasporto	50 km con autotreno >32 ton EURO4		✓
	Massicciata stradale	Smaltimento	100% massicciata stradale a smaltimento	80% recupero della pavimentazione esistente – 20% nuova fornitura	✓
	Sostegno scavo	Presente	Se >1.5 m; con pannelli metallici riutilizzabili		✓
Pozzetti di ispezione	Interasse	50 m			
	Dimensione	Varia con DN > prossima slide			
CIPP	CALZA/LINER	Produzione	Da Alsadi et al 2019		✓
		Trasporto	550 km con furgone 7.5-16 ton EURO4		✓
	RELINING	Consumi	Da indagine soci IATT		✓
	BYPASS	Consumi	f(DN) ; da progetti esecutivi		
	CER 20 03 03 (pulizia condotta)	Volumi	Riempimento delle condotte pari al 50%		
SCAVO A CIELO APERTO	SCAVO	Profondità	2000 + DN (mm)		
		Larghezza	Da UNI EN1610		✓
	VECCHIA CONDOTTA	Materiale	CLS (smaltimento in discarica per inerti)		
	NUOVA CONDOTTA	Materiale	CLS o GHISA SFEROIDALE o GRES CERAMICO		

IPOTESI DI CALCOLO: CIPP FOGNATURA - URBANO

POZZETTI di ISPEZIONE

- Interasse: **50 metri** (da progetti esecutivi, disciplinari delle utilities e «circolare n.11633 del 1974»)
- Non necessaria la demolizione per l'inserimento attrezzatura NO-DIG
- Completa impermeabilizzazione dei pozzetti esistenti

Cameretta di lancio e arrivo - scala 1:20



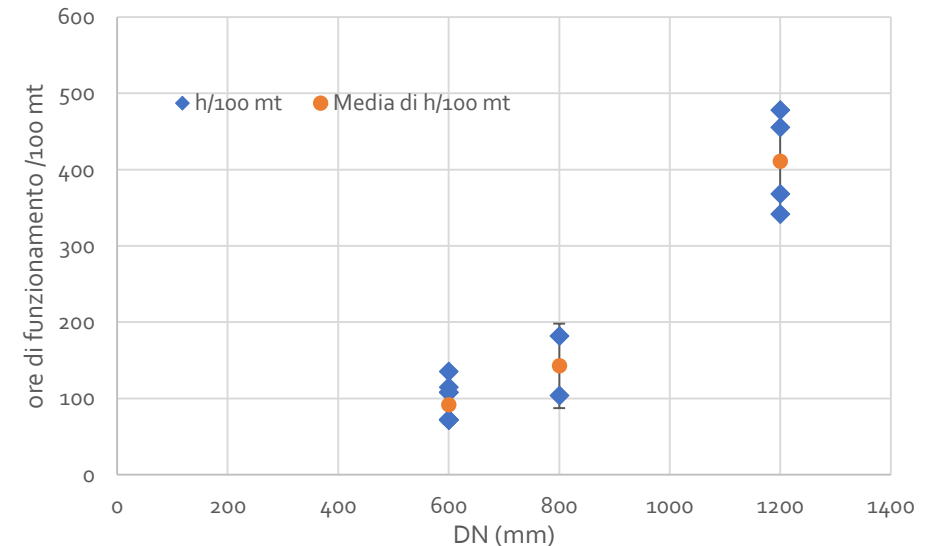
DN (mm)	Dimensioni (mm)
<600	800x800
600-800	1000x1000
800-1200	1200x1200
>=1200	1500x1500

BYPASS (necessario con intervento NO-DIG)

Da progetti esecutivi condivisi:

- Per DN < 1200 mm:
 $h/100 \text{ mt} = 0.1693 * \text{DN}(\text{mm})$
- Per DN = 1200 mm:
411 h/100 mt

ORE DI FUNZIONAMENTO POMPE per BYPASS



CIPP FOGNATURA URBANO

PRIORITIZZAZIONE DEGLI IMPATTI

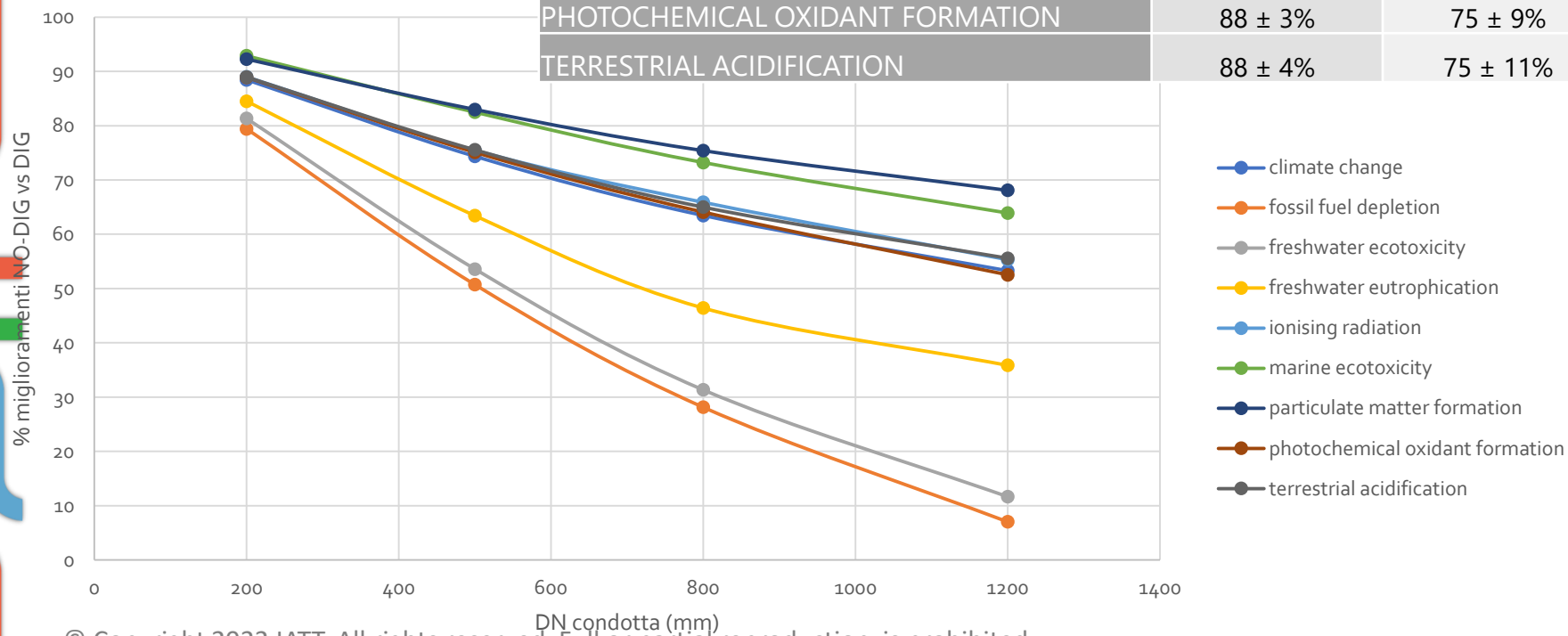
IMPATTI DOVUTI ALLA SOSTITUZIONE DI 100 METRI DI CONDOTTA NORMALIZZATI SULL'IMPATTO PROVOCATO DA UN EUROPEO MEDIO NELL'ANNO 2010 TRAMITE SCAVO A CIELO APERTO

