

LIASON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE
PARTE IN TERRITORIO ITALIANO – PROGETTO IN VARIANTE
(OTTEMPERANZA ALLA PRESCRIZIONE N. 235 DELLA DELIBERA CIPE 19/2015)
CUP C11J05000030001 – PROGETTO DEFINITIVO
GENIE CIVIL – OPERE CIVILI
CONSTRUCTION – COSTRUZIONE
GENERAL – ELABORATI GENERALI
COTE ITALIE – LATO ITALIA
BILAN DES MATERIAUX D'EXCAVATION ET DE CONSTRUCTION -
BILANCIO DEI MATERIALI DI SCAVO E DA COSTRUZIONE

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	31/01/2013	Première diffusion / Prima emissione	D. GALLINA (LOM) E. COSTA (LOM)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
A	08/02/2013	Révision suite aux commentaires LTF / Revisione a seguito commenti LTF	D. GALLINA (LOM)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
B	27/12/2016	Première diffusion phase PRF-PRV / Prima emissione fase PRF-PRV	C. RINALDI (LOM)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
C	28/02/2017	Révision suite aux commentaires TELT / Revisione a seguito commenti TELT	C. RINALDI (LOM)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
D-E	10/04/2017 14/04/2017	Révision suite aux commentaires TELT / Revisione a seguito commenti TELT	C. RINALDI (LOM)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
F	05/12/2017	Approfondimenti progettuali per osservazioni MAATM – Reg. Piemonte/MIBACT n.50	M. BIASIOLI (LOMBARDI)	A. DAMIANI V. GRISOGLIO	A. MORDASINI C. OGNIBENE
G	15/12/2017	Révision suite aux commentaires TELT / Revisione a seguito commenti TELT	M. BIASIOLI (LOMBARDI)	A. DAMIANI V. GRISOGLIO	A. MORDASINI C. OGNIBENE

COD E DOC	P	R	V	C	3	A	L	O	M	6	0	4	2	G
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero		Indice			
ADRESSE GED INDIRIZZO GED		C3A	//	//	33	01	02	10	02					

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ECHELLE / SCALA
-


Neosia
 Maire Technimont Group
 Dott. Ing. Carlo Ognibene
 Ordine Ingegneri Prov. TO n. 8366 T



TELT sas – Savoie Technolac - Bâtiment "Homère"
 13 allée du Lac de Constance – 73370 LE BOURGET DU LAC (France)
 Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
 RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
 Propriété TELT Tous droits réservés – Proprietà TELT Tutti i diritti riservati

Ce projet est cofinancé par l'Union européenne (DG-TREN)



Questo progetto è cofinanziato dall'Unione europea (TEN-T)

SOMMAIRE / INDICE

1. INTRODUZIONE	7
1.1 PREMESSA.....	7
1.2 SCENARIO DI PLANNING CONSIDERATO	8
1.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	8
2. MATERIALI PROVENIENTI DAGLI SCAVI E MATERIALI DA COSTRUZIONE	9
2.1 BILANCIO DEI MATERIALI.....	9
2.1.1 Logistica di gestione dei materiali di scavo.....	9
2.1.2 Produzioni e fabbisogni per singola opera e per cantiere	9
2.1.3 Bilancio complessivo.....	16
2.1.4 Fabbisogno aggregati per conci	18
2.1.5 Deficit di materiale per la realizzazione dei rilevati.....	18
2.1.6 Ripartizione delle aliquote di C13B prodotte dagli scavi.....	19
2.2 RICAPITOLATIVO DEI FABBISOGNI COMPLESSIVI DI CANTIERE	25
2.3 VALUTAZIONE DEGLI AGGREGATI PRODOTTI SUL CANTIERE INDUSTRIALE.....	25
2.4 STIMA DEI FLUSSI VEICOLARI SU GOMMA	27
2.4.1 Area Industriale Salbertrand	27
2.4.2 Cantiere “Imbocco Maddalena”	29
2.4.3 Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione”.....	33
2.4.4 Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Interconnessione” e Cantiere “Innesto Bussoleno”	38
2.4.5 Cantiere Imbocco Est Tunnel di Base	41
2.4.6 Flussi veicolari per tratte caratteristiche	42
2.5 DEPOSITI DI CANTIERE E TRASPORTO VIA TRENO	46
3. TERRENO VEGETALE.....	50
ALLEGATO 1 – FLUSSI DI CANTIERE & MODALITÀ DI TRASPORTO – SCHEMI DI PRINCIPIO.....	52

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Evoluzione nel tempo dei materiali prodotti dallo scavo delle opere in sotterraneo (in funzione della classe di valorizzazione).....	20
Figura 2 – Evoluzione nel tempo dei volumi di scavo totali con ripartizione secondo le differenti classi di utilizzo	21
Figura 3 - Evoluzione nel tempo dei fabbisogni in calcestruzzo	22

Figura 4 - Evoluzione nel tempo del materiale C12 prodotto dallo scavo delle opere in sotterraneo	23
Figura 5 - Evoluzione nel tempo del materiale C13 prodotto dallo scavo delle opere in sotterraneo	24
Figura 6 Curve cumulate aggregati Salbertrand (fabbisogni/ deposito)	26
Figura 7 - Area Industriale “Salbertrand” – N° viaggi al giorno per il trasporto del cemento per la produzione di conglomerati cementizi	28
Figura 8 - Area Industriale “Salbertrand” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali da costruzione	29
Figura 9 – Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali di scavo all’area industriale “Salbertrand”	30
Figura 10 - Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto degli aggregati dall’area industriale “Salbertrand”	30
Figura 11 - Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto di cemento per la produzione di conglomerati cementizi	31
Figura 12 – Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali da costruzione.....	32
Figura 13 – Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei concii per la TBM dall’area industriale “Salbertrand”	32
Figura 14 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto dello smarino all’area industriale “Salbertrand”	33
Figura 15 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto degli aggregati dall’area industriale “Salbertrand”	34
Figura 16 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto degli aggregati dall’area industriale “Salbertrand” necessari alle attività in sotterraneo e cielo aperto	35
Figura 17 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto di cemento per la produzione di conglomerati cementizi	35
Figura 18 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto di cemento per la produzione di conglomerati cementizi - necessari alle attività in sotterraneo e cielo aperto.....	36
Figura 19 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali da costruzione	37
Figura 20 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali per rilevati da Area Industriale di Salbertrand.....	38
Figura 21 - Cantiere “Imbocco Est tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali di scavo al Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione”	39
Figura 22 - Cantiere “Imbocco Est tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto del calcestruzzo dal Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione”	40
Figura 23 - Cantiere “Imbocco Est tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto di materiale per rilevati dal Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione”	40

Figura 24 - Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Base” – N° viaggi al giorno per il trasporto dello smarino all’area industriale “Salbertrand”	41
Figura 25 - Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Base” – N° viaggi al giorno per il trasporto degli inerti dall’area industriale “Salbertrand”	42
Figura 26 - Viabilità Autostradale – Tratto di A32 ad Est (direzione Torino) dello svincolo autostradale di “Susa”	44
Figura 27 - Viabilità Autostradale – Tratto di A32 tra svincolo autostradale di “Susa” e svincolo di “Maddalena”	44
Figura 28 - Viabilità Autostradale – Tratto di A32 tra svincolo autostradale di “Maddalena” e svincolo di “Salbertrand”	45
Figura 29 – Deposito di aggregati (espresso in [t]).....	46
Figura 30 – Produzione cumulata di CL2 per rilevati.....	47
Figura 31 - Produzione di CL3a da evacuare via treno	48
Figura 32 - Treni necessari per l’evacuazione del materiale destinato al deposito definitivo .	49
Figura 33 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+15 a To+24	53
Figura 34 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+25 a To+36	54
Figura 35 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+37 a To+46	55
Figura 36 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+46 a To+71	56
Figura 37 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+72 a Fine Lavori	57

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Galleria discenderia Maddalena 2 – Opere in sezione corrente	10
Tabella 2 – Galleria connessione Maddalena 2 – Opere in sezione corrente.....	11
Tabella 3 – Galleria Maddalena 1bis – Opere in sezione corrente.....	11
Tabella 4 –Preparazione area di cantiere e discenderia Maddalena 1 – Opere in sezione corrente	11
Tabella 5 – Galleria connessione Maddalena 1 – Opere in sezione corrente.....	11
Tabella 6 – Galleria Maddalena – Nicchie.....	11
Tabella 7 – Galleria Maddalena – Opere d’imbocco	12
Tabella 8 – Area di Sicurezza di Clarea	12
Tabella 9 – Tunnel di Base – Binario pari – Tratto sito sicurezza e inizio tratta TBM	12
Tabella 10 – Tunnel di Base – Binario pari – Opere in sezione corrente	12
Tabella 11 – Tunnel di Base – Binario dispari – Tratto sito sicurezza e inizio tratta TBM.....	12
Tabella 12 – Tunnel di Base – Binario dispari – Opere in sezione corrente.....	13

Tabella 13 – Tunnel di Base – Rami di collegamento	13
Tabella 14 – Tunnel di Base – Opere di imbocco	13
Tabella 15 – Tunnel di Interconnessione – Binario Pari – Opere in sezione corrente.....	13
Tabella 16 – Tunnel di Interconnessione – Binario Dispari – Opere in sezione corrente.....	13
Tabella 17 – Tunnel di Interconnessione – Opere di Imbocco Est	14
Tabella 18 – Tunnel di Interconnessione – Opere di Imbocco Ovest	14
Tabella 19 – Tunnel di Interconnessione – Rami di collegamento	14
Tabella 20 – Tunnel di Interconnessione – Cameroni di smontaggio delle TBM (Futuro tunnel dell'Orsiera)	14
Tabella 21 – Armamento ferroviario.....	14
Tabella 22 – Opere a cielo aperto – Piana di Susa ed Innesto a Bussoleno	15
Tabella 23 – Cantieri e parti d'opera ad essi associate	15
Tabella 24 – Cantiere Maddalena – Produzioni & Fabbisogni	15
Tabella 25 – Cantiere Imbocco Est Tunnel di Base	16
Tabella 26 – Cantiere Tunnel di Interconnessione, produzione e fabbisogni	16
Tabella 27 – Bilancio complessivo	16
Tabella 28 – Sintesi di fabbisogni e disponibilità	17
Tabella 29 – Bilancio relativo al cantiere industriale di Salbertrand	18
Tabella 30 – Fabbisogno di aggregati per conci TBM.....	18
Tabella 31 – Ripartizione smarino di tipologia C13B	19
Tabella 32 – Fabbisogni complessivi	25
Tabella 33 – Tratte caratteristiche per la valutazione dei flussi veicolari.....	43
Tabella 34 – Terreno vegetale – Volumetria Complessiva	50
Tabella 35 – Terreno vegetale – Bilancio	51

RESUME / RIASSUNTO

Le présent rapport a pour objectif de décrire le mouvement des matériaux sur les chantiers et qui concernent le marin d'excavation et les matériaux de construction.

En particulier en fonction des besoins pour chaque ouvrage et des caractéristiques du matériau d'excavation un bilan a été fait pour évaluer :

- la production totale de matériau d'excavation ;
- les besoins en granulats pour bétons et en matériau pour remblais ;
- les quantités produites par l'excavation et utilisées pour les ouvrages du projet ;
- les quantités devant être mises en dépôt définitif ;
- l'éventuel déficit en agrégats.

Il presente rapporto si pone l'obiettivo di descrivere i movimenti di materiali all'interno dei cantieri e che riguardano sostanzialmente il marino proveniente dagli scavi e dei materiali da costruzione.

In particolare in relazione ai fabbisogni di ciascuna singola opera e delle caratteristiche dei materiali di scavo è stato eseguito un bilancio complessivo con lo scopo di valutare:

- le produzioni complessive di materiali provenienti dagli scavi;
- i fabbisogni complessivi in calcestruzzi e in rilevati;
- i quantitativi di materiali prodotti dagli scavi e riutilizzati nell'ambito dell'opera in progetto;
- i quantitativi di materiali da destinarsi in discarica definitiva;
- gli eventuali deficit di aggregati.

1. Introduzione

1.1 Premessa

Nell'ambito delle Osservazioni mosse dagli Enti al Progetto di Variante predisposto da TELT, è stato richiesto di fornire alcuni approfondimenti circa il bilancio complessivo dei materiali da scavo.

Il presente documento fornisce informazioni e dettagli circa il bilancio dei materiali da scavo, anche in funzione ed in coerenza della nota di chiarimento dedicata sul calcolo dei flussi di materiale (PRV LOM C3A 33 01 96 10 01 6800), rispondendo alle osservazioni degli Enti, con particolare riferimento all'osservazione numero 50, di cui si riporta nel seguito uno stralcio.

Osservazione num. 50

[...] Per consentire una valutazione più efficace degli impatti legati al trasporto su gomma si chiede che vengano indicati, per le diverse fasi/anni di attività dei cantieri, il numero dei viaggi giornalieri suddivisi per destinazione e materiale trasportato, [...]

Al fine di valutare la possibilità di utilizzo dei materiali provenienti dagli scavi delle gallerie è stato sviluppato uno specifico studio che, oltre alle volumetrie di scavo delle opere in sotterraneo, ha preso in considerazione le caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni e le modalità esecutive degli scavi.

Lo studio ha permesso di differenziare e quantificare i materiali provenienti dagli scavi secondo la seguente classificazione finalizzata alla valutazione del loro possibile reimpiego nell'ambito dell'opera in progetto:

- Classe C11: materiali di ottime qualità che possono essere utilizzati per la produzione di aggregati per conglomerati cementizi;
- Classe C12: materiali di buona qualità che possono essere utilizzati per la formazione dei corpi dei rilevati;
- Classe C13: materiali che non possono essere reimpiegati per ottenere aggregati o per la formazione di rilevati e sono da destinarsi ad altri utilizzi o a deposito definitivo. La classe C13 è stata ulteriormente differenziata in:
 - C13a: materiali non utilizzabili da destinare ad altri utilizzi (ripristini ambientali, etc.) o a deposito definitivo;
 - C13b: materiali caratterizzati da elevate concentrazioni di As o di amianto, da allontanare fuori sito presso impianto autorizzato o ritombare in sotterraneo (materiale da scavo in rocce verdi, gestito ai sensi dell'art. 24 comma 2 del DPR 120/2017)

In funzione della classe di utilizzo dei materiali prodotti dagli scavi, dei fabbisogni dei singoli cantieri e della logistica di gestione dei materiali di scavo è stato eseguito il bilancio complessivo con lo scopo di valutare:

- le produzioni complessive di materiali provenienti dagli scavi;
- i fabbisogni complessivi in calcestruzzi e in rilevati;
- i quantitativi di materiali prodotti dagli scavi e riutilizzati nell'ambito dell'opera in progetto;
- i quantitativi di materiali da destinarsi a ripristini ambientali nei siti di deposito definitivo individuati (C12 e C13a);

- i quantitativi di materiale classificato come rifiuto e destinato a conferimento fuori sito presso impianto autorizzato (C13b);
- i quantitativi di materiale (scavo in rocce verdi) gestito in sito per reinterro in sotterraneo (C13b);
- gli eventuali deficit in aggregati.

1.2 Scenario di planning considerato

Il bilancio dei materiali è stato sviluppato in relazione al nuovo planning delle attività.

La configurazione dei vari cantieri, le tempistiche e la scelta progettuali sono state studiate al fine di rispondere adeguatamente a quanto previsto e richiesto nella prescrizione n. 235 della Delibera CIPE 19/2015 relativamente all'ottimizzazione della cantierizzazione per quel che riguarda gli aspetti legati alla sicurezza.

Il Progetto Definitivo Approvato prevedeva lo scavo del Tunnel di Base lato Italia a partire dal cantiere di Imbocco di Susa Est e tutta la gestione dello smarino (valorizzazione, trasporti a deposito) veniva gestita dal cantiere industriale di Susa Autoporto.

Si prevedeva uno scavo anticipato del binario dispari di Interconnessione per poter avviare il sistema di caricamento su treno dello smarino ubicato nel cantiere industriale di Susa.

Il nuovo scenario di PRV rivede totalmente le precedenti assunzioni: l'area industriale è ora ubicata a Salbertrand, a nord dell'attuale area di servizio autostradale di Gran Bosco.

Gli scavi lato Italia dei due fornici principali del tunnel di base saranno condotti direttamente dall'area di cantiere di Maddalena (ampliata ed adeguata rispetto alla sua attuale configurazione). Dall'imbocco lato Susa del Tunnel di base sarà realizzato unicamente l'imbocco artificiale.

La gestione dello smarino, la sua valorizzazione, la prefabbricazione conci ed il caricamento su treno per il trasporto ai siti di deposito definitivi avverrà presso l'area industriale di Salbertrand, a meno di un'aliquota di materiale classificato come C12 che sarà trasferito direttamente dal cantiere di Maddalena alla Piana di Susa per costituire corpo dei rilevati. Per tale ragione non è più necessario l'anticipo delle attività di scavo dell'interconnessione e, in analogia, la preparazione dell'imbocco lato Susa Est potrà essere temporalmente più avanti rispetto all'inizio dei lavori.

Per maggiori dettagli si faccia riferimento al planning delle attività [4].

1.3 Documenti di riferimento

Si riportano nel seguito i principali documenti di riferimento richiamati nel testo.

- [1] PRV_C3A_TS3_6033: Terreno vegetale-volumi prodotti e verifica depositi
- [2] PRV_C3B_TS3_0086: Gestione del materiale contenente amianto
- [3] PRV_C3A_TS3_33-02: Metodologia costruttiva in sotterraneo
- [4] PRV_C3A_TS3_7801: Cronoprogramma di costruzione
- [5] PRV_C3A_TS3_6010: Relazione generale illustrativa
- [6] PRV_C3A_TS3_6037: Cantiere "Maddalena"

- [7] PRV_C3A_TS3_7861: Area industriale “Salbertrand”
- [8] PRV_C3A_TS3_6039: Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Base”
- [9] PRV_C3A_TS3_6040: Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione”
- [10] PRV_C3A_TS3_6041: Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Interconnessione” e “Innesto Bussoleno”
- [11] PRV_C3B_TS3_0084: Piano di utilizzo del materiale di scavo
- [12] PRV_C3B_TS3_0085: Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione
- [13] PRV_C3A_TS3_7610: Gestione delle rocce verdi
- [14] PRV LOM C3A 33 01 96 10 01 6800 Nota tecnica esplicativa del calcolo dei flussi

2. Materiali provenienti dagli scavi e materiali da costruzione

2.1 Bilancio dei materiali

2.1.1 Logistica di gestione dei materiali di scavo

Si riportano nel seguito le ipotesi assunte per la gestione dei materiali di scavo:

- Tutto il materiale proveniente dagli scavi (ad eccezione del C12, destinato alla Piana di Susa per costituire corpo dei rilevati) verrà trasportato dai luoghi di produzione, all'area industriale di “Salbertrand” nel quale in funzione delle caratteristiche o verrà inviato al processo di valorizzazione (C11) o nel caso non risultasse idoneo ad un successivo riutilizzo verrà avviato a deposito definitivo (C13a);
- Il materiale scavato dal tunnel di interconnessione subirà una prima preparazione direttamente sul cantiere di Imbocco Ovest dell'interconnessione: il materiale idoneo ad essere steso in rilevati rimarrà sull'area per il suo successivo utilizzo come rilevato nell'area di Susa o Bussoleno; l'aliquota da destinare a deposito definitivo verrà inviata a Salbertrand via gomma e successivamente raggiungerà il deposito definitivo via treno.
- Il materiale scavato nelle rocce potenzialmente amiantifere (C13b) in corrispondenza del tratto terminale del tunnel di base (lato Susa) sarà stoccato in sotterraneo presso le gallerie di Maddalena 1, Maddalena 1bis e Maddalena 2 e non verrà portato a cielo aperto.
- Il materiale scavato in rocce contenenti As (C13b) sarà classificato come rifiuto e conferito fuori sito presso impianti di smaltimento autorizzati.

2.1.2 Produzioni e fabbisogni per singola opera e per cantiere

In fase di progettazione si è sviluppata una procedura di analisi che ha permesso di valutare l'evoluzione nel tempo, sia dei fabbisogni in calcestruzzo/rilevati dei singoli cantieri (differenziati in funzione della destinazione d'uso del calcestruzzo), sia dei quantitativi dei materiali di scavo (suddivisi secondo le classi di valorizzazione C11, C12, C13a/b). Per i fabbisogni di cls in termini di bilancio si è sempre fatto riferimento alle t di aggregato contenute all'interno del cls.

I principali dati di input utilizzati per l'esecuzione del bilancio sono stati i seguenti:

- planning di costruzione;
- classi di utilizzo dei materiali [11] e [12];

- tratte di applicazione delle sezioni tipo in galleria;
- caratteristiche geometriche delle singole sezioni tipo (volume di scavo, volumi di cls per rivestimenti/finiture, etc.).

I fabbisogni di aggregati all'interno dei calcestruzzi/conci sono stati determinati sulla base delle seguenti ipotesi:

- tonnellate di aggregati per m³ di calcestruzzo pari a 1.9 t/m³;
- tonnellate di aggregati per m³ di boiaccia di intasamento a tergo dei conci pari a 1,1 t/m³;

I fabbisogni di materiale per rilevati sono stati determinati sulla base delle seguenti ipotesi:

- tonnellate di materiale di classe C12 per m³ di rilevato pari a 2.0 t/m³.

I calcestruzzi sono stati suddivisi in 3 categorie:

- Cls per le opere in sotterraneo;
- Cls per le opere a cielo aperto;
- Cls per l'armamento ferroviario.

I calcestruzzi per le opere in sotterraneo sono stati a loro volta suddivisi in ulteriori 4 sottocategorie:

- Cls - Spritz: Aggregati destinati alla produzione di calcestruzzi per l'esecuzione delle opere di sostegno provvisorio;
- Cls - Rivestimenti: Calcestruzzi strutturali; in tale categoria sono ricompresi gli aggregati destinati ai calcestruzzi per i rivestimenti definitivi delle gallerie (sia gettati in opera, sia costituiti da conci prefabbricati) e gli aggregati necessari per la produzione delle malte di intasamento a tergo dei conci;
- Cls – Conci: Calcestruzzi strutturali; in tale categoria sono ricompresi gli aggregati destinati alla produzione dei conci
- Cls - Finiture: Calcestruzzi non strutturali; in tale categoria sono ricompresi gli aggregati destinati a calcestruzzi per i riempimenti, realizzazione dei marciapiedi, etc.

Si riportano nelle tabelle seguenti i volumi di scavo prodotti (espressi in [t]) e i fabbisogni in calcestruzzi (espressi in [t] di aggregati) o in rilevati (espressi in [t] di materiale di classe C12), per ciascuna parte d'opera. Il quantitativo di C11 riportato in tabella è l'effettiva aliquota di aggregato presente a seguito della valorizzazione dei materiali nell'impianto di Salbertrand.

