

# **Tecnologie Trenchless (o NO-DIG) e servizio idrico: quali prospettive tra LCA e Certificati Bianchi?**

## **L'ANALISI LCA DEL NO-DIG NEL SETTORE IDRICO**

---

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



H<sub>2</sub>O, 7 OTTOBRE 2021



# CONTESTO

# IL NO-DIG NEL PIANO D'AZIONE PER L'ECONOMIA CIRCOLARE



WEE  
Water and Waste Environmental Engineering  
LAB



## 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/>

«L'analisi LCA del NO-DIG nel settore idrico»

## SCIENCE BASED TARGET

- **Absolute-based approach**
  - > Riduzione delle emissioni assolute [tonCO<sub>2</sub>eq]
- **Sector-based approach**
  - > Riduzione dell'intensità fisica [tonCO<sub>2</sub>eq/dato di attività]
- **Economic-based approach**
  - > Riduzione dell'intensità economica [tonCO<sub>2</sub>eq/Gross Profit]

AMBITIOUS CORPORATE CLIMATE ACTION

Lead the way to a zero-carbon economy, boost innovation and drive sustainable growth by setting ambitious, science-based emissions reduction targets.

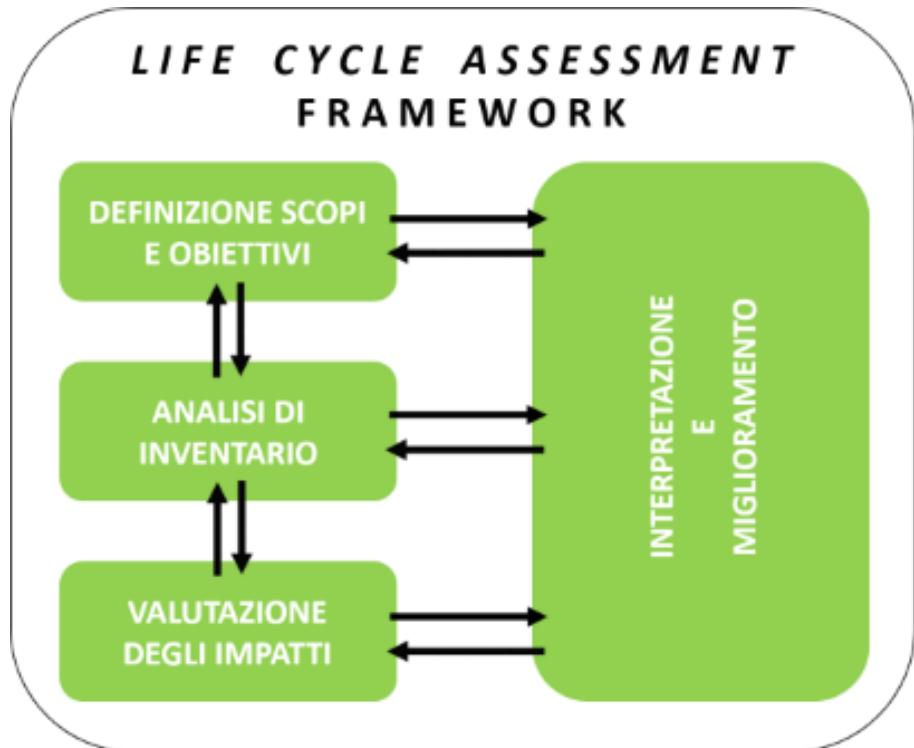
<https://sciencebasedtargets.org/>

# LIFE CYCLE THINKING



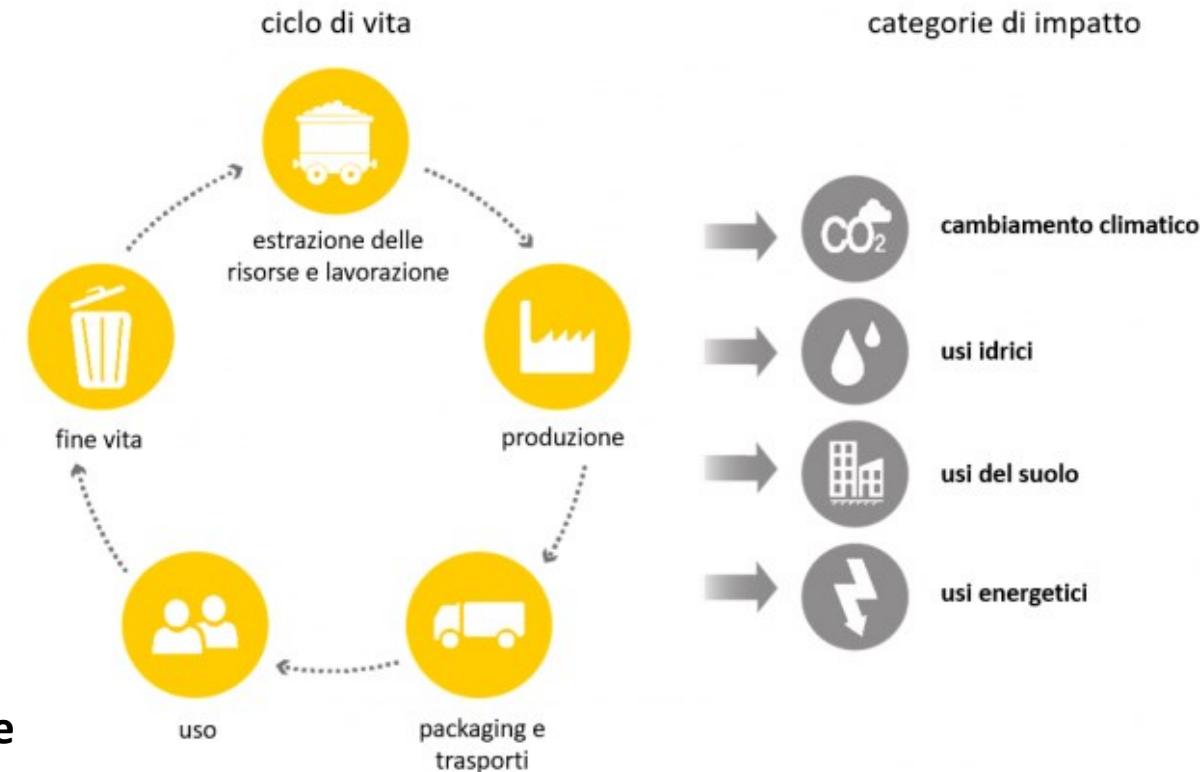
**Metodo oggettivo di valutazione e quantificazione dei carichi energetici ed ambientali e degli impatti potenziali associati ad un prodotto/processo/attività lungo l'intero ciclo di vita, dall'acquisizione delle materie prime al fine vita ("dalla Culla alla Tomba").**

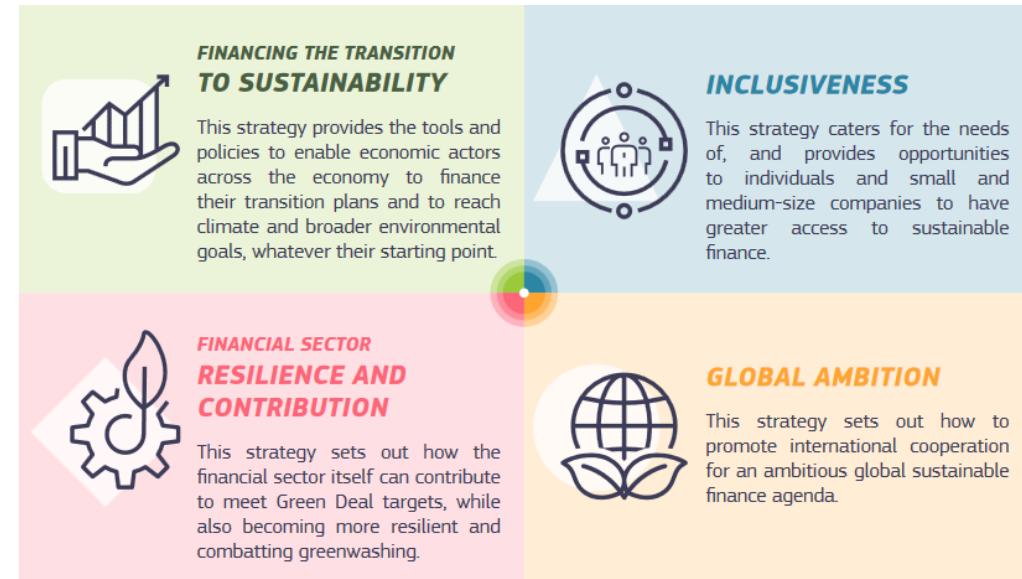
Norma ISO Serie 14040



**Ciclo di vita centrale nel Piano di Azione Economia Circolare**

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





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**:

<b>CLIMATE CHANGE MITIGATION</b> 	<b>CLIMATE CHANGE ADAPTATION</b> 	<b>SUSTAINABLE USE OF WATER AND MARINE RESOURCES</b> 

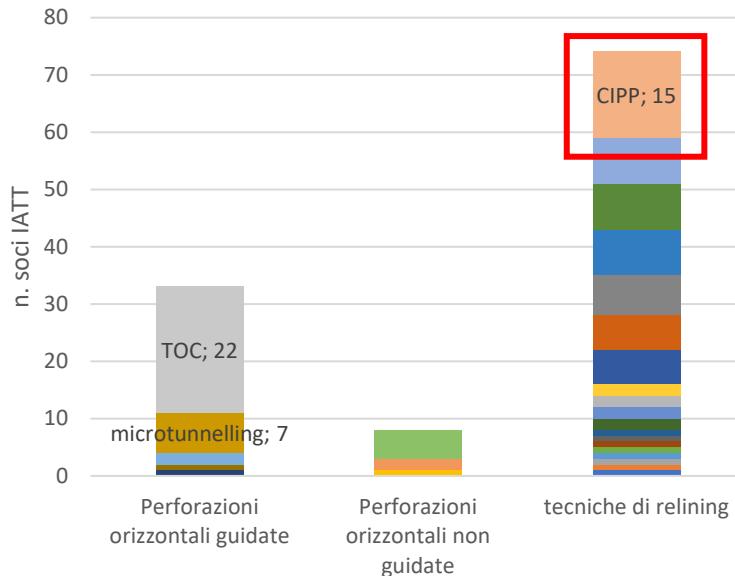


# **ANALISI COMPARATIVA DEL CICLO DI VITA DELLE TECNOLOGIE TRENCHLESS E CONVENZIONALI**

# SCELTA della TECNICA TRENCHLESS



## 1. ANALISI ASSOCIATI IATT



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

## 2. ANALISI PROGETTI DELLE Utilities

	ACQUEDOTTO	FOGNATURA
<b>TOTALE</b>	<b>13</b>	<b>18</b>
<b>CIPP</b>	<b>4</b>	<b>13</b>
<b>MICROTUNNELING</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>SPINGITUBO</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>TOC</b>	<b>6</b>	<b>1</b>

ANALISI PRIORITARIA SU:

❖ RISANAMENTO DI INFRASTRUTTURE ESISTENTI

i. **Cured-In-Place Pipe (CIPP)**

❖ POSA IN OPERA DI NUOVE INFRASTRUTTURE

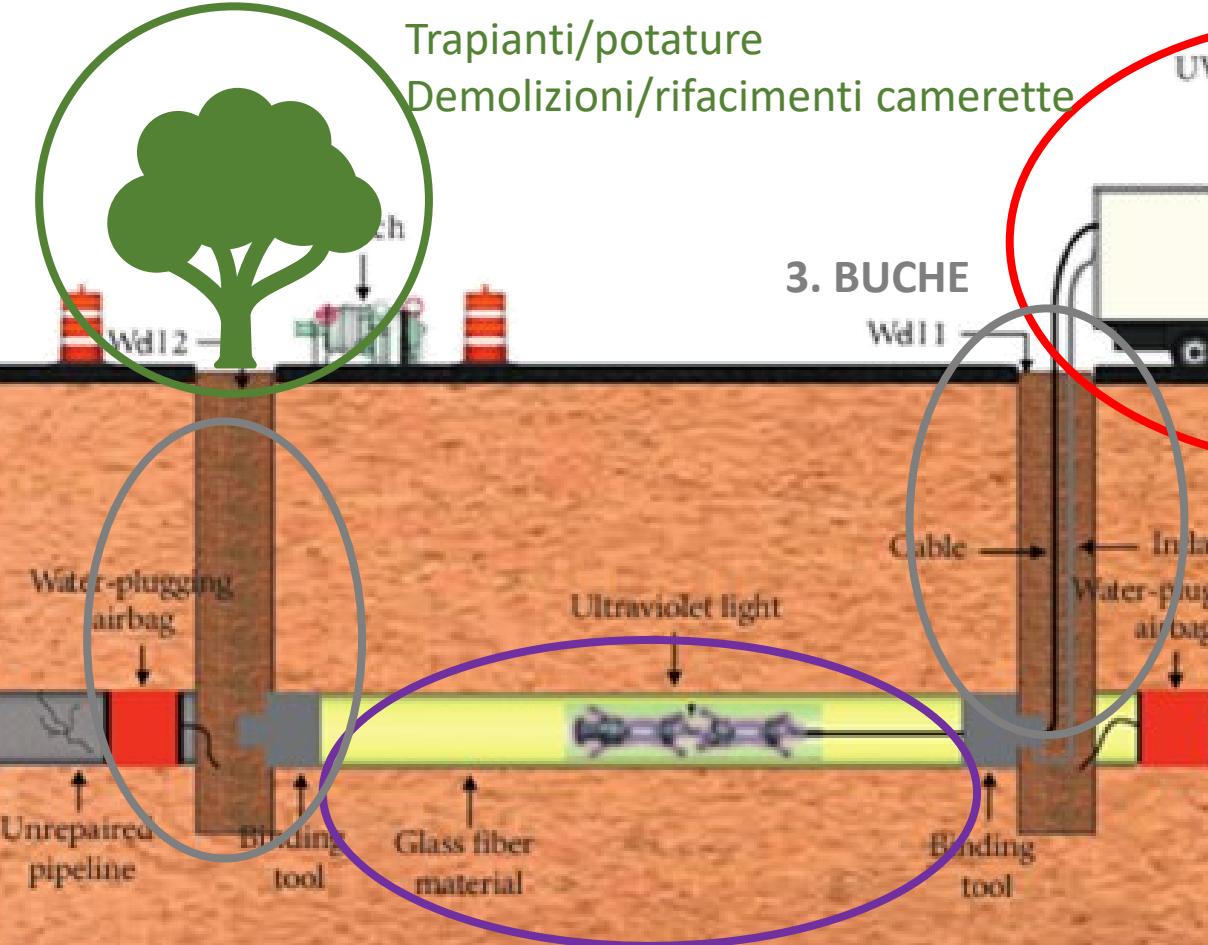
i. **Trivellazione orizzontale controllata**  
**Microtunneling**

infrastruttura	Tecnologia no dig	utilizzo	DIAMETRI (mm)	LUNGHEZZE (m)	CONDOTTI ESISTENTE	NOTE	completato	n. progetto
ACQUEDOTTO	CIPP	HERA	200	40	ACCIAIO	/	si	1
ACQUEDOTTO	CIPP	CAP	300	530	ACCIAIO	si	si	1
ACQUEDOTTO	CIPP	HERA	500	150	ACCIAIO	/	si	1
ACQUEDOTTO	CIPP	MM	1200	1200	ACCIAIO	CENTRO STORICO	/	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	250	115	GRES	si	si	1
FOGNATURA	CIPP	MM	300	40	CLS	forte antropizzazione	si	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	300	35	CLS	si	si	1
FOGNATURA	CIPP	CAP	600	430	CLS	si	si	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	630	340	ACCIAIO	condotta premente	/	1
FOGNATURA	CIPP	HERA	800	205	CLS	si	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	si	1
FOGNATURA	CIPP	CAP	60x90 ovoidale	450	CLS	centro abitato	si	1
FOGNATURA	CIPP	MM				/	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	si	1
ACQUEDOTTO	SPRINGITUBO	CAP	500	32	ACCIAIO	attr. Ferrovia	in corso	1
ACQUEDOTTO	SPRINGITUBO	MMs	800	50	ACCIAIO	no	si	1
ACQUEDOTTO	SPRINGITUBO	CAP	800	36	CLS	attr. Ferrovia	si	1
ACQUEDOTTO	TOC	MMs	280	800	PEAD	CENTRO STORICO	si	1
ACQUEDOTTO	TOC	CAP	250	80	ACCIAIO	controllobo in PEAD De450	in corso	1
ACQUEDOTTO	TOC	MMs	800	600	PEAD	no	si	1
ACQUEDOTTO	TOC	MMs	450	160	PEAD	forte pendenza	si	1
ACQUEDOTTO	TOC	CAP	355	100	PEAD	in corso	1	1
ACQUEDOTTO	TOC	CAP	500	80	ACCIAIO	in corso	1	1
ACQUEDOTTO	TOC	CAP	200	80	GHISA SFEROIDALE	si	si	1

# TECNICA Cured-In-Place-Pipe (CIPP)

## 4. OPERE ACCESSORIE

Trapianti/potature  
Demolizioni/rifacimenti camerette



## 1. CONSUMI DI CARBURANTE

## 3. BUCHE

### Fasi di analisi

#### A. Realizzazione

### Singoli elementi funzionali

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

## 2. LINER/CALZA

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 di Ciclo di Vita dal caso specifico (da progetto esecutivo) e confronto con tecnologia convenzionale a scavo a cielo aperto
5. **Analisi del Ciclo di vita su caso modello rappresentativo dei progetti analizzati**

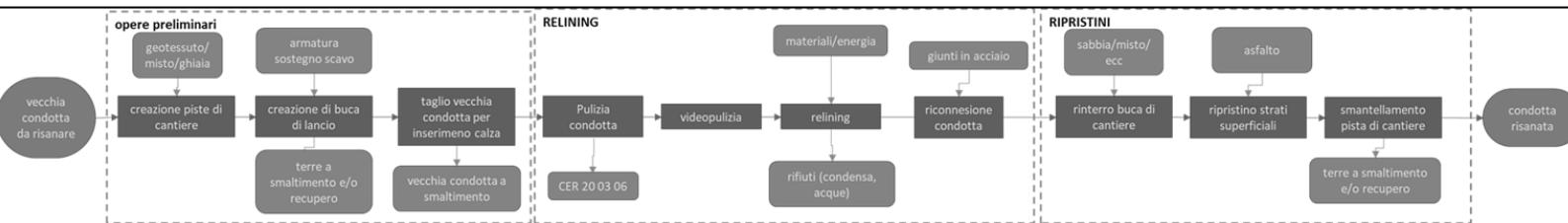
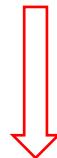
# ANALISI GENERALIZZATA DELLA TECNICA CIPP



## 1. Schematizzazione della tecnica CIPP



## 2. Traduzione in sistema LCA



ref.  
ricerche

[Digitare qui]

### TECNOLOGIA CURED-IN-PLACE PIPE

#### a) Materiali impiegati nella realizzazione del liner/calza

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

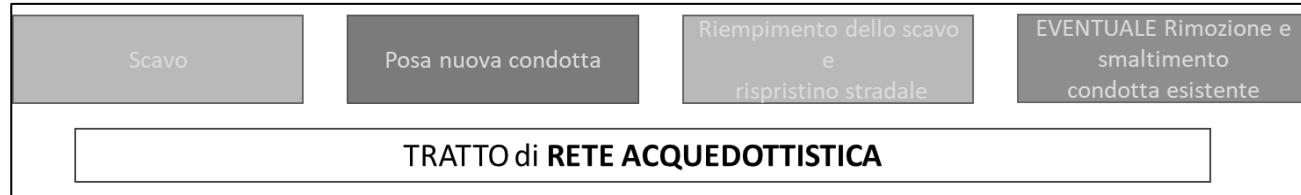
#### b) Lista delle attrezzature e stima dei consumi

LUNGHEZZA TRATTO	DIAMETRO CONDOTTA	MACCHINARI/ATREZZATURA	FASE/USO	COMBUSTIBILE	POTENZA	OR OPERA distanza dal produttore
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 di g o tot
		Furgone attrezzatura	I tot (gasolio)	20	20	36
		Furgone video ispezione	I tot (gasolio)	10	10	40
		Auto spurgo	I tot (gasolio)	90	90	120
		camion con gru	I tot (gasolio)	40	80	240
		Furgone cassonato	I tot (gasolio)	-	-	8
		Furgone con impianto robot	I tot (gasolio)			40
		furgone attrezzato UV	I tot (gasolio)			68
		sistema fotoindurimento	I tot (gasolio)			54
		gruppo elettrogeno	I tot (gasolio)	80	80	120
		nastrotrasportatore	I tot (gasolio)			80
		laboratori mobile impregnazione in s	I tot (gasolio)	40		143
		compressori	I tot (gasolio)	10	4	111
		Boiler truck per indurimento termico	I tot (gasolio)	120		160
		furgone refrigerato	I tot (gasolio)			285
		segnaletica	I tot (gasolio)			223
		TOT	I tot (gasolio)	410	284	556
		riproporzionali a 100 m di lancio	I tot (gasolio)	441	299	927

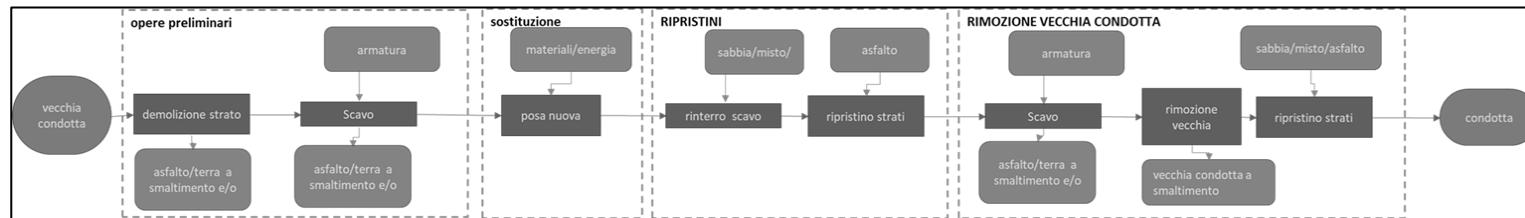
\*Se riportano alcune di esempio

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

# ANALISI GENERALIZZATA TECNICA DI SCAVO A CIELO APERTO



## 1. Schematizzazione della tecnica CIPP



## 2. Traduzione in sistema LCA



				Esec. N.1	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
	Sabbieta 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
SMALTIMENTI	Terra di coltivo	cm	Spessore	30-80		Dipende dal carico stradale
	Massicciate stradali/asfalti	t/m3	m3 di scavo		2.00	2
	Terre di scavo	t/m3	m3 di scavo		1.80	1.8

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

# 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 <sup>2</sup> x y
RIDUZIONE dell'OZONO	kg CFC-11-Eq
ESAURIMENTO FONTI FOSSILI	kg oil-Eq
ESAURIMENTO RISORSE IDRICHE	m <sup>3</sup> of water
CAMBIAMENTO CLIMATICO	kg CO <sub>2</sub> -Eq
ACIDIFICAZIONE TERRESTRE	kg SO <sub>2</sub> -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.

