

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1473/1945** Data emissione: **21/03/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: \ Codice provino: **gca246**
 Campione: \ Ricevuto il: **21/12/15**
 Profondità (m): **pk 4+100** Aperto il: **21/12/15**
 Litotipo: **quarzo-micascisto ad albite e clorite**
 Data esecuzione prova: **11/01/16**

Microscopio ottico Nikon Optiphot

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

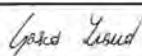
Minerale	Vol %	ϕ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Mica bianca	40	0.05 - 0.8	lamellare	in livelli
Quarzo	30	0.05 - 0.6	granoblastica	in livelli/lenti
Albite	10	0.1 - 0.3	peciloblastica	omogenea
Clorite	10	0.1 - 0.3	lamellare	omogenea
Glaucofane	10	0.05 - 0.2	prismatica/xenoblastica	in livelli
Calcite	< 1	< 0.5	idioblastica/xenoblastica	disomogenea
Opachi	< 1	< 0.5	idioblastica	disomogenea

Caratteri microstrutturali:

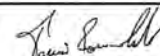
Struttura: scistosa
 Pori: assenti
 Microfratture: assenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)




Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):



ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.:	R1473/1945	Data emissione:	21/03/16	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca246	Microscopio ottico Nikon Optiphot 	
Campione:	\	Ricevuto il:	21/12/15		
Profondità (m):	pk 4+100	Aperto il:	21/12/15		
Litotipo:	quarzo-micascisto ad albite e clorite				
Data esecuzione prova:	11/01/16				

Riferimenti normativi:	ISRM 1978
------------------------	------------------

Descrizione petrografica:

Roccia a grana fine con una scistosità definita dalla orientazione preferenziale di mica bianca + cloritoide e da alternanze di livelli millimetrici ricchi in mica bianca e livelli quarzosi talora lentiformi. La scistosità è deformata da blande pieghe aperte lungo il cui piano assiale ricristallizza mica bianca. Nella matrice è presente abbondante glaucofane relitto e pseudomorfo di dimensioni fino a millimetriche costituite da mica bianca + clorite ± cloritoide (ex granato o glaucofane o staurolite). Sono presenti delle zone di taglio a basso angolo rispetto alla scistosità definite da mica bianca + clorite a grana più fine. E' infine presente una vena a quarzo + calcite + clorite che deforma localmente la scistosità. Sono presenti rutilo e opachi in quantità accessorie.

Mica bianca: definisce la foliazione principale della roccia. E' presente una seconda generazione a grana molto fine cresciuta parallelamente al piano assiale di piehe aperte e una generazione priva di orientazione o in aggregati monomineralici a spese di probabile granato.

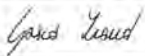
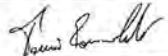
Quarzo: in granoblasti generalmente ricristallizzati in subgrani.

Albite: in peciloblasti xenomorfi concresciuti con sericite + calcite + clorite.

Clorite: in individui con pleocroismo da giallo a verde, cresce in aggregati priva di orientazione.

Glaucofane: in individui prismatici con pleocroismo da incolore a viola parzialmente riequilibrati da un bordo di clorite

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
---	--


ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R1473/1945	Data emissione:	21/03/16	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio:	\	Codice provino:	gca246
Campione:	\	Ricevuto il:	21/12/15
Profondità (m):	pk 4+100	Aperto il:	21/12/15
Litotipo:	quarzo-micascisto ad albite e clorite		
Data esecuzione prova:	11/01/16		

Microscopio ottico Nikon Optiphot 

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:

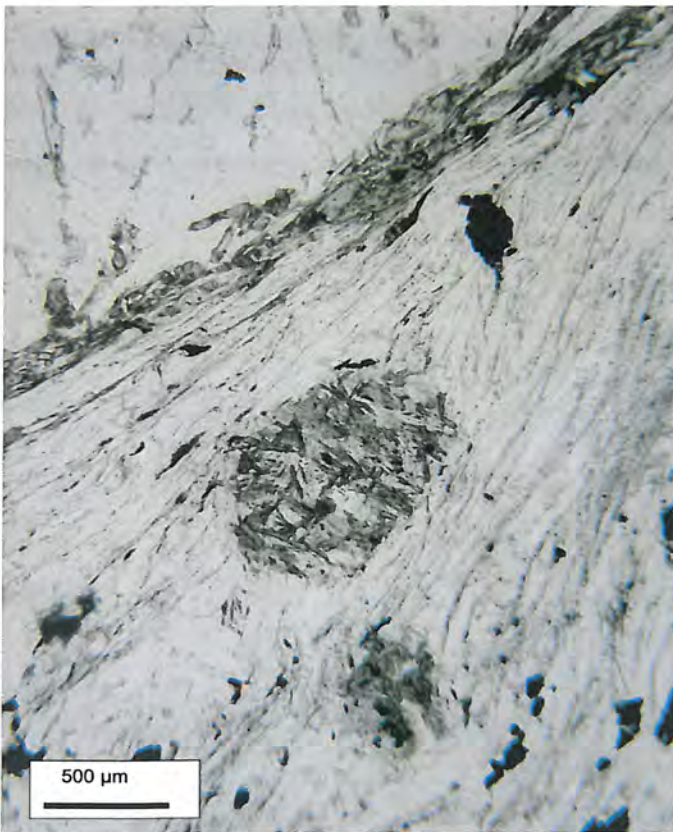


FOTO CON NICOLS PARALLELI



FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) *Ivano Gasco*

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): *Romualdo Tomai*

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R1470/1945	Data emissione:	18/03/16	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				
IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata		
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca231	Microscopio ottico Nikon Optiphot 	
Campione:	\	Ricevuto il:	21/12/15		
Profondità (m):	pk 3+960	Aperto il:	21/12/15		
Litotipo:	quarzo-micascisto ad albite e clorite				
Data esecuzione prova:	11/01/16				

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

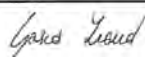
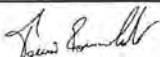
Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol %	ϕ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Mica bianca	35	0.05 - 0.9	lamellare	in livelli
Quarzo	30	0.05 - 0.6	granoblastica	in livelli/lenti
Albite	25	0.1 - 0.4	peciloblastica	omogenea
Clorite	10	0.1 - 0.3	lamellare	omogenea
Glaucofane	< 5	0.05 - 0.2	prismatica/xenoblastica	in livelli
Calcite	< 1	< 0.5	idioblastica/xenoblastica	disomogenea
Opachi	< 1	< 0.5	idioblastica	disomogenea

Caratteri microstrutturali:


Struttura:	scistosa
Pori:	assenti
Microfratture:	presenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
---	--

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.:	R1470/1945	Data emissione:	18/03/16	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: \	Microscopio ottico Nikon Optiphot 
Campione: \	
Profondità (m): pk 3+960	
Litotipo: quarzo-micascisto ad albite e clorite	
Data esecuzione prova:	11/01/16

Riferimenti normativi:	ISRM 1978
------------------------	------------------

Descrizione petrografica:

Roccia a grana fine con una scistosità definita dalla orientazione preferenziale di mica bianca e da alternanze di livelli millimetrici ricchi in mica bianca e livelli quarzo-feldspatici. Sono presenti pieghe isoclinali relitte la cui foliazione è definita da mica bianca + glaucofane + quarzo. La roccia ha subito una diffusa ricristallizzazione statica testimoniata dall'abbondanza di albite + clorite che localmente obliterano la scistosità. Sono inoltre presenti relitti di granato (di dimensioni fino a 1 mm) diffusamente sostituiti da sericite. Queste pseudomorfosi sono avvolte dalla foliazione principale e pertanto il granato è un relitto in equilibrio con la paragenesi precedente allo sviluppo della foliazione (glaucofane + mica bianca + granato).

Mica bianca: definisce la foliazione principale della roccia e la scistosità relitta. E' presente una seconda generazione a grana molto fine cresciuta priva di orientazione o in aggregati monomineralici a spese di glaucofane e granato.

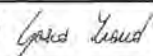
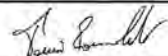
Albite: in peciloblasti xenomorfi concresciuti con sericite + calcite + clorite.

Quarzo: in granoblasti generalmente ricristallizzati in subgrani.

Clorite: in individui con pleocroismo da giallo a verde, cresce in aggregati priva di orientazione a spese della foliazione.