CATEGORIE DI IMPATTO	INDICAZIONE QUALITATIVA DI PRIORITA'	DN200	DN500	DN800	DN1200
FOSSIL FUEL DEPLETION	+	24.67	51.86	76.43	112.35
PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION	+	9.58	21.09	32.99	52.23
IONISING RADIATION	+	8.46	17.63	25.70	37.25
TERRESTRIAL ACIDIFICATION	+	4.73	10.73	17.23	27.96
CLIMATE CHANGE	+	4.36	9.79	15.83	26.18
PARTICULATE MATTER FORMATION	+	3.97	9.34	15.42	25.69
MARINE ECOTOXICITY	Non significative per acquedotto	1.88	4.73	8.30	14.55
FRESHWATER EUTROPHICATION		1.54	3.96	7.08	12.69
FRESHWATER ECOTOXICITY		1.54	3.41	5.34	8.39
MARINE EUTROPHICATION	-	1.47	3.39	5.57	9.30
WATER DEPLETION	-	0.51	1.16	1.92	3.23
AGRICULTURAL LAND OCCUPATION	-	0.38	0.87	1.42	2.47
HUMAN TOXICITY	-	0.24	0.65	1.22	2.26
URBAN LAND OCCUPATION	--	0.19	0.41	0.63	0.97
OZONE DEPLETION	--	0.19	0.38	0.55	0.78
MINERAL RESOURCE DEPLETION	--	0.05	0.11	0.20	0.36
TERRESTRIAL ECOTOXICITY	--	0.001	0.001	0.002	0.003
NATURAL LAND OCCUPATION	--	-0.001	-0.002	-0.003	-0.005

CIPP FOGNATURA URBANO

MIGLIORAMENTI CIPP vs SCAVO A CIELO APERTO

CATEGORIE di IMPATTO	DN200	DN500	DN800	DN1200
CLIMATE CHANGE	88 ± 3%	74 ± 8%	63 ± 12%	64 ± 17%
FOSSIL FUEL DEPLETION	79 ± 7%	50 ± 19%	28 ± 30%	0.00
FRESHWATER ECOTOXICITY	81 ± 8%	53 ± 25%	31 ± 39%	53 ± 13%
FRESHWATER EUTROPHICATION	84 ± 8%	63 ± 22%	46 ± 35%	7 ± 36%
IONISING RADIATION	89 ± 3%	75 ± 9%	65 ± 13%	11 ± 49%
MARINE ECOTOXICITY	92 ± 4%	82 ± 11%	73 ± 18%	35 ± 39%
PARTICULATE MATTER FORMATION	92 ± 3%	82 ± 7%	75 ± 11%	55 ± 16%
PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION	88 ± 3%	75 ± 9%	64 ± 13%	63 ± 25%
TERRESTRIAL ACIDIFICATION	88 ± 4%	75 ± 11%	64 ± 17%	68 ± 14%

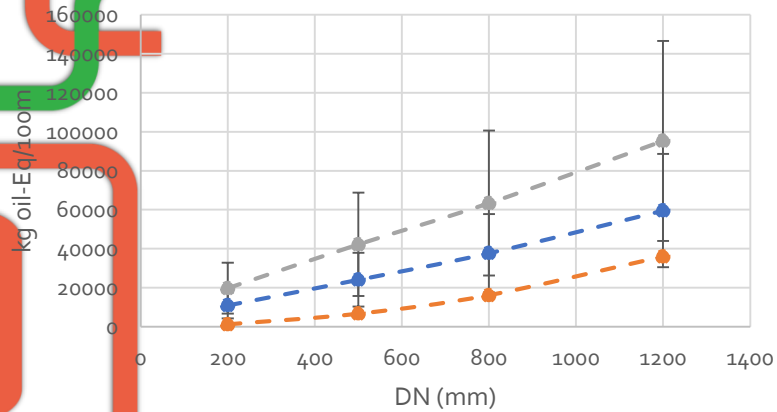


CIPP FOGNATURA – CONTESTO URBANO

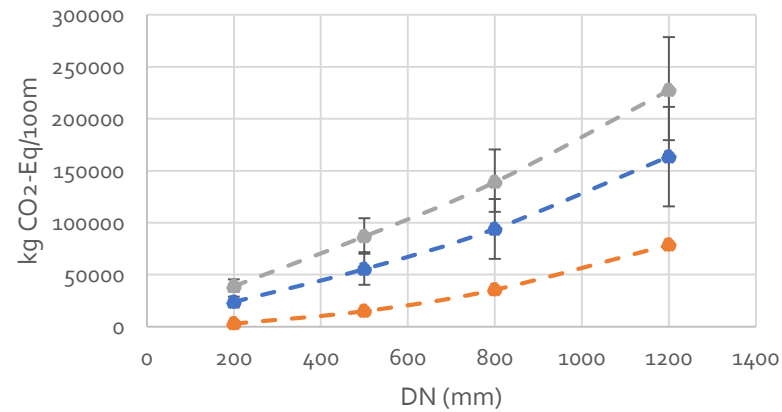
NORMOGRAMMI in valore assoluto

Deviazione standard si riferisce a diversi materiali delle condotte (scenario SA) e differente zona di applicazione (Asfalto o pavimentazione di pregio)