# MODELLO ZERO: progetto specifico



Gestore	MM	
tipologia di intervento	rinnovamento tubazione acquedottistica	
AREA DI INTERVENTO	<b>PERIURBANO</b>	
stato progetto	esecutivo	
Lunghezza Intervento (m)	<b>370</b>	
Condotta esistente	<b>DN1200 in ACCIAIO</b>	
Tecnologia	CIPP TERMICO	SCAVO A CIELO APERTO
Dopo intervento	liner semi-strutturale (12 mm)	ACCIAIO o PEAD

Gestore	MM	
tipologia di intervento	rinnovamento tubazione acquedottistica	
AREA DI INTERVENTO	<b>URBANO</b>	
stato progetto	esecutivo	
Lunghezza Intervento (m)	<b>370</b>	
Condotta esistente	<b>DN1200 in ACCIAIO</b>	
Tecnologia	CIPP TERMICO	SCAVO A CIELO APERTO
Dopo intervento	liner semi-strutturale (12 mm)	ACCIAIO o PEAD

tecnologia	n. LCA	AREA APPLICAZIONE	Destino materiale di risulta	Materiale nuova condotta	NOTE
CIPP	1	<b>Periurbana:</b> <b>ZONA VERDE</b> <b>Non asfaltata</b>	20% a smaltimento in discarica per inerti  80% Riutilizzo in loco	-	<i>Da progetto CIPP MM</i>
SCAVO A CIELO APERTO	2			ACCIAIO	<i>Simulato (Stratigrafia da progetto CIPP MM)</i>
SCAVO A CIELO APERTO	3			ACCIAIO	<i>Simulato (Stratigrafia da progetto CIPP MM)</i>
SCAVO A CIELO APERTO	4			PEAD	<i>Simulato (Stratigrafia da progetto CIPP MM)</i>
CIPP	5	<b>URBANO:</b> <b>Area asfaltata</b>	20% a smaltimento in discarica per inerti  80% a impianti di recupero (riutilizzo come sottoprodotto)	-	<i>Simulato (Stratigrafia da progetto SA MM)</i>
SCAVO A CIELO APERTO	6			ACCIAIO	<i>Simulato (Stratigrafia da progetto SA MM)</i>
SCAVO A CIELO APERTO	7			PEAD	<i>Simulato (Stratigrafia da progetto SA MM)</i>
SCAVO A CIELO APERTO	8			ACCIAIO	<i>Simulato (Stratigrafia da progetto SA MM)</i>

# MODELLI RAPPRESENTATIVI DEI PROGETTI ANALIZZATI



TECNICA	n. LCA	AREA APPLICAZIONE	Destino materiale di risulta	Materiale nuova condotta	Rimozione vecchia condotta	DN (mm)
CIPP	PU.1	Periurbana: ZONA VERDE Non asfaltata	20% a smaltimento in discarica per inerti  80% Riutilizzo in loco	-		
SCAVO A CIELO APERTO	PU.2A			PEAD	Affiancamento e rimozione vecchia	200
SCAVO A CIELO APERTO	PU.2B			PEAD	Solo affiancamento	500
SCAVO A CIELO APERTO	PU.3A			ACCIAIO	Affiancamento e rimozione vecchia	800
SCAVO A CIELO APERTO	PU.3B			ACCIAIO	Solo affiancamento	1200
CIPP	U.1	URBANO: Area asfaltata	20% a smaltimento in discarica per inerti  80% a impianti di recupero (riutilizzo come sottoprodotto)  ASFALTI 100% a smaltimento	-		
SCAVO A CIELO APERTO	U.2A			PEAD	Affiancamento e rimozione vecchia	200
SCAVO A CIELO APERTO	U.2B			PEAD	Solo affiancamento	500
SCAVO A CIELO APERTO	U.3A			ACCIAIO	Affiancamento e rimozione vecchia	800
SCAVO A CIELO APERTO	U.3B			ACCIAIO	Solo affiancamento	1200

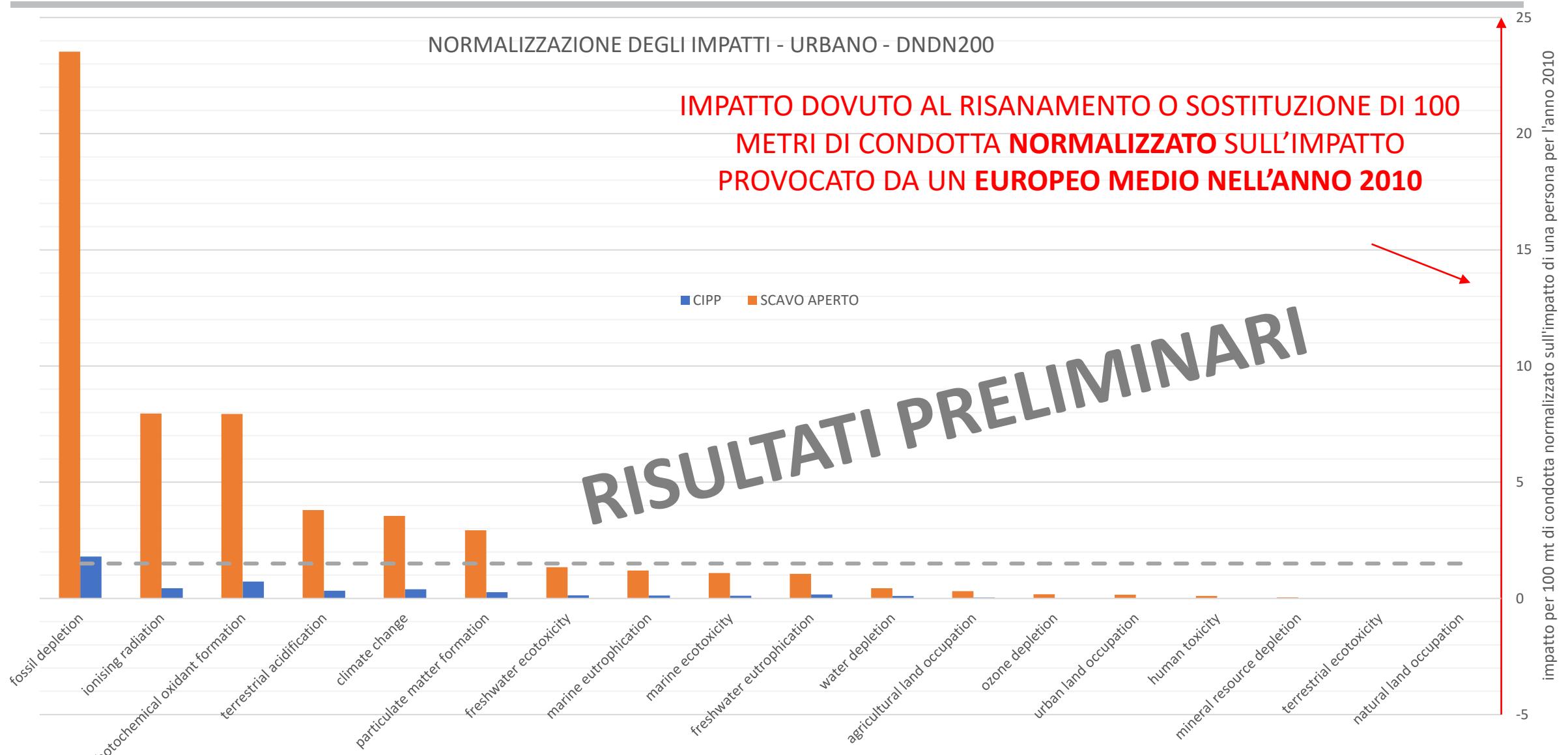
# IPOTESI DI CALCOLO



tecnica	COSA	CONTESTO URBANO		CONTESTO PERIURBANO
<b>CIPP e SCAVO A CIELO APERTO</b>	<b>MATERIALI DI RISULTA</b>	Smaltimento	20% in discarica	
		Recupero	80% in frantocio	80% in cantiere
		Trasporto	50 km con autotreno >32 ton EURO4	
	<b>Materiali di riempimento</b>	Provenienza	100% da cava	80% del materiali di risulta + da cava
		Trasporto	50 km con autotreno >32 ton EURO4	
<b>CIPP</b>	<b>Massicciata stradale</b>	Smaltimento	100%	assente
	<b>Sostegno scavo</b>	Presente	Se >1.5 m; con pannelli metallici riutilizzabili	
	<b>CALZA/LINER</b>	Produzione	Da Alsadi 2019	
		Trasporto	550 km con furgone 7.5-16 ton EURO4	
	<b>RELINING</b>	Consumi	Da indagine soci IATT	
<b>SCAVO A CIELO APERTO</b>	<b>SCAVO</b>	Profondità	1500 + DN (mm)	
		Larghezza	400 + DN (mm)	
	<b>VECCHIA CONDOTTA</b>	Materiale	ACCIAIO	

# INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DELL'ANALISI DI CICLO DI VITA – CONTESTO URBANO

# URBANO - NORMALIZZAZIONE IMPATTI



# URBANO – NORMALIZZAZIONE DEGLI IMPATTI

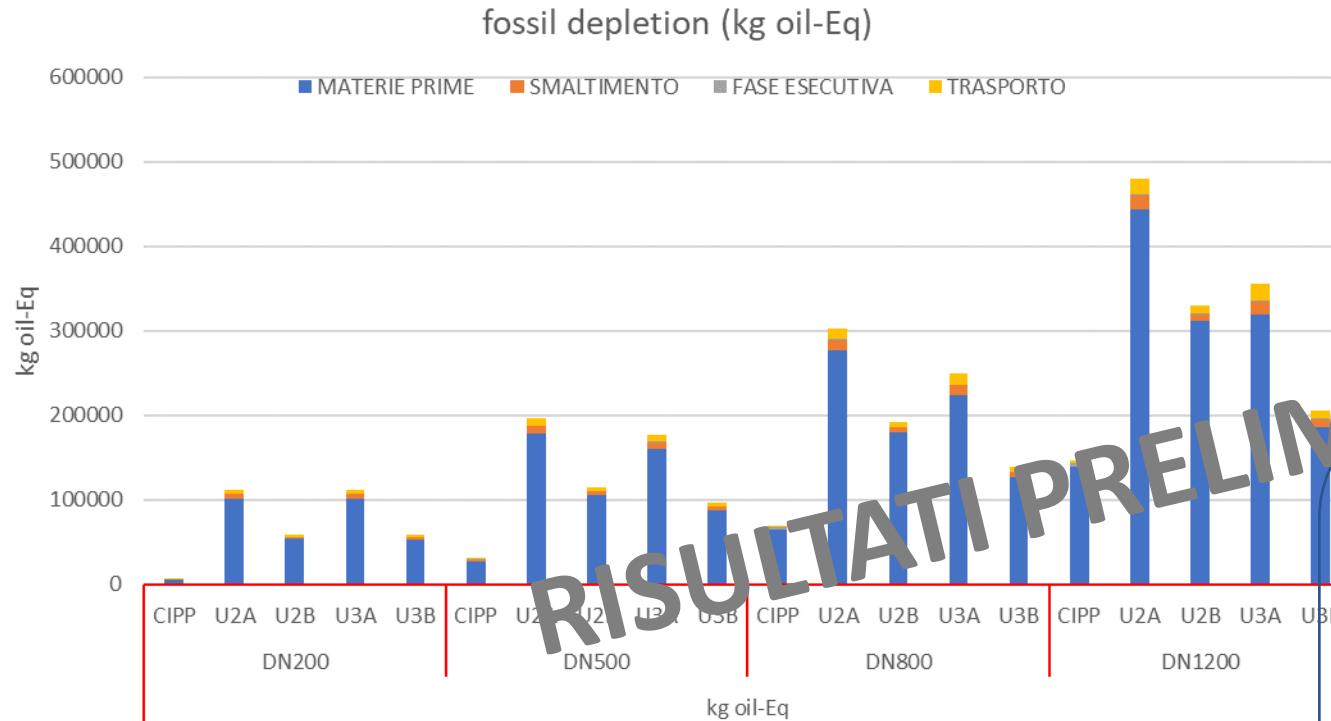


*IMPATTI DOVUTI AL RISANAMENTO O SOSTITUZIONE DI 100 METRI DI CONDOTTA NORMALIZZATI SULL'IMPATTO  
PROVOCATO DA UN EUROPEO MEDIO NELL'ANNO 2010*

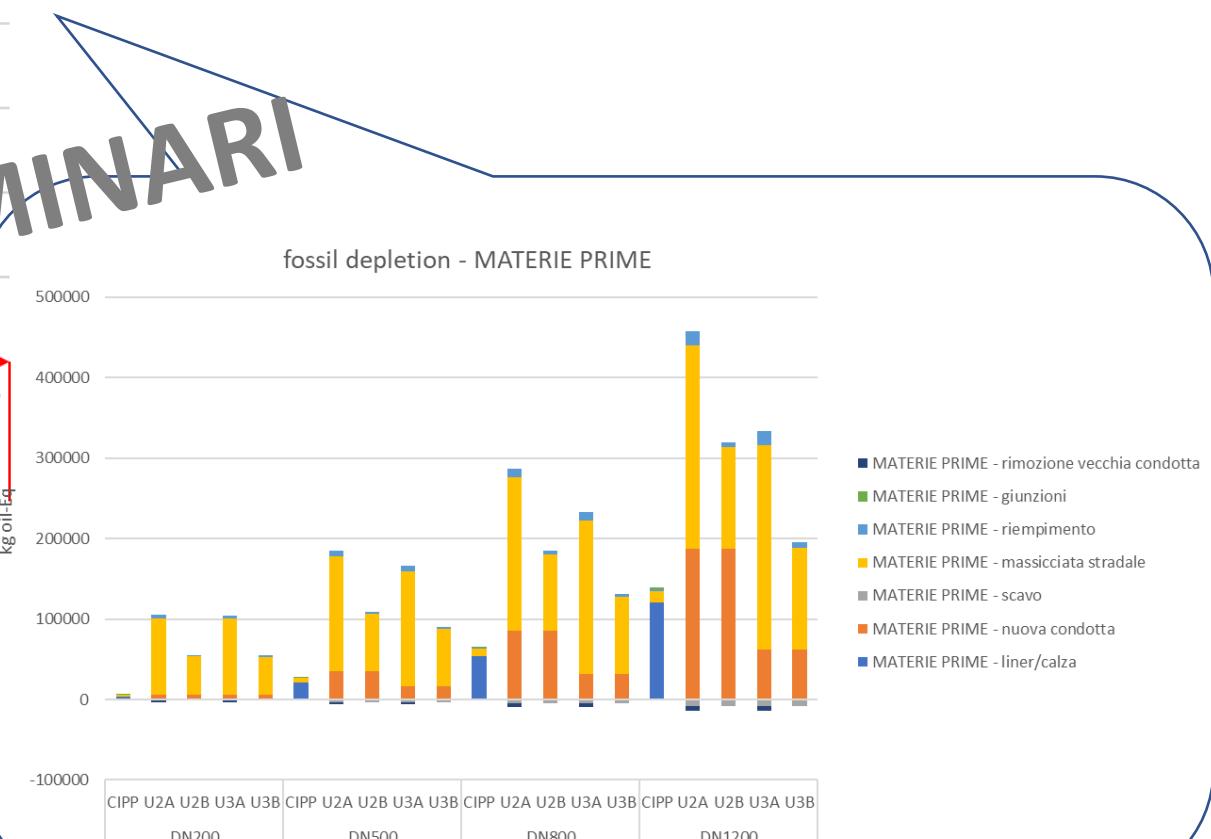
CATEGORIE DI IMPATTO	INDICAZIONE QUALITATIVA DI PRIORITA'	DN200	DN500	DN800	DN1200	
CLIMATE CHANGE	+	3.5466	6.4274	10.1628	16.4730	
FOSSIL DEPLETION	+	23.5276	40.1891	60.7472	94.2196	
IONISING RADIATION	+	7.9586	12.5939	17.7207	25.3207	
PARTICULATE MATTER FORMATION	+	2.9261	5.2185	8.1127	12.9079	
PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION	+	7.9335	13.5230	20.3300	31.3000	
TERRESTRIAL ACIDIFICATION	+	3.8015	6.4932	9.7866	15.1140	>1.5
AGRICULTURAL LAND OCCUPATION	-	0.3064	0.5610	0.8881	1.4375	
FRESHWATER ECOTOXICITY	-	1.3448	2.2839	3.4246	5.2593	
FRESHWATER EUTROPHICATION	-	1.0554	2.1018	3.5459	6.0899	
MARINE ECOTOXICITY	-	0.052	1.8938	2.8781	4.4793	
MARINE EUTROPHICATION	-	1.1985	2.1870	3.4619	5.6070	
WATER DEPLETION	-	0.4320	0.9542	1.7239	3.1352	
HUMAN TOXICITY	--	0.1000	0.1812	0.2857	0.4611	
MINERAL RESOURCE DEPLETION	--	0.0419	0.0889	0.1548	0.2722	
NATURAL LAND OCCUPATION	--	-0.0007	-0.0012	-0.0018	-0.0026	
OZONE DEPLETION	--	0.1779	0.2754	0.3791	0.5270	
TERRESTRIAL ECOTOXICITY	--	0.0003	0.0006	0.0009	0.0015	
URBAN LAND OCCUPATION	--	0.1568	0.2593	0.3788	0.5644	

RISULTATI PRELIMINARI

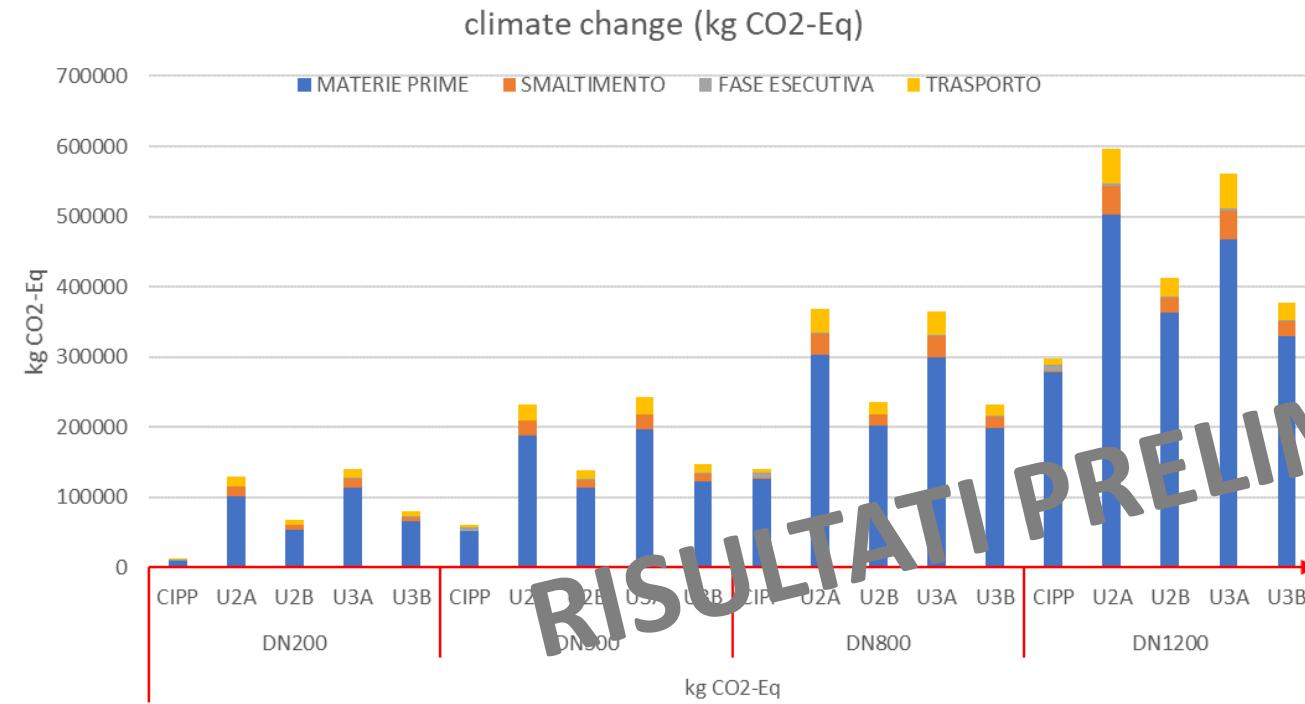
# URBANO – FOSSIL RESOURCE DEPLETION (370 m di tratto)