		Anno											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Maddalena 2 discenderia	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	142 041	491 761	0	0	0	0	0	0	633 801
		C1 [t]	0	0	41 779	293 118	0	0	0	0	0	0	334 897
		C12 [t]	0	0	5 711	32 648	0	0	0	0	0	0	38 359
		C13a [t]	0	0	70 043	165 995	0	0	0	0	0	0	236 038
		C13b [t]	0	0	24 508	0	0	0	0	0	0	0	24 508
	Cls	Cls complessivi [t inerti]	0	0	18 132	78 301	0	0	0	0	0	22 126	118 559
		Cls spritz [t inerti]	0	0	2 277	0	0	0	0	0	0	0	2 277
		Cls rivestimento [t inerti]	0	0	3 861	19 069	0	0	0	0	0	11 552	34 483
		Cls conci [t inerti]	0	0	11 994	59 232	0	0	0	0	0	0	71 225
		Cls finiture [t inerti]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10 574	10 574

Tabella 1 – Galleria discenderia Maddalena 2 – Opere in sezione corrente

Bilan des materiaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Maddalena 2 connessione	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	79'345	155'801	0	0	0	0	0	0	235'146
		Cl1 [t]	0	0	51'574	101'271	0	0	0	0	0	0	152'845
		Cl2 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl3a [t]	0	0	27'731	54'452	0	0	0	0	0	0	82'184
		Cl3b [t]	0	0	40	78	0	0	0	0	0	0	118
	Cls	Cls complessivi [t inerti]	0	0	3'188	6'260	0	0	0	0	35'538	12'627	57'612
		Cls spritz [t inerti]	0	0	3'188	6'260	0	0	0	0	0	0	9'448
		Cls rivestimento [t inerti]	0	0	0	0	0	0	0	0	35'538	9'491	45'028
		Cls finiture [t inerti]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3'136	3'136

Tabella 2 – Galleria connessione Maddalena 2 – Opere in sezione corrente

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Maddalena 1 bis	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	0	0	0	172'355	0	0	0	0	172'355
		Cl1 [t]	0	0	0	0	0	112'031	0	0	0	0	112'031
		Cl2 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl3a [t]	0	0	0	0	0	60'238	0	0	0	0	60'238
		Cl3b [t]	0	0	0	0	0	86	0	0	0	0	86
	Cls	Cls complessivi [t inerti]	0	0	0	0	0	23'241	0	0	0	0	23'241
		Cls spritz [t inerti]	0	0	0	0	0	20'357	0	0	0	0	20'357
		Cls rivestimento [t inerti]	0	0	0	0	0	2'884	0	0	0	0	2'884
		Cls finiture [t inerti]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 3 – Galleria Maddalena 1bis – Opere in sezione corrente

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Maddalena - preparazione cantiere e discenderia 1	Scavi	Volume scavo [t]	69'990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69'990
		Cl1 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl2 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl3a [t]	69'990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69'990
		Cl3b [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cls	Cls complessivi [t inerti]	0	0	0	0	14'118	85'107	67'315	0	0	0	166'540
		Cls spritz [t inerti]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cls rivestimento [t inerti]	0	0	0	0	12'173	61'765	46'030	0	0	0	119'968
		Cls finiture [t inerti]	0	0	0	0	1'945	23'342	21'285	0	0	0	46'572

Tabella 4 – Preparazione area di cantiere e discenderia Maddalena 1 – Opere in sezione corrente

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Maddalena 1 connessione	Scavi	Volume scavo [t]	0	64'172	66'063	0	0	0	0	0	0	0	130'235
		Cl1 [t]	0	41'712	42'941	0	0	0	0	0	0	0	84'653
		Cl2 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl3a [t]	0	22'428	23'089	0	0	0	0	0	0	0	45'517
		Cl3b [t]	0	32	33	0	0	0	0	0	0	0	65
	Cls	Cls complessivi [t inerti]	0	5'019	4'592	0	0	0	0	0	10'110	16'438	36'158
		Cls spritz [t inerti]	0	5'019	4'592	0	0	0	0	0	0	0	9'611
		Cls rivestimento [t inerti]	0	0	0	0	0	0	0	0	10'110	16'438	26'547
		Cls finiture [t inerti]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 5 – Galleria connessione Maddalena 1 – Opere in sezione corrente

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Galleria della Maddalena Nicchie	Scavi	Volume scavo [t]	0	32'176	43'161	7'166	0	0	0	0	0	0	82'502
		Cl1 [t]	0	16'088	21'580	3'583	0	0	0	0	0	0	41'251
		Cl2 [t]	0	16'088	21'580	3'583	0	0	0	0	0	0	41'251
		Cl3a [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl3b [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cls	Cls complessivi [t aggregati]	0	18'050	23'721	2'056	0	0	0	0	0	0	43'827
		Cls spritz [t aggregati]	0	3'838	5'044	437	0	0	0	0	0	0	9'319
		Cls rivestimento [t aggregati]	0	14'212	18'677	1'619	0	0	0	0	0	0	34'508
		Cls finiture [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 6 – Galleria Maddalena – Nicchie

Bilan des matériaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

			Anno											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Galleria Maddalena Opere di Imbocco	Cls	Cls complessivi [t aggregati]	0	49'400	0	0	0	0	0	0	14'250	14'250	77'900	
		Cls spritz [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Cls rivestimento [t aggregati]	0	49'400	0	0	0	0	0	0	0	14'250	14'250	77'900
		Cls finiture [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 7 – Galleria Maddalena – Opere d'imbocco

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Area di sicurezza in sotterraneo di Clarea	Scavo	Volume scavo [t]	0	0	0	104'966	314'897	314'897	262'414	0	0	0	997'174
		Cl1 [t]	0	0	0	68'228	204'683	204'683	170'569	0	0	0	648'163
		Cl2 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl3a [t]	0	0	0	36'685	110'056	110'056	91'714	0	0	0	348'512
		Cl3b [t]	0	0	0	52	157	157	131	0	0	0	499
	Cls	Cls complessivi [t aggregati]	0	0	0	9'468	28'403	49'261	73'727	50'058	89'572	0	300'489
		Cls spritz [t aggregati]	0	0	0	9'468	28'403	28'403	23'670	0	0	0	89'944
		Cls rivestimento [t aggregati]	0	0	0	0	0	20'857	50'058	50'058	25'029	0	146'002
		Cls finiture [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	0	0	64'543	0	64'543

Tabella 8 – Area di Sicurezza di Clarea

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Tunnel di Base Binario Pari tratta Area di sicurezza Clarea - inizio zona TBM	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	0	87'901	136'690	0	0	0	0	0	224'591
		Cl1 [t]	0	0	0	57'135	88'849	0	0	0	0	0	145'984
		Cl2 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl3a [t]	0	0	0	30'721	47'773	0	0	0	0	0	78'494
		Cl3b [t]	0	0	0	44	68	0	0	0	0	0	112
	Cls	Cls complessivi [t inerti]	0	0	0	5'062	20'252	28'937	0	0	0	18'625	72'876
		Cls spritz [t inerti]	0	0	0	5'062	9'520	0	0	0	0	0	14'582
		Cls rivestimento [t inerti]	0	0	0	0	10'731	28'937	0	0	0	0	39'668
		Cls finiture [t inerti]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18'625	18'625

Tabella 9 – Tunnel di Base – Binario pari – Tratto sito sicurezza e inizio tratta TBM

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Tunnel di Base Binario Pari	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	0	135'508	456'757	529'501	367'171	30'339	0	0	1'519'276
		Cl1 [t]	0	0	0	61'511	168'821	236'435	168'197	0	0	0	634'963
		Cl2 [t]	0	0	0	28'404	60'784	98'678	11'427	0	0	0	199'293
		Cl3a [t]	0	0	0	45'561	196'401	194'128	124'841	0	0	0	560'931
		Cl3b [t]	0	0	0	33	30'752	260	62'707	30'339	0	0	124'090
	Cls	Cls complessivi [t inerti]	0	0	0	23'911	83'339	94'093	61'369	5'104	0	69'043	336'859
		Cls spritz [t inerti]	0	0	0	0	0	0	2'567	0	0	0	2'567
		Cls rivestimento [t inerti]	0	0	0	7'583	26'431	32'229	21'847	903	0	4'340	93'333
		Cls concii [t inerti]	0	0	0	16'327	56'908	61'864	39'522	1'634	0	0	176'256
		Cls finiture [t inerti]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64'703	64'703

Tabella 10 – Tunnel di Base – Binario pari – Opere in sezione corrente

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Tunnel di Base Binario Dispari tratta Area di sicurezza Clarea - inizio zona TBM	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	0	0	166'950	52'172	0	0	0	0	219'122
		Cl1 [t]	0	0	0	0	108'518	33'912	0	0	0	0	142'429
		Cl2 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl3a [t]	0	0	0	0	58'349	18'234	0	0	0	0	76'583
		Cl3b [t]	0	0	0	0	83	26	0	0	0	0	110
	Cls	Cls complessivi [t inerti]	0	0	0	0	16'658	33'815	0	0	0	15'561	66'035
		Cls spritz [t inerti]	0	0	0	0	11'628	3'634	0	0	0	0	15'262
		Cls rivestimento [t inerti]	0	0	0	0	5'030	30'182	0	0	0	0	35'212
		Cls finiture [t inerti]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15'561	15'561

Tabella 11 – Tunnel di Base – Binario dispari – Tratto sito sicurezza e inizio tratta TBM

Bilan des materiaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Tunnel di Base Binario Dispari	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	0	0	335 384	382 937	670 712	121 615	0	0	1 510 649
		Cl1 [t]	0	0	0	0	137 169	92 969	381 614	0	0	0	611 752
		Cl2 [t]	0	0	0	0	28 404	159 462	8 652	0	0	0	196 518
		Cl3a [t]	0	0	0	0	139 156	130 320	278 281	0	0	0	547 757
		Cl3b [t]	0	0	0	0	30 656	186	2 165	121 615	0	0	154 623
	Cls	Cls complessivi [t inerti]	0	0	0	0	59 179	74 399	112 103	15 406	0	81 704	342 792
		Cls spritz [t inerti]	0	0	0	0	0	0	0	2 719	0	0	2 719
		Cls rivestimento [t inerti]	0	0	0	0	18 769	23 596	39 907	4 516	0	14 010	100 798
		Cls concii [t inerti]	0	0	0	0	40 410	50 804	72 196	8 171	0	0	171 580
		Cls finiture [t inerti]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67 695	67 695

Tabella 12 – Tunnel di Base – Binario dispari – Opere in sezione corrente

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Tunnel di Base Rami di collegamento	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	0	0	19'578	32'940	36'047	8'116	3'382	0	100'063
		Cl1 [t]	0	0	0	0	9'789	4'195	0	0	0	0	13'985
		Cl2 [t]	0	0	0	0	0	19'639	28'838	0	0	0	48'477
		Cl3a [t]	0	0	0	0	9'789	9'105	7'209	8'116	3'382	0	37'602
		Cl3b [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cls	Cls complessivi [t aggregati]	0	0	0	0	6'163	10'355	10'460	2'412	1'005	0	30'395
		Cls spritz [t aggregati]	0	0	0	0	2'118	3'548	3'584	828	345	0	10'423
		Cls rivestimento [t aggregati]	0	0	0	0	4'045	6'807	6'876	1'584	660	0	19'972
		Cls finiture [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 13 – Tunnel di Base – Rami di collegamento

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Tunnel di Base Imbocco Est	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	0	0	0	19'433	38'867	0	0	0	58'300
		Cl1 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl2 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl3a [t]	0	0	0	0	0	19'433	38'867	0	0	0	58'300
		Cl3b [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cls	Cls complessivi [t aggregati]	0	0	0	0	0	1'172	35'837	0	7'445	7'445	51'899
		Cls spritz [t aggregati]	0	0	0	0	0	1'172	2'343	0	0	0	3'515
		Cls rivestimento [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	33'493	0	0	0	33'493
		Cls finiture [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	0	0	7'445	7'445	14'890

Tabella 14 – Tunnel di Base – Opere di imbocco

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Tunnel di Interconnessione Binario Pari	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	0	0	200'920	322'688	1'677	0	0	0	525'284
		Cl1 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl2 [t]	0	0	0	0	190'874	306'554	1'593	0	0	0	499'020
		Cl3a [t]	0	0	0	0	9'946	15'973	83	0	0	0	26'002
		Cl3b [t]	0	0	0	0	100	161	1	0	0	0	263
	Cls	Cls complessivi [t inerti]	0	0	0	0	8'544	129'331	24'777	0	0	0	162'651
		Cls spritz [t inerti]	0	0	0	0	8'544	14'011	136	0	0	0	22'690
		Cls rivestimento [t inerti]	0	0	0	0	0	73'506	17'396	0	0	0	90'902
		Cls finiture [t inerti]	0	0	0	0	0	41'814	7'245	0	0	0	49'059

Tabella 15 – Tunnel di Interconnessione – Binario Pari – Opere in sezione corrente

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Tunnel di Interconnessione Binario Dispari	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	0	0	223'460	233'775	0	0	0	0	457'235
		Cl1 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl2 [t]	0	0	0	0	212'287	220'567	0	0	0	0	432'854
		Cl3a [t]	0	0	0	0	11'061	13'092	0	0	0	0	24'153
		Cl3b [t]	0	0	0	0	112	116	0	0	0	0	228
	Cls	Cls complessivi [t inerti]	0	0	0	0	11'364	93'289	36'645	0	0	0	141'299
		Cls spritz [t inerti]	0	0	0	0	11'364	11'371	0	0	0	0	22'736
		Cls rivestimento [t inerti]	0	0	0	0	0	53'346	25'336	0	0	0	78'683
		Cls finiture [t inerti]	0	0	0	0	0	28'572	11'309	0	0	0	39'881

Tabella 16 – Tunnel di Interconnessione – Binario Dispari – Opere in sezione corrente

Bilan des matériaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Tunnel di Interconnessione Imbocco Est	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	0	0	145'750	0	0	0	0	0	145'750
		Cl1 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl2 [t]	0	0	0	0	102'025	0	0	0	0	0	102'025
		Cl3a [t]	0	0	0	0	43'725	0	0	0	0	0	43'725
		Cl3b [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cls	Cls complessivi [t aggregati]	0	0	0	0	3'311	11'798	0	0	3'863	0	18'972
		Cls spritz [t aggregati]	0	0	0	0	1'495	0	0	0	0	0	1'495
		Cls rivestimento [t aggregati]	0	0	0	0	1'815	11'798	0	0	0	0	13'614
		Cls finiture [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	0	0	3'863	0	3'863

Tabella 17 – Tunnel di Interconnessione – Opere di Imbocco Est

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Tunnel di Interconnessione Imbocco Ovest	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	0	109'313	36'438	0	0	0	0	0	145'750
		Cl1 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl2 [t]	0	0	0	76'519	25'506	0	0	0	0	0	102'025
		Cl3a [t]	0	0	0	32'794	10'931	0	0	0	0	0	43'725
		Cl3b [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cls	Cls complessivi [t aggregati]	0	0	0	12'469	36'266	0	0	0	5'358	0	54'093
		Cls spritz [t aggregati]	0	0	0	1'069	356	0	0	0	0	0	1'425
		Cls rivestimento [t aggregati]	0	0	0	11'400	35'910	0	0	0	0	0	47'310
		Cls finiture [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	0	0	5'358	0	5'358

Tabella 18 – Tunnel di Interconnessione – Opere di Imbocco Ovest

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Tunnel di Interconnessione Rami di collegamento	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	0	0	0	28'398	7'745	0	0	0	36'143
		Cl1 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl2 [t]	0	0	0	0	0	26'978	7'358	0	0	0	34'336
		Cl3a [t]	0	0	0	0	0	1'406	383	0	0	0	1'789
		Cl3b [t]	0	0	0	0	0	14	4	0	0	0	18
	Cls	Cls complessivi [t aggregati]	0	0	0	0	0	7'036	1'919	0	0	0	8'955
		Cls spritz [t aggregati]	0	0	0	0	0	1'221	333	0	0	0	1'554
		Cls rivestimento [t aggregati]	0	0	0	0	0	5'023	1'370	0	0	0	6'394
		Cls finiture [t aggregati]	0	0	0	0	0	791	216	0	0	0	1'007

Tabella 19 – Tunnel di Interconnessione – Rami di collegamento

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Tunnel Orsiera_LN	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	0	0	24'152	43'926	0	0	0	0	68'079
		Cl1 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl2 [t]	0	0	0	0	22'944	41'730	0	0	0	0	64'675
		Cl3a [t]	0	0	0	0	1'196	2'174	0	0	0	0	3'370
		Cl3b [t]	0	0	0	0	12	22	0	0	0	0	34
	Cls	Cls complessivi [t aggregati]	0	0	0	0	7'878	13'517	0	0	0	0	21'395
		Cls spritz [t aggregati]	0	0	0	0	2'614	4'023	0	0	0	0	6'637
		Cls rivestimento [t aggregati]	0	0	0	0	3'532	6'345	0	0	0	0	9'877
		Cls finiture [t aggregati]	0	0	0	0	1'732	3'149	0	0	0	0	4'881

Tabella 20 – Tunnel di Interconnessione – Cameroni di smontaggio delle TBM (Futuro tunnel dell'Orsiera)

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Armamento	TdB_BD	Cls [t inerti/mese]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29'469	29'469
	TdB_BP	Cls [t inerti/mese]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29'469	29'469
	TdI_BD	Cls [t inerti/mese]	0	0	0	0	0	0	0	0	3'108	0	3'108
	TdI_BP	Cls [t inerti/mese]	0	0	0	0	0	0	0	0	3'483	0	3'483
	Totale	Cls complessivi [t inerti/mese]	0	0	0	0	0	0	0	0	6'590	58'938	65'528

Tabella 21 – Armamento ferroviario

Nella tabella sottostante si riportano i fabbisogni di calcestruzzi per le opere a cielo aperto della piana di Susa e Bussoleno e il quantitativo di rilevato realizzabile a seguito del riutilizzo del materiale di scavo idoneo per tale uso.

Bilan des materiaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

		Anno										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Piana di Susa	Cls [t aggregati]	0	0	0	91'867	91'867	91'867	125'615	125'615	0	0	526'832
	Rilevati da CI2 [t]	0	0	0	110'733	642'825	873'608	57'867	0	0	0	1'685'032
Piana di Bussoleno	Cls [t aggregati]	0	0	0	14'820	14'820	14'820	2'470	0	0	0	46'930
	Rilevati da CI2 [t]	0	0	0	30'421	0	0	0	0	0	0	30'421
Complessivo	Cls [t aggregati]	0	0	0	106'687	106'687	106'687	128'085	125'615	0	0	573'762
	Rilevati da CI2 [t]	0	0	0	141'153	642'825	873'608	57'867	0	0	0	1'715'453

Tabella 22 – Opere a cielo aperto – Piana di Susa ed Innesto a Bussoleno

La Tabella seguente definisce, per ciascun cantiere, le opere che saranno eseguite nell'ambito del cantiere stesso.

Cantiere	Parte d'opera
C. "Imbocco Est Tunnel di Base"	- Tunnel di Base – Opere di imbocco
C. "Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione"	- Tunnel di Int. – Binario Dispari – Opere in sezione corrente - Tunnel di Int. – Binario Pari – Opere in sezione corrente - Tunnel di Int. – Rami di collegamento - Tunnel di Int. – Opere all'imbocco Ovest - Tunnel Orsiera – Cameroni di smontaggio delle TBM - Opere a cielo aperto – Piana di Susa (supportato dall'area di lavoro di Susa)
C. "Imbocco Est Tunnel di Interconnessione" + "Innesto Bussoleno"	- Tunnel di Int. – Opere all'imbocco Est - Opere a cielo aperto – Innesto Bussoleno
C. "Maddalena"	- Galleria Maddalena 2– Opere in sezione corrente - Galleria connessione Maddalena 1 – Opere in sezione corrente - Galleria connessione Maddalena 2 – Opere in sezione corrente - Galleria connessione Maddalena 1bis – Opere in sezione corrente - Area di sicurezza in sotterraneo di Clarea - Tunnel di Base – Binario Dispari – Opere in sezione corrente - Tunnel di Base – Binario Pari – Opere in sezione corrente - Tunnel di Base – Rami di collegamento - Galleria Maddalena – Opere di imbocco

Tabella 23 – Cantieri e parti d'opera ad essi associate

Nelle tabelle seguenti si riportano le sintesi delle produzioni e dei fabbisogni complessivi suddivisi per cantiere.

		Anno											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Cantiere "Maddalena"	Scavi	Volume scavo [t]	69 990	96 348	330 610	983 101	1 430 257	1 484 802	1 336 345	160 071	3 382	0	5 894 905
		CI1 [t]	0	57 800	157 875	584 845	717 828	684 224	720 380	0	0	0	2 922 953
		CI2 [t]	0	16 088	27 291	64 635	89 188	277 779	48 916	0	0	0	523 897
		CI3a [t]	69 990	22 428	120 863	333 414	561 524	522 082	502 045	8 116	3 382	0	2 143 845
		CI3b [t]	0	32	24 581	207	61 716	716	65 004	151 955	0	0	304 210
	Cls	Cls complessivi [t inerti]	0	72 469	49 633	125 057	228 113	399 209	324 974	72 979	150 474	250 374	1 673 283
		Cls spritz [t inerti]	0	8 857	15 101	21 227	51 670	55 943	27 253	6 113	345	0	186 508
		Cls rivestimento [t inerti]	0	63 612	22 539	28 271	77 179	207 257	164 718	57 061	85 586	70 081	776 304
		Cls concii [t inerti]	0	0	11 994	75 559	97 319	112 668	111 718	9 805	0	0	419 062
		Cls finiture [t inerti]	0	0	0	0	1 945	23 342	21 285	0	64 543	180 294	291 409

Tabella 24 – Cantiere Maddalena – Produzioni & Fabbisogni

Bilan des materiaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

			Anno											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Cantiere "Imbocco Est tunnel di Base"	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	0	0	0	19'433	38'867	0	0	0	58'300	
		Cl1 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Cl2 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Cl3a [t]	0	0	0	0	0	0	19'433	38'867	0	0	0	58'300
		Cl3b [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Cls	Cls complessivi [t aggregati]	0	0	0	0	0	1'172	35'837	0	7'445	7'445	51'899	
		Cls spritz [t aggregati]	0	0	0	0	0	1'172	2'343	0	0	0	3'515	
		Cls rivestimento [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	33'493	0	0	0	33'493	
		Cls finiture [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	0	0	7'445	7'445	14'890	

Tabella 25 – Cantiere Imbocco Est Tunnel di Base

			Anno										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
COMPLESSIVO Tunnel di interconnessione	Scavi	Volume scavo [t]	0	0	0	109 313	630 719	628 788	9 422	0	0	0	1 378 241
		Cl1 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cl2 [t]	0	0	0	76 519	553 637	595 829	8 951	0	0	0	1 234 935
		Cl3a [t]	0	0	0	32 794	76 859	32 645	466	0	0	0	142 764
		Cl3b [t]	0	0	0	0	224	314	5	0	0	0	543
	Cls	Cls complessivi [t aggregati]	0	0	0	12 113	67 719	254 971	63 341	0	9 221	0	407 364
		Cls spritz [t aggregati]	0	0	0	713	24 730	30 626	469	0	0	0	56 537
		Cls rivestimento [t aggregati]	0	0	0	11 400	41 257	150 019	44 102	0	0	0	246 779
		Cls finiture [t aggregati]	0	0	0	0	1 732	74 326	18 769	0	9 221	0	104 048

Tabella 26 – Cantiere Tunnel di Interconnessione, produzione e fabbisogni

2.1.3 Bilancio complessivo

Si riporta nel paragrafo seguente il bilancio complessivo delle produzioni e dei fabbisogni nell'ambito delle opere in progetto. Nella Tabella 27 si riporta il bilancio complessivo della produzione (espressa come t di materiale di scavo) e dei fabbisogni di cantiere (espressi come t di aggregati per cls/conci, materiale per corpi dei rilevati), suddivisi per anni di cantiere.

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
BILANCIO COMPLESSIVO	Scavo+depositi esistenti	Volume totale[t]	69 990	96 348	330 610	1 092 414	2 060 976	2 133 022	1 384 633	160 071	3 382	0	7 331 446		
		Cl1 [t]	0	57 800	157 875	584 845	717 828	684 224	720 380	0	0	0	0	2 922 953	
		Cl2 [t]	0	16 088	27 291	141 153	642 825	873 608	57 867	0	0	0	0	1 758 832	
		Cl3a [t]	69 990	22 428	120 863	366 208	638 383	574 160	541 378	8 116	3 382	0	0	2 344 909	
		Cl3b [t]	0	32	24 581	207	61 941	1 029	65 008	151 955	0	0	0	304 752	
		Fabbisogni	Cls	Cls - Complessivi [t aggregati]	0	72 469	49 633	243 856	402 519	762 039	552 237	198 594	173 730	316 758	0
	Cls - Spritz [t aggregati]			0	8 857	15 101	21 939	76 400	87 740	30 066	6 113	345	0	0	246 560
	Cls - Rivestimento [t aggregati]			0	63 612	22 539	39 671	118 437	357 276	242 314	57 061	85 586	70 081	0	1 056 576
	Cls - Conci [t aggregati]			0	0	11 994	75 559	97 319	112 668	111 718	9 805	0	0	0	419 062
	Cls - Finiture [t aggregati]			0	0	0	0	3 677	97 668	40 055	0	81 209	187 739	0	410 347
	Cls - Cielo aperto [t aggregati]			0	0	0	106 687	106 687	106 687	128 085	125 615	0	0	0	573 762
	Cls - Armamento [t aggregati]			0	0	0	0	0	0	0	0	6 590	58 938	0	65 528
	Bilancio aggregati			Defecit aggregati [t]	0	33 409	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Sur plus aggregati [t]												184 526
	Rilevati		Rilevati [t] (disponibilità)	0	0	0	141 153	642 825	873 608	57 867	0	0	0	0	1 715 453
		Cl2 a deposito definitivo [t]	0	16 088	27 291	0	0	0	0	0	0	0	0	43 379	
	(Cl2-Cl3a) prodotto da evacuare [t]			69 990	38 516	148 154	366 208	638 383	574 160	541 378	8 116	3 382	0	2 388 288	
	(Cl3b) prodotto totale [t]			0	32	24 581	207	61 941	1 029	65 008	151 955	0	0	304 752	

Tabella 27 – Bilancio complessivo

Dall'analisi della tabella soprariportata emerge quanto segue:

- il quantitativo di Cl1 riutilizzato per la produzione di conci nell'impianto di prefabbricazione di Salbertrand è pari a 419.062 t;
- il cantiere produce un surplus di aggregati rispetto ai fabbisogni (2.922.953 t di Cl1 prodotti rispetto a fabbisogni di aggregati per Cls pari a 2.771.836). A questi quantitativi vanno sommati i 33.409 t di aggregati di Cl1 approvvigionati da fonti esterne nell'anno 2 (in quanto la produzione a tale data non è sufficiente a coprire i fabbisogni di cantiere). Il Cl1 in esubero rispetto ai fabbisogni di aggregati del cantiere (184.526 t) sarà

riutilizzato per la costituzione di corpi dei rilevati nella Piana di Susa, ad integrazione del CI2 ivi destinato.

- il riutilizzo di CI2 proveniente dal cantiere per la costituzione di rilevati nella Piana di Susa ammonta a 1.715.435 t. Si rendono disponibili, negli anni 2 e 3 di cantiere, 43.379 t di CI2, che non saranno reimpiegati per la costruzione di rilevati nella piana di Susa (in funzione del cronoprogramma lavori, che ne contempla la produzione prima di una possibilità di loro reimpiego), e che saranno quindi allontanati a deposito definitivo;
- il CI3b da allontanare fuori sito come rifiuto è pari a 85.243 t. Tale materiale verrà allontanato tramite autocarri;
- il materiale in esubero destinato a ripristini ambientali (CI3a + CI2 anni 2 e 3) presso i siti di deposito definitivo di Caprie e Torrazza da allontanare via treno è pari a 2.388.288 t.

In relazione a quanto sopra riportato, per una visione sintetica d'insieme dei fabbisogni e disponibilità del materiale si può fare riferimento alla tabella sintetica riportata nel seguito. Per quanto riguarda le possibili ottimizzazioni di riutilizzo del 10 % del CI3a si rimanda a quanto descritto al Paragrafo 2.1.5.

BILANCIO COMPLESSIVO	Scavo+depositi esistenti		Volume totale[Mt]	7.33	
			CI1 [Mt]	2.92	
			CI2 [Mt]	1.76	
			CI3a [Mt]	2.34	
			CI3b [Mt]	0.31	
	Fabbisogni		Cl a - Complessivi [Mt aggregati]	2.77	
			Inerte per rilevati [Mt]	2.9	
	Bilancio aggregati		Fabbisogno anticipato [Mt]	0.03	
			Deficit iniziale [Mt]	0.03	
			Disponibilità [Mt]	2.92	
			Fabbisogno [Mt]	2.77	
			Surplus [Mt]	0.15+0.03	
	Rilevati	Bilancio		Aliq. Inziale CI2 a deposito [Mt]	0.05
				Fabbisogno CI2 [Mt]	2.9
				Disponibilità CI2 [Mt]	1.72
				Disponibilità surplus aggregati [Mt]	0.15
				Deficit [Mt]	1.03
		Possibili ottimizzazioni	10 % CI3a [Mt]	0.23	
		Deficit rilevati Piana di Susa e Bussoleno [Mt]		0.79	
	CI2 + CI3a prodotto da evacuare [Mt]		0.05+2.34		
CI3b prodotto totale [Mt]		0.31			

Tabella 28 – Sintesi di fabbisogni e disponibilità

La Tabella 29 riporta nel seguito sintetizza invece il bilancio complessivo considerando come centro di gestione dei materiali l'area industriale di "Salbertrand".

