

**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	Vérifié 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	Rèvision 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	Rèvision suite aux commentaires TELT / Revisione a seguito commenti TELT	C. RINALDI (LOM)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
D	10/04/2017	Rèvision suite aux commentaires TELT / Revisione a seguito commenti TELT	C. RINALDI (LOM)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
E	14/04/2017	Rèvision suite aux commentaires TELT / Revisione a seguito commenti TELT	C. RINALDI (LOM)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI

CODE DOC	P	R	V	C	3	A	T	S	3	6	0	4	2	E
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero				Indice

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	33	01	02	10	02
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA
-



## SOMMAIRE / INDICE

1. INTRODUZIONE .....	7
1.1      PREMESSA.....	7
1.2      SCENARIO DI PLANNING CONSIDERATO .....	7
1.3      DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	8
2. MATERIALI PROVENIENTI DAGLI SCAVI E MATERIALI DA COSTRUZIONE .....	8
2.1      BILANCIO DEI MATERIALI.....	8
2.1.1   Logistica di gestione dei materiali di scavo.....	8
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 concii .....	18
2.1.5   Deficit di materiale per la realizzazione dei rilevati .....	18
2.1.6   Ripartizione delle aliquote di C13B prodotte dagli scavi.....	20
2.2      RICAPITOLATIVO DEI FABBISOGNI COMPLESSIVI DI CANTIERE .....	26
2.3      VALUTAZIONE DEGLI AGGREGATI PRODOTTI SUL CANTIERE INDUSTRIALE.....	26
2.4      STIMA DEI FLUSSI VEICOLARI SU GOMMA .....	28
2.4.1   Area Industriale Salbertrand .....	28
2.4.2   Cantiere “Imbocco Maddalena” .....	30
2.4.3   Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” .....	34
2.4.4   Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Interconnessione” e Cantiere “Innesto Bussoleno”	39
2.4.5   Cantiere Imbocco Est Tunnel di Base .....	42
2.4.6   Flussi veicolari per tratte caratteristiche .....	43
2.5      DEPOSITI DI CANTIERE E TRASPORTO VIA TRENO .....	47
3. TERRENO VEGETALE.....	51
ALLEGATO 1 – FLUSSI DI CANTIERE & MODALITÀ DI TRASPORTO – SCHEMI DI PRINCIPIO.....	54

## 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) .....	21
Figura 2 – Evoluzione nel tempo dei volumi di scavo totali con ripartizione secondo le differenti classi di utilizzo .....	22
Figura 3 - Evoluzione nel tempo dei fabbisogni in calcestruzzo .....	23
Figura 4 - Evoluzione nel tempo del materiale C12 prodotto dallo scavo delle opere in sotterraneo .....	24

**Bilan des matériaux 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 .....	25
Figura 6 Curve cumulate aggregati Salbertrand (fabbisogni/ deposito) .....	27
Figura 7 - Area Industriale “Salbertrand” – N° viaggi al giorno per il trasporto del cemento per la produzione di conglomerati cementizi .....	29
Figura 8 - Area Industriale “Salbertrand” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali da costruzione .....	30
Figura 9 – Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali di scavo all’area industriale “Salbertrand” .....	31
Figura 10 - Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto degli aggregati dall’area industriale “Salbertrand” .....	31
Figura 11 - Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto di cemento per la produzione di conglomerati cementizi .....	32
Figura 12 – Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali da costruzione .....	33
Figura 13 – Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei concii per la TBM dall’area industriale “Salbertrand” .....	33
Figura 14 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto dello smarino all’area industriale “Salbertrand” .....	34
Figura 15 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto degli aggregati dall’area industriale “Salbertrand” .....	35
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.....	36
Figura 17 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto di cemento per la produzione di conglomerati cementizi .....	36
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.....	37
Figura 19 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali da costruzione .....	38
Figura 20 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali per rilevati da Area Industriale di Salbertrand.....	39
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” ....	40
Figura 22 - Cantiere “Imbocco Est tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto del calcestruzzo dal Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione” .....	41
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” .....	41
Figura 24 - Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Base” – N° viaggi al giorno per il trasporto dello smarino all’area industriale “Salbertrand” .....	42

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

Figura 25 - Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Base” – N° viaggi al giorno per il trasporto degli inerti dall’area industriale “Salbertrand” .....	43
Figura 26 - Viabilità Autostradale – Tratto di A32 ad Est (direzione Torino) dello svincolo autostradale di “Susa” .....	45
Figura 27 - Viabilità Autostradale – Tratto di A32 tra svincolo autostradale di “Susa” e svincolo di “Maddalena” .....	45
Figura 28 - Viabilità Autostradale – Tratto di A32 tra svincolo autostradale di “Maddalena” e svincolo di “Salbertrand” .....	46
Figura 29 – Deposito di aggregati (espresso in [t]) .....	47
Figura 30 – Produzione cumulata di CL2 per rilevati .....	48
Figura 31 - Produzione di Cl3a da evacuare via treno .....	49
Figura 32 - Treni necessari per l’evacuazione del materiale destinato al deposito definitivo .	50
Figura 33 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+15 a To+24 .....	55
Figura 34 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+25 a To+36 .....	56
Figura 35 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+37 a To+46 .....	57
Figura 36 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+46 a To+71 .....	58
Figura 37 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+72 a Fine Lavori .....	59

**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.....	10
Tabella 3 – Galleria Maddalena 1bis – Opere in sezione corrente.....	10
Tabella 4 –Preparazione area di cantiere e discenderia Maddalena 1 – Opere in sezione corrente.....	10
Tabella 5 – Galleria connessione Maddalena 1 – Opere in sezione corrente.....	11
Tabella 6 – Galleria Maddalena – Nicchie .....	11
Tabella 7 – Galleria Maddalena – Opere d’imbocco .....	11
Tabella 8 – Area di Sicurezza di Clarea .....	11
Tabella 9 – Tunnel di Base – Binario pari – Tratto sito sicurezza e inizio tratta TBM .....	11
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.....	12
Tabella 13 – Tunnel di Base – Rami di collegamento .....	12
Tabella 14 – Tunnel di Base – Opere di imbocco .....	13

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

---

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 .....	13
Tabella 18 – Tunnel di Interconnessione – Opere di Imbocco Ovest .....	14
Tabella 19 – Tunnel di Interconnessione – Rami di collegamento .....	14
Tabella 20 – Tunnel di Interconnessione – Camerone 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 Imbocco Ovest Interconnessione .....	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 .....	20
Tabella 32 – Fabbisogni complessivi .....	26
Tabella 33 – Tratte caratteristiche per la valutazione dei flussi veicolari.....	44
Tabella 34 – Terreno vegetale – Volumetria Complessiva .....	52
Tabella 35 – Terreno vegetale – Bilancio .....	52

## 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

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 che presentano un carattere evolutivo, o che contengono minerali di amianto, o sostanze di cui alla Tabella 1, Allegato 5 alla Parte IV del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

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 in discarica definitiva (C12 e C13a/b);
- 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. 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

## 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 CI2 scavato nei tunnel di Interconnessione) verrà trasportato dai luoghi di produzione, all'area industriale di "Salbertrand" nel quale in funzione delle caratteristiche o verrà inviato al processo di valorizzazione o nel caso non risultasse idoneo ad un successivo riutilizzo verrà avviato a deposito definitivo;

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

- 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 in corrispondenza del tratto terminale del tunnel di base (lato Susa) non verrà portato a cielo aperto e pertanto non rientrerà nel bilancio finale di materiale da prevedere a deposito o come aggregato per il suo utilizzo.

### **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).

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 in calcestruzzi/rilevati sono stati determinati sulla base delle seguenti ipotesi:

- tonnellate di aggregati per  $m^3$  di calcestruzzo pari a  $1.9 t/m^3$ ;
- tonnellate di aggregati per  $m^3$  di boiaccia di intasamento a tergo dei conci pari a  $1,1 t/m^3$ ;
- tonnellate di materiale di classe C12 per  $m^3$  di rilevato pari a  $2.0 t/m^3$ .

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 3 sottocategorie:

- Cls - Spritz: Calcestruzzi per l'esecuzione delle opere di sostegno provvisorio;
- Cls - Rivestimenti: Calcestruzzi strutturali; in tale categoria sono ricompresi i 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 - Finiture: Calcestruzzi non strutturali; in tale categoria sono ricompresi i 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),

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

per ciascuna parte d'opera. Il quantitativo di C11 riportato in tabella è l'effettiva aliquota di aggregato presente post processo di valorizzazione dello smarino; analogamente il C13a comprende già la quota parte di scarto del processo di valorizzazione.

		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	
		C11 [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	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	15'855	78'301	0	0	0	0	0	0	11'552	105'708
		Cls finiture [t inerti]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10'574	10'574

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

		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	
		C11 [t]	0	0	51'574	101'271	0	0	0	0	0	0	152'845	
		C12 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		C13a [t]	0	0	27'731	54'452	0	0	0	0	0	0	0	82'184
		C13b [t]	0	0	40	78	0	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	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
		C11 [t]	0	0	0	0	0	112'031	0	0	0	0	112'031
		C12 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		C13a [t]	0	0	0	0	0	60'238	0	0	0	0	60'238
		C13b [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
		C11 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		C12 [t]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		C13a [t]	69'990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69'990
		C13b [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

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		
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
	CIs	CIs compressivi [t inerti]	0	5'019	4'592	0	0	0	0	0	10'110	16'438	36'158
		CIs spritz [t inerti]	0	5'019	4'592	0	0	0	0	0	0	0	9'611
		CIs rivestimento [t inerti]	0	0	0	0	0	0	0	0	10'110	16'438	26'547
		CIs 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
	CIs	CIs complessivi [t aggregati]	0	18'050	23'721	2'056	0	0	0	0	0	0	43'827
		CIs spritz [t aggregati]	0	3'838	5'044	437	0	0	0	0	0	0	9'319
		CIs rivestimento [t aggregati]	0	14'212	18'677	1'619	0	0	0	0	0	0	34'508
		CIs finiture [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 6 – Galleria Maddalena – Nicchie

		Anno												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Galleria Maddalena Opere di imbocco	CIs	CIs complessivi [t aggregati]	0	49'400	0	0	0	0	0	0	14'250	14'250	77'900	
		CIs spritz [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		CIs rivestimento [t aggregati]	0	49'400	0	0	0	0	0	0	0	14'250	14'250	77'900
		CIs 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
	CIs	CIs complessivi [t aggregati]	0	0	0	9'468	28'403	49'261	73'727	50'058	89'572	0	300'489
		CIs spritz [t aggregati]	0	0	0	9'468	28'403	28'403	23'670	0	0	0	89'944
		CIs rivestimento [t aggregati]	0	0	0	0	0	20'857	50'058	50'058	25'029	0	146'002
		CIs 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
	CIs	CIs complessivi [t inerti]	0	0	0	5'062	20'252	28'937	0	0	0	18'625	72'876
		CIs spritz [t inerti]	0	0	0	5'062	9'520	0	0	0	0	0	14'582
		CIs rivestimento [t inerti]	0	0	0	0	10'731	28'937	0	0	0	0	39'668
		CIs finiture [t inerti]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18'625

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

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 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	0	69'043	336'859
		ClS spritz [t inerti]	0	0	0	0	0	0	0	2'567	0	0	2'567	
		ClS rivestimento [t inerti]	0	0	0	23'911	83'339	94'093	61'369	2'537	0	4'340	269'589	
		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	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

			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	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	59'179	74'399	112'103	12'687	0	14'010	272'379	
		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

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 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
	CIs	CIs complessivi [t aggregati]	0	0	0	0	0	1'172	35'837	0	7'445	7'445	51'899
		CIs spritz [t aggregati]	0	0	0	0	0	1'172	2'343	0	0	0	3'515
		CIs rivestimento [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	33'493	0	0	0	33'493
		CIs 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
	CIs	CIs complessivi [t inerti]	0	0	0	0	8'544	129'331	24'777	0	0	0	162'651
		CIs spritz [t inerti]	0	0	0	0	8'544	14'011	136	0	0	0	22'690
		CIs rivestimento [t inerti]	0	0	0	0	0	73'506	17'396	0	0	0	90'902
		CIs 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
	CIs	CIs complessivi [t inerti]	0	0	0	0	11'364	93'289	36'645	0	0	0	141'299
		CIs spritz [t inerti]	0	0	0	0	11'364	11'371	0	0	0	0	22'736
		CIs rivestimento [t inerti]	0	0	0	0	0	53'346	25'336	0	0	0	78'683
		CIs 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

			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
	CIs	CIs complessivi [t aggregati]	0	0	0	0	3'311	11'798	0	0	3'863	0	18'972
		CIs spritz [t aggregati]	0	0	0	0	1'495	0	0	0	0	0	1'495
		CIs rivestimento [t aggregati]	0	0	0	0	1'815	11'798	0	0	0	0	13'614
		CIs 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

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 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 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	
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 Cl2 [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 Cl2 [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 Cl2[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 Inneso 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 – Camerone di smontaggio delle TBM - Opere a cielo aperto – Piana di Susa (supportato dall'area di lavoro di Susa)
C. "Imbocco Est Tunnel di Interconnessione" + "Inneso Bussoleno"	- Tunnel di Int. – Opere all'imbocco Est - Opere a cielo aperto – Inneso 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 produzioni ed i 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
		Cl1 [t]	0	57'800	157'875	584'845	717'828	684'224	720'380	0	0	0	2'922'953
		Cl2 [t]	0	16'088	27'291	64'635	89'188	277'779	48'916	0	0	0	523'897
		Cl3a [t]	69'990	22'428	120'863	333'414	561'524	522'082	502'045	8'116	3'382	0	2'143'845
		Cl3b [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	34'533	103'830	174'498	319'925	276'436	66'866	85'586	70'081	1'195'366
		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 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	
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	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	
Cantiere "Imbocco Ovest 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 Imbocco Ovest Interconnessione

### 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.

			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	2'922'953	
		Cl2 [t]	0	16'088	27'291	141'153	642'825	873'608	57'867	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	2'344'909	
		Cl3b [t]	0	32	24'581	207	61'941	1'029	65'008	151'955	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	2'771'836
			ClS - Spritz [t aggregati]	0	8'857	15'101	21'939	76'400	87'740	30'066	6'113	345	0	246'560
			ClS - Rivestimento [t aggregati]	0	63'612	34'533	115'230	215'756	469'944	354'032	66'866	85'586	70'081	1'475'638
			ClS - Finiture [t aggregati]	0	0	0	0	3'677	97'668	40'055	0	81'209	187'739	410'347
			ClS - Cielo aperto [t aggregati]	0	0	0	106'687	106'687	106'687	128'085	125'615	0	0	573'762
		ClS - 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	33'409
		Sur plus aggregati [t]											184'526	
	Rilevati	Rilevati [t] (disponibilità)	0	0	0	141'153	642'825	873'608	57'867	0	0	0	1'715'453	
		Cl2 a deposito definitivo [t]	0	16'088	27'291	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

Il surplus di aggregato riportato in tabella è relativo all'aliquota totale presente alla fine del singolo anno di lavori.

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 Tabella 28.

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

<b>BILANCIO COMPLESSIVO</b>	<b>Scavo+depositi esistenti</b>		<b>Volume totale [Mt]</b>	7.33	
			<b>Cl1 [Mt]</b>	2.92	
			<b>Cl2 [Mt]</b>	1.76	
			<b>Cl3a [Mt]</b>	2.34	
			<b>Cl3b [Mt]</b>	0.31	
	<b>Fabbisogni</b>		<b>ClS - Complessivi [Mt aggregati]</b>	2.77	
			<b>Inerte per rilevati [Mt]</b>	2.9	
	<b>Bilancio aggregati</b>		<b>Fabbisogno anticipato [Mt]</b>	0.03	
			<b>Deficit iniziale [Mt]</b>	0.03	
			<b>Disponibilità [Mt]</b>	2.92	
			<b>Fabbisogno [Mt]</b>	2.77	
			<b>Surplus [Mt]</b>	0.15+0.03	
	<b>Rilevati</b>	<b>Bilancio</b>		<b>Aliq. iniziale Cl2 a deposito [Mt]</b>	0.05
				<b>Fabbisogno Cl2 [Mt]</b>	2.9
				<b>Disponibilità Cl2 [Mt]</b>	1.72
				<b>Deficit [Mt]</b>	1.18
		<b>Possibili ottimizzazioni</b>		<b>10% Cl3a [Mt]</b>	0.23
<b>Aliquota surplus aggregati [Mt]</b>				0.18	
<b>Deficit rilevati Piana di Susa e Bussoleno [Mt]</b>			0.77		
<b>(Cl2+Cl3a) prodotto da evacuare [Mt]</b>			0.05+2.34		
<b>Cl3b prodotto totale [Mt]</b>			0.31		

Tabella 28 – Sintesi di fabbisogni e disponibilità

La Tabella 29 – Bilancio relativo al cantiere industriale di Salbertrand riporta invece il bilancio complessivo considerando come centro di gestione dei materiali l'area industriale di "Salbertrand".

Sono pertanto presenti in tabelle le aliquote di smarino provenienti dal cantiere di Maddalena, dai cantieri dell'interconnessione e dal portale Est del tunnel di Base a Susa.

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 successivamente riutilizzato in rilevati a Susa e Bussoleno.

Analogamente il materiale potenzialmente amiantifero, scavato totalmente in sotterraneo lato Maddalena, verrà stoccato in sotterraneo come previsto ed indicato in [13].

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

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
SALBERTRAND sotterraneo + cielo aperto	Scavo+depositi esistenti	Volume totale[t]	69'990	96'348	330'610	1'015'895	1'507'340	1'537'193	1'314'957	8'116	3'382	0	5'883'831		
		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	366'208	638'383	574'160	541'378	8'116	3'382	0	2'344'909		
		CI3b [t]	0	32	24'581	207	61'941	1'029	4'283	0	0	0	92'073		
	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	34'533	115'230	215'756	469'944	354'032	66'866	85'586	70'081	1'475'638	
			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	
		Bilancio aggregati	Cis - Armamento [t aggregati]	0	0	0	0	0	0	0	0	6'590	58'938	65'528	
			Defecit aggregati [t]	0	33'409	0	0	0	0	0	0	0	0	33'409	
			Sur plus aggregati [t]											184'526	
			Rilevati	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		
	(CI3b) prodotto da evacuare [t]		0	32	24'581	207	61'941	1'029	4'283	0	0	0	92'073		

Tabella 29 – Bilancio relativo al cantiere industriale di Salbertrand

Dalle tabelle soprariportate emerge quanto segue:

- Il quantitativo di inerte prodotto dalla valorizzazione del materiale di scavo è sufficiente a garantire il fabbisogno richiesto durante tutto l'arco delle lavorazioni, fatta eccezione per un'aliquota di circa 30'000 t ad inizio lavori quando ancora non si è iniziato a scavare i tunnel.
- Il quantitativo di CI2 idoneo ad essere steso in rilevati è di circa 1.720.000 t a fronte di una necessità di circa 2.900.000 t, è presente pertanto un deficit significativo per poter completare i rilevati presenti a Susa e Bussoleno.
- Il materiale complessivamente inviato a deposito definitivo (tipologia CI3a, in quanto tutto il CI2 viene riutilizzato per i rilevati) è di circa 2.390.000 t.

