


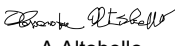




RAPPORTO SUI GHG					
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO "RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"					
COD. DOC. RR18	LOTTO 00	FASE ENTE P34	DOCUMENTO RHXX0000003	REV. A	FOGLIO 1 di 40

RAPPORTO SUI GHG

APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA PER LA MISURA DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA SU BASE PROGETTUALE, GENERATE DALLA REALIZZAZIONE DI INFRASTRUTTURE CON RIFERIMENTO AI REQUISITI DELLA NORMA UNI EN ISO 14064-1

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA
ARRICCHITO**

**“RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA.
LOTTO 2: PC POLVERIERA – PC VILLASPECIOSA”**

A	19/12/24	Emissione Esecutiva	 A. Errico Sostenibilità	 A. Altobello Sostenibilità	 F.V. Catania Sostenibilità	 S. Martini Sostenibilità
			 P. Reali Sistemi HSQE	 A. Lattanzi Sistemi HSQE		
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	AUTORIZZAZIONE

RAPPORTO SUI GHG					
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO "RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"					
COD. DOC. RR18	LOTTO 00	FASE ENTE P34	DOCUMENTO RHXX0000003	REV. A	FOGLIO 2 di 40

INDICE

RAPPORTO SUI GHG	1
APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA PER LA MISURA DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA SU BASE PROGETTUALE, GENERATE DALLA REALIZZAZIONE DI INFRASTRUTTURE CON RIFERIMENTO AI REQUISITI DELLA NORMA UNI EN ISO 14064-1	1
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO	1
"RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA. LOTTO 2: PC POLVERIERA – PC VILLASPECIOSA"	1
I SEZIONE – SCOPO, DOCUMENTI CORRELATI, ACRONIMI, TERMINI E DEFINIZIONI	4
I.1 SCOPO DEL RAPPORTO.....	4
I.2 CAMPO DI APPLICAZIONE.....	4
I.3 DOCUMENTI CORRELATI	4
I.4 ACRONIMI.....	7
I.5 TERMINI E DEFINIZIONI.....	7
II SEZIONE – LA PARTE RESPONSABILE E I CONFINI DELLA RENDICONTAZIONE	11
II.1 LE POLITICHE E STRATEGIE RELATIVE AL CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI DI GHG	11
II.2 PERSONALE COINVOLTO NELLA REDAZIONE DEL RAPPORTO SUI GHG	12
III SEZIONE – DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA	13
III.1 PERIODO DI TEMPO COPERTO DAL RAPPORTO	13
III.2 PERIMETRO DELLA METODOLOGIA E SIGNIFICATIVITÀ DELLE SORGENTI DI EMISSIONE	14
III.3 L'ANALISI DELLE FONTI DI EMISSIONE	15
III.4 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI QUANTIFICAZIONE DEI GHG	16
III.5 ACCURATEZZA DELLA MISURA.....	17
III.6 AGGREGAZIONE DELLE MISURE DELLE EMISSIONI (INVENTARI)	17
III.7 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ ALLA NORMA UNI EN ISO 14064-1:2019	17
IV SEZIONE - LA DESCRIZIONE DEL PROGETTO	18
V SEZIONE – APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA	21
V.1 I FATTORI DI EMISSIONE DI CO ₂ E.....	21
V.2 DEFINIZIONE DEI MATERIALI (CLASSE 1).....	21
V.3 IPOTESI PER IL TRASPORTO DEI MATERIALI E DEI RIFIUTI O DEI SOTTOPRODOTTI (CLASSE 2)	22
V.4 LAVORAZIONI DI CANTIERE (CLASSE 3).....	22
VI SEZIONE – RISULTATI ORIGINATI DAL CALCOLO	23
VI.1 INVENTARIO N.1: CATEGORIE SECONDO NORMA UNI EN ISO 14064-1:2019	23
VI.2 INVENTARIO N.1A: CARATTERIZZAZIONE EMISSIONI DIRETTE	24
VI.3 INVENTARIO N.2: CLASSE DI EMISSIONE PER FONTE	24
VI.4 INVENTARIO N.3: EMISSIONI PER MATERIALE	25
VI.5 INVENTARIO N.4: EMISSIONI PER TIPOLOGIA DI OPERE E PARTI D'OPERA.....	26
VI.6 CONFRONTO TRA SCENARI.....	32
VI.7 ANALISI DI SENSITIVITÀ.....	35
VII SEZIONE - CONCLUSIONI	37

RAPPORTO SUI GHG					
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO "RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"					
COD. DOC. RR18	LOTTO 00	FASE ENTE P34	DOCUMENTO RHXX0000003	REV. A	FOGLIO 3 di 40

VII.1	INTERPRETAZIONE E CONTESTUALIZZAZIONE DEI RISULTATI	37
VII.2	VALORIZZAZIONE DELLA METODOLOGIA PER LA MISURA DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA.....	37
VIII	SEZIONE – CORRELAZIONE DEL PRESENTE REPORT CON LA NORMA UNI EN ISO 14064-1	39

RAPPORTO SUI GHG					
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO "RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"					
COD. DOC. RR18	LOTTO 00	FASE ENTE P34	DOCUMENTO RHXX0000003	REV. A	FOGLIO 4 di 40

I SEZIONE – SCOPO, DOCUMENTI CORRELATI, ACRONIMI, TERMINI E DEFINIZIONI

I.1 SCOPO DEL RAPPORTO

Lo scopo del Rapporto è quello di descrivere l'applicazione della metodologia per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra generate dalle attività di realizzazione, fino alla messa in servizio ed alla consegna al Committente, della linea ferroviaria relativa al Progetto di Fattibilità Tecnica Economica Arricchito "Raddoppio Decimomannu – Villamassargia. Lotto 2". Il Progetto prevede il raddoppio ferroviario della linea storica tra Villaspeciosa-Uta e Siliqua, per uno sviluppo complessivo di circa 5,5 km, che insieme alla realizzazione degli altri tre lotti migliorerà la sicurezza della linea e produrrà un recupero dei tempi di percorrenza propedeutico alla finalizzazione del raddoppio completo dei collegamenti Villamassargia – Cagliari.

I.2 CAMPO DI APPLICAZIONE

Il campo di applicazione è costituito dalle attività necessarie per la realizzazione del raddoppio della tratta ferroviaria, come indicato nel par. III.2 "Perimetro della metodologia e significatività delle sorgenti di emissione". Tali attività sono state dedotte dal Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Arricchito redatto da ITF.

Commessa:	RR09.2T02
Codice Documentale:	RR18
Committente:	RFI - Rete Ferroviaria Italiana
Tipo di progetto:	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Arricchito

I.3 DOCUMENTI CORRELATI

Documenti societari relativi al Sistema di Gestione

N°	Titolo documento	codifica	rev.
1.	Politica per la Sostenibilità	CO n. 162.1/AD	04/11/2022
2.	Sistema dei processi e delle procedure di Italferr	CO n.169.1/AD	01/06/2022
3.	Procedura audit sui sistemi di gestione, non conformità e reclami	CO n. 177/AD	07/12/2022
4.	Procedura di codifica per la progettazione, computazione e salizzazione delle WBS"	CO. n. 2871.1 DRUO	07/11/2022

Documenti societari relativi alla metodologia per la misura delle emissioni di gas serra

N°	Titolo documento	codifica	rev.
1.	Metodologia per la misura delle emissioni di gas serra su base progettuale, generate dalla realizzazione di infrastrutture con riferimento ai requisiti della norma UNI EN ISO 14064-1	PPA.0000867	K

RAPPORTO SUI GHG					
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO "RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"					
COD. DOC. RR18	LOTTO 00	FASE ENTE P34	DOCUMENTO RHXX0000003	REV. A	FOGLIO 5 di 40

2.	Registro Progetti per i quali è stata verificata con ente terzo l'applicazione della metodologia di calcolo della CO ₂ (All. 1 alla PPA.0000867)	PPA.0001500	E
3.	Schema per la redazione del "Rapporto sui GHG" (All. 2 alla PPA.0000867)	PPA.0001501	D
4.	Schema per la redazione della Gestione della Qualità dell'inventario dei GHG (All. 3 alla PPA.0000867)	-	A
5.	Elenco Fattori di emissione dei materiali e delle fonti energetiche e pesi specifici di volume dei materiali	PPA.0001207	K
6.	Tariffario della CO ₂	PPA.0004027	D

Documenti prodotti per l'applicazione della metodologia al Progetto di Fattibilità Tecnica Economica Arricchito Raddoppio Decimomannu – Villamassargia. Lotto 2

N°	Titolo documento	codifica	rev.
1.	Sommario delle quantità delle tariffe OO.CC., Armamento e II.TT. PFTE Arricchito Decimomannu-Villamassargia. Lotto 2	RR1800P34RHXX0000001	A
2.	Calcolo delle emissioni di GHG. PFTE Arricchito Decimomannu-Villamassargia Lotto2	RR1800P34RHXX0000002	A
3.	Rapporto sui GHG PFTE Arricchito Decimomannu-Villamassargia. Lotto 2	RR1800P34RHXX0000003	A
4.	Gestione della Qualità dell'inventario dei GHG PFTE Arricchito "Raddoppio Decimomannu – Villamassargia. Lotto 2"	RR1800P34PQMD0000001	A

Documenti di origine esterna

N°	Titolo documento	anno
1.	UNI EN ISO 14064-1:2019 "Gas ad effetto serra – Parte 1: Specifiche e guida, al livello dell'organizzazione, per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra e della loro rimozione"	2019
2.	Tariffe dei prezzi (o "listini") RFI	2024
3.	Database di origine esterna: come dettagliato nella PPA.0001207	2024

Principali elaborati progettuali presi a riferimento

Rif.	Titolo elaborato	codifica
1.	Elenco elaborati	RR1800P12EEMD0000001D

RAPPORTO SUI GHG					
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO "RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"					
COD. DOC.	LOTTO	FASE ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR18	00	P34	RHXX0000003	A	6 di 40

2.	Relazione Tecnica Generale	RR1800P12RGMD0000001C
3.	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo - Relazione Generale	RR1800P12RGTA0000002C
4.	Siti di approvvigionamento e smaltimento - Relazione Generale	RR1800P12RHCA0000001A
5.	Corografia individuazione siti di approvvigionamento e smaltimento	RR1800P12CZCA0000001A
6.	Computi Metrici	
6.1	Opere Civili Computo metrico estimativo	RR1800P12CEOC0000001B
6.2	Impianti di Luce e Forza Motrice Computo metrico estimativo	RR1800P18CELF0000001B
6.3	Impianti di segnalamento Computo Metrico Estimativo IS-ACCM-ERTMS	RR1800P67CEAS0000001B
6.4	Impianti di telecomunicazioni Computo Metrico Estimativo telecomunicazioni	RR1800P58CETC0000001B
6.5	Impianti industriali Computo Metrico - Impianti Meccanici, Safety & Security	RR1800P12CMIT0000001B
6.7	Linea di Contatto Computo metrico estimativo	RR1800P06CMLC0000001B
6.8	Ambiente CME degli interventi di mitigazione	RR1800P12CMIA0000001C
7.	CME dei Materiali a Fornitura RFI	
7.1	Armamento Computo Metrico Estimativo Materiali in Fornitura RFI	RR1800P12CESF0000001
7.2	Impianti di Luce e Forza Motrice Computo Metrico Estimativo Materiali di fornitura RFI	RR1800P18DMLF0000001B
7.3	Impianti di segnalamento Computo Metrico Estimativo Materiali di fornitura RFI	RR1800P67CEAS0000002B
7.4	Impianti di telecomunicazioni Computo metrico estimativo Telecomunicazioni Materiali in Fornitura RFI	RR1800P58DMTC0000001B

RAPPORTO SUI GHG					
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO "RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"					
COD. DOC.	LOTTO	FASE ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR18	00	P34	RHXX0000003	A	7 di 40

7.5	Linea di Contatto	RR1800P06DMLC0000001C
	Computo metrico estimativo in Fornitura RFI	

1.4 ACRONIMI

- **BIM:** Building Information Modeling
- **CME:** Computi Metrici Estimativi
- **EPD:** Environmental Product Declaration (Dichiarazione Ambientale di Prodotto)
- **GHG:** Greenhouse Gases (Gas ad effetto serra)
- **HSQE:** SO HSQE Sistemi e Certificazioni
- **II.TT.:** Impianti Tecnologici
- **ITF:** Italferr S.p.A.
- **OO.CC.:** Opere Civili
- **PC:** Posto di Comunicazione
- **PFTE:** Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica
- **RFI:** Rete Ferroviaria Italiana
- **SO:** Struttura Organizzativa
- **SOST:** SO Sostenibilità
- **TE:** Trazione Elettrica
- **WBS:** Work Breakdown Structure

1.5 TERMINI E DEFINIZIONI

- **Gas ad effetto serra; GHG:** costituente gassoso dell'atmosfera, sia naturale sia di origine antropica, che assorbe ed emette radiazioni a specifiche lunghezze d'onda all'interno dello spettro delle radiazioni a infrarossi emesse dalla superficie terrestre, dall'atmosfera e dalle nubi (3.1.1 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
Nota 1. Per l'elenco dei GHG consultare l'ultimo Rapporto di valutazione IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).
Nota 2. Come i GHG naturali anche il vapore acqueo e l'ozono sono antropogenici, ma, date le difficoltà, nella maggior parte dei casi, nell'isolare i componenti del riscaldamento globale nell'atmosfera prodotti dall'uomo e attribuibili alla loro presenza, non sono inclusi tra i GHG ufficiali.
- **Sorgente di gas ad effetto serra; Sorgente di GHG:** processo che rilascia un GHG nell'atmosfera (3.1.2 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Assorbitore di gas ad effetto serra; Assorbitore di GHG:** processo che rimuove un GHG dall'atmosfera (3.1.3 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Emissione di gas ad effetto serra; Emissione di GHG:** rilascio di un GHG nell'atmosfera (3.1.5 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Rimozione di gas ad effetto serra; Rimozione di GHG:** prelievo di un GHG dall'atmosfera attraverso l'uso di assorbitori di GHG (3.1.6 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Fattore di emissione di gas ad effetto serra, fattore di emissione di GHG:** coefficiente che mette in relazione i dati di attività dei GHG con l'emissione di GHG (3.1.7 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).