Sono pertanto presenti in tabella le aliquote di smarino provenienti dal cantiere di Maddalena (a meno dell'aliquota di CI2 conferita direttamente alla Piana di Susa e del CI3b gestito come rifiuto), dai cantieri dell'interconnessione e dal portale Est del tunnel di Base a Susa.

Bilan des materiaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

Il materiale scavato dall'interconnessione con caratteristiche adeguate ad essere steso in rilevato a seguito di un'opportuna preparazione, non verrà trasportato a Salbertrand ma sarà preparato direttamente sul cantiere presente all'imbocco del Tunnel di Interconnessione lato Susa. Verrà quindi successivamente riutilizzato in rilevati a Susa e Bussoleno.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
SALBERTRAND da sotterraneo + cielo aperto	Scavo+depositi esistenti	Volume totale[t]	69 990	96 316	306 029	951 053	1 356 211	1 258 385	1 261 758	8 116	3 382	0	5 311 241	
		CI1 [t]	0	57 800	157 875	584 845	717 828	684 224	720 380	0	0	0	2 922 953	
		CI2	0	16 088	27 291	0	0	0	0	0	0	0	43 379	
		CI3a [t]	69 990	22 428	120 863	366 208	638 383	574 160	541 378	8 116	3 382	0	2 344 909	
		CI3b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fabbisogni	CIs	CIs - Complessivi [t aggregati]	0	72 469	49 633	243 856	402 519	762 039	552 237	198 594	173 730	316 758	2 771 836
			CIs - Spritz [t aggregati]	0	8 857	15 101	21 939	76 400	87 740	30 066	6 113	345	0	246 560
			CIs - Rivestimento [t aggregati]	0	63 612	22 539	39 671	118 437	357 276	242 314	57 061	85 586	70 081	1 056 576
			CIs - Conci [t aggregati]	0	0	11 994	75 559	97 319	112 668	111 718	9 805	0	0	419 062
			CIs - Finiture [t aggregati]	0	0	0	0	3 677	97 668	40 055	0	81 209	187 739	410 347
			CIs - Cielo aperto [t aggregati]	0	0	0	106 687	106 687	106 687	128 085	125 615	0	0	573 762
			CIs - Armamento [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	0	0	6 590	58 938	65 528
			Bilancio aggregati	Defecit aggregati [t]	0	33 409	0	0	0	0	0	0	0	0
		Rilevati	Sur plus aggregati [t]											184 526
			Rilevati [t] (disponibilità)	0	0	0	141 153	642 825	873 608	57 867	0	0	0	1 715 453
			CI2 a deposito definitivo [t]	0	16 088	27 291	0	0	0	0	0	0	0	43 379
			(CI2+CI3a) prodotto da evacuare [t]	69 990	38 516	148 154	366 208	638 383	574 160	541 378	8 116	3 382	0	2 388 288

Tabella 29 – Bilancio relativo al cantiere industriale di Salbertrand

2.1.4 Fabbisogno aggregati per conci

Il fabbisogno di aggregati per la produzione di conci nell'impianto di Salbertrand ed utilizzati per il rivestimento di:

- Discenderia Maddalena 2.
- Tunnel di Base, binario pari;
- Tunnel di Base, binario dispari;

è pari a circa 419.000 t.

Si riporta nella tabella sottostante il quantitativo annuale di aggregato utilizzato per la prefabbricazione dei conci a Salbertrand.

		Anno										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Fabbisogno aggregati per conci	Discenderia Maddalena 2 [t]	0	0	11 994	59 232	0	0	0	0	0	0	71 225
	Tunnel di Base pari [t]	0	0	0	16 327	56 908	61 864	39 522	1 634	0	0	176 256
	Tunnel di Base dispari [t]	0	0	0	0	40 410	50 804	72 196	8 171	0	0	171 580
	TOTALE											

Tabella 30 – Fabbisogno di aggregati per conci TBM

2.1.5 Deficit di materiale per la realizzazione dei rilevati

Il volume di materiale stimato per la realizzazione dei rilevati nella piana di Susa e Bussoleno è di circa 2.900.000 t.

A seguito del processo di valorizzazione e di preparazione del materiale proveniente dagli scavi (CI1) si otterranno circa 1.720.000 t. A questo quantitativo si somma il CI1 in esubero rispetto ai fabbisogni di aggregati del cantiere (ca. 150.000 t), che sarà riutilizzato per la costituzione di corpi dei rilevati nella Piana di Susa, ad integrazione del CI2 ivi destinato.

Il deficit di materiale per la realizzazione dei rilevati è quindi pari a ca. 1.030.000 di tonnellate.

Come indicato nel [12] si dovranno ricercare delle piste di ottimizzazione per far fronte a tale situazione; tra queste si ritiene percorribile l'utilizzo di un'aliquota del CI3a prodotto a seguito del processo di valorizzazione degli aggregati.

L'aliquota di C13a riutilizzabile è stimata in circa il 10% del C13A. In relazione a quanto riportato in Tabella 29 tale aliquota corrisponde a circa 235.000 t.

Ricapitolando quanto sopra, a seguito dell'ottimizzazione proposta l'effettivo deficit da colmare si ridurrebbe a circa 795.000 t.

Per le considerazioni ed i dettagli circa le piste di ottimizzazione per poter ottenere materiale idoneo alla stesa in rilevati si faccia riferimento al documento [12].

2.1.6 Ripartizione delle aliquote di C13B prodotte dagli scavi

Come riportato nei paragrafi precedenti il volume totale di C13B scavato è così ripartito:

Ripartizione dello smarino di tipologia C13B		TOTALE
Scavo in OMB – Tunnel di Base (stoccaggio in sotterraneo)	212.680 t	304.752 t
Scavo in AMC contenenti arsenico – Tunnel di Base	85.243 t	
Aliquota di scavo (0,05%) con <u>possibilità</u> di lenti di roccia ultrabasica (Tunnel di base +Tunnel di interconnessione)	6.286 t + 543 t	

Tabella 31 – Ripartizione smarino di tipologia C13B

Per la definizione delle tratte ove si riscontra la possibilità di materiale contenente arsenico (C13b da allontanare fuori sito come rifiuto) si faccia riferimento ai documenti [11] e [12].

Si riportano qui di seguito i diagrammi relativi ai materiali prodotti dagli scavi delle opere in sotterraneo in funzione delle classi di valorizzazione.

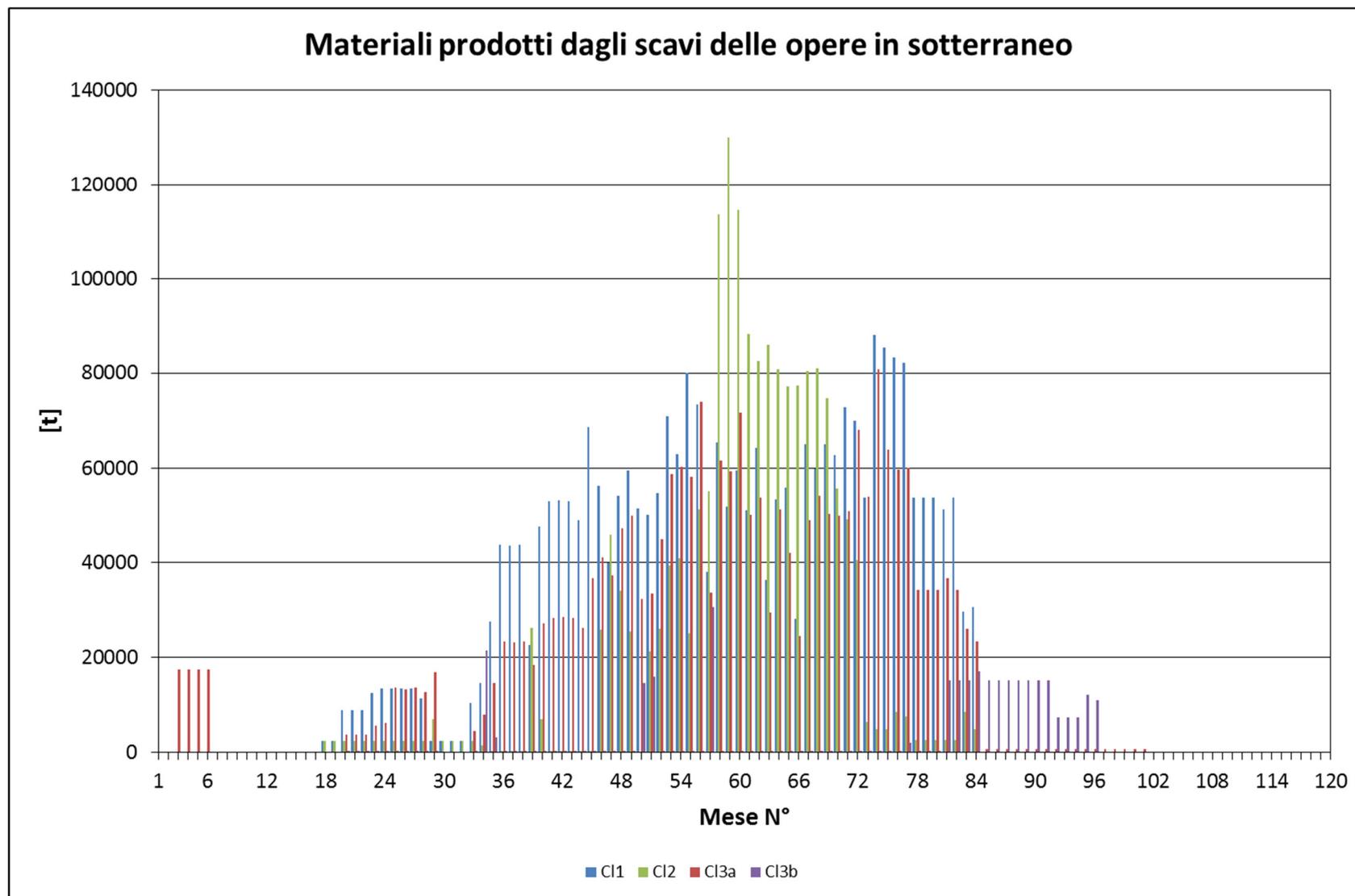


Figura 1 - Evoluzione nel tempo dei materiali prodotti dallo scavo delle opere in sotterraneo (in funzione della classe di valorizzazione)

Bilan des materiaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

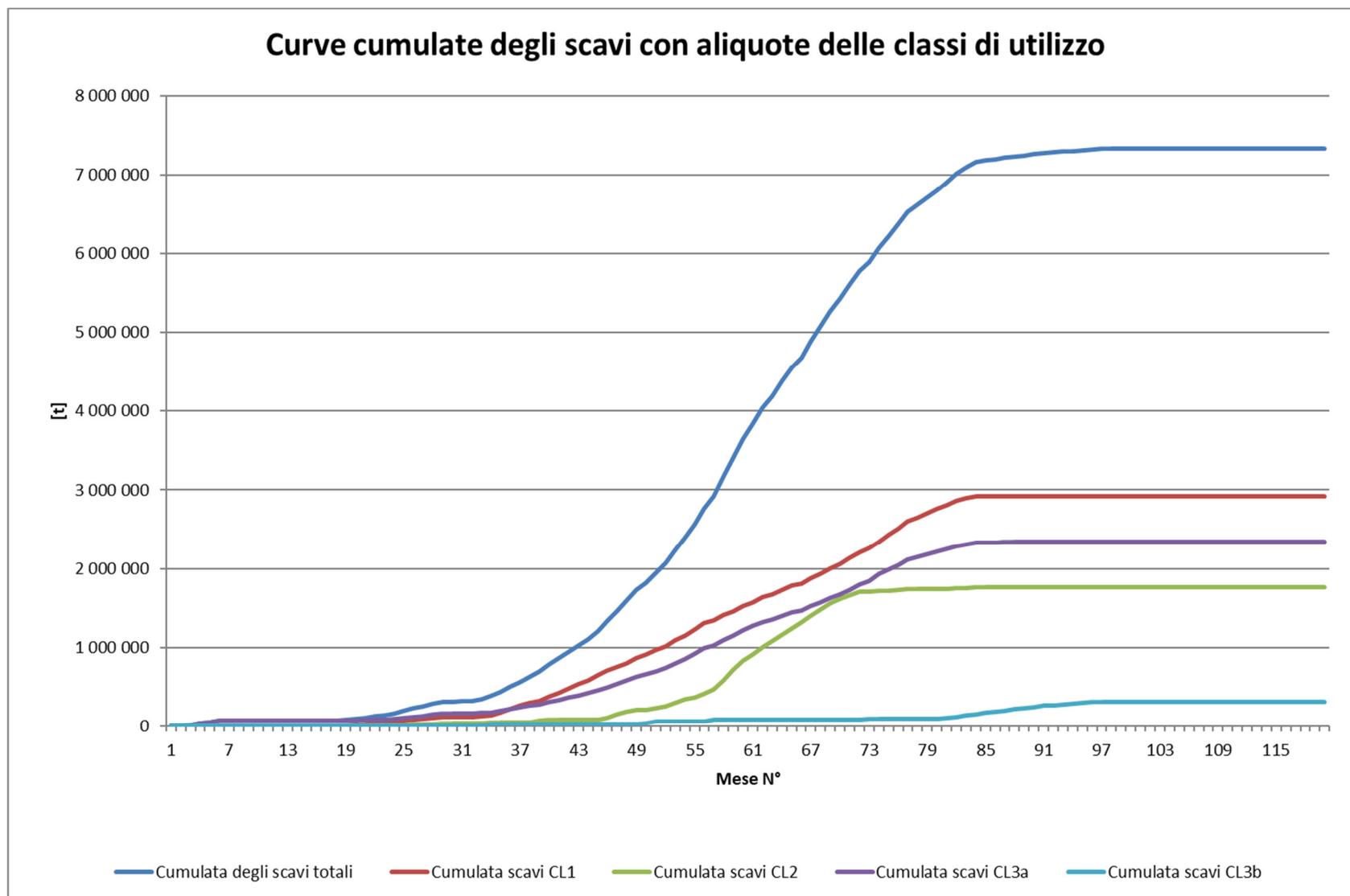


Figura 2 – Evoluzione nel tempo dei volumi di scavo totali con ripartizione secondo le differenti classi di utilizzo

Bilan des materiaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

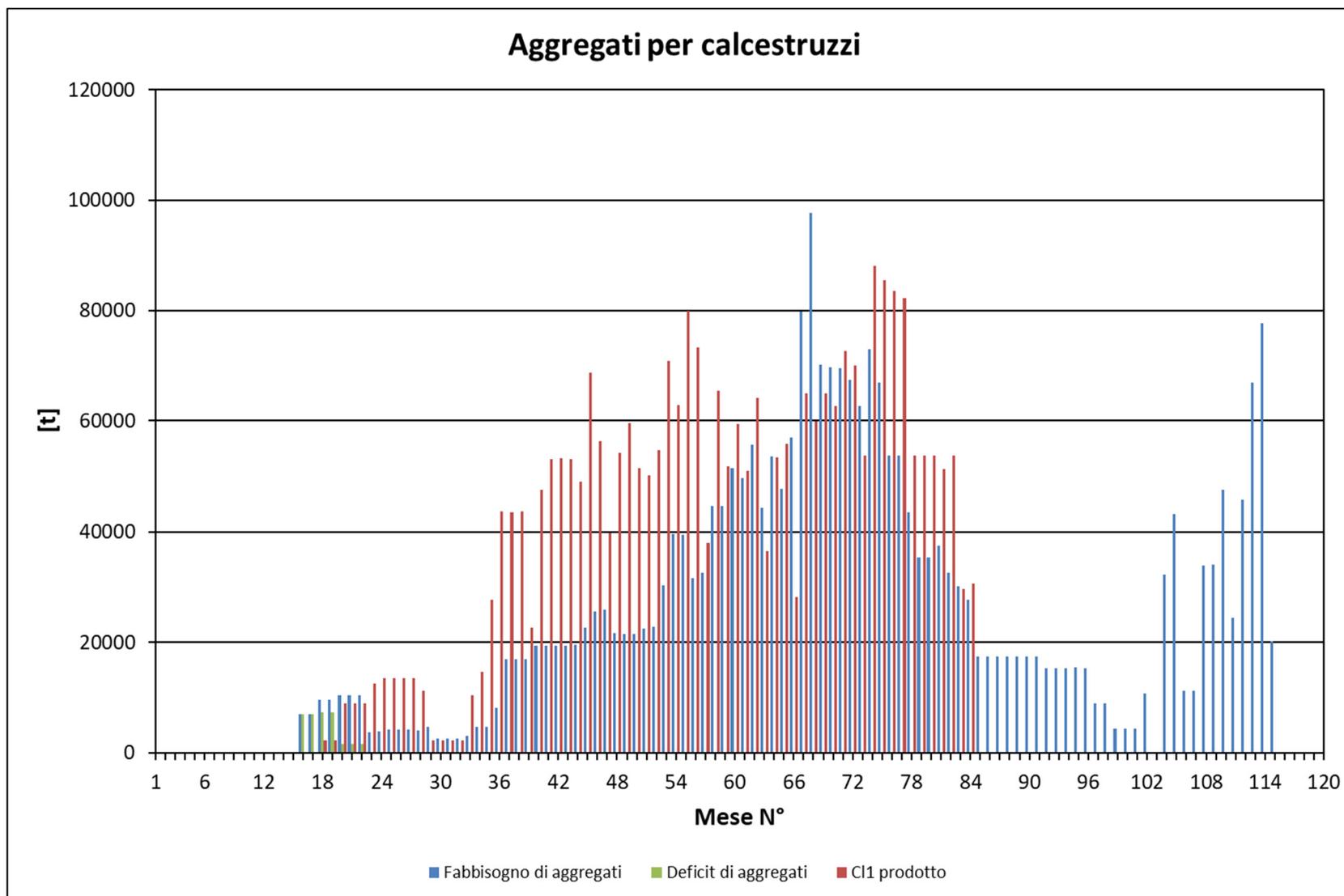


Figura 3 - Evoluzione nel tempo dei fabbisogni in calcestruzzo

Bilan des materiaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

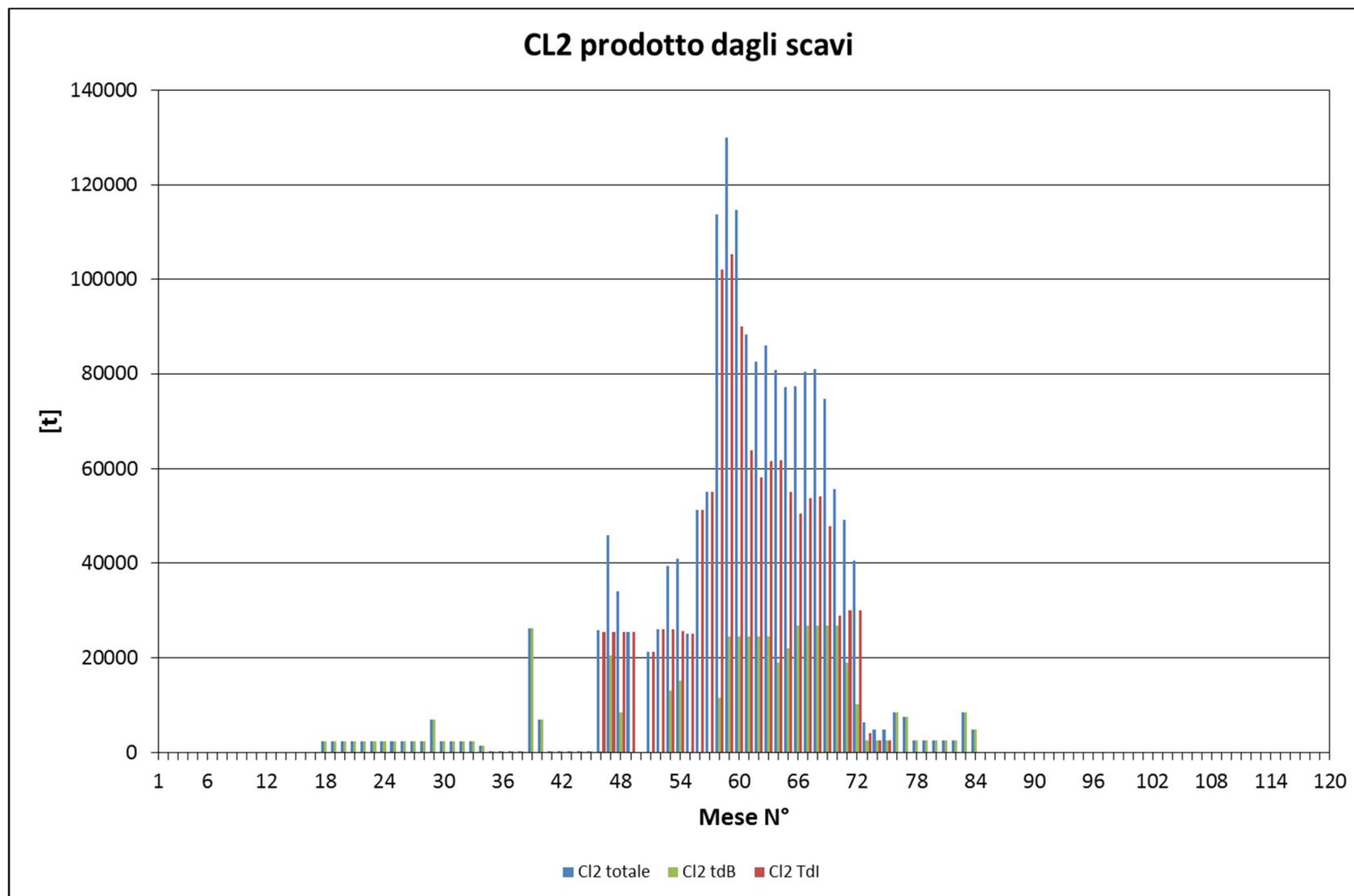


Figura 4 - Evoluzione nel tempo del materiale CL2 prodotto dallo scavo delle opere in sotterraneo

Bilan des materiaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

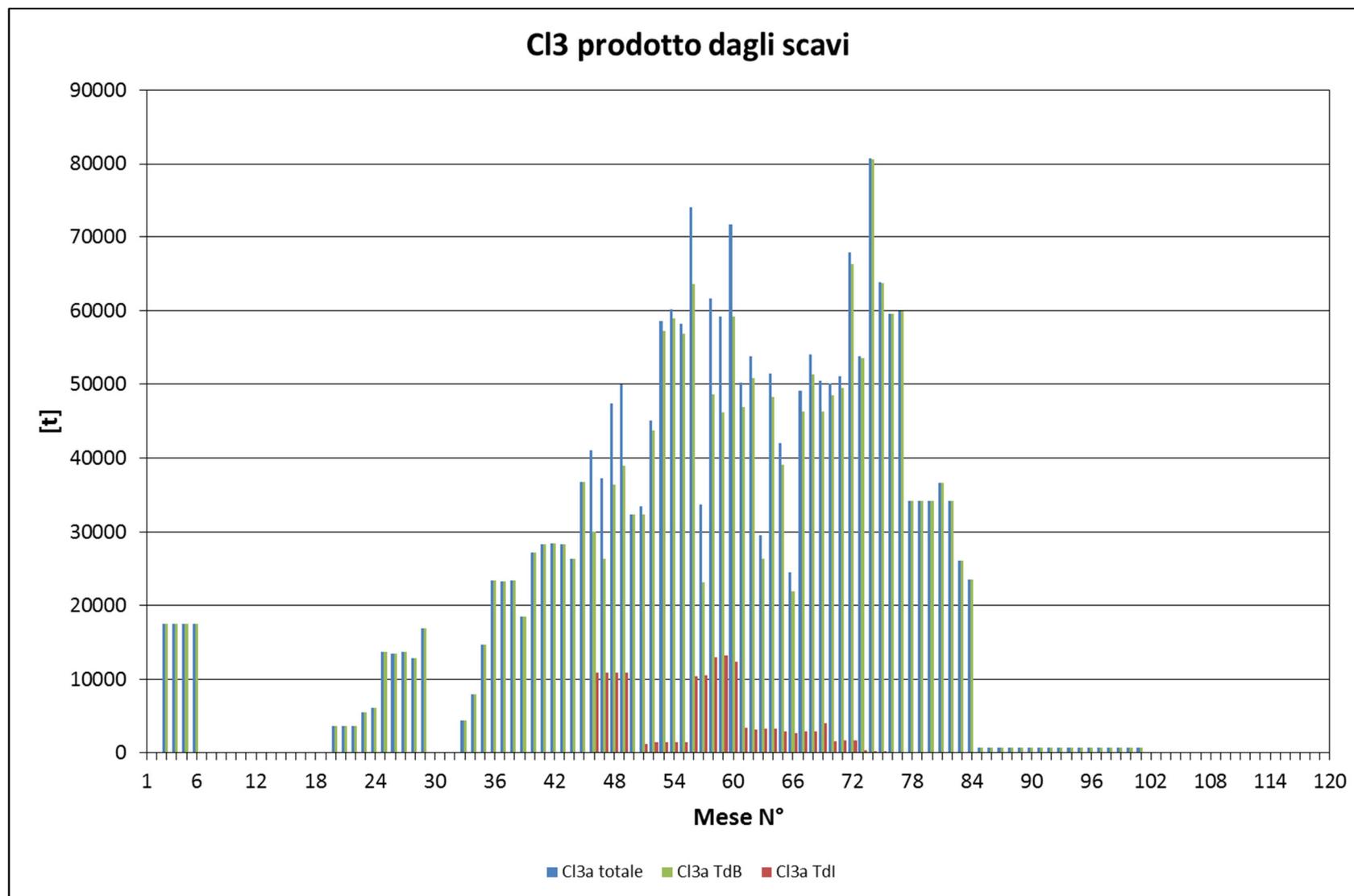


Figura 5 - Evoluzione nel tempo del materiale C13 prodotto dallo scavo delle opere in sotterraneo

Analizzando i tre grafici si evidenzia come la produzione di CL1, valorizzato per il successivo utilizzo come inerte nei calcestruzzi, provenga dallo scavo del Tunnel di Base: la produzione di aggregato, funzione dei fronti di avanzamento in sotterraneo e delle litologie attraversate risulta anticipata rispetto al fabbisogno per l'utilizzo nei calcestruzzi. Tale fenomeno è amplificato nel periodo di attività contemporanea delle due frese.