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

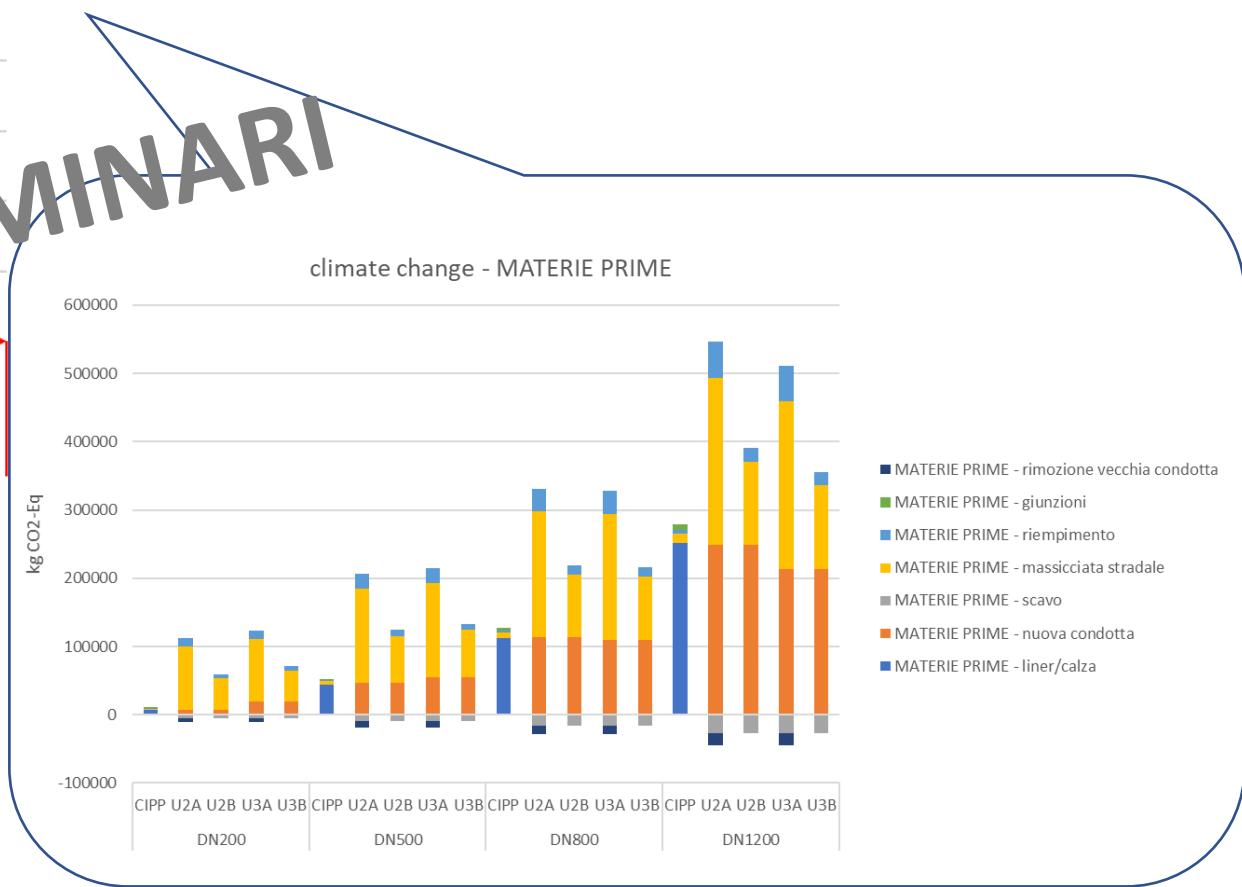


# URBANO – CLIMATE CHANGE (370 m di tratto)

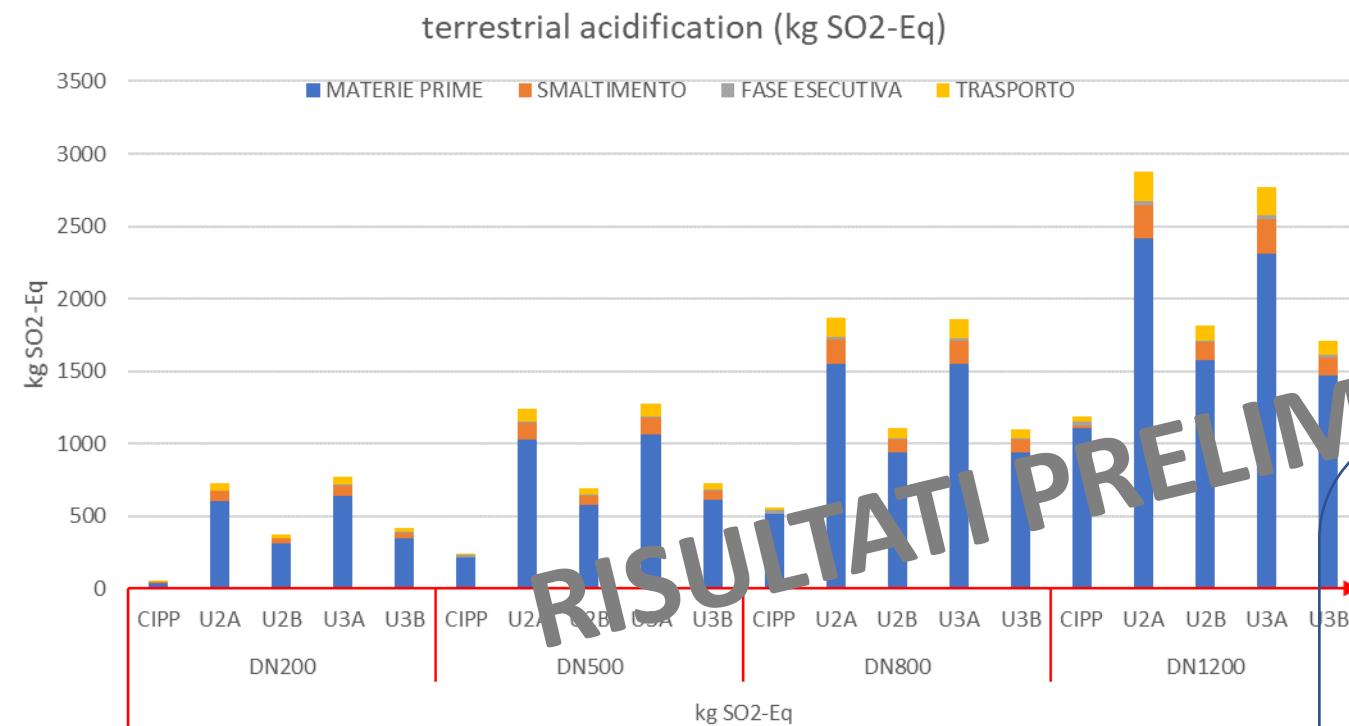


Materie prime con impatto più rilevante:

- MASSICCIATA STRADALE (per scavo a cielo aperto)
- LINER (per tecnica CIPP)