RAPPORTO SUI GHG					
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO "RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"					
COD. DOC. RR18	LOTTO 00	FASE ENTE P34	DOCUMENTO RHXX0000003	REV. A	FOGLIO 8 di 40

- **Fattore di rimozione di gas ad effetto serra; Fattore di rimozione di GHG:** coefficiente che mette in relazione i dati di attività dei GHG con la rimozione di GHG (3.1.8 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Emissione diretta di gas ad effetto serra; Emissione diretta di GHG:** emissione di GHG da sorgenti di GHG di proprietà o controllate dall'organizzazione (3.1.9 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Emissione indiretta di gas ad effetto serra; Emissione indiretta di GHG:** emissione di GHG che si configura come una conseguenza delle operazioni e delle attività di una organizzazione, ma che si genera da sorgenti di GHG che non sono di proprietà o controllate dall'organizzazione (3.1.11 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Potenziale di riscaldamento globale; GWP:** indice, basato sulle proprietà radiative dei GHG, che misura la forza radiante dopo un'emissione di impulsi di un'unità di massa di un dato GHG nell'atmosfera di oggi integrato in un determinato orizzonte temporale, rispetto a quello del biossido di carbonio (CO₂) (3.1.12 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Biossido di carbonio equivalente; CO₂e:** unità di comparazione della forza radiante di un GHG con quella del biossido di carbonio (3.1.13 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
Nota Il biossido di carbonio equivalente è calcolato utilizzando la massa di un dato GHG moltiplicata per il suo potenziale di riscaldamento globale.
- **Dati primari:** valore quantificato di un processo o di un'attività derivante da una misurazione diretta o da un calcolo basato su misurazioni dirette (3.2.2 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
Nota I dati primari possono comprendere i fattori di emissione di GHG o i fattori di rimozione di GHG e/o i dati di attività di GHG.
- **Dati secondari:** dati ottenuti da sorgenti diverse dai dati primari (3.2.4 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
Nota Queste sorgenti possono includere database e letteratura pubblicata validata dalle autorità competenti.
- **Dichiarazione relativa ai gas ad effetto serra; Dichiarazione relativa ai GHG; SCONSIGLIATO:** asserzione sui GHG: affermazione obiettiva e basata sui fatti che fornisce l'oggetto per la verifica e la validazione (3.2.5 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
 - La dichiarazione relativa ai GHG potrebbe essere presentata in un determinato momento o coprire un periodo di tempo.
 - La dichiarazione relativa ai GHG fornita dalla parte responsabile dovrebbe essere chiaramente identificabile, in grado di essere esaminata o misurata coerentemente rispetto ad appropriati criteri da parte di un verificatore o validatore.
 - La dichiarazione relativa ai GHG potrebbe essere fornita nella forma di un rapporto sui GHG o di un piano di progetto relativo ai GHG
- **Inventario dei gas ad effetto serra; Inventario dei GHG:** elenco delle sorgenti di GHG e assorbitori di GHG e delle rispettive emissioni e rimozioni quantificate (3.2.6 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Progetto relativo ai gas ad effetto serra, progetto GHG:** una o più attività che alterano le condizioni di una baseline di GHG causando riduzioni delle emissioni di GHG o aumenti della rimozione di GHG (3.2.7 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Rapporto sui gas ad effetto serra; Rapporto sui GHG:** documento autonomo destinato a comunicare informazioni relative ai GHG di un'organizzazione o di un progetto sui GHG ai suoi utilizzatori previsti (3.2.9 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
Nota Un rapporto sui GHG può comprendere una dichiarazione relativa ai GHG.
- **Anno di riferimento:** periodo storico specifico identificato per confrontare le emissioni di GHG, le rimozioni di GHG o altre informazioni relative ai GHG nel tempo (3.2.10 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).

RAPPORTO SUI GHG					
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO "RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"					
COD. DOC. RR18	LOTTO 00	FASE ENTE P34	DOCUMENTO RHXX0000003	REV. A	FOGLIO 9 di 40

- **Monitoraggio:** valutazione continua o periodica delle emissioni di GHG, delle rimozioni di GHG o di altri dati relativi ai GHG (3.2.10 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Incertezza:** Parametro associato al risultato di una quantificazione che caratterizza la dispersione dei valori che potrebbe essere ragionevolmente attribuita al valore quantificato. (3.2.13 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
Nota Generalmente, le informazioni relative alle incertezze offrono una stima quantitativa della probabile dispersione dei valori e una descrizione qualitativa per le probabili cause della dispersione.
- **Biomassa:** Materiale di origine biologica, a esclusione del materiale integrato nelle formazioni geologiche e di quello trasformato in materiale fossile (3.3.1 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
Nota La biomassa include materiale organico (sia vivo che morto), come alberi, colture, erbe, scarti di alberi, alghe, animali, concimi e rifiuti di origine biologica.
- **Emissione di GHG biogenica antropogenica:** Emissione di GHG proveniente da materiale biogenico come conseguenza delle attività umane (3.3.4 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Emissione di GHG biogenica non antropogenica:** Emissione di GHG proveniente da materiale biogenico causata da disastri naturali (come incendi boschivi o infestazioni da insetti) o evoluzione naturale (come crescita, decomposizione) (3.3.7 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Installazione:** impianto singolo o serie di impianti o processi di produzione (fissi o mobili) che possono essere definiti all'interno di un singolo confine geografico, di un'unità organizzativa o di un processo produttivo (3.4.1 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Organizzazione:** Persona o gruppo di persone dotato di proprie funzioni con responsabilità, autorità e interrelazioni per conseguire i propri obiettivi (3.4.2 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
Nota Il concetto di organizzazione include, ma non è limitato a, ditte individuali, società, corporazioni, aziende, imprese, autorità, partenariati, associazioni, enti benefici o istruzioni, o parti di combinazioni delle stesse, siano esse incorporate o meno, pubbliche o private.
- **Parte responsabile:** Persona o persone responsabili della realizzazione dell'asserzione relativa ai gas effetto serra e del supporto alle informazioni sui GHG (3.4.3 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
Nota La parte responsabile può essere indipendente o rappresentativa di un'organizzazione o progetto, e può essere la parte che assume il verificatore o il validatore.
- **Utilizzatore previsto:** singolo individuo od organizzazione identificato da coloro che comunicano le informazioni relative ai GHG come colui che si basa su tali informazioni per prendere decisioni (3.4.4 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
Nota L'utilizzatore previsto può essere il cliente, la parte responsabile, l'organizzazione stessa, gli amministratori del programma relativo ai GHG, i legislatori, la comunità finanziaria o altre parti interessate coinvolte, come le comunità locali, i dipartimenti governativi, le organizzazioni pubbliche generali o quelle non governative.
- **Uso previsto dell'inventario dei GHG:** obiettivo principale o programma definito dall'organizzazione per quantificare le proprie emissioni di GHG e le rimozioni di GHG nel rispetto delle esigenze dell'utilizzatore previsto (3.4.6 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Confine dell'organizzazione:** insieme di attività o installazioni in cui un'organizzazione esercita un controllo operativo o finanziario o detiene una equa ripartizione (3.4.6 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Confine di rendicontazione:** insieme di emissioni di GHG o di rimozioni di GHG rendicontate dall'interno dei confini dell'organizzazione, ed emissioni indirette significative che sono una conseguenza delle operazioni e delle attività dell'organizzazione (3.4.8 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Verifica:** processo di valutazione di un'asserzione di dati e informazioni storiche volto a determinare se l'asserzione è materialmente corretta e rispetta i criteri (3.4.9 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).

COD. DOC. RR18	LOTTO 00	FASE ENTE P34	DOCUMENTO RHXX0000003	REV. A	FOGLIO 10 di 40
-------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

- **Validazione:** processo di valutazione della ragionevolezza delle assunzioni, delle limitazioni e dei metodi che supportano una dichiarazione sull'esito di attività future (3.4.10 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Verificatore:** persona competente e indipendente con la responsabilità di eseguire e rendicontare una verifica (3.4.11 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Validatore:** persona competente e indipendente con la responsabilità eseguire e rendicontare una validazione (3.4.12 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019).
- **Livello di garanzia:** grado di assicurazione sulla dichiarazione relativa ai GHG (3.4.13 da norma UNI EN ISO 14064-1:2019)
- **Emissioni di combustione:** le emissioni di GHG prodotte durante la reazione esotermica di un combustibile con l'ossigeno (linee guida comunitarie EU ETS - Decisione 2007/589/CE).
- **Emissioni di processo:** emissioni di GHG diverse dalle «emissioni di combustione», risultanti da reazioni volute e non volute tra sostanze o dalla loro trasformazione, comprese la riduzione chimica o elettrolitica di minerali metallici, la decomposizione termica di sostanze e la formazione di sostanze da utilizzare come prodotti o come cariche (linee guida comunitarie EU ETS - Decisione 2007/589/CE).

Altre definizioni:

- **Categorie d'opera:** sono costituite dalle famiglie: viadotto, galleria naturale, galleria artificiale, trincea, ecc.
- **Progetto di Fattibilità Tecnico Economica (PFTE):** livello di progettazione preliminare che può essere "per iter" o "per gara" (quest'ultimo anche detto "PFTE+" o "arricchito").
- **Environmental product declaration (EPD):** documento che descrive gli impatti ambientali legati alla produzione di un prodotto o servizio.
- **Life cycle assessment (LCA):** metodologia che valuta gli impatti di un prodotto o servizio associabili al suo intero ciclo di vita.

RAPPORTO SUI GHG					
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO "RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"					
COD. DOC. RR18	LOTTO 00	FASE ENTE P34	DOCUMENTO RHXX0000003	REV. A	FOGLIO 11 di 40

II SEZIONE – LA PARTE RESPONSABILE E I CONFINI DELLA RENDICONTAZIONE

Italferr, società del Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, incarna il successo della grande ingegneria italiana, consolidatasi in 40 anni di esperienze nei grandi progetti infrastrutturali per il settore ferroviario convenzionale e per quello ad Alta Velocità, nel trasporto metropolitano e stradale, nella progettazione di porti e stazioni, in Italia e all'estero. Dalla progettazione fino agli appalti, alla direzione e supervisione dei lavori, al collaudo e alla messa in servizio di linee, stazioni, centri intermodali e interporti, al project management, alle consulenze organizzative, al training e al trasferimento di know-how specialistico ed innovativo.

Italferr sviluppa le progettazioni e cura l'affidamento degli appalti in nome e per conto del committente, esegue la gestione dei progetti e la supervisione della costruzione in tutti i grandi investimenti ferroviari del Gruppo FS Italiane, partecipa a gare di Progettazione, Direzione e Supervisione Lavori, Project Management, Project Management Consulting in tutto il mondo.

L'offerta di servizi ad alto contenuto tecnico ed innovativo, un presidio globale dei progetti e delle attività affidate, il know-how specialistico e sistemico della migliore tradizione ingegneristica, i training formativi ed organizzativi per il management dei propri clienti, sono i principali fattori di successo della Società.

Un'efficace strategia di sviluppo del business e una presenza stabile nei Paesi in cui sono previsti importanti investimenti consentono ad Italferr di offrire sulla ribalta internazionale il suo bagaglio di esperienza e flessibilità e di competere con successo.

I principi di etica e sostenibilità sono alla base delle scelte strategiche, nella convinzione che solo la ricerca di un equilibrio tra aspetti tecnici, economici, sociali e ambientali possa portare a uno sviluppo solido e duraturo.