È necessario prevedere, durante gli anni di attività dei cantieri, degli stoccaggi temporanei considerevoli per gli aggregati. Tale surplus verrà infatti consumato gradualmente durante gli ultimi anni del cantiere per la realizzazione delle opere a cielo aperto, finiture e marciapiedi della linea.

L'ottimizzazione dei coefficienti di valorizzazione dei materiali scavati, a seguito degli studi condotti e del ritorno di esperienza di Maddalena, garantisce ora il fabbisogno di inerte previsto. Come indicato nei paragrafi precedenti rimane tuttavia presente il deficit di CL2 per la realizzazione dei rilevati.

2.2 Ricapitolativo dei fabbisogni complessivi di cantiere

Si riporta nella **Tabella 32** i fabbisogni complessivi dei principali materiali da costruzione quali:

- aggregati per calcestruzzi, compresa l'aliquota per i conci;
- cemento per calcestruzzi;
- acciaio per armatura del calcestruzzo (non include quindi gli acciai per le carpenterie metalliche, sostegni provvisori in sotterraneo, etc.).

Tali quantitativi sono stati valutati facendo le seguenti ipotesi:

- tonnellate di cemento a m³ di calcestruzzo pari a 0,4 t/m³;
- tonnellate di acciaio a m³ di calcestruzzo pari a 0,1 t/m³.

	Fabbisogni
Aggregati per calcestruzzi, compresa aliquota per i conci	2.771.836 [t]
Aggregati per i conci	419.062 [t]
Cemento	570.000 [t]
Acciaio	142.000 [t]

Tabella 32 – Fabbisogni complessivi

2.3 Valutazione degli aggregati prodotti sul cantiere industriale

Il cantiere industriale di Salbertrand sarà il nodo centrale per lo smistamento dello smarino in arrivo dal cantiere di Maddalena (a meno dell'aliquota di CL2 che dal cantiere di Maddalena sarà conferita direttamente alla Piana di Susa per costituzione del corpo dei rilevati); nel grafico sottostante si riporta l'andamento cumulato degli aggregati prodotti nel tempo in funzione degli scavi condotti e dei fabbisogni. Si riporta altresì l'indicazione dell'aliquota di aggregato in deposito stock nel tempo.

Bilan des materiaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

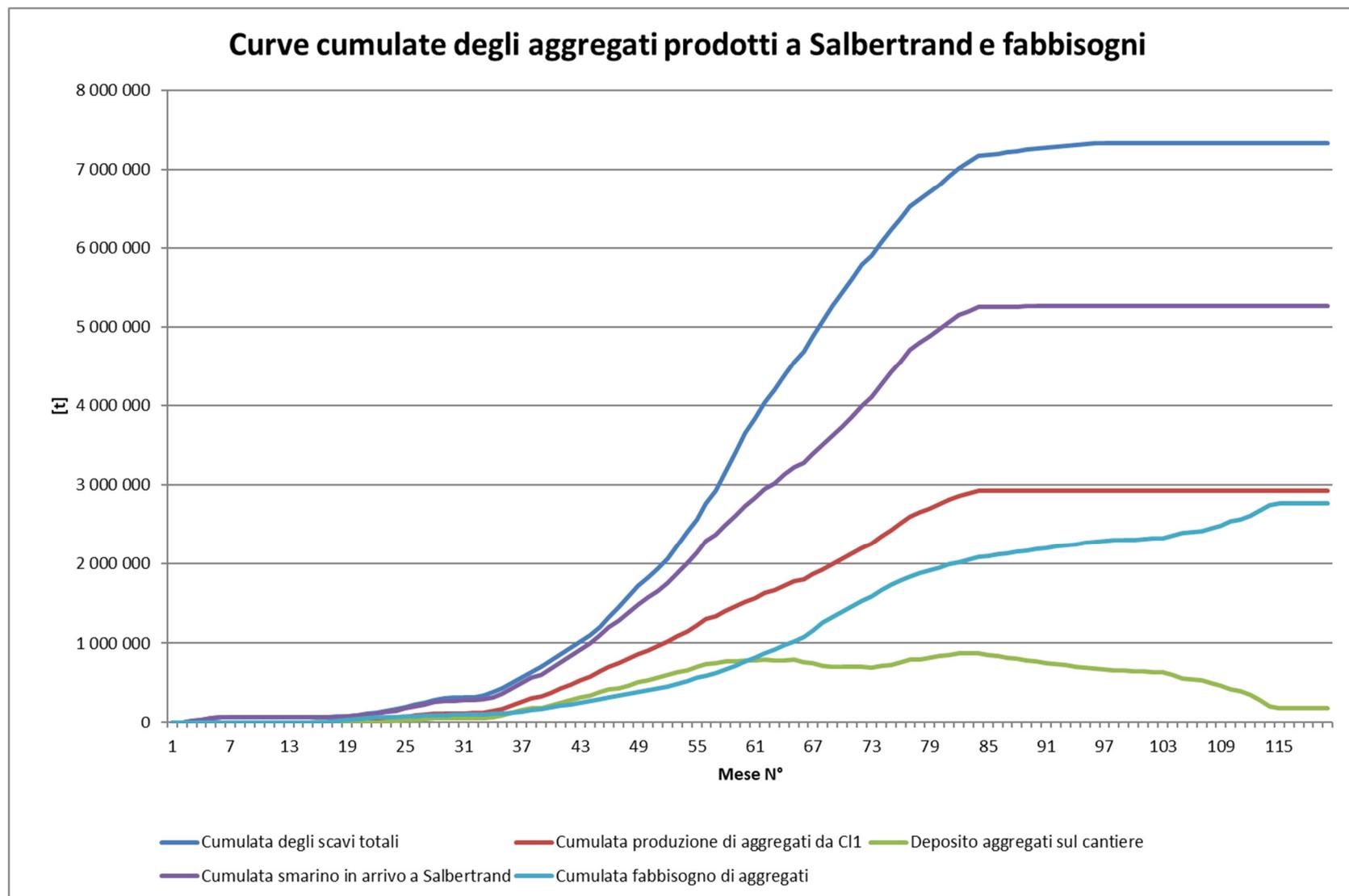


Figura 6 Curve cumulate aggregati Salbertrand (fabbisogni/ deposito)

2.4 Stima dei flussi veicolari su gomma

L'analisi eseguita ha permesso di effettuare una previsione del n° di viaggi giornalieri necessari per il trasporto dei materiali di scavo e per l'approvvigionamento dei principali materiali da costruzione quali aggregati, cemento e acciaio (vedere paragrafo precedente).

Tali flussi sono relativi ai trasporti:

- tra fonti di approvvigionamento esterne e i cantieri;
- tra i cantieri stessi, ma solo se per il trasporto viene utilizzata una viabilità non di cantiere (viabilità autostradale, ordinaria o locale).

La stima è stata eseguita sulla base delle seguenti ipotesi:

- approvvigionamento dei materiali da costruzione da fonti esterne su gomma;
- trasporto per la messa a deposito definitivo del materiale di scavo su ferro;
- trasporti tra i cantieri e l'area industriale su gomma;
- capacità media di un autocarro utilizzato per l'approvvigionamento pari a 25 t/camion;
- numero di giorni mensili a disposizione per i trasporti su gomma pari a 22 gg/mese.

Nei paragrafi seguenti vengono riportati i grafici rappresentanti l'evoluzione temporale del flusso veicolare relativo al:

- trasporto degli aggregati;
- trasporto del cemento;
- trasporto dello smarino;
- trasporto dei materiali da costruzione (aggregati + cemento + smarino + acciaio).

Non si è dunque riportato il grafico per il trasporto dell'acciaio in quanto è confrontabile con quello del trasporto del cemento (il trasporto dell'acciaio è pari al 25% del trasporto del cemento).

2.4.1 Area Industriale Salbertrand

L'area industriale "Salbertrand" è il cantiere presso il quale si svolgono i processi di valorizzazione dei materiali provenienti dagli scavi degli altri cantieri, e dal quale i materiali non idonei ad un successivo riutilizzo saranno avviati, via treno, ai siti di deposito definitivi.

Arriveranno all'area industriale tutti i materiali di scavo in uscita dal portale di Maddalena, il materiale di scavo dell'imbocco Est del tunnel di Base e lo smarino, destinato a deposito definitivo, proveniente dall'imbocco Ovest dell'Interconnessione.

Il quantitativo proveniente dall'imbocco Est del Tunnel di Base è limitato. Non prevedendo più lo scavo in sotterraneo da Susa, l'unico smarino proveniente da tale sito è quello dovuto alle attività di sbancamento necessarie per permettere la realizzazione della galleria artificiale d'imbocco.

Dall'installazione del cantiere, saranno approvvigionati in aggregati i seguenti cantieri:

- Cantiere "Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione";
- Cantiere "Imbocco Est Tunnel di Base";
- Cantiere "Maddalena".

Dall'area di Salbertrand verranno altresì prodotti i conci necessari per l'approvvigionamento in sotterraneo delle frese in avanzamento con cantiere di riferimento Maddalena.

Il grafico riportato in Figura 7 riporta l'andamento dei flussi veicolari per l'approvvigionamento del cemento necessario per il confezionamento dei soli calcestruzzi prodotti presso l'area industriale.

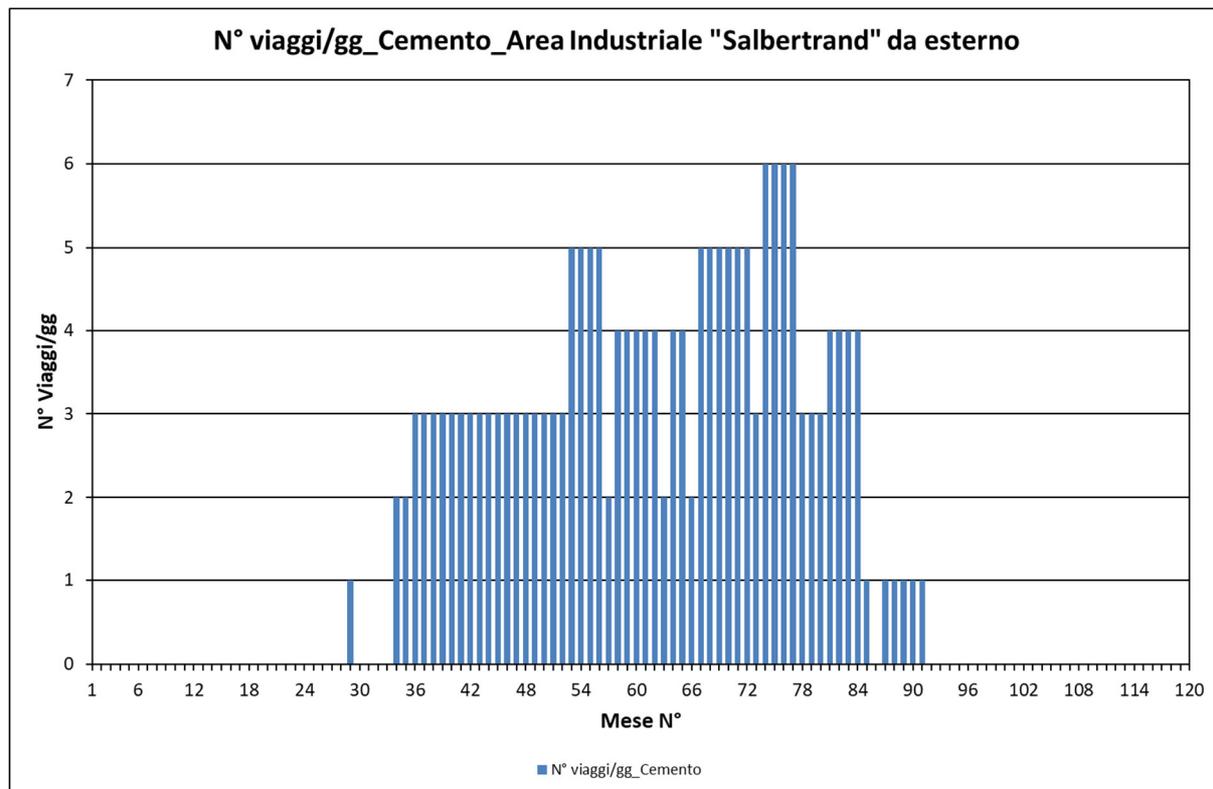


Figura 7 - Area Industriale "Salbertrand" – N° viaggi al giorno per il trasporto del cemento per la produzione di conglomerati cementizi

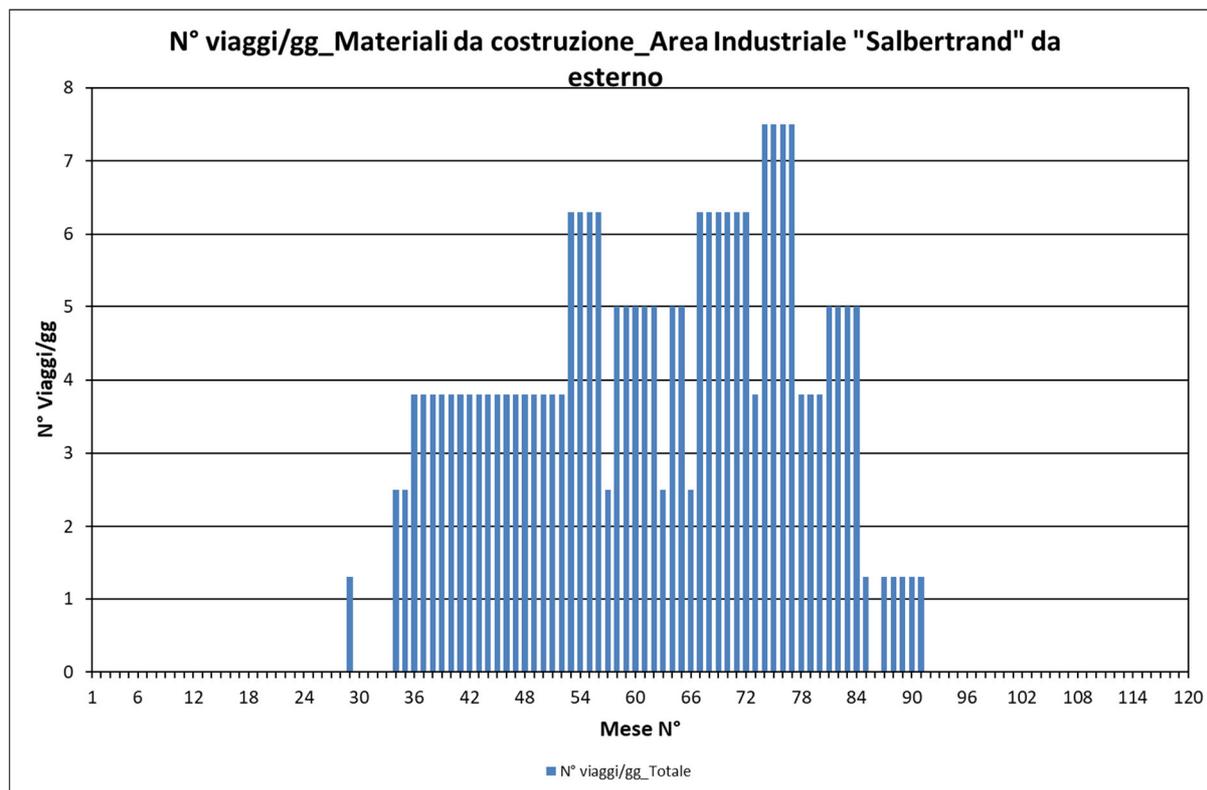


Figura 8 - Area Industriale “Salbertrand” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali da costruzione

Il grafico riportato in Figura 8 riporta l’andamento complessivo dei flussi veicolari tra le fonti di approvvigionamento esterno e l’area industriale “Salbertrand”.

Tali trasporti interessano la sola viabilità autostradale.

2.4.2 Cantiere “Imbocco Maddalena”

Si riportano, nel paragrafo seguente, gli andamenti dei flussi veicolari per il trasporto dei materiali da costruzione e del marino presso il cantiere “Imbocco Maddalena”.

Il cantiere verrà rifornito dall’area industriale di Salbertrand dei fabbisogni necessari di conci ed aggregato per le attività in sotterraneo.

Al sito di Salbertrand verranno inviati tutti i volumi di smarino destinati al processo di valorizzazione e trasporto a deposito definitivo.

Sono stati in particolar modo analizzati i flussi relativi a:

- Trasporto dello smarino;
- Trasporto di aggregati per calcestruzzi;
- Trasporto di cemento;
- Trasporto di conci.

Il grafico riportato in Figura 9 mostra l’evoluzione temporale del flusso di camion necessari per l’evacuazione del materiale prodotto dagli scavi dei differenti fronti di avanzamento previsti da Maddalena. Tale materiale è trasportato all’area industriale di “Salbertrand” dove, a seguito di valorizzazione, verrà in parte riutilizzato come aggregato, in parte come materiale idoneo per rilevati e il rimanente mandato a deposito definitivo.

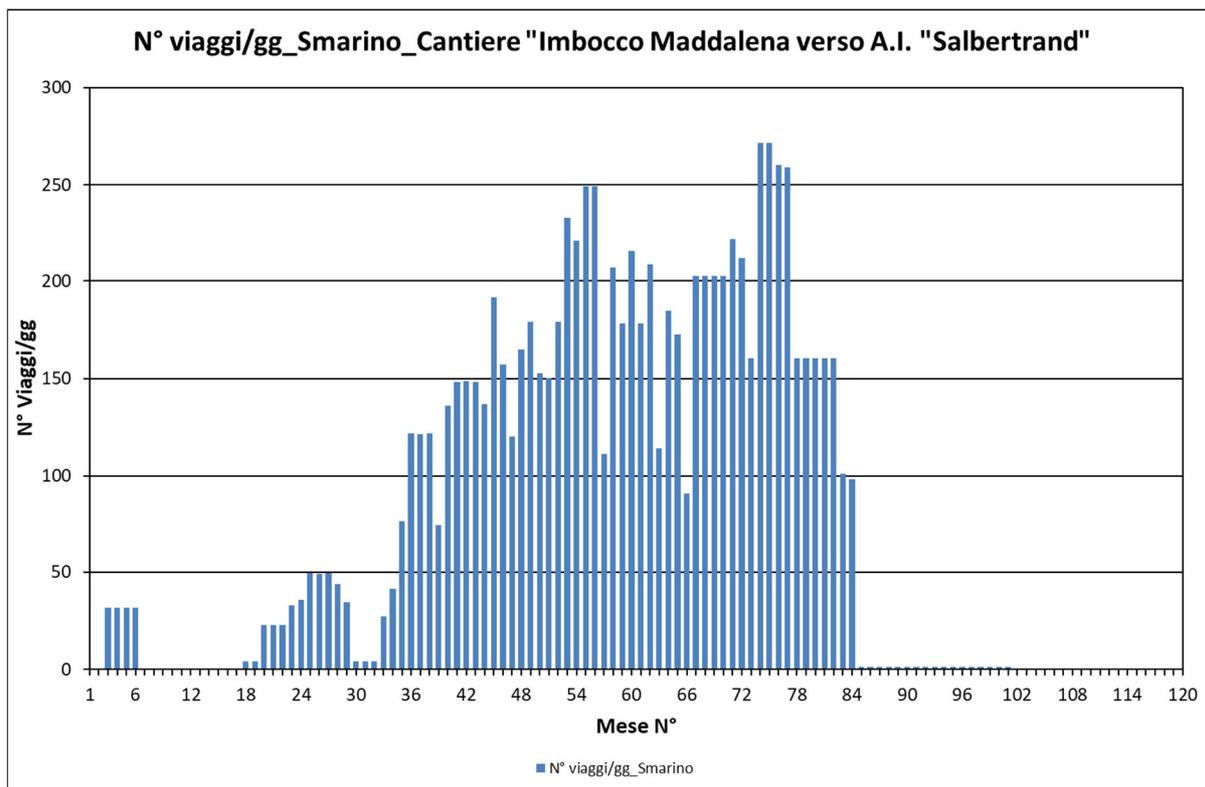


Figura 9 – Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali di scavo all’area industriale “Salbertrand”

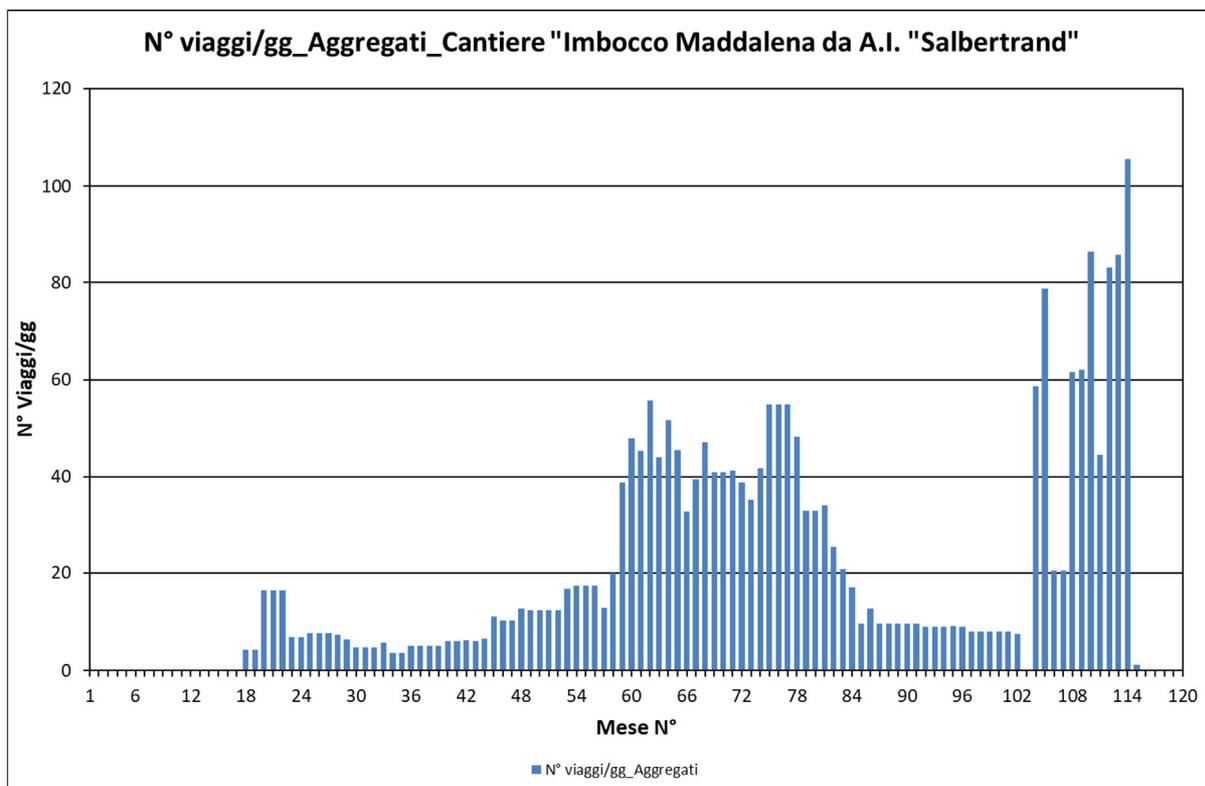


Figura 10 - Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto degli aggregati dall’area industriale “Salbertrand”

Il grafico riportato in Figura 10 evidenzia un incremento notevole dei viaggi nell'ultima parte del cantiere per garantire gli aggregati necessari alla produzione di calcestruzzi per rivestimenti e finiture finali (riempimenti, marciapiedi...). Durante il periodo precedente il numero di camion per trasporto aggregati è inferiore in quanto i due fornicci del tunnel di base vengono realizzati con i conci prefabbricati. Si veda a tal riguardo il grafico riportato in Figura 13.