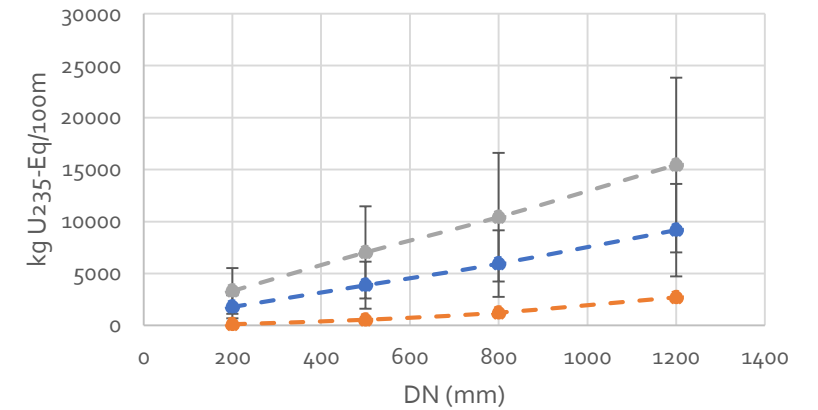
fossil fuel depletion



climate change

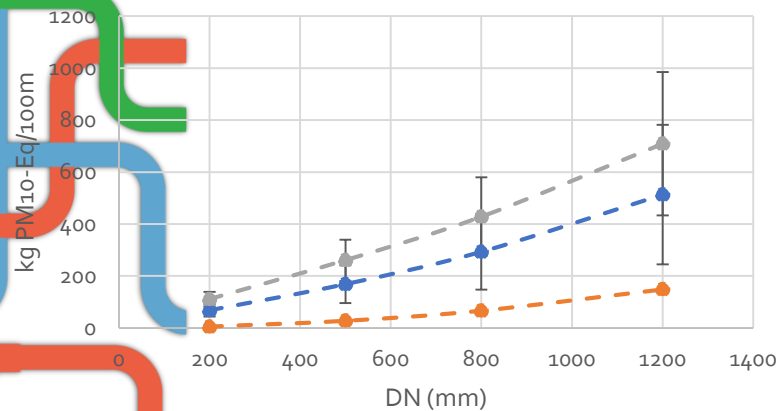


ionising radiation

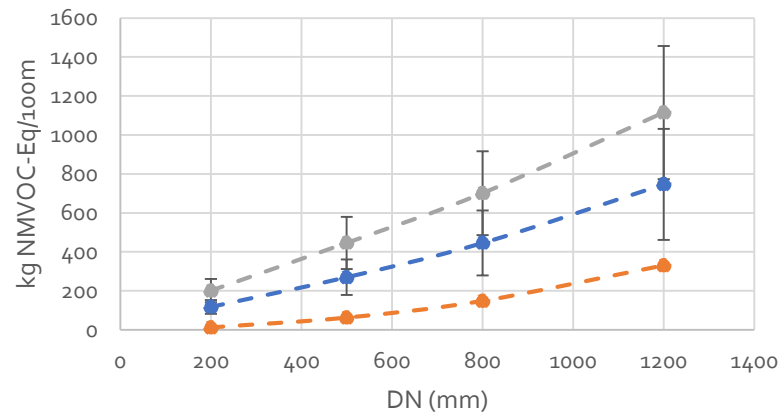


—●— CIPP —●— SA senza rimozione esistente —●— SA con rimozione esistente

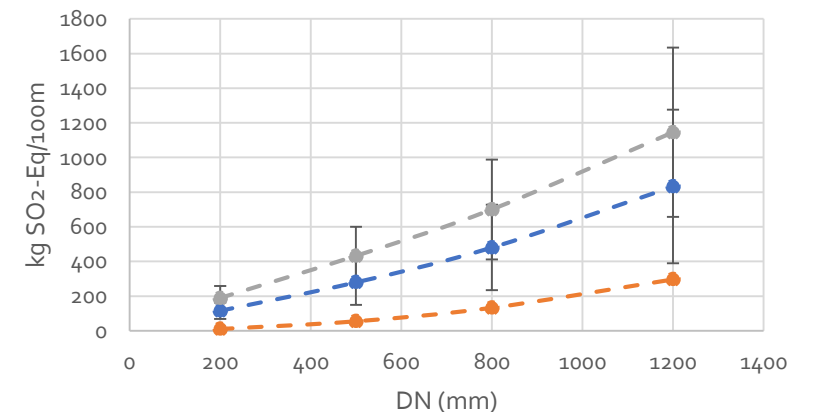
particulate matter formation



photochemical oxidant formation



terrestrial acidification

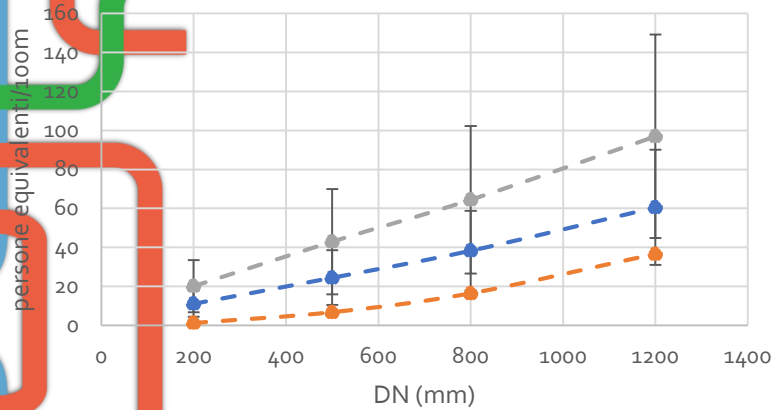


CIPP FOGNATURA – CONTESTO URBANO

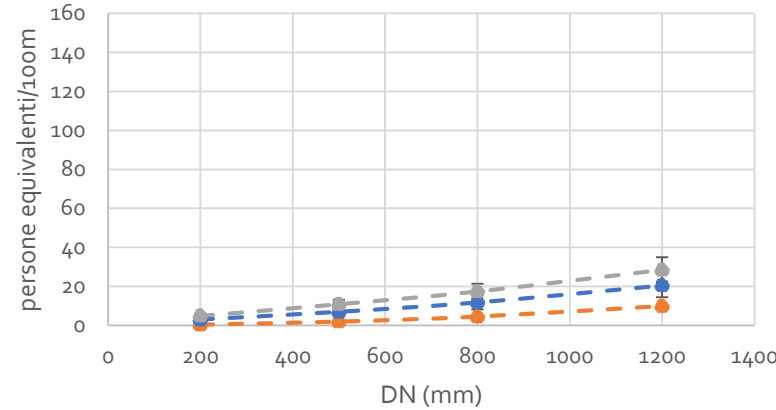
NORMOGRAMMI in persone equivalenti

Deviazione standard si riferisce a diversi materiali delle condotte (scenario SA) e differente zona di applicazione (Asfalto o pavimentazione di pregio)