#### 2.1.4 Fabbisogno aggregati per conci

Dai fabbisogni di aggregati per calcestruzzo è possibile desumere l'aliquota necessaria per la prefabbricazione dei conci utilizzati per il rivestimento di:

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

Il fabbisogno di aggregati totale per la fabbricazione dei conci è di circa 620.000 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	14'328	78'301	0	0	0	0	0	92'629
	Tunnel di Base pari [t]	0	0	0	23'911	83'339	94'093	61'369	2'537	0	265'249
	Tunnel di Base dispari [t]	0	0	0	0	59'179	74'399	112'103	12'687	0	258'369
	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 si otterranno circa 1.720.000 t.

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

---

Come indicato nel [12] si dovranno ricercare delle piste di ottimizzazione per far fronte a tale situazione; tra le principali percorribili:

- Utilizzo dell'aliquota di aggregato prodotto da valorizzazione in surplus rispetto al fabbisogno complessivo dell'opera. (stimato in circa 130.000 t).
- Utilizzo di un'aliquota del C13a prodotto a seguito del processo di valorizzazione degli aggregati. Viene stimato in un'aliquota di circa il 10% del C13A. In relazione a quanto riportato in Tabella 29 corrisponde a circa 235.000 t.

Ricapitolando quanto sopra, l'effettivo deficit da colmare si riduce a circa 820.000 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	304.210 t
Scavo in AMC contenenti arsenico – Tunnel di Base	85.701 t	
Aliquota di scavo (0,005%) con possibilità di lenti di roccia ultrabasica (Tunnel di base +Tunnel di interconnessione)	6286 t +543 t	

Tabella 31 – Ripartizione smarino di tipologia C13B

Per la definizione delle tratte ove si riscontra la possibilità di materiale contenente arsenico 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.

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

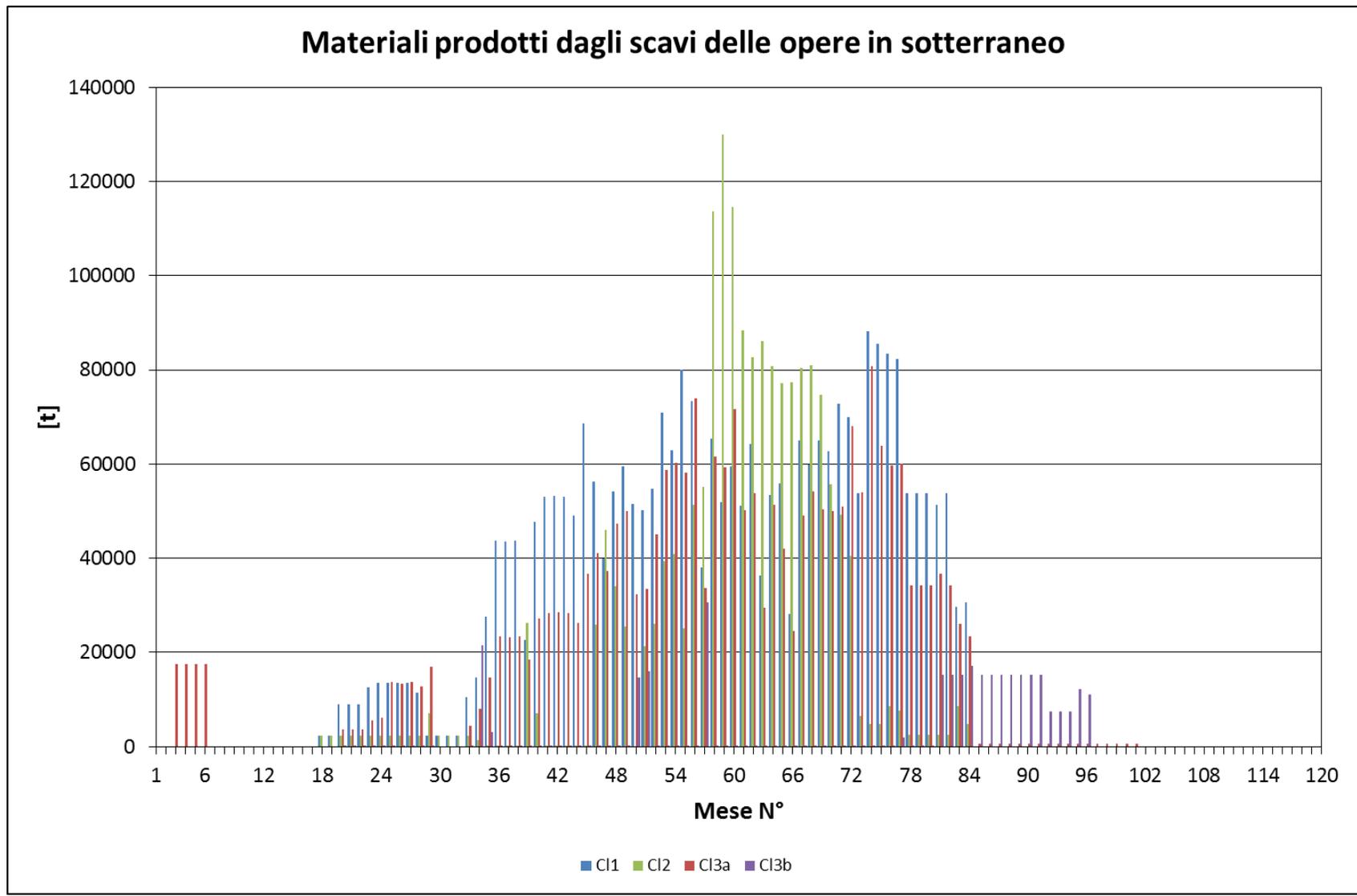


Figura 1 - Evoluzione nel tempo dei materiali prodotti dallo scavo delle opere in sotterraneo (in funzione della classe di valorizzazione)

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

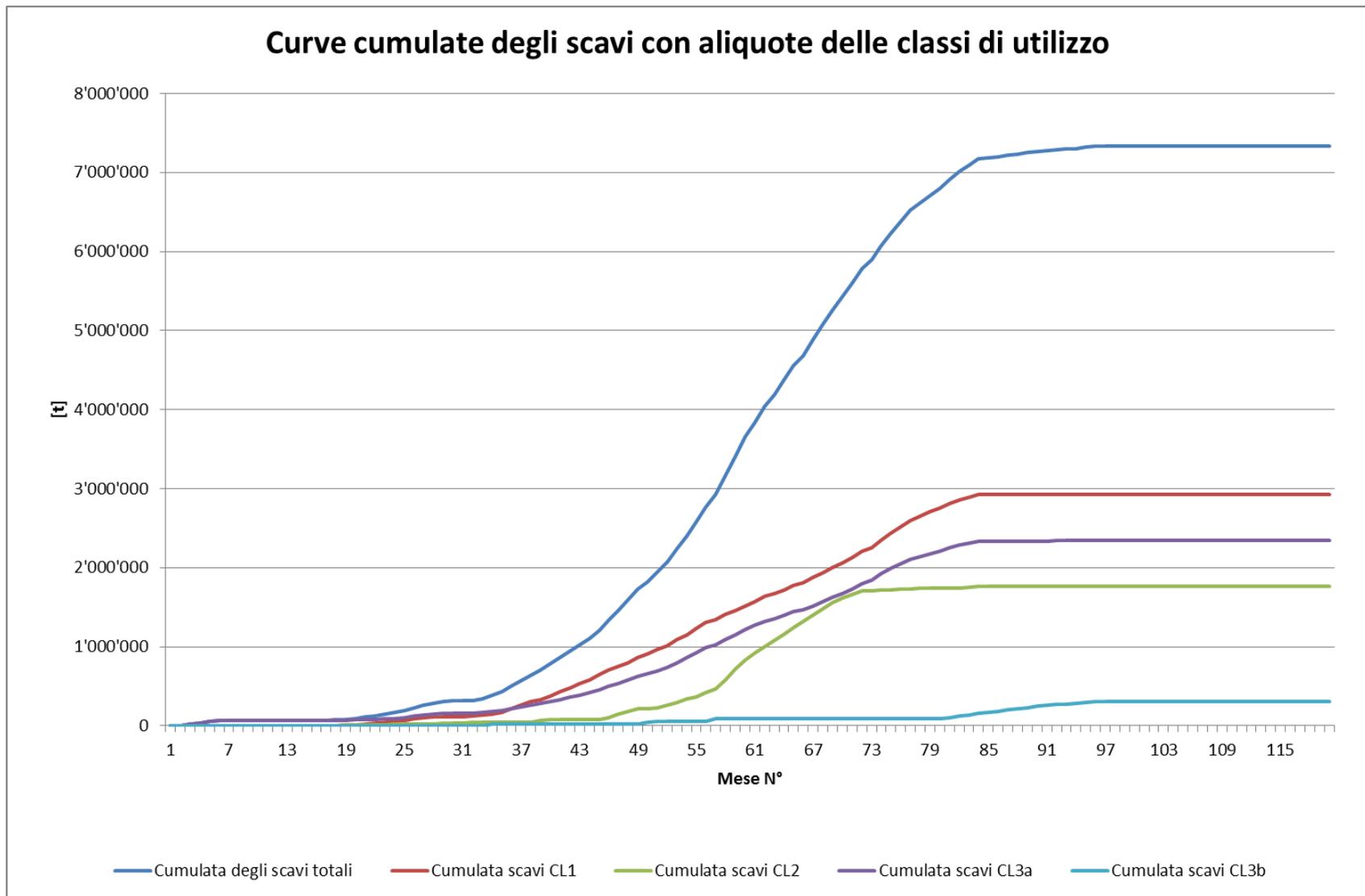


Figura 2 – Evoluzione nel tempo dei volumi di scavo totali con ripartizione secondo le differenti classi di utilizzo

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

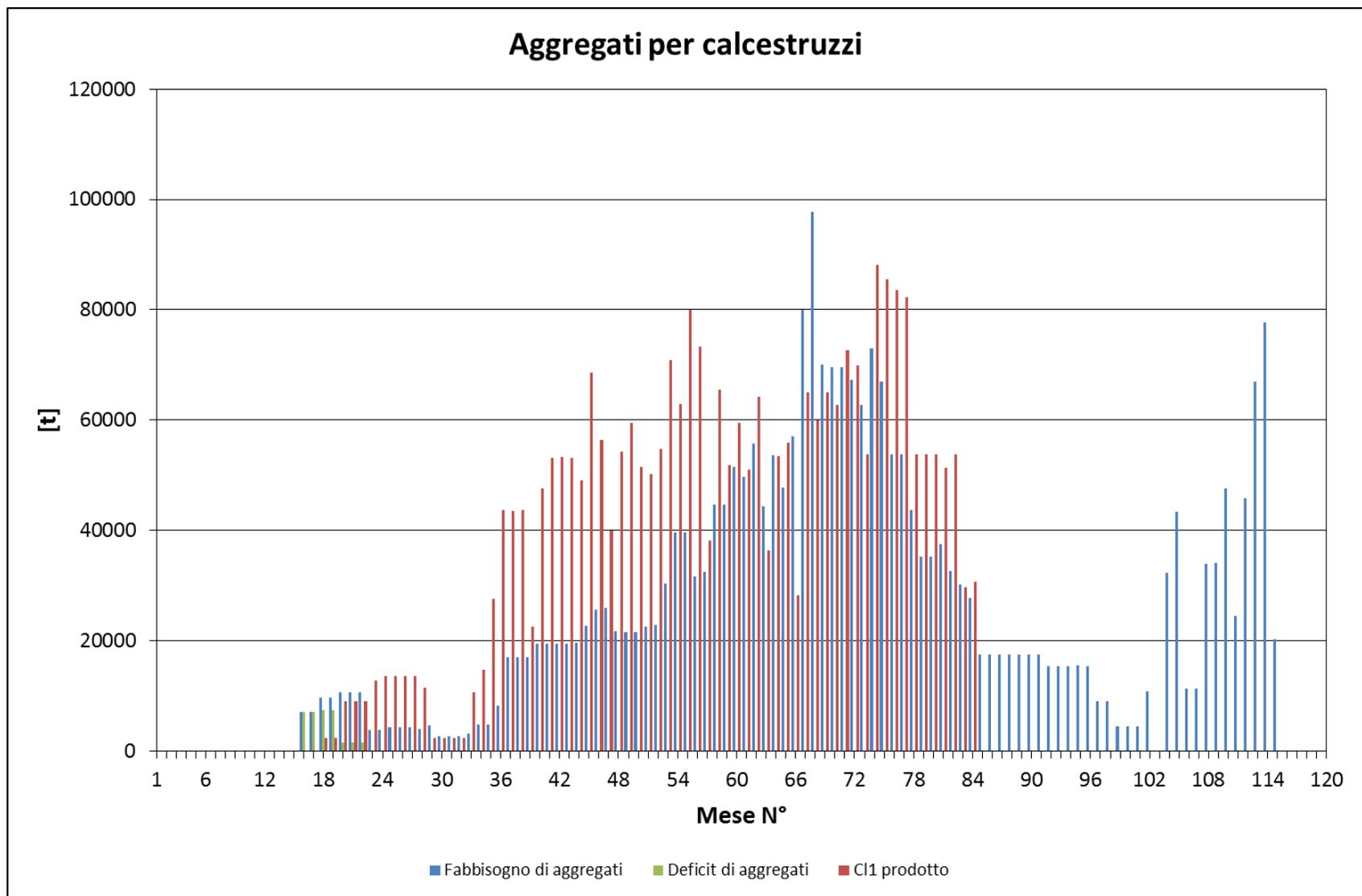


Figura 3 - Evoluzione nel tempo dei fabbisogni in calcestruzzo

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

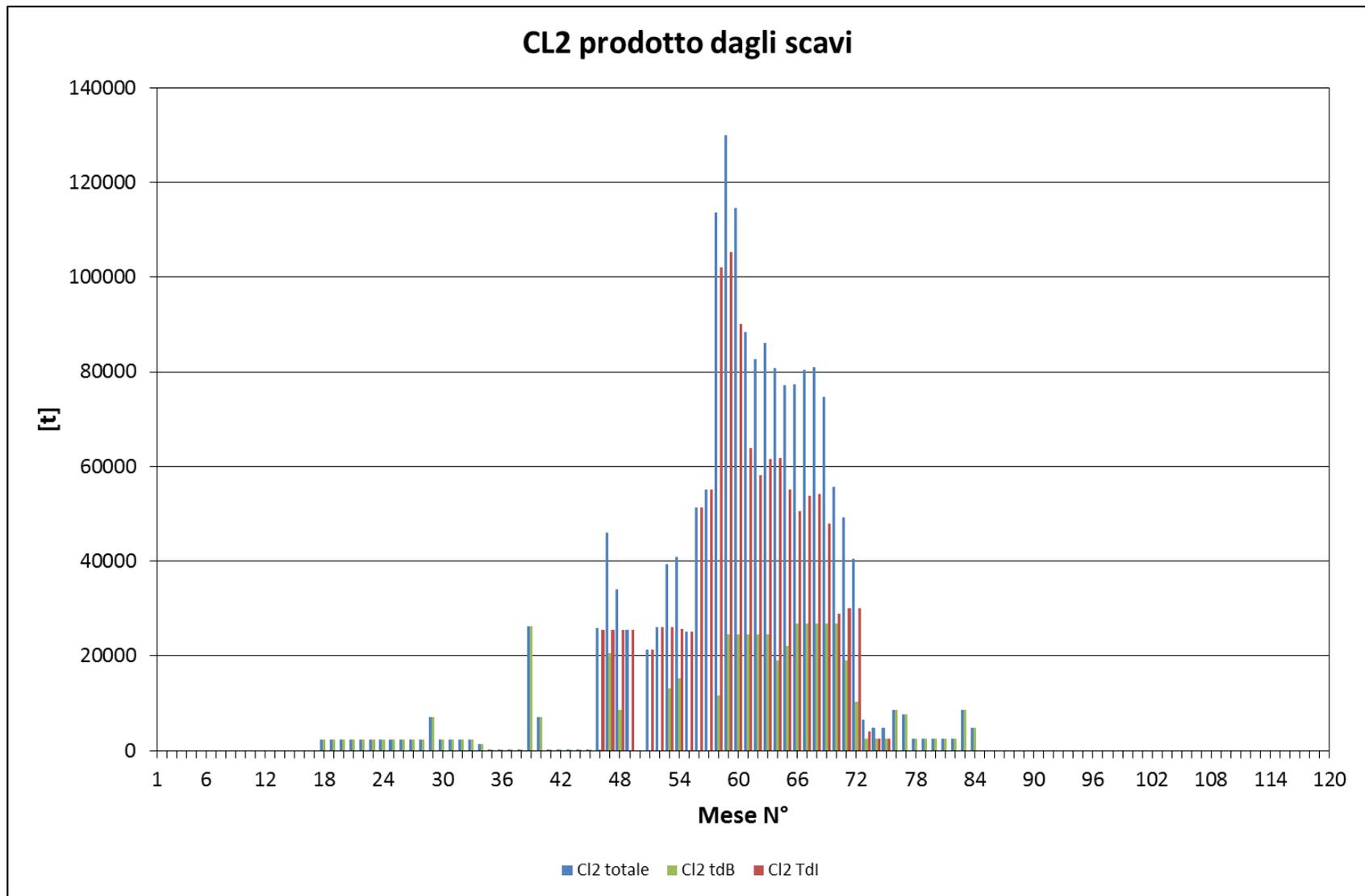


Figura 4 - Evoluzione nel tempo del materiale CL2 prodotto dallo scavo delle opere in sotterraneo