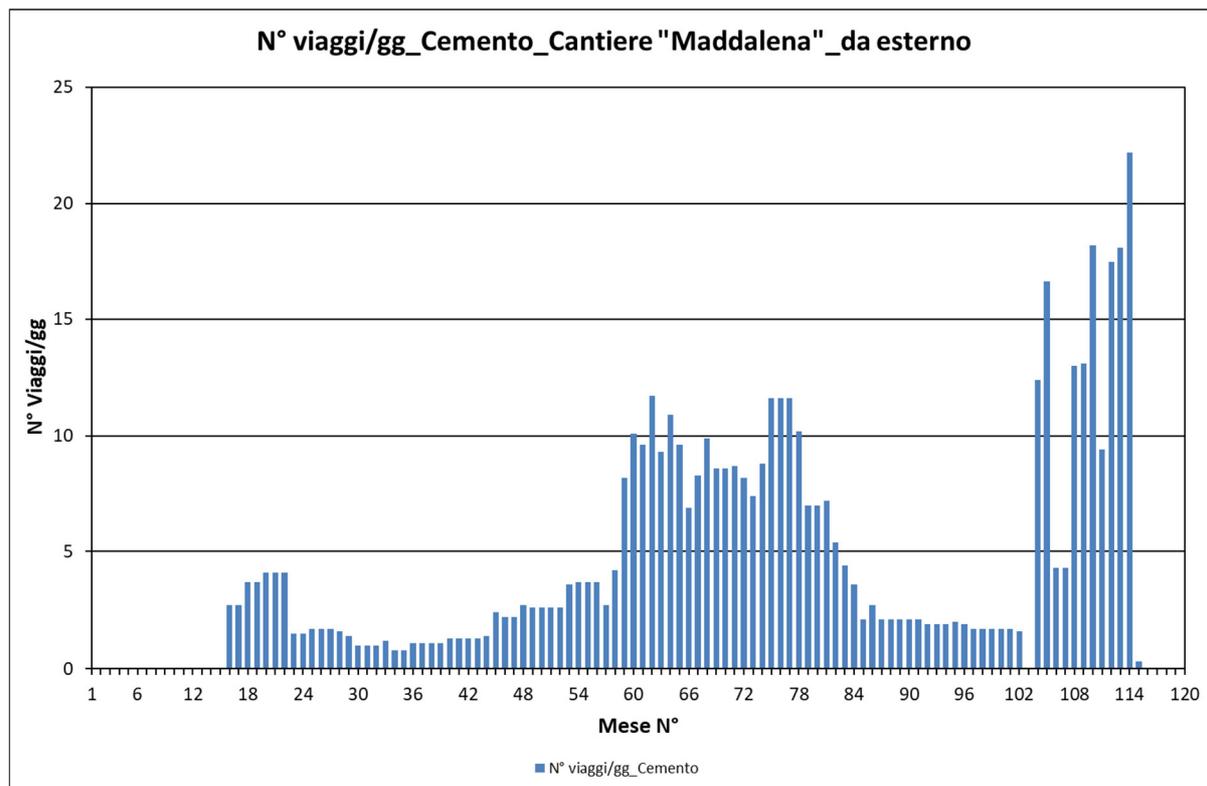


Figura 11 - Cantiere "Imbocco Maddalena" – N° viaggi al giorno per il trasporto di cemento per la produzione di conglomerati cementizi

Bilan des materiaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

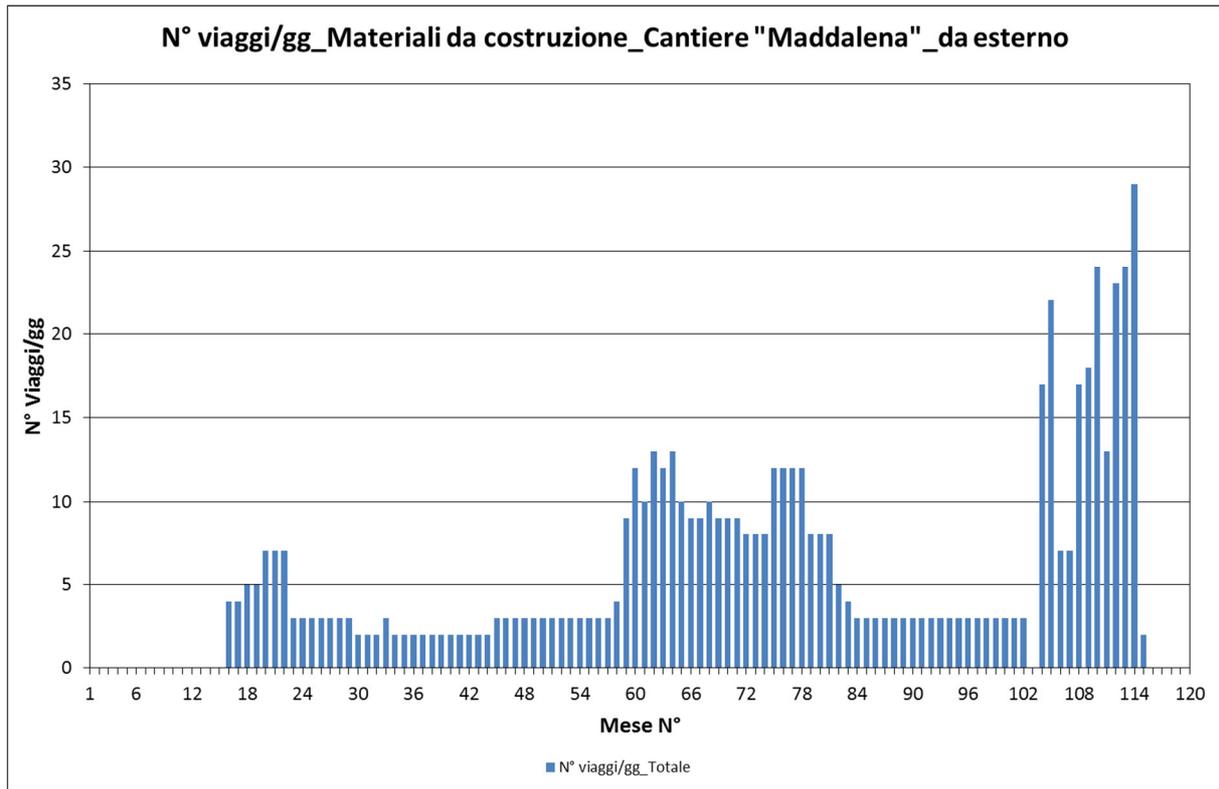


Figura 12 – Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali da costruzione

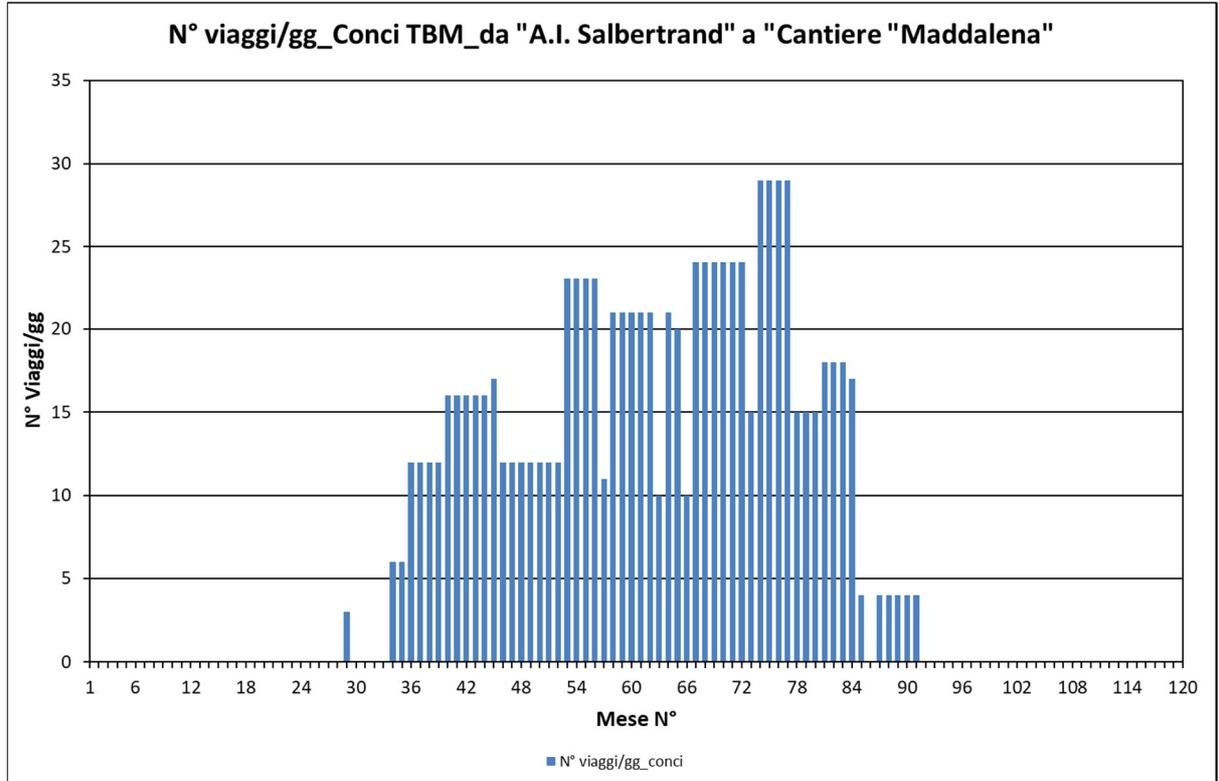


Figura 13 – Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei conci per la TBM dall’area industriale “Salbertrand”

I materiali in arrivo sul cantiere della Maddalena provenienti dall'area industriale di Salbertrand (aggregati e conci), per via della configurazione del nuovo svincolo che permetterà l'immissione e l'uscita in autostrada soltanto per e da Torino, dovranno scendere la valle fino al sistema di svincolo di Susa Est per poi risalire l'autostrada fino al cantiere di Chiomonte.

2.4.3 Cantiere "Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione"

Si riportano, nel paragrafo seguente, gli andamenti dei flussi veicolari per il trasporto dei materiali da costruzione e del marino presso il cantiere "Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione".

Il cantiere verrà rifornito dall'area industriale di Salbertrand dei fabbisogni necessari di aggregato per le attività in sotterraneo.

Al sito di Salbertrand verranno inviati tutti i volumi di smarino destinati al sito di deposito definitivo via treno.

I materiali di smarino idonei alla stesa in rilevati saranno preparati per mezzo di un impianto direttamente sull'area del cantiere di interconnessione e potranno poi essere impiegati.

Sono stati in particolar modo analizzati i flussi relativi a:

- Trasporto dello smarino;
- Trasporto di aggregati per calcestruzzi;
- Trasporto di cemento;

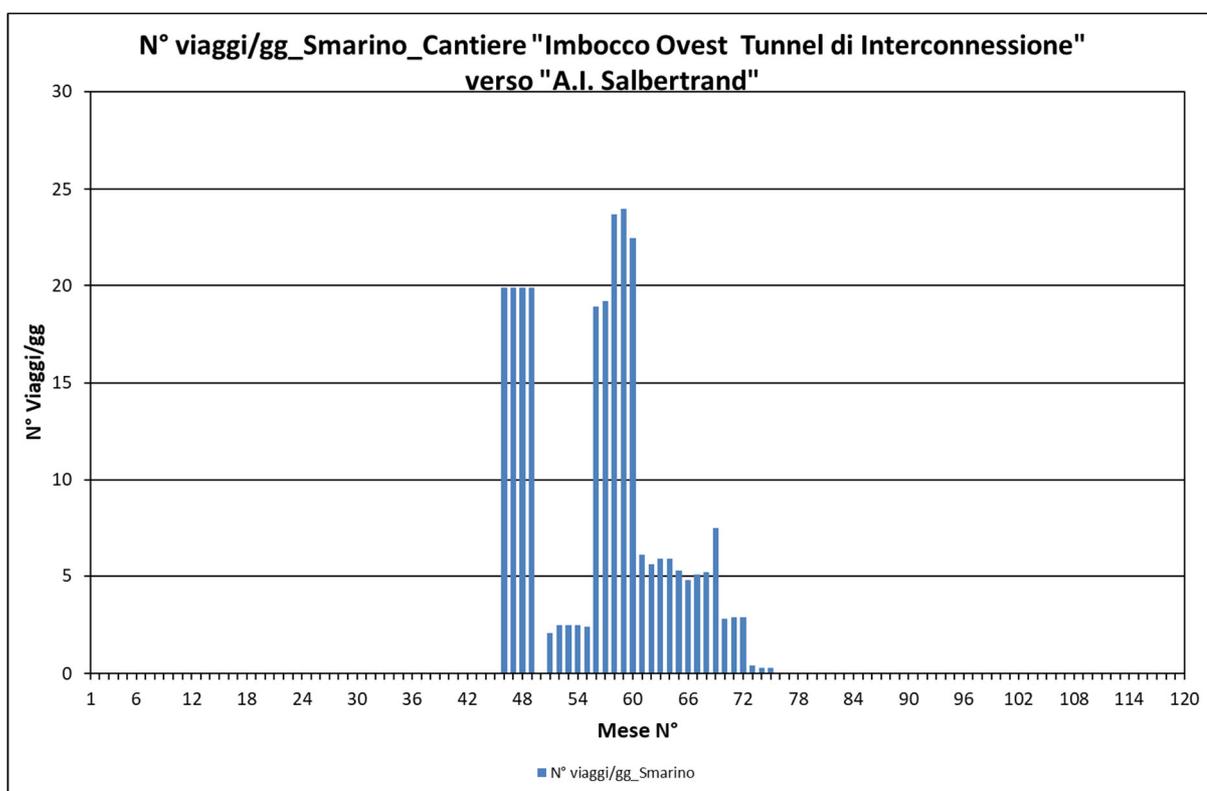


Figura 14 - Cantiere "Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione" – N° viaggi al giorno per il trasporto dello smarino all'area industriale "Salbertrand"

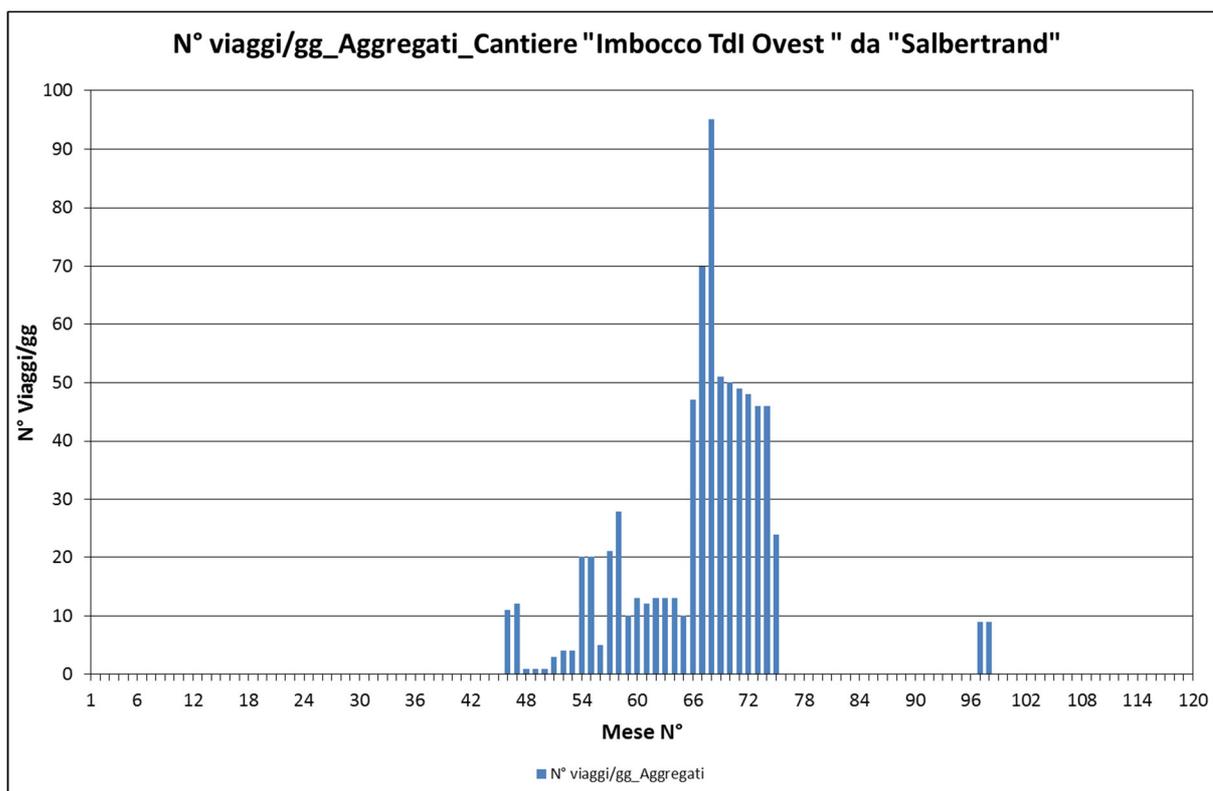


Figura 15 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto degli aggregati dall’area industriale “Salbertrand”

Il grafico riportato in Figura 15 evidenzia i viaggi per il trasporto dell’aggregato necessario al cantiere “imbocco Ovest dell’interconnessione” limitatamente ai fabbisogni per la realizzazione del tunnel di interconnessione stesso.

L’area tuttavia ospiterà anche lo stoccaggio di inerte per la produzione di calcestruzzo necessario alle opere a cielo aperto della piana di Susa e Bussoleno. Il flusso di mezzi complessivo per gli aggregati è riportato nel grafico riportato in Figura 16.

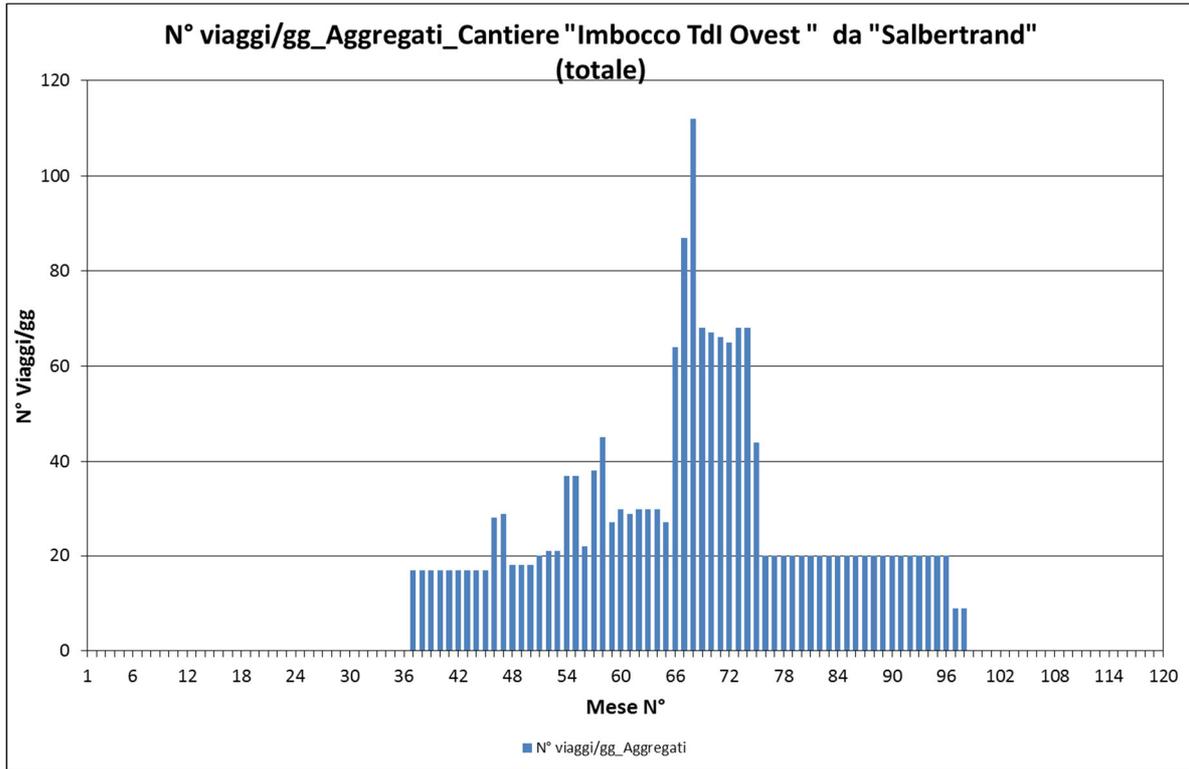


Figura 16 - Cantiere "Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione" – N° viaggi al giorno per il trasporto degli aggregati dall'area industriale "Salbertrand" necessari alle attività in sotterraneo e cielo aperto

Il fabbisogno di cemento in arrivo dall'esterno per il tunnel è stato così valutato:

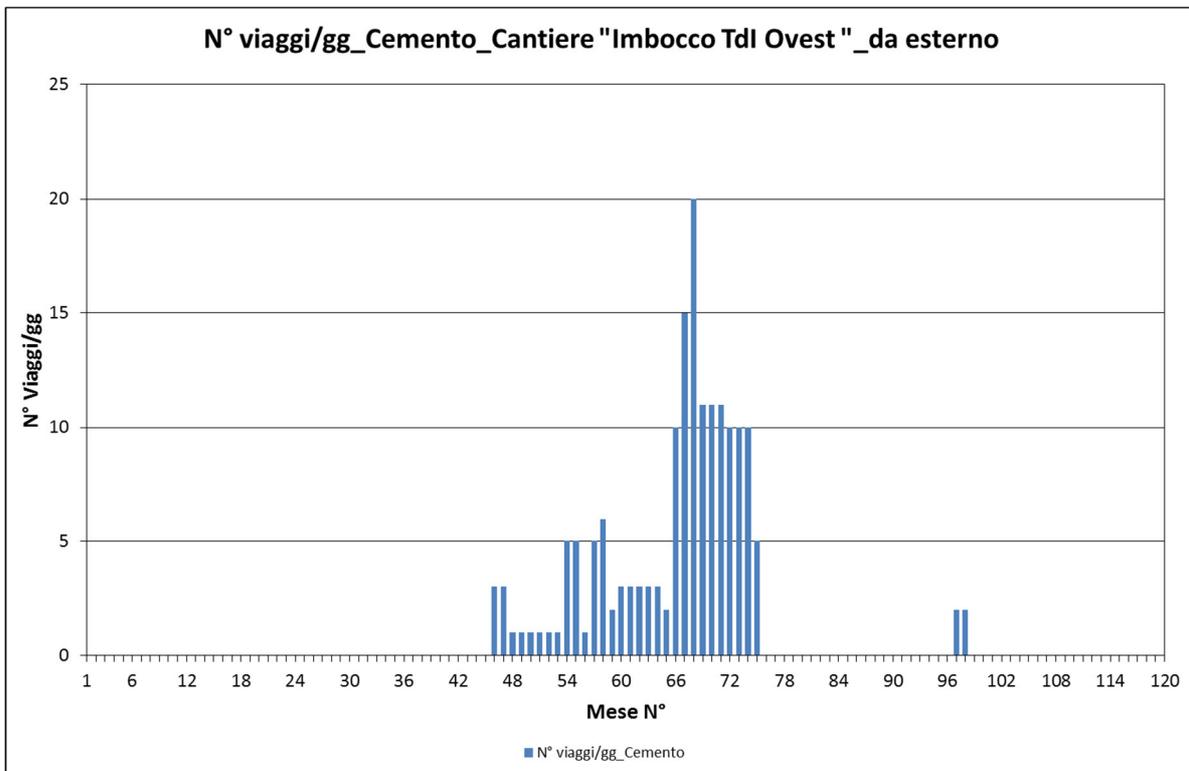


Figura 17 - Cantiere "Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione" – N° viaggi al giorno per il trasporto di cemento per la produzione di conglomerati cementizi

Il fabbisogno totale, comprensivo delle attività a cielo aperto risulta:

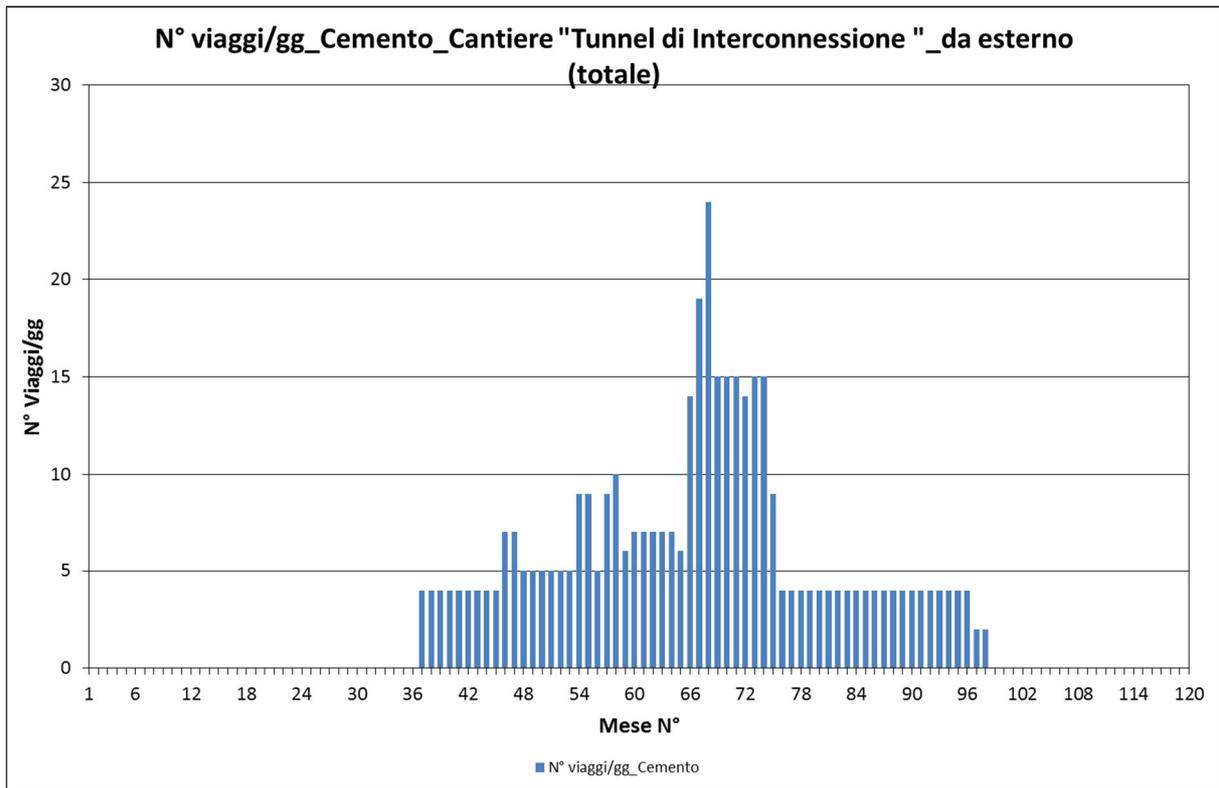


Figura 18 - Cantiere "Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione" – N° viaggi al giorno per il trasporto di cemento per la produzione di conglomerati cementizi - necessari alle attività in sotterraneo e cielo aperto

Includendo i materiali da costruzione il flusso dei camion risulta essere:

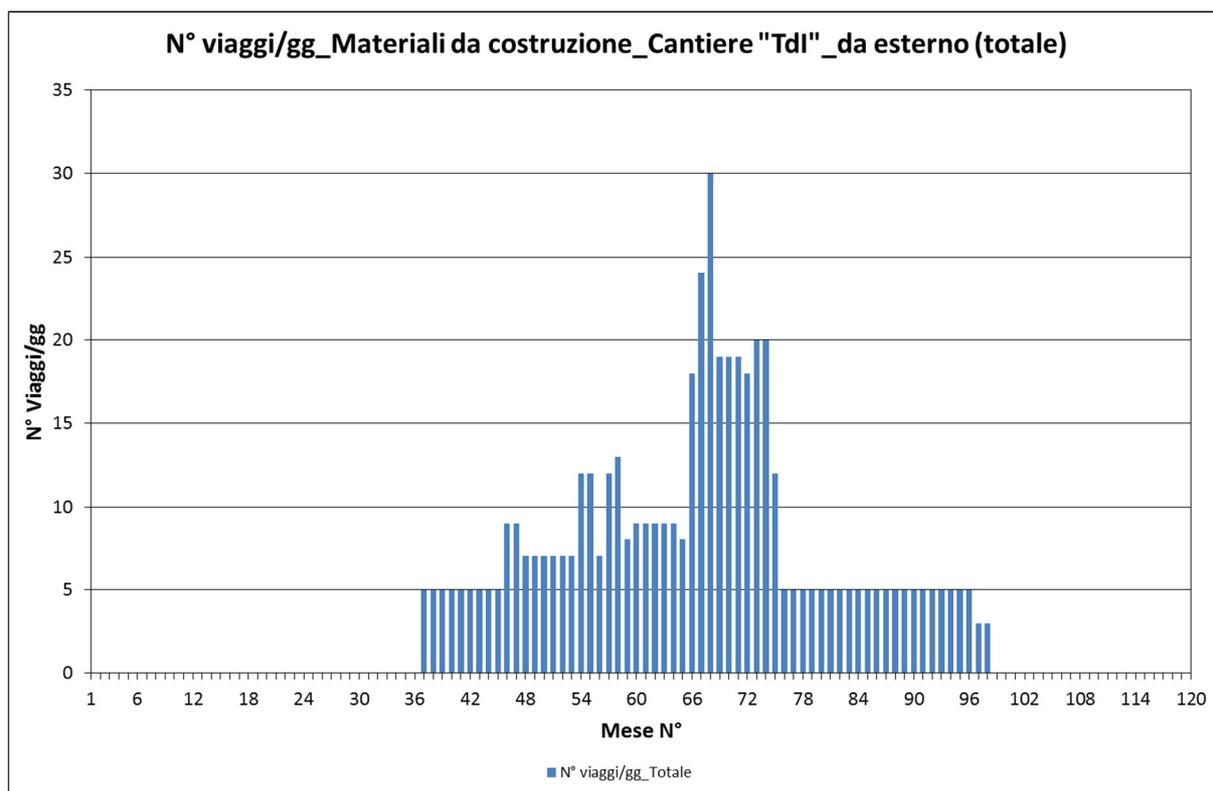


Figura 19 - Cantiere "Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione" – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali da costruzione

Nel grafico riportato in Figura 20 sono indicati i viaggi di camion dall'area di Salbertrand al cantiere di Imbocco Ovest dell'interconnessione per la realizzazione dei rilevati della piana di Susa (rappresentati dal C11 in esubero)

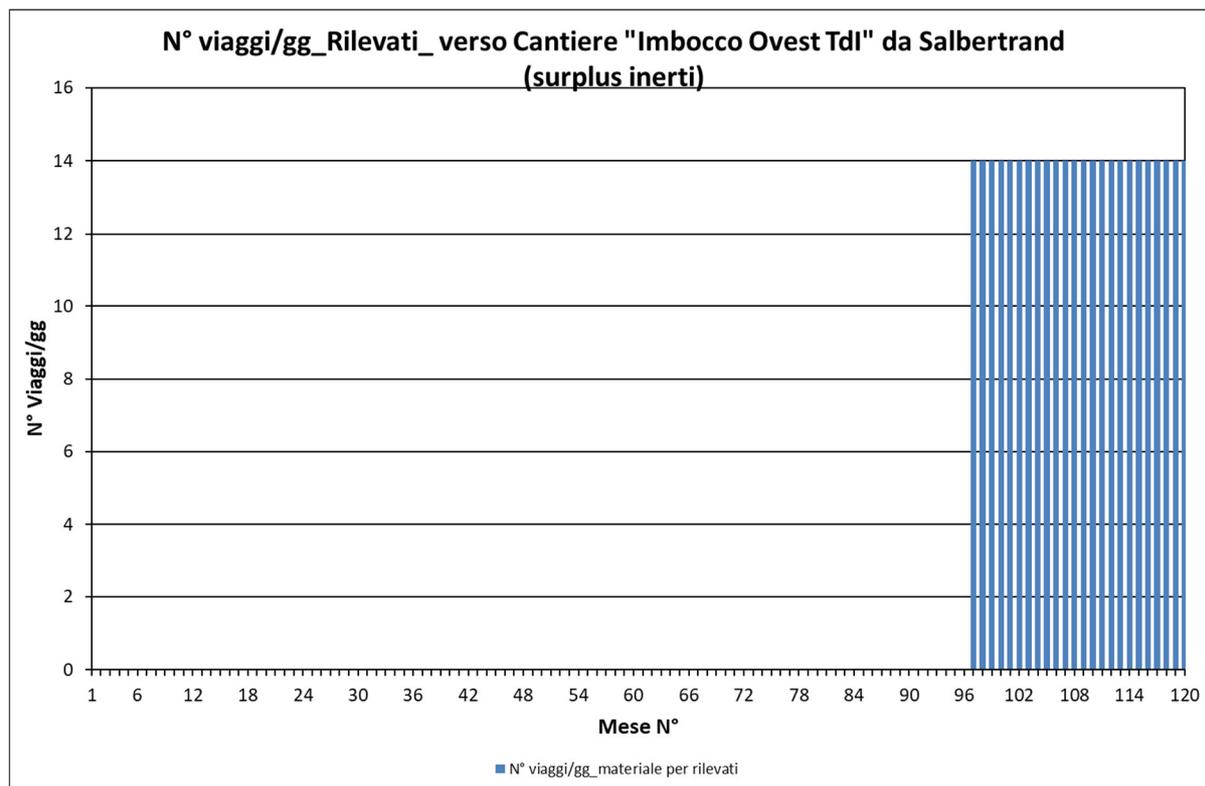


Figura 20 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali per rilevati da Area Industriale di Salbertrand

2.4.4 Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Interconnessione” e Cantiere “Innesto Bussoleno”

Si riportano, nel paragrafo seguente, gli andamenti dei flussi veicolari per il trasporto dei materiali da costruzione e dello smarino presso i cantieri “Imbocco Est Tunnel di Interconnessione” e “Innesto Bussoleno”.

Sono stati in particolar modo trattati i flussi relativi al:

- trasporto smarino;
- trasporto di calcestruzzi;
- trasporto di materiale per l’esecuzione di rilevati.

Lo smarino prodotto dagli scavi delle opere d’imbocco sarà trasportato su gomma al cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione” dove verrà riutilizzato per l’esecuzione di rilevati e riempimenti. L’andamento dei flussi veicolari per tale trasporto è riportato in Figura 21.

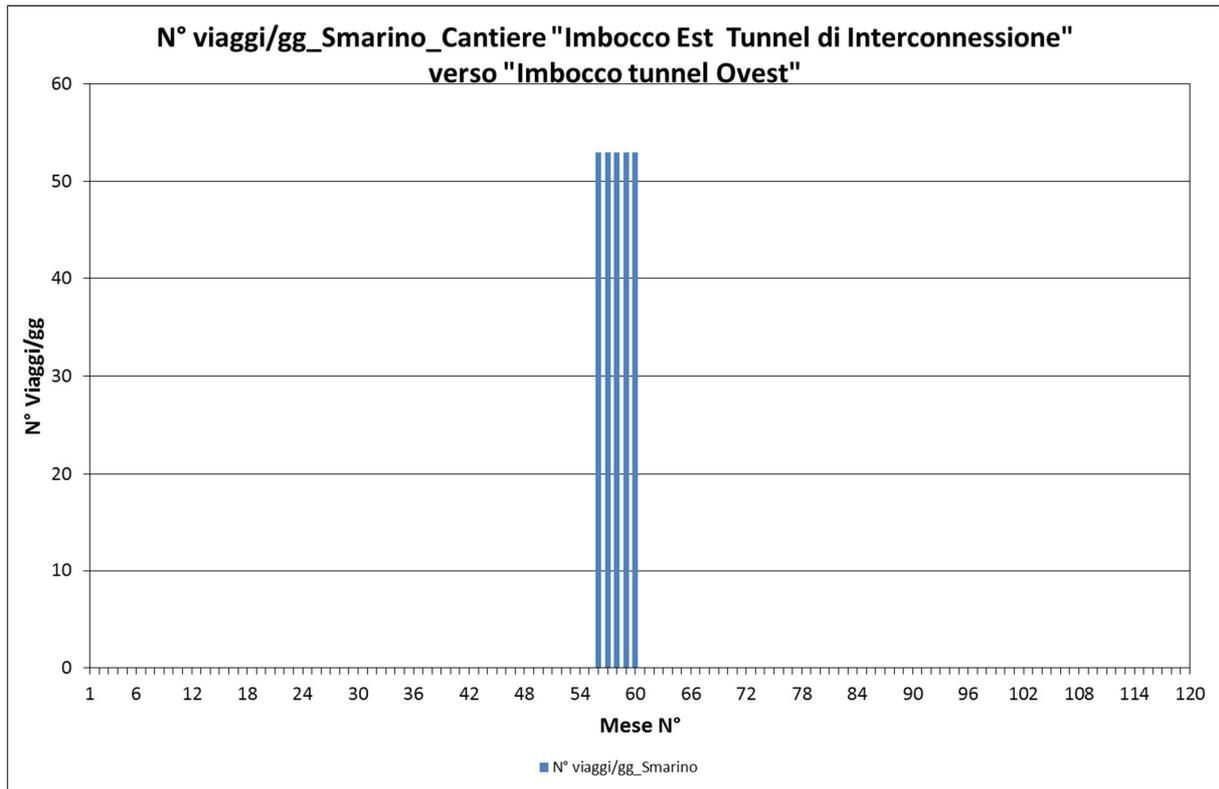


Figura 21 - Cantiere "Imbocco Est tunnel di Interconnessione" – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali di scavo al Cantiere "Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione"

I calcestruzzi necessari per l'esecuzione delle opere di progetto previste in tale cantieri saranno forniti direttamente dal cantiere "Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione". Il grafico riportato in Figura 22 riporta l'andamento del flusso veicolare per il trasporto dei calcestruzzi.

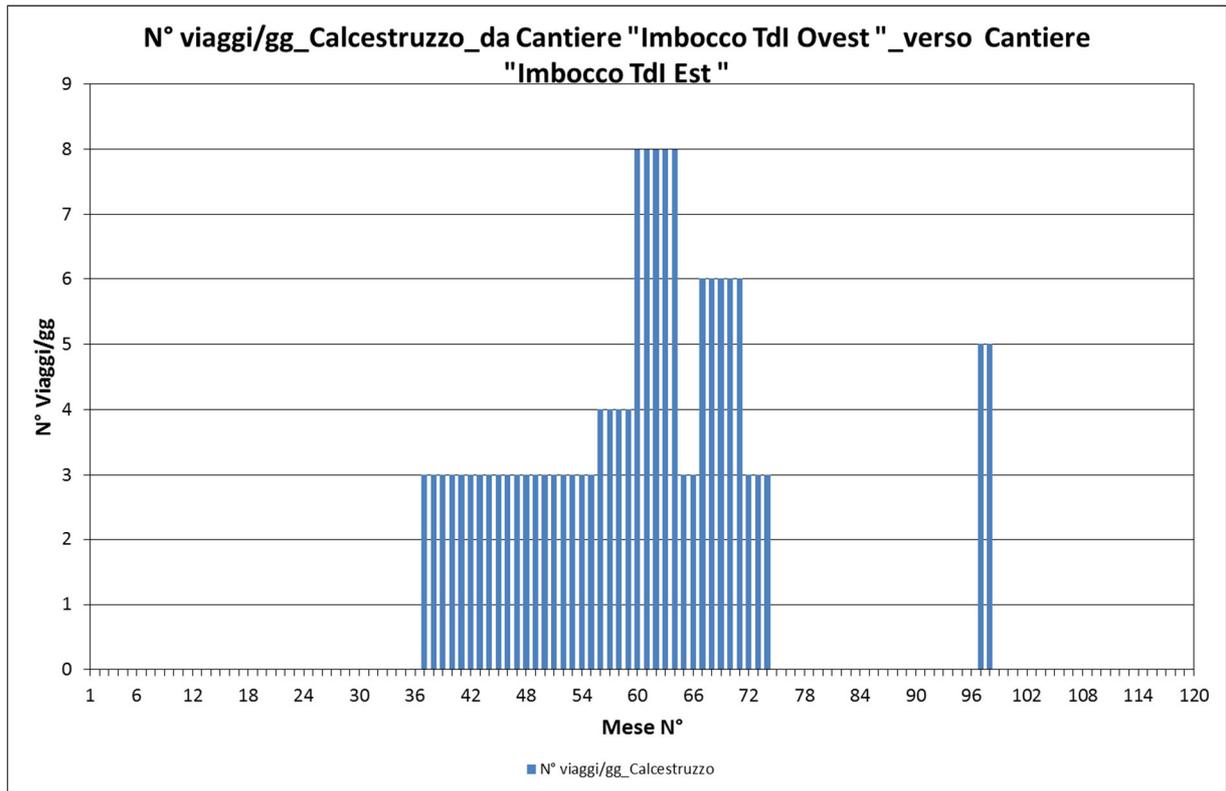


Figura 22 - Cantiere “Imbocco Est tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto del calcestruzzo dal Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione”

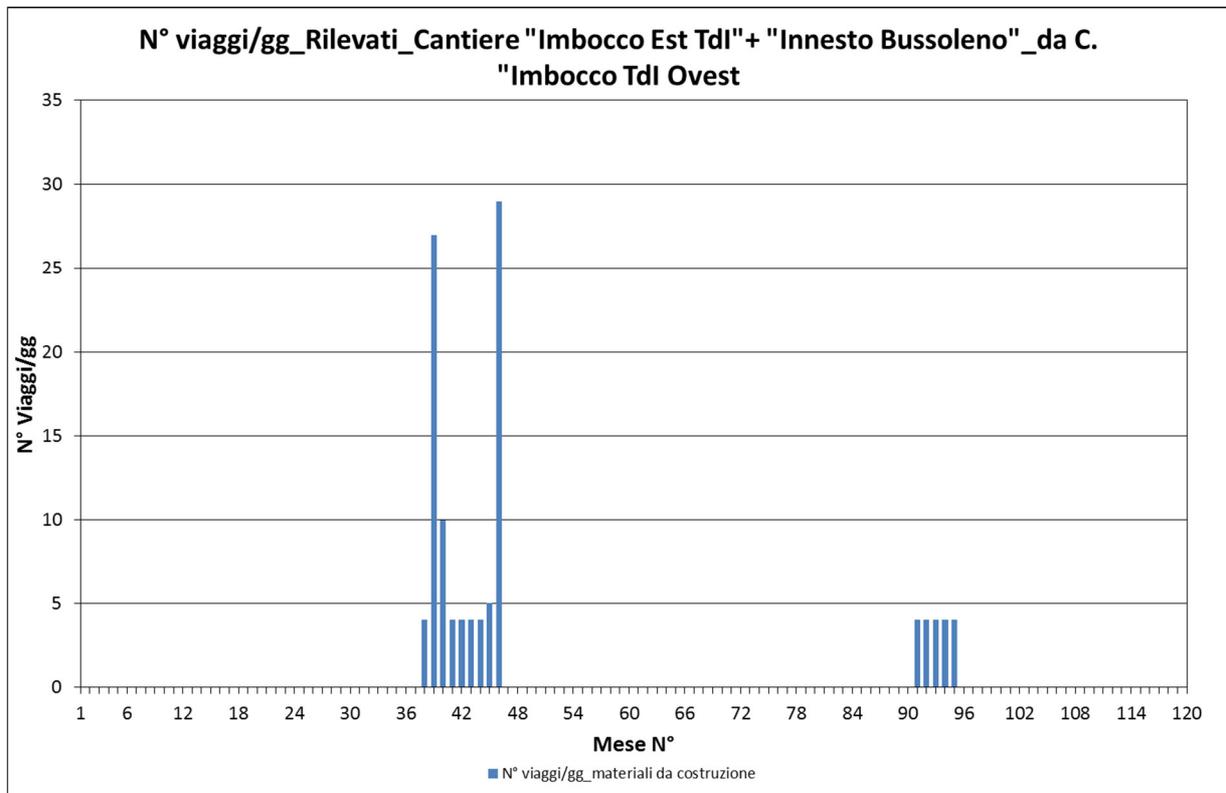


Figura 23 - Cantiere “Imbocco Est tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto di materiale per rilevati dal Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione”

2.4.5 Cantiere Imbocco Est Tunnel di Base

Nella nuova configurazione prevista dal cronoprogramma il cantiere dell'imbocco Est del tunnel di Base inizierà ad essere allestito dopo T0+70. Tutte le attività di scavo in sotterraneo del tunnel di base sono condotte a partire da Maddalena.

I flussi di camion per lo smarino prodotto sul cantiere "Imbocco Est Tunnel di base" sono dovuti unicamente alle attività di scavo per la realizzazione del portale di imbocco.

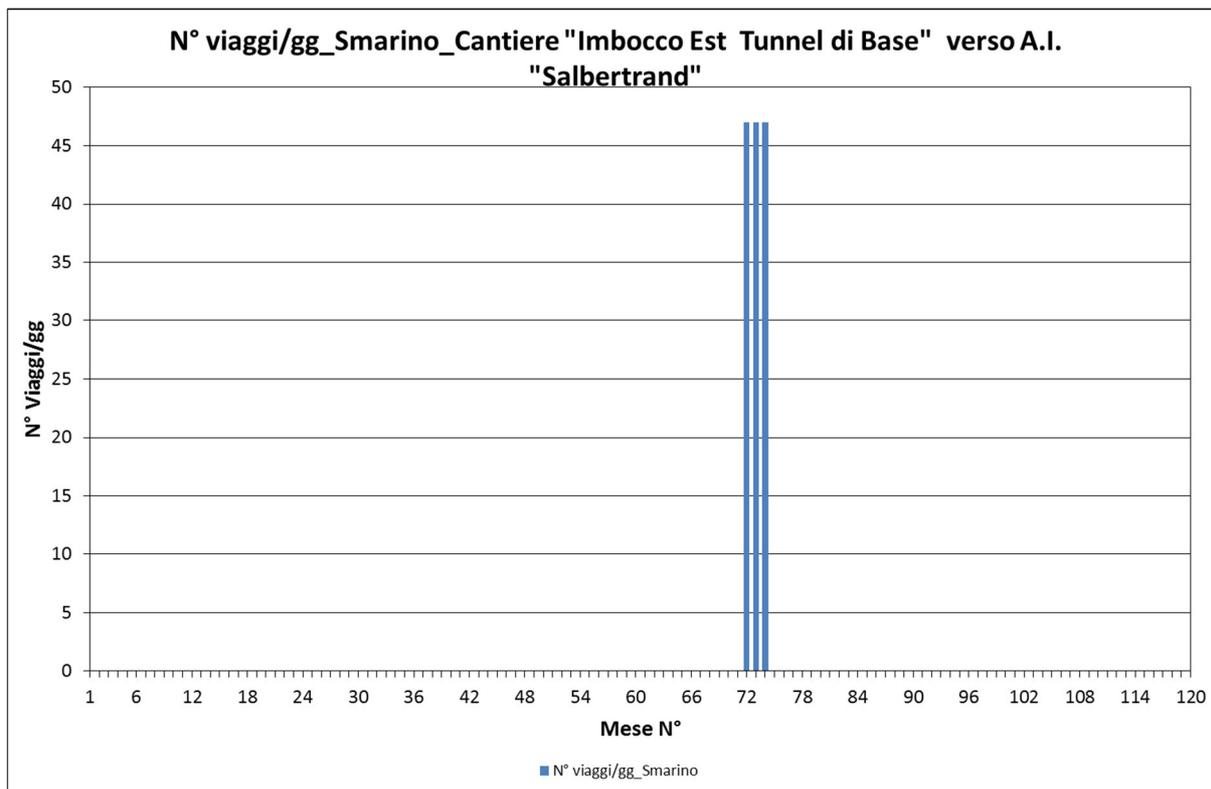


Figura 24 - Cantiere "Imbocco Est Tunnel di Base" – N° viaggi al giorno per il trasporto dello smarino all'area industriale "Salbertrand"

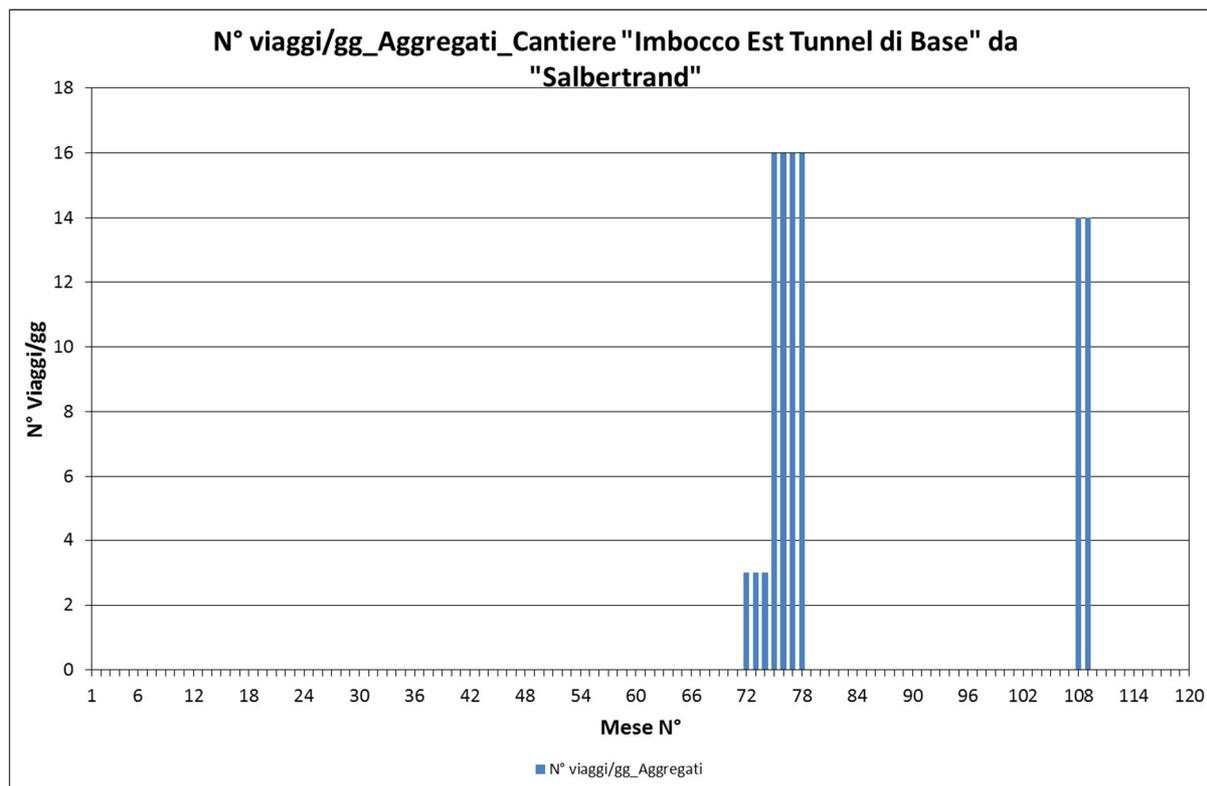


Figura 25 - Cantiere "Imbocco Est Tunnel di Base" – N° viaggi al giorno per il trasporto degli inerti dall'area industriale "Salbertrand"

2.4.6 Flussi veicolari per tratte caratteristiche

Si riportano nel seguente capitolo l'evoluzione temporale dei flussi veicolari per tratte caratteristiche di viabilità.

Tali valutazioni si basano sull'ipotesi che l'approvvigionamento dei materiali da fonti esterne avvenga tramite viabilità autostradale e tali fonti siano ubicate sull'asse autostradale ad est dello svincolo di "Susa Autoporto".

Si riporta nel seguito una tabella di sintesi che illustra le tratte caratteristiche che si sono individuate e su cui si è fatta la valutazione dei flussi veicolari.