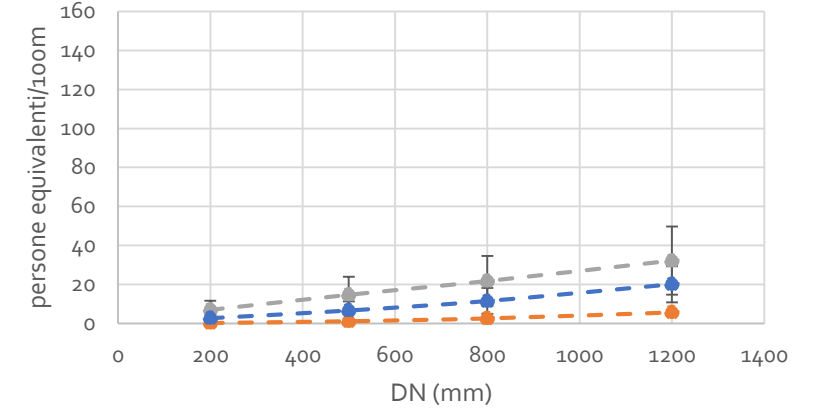
fossil fuel depletion



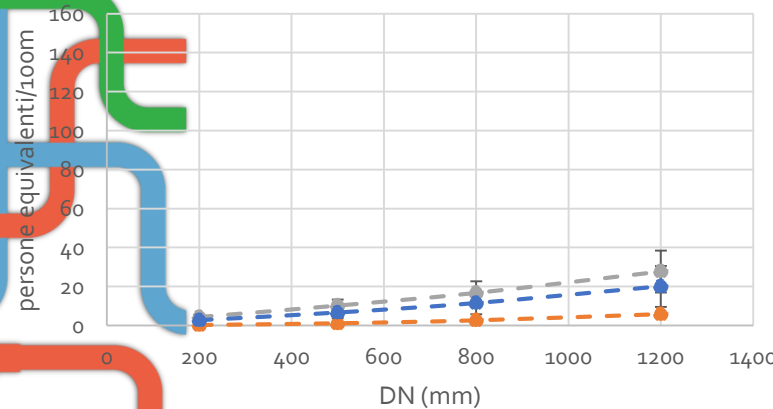
climate change



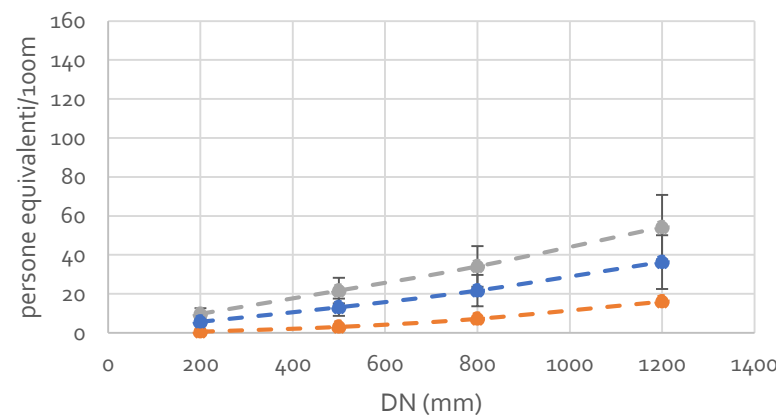
ionising radiation



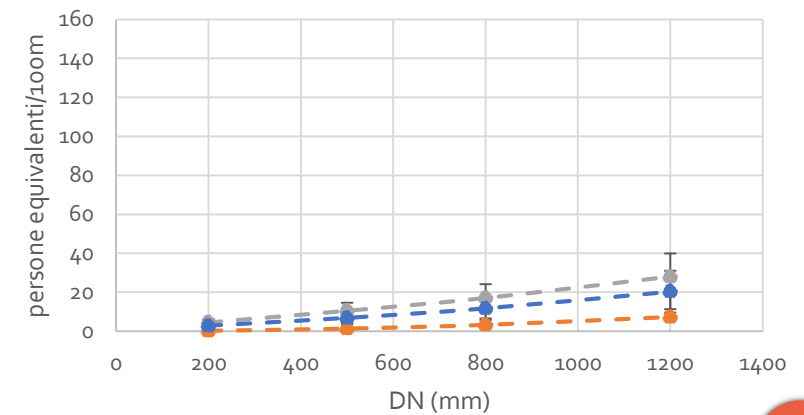
particulate matter formation



photochemical oxidant formation



terrestrial acidification

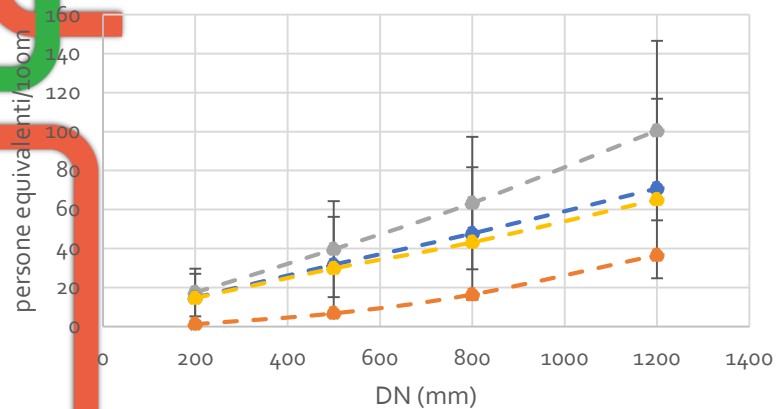


CIPP FOGNATURA – CONTESTO URBANO

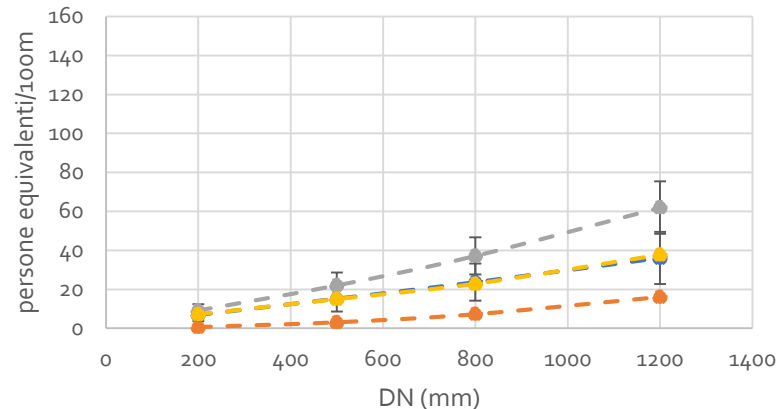
NORMOGRAMMI in persone equivalenti

Deviazione standard si riferisce alle differenti zone di applicazione (asfalto o pavimentazione di pregio) e all'eventuale rimozione della condotta esistente

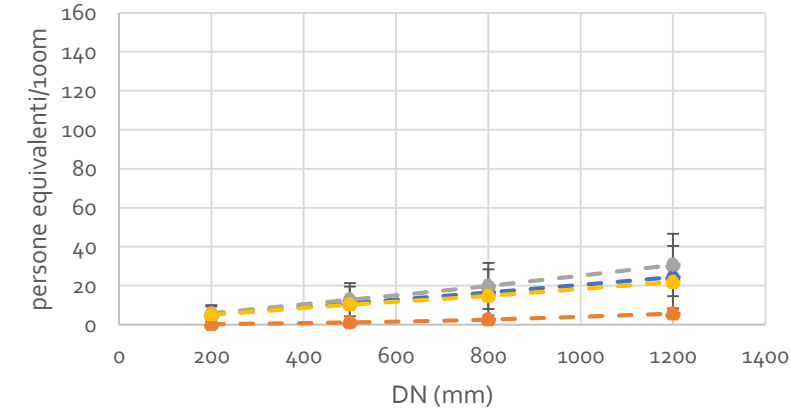
fossil fuel depletion



photochemical oxidant formation

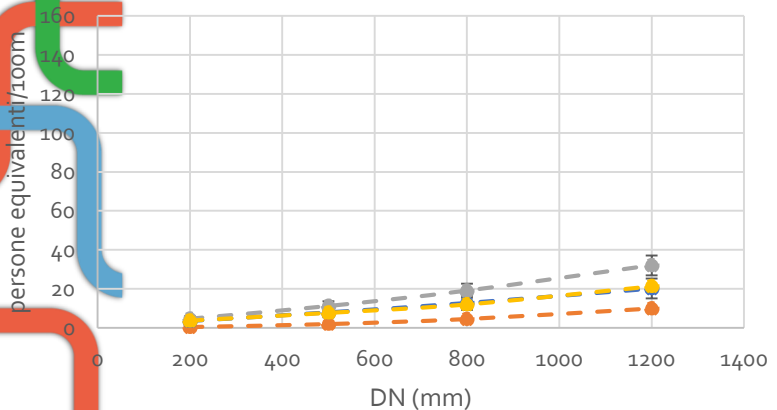


ionising radiation

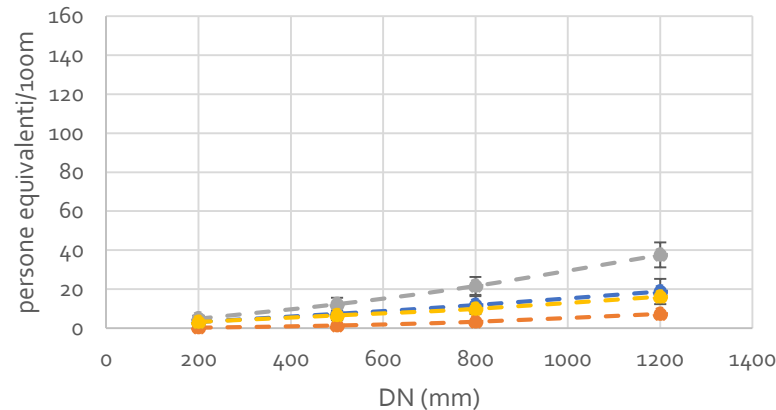


—●— CIPP —●— SA GRES —●— SA GHISA SFEROIDALE —●— SA CLS

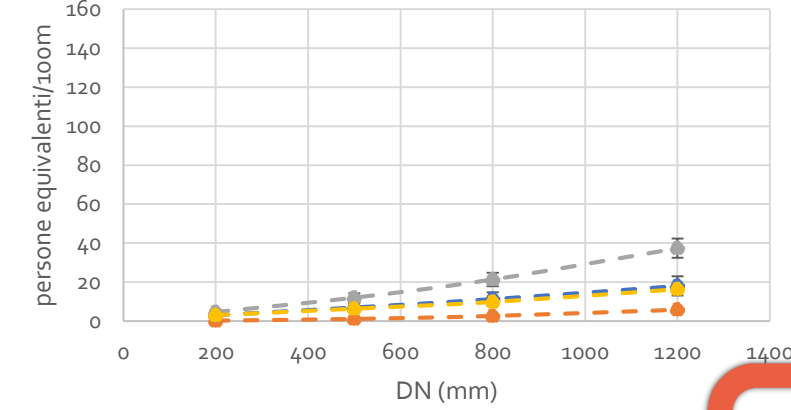
climate change



terrestrial acidification



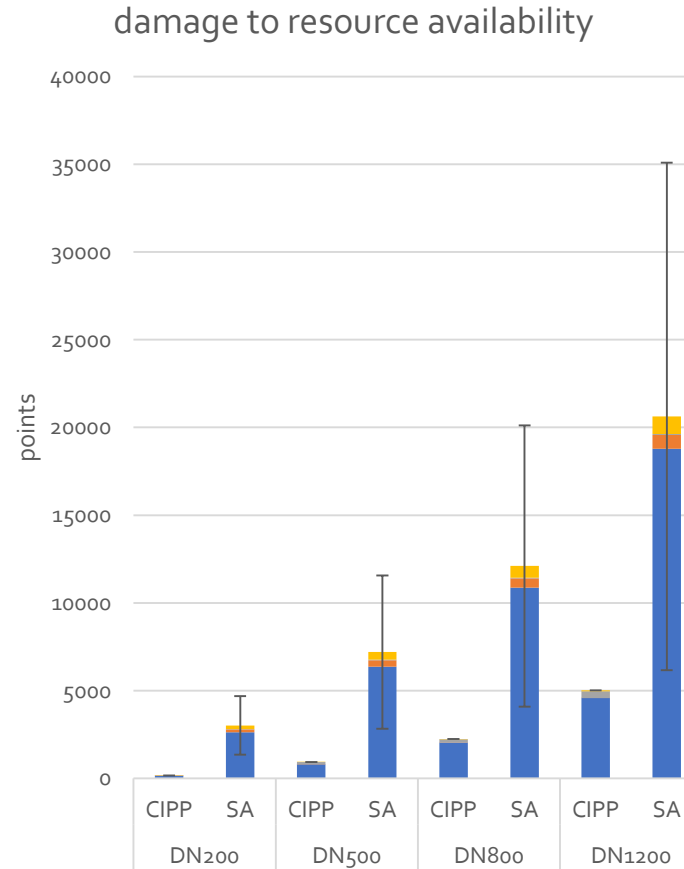
particulate matter formation



CIPP FOGNATURA – CONTESTO URBANO

CATEGORIE ENDPOINT

Deviazione standard si riferisce a diversi materiali delle condotte (scenario SA), differente zona di applicazione (Asfalto o pavimentazione di pregio) ed eventuale rimozione della condotta esistente