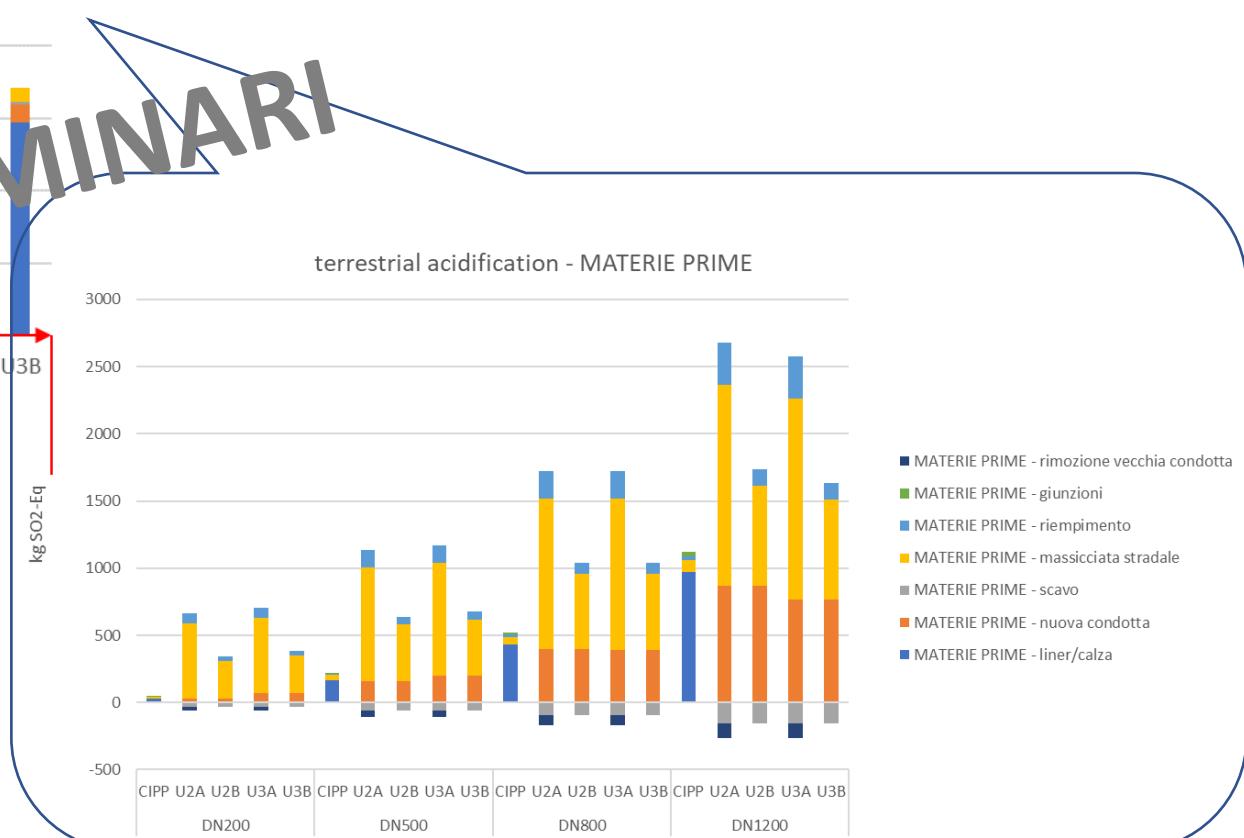


# URBANO – TERRESTRIAL ACIDIFICATION (370 m di tratto)

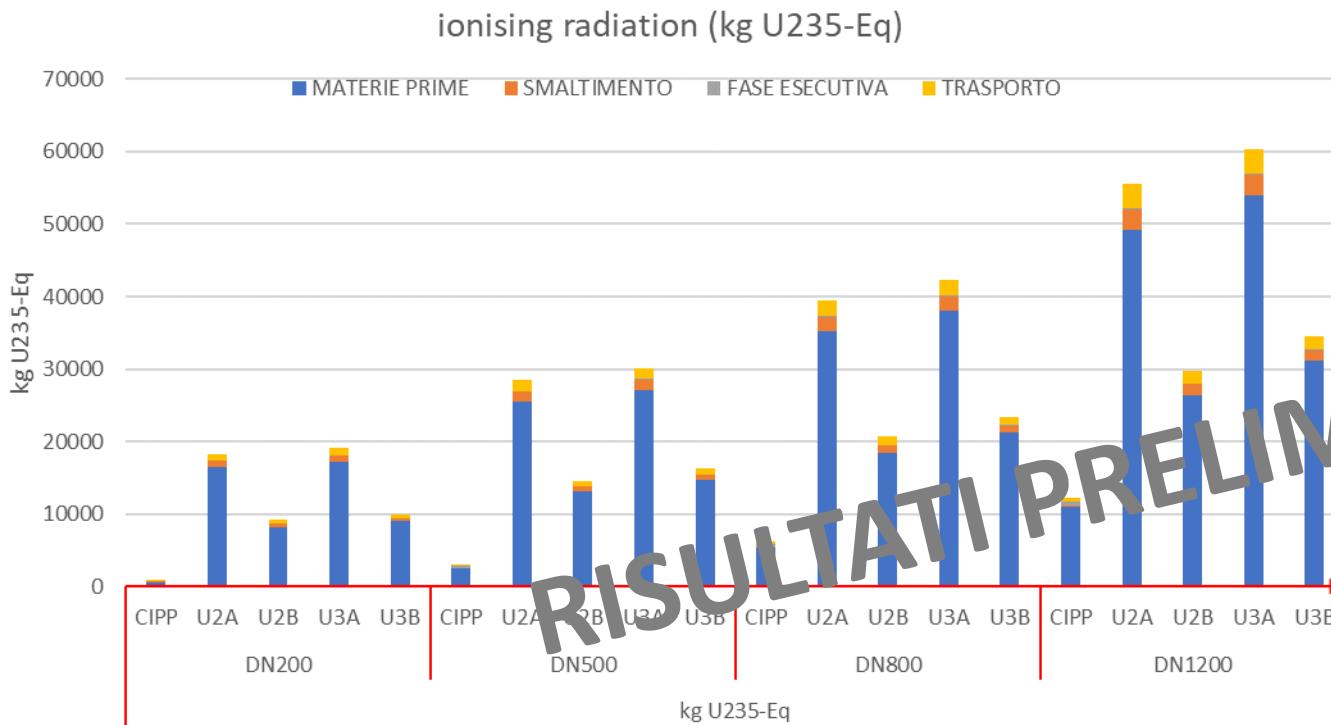


Materie prime con impatto più rilevante:

- MASSICCIATA STRADALE (per scavo a cielo aperto)
- LINER (per tecnica CIPP)

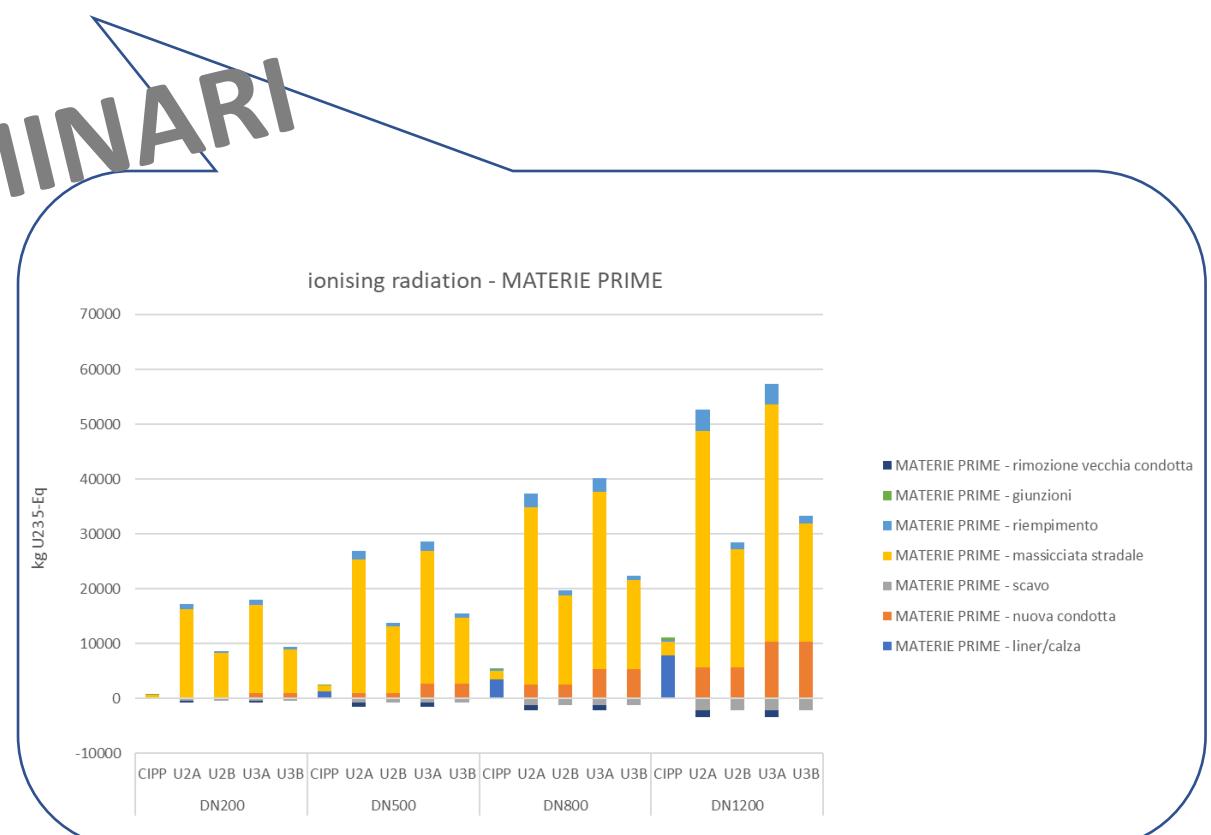


# URBANO – IONISING RADIATION (370 m di tratto)



Materie prime con impatto più rilevante:

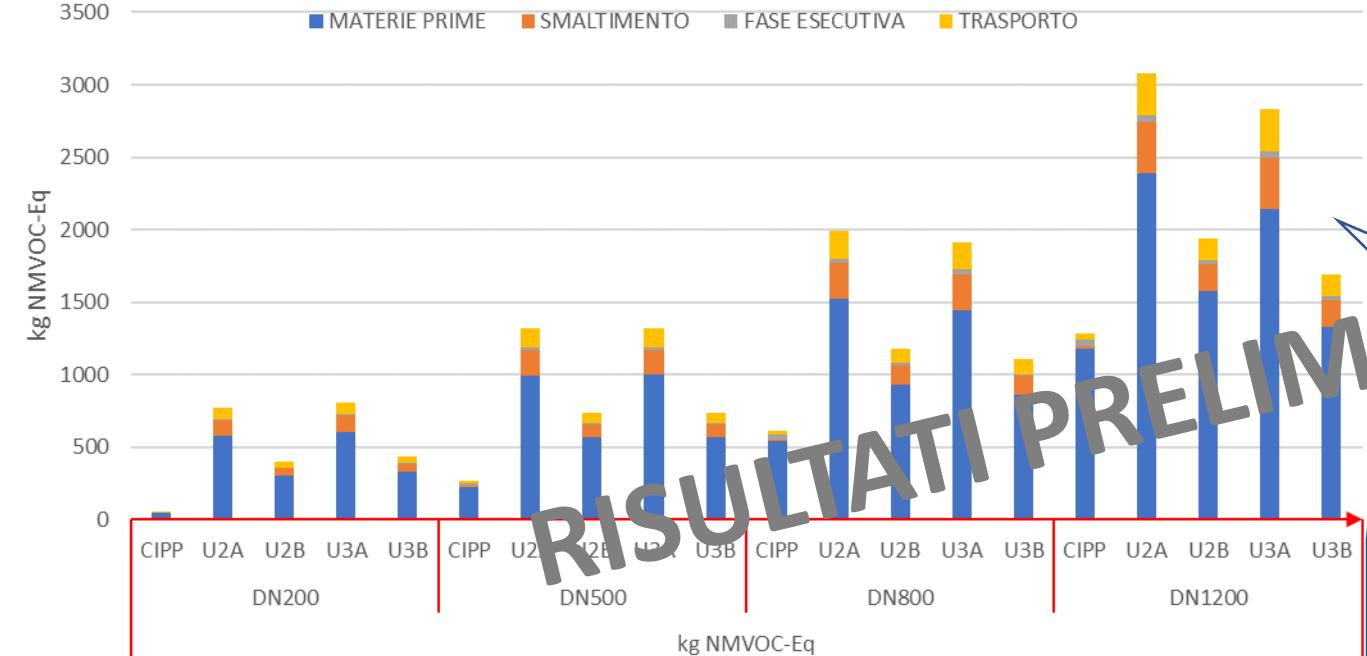
- MASSICCIATA STRADALE (per scavo a cielo aperto)
- LINER (per tecnica CIPP)



# URBANO – PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION (370 m di tratto)

photochemical oxidant formation (kg NMVOC-Eq)