Bilan des materiaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

Viabilità interessata	Tratta	Flussi dovuti a
Autostrada A32 Torino-Bardonecchia	Tratta autostradale ad Est sistema di svincoli di Susa	Approvvigionamento cemento per tutti i cantieri
		Approvvigionamento acciaio per tutti i cantieri
		Approvvigionamento deficit materiali per rilevati
Autostrada A32 Torino-Bardonecchia	Tra sistema di svincoli di "Susa Est" e svincolo "Maddalena"	Approvvigionamento cemento per C. "Maddalena"
		Approvvigionamento aggregati per C. "Maddalena"
		Approvvigionamento conci per C. "Maddalena"
		Approvvigionamento acciaio per C. "Maddalena"
		Trasporto smarino dal C. "Maddalena"
		Trasporto smarino dal C. "Imbocco Ovest Tdl" e C. "Imbocco Est Tdb"
		Approvvigionamento acciaio per conci a "Salbertrand"
		Approvvigionamento cemento per conci a "Salbertrand"
		Approvvigionamento esubero aggregati per rilevati Piana di Susa
Autostrada A32 Torino-Bardonecchia	Tra svincolo "Maddalena" e svincolo "Salbertrand"	Approvvigionamento cemento per conci
		Approvvigionamento acciaio per conci
		Trasporto smarino dal C. "Maddalena"
		Trasporto smarino dal C. "Imbocco Ovest Tdl" e C. "Imbocco Est Tdb"
		Approvvigionamento conci per C. "Maddalena"
		Approvvigionamento aggregati per C. "Maddalena"
		Approvvigionamento aggregati per C. "Imbocco Ovest Tdl" e C. "Imbocco Est Tdb"
		Approvvigionamento esubero aggregati per rilevati Piana di Susa
		Approvvigionamento cemento per C. "Imbocco Ovest Tdl"
Viabilità interna al cantiere	Tra sistema di svincoli di "Susa Est" e C. "Imbocco Ovest Tdl"	Approvvigionamento aggregati per C. "Imbocco Ovest Tdl"
		Trasporto smarino dal C. "Imbocco Ovest Tdl"
		Approvvigionamento acciaio per C. "Imbocco Ovest Tdl"
Strada Statale SS24 + SS25	Tra C. "Imbocco Ovest Tdl" e C. "Imbocco Est Tdl"	Approvvigionamento calcestruzzi per C. "Imbocco Est Tdl"
		Approvvigionamento acciaio per C. "Imbocco Est Tdl"
		Approvvigionamento materiali per rilevati per C. "Imbocco Est Tdl"
		Trasporto smarino verso C. "Imbocco Ovest Tdl"
Viabilità interna al cantiere	Tra sistema di svincoli di "Susa Est" e C. "Imbocco Est TdB"	Approvvigionamento cemento per C. "Imbocco Est TdB"
		Approvvigionamento acciaio per C. "Imbocco Est TdB"
		trasporto smarino da C. "Imbocco Est TdB"
		Approvvigionamento aggregati per C. "Imbocco Est TdB"

Tabella 33 – Tratte caratteristiche per la valutazione dei flussi veicolari.

Si riportano qui di seguito i diagrammi relativi alla viabilità nelle tratte autostradali sopra indicate.

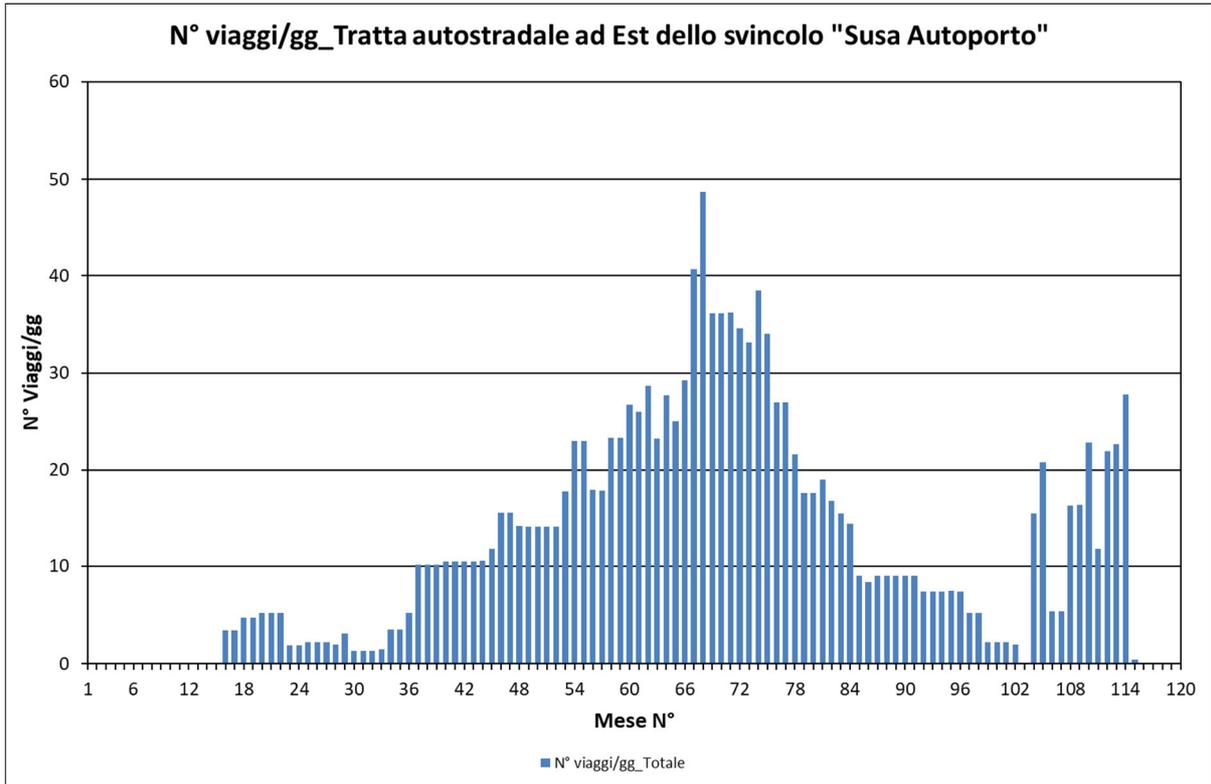


Figura 26 - Viabilità Autostradale – Tratto di A32 ad Est (direzione Torino) dello svincolo autostradale di “Susa”

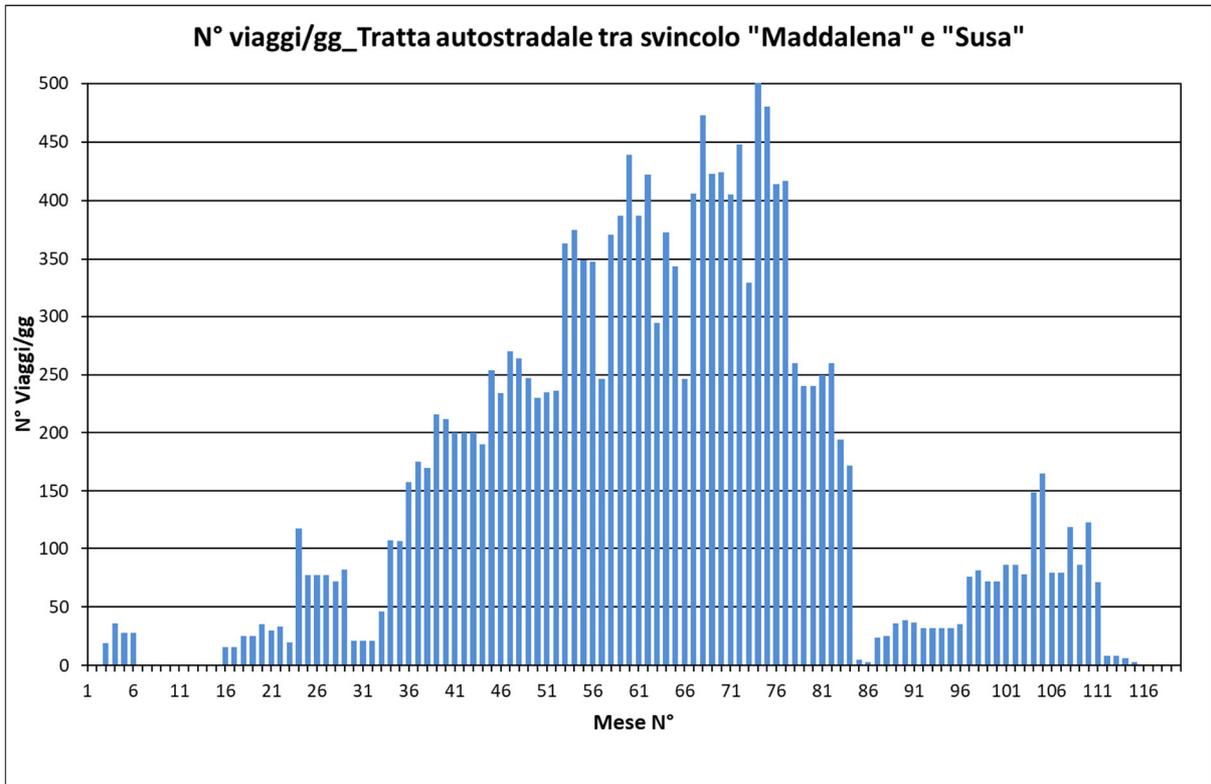


Figura 27 - Viabilità Autostradale – Tratto di A32 tra svincolo autostradale di “Susa” e svincolo di “Maddalena”

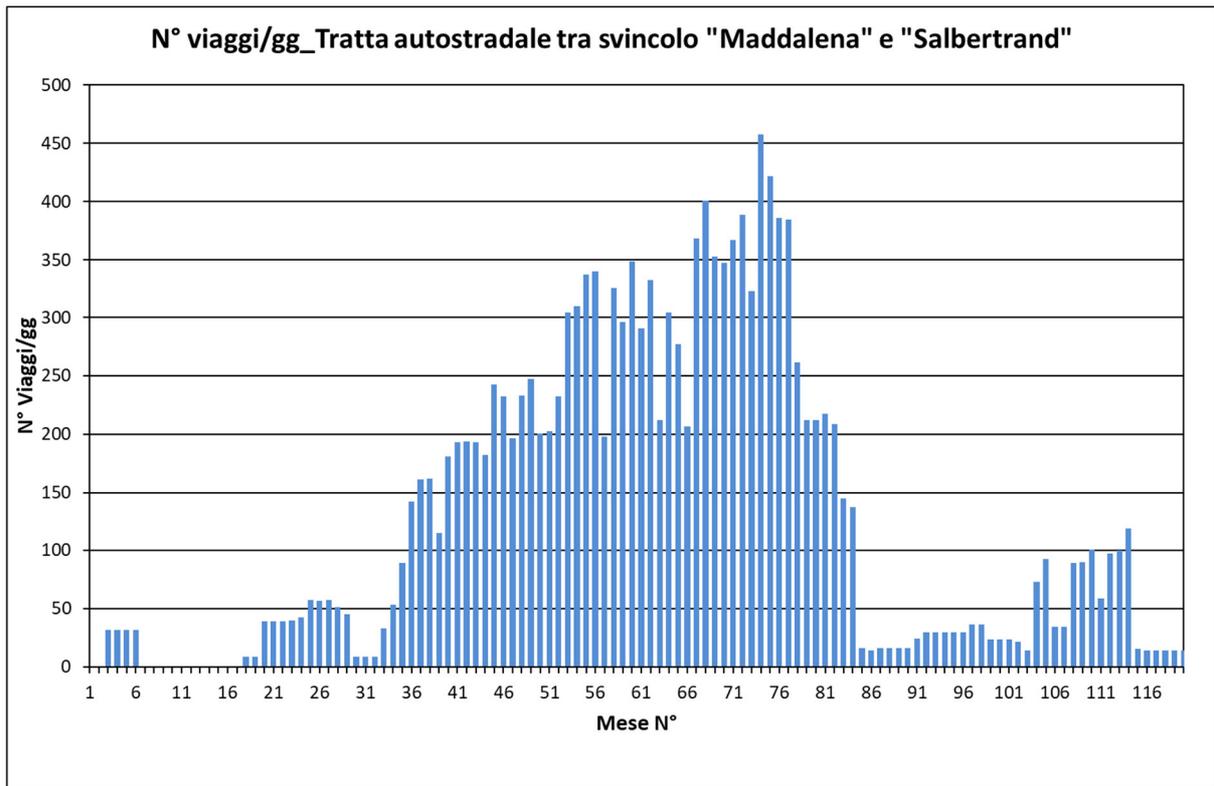


Figura 28 - Viabilità Autostradale – Tratto di A32 tra svincolo autostradale di “Maddalena” e svincolo di “Salbertrand”

2.5 Depositi di cantiere e trasporto via treno

Si riporta nel paragrafo seguente l'evoluzione nel tempo dei depositi di cantiere presso l'area industriale "Salbertrand".

In particolare si è valutata l'evoluzione dei depositi dei materiali destinati a deposito definitivo (C12 +C13a) e dei depositi di aggregati (derivanti dalla valorizzazione del materiale di classe C11).

La stima è stata eseguita sulla base delle seguenti ipotesi:

- peso a m³ del materiale messo a deposito (in mucchio) pari a 1,6 t/m³;
- peso a m³ degli aggregati per calcestruzzi (in mucchio) pari a 1,6 t/m³;
- capacità media di un treno per il trasporto dello smarino pari a 900 t/treno;
- numero di giorni mensili a disposizione per il trasporto su ferrovia pari a 30 gg/mese;
- numero massimo di treni al giorno a disposizione per il trasporto su ferrovia pari a 4 treni/gg.

Il grafico riportato in Figura 29 riporta l'evoluzione nel tempo del deposito di aggregati.

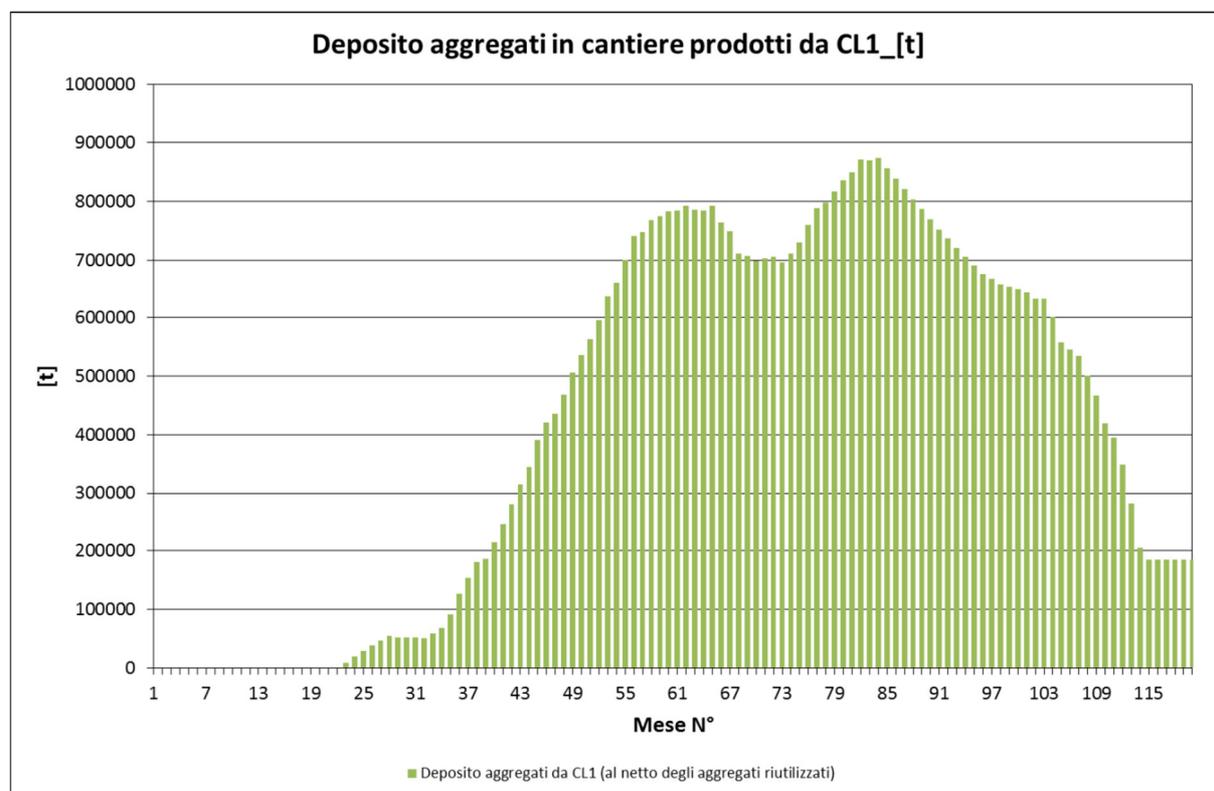


Figura 29 – Deposito di aggregati (espresso in [t])

Dal grafico si osserva un aumento costante del volume di deposito dell'aggregato dovuto agli avanzamenti di scavo in materiali valorizzabili a cui non corrisponde immediatamente un fabbisogno per la produzione di calcestruzzo.

Tale volume si ridurrà notevolmente al termine delle attività di scavo ed in concomitanza con gli elevati fabbisogni di calcestruzzo per le attività a cielo aperto e per le finiture dei tunnel realizzati.

Il grafico evidenzia come a fine lavori il quantitativo di aggregato prodotto da valorizzazione sia sufficiente a garantire i fabbisogni necessari durante tutto il periodo dei lavori.

A fine lavori, dalle stime condotte si avrà un surplus di C11 pari a circa 150.000 t; che sarà riutilizzato nella Piana di Susa come materiale per rilevati.

Per ovviare al problema degli stoccaggi in corrispondenza dei periodi di picco si potrà anticipare il trasporto (a Susa) del fabbisogno di inerte per la realizzazione delle opere a cielo aperto a Susa e dell'interconnessione già in quel periodo.

Per quanto riguarda il CL2, come anticipato nei paragrafi precedenti, la produzione non è sufficiente a garantire il fabbisogno necessario per la realizzazione di tutti i rilevati nella zona di Susa e Bussoleno (anche considerando l'utilizzo del surplus di C11).

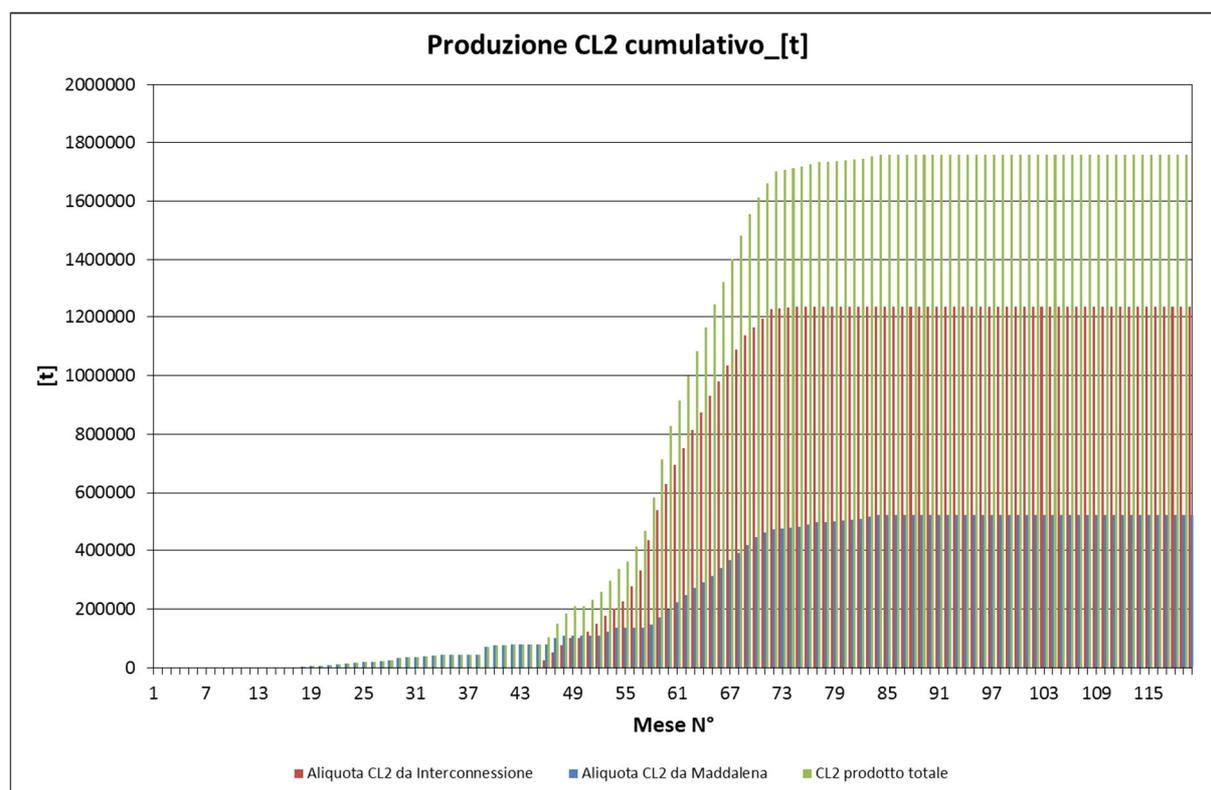


Figura 30 – Produzione cumulata di CL2 per rilevati

L'aliquota proveniente dalla realizzazione dell'interconnessione verrà riutilizzata direttamente per i rilevati della Piana di Susa e Bussoleno. Arriverà invece da Salbertrand la quota parte proveniente dagli scavi condotti da Maddalena.

La necessità di materiale per rilevati è di circa 2.900.000 t; il deficit è pertanto di circa 1.030.000 t.

Si faccia a tal proposito riferimento alle possibili soluzioni ipotizzate al paragrafo 2.1.5 ed al [12].

Il trasporto a deposito definitivo via treno sarà necessario unicamente per il materiale di tipologia CL3a proveniente dallo scavo dell'interconnessione e dai tunnel principali scavati da Maddalena. A partire dal sito di Salbertrand non si avrà pertanto alcuna evacuazione via treno a deposito definitivo di CL2, fatto salvo per l'aliquota di CL2 prodotta negli anni 2 e 3 (circa 43.000 t).

I quantitativi di CL3a da allontanare presso i siti di deposito definitivo sono riportati nel grafico riportato in Figura 31.

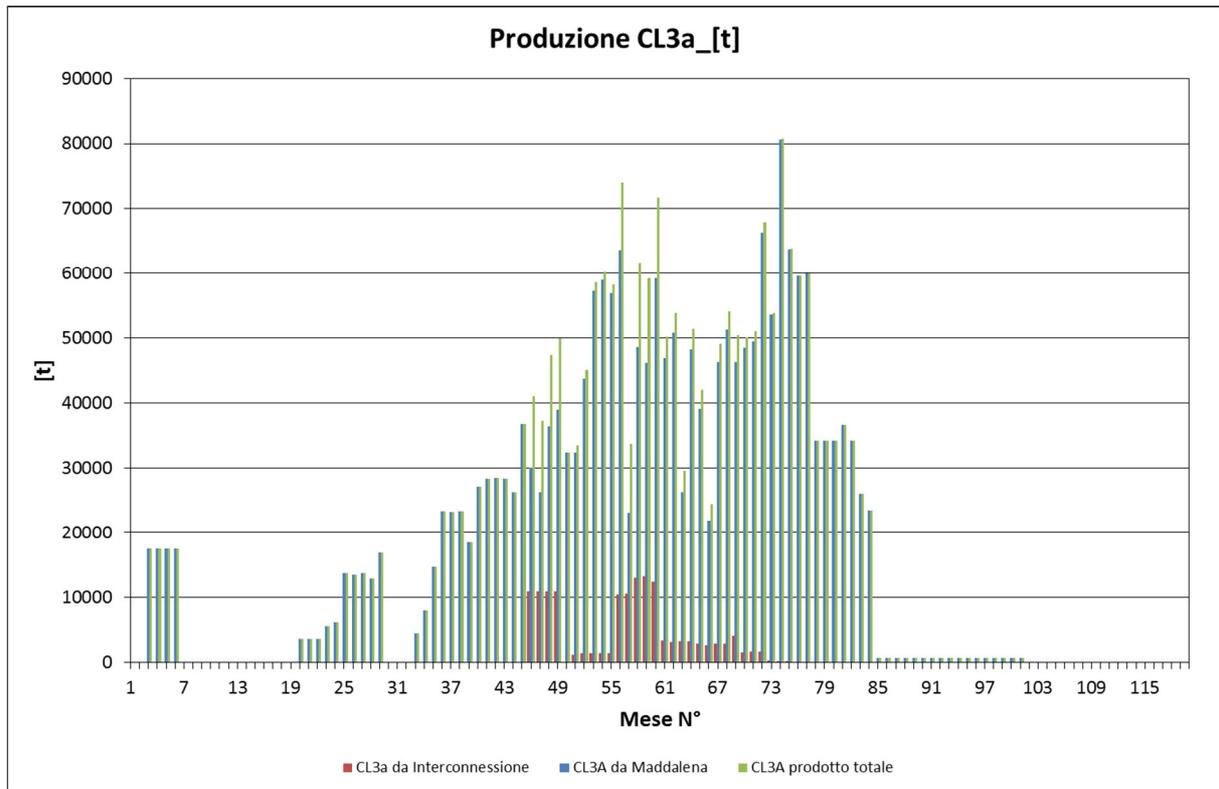


Figura 31 - Produzione di CL3a da evacuare via treno

Il numero di treni necessari per destinare a deposito definitivo il materiale è riportato nel diagramma sottostante.