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

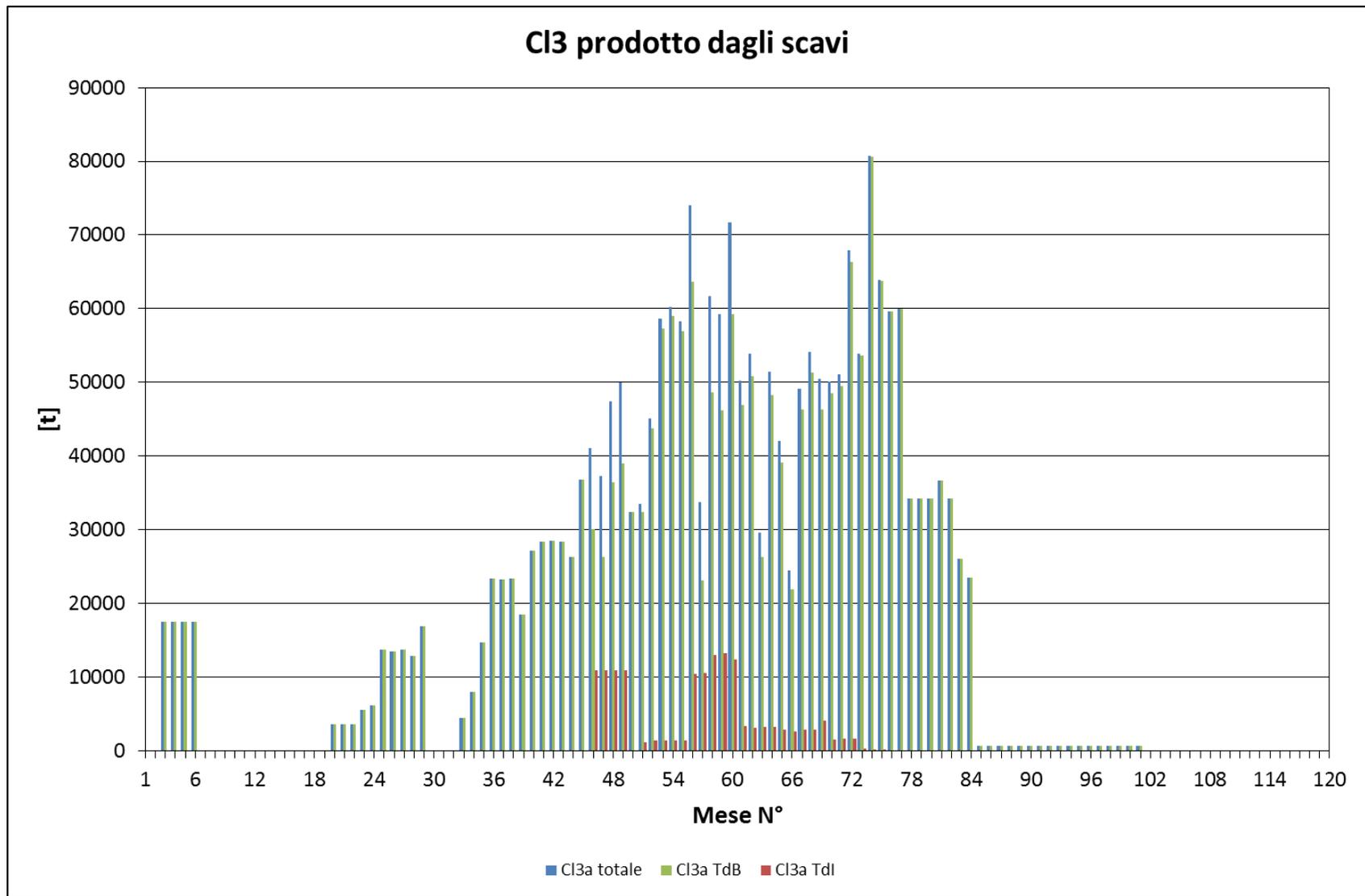


Figura 5 - Evoluzione nel tempo del materiale C13 prodotto dallo scavo delle opere in sotterraneo

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

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;
- 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 m<sup>3</sup> di calcestruzzo pari a 0,4 t/m<sup>3</sup>;
- tonnellate di acciaio a m<sup>3</sup> di calcestruzzo pari a 0,1 t/m<sup>3</sup>.

	Fabbisogni
Aggregati per calcestruzzi	2.771.836 [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; 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 matériaux d'excavation et de construction / Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione

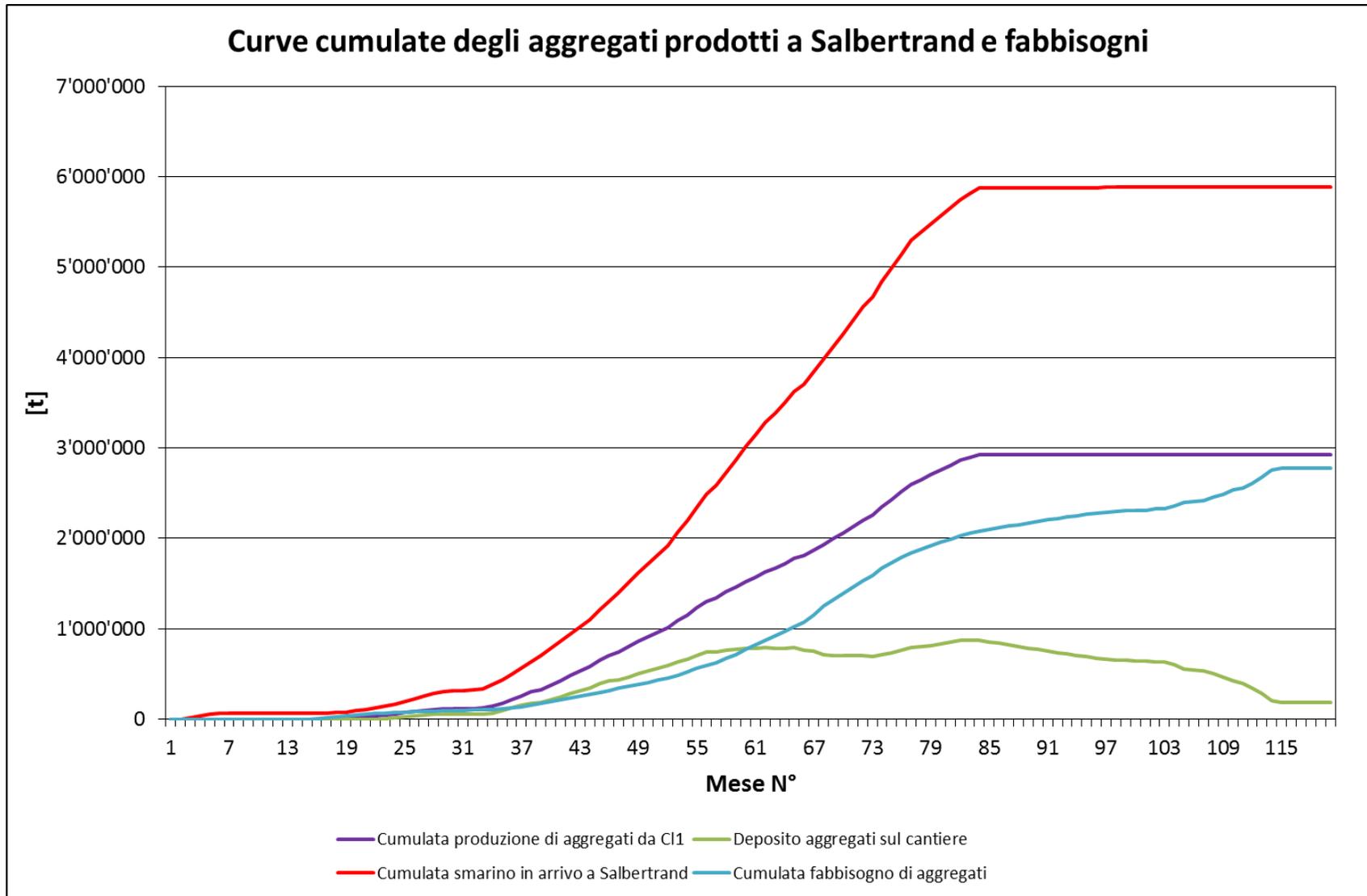


Figura 6 Curve cumulate aggregati Salbertrand (fabbisogni/ deposito)

## 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, (capacità ridotta a 16 t/camion nel caso di trasporto di materiali che contengono minerali amiantiferi);
- 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".

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

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.

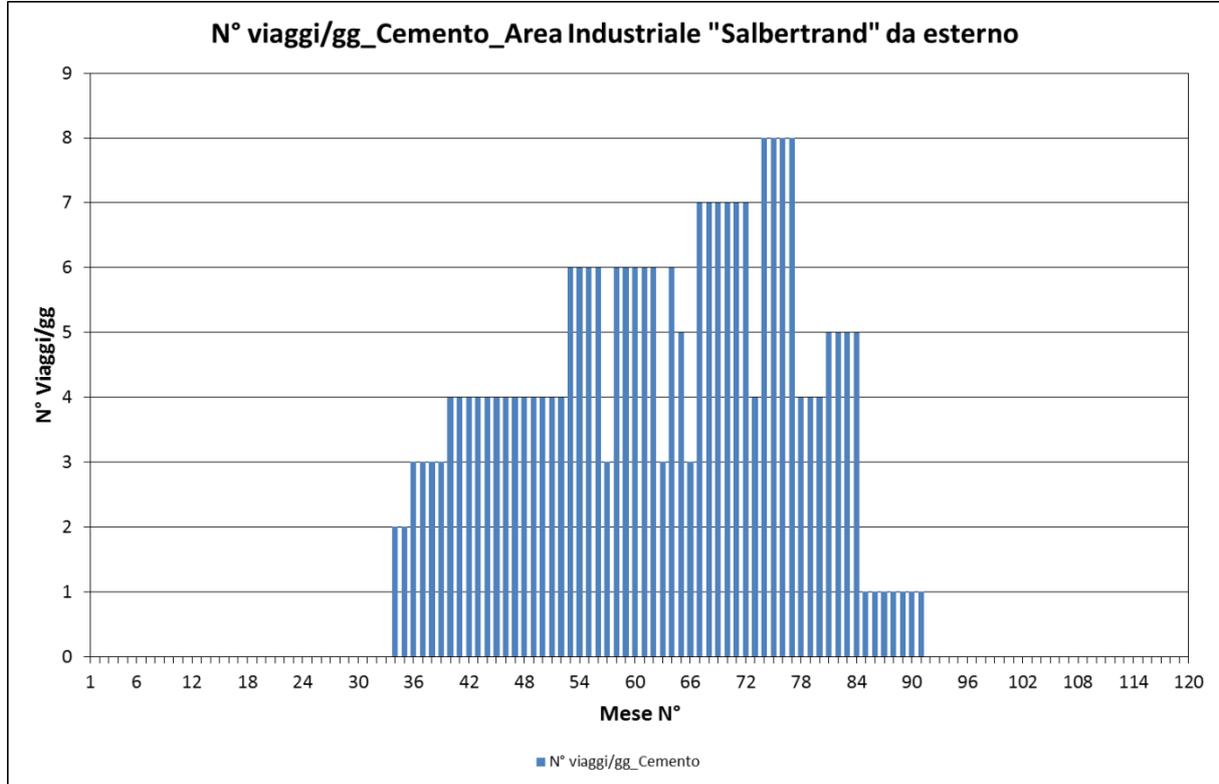


Figura 7 - Area Industriale "Salbertrand" – N° viaggi al giorno per il trasporto del cemento per la produzione di conglomerati cementizi

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

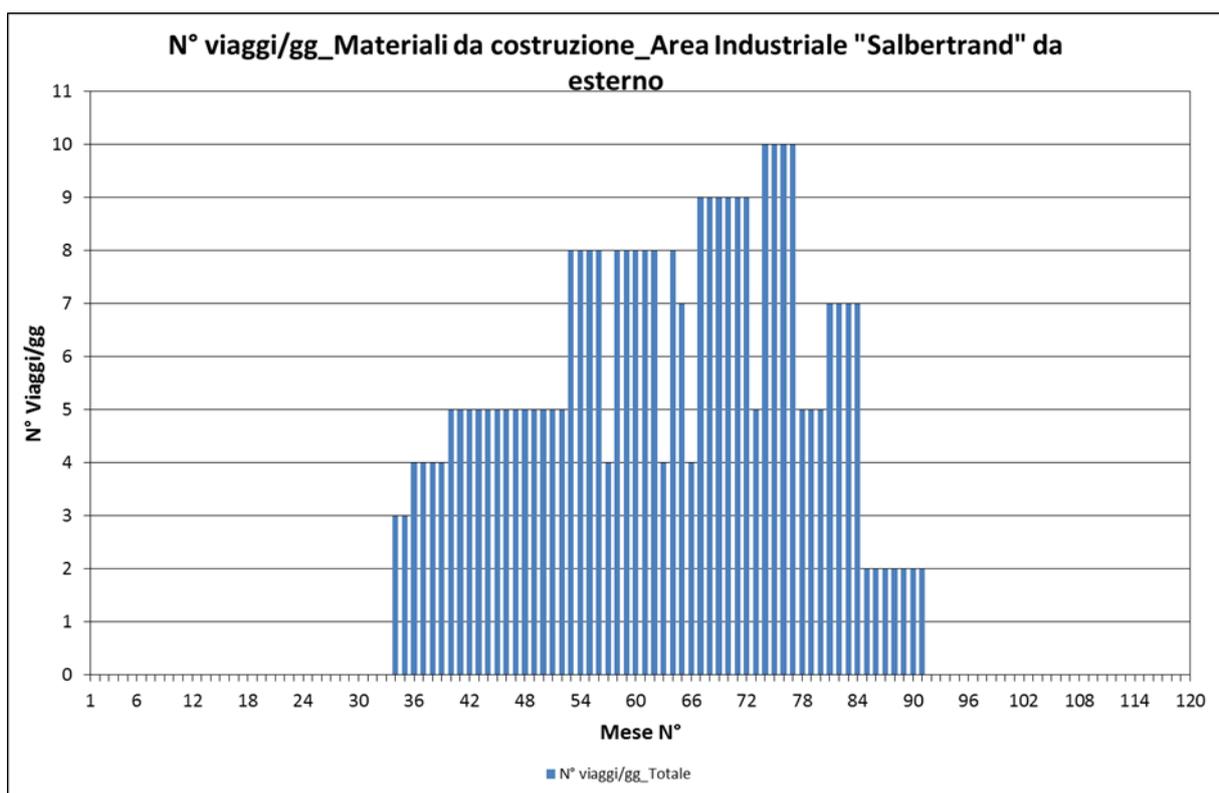


Figura 8 - Area Industriale “Salbertrand” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali da costruzione

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 concii 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 concii.

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.

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

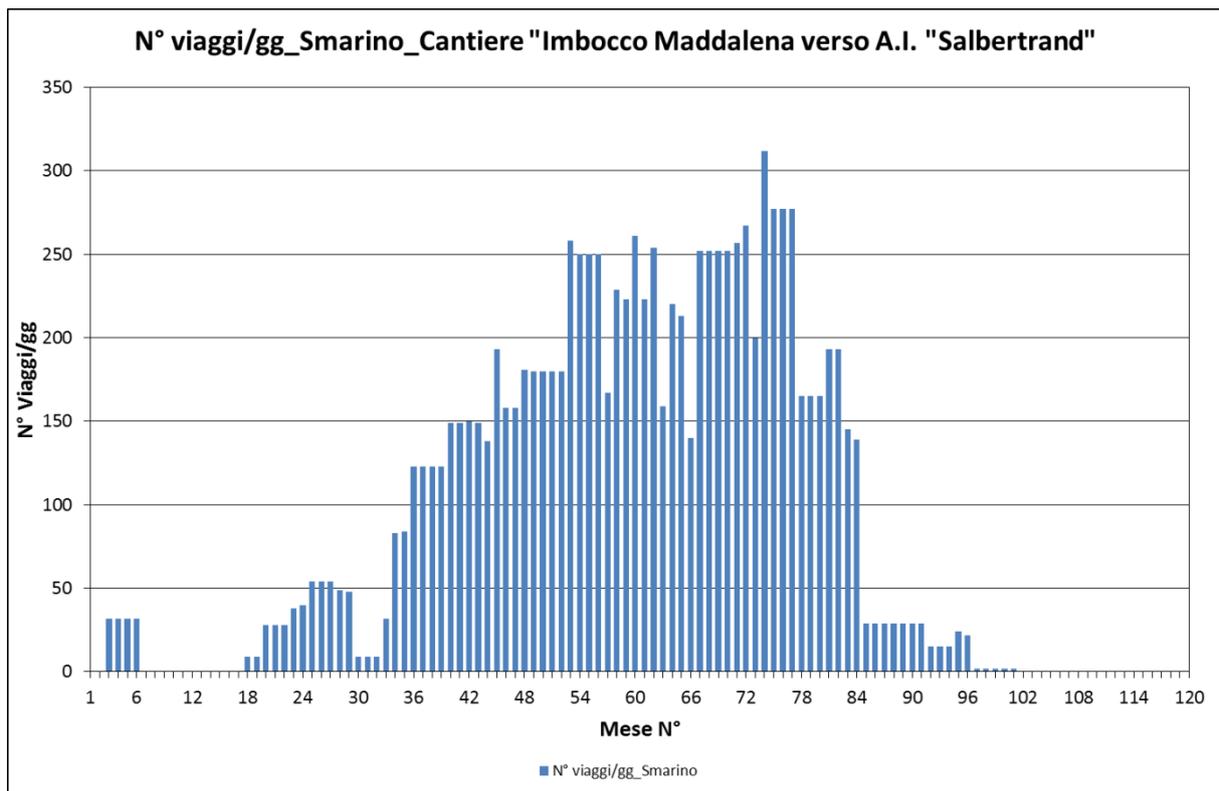


Figura 9 – Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali di scavo all’area industriale “Salbertrand”

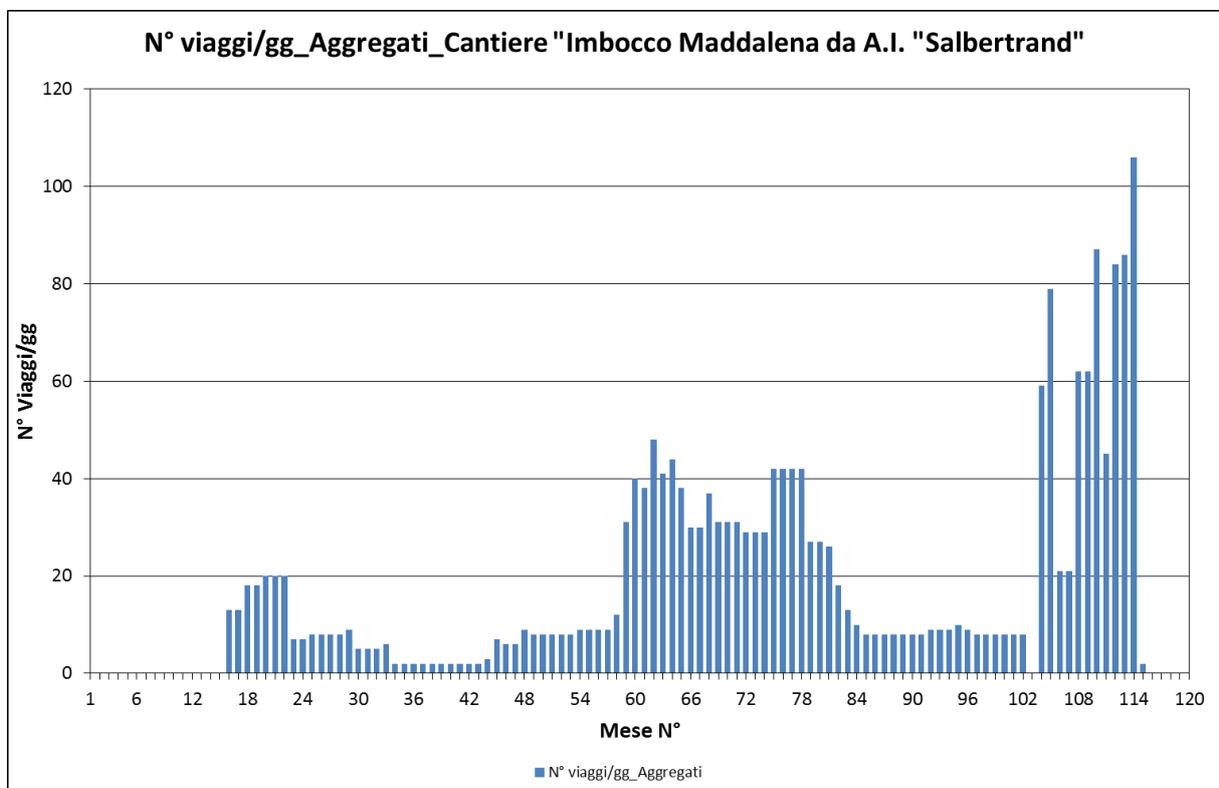


Figura 10 - Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto degli aggregati dall’area industriale “Salbertrand”

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

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 conchi prefabbricati. Si veda a tal riguardo il grafico riportato in Figura 13.