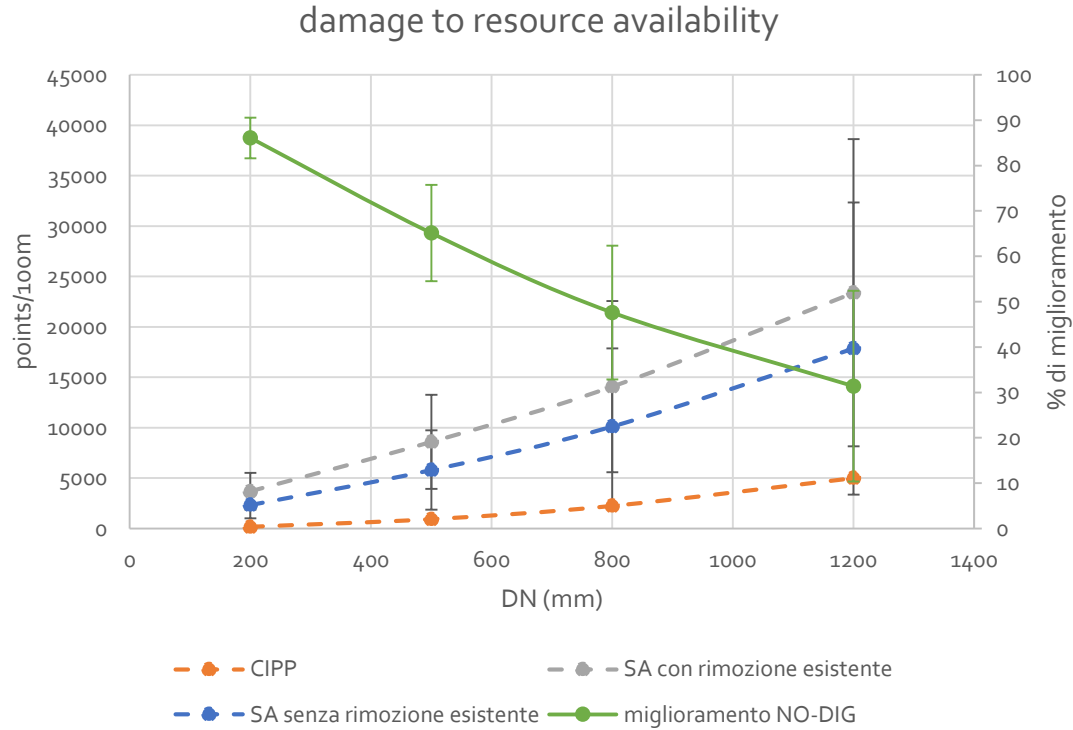


■ MATERIE PRIME ■ SMALTIMENTO ■ FASE ESECUTIVA ■ TRASPORTO

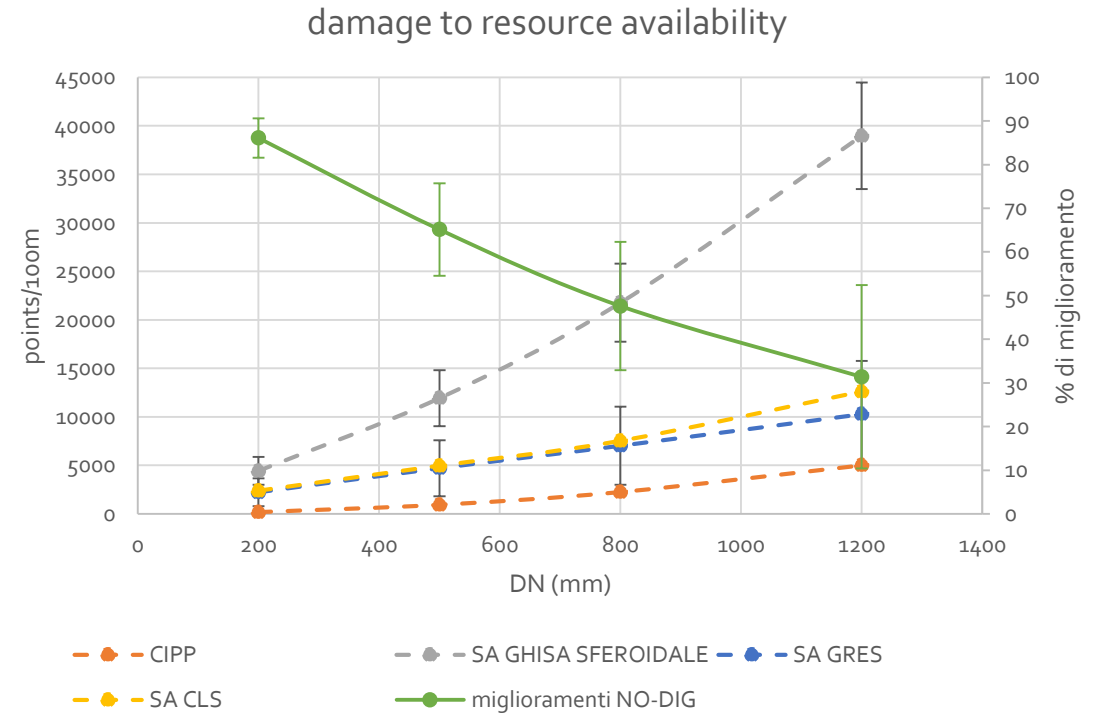
CIPP FOGNATURA – CONTESTO URBANO

CATEGORIE ENDPOINT

INFLUENZA della RIMOZIONE



INFLUENZA del MATERIALE scelto per la nuova condotta



CONFRONTO CIPP URBANO

	CATEGORIE DI IMPATTO		MIGLIORAMENTI NO-DIG vs DIG	
	ACQUEDOTTO	FOGNATURA	ACQUEDOTTO	FOGNATURA
Endpoint level	DAMAGE TO RESOURCE AVAILABILITY		66-92%	31-86%
CATEGORIE CON PRIORITA' +	FOSSIL FUEL DEPLETION		62-91%	7-79%
	PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION		54-89%	52-88%
	IONISING RADIATION		77-93%	55-89%
	TERRESTRIAL ACIDIFICATION		55-90%	55-88%
	CLIMATE CHANGE		46-87%	53-88%
	PARTICULATE MATTER FORMATION		58-90%	68-92%
	MARINE ECOTOXICITY			35-92%
	FRESHWATER EUTROPHICATION			7-84%
	FRESHWATER ECOTOXICITY			31-81%

Nel caso di **PERIURBANO**, indipendentemente dal contesto di applicazione (acquedotto o fognatura), gli impatti tra No-D e DIG sono confrontabili o leggermente migliorativi.