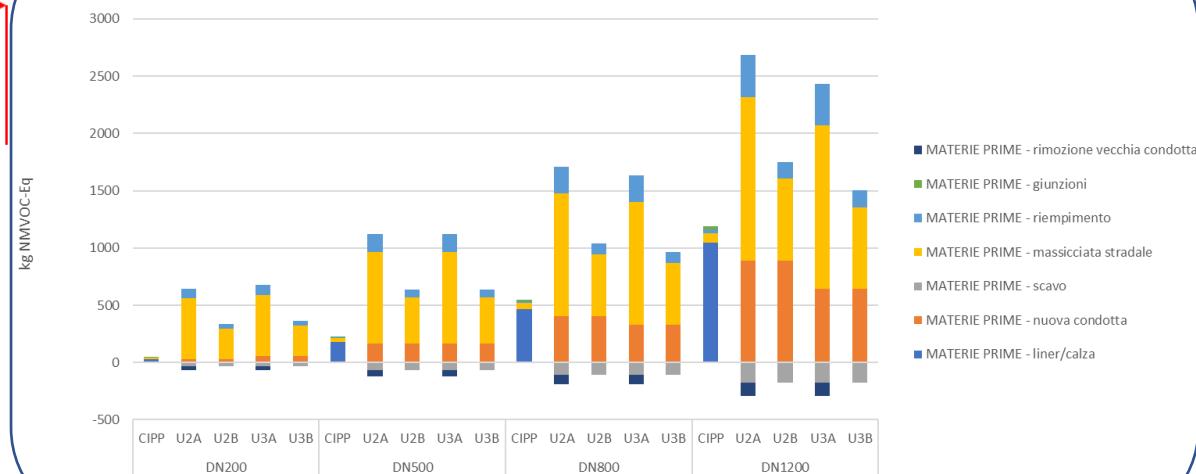
MATERIE PRIME    SMALTIMENTO    FASE ESECUTIVA    TRASPORTO



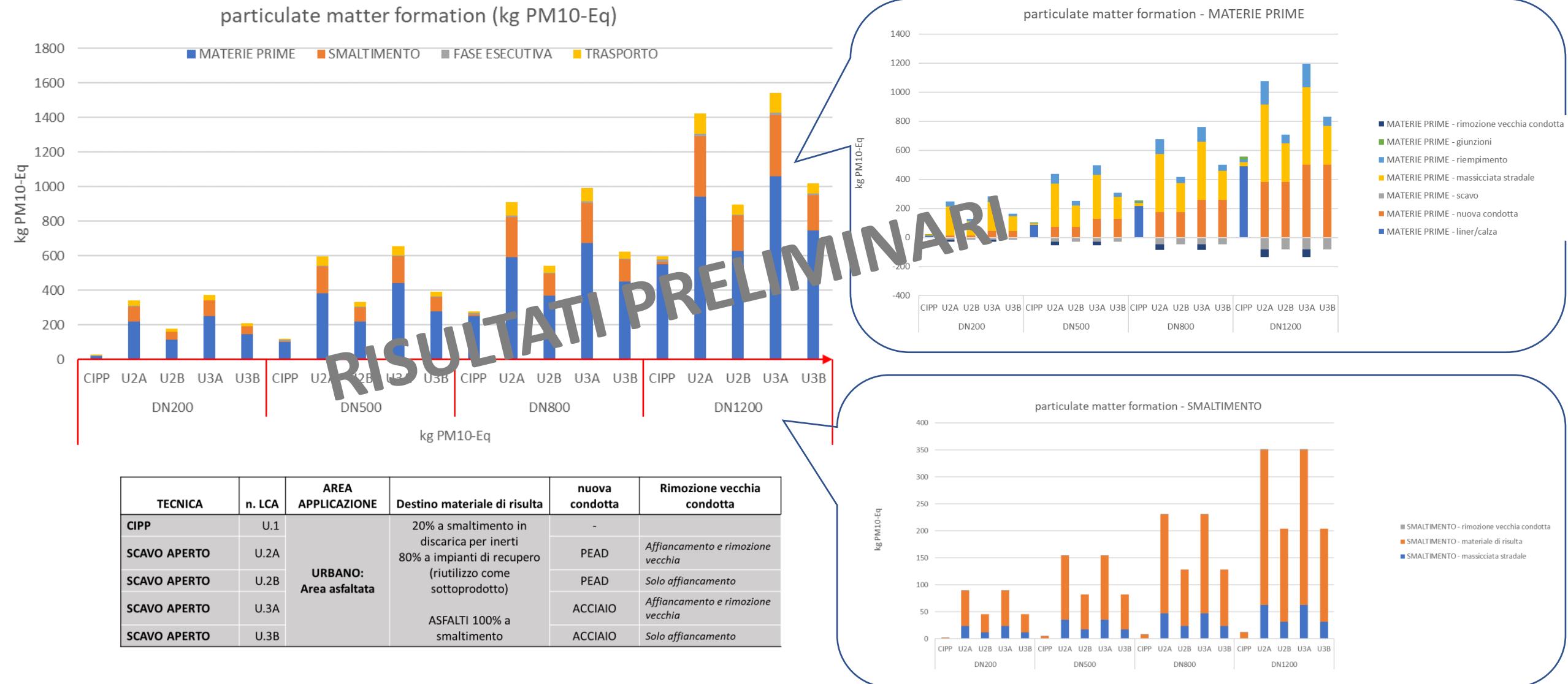
Materie prime con impatto più rilevante:

- MASSICCIATA STRADALE (per scavo a cielo aperto)
- LINER (per tecnica CIPP)

photochemical oxidant formation - MATERIE PRIME

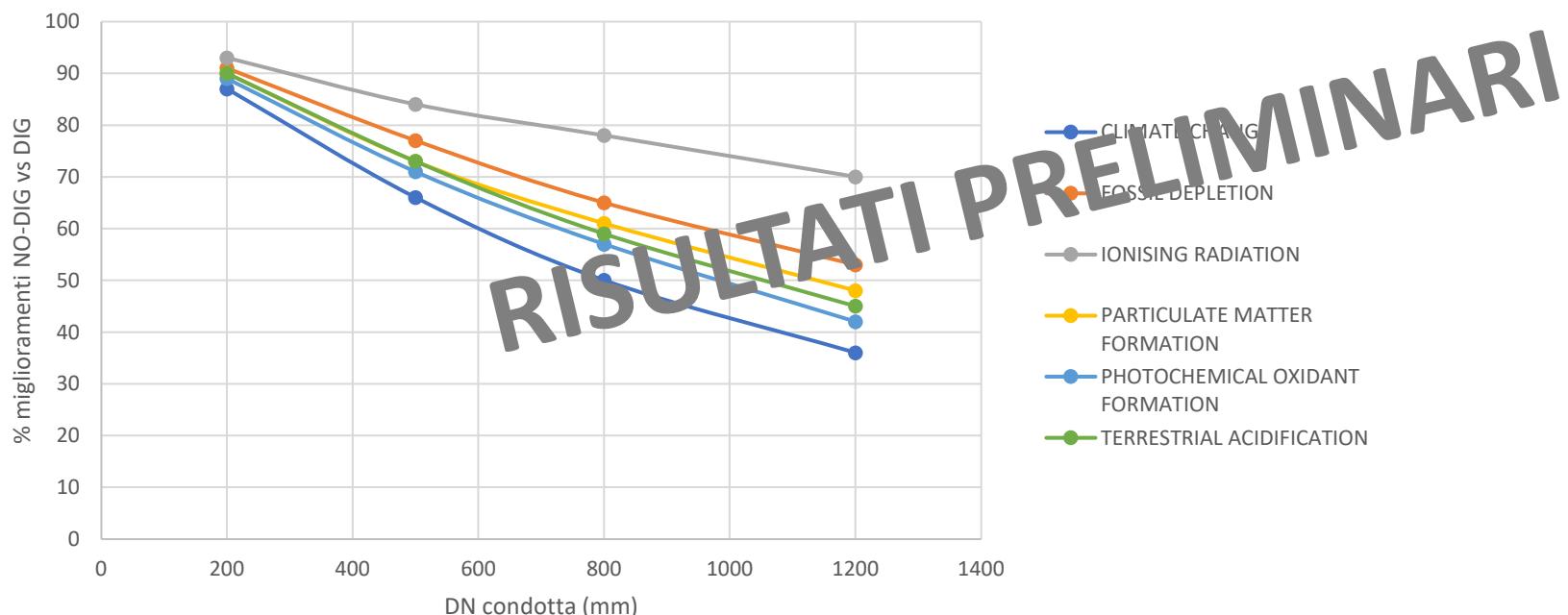


# URBANO – PARTICULATE MATTER FORMATION (370 m di tratto))

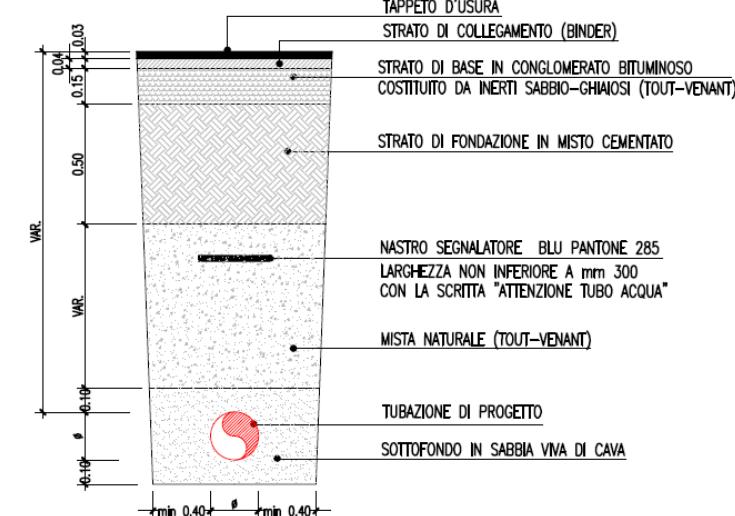


# URBANO - MIGLIORAMENTI CIPP vs SCAVO APERTO

CATEGORIE di IMPATTO	DN200	DN500	DN800	DN1200
CLIMATE CHANGE	87 ± 4%	66 ± 9%	50 ± 12%	36 ± 14%
FOSSIL DEPLETION	91 ± 3%	77 ± 7%	65 ± 11%	53 ± 17%
IONISING RADIATION	93 ± 2%	84 ± 5%	78 ± 7%	70 ± 10%
PARTICULATE MATTER FORMATION	90 ± 3%	73 ± 8%	61 ± 11%	48 ± 13%
PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION	89 ± 3%	71 ± 9%	57 ± 12%	42 ± 16%
TERRESTRIAL ACIDIFICATION	90 ± 3%	73 ± 8%	59 ± 11%	45 ± 14%