Italferr è la parte responsabile che sviluppa e applica in fase di progettazione la metodologia di seguito dettagliata, attraverso il calcolo della stima delle emissioni associabili alle attività incluse nel confine della rendicontazione.

In questa metodologia, il confine della rendicontazione è l'insieme delle attività necessarie alla progettazione e realizzazione di un'opera infrastrutturale (definito anche come Progetto) valutate in fase di progettazione coerentemente agli ambiti in cui opera Italferr. Per tanto le fasi di esercizio, manutenzione e fine vita delle infrastrutture, non sono contemplate nella metodologia e non sono incluse nella rendicontazione.

II.1 LE POLITICHE E STRATEGIE RELATIVE AL CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI DI GHG

Nello scenario globale complesso e particolarmente bisognoso di strategie capaci di garantire una crescita sostenibile e inclusiva in una visione del futuro incentrata sui temi dell'innovazione e della sostenibilità come volano di una nuova economia, efficiente nell'uso delle risorse, a basse emissioni di carbonio e resiliente ai cambiamenti climatici, anche l'ingegneria è chiamata a svolgere un ruolo chiave nella concreta ricerca e sviluppo di idee e soluzioni per il raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (Sustainable Development Goals – SDG) stabiliti dalle Nazioni Unite.

Italferr, in linea con il Modello di Governo della Sostenibilità del Gruppo FS, è impegnata da diversi anni nella ricerca di metodologie e protocolli per valorizzare le scelte sostenibili dei progetti

RAPPORTO SUI GHG					
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO "RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"					
COD. DOC.	LOTTO	FASE ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR18	00	P34	RHXX0000003	A	12 di 40

infrastrutturali sviluppati. Ha compiuto un percorso importante nell'individuazione di soluzioni efficaci per tradurre concretamente i principi di sostenibilità nell'ambito della realizzazione di opere infrastrutturali e per promuovere strategie innovative nel settore delle costruzioni.

Italferr ha tracciato nella "Politica per la Sostenibilità" i principi e gli indirizzi chiave che guidano la Società per compiere un'evoluzione responsabile del nostro modello di ingegneria capace di orientare il cambiamento alla sostenibilità ambientale, alla compatibilità economica ed all'innovazione sociale.

Nell'ambito delle iniziative volontarie volte a contribuire alla riduzione delle emissioni di Gas serra, Italferr, in linea con le politiche definite dalla Capogruppo, ha sviluppato una metodologia per la misura e la rendicontazione delle emissioni di gas serra su base progettuale, prodotte nelle attività di realizzazione delle nuove infrastrutture di trasporto. Attraverso essa, la Società punta a favorire lo sviluppo di azioni concrete mirate a garantire maggiore efficienza energetica, un uso sempre più ragionevole delle risorse impiegate e l'eliminazione di consumi irrazionali di energia da qualunque fonte.

II.2 PERSONALE COINVOLTO NELLA REDAZIONE DEL RAPPORTO SUI GHG

Il Gruppo di lavoro Italferr nel processo di calcolo e di quantificazione dell'impronta climatica è composto da:

- Altobello Alessandra, Catania Francesco Valerio, Errico Assunta (SOST)
- Lattanzi Alessandro, Paola Reali, Iannotta Elpidio, Quaresima Giovanni (HSQE)

Per gli approfondimenti relativi allo specifico progetto, e per la raccolta delle informazioni e degli elaborati progettuali prodotti dalle varie specialistiche, il Gruppo di Lavoro si è interfacciato con:

- Fleri Vincenzo Daniele (BIM Projects Coordination & Integration)

La responsabilità della quantificazione e della rendicontazione delle emissioni dei GHG del progetto è attribuita a:

- Martini Serena (Responsabile SOST).

III SEZIONE – DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA

La metodologia di Italferr per il calcolo delle emissioni di GHG generate dalle fasi realizzative dell'infrastruttura, coerentemente agli elaborati progettuali, è descritta nella Specifica Tecnica "Metodologia per la misura delle emissioni di gas serra su base progettuale, generate dalla realizzazione di infrastrutture con riferimento ai requisiti della norma UNI EN ISO 14064-1" (PPA.0000867 – rev. K). Tale metodologia consente di ottenere la misura dell'impronta climatica dell'infrastruttura, intesa come la somma delle emissioni originate nelle fasi di produzione dei materiali, di trasporto degli stessi al cantiere e di lavorazione previste per la realizzazione, ed è stata utilizzata per ottenere una stima delle emissioni GHG relative al Progetto di Fattibilità Tecnica Economica Arricchito oggetto del presente Rapporto.

In particolare, il calcolo delle emissioni tiene conto di un numero selezionato di materiali e componenti raccolti in cluster come riportato nel successivo par. V.2. I risultati ottenuti dalle precedenti applicazioni della metodologia su diversi progetti hanno, infatti, evidenziato come tali tipologie di materiali e di componenti contribuiscono alla quasi totalità delle emissioni originate dalla realizzazione di un'opera infrastrutturale.

III.1 PERIODO DI TEMPO COPERTO DAL RAPPORTO

Il progetto seguirà il seguente programma.

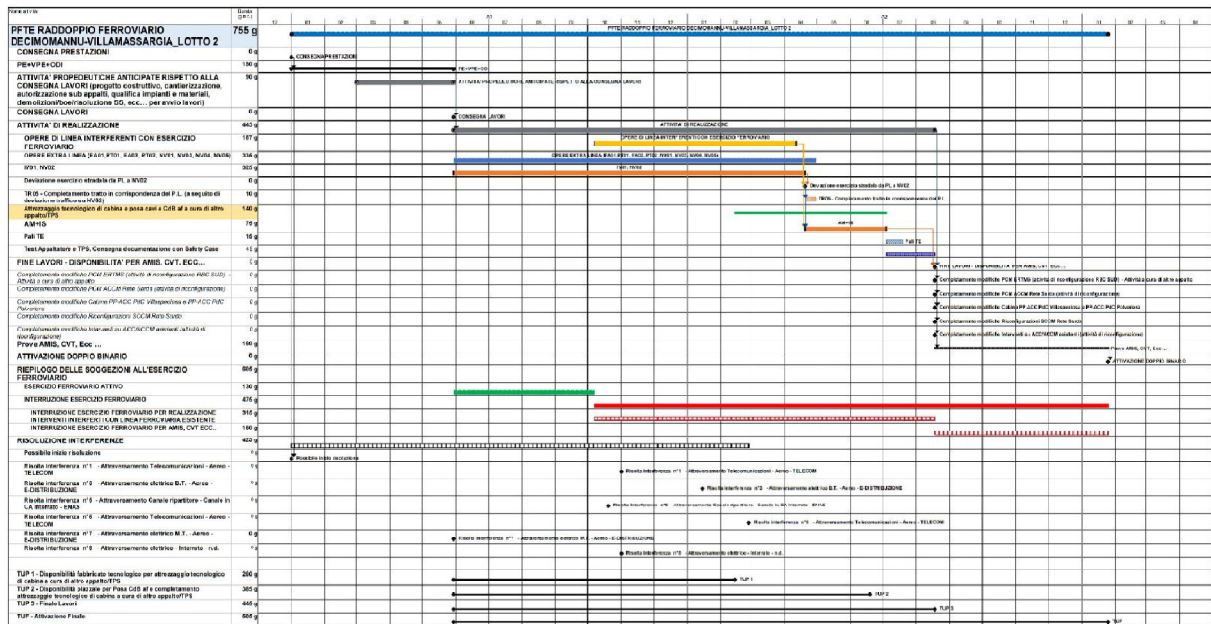


Figura 1 - Il cronoprogramma di progetto

Il processo di misura delle emissioni e l'individuazione degli inventari della CO₂e sono eseguiti su dati progettuali e specifici dello stesso progetto. L'arco temporale coperto dal seguente Rapporto segue quanto indicato nel cronoprogramma di progetto, pertanto non risulta applicabile l'identificazione di un anno di riferimento come previsto al par. 6.4 della Norma UNI EN ISO 14064-1:2019.

III.2 PERIMETRO DELLA METODOLOGIA E SIGNIFICATIVITÀ DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

La metodologia per il calcolo delle emissioni di gas serra è applicata al Progetto di Fattibilità Tecnica Economica Arricchito "Raddoppio Decimomannu-Villamassargia. Lotto 2: PC Polveriera – PC Villaspeciosa". L'intervento prevede la realizzazione del raddoppio della tratta compresa tra il km 3+460 circa ed il km 9 circa della Linea Storica per uno sviluppo complessivo di circa 5,5 km, prevedendo l'ampliamento del sedime della Linea Storica.

Il perimetro entro cui si sviluppa la metodologia include le attività che vengono eseguite durante le fasi realizzative delle opere/impianti, fino alla consegna dell'infrastruttura al Committente, come previsto dalla Specifica Tecnica "Metodologia per la misura delle emissioni di gas serra su base progettuale, generate dalla realizzazione di infrastrutture con riferimento ai requisiti della norma UNI EN ISO 14064-1".

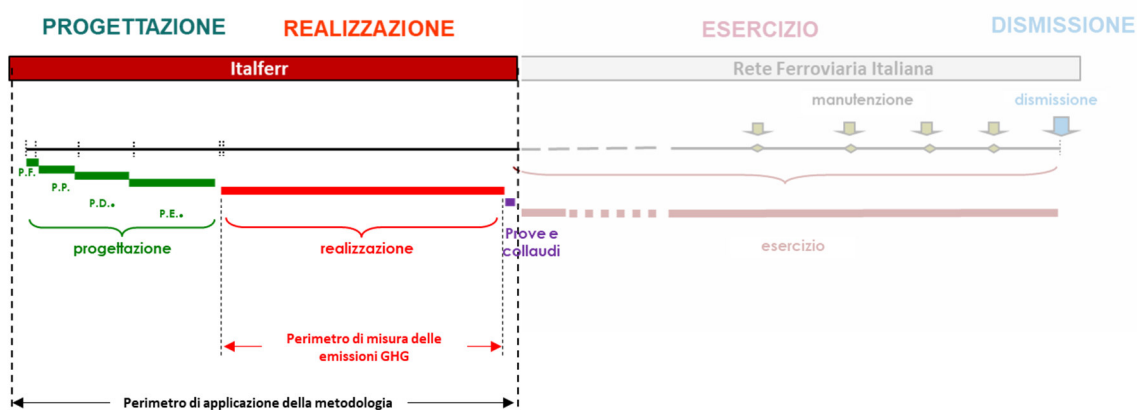


Figura 2 - Il perimetro di applicazione

Le sorgenti di GHG prese in esame dalla metodologia sono quelle che risultano maggiormente significative tra le attività incluse nel confine di rendicontazione e sono analizzate in coerenza alle informazioni progettuali disponibili al momento del calcolo.

Nell'ambito di tali confini, **non risultano esclusioni di sorgente o assorbitore di CO₂e** tali da influire in modo significativo sul valore calcolato.

Di seguito è riportata la struttura ad albero delle opere/impianti/attività che sono sotto il controllo di Italferr.

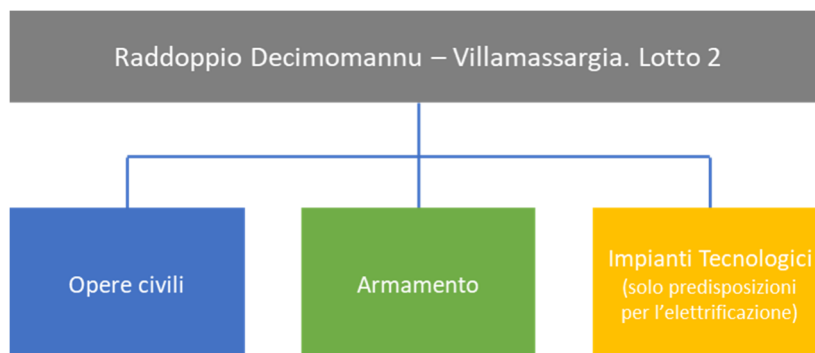


Figura 3 - La struttura ad albero delle opere sotto il controllo di Italferr

Le emissioni originate dalle attività di ufficio per lo sviluppo del progetto e quelle derivate dalle installazioni e dalla gestione del cantiere sono trascurabili rispetto alle altre emissioni prodotte. Le precedenti applicazioni hanno infatti dimostrato che la somma del loro contributo è inferiore all'1% delle emissioni totali.

Possono essere considerate trascurabili anche le emissioni originate dalle attività di collaudo delle opere (es. prove di carico su pali, su rilevati e su viadotti) e dalla messa in servizio della linea (passaggio del treno "Archimede"), dato che esse equivalgono allo 0,004% delle emissioni totali.

La **rimozione** di CO₂e dovuta agli interventi di riambientalizzazione e sistemazione a verde previsti in progetto ("assorbitori") si verificano durante la fase di esercizio della linea; per questo sono fuori perimetro di applicazione della metodologia.