Granato: in individui relitti sostituiti da prevalente sericite e da calcite

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
---	--

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R1470/1945	Data emissione:	18/03/16	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: \	Codice provino: gca231
Campione: \	Ricevuto il: 21/12/15
Profondità (m): pk 3+960	Aperto il: 21/12/15
Litotipo: quarzo-micascisto ad albite e clorite	Microscopio ottico Nikon Optiphot <input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	11/01/16

Riferimenti normativi:	ISRM 1978
------------------------	------------------

Documentazione fotografica:

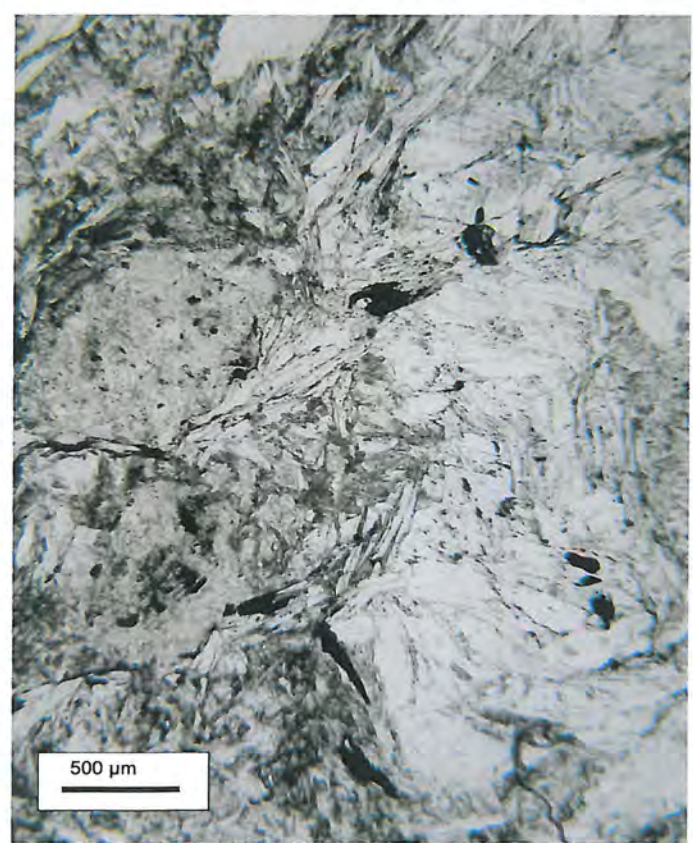


FOTO CON NICOLS PARALLELI

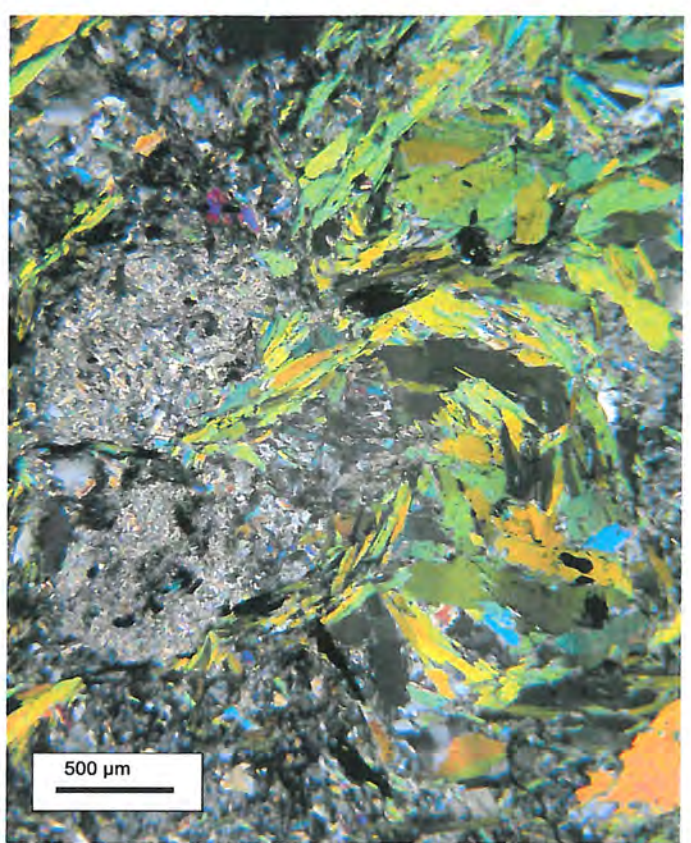


FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) <i>Ivano Gasco</i>	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): <i>Romualdo Tomai</i>
--	--