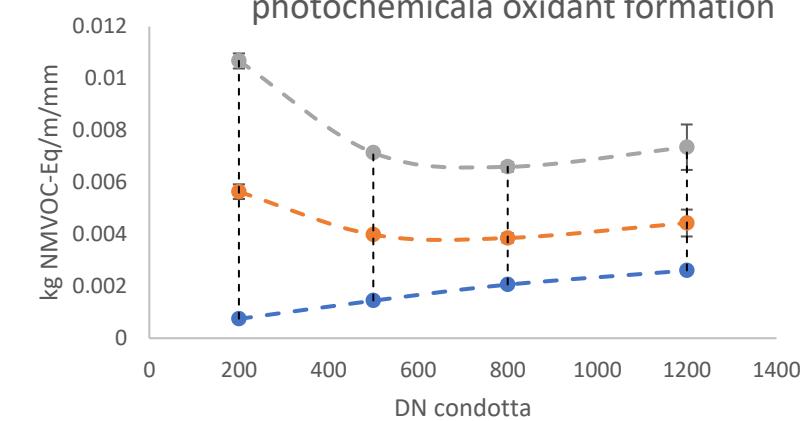
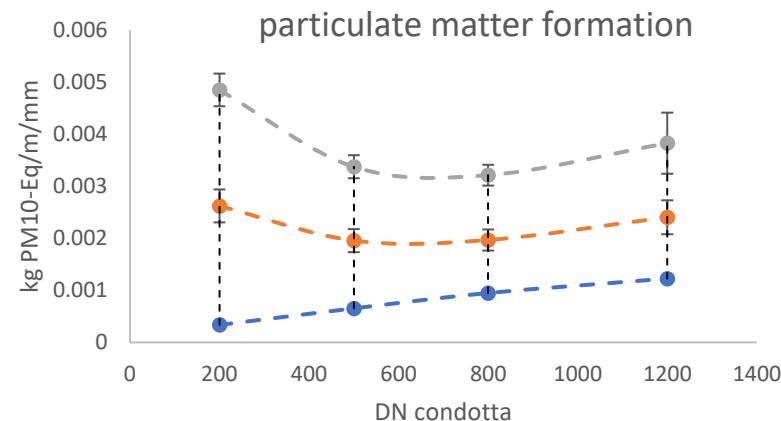
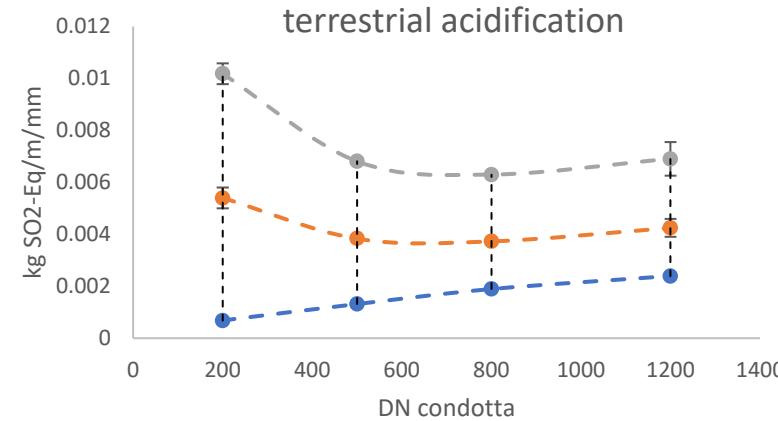
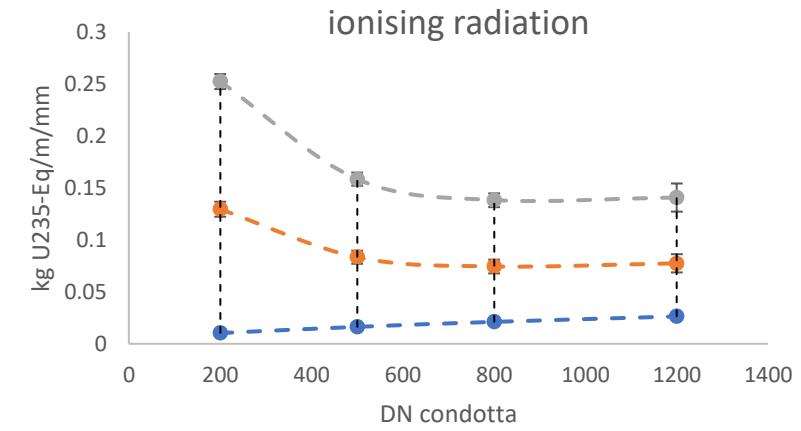
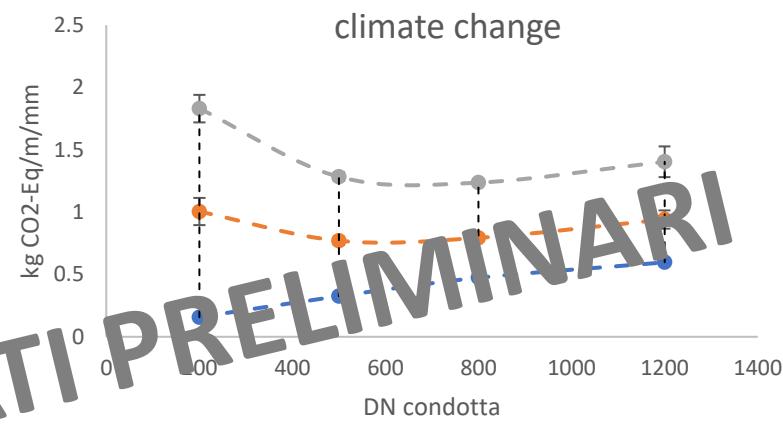
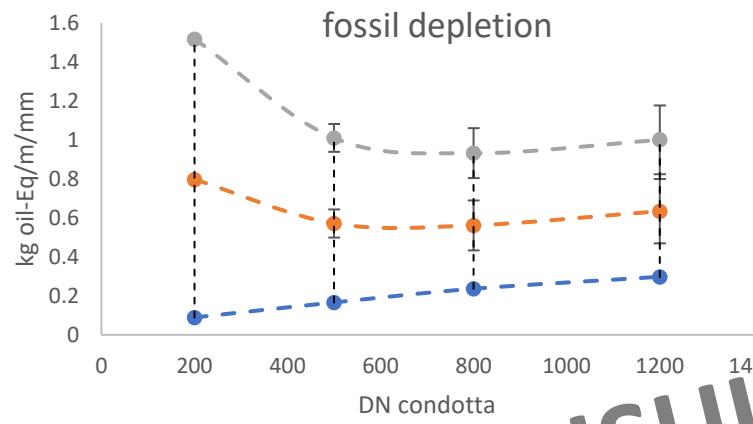


SEZIONE DI SCAVO TIPO IN SEDE STRADALE  
(per tubi  $\leq \phi 400$ )  
Scala 1:20



# URBANO – NORMOGRAMMI

— ● — CIPP     — ● — SA no rimozione     — ● — SA si rimozione



# **INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DELL'ANALISI DI CICLO DI VITA – CONTESTO PERIURBANO**

# PERIURBANO – NORMALIZZAZIONE DEGLI IMPATTI



*IMPATTI DOVUTI AL RISANAMENTO O SOSTITUZIONE DI 100 METRI DI CONDOTTA NORMALIZZATI SULL'IMPATTO PROVOCATO DA UN EUROPEO MEDIO NELL'ANNO 2010*

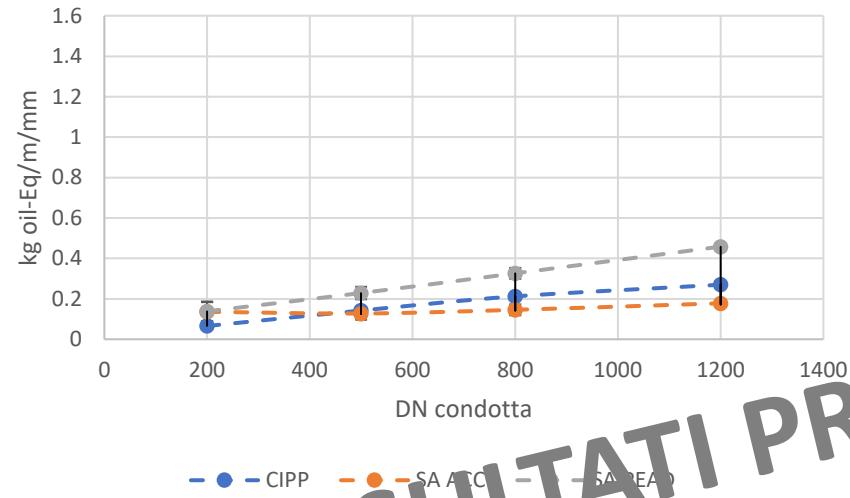
CATEGORIE DI IMPATTO	INDICAZIONE QUALITATIVA DI PRIORITA'	DN200	DN500	DN800	DN1200
FOSSIL DEPLETION	+	2.7815	9.0381	19.1639	38.6837
PHOTOCHEMICAL OXIDANT FORMATION	+	1.7060	4.1265	8.2150	17.1557
CLIMATE CHANGE	-	0.8547	2.3843	4.7625	9.9556
FRESHWATER ECOTOXICITY	-	0.2485	0.6440	1.4428	3.1756
FRESHWATER EUTROPHICATION	-	0.436	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

RISULTATI PRELIMINARI

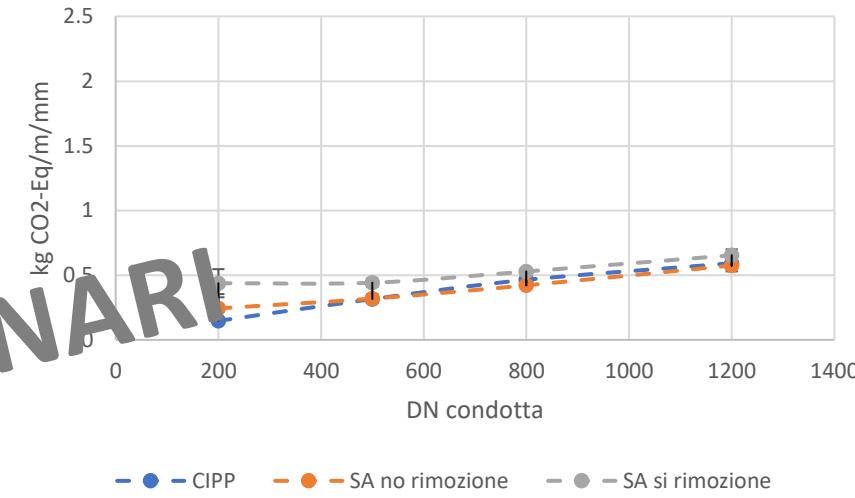
# PERIURBANO – NORMOGRAMMI



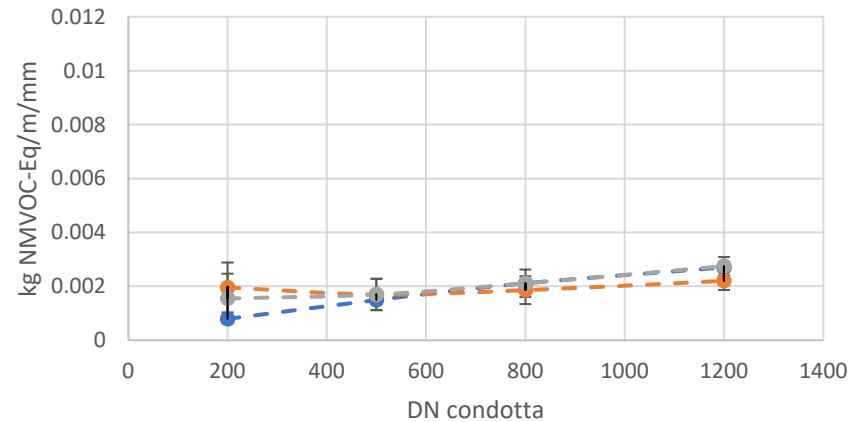
fossil depletion



climate change



photochemical oxidant formation



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

1. Analisi di sensitività per ponderare la rilevanza di dati ed ipotesi
2. Modellazione rappresentativa nel caso di tratti di fognatura
3. Studio su tecnica Trivellazione Orizzontale Controllata e MICROTUNNELING per posa di nuove condotte

## CONCLUSIONI ATTUALI (WORK IN PROGRESS)

La tecnica CIPP sembra mostrare notevoli miglioramenti di performance ambientali in contesti urbani, dove, spesso, è l'unica soluzione praticabile.

Climate change e fossil depletion sembrano tra le categorie principalmente impattate e rilevanti per la roadmap verso le low-carbon utilities

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

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

[c.andreola@pm.univpm.it](mailto:c.andreola@pm.univpm.it), [a.l.eusebi@staff.univpm.it](mailto:a.l.eusebi@staff.univpm.it),  
[g.darvini@staff.univpm.it](mailto:g.darvini@staff.univpm.it), [f.fatone@staff.univpm.it](mailto:f.fatone@staff.univpm.it)

[Clicca qui e dicci la tua!](#)