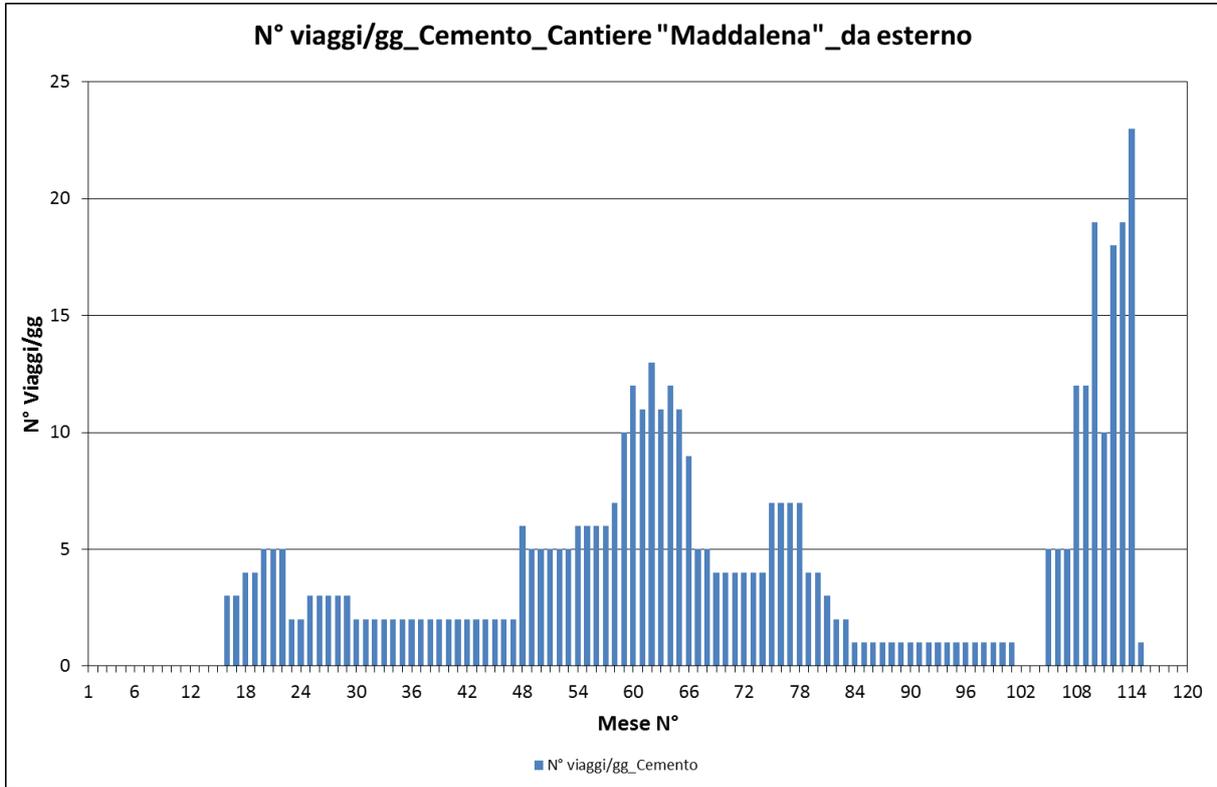


Figura 11 - Cantiere "Imbocco Maddalena" – N° viaggi al giorno per il trasporto di cemento per la produzione di conglomerati cementizi

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

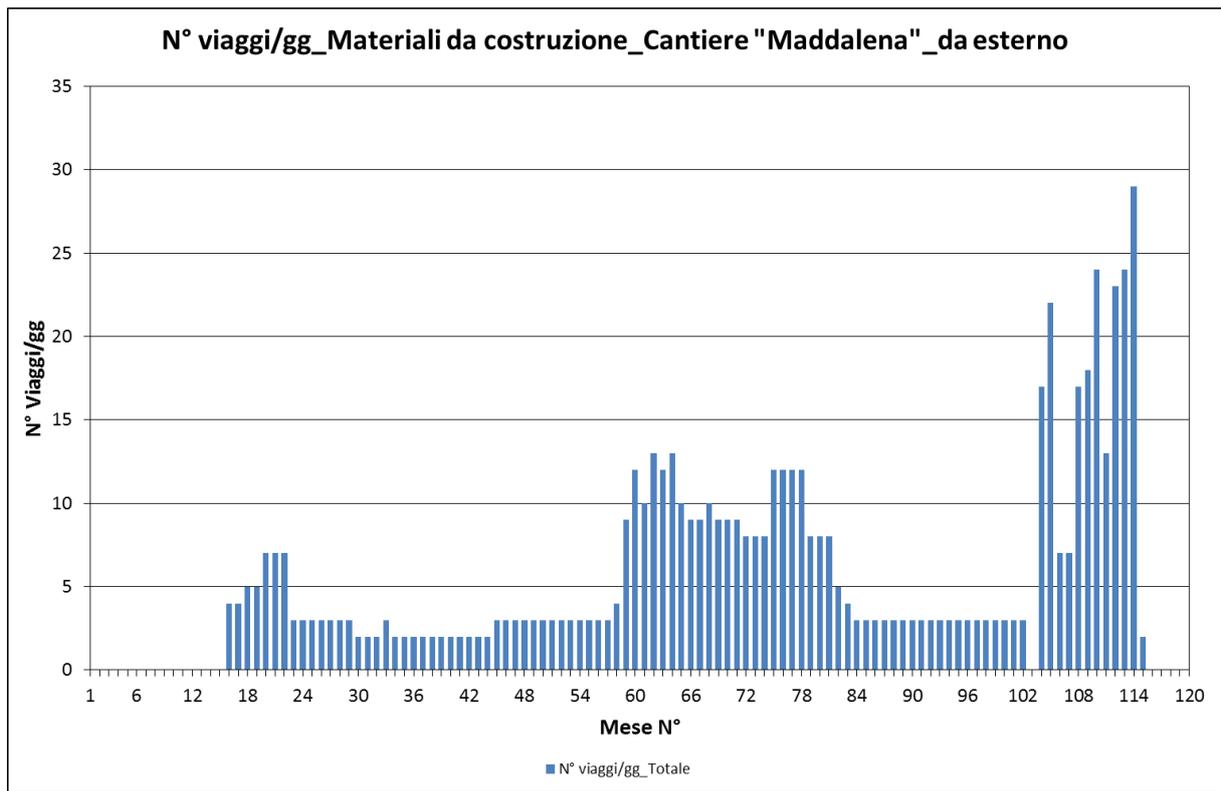


Figura 12 – Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali da costruzione

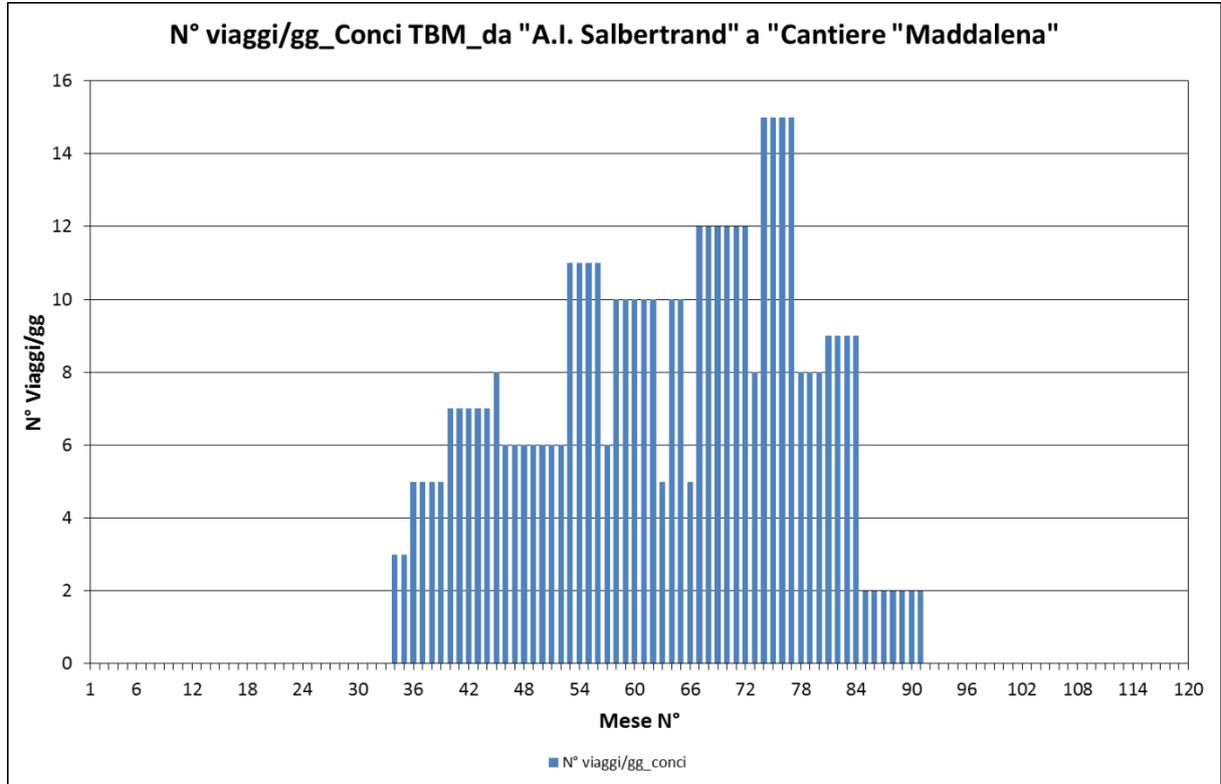


Figura 13 – Cantiere “Imbocco Maddalena” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei concetti per la TBM dall’area industriale “Salbertrand”

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 permettere 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;

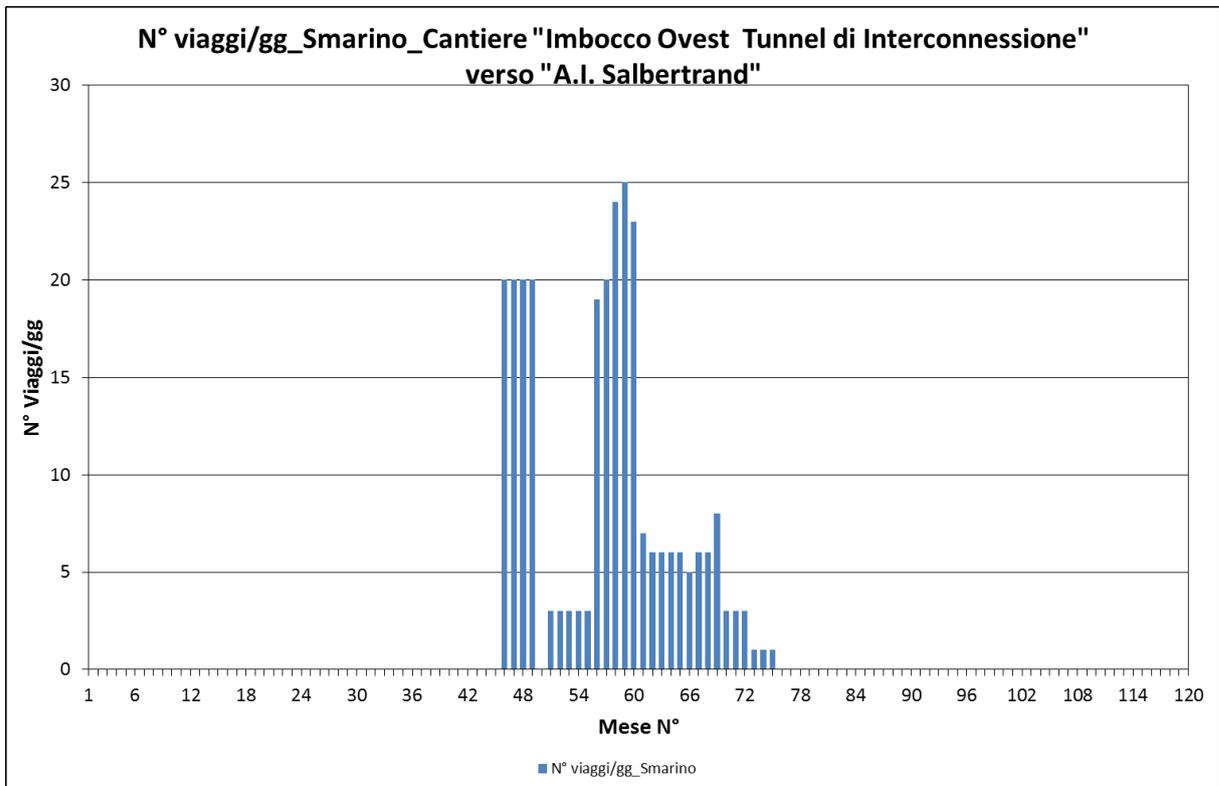


Figura 14 - Cantiere "Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione" – N° viaggi al giorno per il trasporto dello smarino all'area industriale "Salbertrand"

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

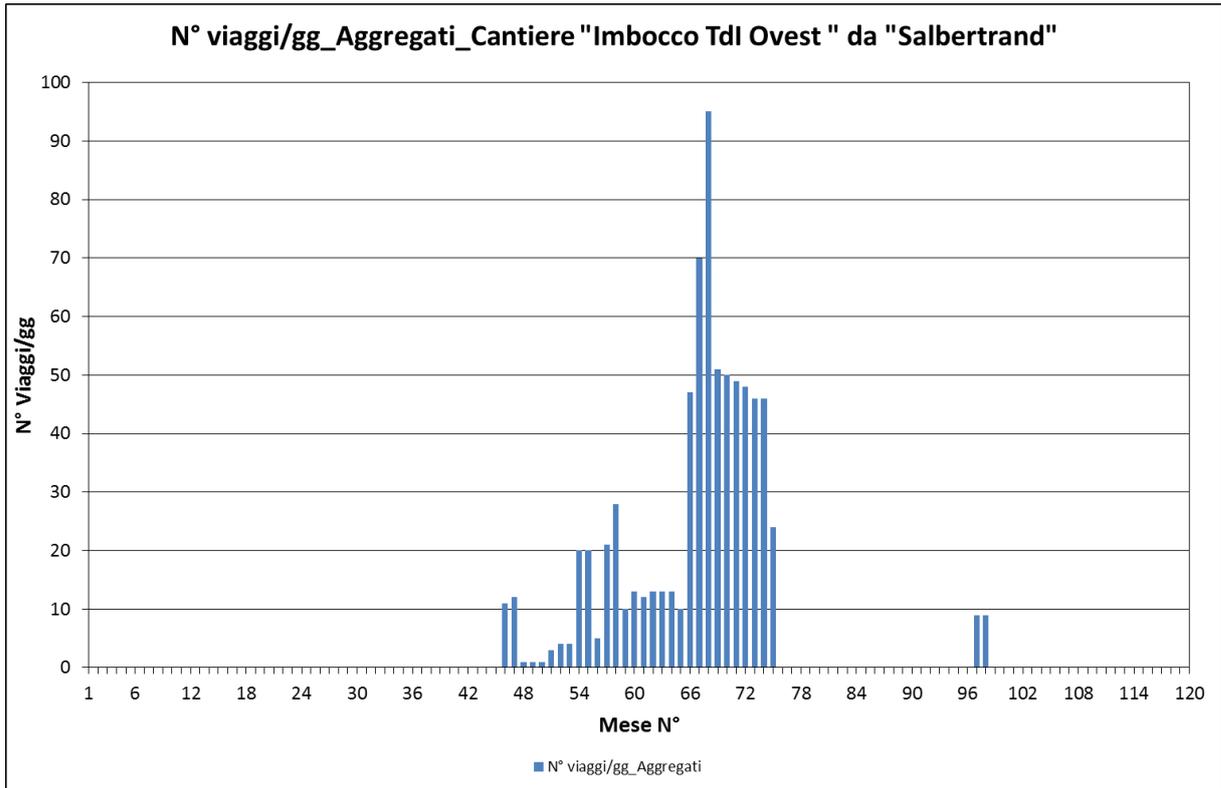


Figura 15 - Cantiere "Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione" – N° viaggi al giorno per il trasporto degli aggregati dall'area industriale "Salbertrand"

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.