Le attività previste dalla progettazione e dalla costruzione delle opere **non prevedono processi di combustione** di biomasse. I produttori dei materiali potrebbero prevedere l'uso di biomasse nei propri cicli produttivi, ma tale possibilità esula dall'ambito di influenza di Italferr, non conducendo la stessa attività di sorveglianza sui processi esterni al cantiere. Restano escluse dal perimetro di applicazione le emissioni biogeniche antropogeniche e le emissioni biogeniche non antropogeniche in quanto non sono presenti processi di decomposizione aerobici o anaerobici della biomassa e disastri naturali. Pertanto, le emissioni GHG rendicontate sulla base della presente metodologia si configurano univocamente come non biogeniche.

I **sottoservizi interferenti** ("interferenze" con acquedotti, reti telefoniche, etc.) restano esclusi dall'applicazione della metodologia in quanto afferenti alla realizzazione di opere necessarie per risolvere le interferenze di altre infrastrutture con l'opera ferroviaria, impattando unicamente sulle prime. Le opere di risoluzione delle interferenze non riguardano l'opera ferroviaria e sono realizzate dagli enti di competenza nelle fasi successive di sviluppo del progetto.

Nell'ambito del calcolo delle emissioni di CO₂e si definisce inoltre un limite applicativo pari all'80% del controvalore economico dell'opera.

III.3 L'ANALISI DELLE FONTI DI EMISSIONE

Le emissioni sono classificate nelle tre "classi" elencate nella tabella seguente. Per ciascuna di esse, la tabella esplicita la natura delle "Sorgenti di CO₂e".

Tabella 1 – Classe di emissione e corrispondenti sorgenti di CO₂e

CLASSE DI EMISSIONI	SORGENTI DI CO ₂ e
Classe 1 <i>Estrazione delle materie prime (preproduzione) e produzione industriale</i>	Emissioni originate dalla produzione dei singoli materiali nel ciclo lavorativo presso la fabbrica/ impianto/ cava e dalla loro messa a disposizione sul mercato
Classe 2 <i>Trasporto dei materiali e dei rifiuti o dei sottoprodotti verso e dal cantiere</i>	Processi di combustione e di consumo di energia elettrica richiesti dai macchinari, dalle attrezzature e dai mezzi
	Processi di combustione e di consumo di energia elettrica richiesti dai mezzi di trasporto (autocarri, locomotori, ecc.)

CLASSE DI EMISSIONI	SORGENTI DI CO ₂ e
Classe 3 <i>Realizzazione delle opere</i> Emissioni generate in cantiere nella fase di realizzazione delle opere (movimento terre, mezzi di cantiere, ecc.)	Processi di combustione e di consumo di energia elettrica richiesti dai macchinari e dalle attrezzature utilizzati in cantiere

III.4 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI QUANTIFICAZIONE DEI GHG

Il calcolo delle emissioni di CO₂e prevede l'applicazione del seguente algoritmo:

$$\sum_{i=1}^n Q_i \times FE_i$$

dove:

- **i** : perimetro di applicazione della metodologia;
- **Q_i** : quantità di energia o materiale attribuita alla specifica fonte di emissione (kWh di energia elettrica, t di acciaio, ecc.);
- **FE_i** : Fattore di emissione associato alla specifica fonte di emissione (tCO₂e/m, tCO₂e/m², ecc.).

I fattori di emissione richiamati dall'algoritmo sono reperiti da fonti ufficiali o riconosciute dalle comunità scientifiche, quali: università, enti pubblici, ministeri, o da banche dati fornite da enti privati.

Per ciascuna classe di emissioni riportata in tabella 1, si procede all'analisi quantitativa delle emissioni prodotte dalle rispettive sorgenti.

- **Classe N°1**: emissioni originate dall'estrazione delle materie prime (pre-produzione) e dalla successiva produzione industriale
La quantificazione è eseguita tenendo conto dei materiali e dei componenti desumibili dal progetto e, in particolare, dai Computi Metrici Estimativi;
- **Classe N°2**: emissioni originate dal trasporto dei materiali e dei rifiuti o dei sottoprodotti verso e dal cantiere
La valutazione delle distanze di approvvigionamento dei materiali dai luoghi di produzione (officina, stabilimenti, cave, ecc.) è stata sviluppata sulla base dell'esperienza maturata da Italferr in 40 anni di attività. Per ciascuna infrastruttura oggetto di valutazione, in base alla reale dislocazione geografica delle opere, si procede ove possibile ad un calcolo specifico delle distanze;
- **Classe N°3**: emissioni originate dalla realizzazione delle opere
Per la quantificazione delle quantità di energia elettrica o di carburante necessario al funzionamento dei macchinari e dalle attrezzature, si fa riferimento alle informazioni riportate

RAPPORTO SUI GHG					
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO "RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"					
COD. DOC. RR18	LOTTO 00	FASE ENTE P34	DOCUMENTO RHXX0000003	REV. A	FOGLIO 17 di 40

nelle voci di tariffa e all'esperienza maturata dalla Società in moltissimi anni di attività di Direzione Lavori, di Supervisione Lavori, di progettazione e controllo della cantierizzazione.

Lo sviluppo del "Tariffario della CO₂" ha permesso di costruire un inventario delle emissioni GHG relative a materiali, trasporti e lavorazioni prodotte in fase di costruzione delle opere infrastrutturali sulla base delle Voci di Tariffa RFI maggiormente ricorrenti nei progetti e più rilevanti in termini economici.

III.5 ACCURATEZZA DELLA MISURA

Il valore dell'accuratezza dal calcolo delle emissioni è pari a: $\pm 30\%$. Tale valore è definito sulla base di quanto riportato nella Specifica Tecnica "Metodologia per la misura delle emissioni di gas serra su base progettuale, generate dalla realizzazione di infrastrutture con riferimento ai requisiti della norma UNI EN ISO 14064-1" al par. III.4 per PFTE "per iter".

III.6 AGGREGAZIONE DELLE MISURE DELLE EMISSIONI (INVENTARI)

L'inventario delle emissioni viene sviluppato aggregando i dati in forme diverse quali, ad esempio:

1. sulla base delle categorie previste secondo la norma UNI EN ISO 14064-1:2019 applicabili per il progetto in analisi (emissioni dirette; emissioni indirette da energia elettrica, da produzione e trasporto di combustibile, e da materiali da costruzione)
 - o le emissioni dirette sono rappresentate in termini di CO₂e rispetto ai tre elementi fondamentali CO₂, N₂O, CH₄. Le sorgenti delle emissioni dirette non prevedono emissioni di altri gas costituenti i GHG (es. SF₆, NF₃, etc.).
2. articolato secondo le classi di emissione definite in tabella 1 (emissioni originate dalla produzione dei materiali, dal trasporto e dalle lavorazioni);
3. articolato per le tipologie di materiale (emissioni originate dagli inerti/aggregati, dal calcestruzzo/cemento, dall'acciaio, ecc.);
4. articolato per tipologie di opere/impianti (emissioni originate dalle opere civili, dall'armamento, e dagli II.TT.).

Negli inventari, la misura delle emissioni è espressa in tonnellate di CO₂e.

Gli inventari per lo specifico progetto sono riportati nella Sez. VI del presente Rapporto e riportano le emissioni esclusivamente non biogeniche come definito al par. III.2.

III.7 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ ALLA NORMA UNI EN ISO 14064-1:2019

Il presente Rapporto è stato redatto in riferimento ai principi della Norma UNI EN ISO 14064-1:2019 che Italferr applica ai progetti delle infrastrutture attraverso la Specifica Tecnica "Metodologia per la misura delle emissioni di gas serra su base progettuale, generate dalla realizzazione di infrastrutture con riferimento ai requisiti della norma UNI EN ISO 14064-1".

IV SEZIONE - LA DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Nel seguito verrà descritto il Progetto di Fattibilità Tecnica Economica Arricchito "Raddoppio Decimomannu – Villamassargia. Lotto 2", che insiste sulla linea su cui confluiscono i servizi Cagliari-Iglesias e Cagliari-Carbonia. In dettaglio, il Progetto è parte integrante degli interventi previsti nell'ambito dell'Accordo Quadro TPL tra RFI e Regione Sardegna per la realizzazione del raddoppio di binario tra le due località di servizio di Decimomannu e Villamassargia e la soppressione dei passaggi a livello esistenti, finalizzato a creare le condizioni per il miglioramento della sicurezza della linea, per un recupero dei tempi di percorrenza e per un incremento dell'offerta con un cadenzamento a 15' dei collegamenti Villamassargia – Cagliari.

Il Raddoppio dell'intera tratta "Decimomannu – Villamassargia" rientra tra le opere finanziate con i fondi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza ed è stato suddiviso in quattro tratte realizzabili separatamente. Nello specifico, la tratta 2, denominata Lotto 2, è quella interessata dal Progetto, oggetto della rendicontazione.

Il progetto di "Decimomannu – Villamassargia. Lotto 2" prevede l'ampliamento del sedime della Linea Storica mediante il raddoppio della tratta compresa tra i km 3+460 e 9 per uno sviluppo complessivo di circa 5,5 km. In dettaglio, l'intervento consiste nell'innalzamento del piano del ferro e nella realizzazione di due piazzali tecnologici, dei rispettivi fabbricati e delle rispettive viabilità di accesso. Inoltre, nell'ambito del progetto è inclusa anche la soppressione dell'attuale PL, la realizzazione di una nuova viabilità e del nuovo cavalcavia ferroviario funzionale allo scavalco della nuova linea ferroviaria.

Lungo la sua estensione il tracciato è costituito da basse trincee alternate a rilevati e si conclude a circa 4,3 km dalla stazione di Siliqua, dove è previsto il collegamento con la Linea Storica mediante una comunicazione funzionale al passaggio dal nuovo binario al singolo binario esistente.

Tra gli interventi progettuali gli impianti tecnologici prevedono anche alcune predisposizioni per la futura elettrificazione della linea. In particolare, è prevista la realizzazione dei plinti di fondazione TE e la fornitura e posa dei relativi sostegni.



Figura 4 - Inquadramento del Progetto del "Raddoppio Decimomannu – Villamassargia. Lotto 2"

Nell'immagine seguente si riporta un inquadramento dettagliato dello sviluppo del tracciato, da cui è possibile ricavare le informazioni principali relative a trincee e rilevati.



SVILUPPO TRACCIATO	Rilevati/Trincee	Opere rilevanti	Nuove Viabilità	Piazzi tecnologici	CVI (opera)
5,5 km	Rilevati: 3,8 km Trincee: 1,7 km	Cavalcaferrovia (270 m)	3,9 km	2 Fabbricati Tecnologici	87 Mln Finanziamento PNRR

Figura 5 – Inquadramento dello sviluppo del tracciato del "Raddoppio Decimomannu – Villamassargia. Lotto 2"

Nella tabella seguente, invece, si riporta la descrizione dettagliata di tutti gli altri elementi costituenti il progetto.

Tabella 2 – Opere principali in progetto

	VIABILITÀ STRADALE	
	Viabilità di ricucitura (NV01_A)	Intervento volto a adeguare la viabilità esistente con il nuovo assetto della linea ferroviaria di progetto. Lunghezza complessiva di 92,51 m.
	Viabilità di ricucitura (NV01_B)	Intervento volto a adeguare la viabilità esistente con il nuovo assetto della linea ferroviaria di progetto. Lunghezza complessiva di 1872,66 m.
	Nuova viabilità di ricucitura (NV02_A)	L'intervento, insieme alla viabilità NV02_B e NV02_C è volto all'adeguamento della nuova viabilità NV02, consentendo così la ricucitura della maglia viaria esistente e attraverso il nuovo cavalcaferrovia di progetto (IV01), di scavalcare la nuova linea ferroviaria. Lunghezza complessiva di 146,266 m.
	Nuova viabilità di ricucitura (NV02_B)	L'intervento, insieme alla viabilità NV02_A e NV02_C è volto all'adeguamento della nuova viabilità NV02, consentendo così la ricucitura della maglia viaria esistente e attraverso il nuovo cavalcaferrovia di progetto (IV01), di scavalcare la nuova linea ferroviaria. lunghezza complessiva di 146,266 m. Lunghezza complessiva di 68,716 m.
	Nuova viabilità (NV02_C)	L'intervento, insieme alla viabilità NV02_A e NV02_B è volto all'adeguamento della nuova viabilità NV02, consentendo così la ricucitura della maglia viaria esistente e attraverso il nuovo cavalcaferrovia di progetto (IV01), di scavalcare la nuova linea ferroviaria. Lunghezza complessiva di 804,686 m.
	Nuova viabilità (NV03)	L'intervento è volto a modificare la strada esistente progettando una nuova viabilità. Lunghezza complessiva di 656,479 m.
	Nuova viabilità (NV04)	L'intervento è volto a garantire l'accesso al piazzale PT01 del fabbricato tecnologico FA01. Lunghezza complessiva di 91,45 m.