ANALISI COMPARATIVA DEL CICLO DI VITA DELLE TECNOLOGIE TRENCHLESS E CONVENZIONALI

TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA TOC

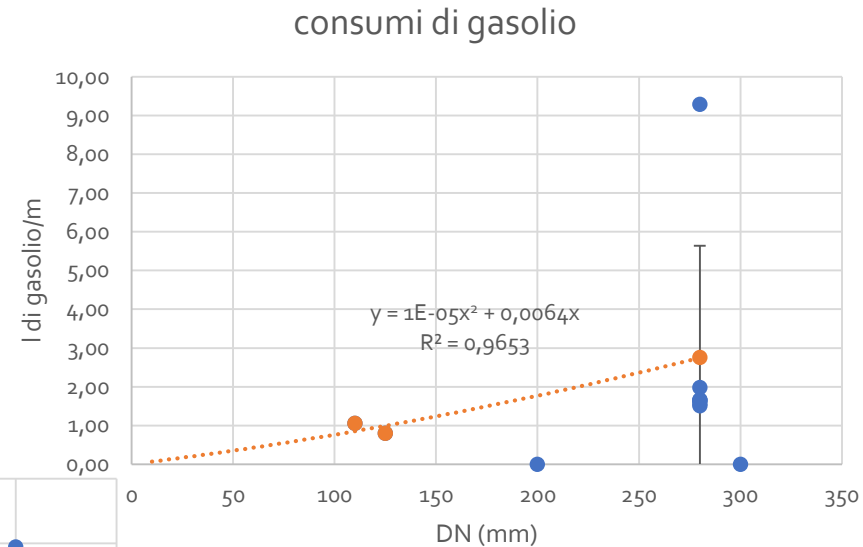
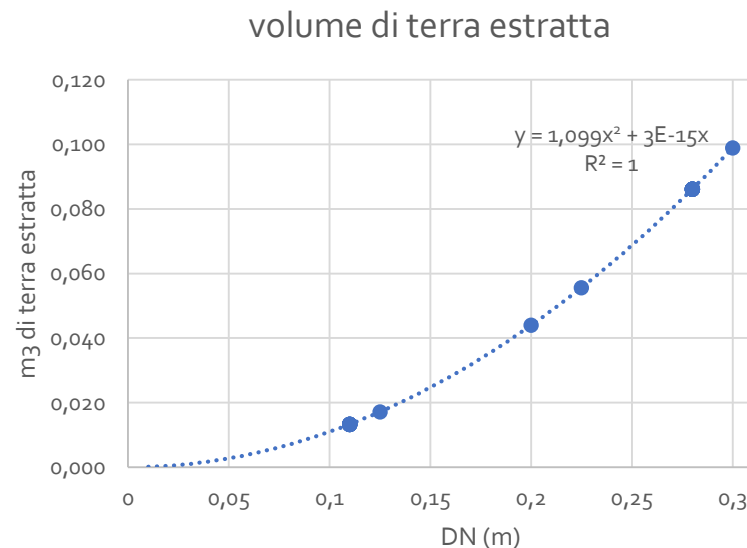
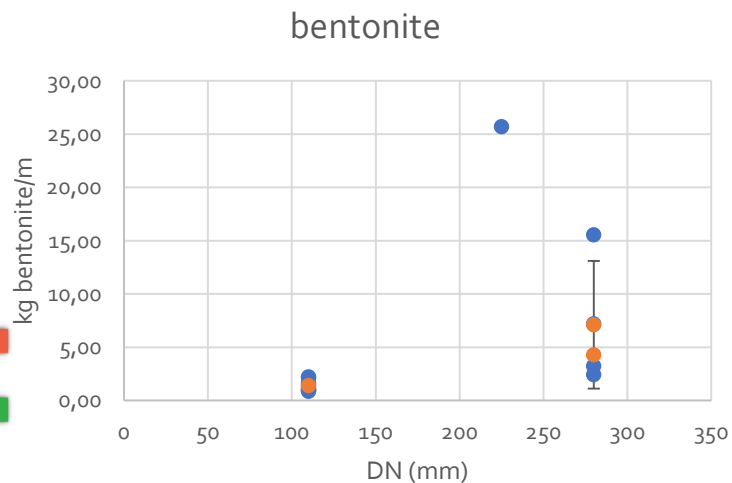
IPOSTESI DI CALCOLO: TOC CONTESTO URBANO

tecnica	COSA		CONTESTO URBANO
TOC e SCAVO A CIELO APERTO	MATERIALI DI RISULTA	Smaltimento	20% in discarica
		Recupero	80% in frantoio
		Trasporto	50 km con autotreno >32 ton EURO4
	Materiali di riempimento	Provenienza	100% da cava
		Trasporto	50 km con autotreno >32 ton EURO4
	Massicciata stradale	Smaltimento	100%
	Sostegno scavo	Presente	Se >1.5 m; con pannelli metallici riutilizzabili
TOC	TRIVELLAZIONE	Consumi	Da dati Utilities e letteratura
	BENTONITE	Consumi	Da dati Utilities e letteratura
	CER 17 05 04 (Fanghi bentonitici)	Peso	Densità 1.8; volume pari a 1.4 volte il volume della condotta
	Condotta	Materiali	PEAD 100 SDR11
SCAVO A CIELO APERTO	SCAVO	Profondità	1.5 + DN (m)
		Larghezza	Da UNI EN1610
	CONDOTTA	Materiale	PEAD o ACCIAIO

IPOSTESI DI CALCOLO: TOC

Da SCHEDE di cantiere e letteratura tecnico scientifica:

1. CONSUMI DI BENTONITE per sostenere la trivellazione
2. VOLUME DI TERRENO estratto e quindi a smaltimento
3. CONSUMI DI GASOLIO dell'attrezzatura NO-DIG e accessori



Informazioni deducibili per diametri da 40-300 mm

Lo scavo a cielo aperto prevede la posa su **strada asfaltata o pavimentazione di pregio**. Non è simulato l'utilizzo di TOC per attraversamenti fluviali o viari dove la tecnologia convenzionale comporterebbe volumi di scavo e lavori accessori addizionali con inevitabile maggior impatto ambientale

TOC URBANO

PRIORITIZZAZIONE DEGLI IMPATTI

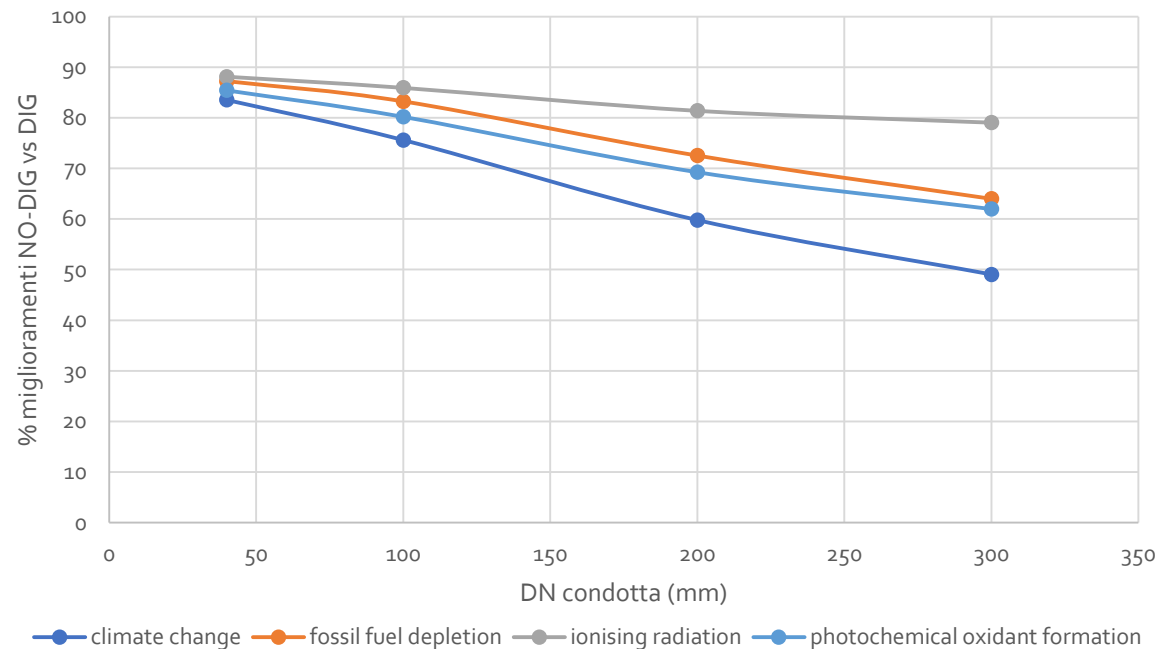
IMPATTI DOVUTI ALLA POSA DI 100 METRI DI CONDOTTA NORMALIZZATI SULL'IMPATTO PROVOCATO DA UN EUROPEO MEDIO NELL'ANNO 2010 TRAMITE SCAVO A CIELO APERTO