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

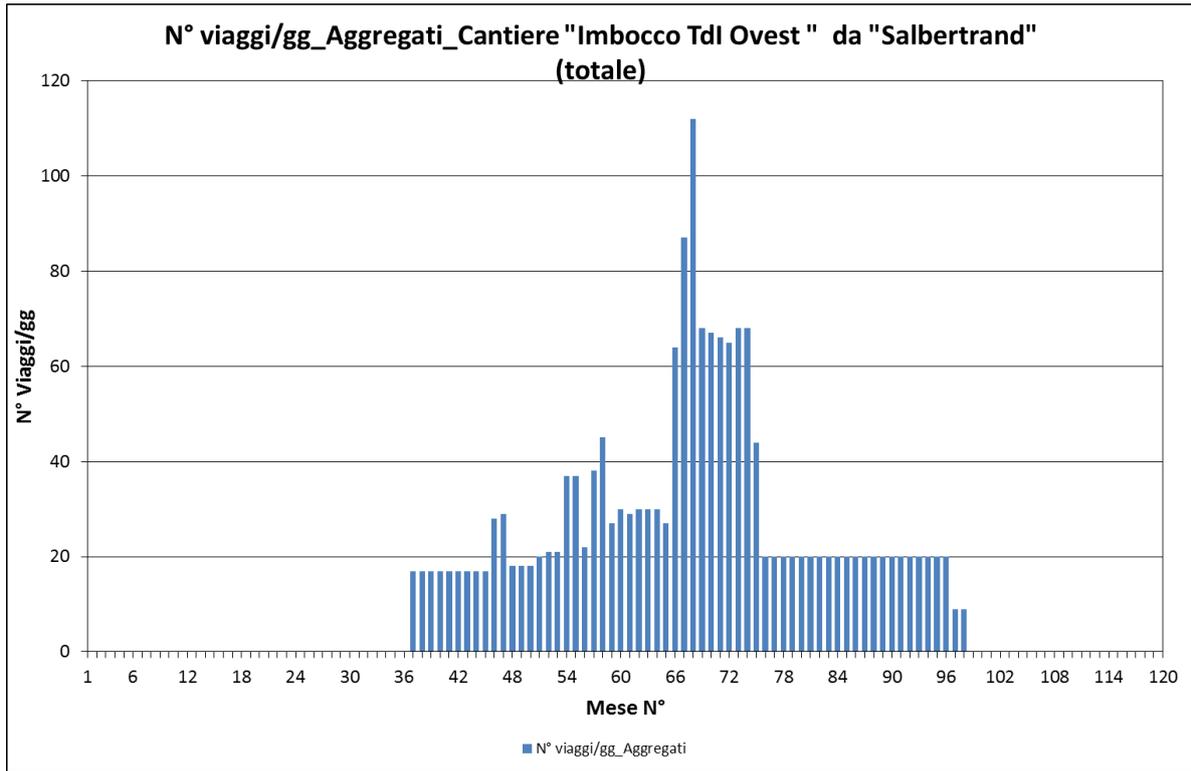


Figura 16 - Cantiere "Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione" – N° viaggi al giorno per il trasporto degli aggregati dall'area industriale "Salbertrand" necessari alle attività in sotterraneo e cielo aperto

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

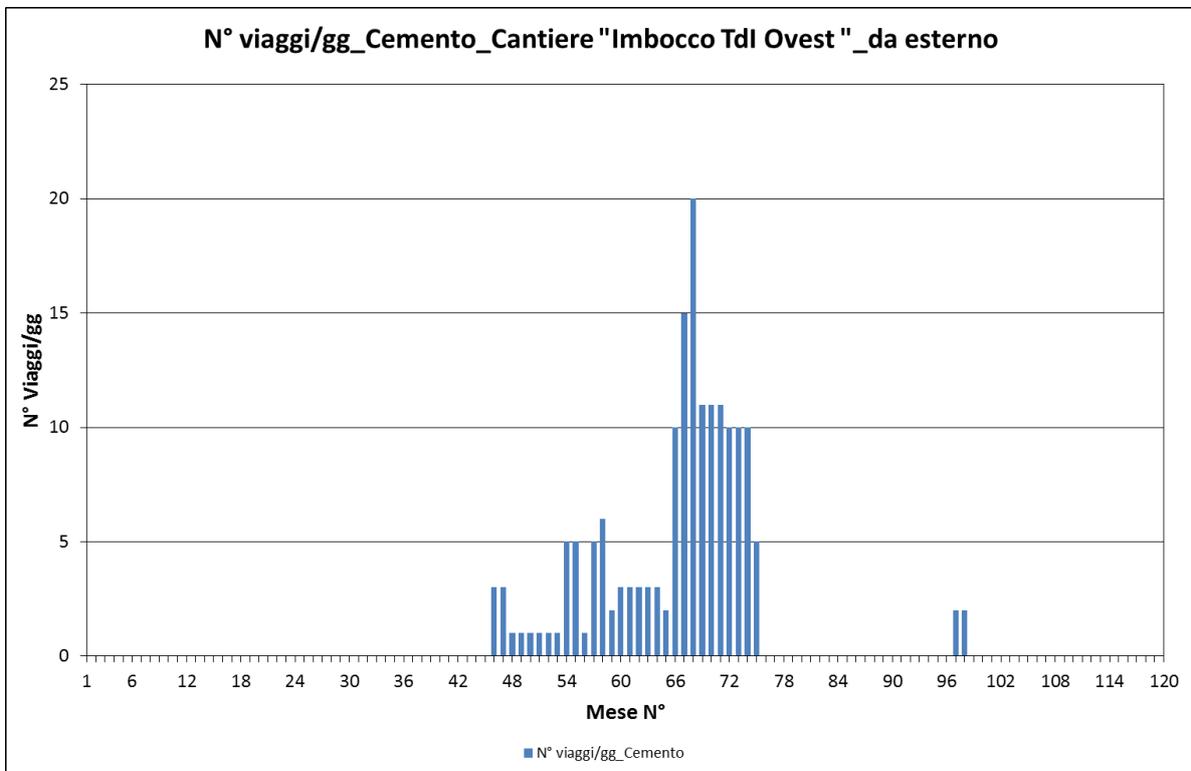


Figura 17 - Cantiere "Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione" – N° viaggi al giorno per il trasporto di cemento per la produzione di conglomerati cementizi

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

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

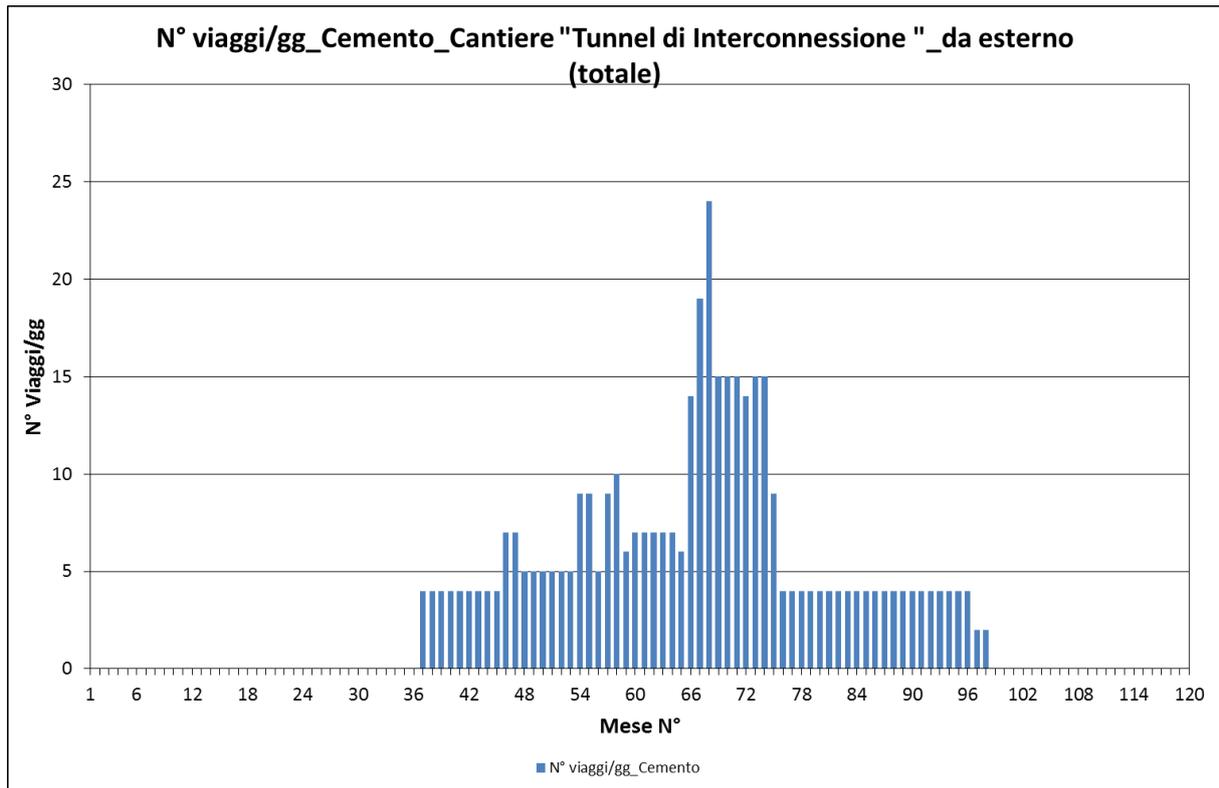


Figura 18 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto di cemento per la produzione di conglomerati cementizi - necessari alle attività in sotterraneo e cielo aperto

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

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

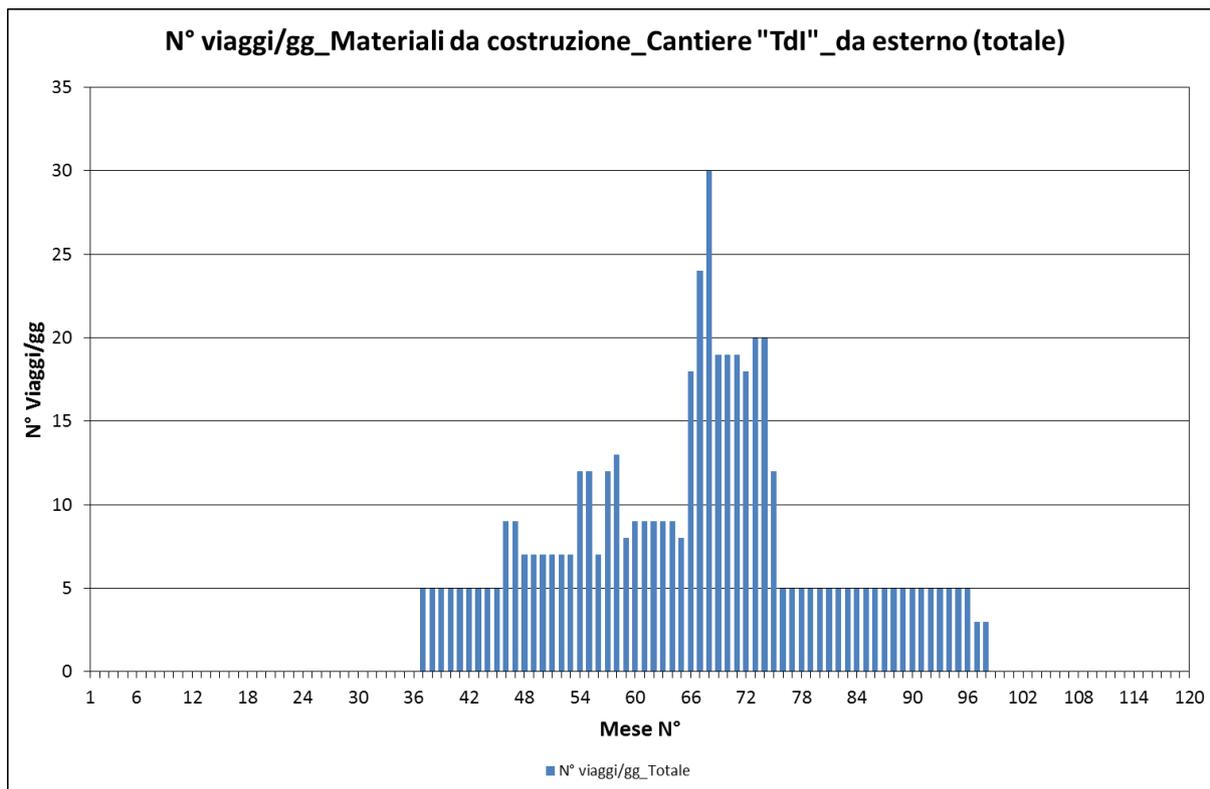


Figura 19 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali da costruzione

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. Non vengono conteggiati come viaggi i camion che trasportano il materiale per rilevato proveniente dallo scavo dell’interconnessione in quanto la viabilità risulta interna all’area di cantiere.

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

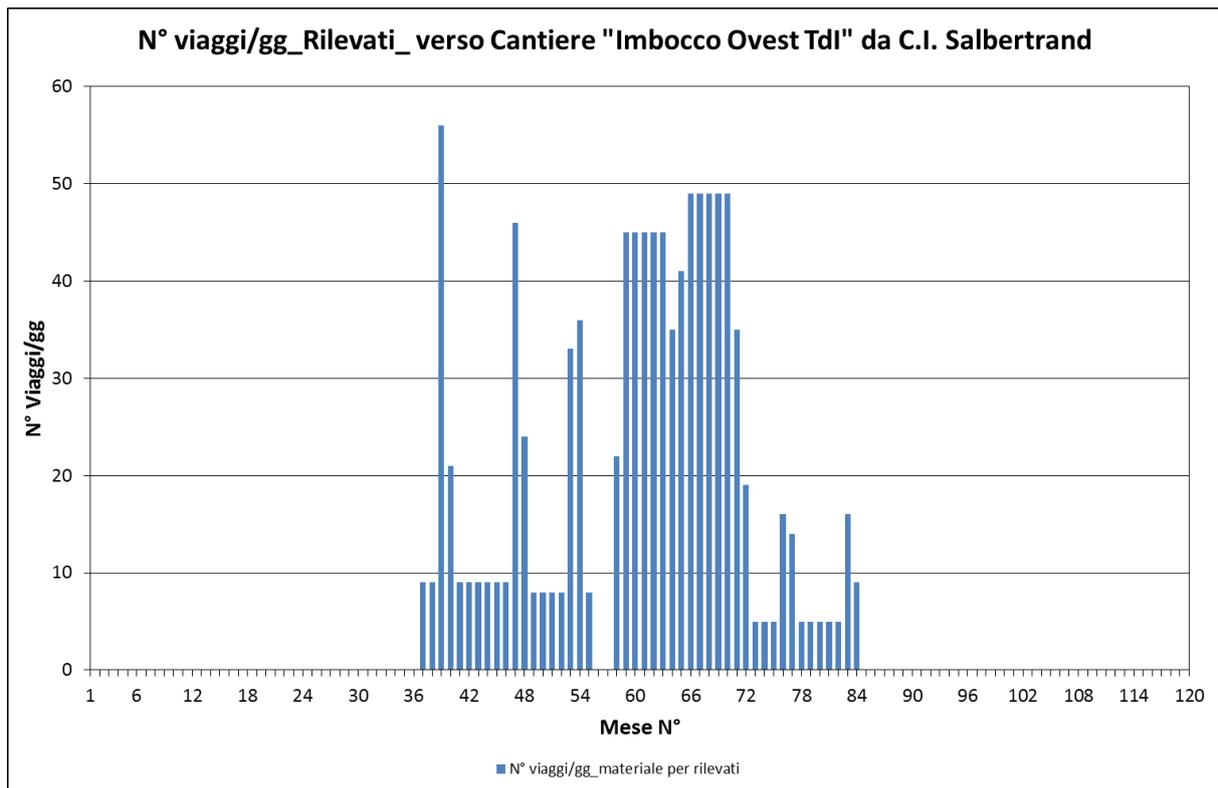


Figura 20 - Cantiere “Imbocco Ovest tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali per rilevati da Area Industriale di Salbertrand

**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.

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

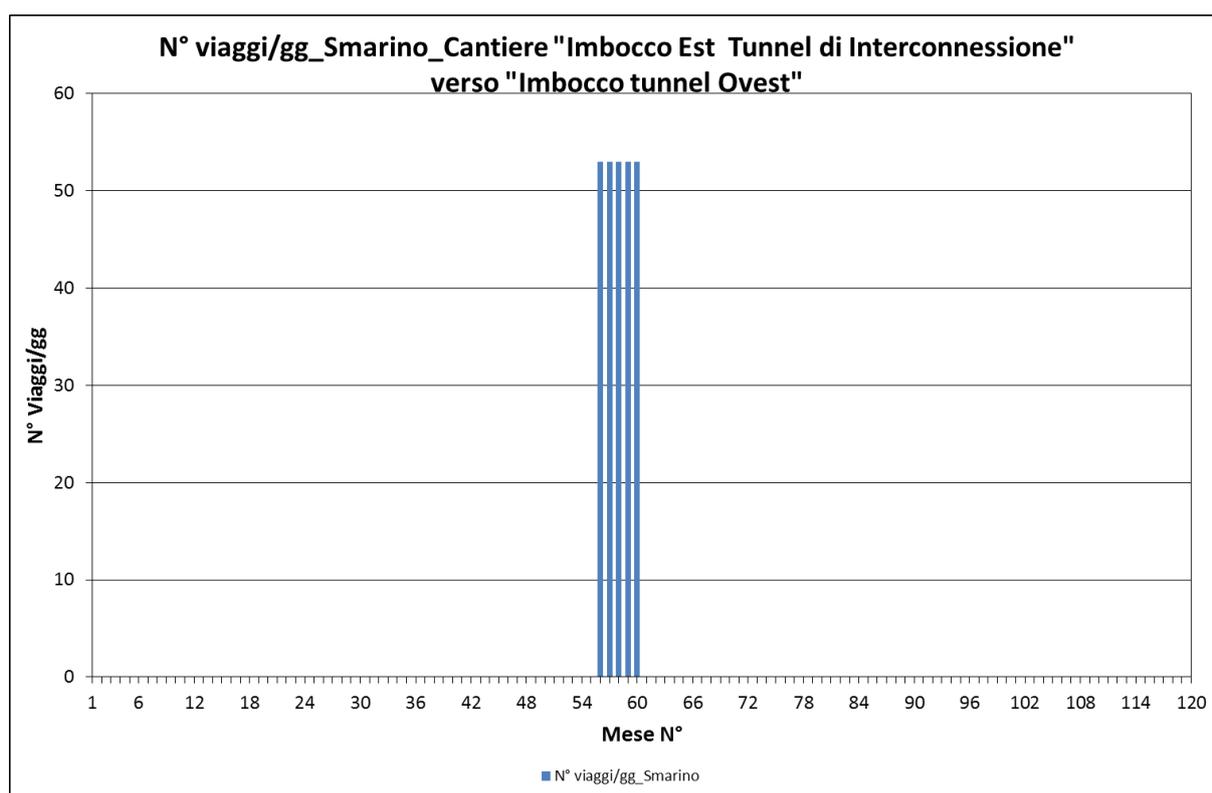


Figura 21 - Cantiere “Imbocco Est tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto dei materiali di scavo al Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione”

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.