RAPPORTO SUI GHG

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO
"RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"

COD. DOC.	LOTTO	FASE ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR18	00	P34	RHXX0000003	A	20 di 40

	Nuova viabilità (NV05)	L'intervento è volto a garantire l'accesso al piazzale PT02 del fabbricato tecnologico FA02. Lunghezza complessiva di 63,345m.
CAVALCAFERROVIA	Cavalcaferrovia (IV01)	L'intervento, parte integrante della viabilità NV02, è volto a permettere lo scavalco della nuova linea ferroviaria, a seguito della soppressione del passaggio a livello. Lunghezza complessiva di circa 270 m
FABBRICATI TECNOLOGICI	Fabbricato tecnologico (FA01) Fabbricato tecnologico (FA02)	I fabbricati hanno lo scopo di accogliere la strumentazione necessaria al funzionamento e gestione del raddoppio ferroviario

V SEZIONE – APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA

V.1 I FATTORI DI EMISSIONE DI CO₂e

I fattori di emissione utilizzati nella presente applicazione sono reperiti da fonti ufficiali o riconosciute dalle comunità scientifiche, quali: università, enti pubblici, ministeri, o da banche dati fornite da enti privati.

La principale banca dati utilizzata è Ecoinvent nella versione v.3.10, le cui voci, in alcuni casi, sono rielaborate con lo scopo di giungere ad una descrizione del processo più confacente al contesto di analisi (es: materiali compositi), come riportato nella PPA.0001207.

Le altre fonti utilizzate sono state:

- SINANET - ISPRA: "Fattori di emissione per la produzione ed il consumo di energia elettrica in Italia" (aggiornamento 2022)
- SINANET - ISPRA: "Fattori di emissione per le sorgenti di combustione stazionarie in Italia" (aggiornamento 2022)
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare: "Tabella parametri standard nazionali" (aggiornamento 2023)
- Global Warming Potential Values – IPCC VI AR GWP100a
- EPD emesse dai produttori e pubblicate da Program Operator come ad esempio Environdec.

V.2 DEFINIZIONE DEI MATERIALI (CLASSE 1)

Le emissioni sono quelle originate dall'estrazione delle materie prime (pre-produzione) e dalla successiva produzione industriale.

La valutazione delle quantità e tipologie è effettuata tenendo conto dei materiali e dei componenti desumibili dagli elaborati del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica Arricchito.

I cluster in cui sono stati raccolti i materiali considerati nell'applicazione dell'impronta climatica sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella 3 – Cluster materiali

N°	CLUSTER MATERIALI	DETTAGLIO
1	Acciai	Per armatura, per la carpenteria, per rotaia
2	Calcestruzzi	Calcestruzzi, cemento, ecc.
3	Inerti	Aggregati, pietrisco, sabbia, ecc.
4	Altro	Bitumi, vernici, additivi, gomme, ecc.
5	Non associabili ai materiali	-

RAPPORTO SUI GHG					
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO "RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"					
COD. DOC. RR18	LOTTO 00	FASE ENTE P34	DOCUMENTO RHXX0000003	REV. A	FOGLIO 22 di 40

Tabella 4 – Cluster materiali costituenti l'armamento

N°	CLUSTER MATERIALI
1	Rotaie, deviatori e organi di attacco
2	Traverse
3	Pietrisco per ballast
4	Altro
5	Non associabili ai materiali

N.B. le emissioni non associabili ai materiali provengono da attività in cui non è previsto l'utilizzo di materiali o il cui utilizzo non è esclusivamente associabile al progetto analizzato (ad esempio casseforme riutilizzabili, attività di scavo, ecc.).

V.3 IPOTESI PER IL TRASPORTO DEI MATERIALI E DEI RIFIUTI O DEI SOTTOPRODOTTI (CLASSE 2)

La valutazione delle distanze di approvvigionamento dei materiali dai luoghi di produzione (officina, stabilimenti, cave, ecc.) è stata sviluppata sulla base dell'esperienza maturata da Italferr in 40 anni di attività, tenendo conto ove possibile, della reale dislocazione geografica delle opere. Il trasporto dei rifiuti e dei sottoprodotti è valutato sulla base delle informazioni progettuali disponibili al momento del calcolo a proposito di queste attività.

V.4 LAVORAZIONI DI CANTIERE (CLASSE 3)

Per la determinazione delle quantità di carburante necessario al funzionamento dei macchinari e dalle attrezzature, si fa riferimento anche all'esperienza maturata dalla Società in moltissimi anni di attività di Direzione Lavori, di Supervisione Lavori, di progettazione e controllo della cantierizzazione.

VI SEZIONE – RISULTATI ORIGINATI DAL CALCOLO

La stima delle emissioni di CO₂e originate dalla realizzazione del "Raddoppio Decimomannu – Villamassargia. Lotto 2" è:

Tabella 5 – Emissioni di CO₂e

EMISSIONI DI CO ₂ e "Raddoppio Decimomannu – Villamassargia. Lotto 2"	tCO ₂ e
Emissioni di GHG	43.755
<i>Emissioni di GHG per km di linea (5,5 km)</i>	~ 7.956

VI.1 INVENTARIO N.1: CATEGORIE SECONDO NORMA UNI EN ISO 14064-1:2019

Le emissioni sono state raggruppate secondo le categorie previste dalla Norma UNI EN ISO 14064-1:2019 (par. 5.2.4) e applicabili per il progetto in analisi.

Tabella 6 – Inventario: Emissioni secondo Norma UNI EN ISO 14064-1:2019

CATEGORIE DI EMISSIONE	Classe	tCO ₂ e
1.Emissioni dirette derivanti dal processo di combustione di carburanti per lavorazioni e trasporti		~ 9.452
<i>a) originate dalle attività operative svolte in cantiere</i>	3	2.811
<i>b) originate dal trasporto materiali, dei rifiuti o dei sottoprodotti</i>	2	6.640
2.Emissioni indirette derivanti dal consumo di elettricità		-
<i>a) originate dalle attività operative svolte in cantiere</i>	3	-
<i>b) emissioni originate dal trasporto dei materiali, dei rifiuti o dei sottoprodotti se con energia elettrica</i>	2	-
3.Emissioni indirette derivanti da produzione e trasporto di combustibile		~ 2.747
<i>a) originate dalle attività operative svolte in cantiere</i>	3	~ 817
<i>b) originate dal trasporto materiali, dei rifiuti o dei sottoprodotti</i>	2	~ 1.930
4.Emissioni indirette derivanti dai materiali da costruzione		31.557
<i>a) originate dall'estrazione delle materie prime e dalla produzione industriale dei materiali da costruzione</i>	1	31.557
Totale		43.755

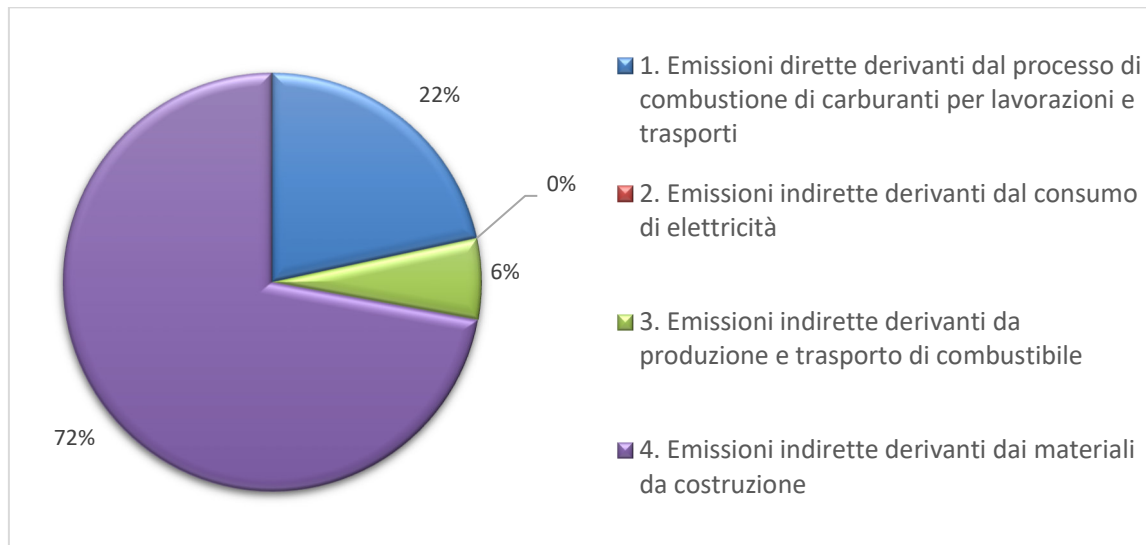


Figura 6 - Grafico ripartizione delle emissioni secondo Norma 14064-1:2019

VI.2 INVENTARIO N.1A: CARATTERIZZAZIONE EMISSIONI DIRETTE

Di seguito è riportata la caratterizzazione delle emissioni GHG dirette, rispetto ai tre elementi fondamentali CO₂, N₂O, CH₄ in termini di tCO₂e.

Tabella 7 – Inventario: Caratterizzazione emissioni dirette

CATEGORIE DI EMISSIONE	Classe	t CO ₂	t N ₂ O	t CH ₄
Emissioni dirette derivanti dal processo di combustione di carburanti per lavorazioni e trasporti		9.382	69	~ 0,4
<i>originate dalle attività operative svolte in cantiere</i>	3	~ 2.791	~ 21	0,1
<i>originate dal trasporto materiali, dei rifiuti o dei sottoprodotti</i>	2	~ 6.592	~ 49	~ 0,3

VI.3 INVENTARIO N.2: CLASSE DI EMISSIONE PER FONTE

Di seguito sono riportate i valori di emissione CO₂e suddivise per categorie di fonte di emissione, come definito nella Tabella 1.

Tabella 8 – Inventario: Emissioni suddivise per classe di emissione

CLASSE DI EMISSIONE	tCO ₂ e
Classe 1 Estrazione delle materie prime (pre-produzione) e produzione industriale	31.557
Classe 2 Trasporto dei materiali e dei rifiuti o dei sottoprodotti verso e dal cantiere	8.570
Classe 3 Realizzazione delle opere	3.628
Totale	43.755

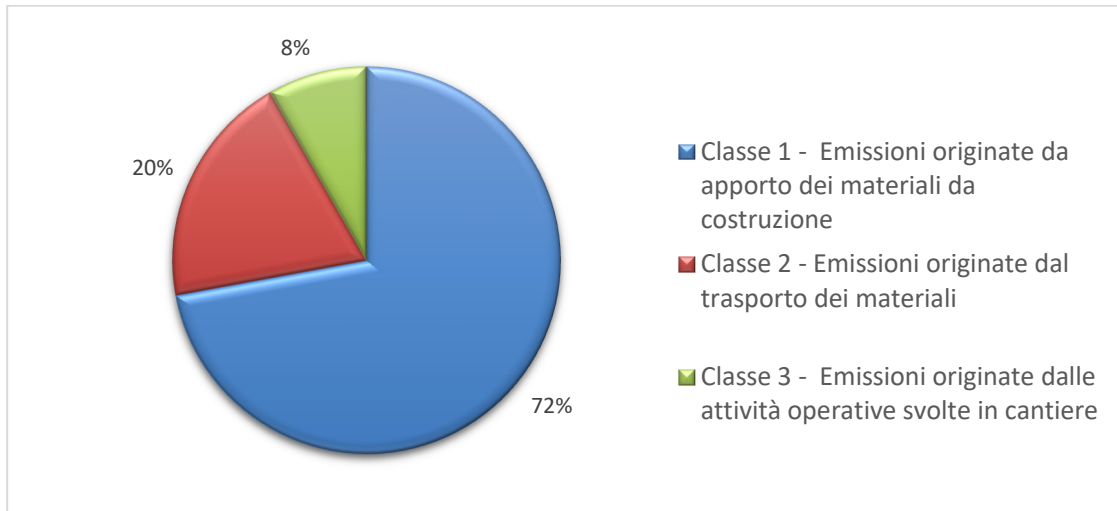


Figura 7 - Grafico ripartizione delle emissioni in classe di emissione

VI.4 INVENTARIO N.3: EMISSIONI PER MATERIALE

Di seguito sono riportate i valori di emissione CO₂e suddivise per cluster "materiale" (comprehensive degli apporti delle tre categorie di emissione: materiali, trasporti e lavorazioni).