CATEGORIE DI IMPATTO	INDICAZIONE QUALITATIVA DI PRIORITA'	DN40	DN100	DN200	DN300
FOSSIL FUEL DEPLETION	+	6.48	7.74	10.17	14.46
PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION	+	2.81	3.32	4.27	5.97
IONISING RADIATION	+	2.30	2.67	3.32	4.51
CLIMATE CHANGE	-	1.40	1.68	2.22	3.14
TERRESTRIAL ACIDIFICATION	-	1.27	1.51	1.96	2.74
PARTICULATE MATTER FORMATION	-	1.11	1.33	1.74	2.47
MARINE EUTROPHICATION	-	0.48	0.58	0.78	1.09
FRESHWATER EUTROPHICATION	--	0.39	0.49	0.69	0.99
FRESHWATER ECOTOXICITY	--	0.41	0.49	0.64	0.89
MARINE ECOTOXICITY	--	0.41	0.49	0.63	0.87
WATER DEPLETION	--	0.17	0.21	0.30	0.45
AGRICULTURAL LAND OCCUPATION	--	0.11	0.13	0.18	0.26
URBAN LAND OCCUPATION	--	0.12	0.14	0.17	0.23
OZONE DEPLETION	--	0.05	0.06	0.07	0.09
HUMAN TOXICITY	--	0.04	0.05	0.06	0.09
MINERAL RESOURCE DEPLETION	--	0.02	0.02	0.03	0.04
TERRESTRIAL ECOTOXICITY	--	0.00	0.00	0.00	0.00
NATURAL LAND OCCUPATION	--	0.00	0.00	0.00	0.00

TOC ASFALTO

MIGLIORAMENTI TOC vs SCAVO A CIELO APERTO

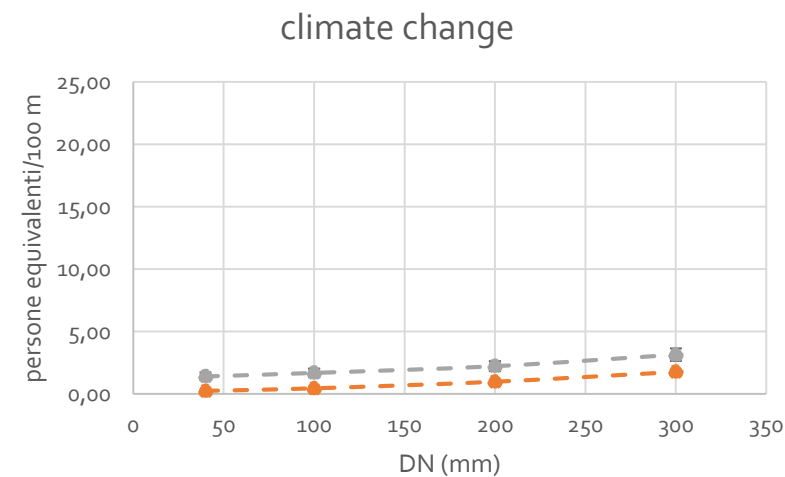
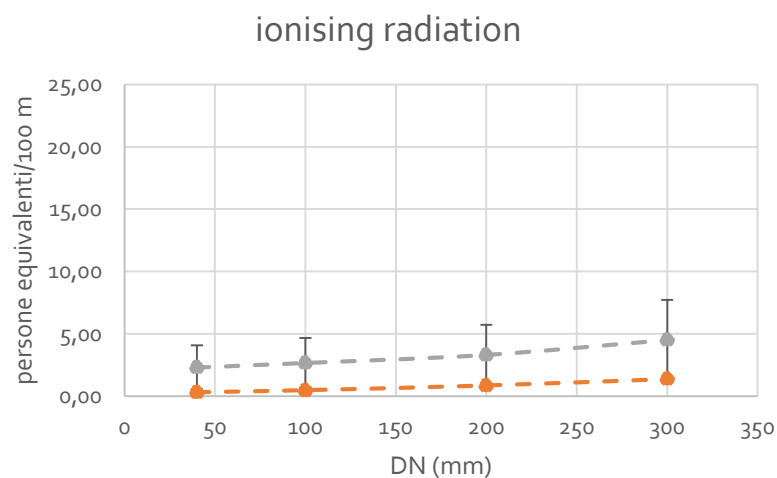
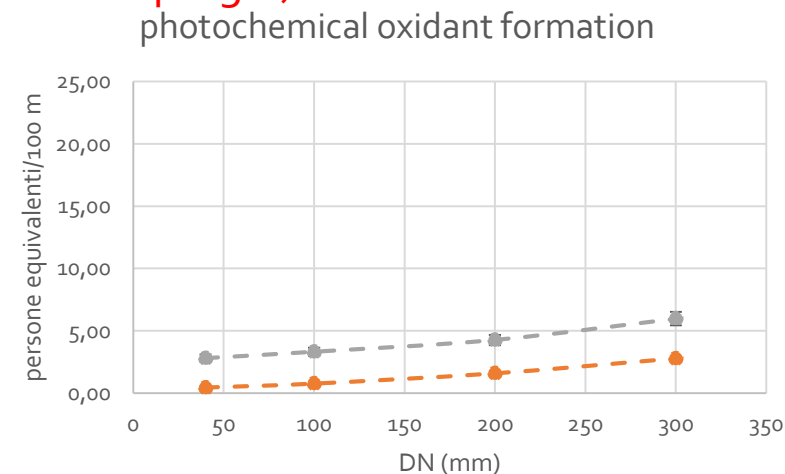
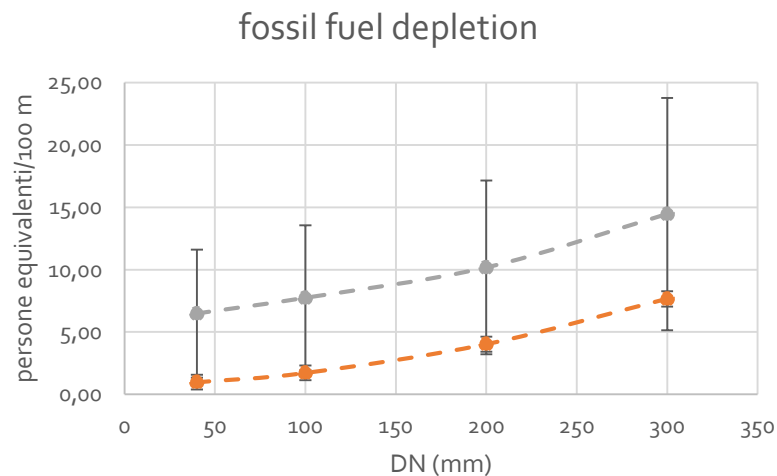
CATEGORIE di IMPATTO	DN ₄₀₀	DN ₁₀₀	DN ₂₀₀	DN ₃₀₀
CLIMATE CHANGE	83 ± 2%	75 ± 3%	59 ± 4%	49 ± 4%
FOSSIL DEPLETION	87 ± 0%	83 ± 0%	72 ± 0%	63 ± 1%
IONISING RADIATION	88 ± 0%	85 ± 0%	81 ± 1%	79 ± 1%
PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION	85 ± 1%	80 ± 1%	69 ± 1%	61 ± 1%



TOC – CONTESTO URBANO

NORMOGRAMMI in persone equivalenti

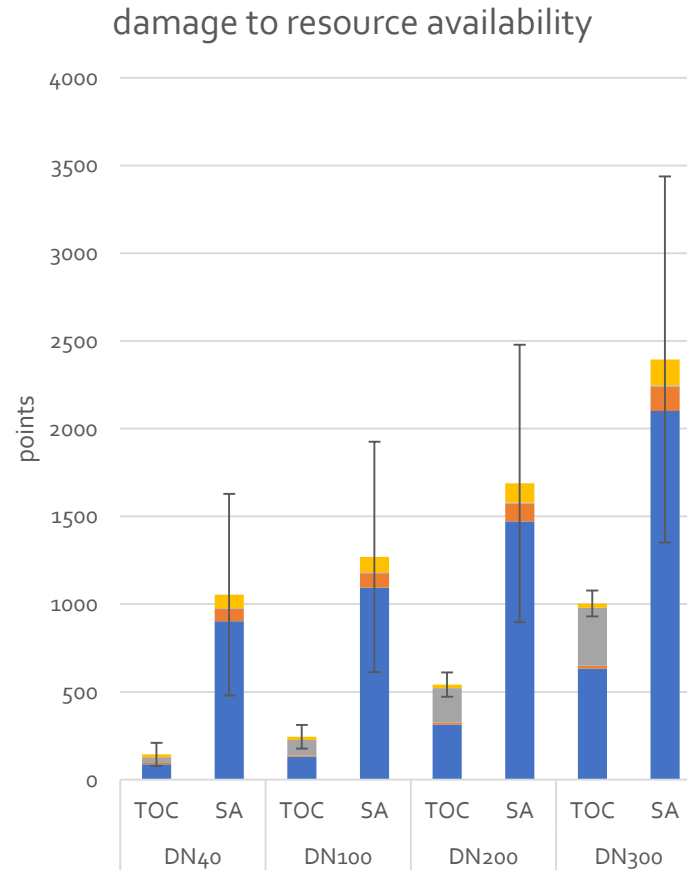
Deviazione standard si riferisce a diversi materiali delle condotte (scenario SA) e alla differente zona di applicazione (Asfalto o pavimentazione di pregio)