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

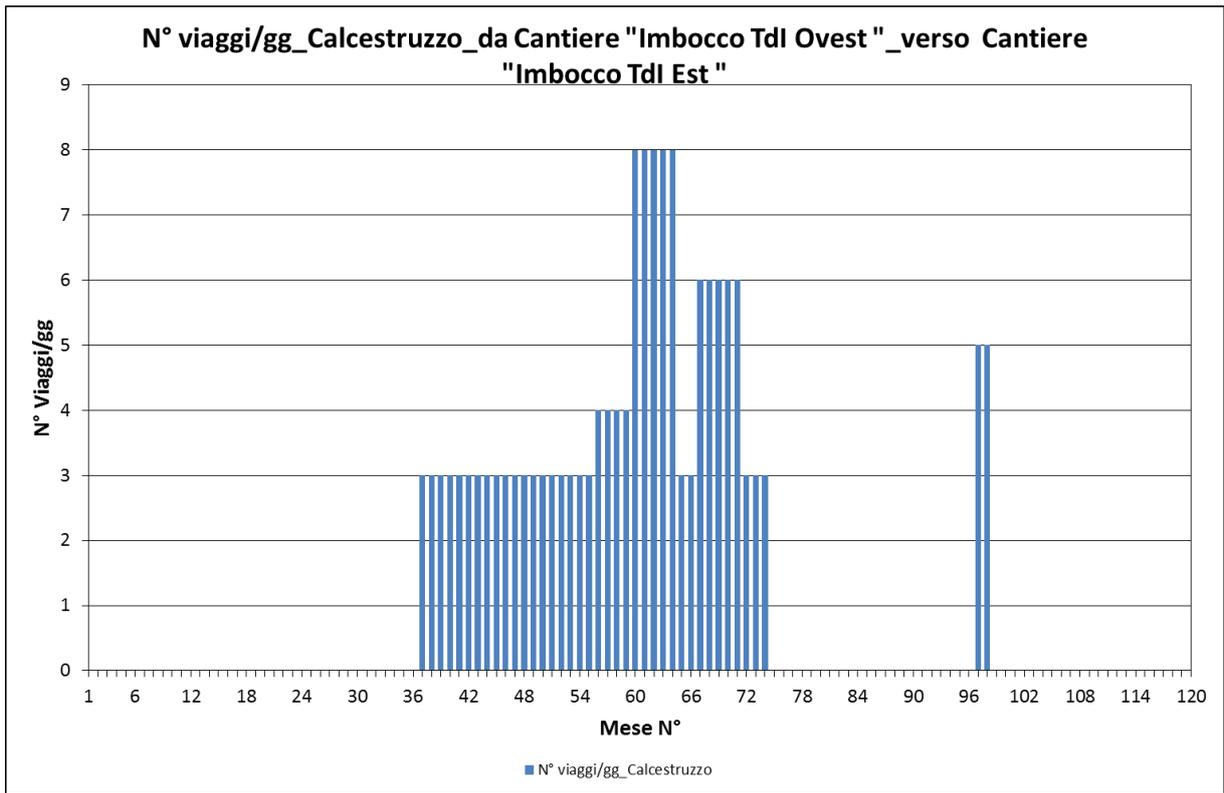


Figura 22 - Cantiere “Imbocco Est tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto del calcestruzzo dal Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione”

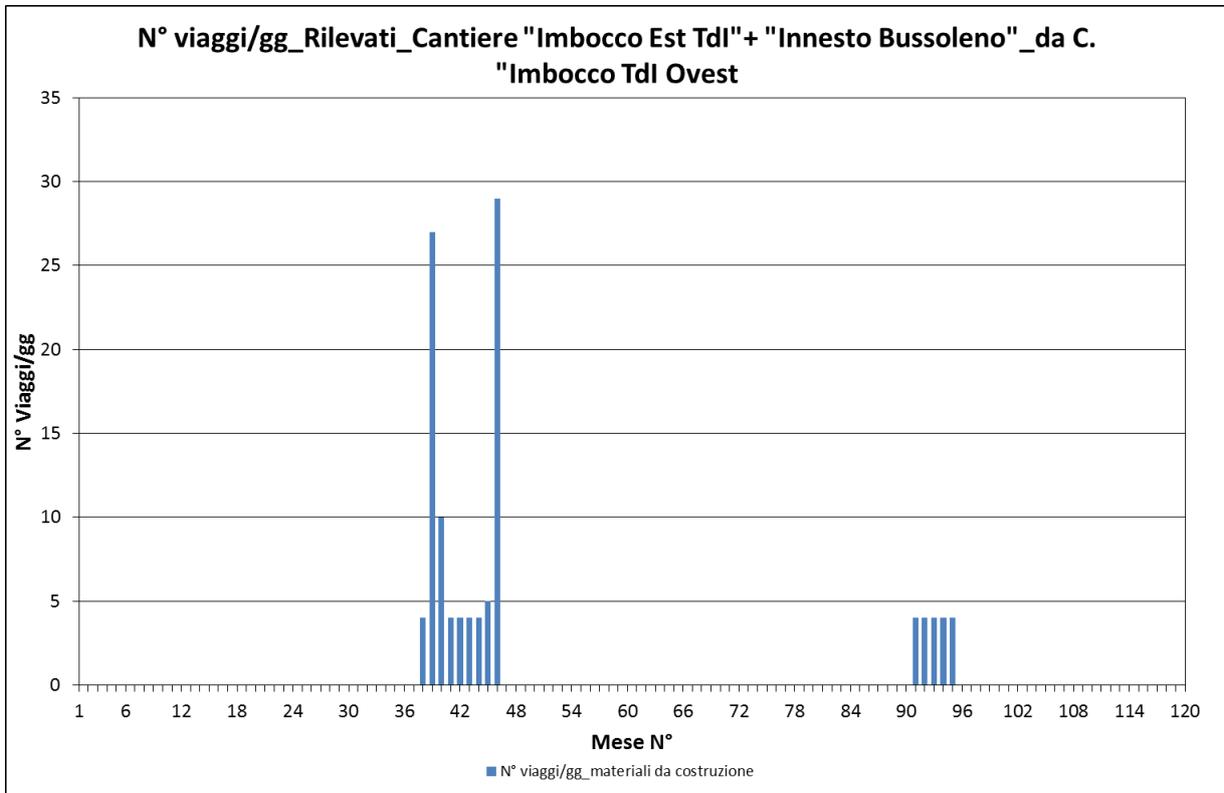


Figura 23 - Cantiere “Imbocco Est tunnel di Interconnessione” – N° viaggi al giorno per il trasporto di materiale per rilevati dal Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione”

### 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.

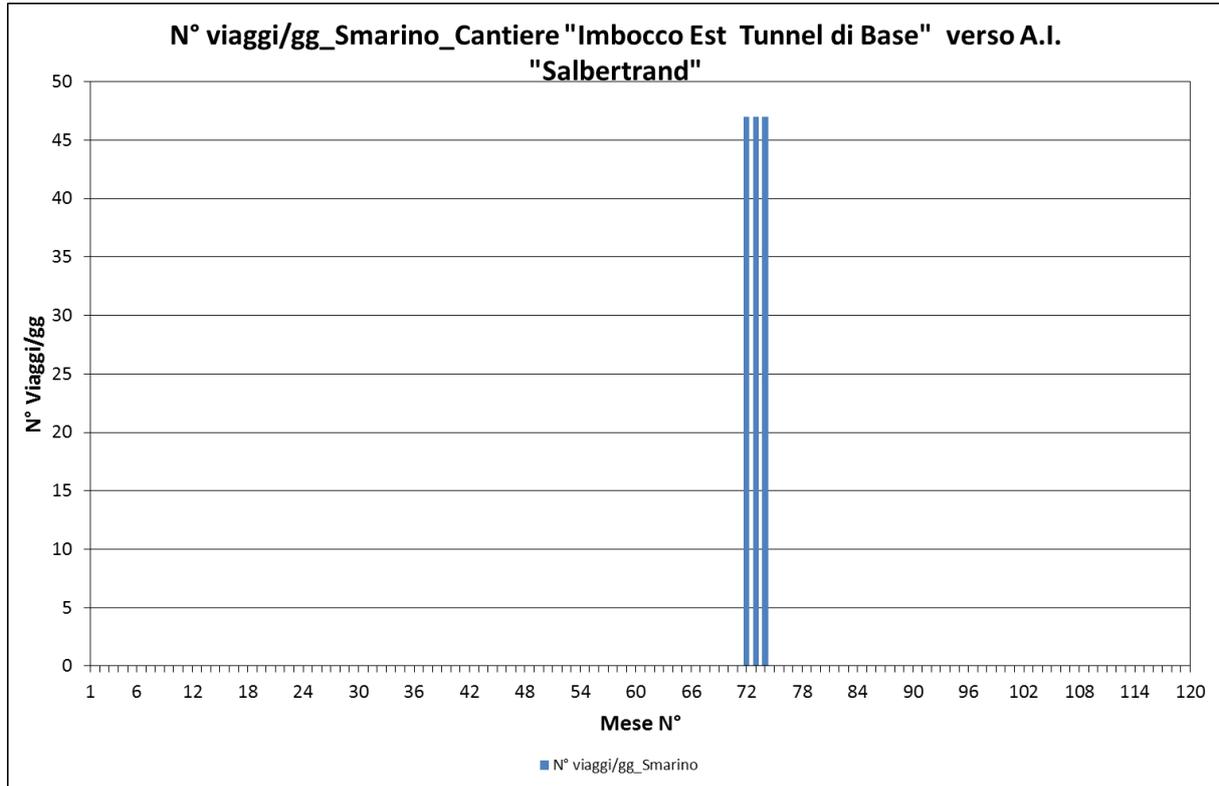


Figura 24 - Cantiere "Imbocco Est Tunnel di Base" – N° viaggi al giorno per il trasporto dello smarino all'area industriale "Salbertrand"

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

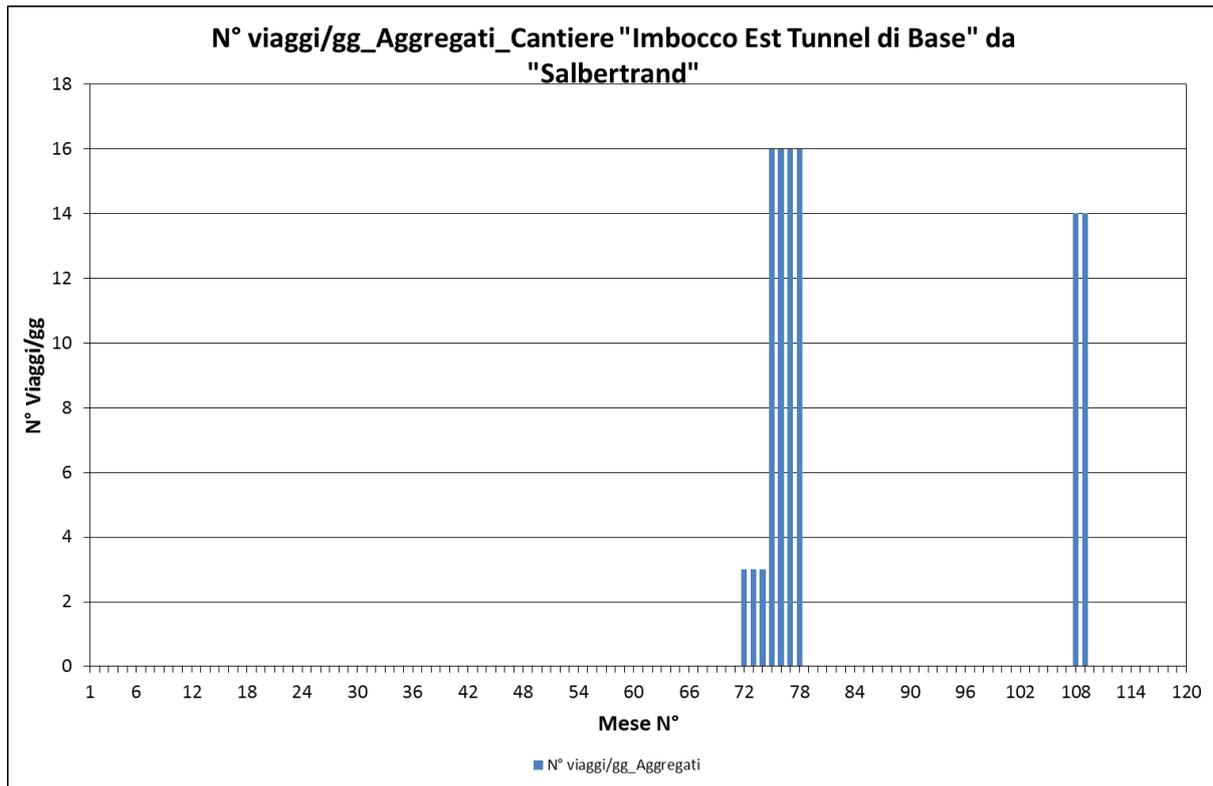


Figura 25 - Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Base” – N° viaggi al giorno per il trasporto degli inerti dall’area industriale “Salbertrand”

#### 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”.

La **Tabella 33** 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 (Cl3) dal cantiere di Interconnessione Approvvigionamento acciaio per conci a "Salbertrand" da esterno; Approvvigionamento cemento per conci a "Salbertrand" da esterno Approvvigionamento aggregati per C. "Tdl"
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 (Cl3) dal cantiere di Interconnessione Approvvigionamento conci per C. "Maddalena" Approvvigionamento aggregati per C. "Maddalena" Approvvigionamento aggregati per C. "Tdl" Approvvigionamento materiali per rilevati a Susa
Strada Statale SS24	Tra sistema di svincoli di "Susa Est" e C. "Imbocco Ovest Tdl"	Approvvigionamento cemento per C. "Imbocco Ovest Tdl" Approvvigionamento aggregati per C. "Imbocco Ovest Tdl" Approvvigionamento acciaio per C. "Imbocco Ovest Tdl"
Strada Statale SS24	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"
Via Montello (Comune di Susa)	Tra sistema di svincoli di "Susa Est" e C. "Imbocco Est TdB"	Approvvigionamento cemento per 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.

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

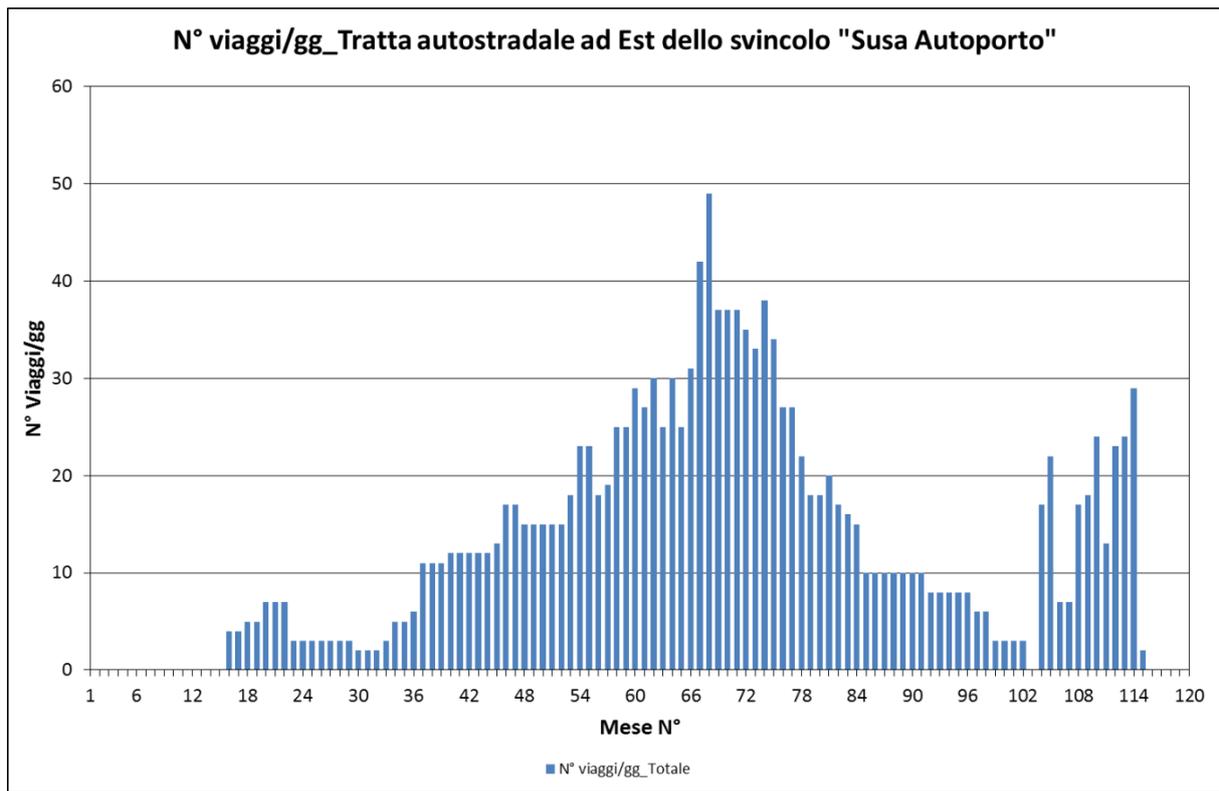


Figura 26 - Viabilità Autostradale – Tratto di A32 ad Est (direzione Torino) dello svincolo autostradale di "Susa"

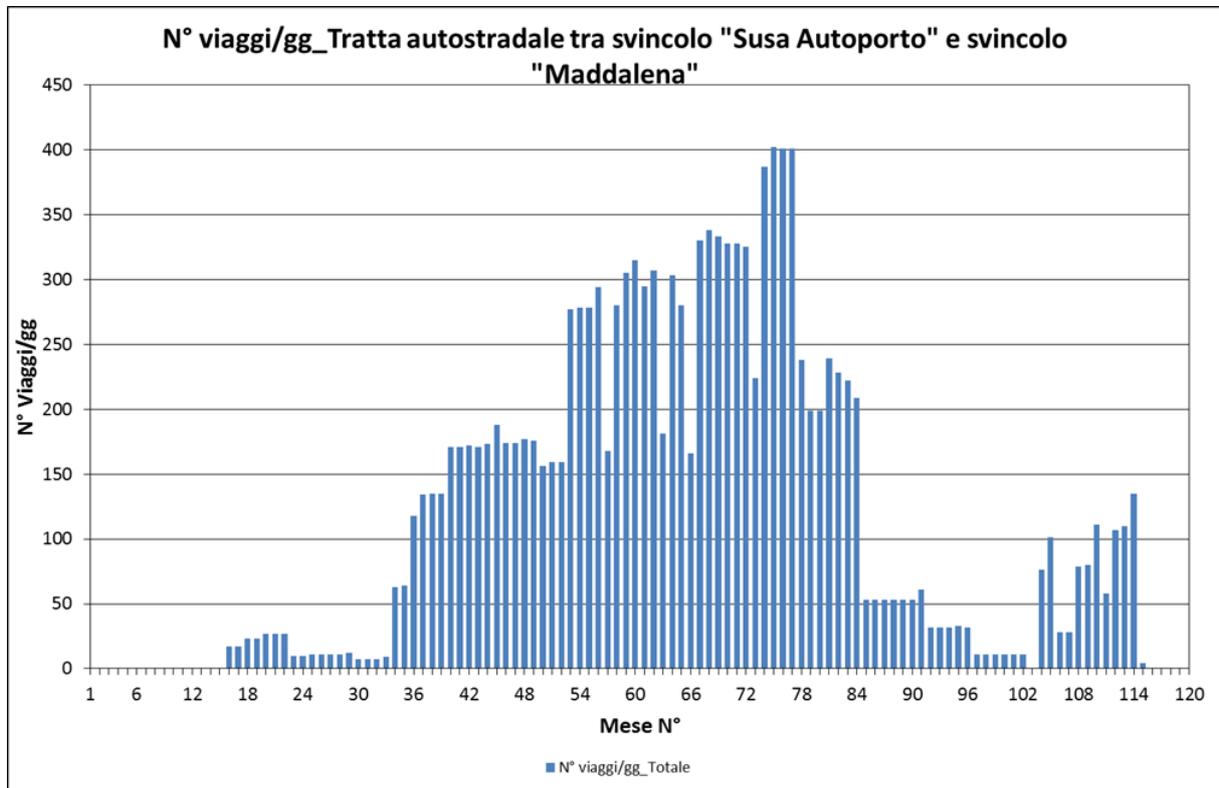


Figura 27 - Viabilità Autostradale – Tratto di A32 tra svincolo autostradale di "Susa" e svincolo di "Maddalena"