Tabella 9 – Inventario: Emissioni suddivise per cluster materiale

CLUSTER MATERIALI	tCO ₂ e
Acciai	~ 16.721
Calcestruzzi	~ 11.691
Inerti	9.932
Altro	2.356
Non associabili ai materiali	~ 3.056
Totale	43.755

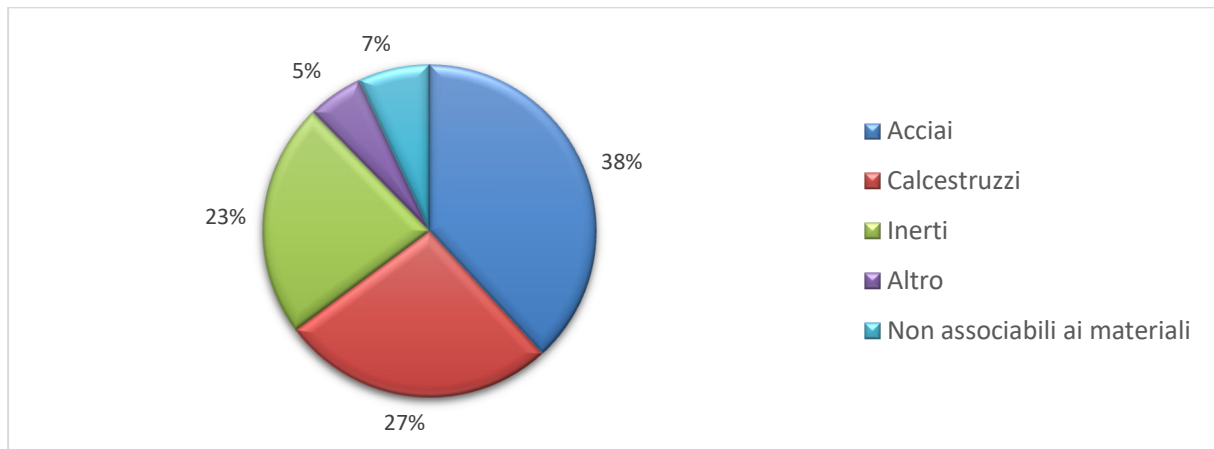


Figura 8 - Grafico ripartizione delle emissioni per materiale

VI.5 INVENTARIO N.4: EMISSIONI PER TIPOLOGIA DI OPERE E PARTI D'OPERA

Di seguito sono riportati i valori di emissione CO₂e suddivise per tipologie di opere.

Tabella 10 – Inventario: Emissioni per tipologia di opere

TIPOLOGIE DI OPERE		tCO ₂ e	% di CO ₂ e	tCO ₂ e
Emissioni generate dalle OO.CC.	<i>Materiali</i>	22.897	~ 73	31.471
	<i>Trasporti</i>	~ 6.198	~ 20	
	<i>Lavorazioni</i>	2.376	~ 8	
Emissioni generate dalla sovrastruttura ferroviaria - ARMAMENTO	<i>Materiali</i>	7.136	73	9.750
	<i>Trasporti</i>	~ 2.171	22	
	<i>Lavorazioni</i>	~ 444	~ 5	
Emissioni generate dagli IMPIANTI TECNOLOGICI	<i>Materiali</i>	1.523	60	~ 2.534
	<i>Trasporti</i>	~ 202	8	
	<i>Lavorazioni</i>	808	~ 32	

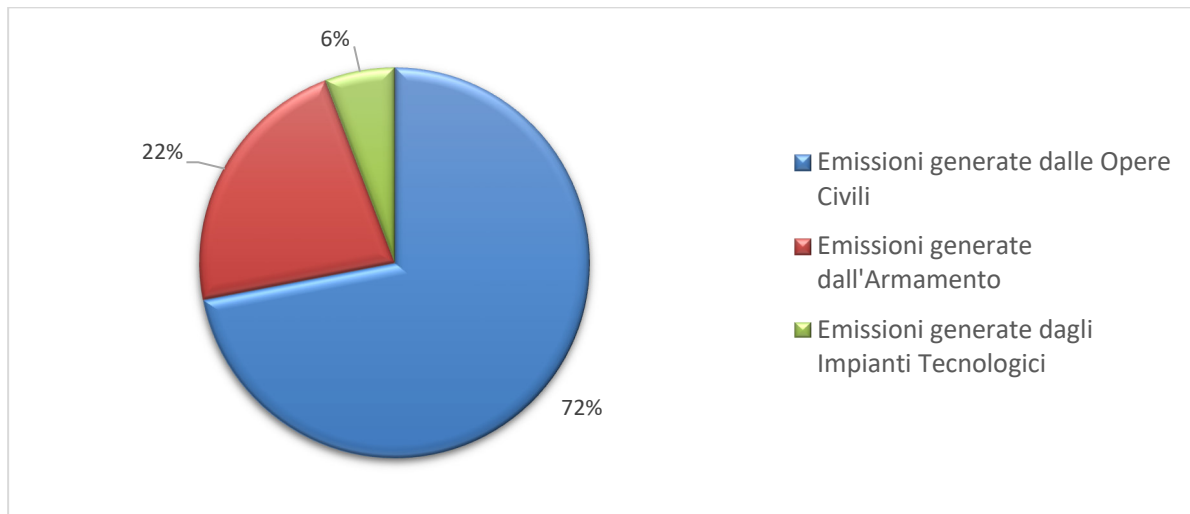


Figura 9 – Grafico emissioni per "tipologie di opere"

Tabella 11 – Inventario: Emissioni per tipologia di opere – suddivisione per Famiglia

Famiglia	OPERA	tCO ₂ e	%
OO.CC.	Viadotti in Interferenze (IV)	13.001	~ 30
	Rilevato (RI)	~ 6.003	~ 14
	Nuova Viabilità (NV)	~ 5.448	12
	Trincee (TR)	~ 1.562	~ 4
	Interferenze Idrauliche (IN)	~ 2.823	6
ARMAMENTO	Sovrastruttura Ferroviaria (SF)	9.750	22
IMPIANTI TECNOLOGICI	Luce e Forza Motrice (LF)	~ 940	2
-	Rimanenti (contributi singoli <5%)	4.229	~ 10
Totale		43.755	100

VI.5.1 DETTAGLIO DELLE EMISSIONI ORIGINATE DALLE OPERE CIVILI

Si riporta di seguito la caratterizzazione delle emissioni derivanti dalle Opere Civili oggetto della presente analisi.

Tabella 12 – Inventario: Emissioni originate dalla realizzazione delle Opere Civili

TIPOLOGIE DI OPERE		tCO ₂ e	
OPERE CIVILI	Materiali	22.897	31.471
	Trasporti	~ 6.198	

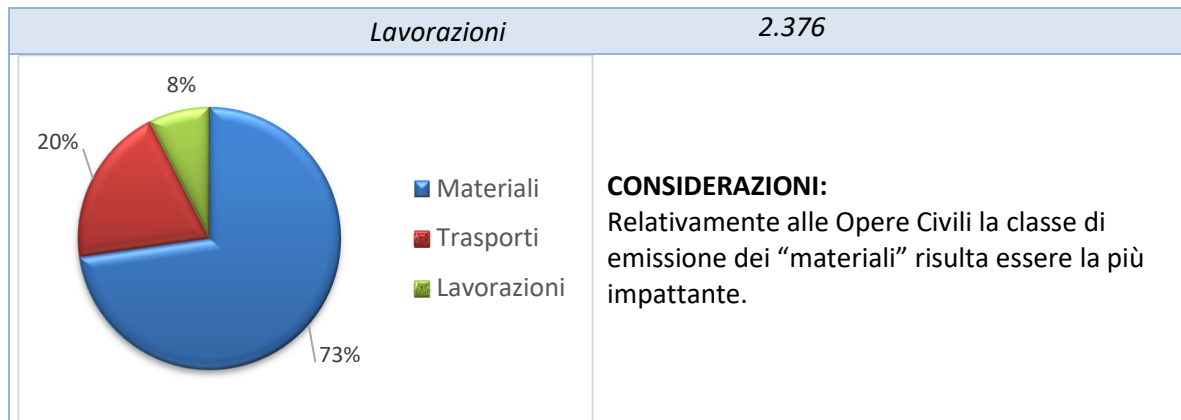
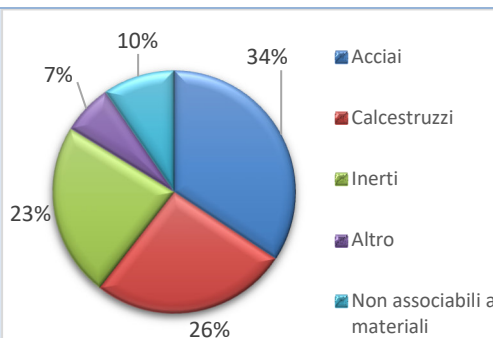


Figura 10 – Grafico emissioni originate dalla realizzazione delle Opere Civili

Le emissioni relative ai materiali costituenti le Opere Civili sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 13 – Inventario: Emissioni relative ai materiali costituenti le Opere Civili

CLUSTER MATERIALE	Totale (tCO ₂ e)
Acciai	10.803
Calcestruzzi	8.280
Inerti	7.269
Altro	2.098
Non associabili ai materiali	~ 3.021
Totale	31.471



CONSIDERAZIONI:
Relativamente alle emissioni di CO₂e originate dalle Opere Civili, acciaio, calcestruzzo e inerti sono le componenti predominanti.

Figura 11 – Grafico emissioni relative ai materiali costituenti le Opere Civili

VI.5.2 DETTAGLIO DELLE EMISSIONI ORIGINATE DALLA SOVRASTRUTTURA FERROVIARIA - ARMAMENTO

Si riporta di seguito la ripartizione delle emissioni di CO₂e derivanti dall'Armamento.

Tabella 14 – Inventario: Emissioni relative ai materiali costituenti l'Armamento

TIPOLOGIE DI OPERE	tCO ₂ e	
ARMAMENTO	<i>Materiali</i>	7.136
	<i>Trasporti</i>	~ 2.171
		9.750

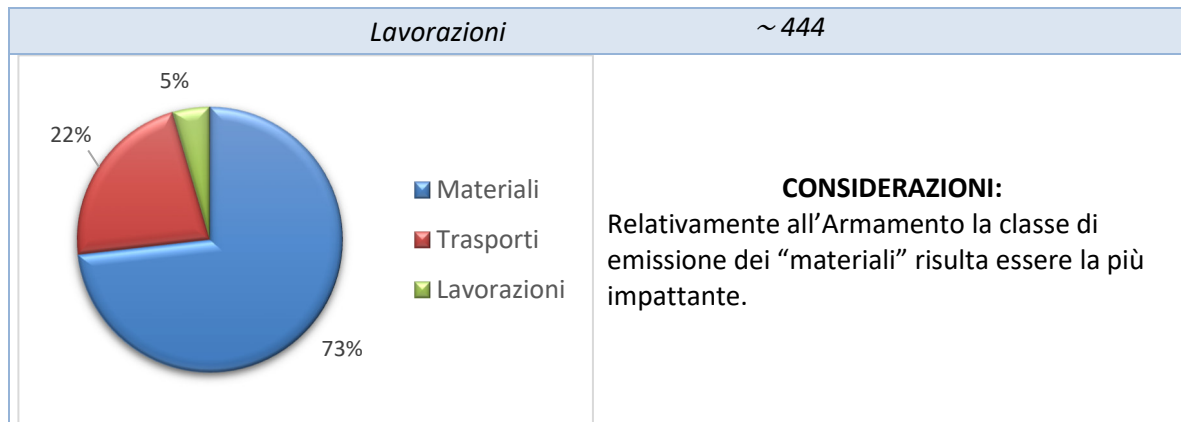


Figura 12 – Grafico emissioni relative ai materiali costituenti l'Armamento

Di seguito viene riportata l'aggregazione effettuata per "materiali" costituenti l'Armamento.