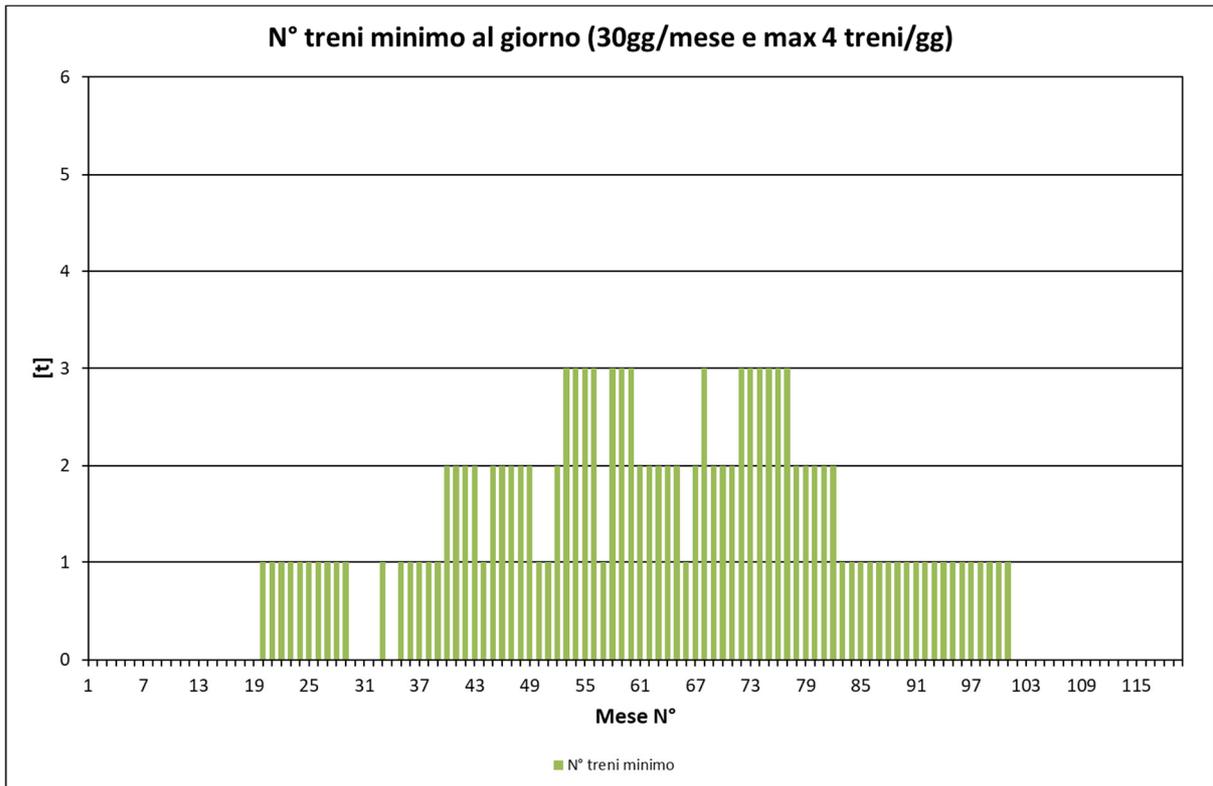


Figura 32 - Treni necessari per l'evacuazione del materiale destinato al deposito definitivo

3. Terreno vegetale

Durante le prime fasi d'installazione del cantiere si provvederà alla rimozione del terreno vegetale (strato di spessore variabile dai 15 cm a 30 cm a seconda dei dati relativi all'indagine pedologica per le singole aree) che verrà successivamente stoccato nelle aree di cantiere individuate o utilizzato per la realizzazione di dune.

Il terreno vegetale rimosso prima dell'inizio dei lavori verrà stoccato con le modalità abitualmente richieste dalla regione Piemonte e di seguito specificate.

Si sono individuate due modalità di accantonamento del terreno vegetale:

- depositi di forma indifferenziata;
- dune.

Le dune di terreno vegetale oltre a svolgere la funzione di deposito hanno una duplice finalità:

- in corrispondenza dei cantieri "Imbocco Est Tunnel di Base" e "Innesto Bussoleno" hanno la funzione di barriera di protezione del cantiere contro le esondazioni del fiume Dora Riparia. Dovrà dunque essere data priorità alla formazione con il terreno vegetale delle suddette dune;
- barriera antirumore;
- chiusure di cantiere;
- camminamento di osservazione all'esterno del cantiere da parte delle Forze dell'Ordine.

Per i motivi sopra esposti dovrà dunque essere data priorità all'accantonamento mediante dune rispetto a quello con depositi generici.

Il deposito del materiale avverrà in modo da non sovvertire la successione degli strati di suolo che dovranno essere riportati a lavori ultimati.

Le dune e i depositi dovranno avere un'altezza non superiore a 3 m, ponendo l'opportuna cautela a non compattare eccessivamente lo scotico.

Dovrà essere prevista la posa di una geo-stuoia lungo tutta la superficie di deposito al fine di prevenire il dilavamento dei nutrienti da parte delle acque meteoriche; tale geo-stuoia verrà ulteriormente posata ad una altezza dell'accumulo di 1,5 m sulla quale verrà ulteriormente posata ad una altezza dall'accumulo di 1,5 m sulla quale verrà riportato il materiale proveniente dallo scotico fino ad una altezza di 3 m. Detto materiale di scotico, destinato ad essere riutilizzato nelle zone interessate dai lavori stessi, andrà mantenuto vivo durante la fase di stoccaggio attraverso interventi di irrigazione e protezione ed eventualmente inerbato secondo le prescrizioni progettuali.

Si schematizza nella tabella seguente il quantitativo massimo di materiale che deve essere stoccato e i relativi siti di stoccaggio (considerato un coefficiente di rigonfiamento del 25%).

Cantiere	Volumetria "Terra Vegetale" [m ³]
C. "Imbocco Est Tunnel di Interconnessione"	14.425
C. "Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione"	52.079
Area di lavoro nella zona di Susa Autoporto"	
C. "Imbocco Est Tunnel di Base"	21.147
C. Salbertrand	5.705
Totale	93.356

Tabella 34 – Terreno vegetale – Volumetria Complessiva

Nella **Tabella 35** si riporta il bilancio complessivo al fine di valutare le volumetrie dei depositi per lo stoccaggio del terreno vegetale; tale bilancio è funzione dei fabbisogni previsti per i ripristini e le sistemazioni finali.

Bilancio			
Volume complessivo prodotto [m ³]		93.356	
Fabbisogni complessivi per ripristini finali [m ³] (ripristini vari, agriparco, siti di deposito, etc.)		295.619	
Depositi in cantiere	Dune [m ³]	49.691	88.228
	Deposito generico [m ³]	38.537	
Surplus/Deficit [m ³]		- 202.263 (circa)	

Tabella 35 – Terreno vegetale – Bilancio

In linea generale, sulle superfici oggetto di occupazioni definitive si è prevista la stesa di 30 cm di terreno vegetale laddove c'è solo inerbimento e di 50 cm dove si fanno piantumazioni. Sulle superfici occupate temporaneamente (dove si prevede il ripristino pedologico con solo inerbimento) si prevede il riporto di 50 cm di terreno vegetale.

Per l'area industriale di Salbertrand si prevede la posa di 15 cm di terreno vegetale.

Per un maggior dettaglio sulle indicazioni relative agli spessori di terreno vegetale da utilizzare per gli interventi a verde si rimanda agli elaborati specifici:

- PD2_TS3_C3C_0171: Relazione tecnica delle opere a verde di mitigazione e recupero ambientale
- PRV_TS3_C3C_7330: Relazione tecnica delle opere a verde di mitigazione e recupero ambientale delle aree oggetto di variante;
- PD2_TS3_C3C_0193: Relazione tecnica delle opere a verde di mitigazione e recupero ambientale in fase di cantiere;
- PRV_TS3_C3C_7340: Relazione tecnica delle opere a verde di mitigazione e recupero ambientale in fase di cantiere delle aree oggetto di variante
- PD2_TS3_C3C_0185: Relazione tecnica opere a verde di mitigazione e recupero ambientale sito deposito Caprie;
- PD2_TS3_C3C_0189: Relazione tecnica opere a verde di mitigazione e recupero ambientale sito deposito Torrazza;
- PD2_TS3_C3C_0206: Relazione tecnica degli interventi connessi all'Agriparco Dora.

Per la realizzazione degli interventi anticipati di ripristino ambientale potrà essere riutilizzato il terreno vegetale presente nei depositi generici oppure quello delle dune che non svolgono specifiche funzioni.

Allegato 1 – Flussi di cantiere & Modalità di trasporto – Schemi di principio

Bilan des materiaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

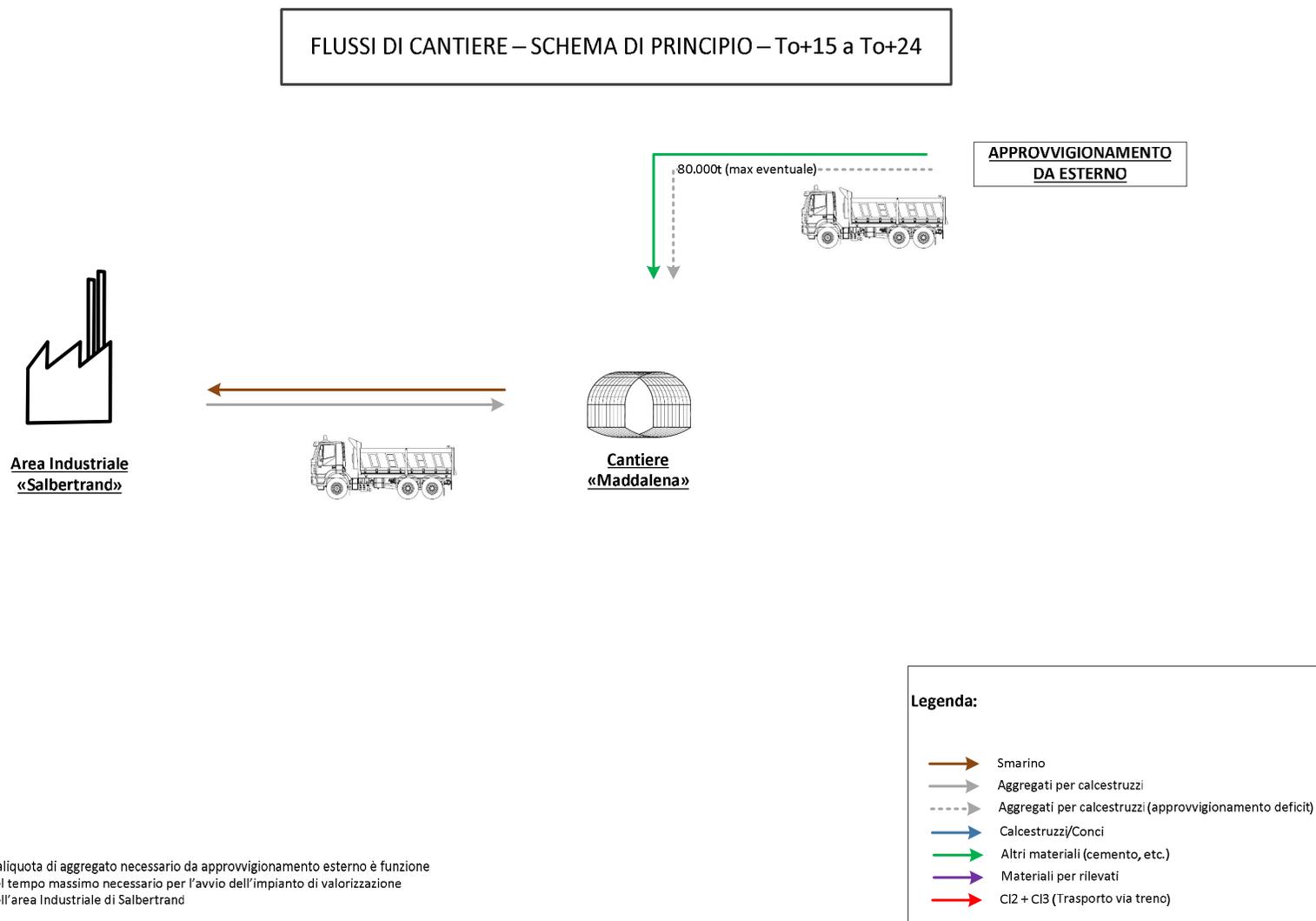


Figura 33 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+15 a To+24

Bilan des matériaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

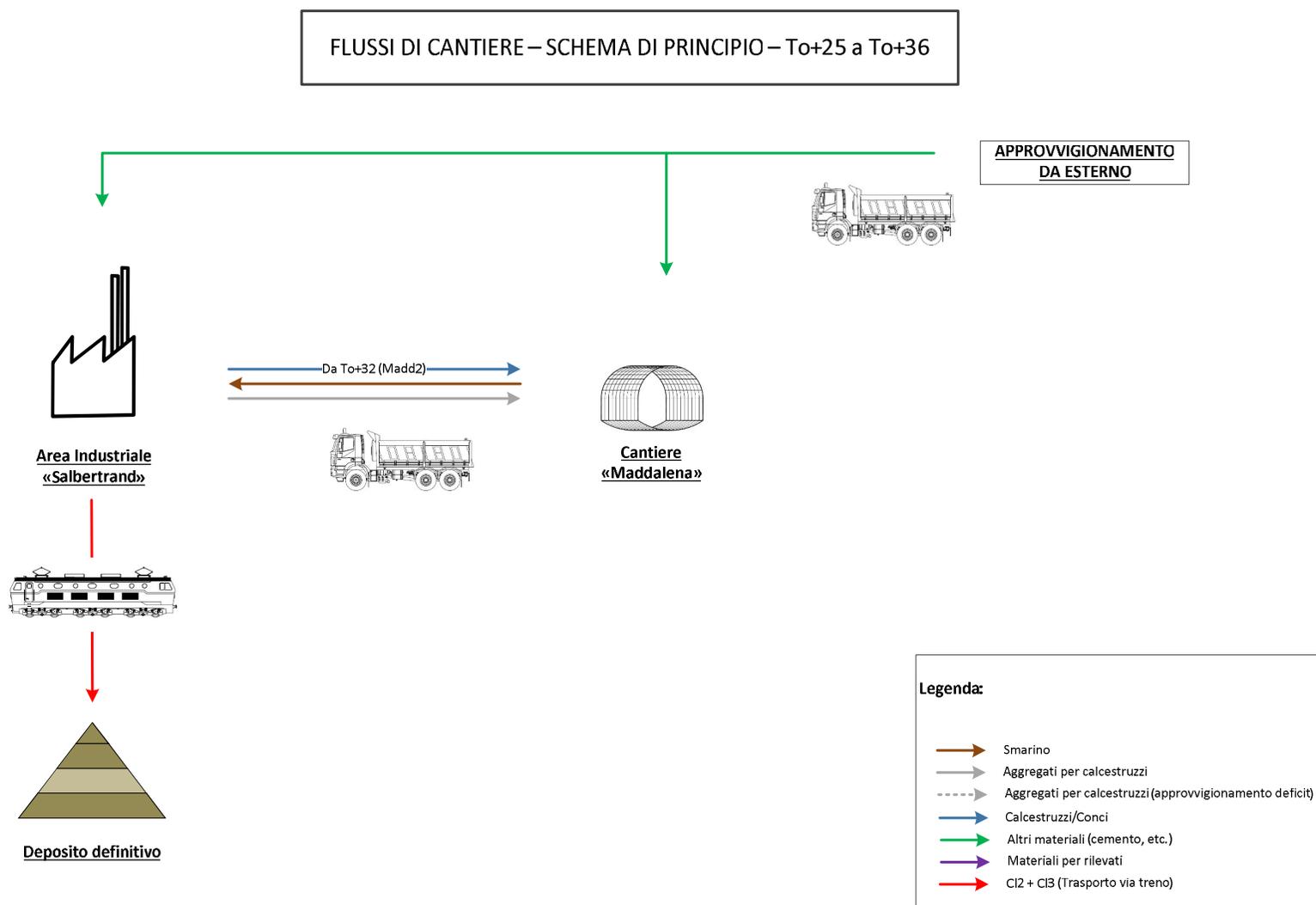


Figura 34 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+25 a To+36

Bilan des materiaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

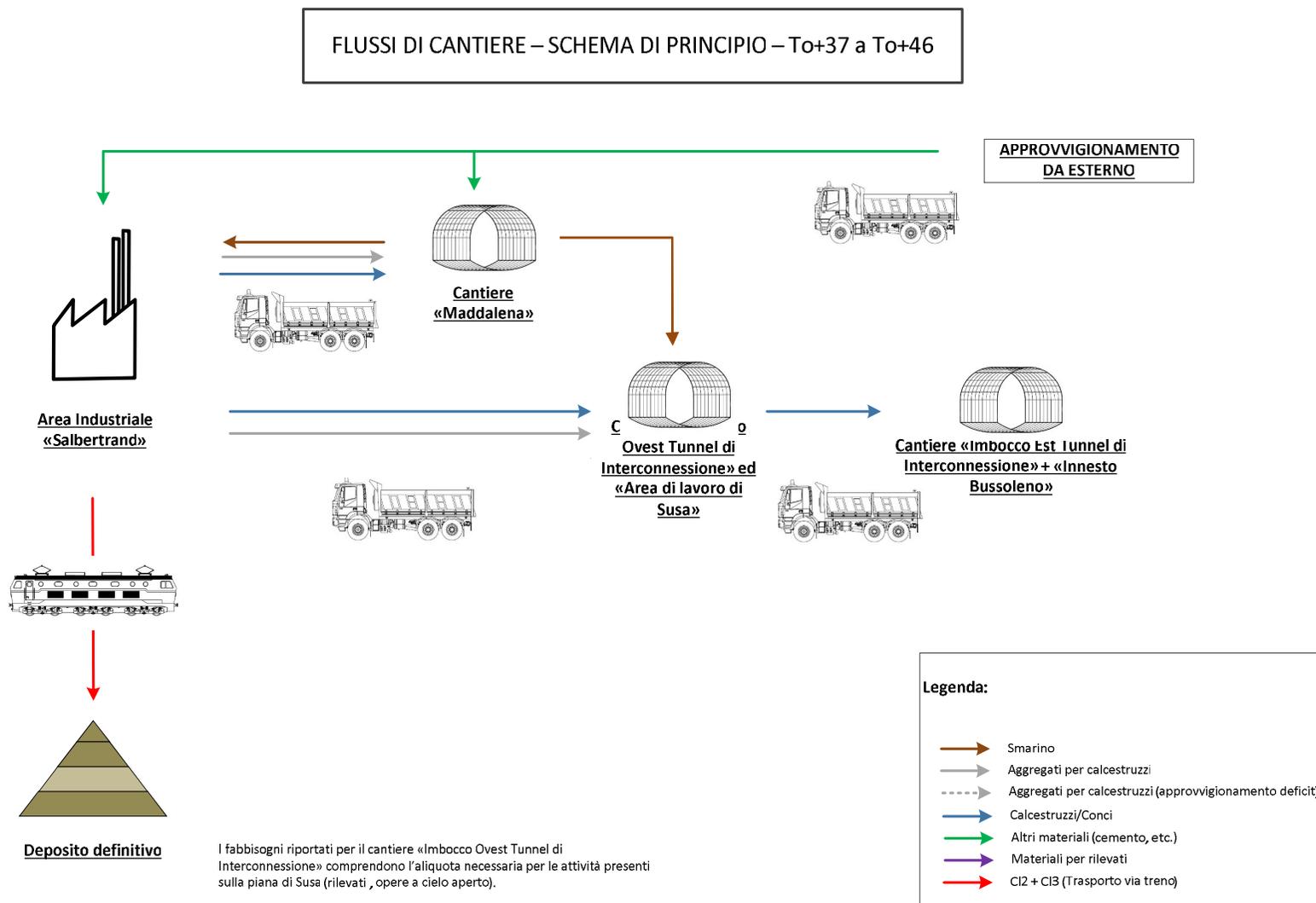


Figura 35 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+37 a To+46

Bilan des materiaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

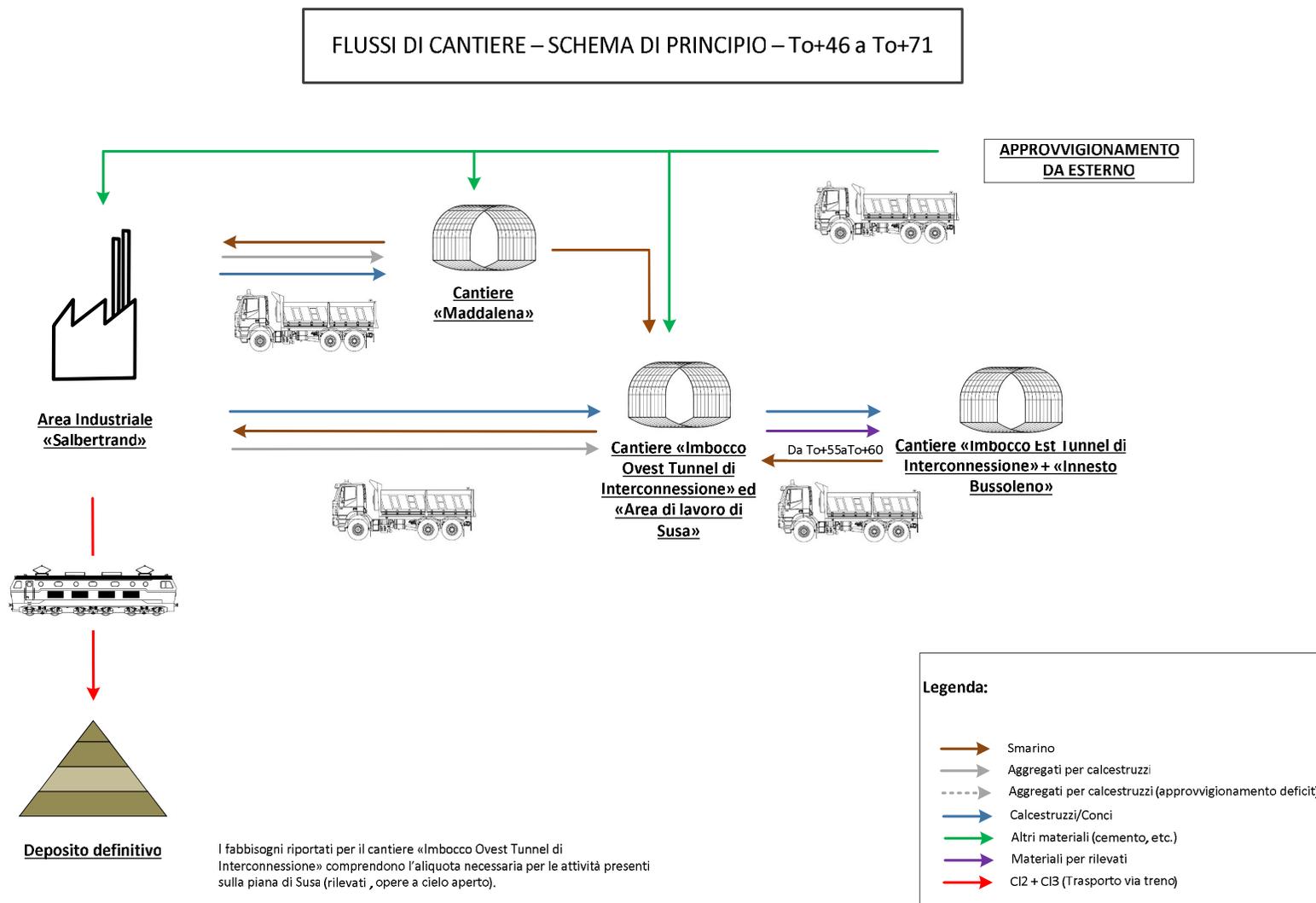


Figura 36 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+46 a To+71

Bilan des materiaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

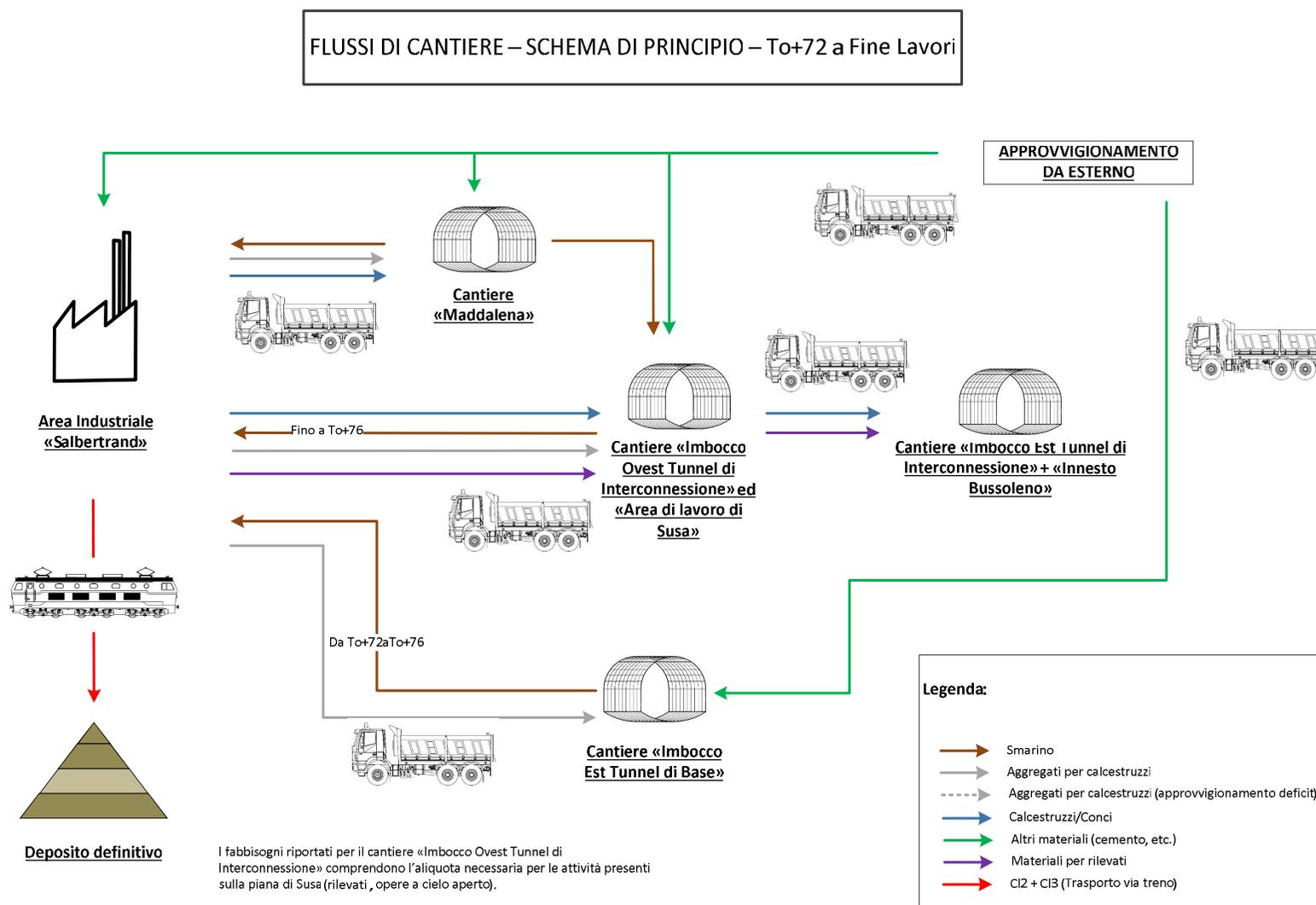


Figura 37 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+72 a Fine Lavori