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

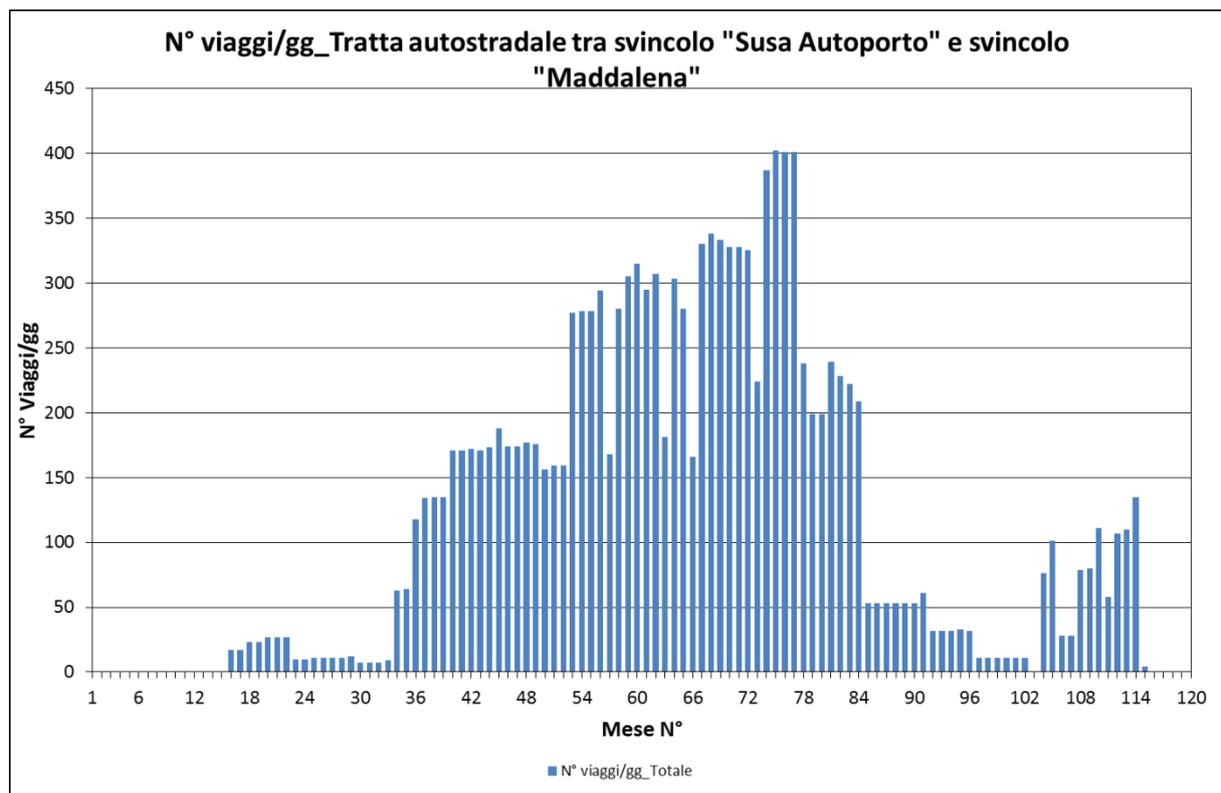


Figura 28 - Viabilità Autostradale – Tratto di A32 tra svincolo autostradale di “Maddalena” e svincolo di “Salbertrand”

## 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 m<sup>3</sup> del materiale messo a deposito (in mucchio) pari a 1,6 t/m<sup>3</sup>;
- peso a m<sup>3</sup> degli aggregati per calcestruzzi (in mucchio) pari a 1,6 t/m<sup>3</sup>;
- 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.

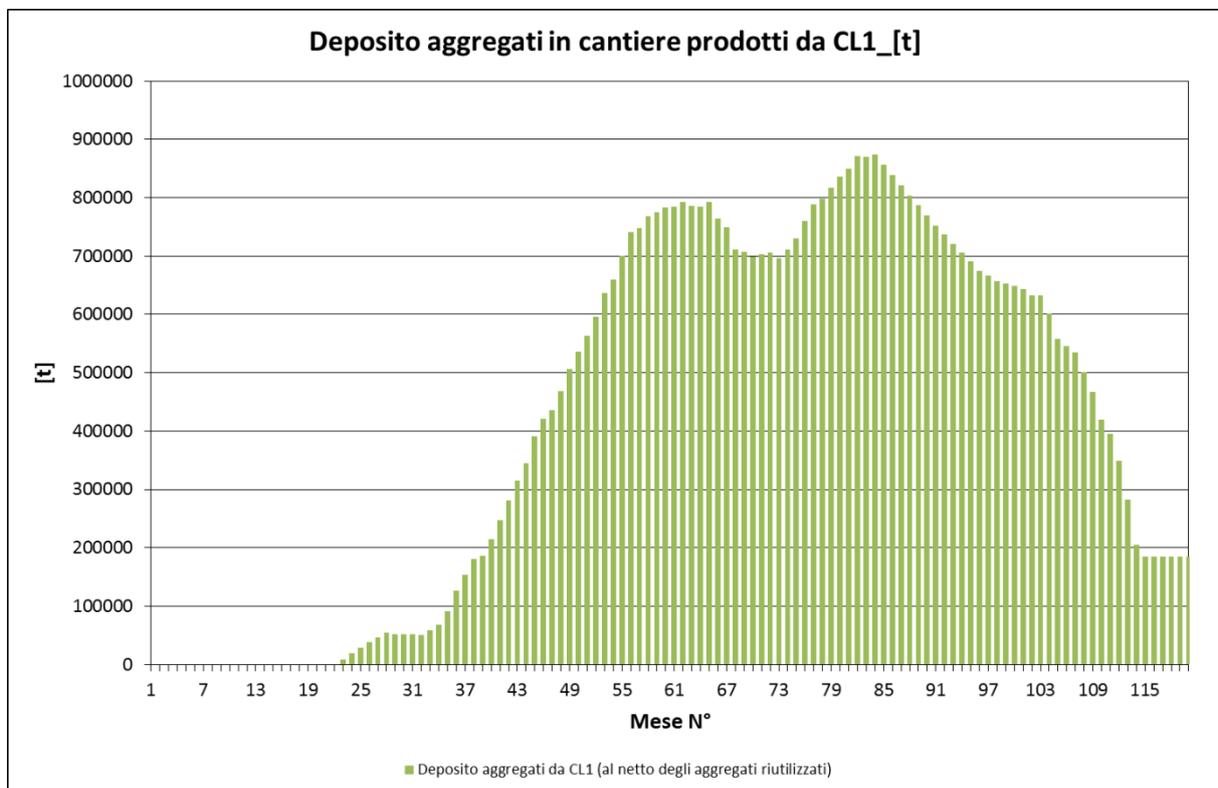


Figura 29 – Deposito di aggregati (espresso in [t])

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.

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

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 circa 180.000 t; potrà pertanto essere valutata la possibilità di un suo riutilizzo 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.

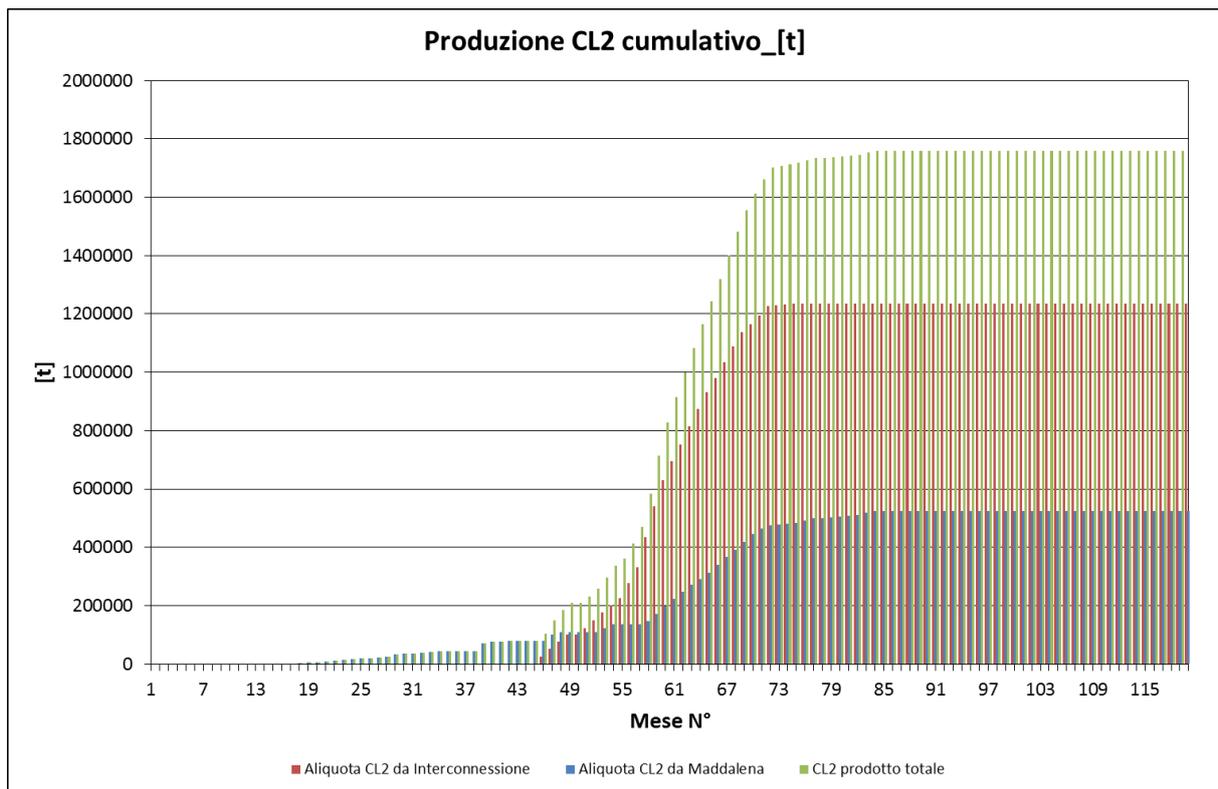


Figura 30 – Produzione cumulata di CL2 per rilevati

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 1.300.000 t.

A partire dal sito di Salbertrand non si avrà pertanto alcuna evacuazione via treno a discarica di CL2; si valuterà la possibilità di riutilizzare anche una quota parte di CL3, opportunamente trattato, per poter realizzare i rilevati.

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

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

Il trasporto a deposito definitivo via treno sarà necessario unicamente per il materiale di tipologia CL3 proveniente dallo scavo dell'interconnessione e dai tunnel principali scavati da Maddalena.

I quantitativi di CL3 da evacuare sono riportati nel grafico riportato in Figura 31.

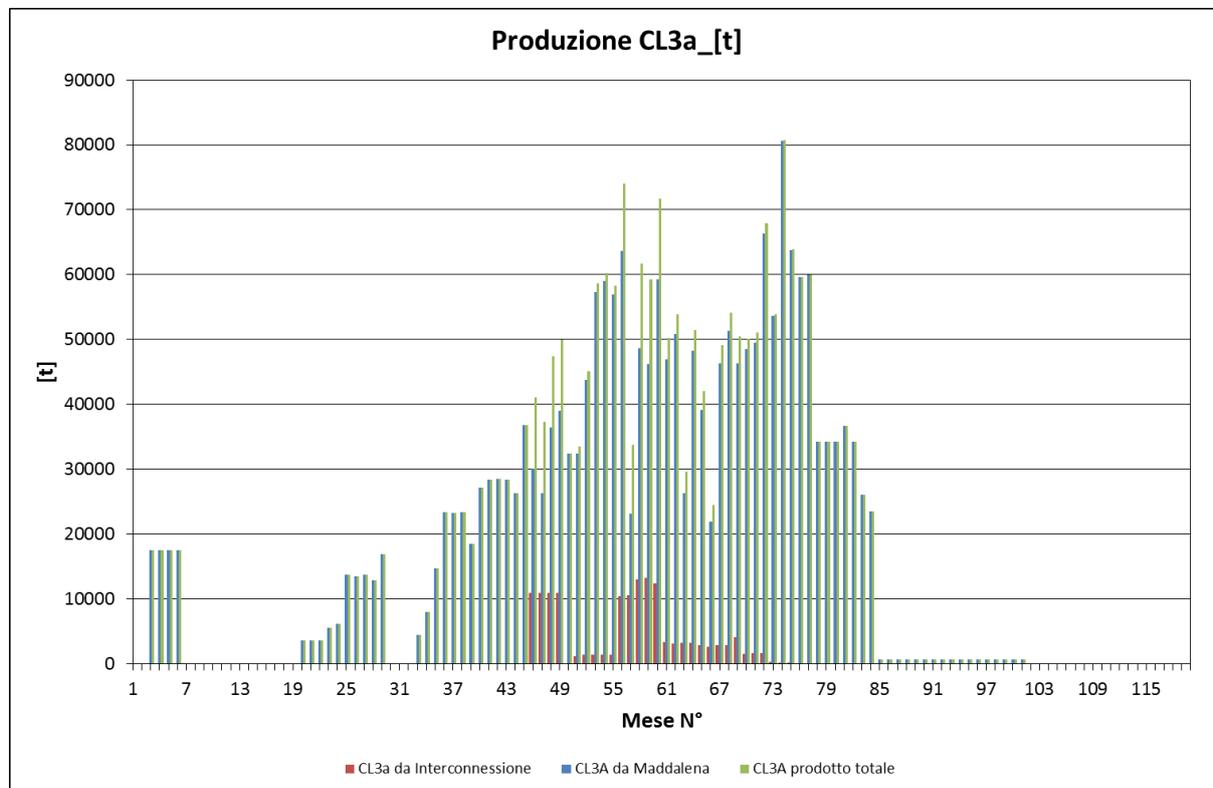


Figura 31 - Produzione di CL3a da evacuare via treno

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

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

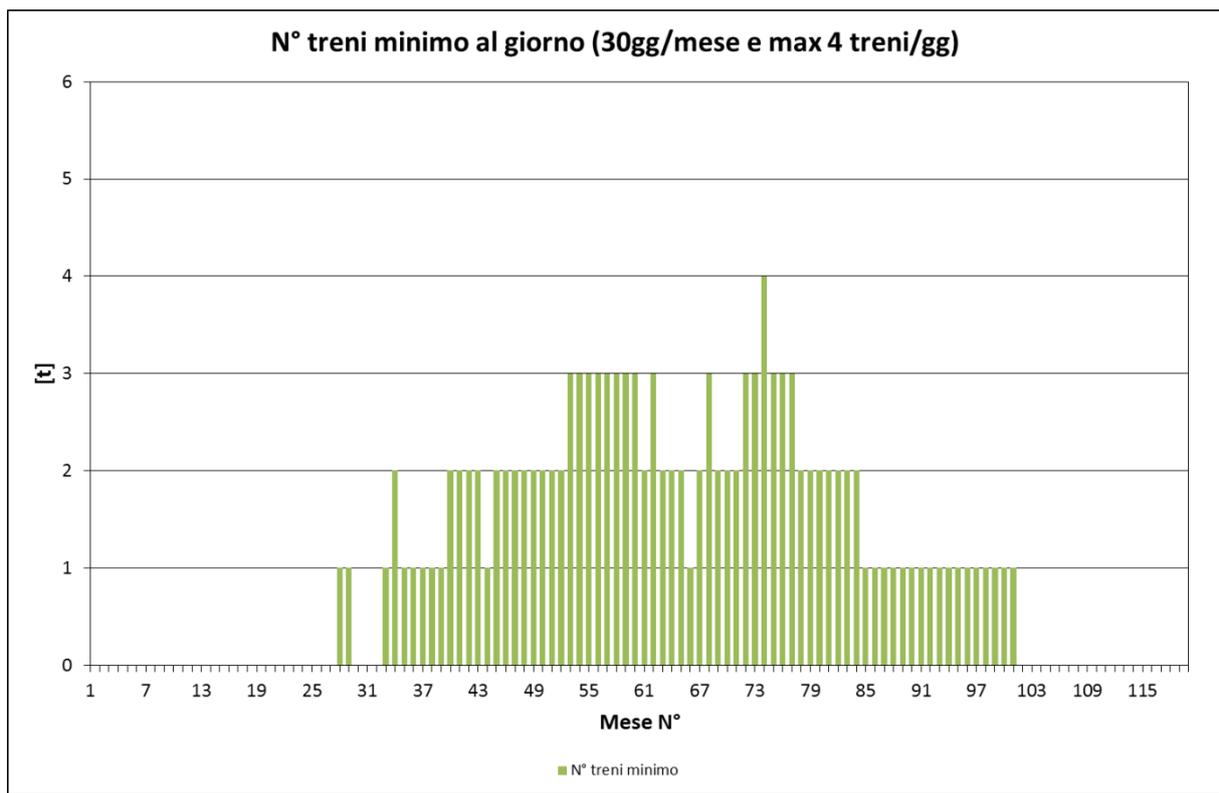


Figura 32 - Treni necessari per l'evacuazione del materiale destinato al deposito definitivo

### 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 un'altezza dell'accumulo di 1,5 m sulla quale verrà ulteriormente posata ad un'altezza dall'accumulo di 1,5 m sulla quale verrà riportato il materiale proveniente dallo scotico fino ad un'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, si precisa che si è considerato un coefficiente di rigonfiamento del 25%.

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

Cantiere	Volumetria "Terra Vegetale" [m <sup>3</sup> ]
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 <sup>3</sup> ]		93.356	
Fabbisogni complessivi per ripristini finali [m <sup>3</sup> ] (ripristini vari, agriparco, siti di deposito, etc.)		295.619	
Depositi in cantiere	Dune [m <sup>3</sup> ]	49.691	88.228
	Deposito generico [m <sup>3</sup> ]	38.537	
Surplus/Deficit [m <sup>3</sup> ]		- 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.