Tabella 15 – Inventario: Emissioni relative ai materiali costituenti l'Armamento

CLUSTER MATERIALE ARMAMENTO	Totale (tCO ₂ e)
Acciai	4.879
Calcestruzzi	~ 2.101
Inerti	2.663
Altro	~ 107
Non associabili ai materiali	~ 1
Totale	9.750

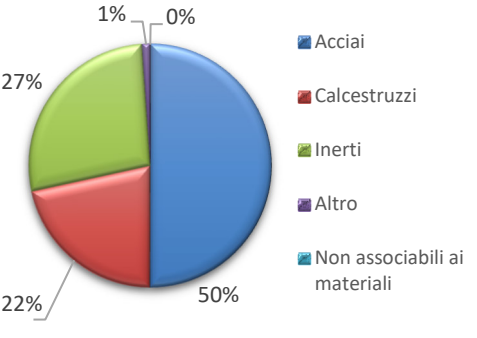
 <p>50% 27% 22% 1% 0%</p> <ul style="list-style-type: none"> Acciai Calcestruzzi Inerti Altro Non associabili ai materiali 	<p>CONSIDERAZIONI: Relativamente alle emissioni di CO₂e originate dall'Armamento, l'acciaio risulta la componente predominante.</p>	
--	---	--

Figura 13 – Grafico emissioni relative ai materiali costituenti l'Armamento

Tabella 16 – Inventario: Emissioni relative ai materiali costituenti l'Armamento

CLUSTER MATERIALE	Totale (tCO ₂ e)
Rotaie / Deviatoi / Organi di attacco	3.824
Traverse	3.262
Pietrisco	2.663

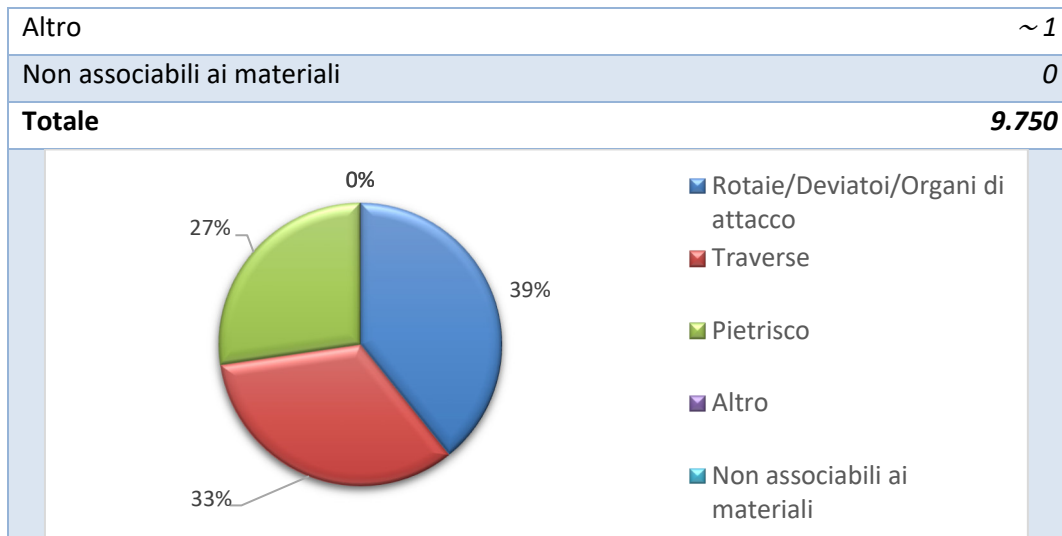


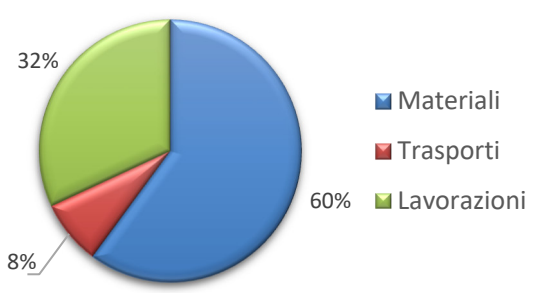
Figura 14 - Grafico delle emissioni relative ai componenti costituenti l'Armamento

VI.5.3 DETTAGLIO DELLE EMISSIONI ORIGINATE DAGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

La ripartizione delle emissioni di CO_{2e} per Tipologia "Impianti Tecnologici" è la seguente.

Tabella 17 – Inventario: Emissioni originate agli Impianti Tecnologici

TIPOLOGIE DI OPERE	tCO _{2e}	
IMPIANTI TECNOLOGICI	Materiali	1.523
	Trasporti	~ 202
	Lavorazioni	808
		~ 2.534



CONSIDERAZIONI:
Relativamente agli Impianti Tecnologici la classe di emissione dei "materiali" risulta essere la più impattante.

Figura 15 - Grafico delle emissioni originate dagli II.TT.

Di seguito viene riportata l'aggregazione effettuata per "materiali", al fine di evidenziare la classe più impattante.

Tabella 18 – Inventario: Emissioni relative ai materiali costituenti gli II.TT.

CLUSTER MATERIALE	Totale (tCO _{2e})
Acciai	1.038

Calcestruzzi	1.310
Inerti	0
Altro	151
Non associabili ai materiali	~ 35
Totale	~ 2.534

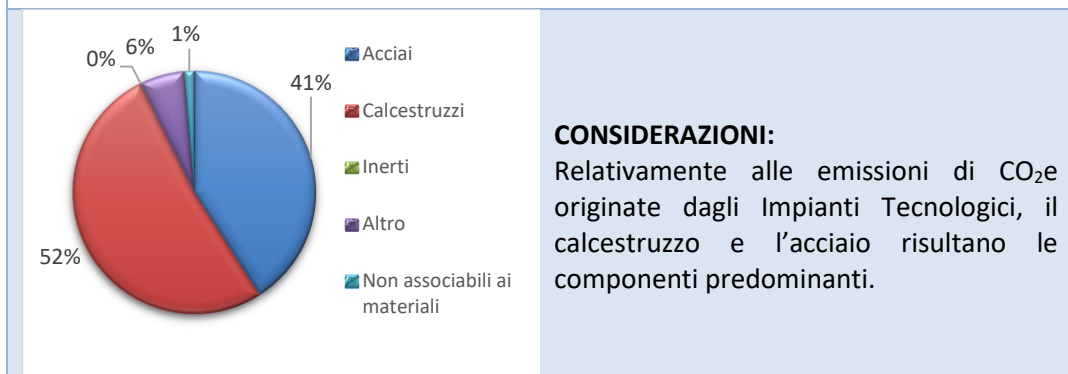


Figura 16 - Grafico delle emissioni relative ai materiali costituenti gli II.TT.

VI.6 CONFRONTO TRA SCENARI

VI.6.1 EMISSIONI DI CO₂e ASSOCIABILI A DUE DIVERSE MODALITÀ DI GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Nella progettazione degli interventi, e coerentemente anche nel calcolo dell'impronta climatica, è stato incluso uno studio specifico volto all'individuazione delle modalità di gestione dei materiali di risulta delle opere in progetto.

La realizzazione delle opere, come descritto negli elaborati progettuali (elaborati di riferimento riportati nel paragrafo I.3), determina la produzione complessiva di **156.708 mc** (in banco) di terre e rocce da scavo di cui **110.059 mc** (in banco) verranno gestiti come sottoprodotti, ai sensi del D.P.R. 120/2017, così suddivisi:

- 19.925 mc da riutilizzare nell'ambito dello stesso appalto e della stessa WBS previo eventuale deposito in sito e previo eventuale trattamento di normale pratica industriale;
- 14.793 mc da riutilizzare nell'ambito dello stesso appalto e diversa WBS previo eventuale deposito in sito e previo eventuale trattamento di normale pratica industriale;
- 75.341 mc da riutilizzare all'esterno dell'appalto.

Di seguito si riporta una tabella che riepiloga le modalità di gestione delle terre e rocce da scavo:

Tabella 19 – Sintesi del bilancio dei materiali da scavo

Produzione complessiva (mc in banco)	Fabbisogno (mc in banco)	Utilizzo interno (mc in banco)	Approvvigionamento esterno (mc in banco)	Utilizzo esterno (mc in banco)	Materiali di risulta in esubero (mc)
156.708	176.527	34.718	141.809	75.341	46.649

La modalità di gestione dei materiali di scavo perseguita nella progettazione è orientata, conformemente ai principi di sostenibilità e corresponsabilità ambientale, alla massimizzazione del riutilizzo, in qualità di sottoprodotto, piuttosto che allo smaltimento, in qualità di rifiuti.

Il massimo riutilizzo interno dei materiali da scavo, infatti, consente non solo la riduzione dei volumi trasportati off-site ma anche dei quantitativi da approvvigionare dall'esterno per soddisfare il fabbisogno dell'opera, a fronte di un contenimento complessivo dei flussi di traffico per il trasporto delle terre nonché dei costi totali degli interventi in progetto.

Si confrontano di seguito le emissioni associabili ai due possibili scenari di gestione dei materiali di risulta considerati, ovvero del massimo riutilizzo interno (gestione ottimizzata) e dell'assenza di riutilizzo (gestione non ottimizzata), seguendo le ipotesi qui riportate:

- fase di gestione dei materiali di risulta presso siti esterni. Si quantifica il contributo tramite il confronto tra:
 - configurazione *worst case*, ovvero tutto il materiale di risulta va in discarica per inerti;
 - configurazione coerente sia con gli elaborati 3 e 4 (elaborati progettuali relativi alla gestione dei materiali di risulta, si veda tabella "principali elaborati progettuali presi a

riferimento" al paragrafo I.3) ovvero considerando i conferimenti secondo quantità, tipologia e siti di destinazione.

- fase di riutilizzo interno dei materiali di risulta. Al fine di considerare le variazioni legate alle differenze in termini di approvvigionamenti di materiale da cava è stato eseguito il confronto tra:
 - configurazione *worst case*, l'intero fabbisogno di progetto viene soddisfatto da cave di prestito e la quota parte di sottoprodotto che sarebbe destinata al riutilizzo interno viene inviata a discarica per inerti;
 - configurazione da riutilizzo interno, associando alle terre e rocce da scavo una quantità di riutilizzo interno secondo quanto indicato negli elaborati 3 e 4 (elaborati progettuali relativi alla gestione dei materiali di risulta, si veda tabella "principali elaborati progettuali presi a riferimento" al paragrafo I.3).

Il calcolo ha evidenziato che, dal punto di vista dell'impronta climatica, la gestione ottimizzata dei materiali da scavo prevista dal progetto è associabile a significativi effetti positivi. Si riportano i risultati del confronto in termini di emissioni di CO₂e nella seguente tabella:

Tabella 20 – Confronto emissioni tra i due scenari di gestione delle terre e rocce da scavo

Emissioni di GHG da gestione non ottimizzata dei materiali di risulta [tCO ₂ e]	Emissioni di GHG da gestione ottimizzata dei materiali di risulta [tCO ₂ e]
5.949	4.180

Si evidenzia una differenza tra i due scenari di **1.769 tCO₂e**.

Tale differenza è legata ai due fattori precedentemente citati:

- al trasporto, infatti conseguentemente ad una gestione ottimizzata diminuiscono notevolmente i flussi di trasporto in ingresso e in uscita dal cantiere (ossia per l'approvvigionamento del materiale dalle cave di prestito e per l'invio delle terre verso discariche per inerti o altri possibili siti esterni);
- ai materiali, in quanto ad una gestione ottimizzata si associa una minore necessità di materia prima, quindi minori emissioni per l'estrazione di materiale vergine di cava.

Per meglio comprendere a quale delle fonti emissive è associabile tale differenza, nelle due tabelle seguenti si presenta una analisi in dettaglio in termini numerici e secondo gli inventari definiti nei capitoli precedenti, della differenza di emissioni di gas serra ottenuta dal confronto tra i due scenari.

Tabella 21 – Inventario secondo la UNI EN ISO 14064-1:2019 della differenza di emissioni di CO₂e ottenuta dal confronto tra i due scenari di gestione delle terre e rocce da scavo

CATEGORIE DI EMISSIONE	classe	tCO ₂ e
1. Emissioni dirette derivanti dal processo di combustione di carburanti per lavorazioni e trasporti		~ 829
a) <i>originate dalle attività operative svolte in cantiere</i>	3	268
b) <i>originate dal trasporto materiali, dei rifiuti o dei sottoprodotti</i>	2	~ 561

2. Emissioni indirette derivanti dal consumo di elettricità		-
a) originate dalle attività operative svolte in cantiere	3	-
b) emissioni originate dal trasporto dei materiali, dei rifiuti o dei sottoprodotti se con energia elettrica	2	
3. Emissioni indirette derivanti da produzione e trasporto di combustibile		~ 241
a) originate dalle attività operative svolte in cantiere	3	~ 78
b) originate dal trasporto materiali, dei rifiuti o dei sottoprodotti	2	~ 163
4. Emissioni indirette derivanti dai materiali da costruzione		~ 700
a) originate dall'estrazione delle materie prime e dalla produzione industriale dei materiali da costruzione	1	~ 700
Totale		1.769

Tabella 22 – Inventario per classe di emissione della differenza di emissioni di CO₂e ottenuta dal confronto tra i due scenari di gestione delle terre e rocce da scavo

CLASSE DI EMISSIONE	tCO ₂ e
Classe 1 Estrazione delle materie prime (pre-produzione) e produzione industriale	~ 700
Classe 2 Trasporto dei materiali e dei rifiuti o dei sottoprodotti verso e dal cantiere	723
Classe 3 Realizzazione delle opere	~ 346
Totale	1.769

VI.6.2 POTENZIALI VARIAZIONI DELLE PRESTAZIONI IN TERMINI DI GHG DERIVANTI DALL'USO DI COMBUSTILI RINNOVABILI

Lo studio dell'impronta climatica in fase progettuale offre anche un'opportunità per valorizzare potenziali scelte che, sebbene non rientrino strettamente nell'ambito costruttivo tipico dell'ingegneria civile, possono influenzare significativamente la sostenibilità complessiva del progetto.