—●— TOC —●— SA

TOC – CONTESTO URBANO

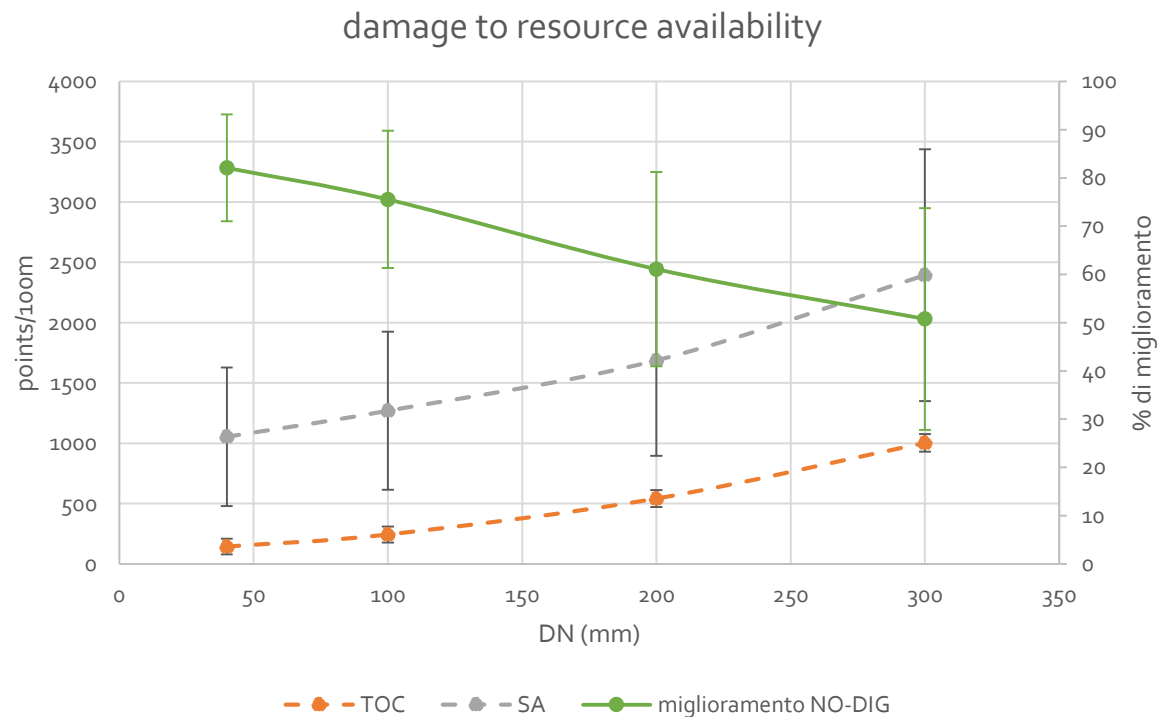
Deviazione standard si riferisce a diversi materiali delle condotte (scenario SA) e alla differente zona di applicazione (Asfalto o pavimentazione di pregio)



■ MATERIE PRIME ■ SMALTIMENTO ■ FASE ESECUTIVA ■ TRASPORTO

TOC – CONTESTO URBANO

Deviazione standard si riferisce a diversi materiali delle condotte (scenario SA) e alla differente zona di applicazione (Asfalto o pavimentazione di pregio)

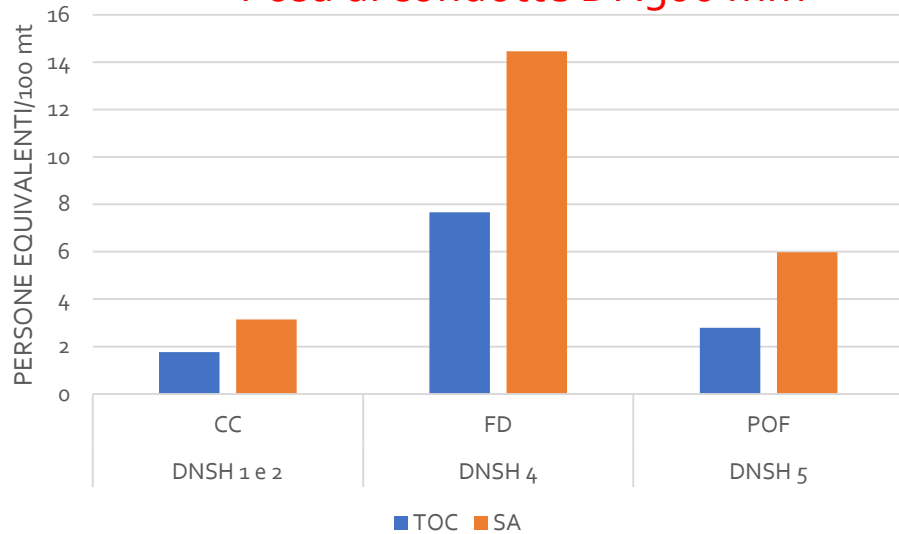


Nel caso di **PERIURBANO**, indipendentemente dal contesto di applicazione, gli impatti tra No-DIG e DIG sono confrontabili o leggermente migliorativi.

Esempio TOC – CONTESTO URBANO-DNSH

Contestualizzazione nei criteri DNSH (Tassonomia europea)

Posa di condotte DN300 mm



Risparmi del NO-DIG rispetto allo scavo a cielo aperto su 100 mt di intervento (DN300)

CATEGORIE DI IMPATTO

- CLIMATE CHANGE
- FOSSIL FUEL DEPLETION
- IONISING RADIATION
- PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION

	DNSH				
	1-2	3	4	5	6
	Mitigazione cambiamento climatico e adattamento	Uso sostenibile e protezione delle acque	Transizione verso economia circolare	Prevenzione e riduzione dell'inquinamento	Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi
CLIMATE CHANGE	Fino a 1.4 PE (11001 kg CO2-Eq)	-	-	-	Fino a 1.4 PE (11001 kg CO2-Eq)
FOSSIL FUEL DEPLETION	-	-	Fino a 6.8 PE (6681 kg oil-Eq)	-	-
IONISING RADIATION	-	-	-	-	-
PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION	-	-	-	Fino a 3.2 PE (66 kg NMVOC-Eq)	-

PROSSIME ATTIVITA' e CONCLUSIONI

1. MICROTUNNELING per posa di nuove condotte
(solo una scheda da SOCI IATT per DN2500 , no dati di consumi energetici da letteratura)
2. Analisi di sensitività

CONCLUSIONI ATTUALI

E' possibile generalizzare gli impatti, anche in termini di TEP, funzionalmente ai principali parametri esecutivi (es. DN, contesto, materiali utilizzati, etc).

Sia la tecnologia CIPP che la TOC mostrano notevoli miglioramenti di performance ambientali soprattutto in CONTESTI URBANI.

Climate change e fossil depletion (DNSH 1, 2 e 4) sembrano tra le categorie principalmente mitigate e rilevanti per la roadmap verso le low-carbon utilities.

I risultati aprono ad approcci di valutazione degli impatti ambientali ed energetici del No-DIG quantificabili e normalizzabili.



laboratorio
ref.
ricerche



Grazie per l'attenzione

per UNIVPM:

Ing. Corinne Andreola, Prof. Ing. Anna Laura Eusebi,
Ing. Giovanna Darvini e Prof. Ing. Francesco Fatone
c.andreola@pm.univpm.it, a.l.eusebi@staff.univpm.it,
g.darvini@staff.univpm.it, f.fatone@staff.univpm.it

Organizzato da:



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI BERGAMO