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

---

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

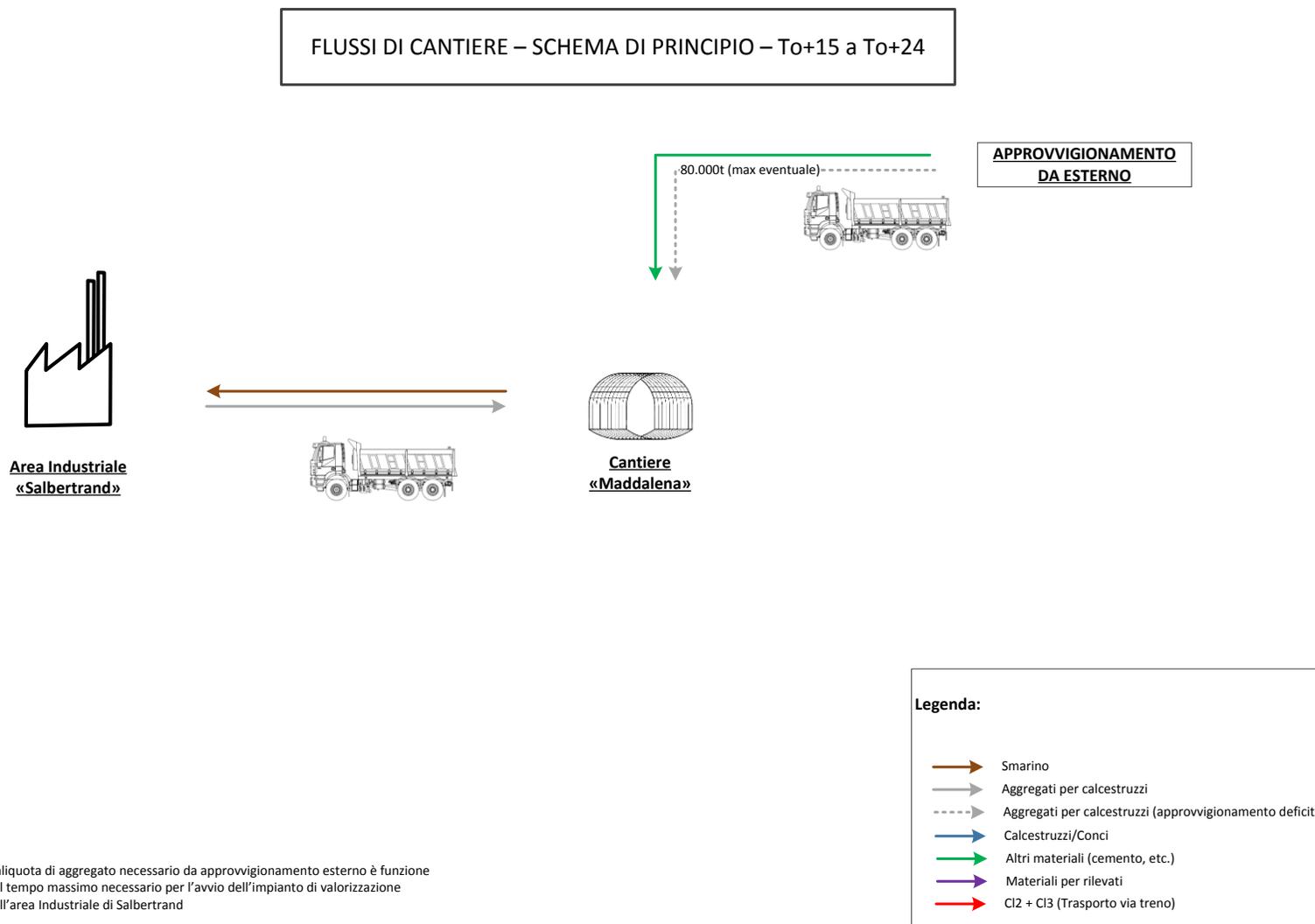


Figura 33 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+15 a To+24

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

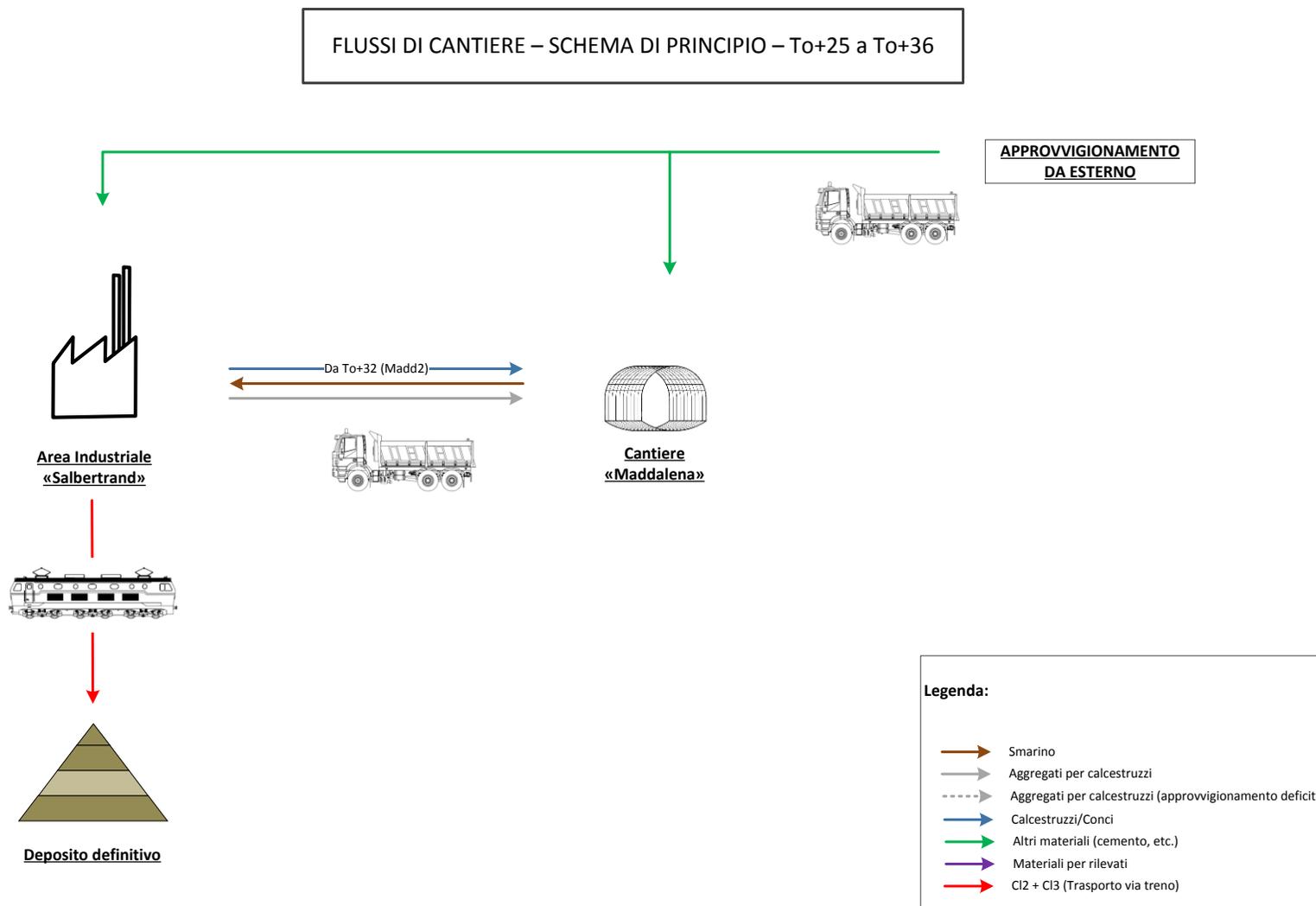


Figura 34 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+25 a To+36

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

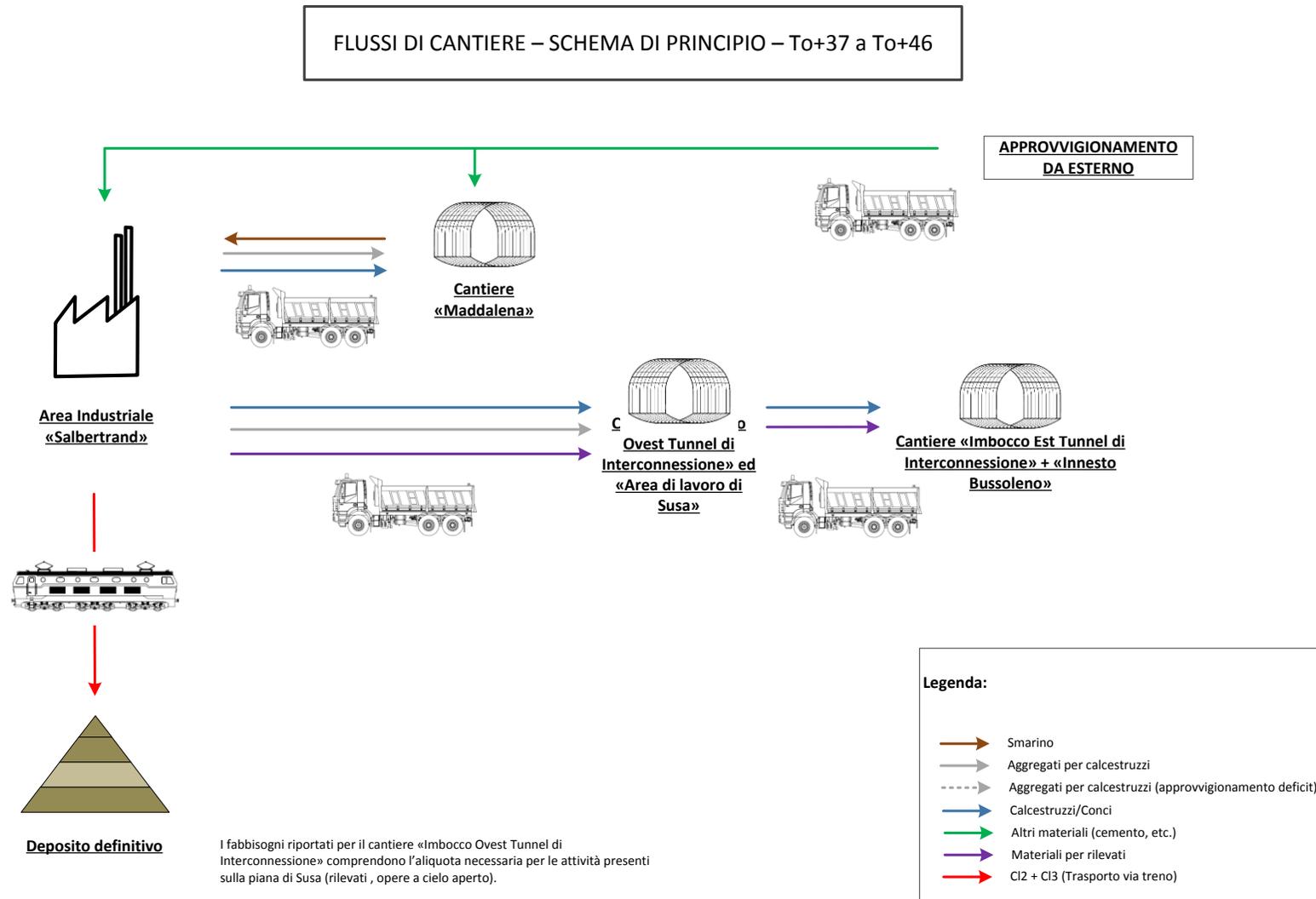


Figura 35 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+37 a To+46

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

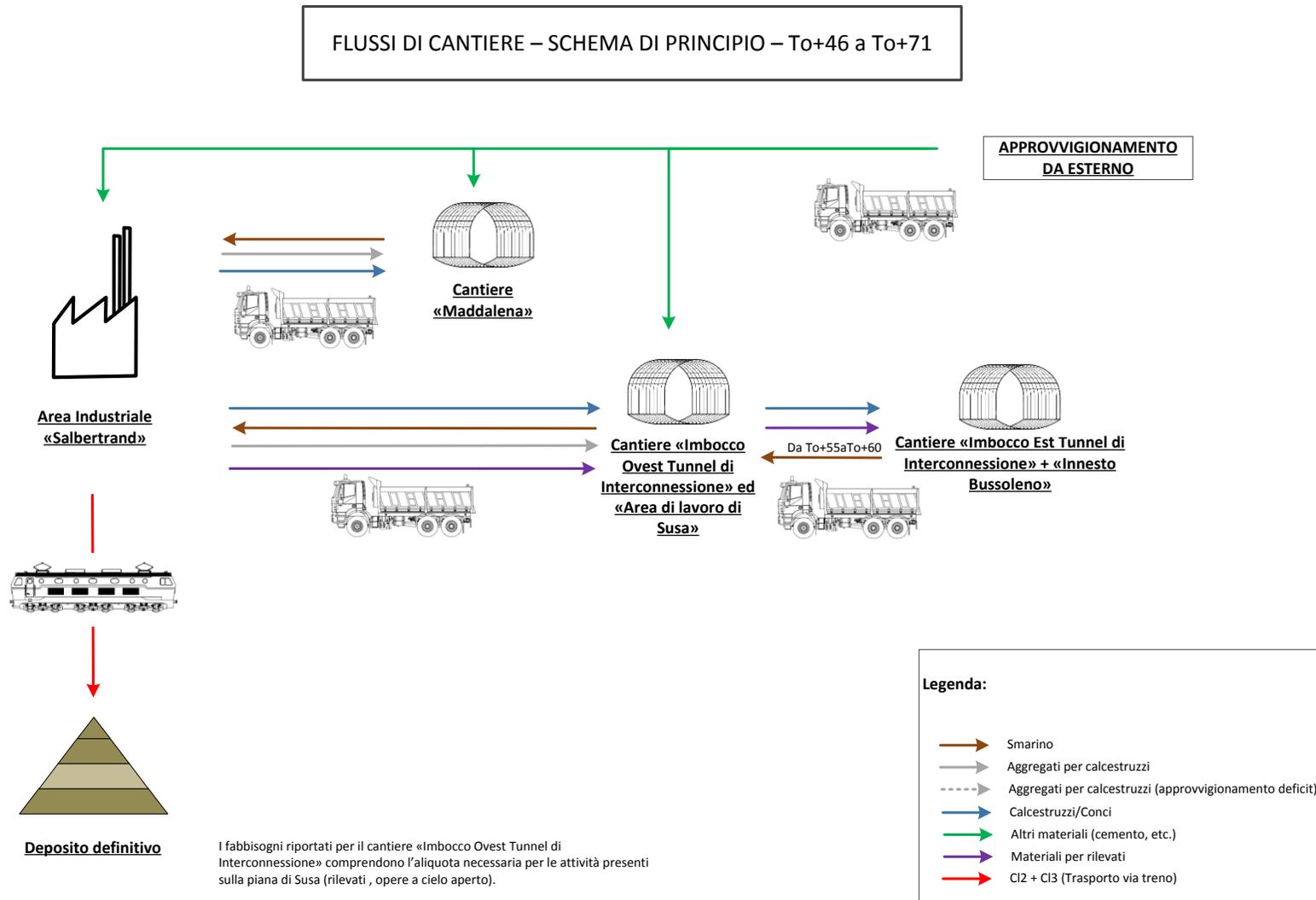


Figura 36 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+46 a To+71

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

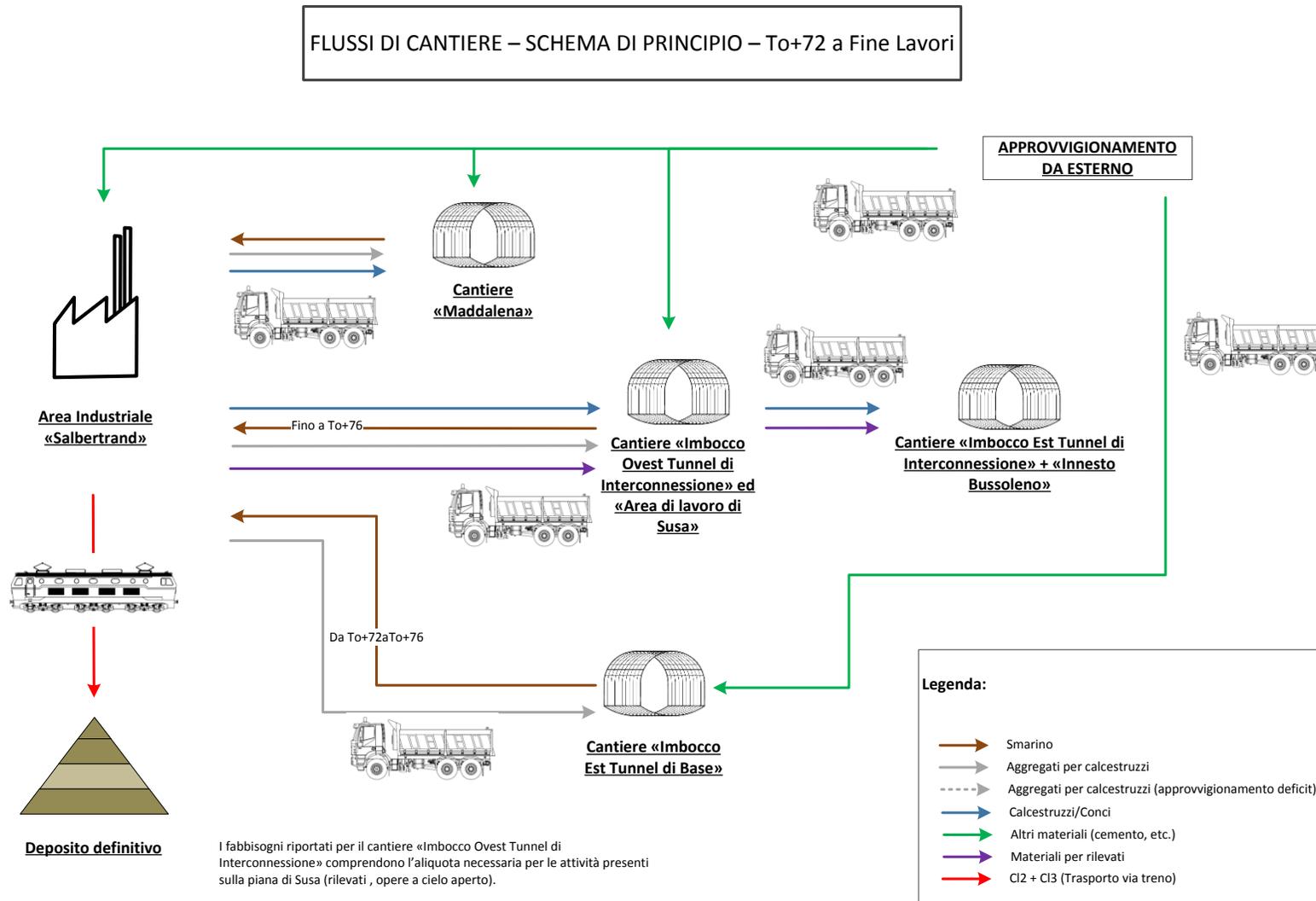


Figura 37 - Schema di principio dei flussi di cantiere – To+72 a Fine Lavori