Dallo studio dell'impronta climatica del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica Arricchito "Raddoppio Decimomannu – Villamassargia. Lotto 2", si evince un'elevata incidenza, rispetto alla media degli altri progetti, delle emissioni legate alla combustione di carburanti per il trasporto dei materiali e per le lavorazioni. Si presenta a tal proposito una possibile azione mitigativa i cui risultati possono servire come ulteriore leva decisionale per gli utilizzatori di questo rapporto.

In particolare, in linea con i più recenti sviluppi del settore, sono stati studiati gli effetti associabili all'utilizzo in cantiere di HVO (Hydrotreated Vegetable Oils). L'HVO è un tipo di carburante rinnovabile che può essere utilizzato nei motori diesel senza necessità di modifiche. Si configura come un sostituto diretto dei combustibili fossili presentando vantaggi significativi soprattutto dal punto di vista delle emissioni di GHG e dell'uso razionale delle risorse.

Per analizzare questo scenario, si è proceduto a quantificare le emissioni associabili alle attività di trasporto e lavorazione nei seguenti casi:

- Scenario tradizionale (Diesel): le emissioni sono state calcolate utilizzando i consumi stimati secondo quanto descritto nei paragrafi V.3 e V.4 e in accordo alle ipotesi di base del Tariffario della CO₂;
- Scenario alternativo (HVO): utilizzo esclusivo di HVO (non blended) con consumi incrementati del 2% e fattori di emissione ricavati dal database DEFRA (DEFRA Greenhouse gas reporting: conversion factors 2024).

Il calcolo delle emissioni si è basato su analisi delle emissioni di tipo WTW (Well-to-Wheel), in cui i risultati sono dati dalla somma delle due aliquote:

- WTT (Well-to-Tank), relativo alle emissioni associate alla produzione e al trasporto upstream dei combustibili;
- TTW (Tank-to-Wheel), che include le emissioni associabili alla combustione dei carburanti nei mezzi di trasporto e lavorazione utilizzati nel Progetto. Per la fase TTW nel caso dell'utilizzo di HVO, sono stati considerati due sottoscenari:
 - Nessuna distinzione tra i diversi gas serra;
 - Scenario Net Zero, dove la CO₂ Biogenica viene considerata "Out of Scope".

I risultati derivanti dal calcolo sono riportati nelle tabelle seguenti:

Tabella 23 - Confronto risultati in assenza di distinzione dei gas serra

Classe	Baseline [tCO ₂ e]	Uso di HVO [tCO ₂ e]	Variazione
1 Materiali	31.557	31.557	0%
2 Trasporti	8.570	7.687	-10%
3 Lavorazioni	3.628	3.254	-10%
Tot	43.755	42.499	-3%

Tabella 24 - Confronto risultati scenario "CO₂ Net Zero"

Classe	Baseline [tCO ₂ e]	CH ₄ ed N ₂ O [tCO ₂ e]	Variazione	CO ₂ Biogenica Antropogenica [tCO ₂ e]
1 Materiali	31.557	31.557	0%	0
2 Trasporti	8.570	1.511	-82%	6.176
3 Lavorazioni	3.628	640	-82%	2.615
Tot	43.755	33.708	-23%	8.791

VI.7 ANALISI DI SENSITIVITÀ

Al fine di valorizzare il calcolo dell'impronta climatica e sottolineare l'importanza che tali valutazioni possono avere nel supportare i processi decisionali, in occasione dell'applicazione oggetto della certificazione nell'anno 2021 sul PFTE "Velocizzazione della linea Roma – Pescara raddoppio ferroviario tratta Scafa – Manoppello Lotto 2" è stata condotta un'analisi di sensitività sulle variabili di input presenti nella metodologia. Anche nel caso dell'applicazione al Progetto di Fattibilità Tecnica Economica Arricchito "Raddoppio Decimomannu – Villamassargia. Lotto 2" è stata condotta la

RAPPORTO SUI GHG					
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO "RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"					
COD. DOC.	LOTTO	FASE ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR18	00	P34	RHXX0000003	A	36 di 40

medesima analisi facendo variare le distanze di approvvigionamento dei materiali utilizzate nell'ambito del Tariffario della CO₂.

L'analisi di sensitività effettuata ha evidenziato una variazione del totale delle emissioni di GHG significativa. In particolare, un raddoppio delle distanze di approvvigionamento dei materiali comporta un incremento di circa il 20% nei risultati totali del calcolo. Di conseguenza, il trasporto dei materiali rappresenta un parametro rilevante e un elemento decisionale importante da tenere in considerazione per la sostenibilità dell'opera in fase di costruzione.

Inoltre, per il Progetto oggetto del presente Rapporto è stata condotta una simulazione considerando scenari di trasporto dei materiali specificatamente associabili alla regione Sardegna, caratterizzata da modalità di collegamento differenti rispetto alle altre regioni italiane. Tale analisi ha riguardato le tariffe più significate e con ipotesi di base nel Tariffario incompatibili con le caratteristiche del territorio sardo. Tuttavia, pur in attesa di confermare tali ipotesi con le successive fasi di progettazione, appalto e costruzione, i risultati del calcolo specifico non presentano differenze significative rispetto all'utilizzo dei dati di base costituenti il Tariffario della CO₂. Questo indica che la Metodologia e il Tariffario della CO₂ restituiscono, in fase progettuale, risultati significativi anche per i progetti della regione Sardegna senza necessità di particolari adattamenti.

VII SEZIONE - CONCLUSIONI

VII.1 INTERPRETAZIONE E CONTESTUALIZZAZIONE DEI RISULTATI

Il calcolo eseguito quantifica le emissioni di gas a effetto serra generate dalle attività per la realizzazione del "Raddoppio Decimomannu – Villamassargia. Lotto 2".

L'analisi effettuata per lo specifico progetto ha evidenziato i seguenti valori di emissione di CO₂e:

Tabella 23 – Totale emissioni prodotte

EMISSIONI DI CO ₂ e "Raddoppio Decimomannu – Villamassargia. Lotto 2"	tCO ₂ e
Emissioni di GHG	43.755
<i>Emissioni di GHG per km di linea (5,5 km)</i>	<i>~ 7.956</i>

In linea con le precedenti applicazioni della metodologia, effettuate su diversi progetti di infrastrutture ferroviarie, il principale contributo in termini di emissioni di CO₂e in fase di realizzazione delle opere è fornito dalle *opere civili* (72% del totale). In particolare, è emerso che le emissioni originate dall'*estrazione delle materie prime (pre-produzione) e produzione industriale dei materiali da costruzione* risultano essere predominanti (72%) rispetto alle emissioni generate dal trasporto e dalle attività operative svolte in cantiere. Inoltre, l'applicazione della metodologia al Progetto in esame, ha confermato che le emissioni correlate ai materiali *calcestruzzi e acciai* rappresentano uno dei contributi principali, pari a circa il 65% del totale delle emissioni di CO₂e. Infine è da notare che un contributo significativo alle emissioni è attribuibile agli inerti, ai quali sono associabili circa il 23% delle emissioni totali. Questo dato si discosta leggermente rispetto a quanto osservato in precedenti applicazioni di calcolo ed è probabilmente dovuto alla configurazione specifica del progetto di raddoppio analizzato, costituito principalmente da opere di superficie, quali rilevati e trincee.

VII.2 VALORIZZAZIONE DELLA METODOLOGIA PER LA MISURA DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA

La metodologia sviluppata ed in particolare l'impiego sistematico del *Tariffario della CO₂* può essere un utile strumento di valutazione a supporto delle scelte decisionali nelle diverse fasi del processo di progettazione per orientare i progettisti nell'individuazione di soluzioni costruttive a minor impatto e le strategie più sostenibili di gestione del cantiere.

Gli esiti della metodologia per il calcolo dell'impronta climatica dei progetti possono essere inoltre valorizzati nell'applicazione del Protocollo Envision, primo sistema di rating per misurare la sostenibilità delle infrastrutture, evidenziando l'impegno del progettista nel ridurre l'impronta ambientale dello specifico progetto.

La metodologia di calcolo dell'Impronta Climatica di Italferr trasferita alla fase di costruzione si configura inoltre come ulteriore leva che stimola il settore delle costruzioni nella ricerca e nell'adozione di nuove modalità e sistemi che concorrano a rendere sostenibili le infrastrutture ferroviarie. Sono state allo scopo individuate per la fase di realizzazione delle opere azioni volte a indirizzare gli appaltatori verso scelte sostenibili finalizzate ad una riduzione delle emissioni di CO₂e. In particolare, i Capitolati d'Appalto sono stati arricchiti con la Specifica "*Prescrizioni per la riduzione di gas serra negli appalti lavori*". Tali prescrizioni contrattuali stimolano gli appaltatori ad approvvigionare materiali da

RAPPORTO SUI GHG

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO
"RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"

COD. DOC.	LOTTO	FASE ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR18	00	P34	RHXX0000003	A	38 di 40

costruzione, in particolare cemento e acciaio, la cui produzione è caratterizzata da minori emissioni di CO₂e (ad esempio materiali dotati di etichetta ambientale di prodotto), nonché ad individuare, laddove possibili, modalità di trasporto dall’impianto di produzione al cantiere più sostenibili. L’appaltatore è tenuto pertanto a comunicare con cadenza annuale, attraverso la predisposizione di uno specifico Report, il dato delle emissioni di CO₂e effettivamente prodotte per l’approvvigionamento ed il trasporto nel periodo di riferimento.

VIII SEZIONE – CORRELAZIONE DEL PRESENTE REPORT CON LA NORMA UNI EN ISO 14064-1

Il p.to 9.3.1 della norma UNI EN ISO 14064-1:2019 elenca gli argomenti che devono essere trattati nel Rapporto sui GHG. La tabella seguente illustra i paragrafi che trattano tali argomenti.

Tabella 24 – Correlazione paragrafi del presente Rapporto con quelli previsti dalla Norma UNI EN ISO 14064-1

p.to	Argomenti richiamati dalla Norma di riferimento	Sez.	Par.
a	Descrizione dell'organizzazione che redige il rapporto;	II	II.2
b	Persona o entità responsabile del rapporto;	II	II.3
c	Periodo di rendicontazione considerato;	III	III.1
d	Documentazione dei confini organizzativi;	III	III.2
e	Documentazione dei confini di rendicontazione, inclusi i criteri definiti dall'organizzazione per la determinazione delle emissioni significative;	III	III.2
f	Emissioni dirette di GHG, quantificate separatamente per CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NF ₃ , SF ₆ e per ciascun gruppo di GHG (HFCs, PFCs, etc.), in tonnellate di CO ₂ e;	VI	VI.2
g	Una descrizione di come le emissioni e le rimozioni di CO ₂ biogeniche sono trattate nell'inventario dei GHG e le emissioni e rimozioni di CO ₂ biogeniche quantificate separatamente in tonnellate di CO ₂ e;	III	III.2
h	Se quantificate, le rimozioni di GHG, in tonnellate di CO ₂ e;	VI	VI.6
i	Spiegazione dell'esclusione di eventuali sorgenti o serbatoi di GHG dalla quantificazione;	III	III.2
j	Emissioni indirette di GHG quantificate separatamente per categoria in tonnellate di CO ₂ e;	VI	VI.1
k	Anno di riferimento storico scelto e inventario dei GHG per anno di riferimento;	III	III.1
l	Spiegazione di eventuali modifiche dell'anno di riferimento o dei dati storici sui GHG o della categorizzazione e degli eventuali ricalcoli dell'anno di riferimento o di un altro inventario storico dei GHG, con annessa la documentazione relativa alle limitazioni della loro scelta;	n.a.	
m	Riferimento agli, o descrizione degli, approcci di quantificazione, incluse le motivazioni della loro scelta;	III	III.4
n	Spiegazione delle eventuali modifiche agli approcci di quantificazione utilizzati in precedenza;	III	
o	Riferimenti ai, o documentazione dei, coefficienti di emissione o rimozione dei GHG utilizzati;	V	V.1
p	Descrizione dell'impatto delle incertezze sull'accuratezza dei dati sulle emissioni e rimozioni dei GHG per ciascuna categoria;	III	III.5
q	Descrizione e risultati della valutazione dell'incertezza;	III	III.5

RAPPORTO SUI GHG

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO
"RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA. LOTTO 2"

COD. DOC.	LOTTO	FASE ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR18	00	P34	RHXX0000003	A	40 di 40

r	Una dichiarazione che il rapporto sui GHG sia stato preparato in conformità al presente documento (ndr UNI EN ISO 14064);	III	III.7
s	Una dichiarazione che descriva se l'inventario, il rapporto o la dichiarazione sui GHG siano stati verificati, compresi il tipo di verifica e il livello di garanzia raggiunto;	n.a.	
t	I valori di GWP utilizzati nel calcolo, con relativa fonte. Se i valori del GWP non sono stati derivati dall'ultimo rapporto IPCC, includere i coefficienti delle emissioni o il riferimento del database utilizzato per il calcolo, con relativa fonte.	V	V.1