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1386/1945** Data emissione: **23/02/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: \ Codice provino: gca216	Microscopio ottico Nikon Optiphot <input type="checkbox"/>
Campione: \ Ricevuto il: 26/10/15	
Profondità (m): pk 3+700 Aperto il: 26/10/15	
Litotipo: quarzo-micascisto ad albite e clorite	
Data esecuzione prova: 27/11/15	

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

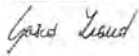
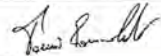
Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol %	φ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Mica bianca	35	0.05 - 1.0	lamellare	in livelli
Albite	25	0.05 - 0.7	peciloblastica	in livelli
Quarzo	20	0.1 - 0.7	granoblastica	in livelli
Clorite	10	0.1 - 0.3	lamellare	omogenea
Calcite	< 5	0.05 - 0.2	xenoblastica	omogenea
Opachi	< 1	< 0.1	idioblastica/xenoblastica	disomogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura:	scistosa
Pori:	assenti
Microfratture:	presenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
---	--

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1386/1945** Data emissione: **23/02/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca216
Campione:	\	Ricevuto il:	26/10/15
Profondità (m):	pk 3+700	Aperto il:	26/10/15
Litotipo:	quarzo-micascisto ad albite e clorite		
Data esecuzione prova:	27/11/15		
		Microscopio ottico Nikon Optiphot <input type="checkbox"/>	

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Descrizione petrografica:

Roccia a grana fine con una scistosità definita dalla orientazione preferenziale di mica bianca. Sono inoltre presenti alternanze di livelli millimetrici ricchi in mica bianca e livelli quarzo-feldspatici. La scistosità principale è deformata da pieghe aperte con locale ricristallizzazione della mica bianca. La roccia ha subito una diffusa ricristallizzazione statica testimoniata dall'abbondanza di albite + clorite che localmente obliterano la scistosità. Sono presenti vene centimetriche di quarzo. Nella stima delle percentuali di abbondanza dei minerali non sono state considerate le vene di quarzo

Mica bianca: definisce la foliazione principale della roccia e. E' presente una seconda generazione a grana molto fine cresciuta priva di orientazione o in aggregati monomineralici o parallela ai piani assiali delle pieghe aperte.

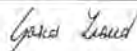
Albite: in peciloblasti xenomorfi concresciuti con sericite + calcite + clorite.

Quarzo: in granoblasti generalmente ricristallizzati in subgrani.

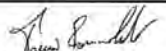
Clorite: in individui con pleocroismo da giallo a verde, cresce in aggregati priva di orientazione a spese della foliazione.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):



ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1386/1945** Data emissione: **23/02/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: \ Codice provino: **gca216**
 Campione: \ Ricevuto il: **26/10/15**
 Profondità (m): **pk 3+700** Aperto il: **26/10/15**
 Litotipo: **quarzo-micascisto ad albite e clorite**
 Data esecuzione prova: **27/11/15**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Microscopio ottico Nikon Optiphot ■

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:



FOTO CON NICOLS PARALLELI

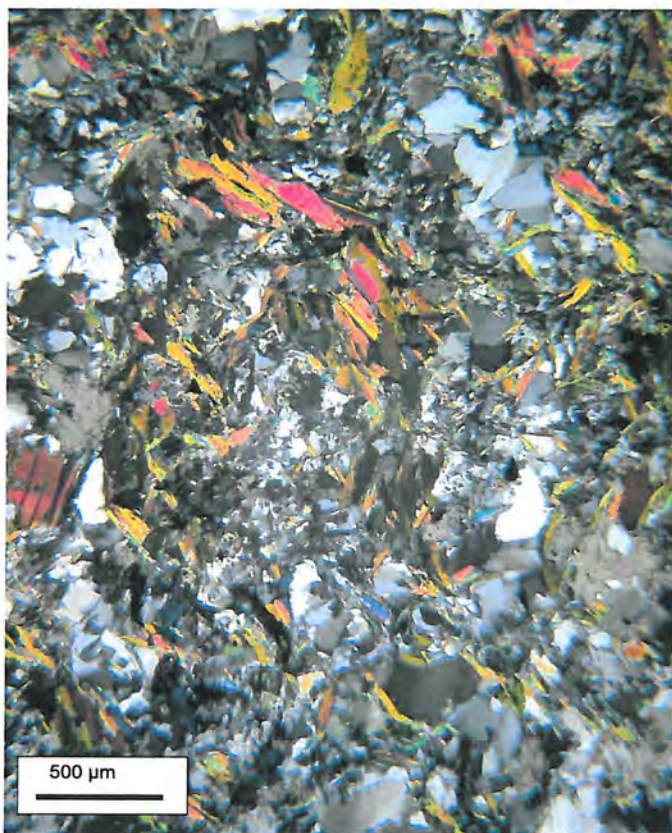
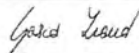


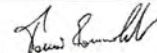
FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):



ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1383/1945** Data emissione: **23/02/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: \ Codice provino: **gca202**
 Campione: \ Ricevuto il: **26/10/15**
 Profondità (m): **pk 3+500** Aperto il: **26/10/15**
 Litotipo: **quarzo-micascisto ad albite e clorite**
 Data esecuzione prova: **27/11/15**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Microscopio ottico Nikon Optiphot

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

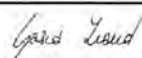
Minerale	Vol %	ϕ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Mica bianca	35	0.05 - 1.0	lamellare	in livelli
Albite	25	0.05 - 0.6	peciloblastica	in livelli
Quarzo	25	0.1 - 0.7	granoblastica	in livelli
Clorite	10	0.1 - 0.3	lamellare	omogenea
Calcite	5	0.05 - 0.2	xenoblastica	omogenea
Opachi	< 1	< 0.1	idioblastica/xenoblastica	disomogenea

Caratteri microstrutturali:

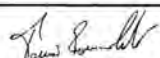
Struttura: **scistosa**
 Pori: **assenti**
 Microfratture: **presenti**

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):




PAGINA:

1/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R1383/1945	Data emissione:	23/02/16	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata		
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca202	Microscopio ottico Nikon Optiphot 	
Campione:	\	Ricevuto il:	26/10/15		
Profondità (m):	pk 3+500	Aperto il:	26/10/15		
Litotipo:	quarzo-micascisto ad albite e clorite				
Data esecuzione prova:	27/11/15				

Riferimenti normativi:	ISRM 1978
------------------------	-----------

Descrizione petrografica:

Roccia a grana fine con una scistosità definita dalla orientazione preferenziale di mica bianca e dall'alternanza di livelli millimetrici ricchi in mica bianca e livelli quarzo-feldspatici. Sono presenti cerniere isoclinali che definiscono una scistosità relitta definita dalla mica bianca. I domini quarzo-feldspatici sono costituiti da quarzo + albite + calcite + sericite privi di orientazione. Sono presenti numerose pseudomorfofi prismatiche o a losanga costituite da albite + clorite +/- sericite su anfibolo sodico.

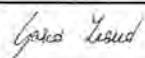
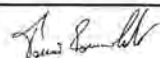
Mica bianca: definisce la foliazione principale della roccia e la foliazione relitta in cerniere isoclinali. E' presente una seconda generazione a grana molto fine cresciuta priva di orientazione e in aggregati con albite e/o clorite, o in aggregati monomineralici.

Albite: in peciloblasti xenomorfi concresciuti con sericite + calcite + clorite.

Quarzo: in granoblasti generalmente ricristallizzati in subgrani.

Clorite: in individui con pleocroismo da giallo a verde, cresce in aggregati associata ad albite o a spese della foliazione priva di orientazione.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
---	--


ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R1383/1945	Data emissione:	23/02/16	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio:	\	Codice provino:	gca202
Campione:	\	Ricevuto il:	26/10/15
Profondità (m):	pk 3+500	Aperto il:	26/10/15
Litotipo:	quarzo-micascisto ad albite e clorite		
Data esecuzione prova:	27/11/15		

Microscopio ottico Nikon Optiphot 

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:

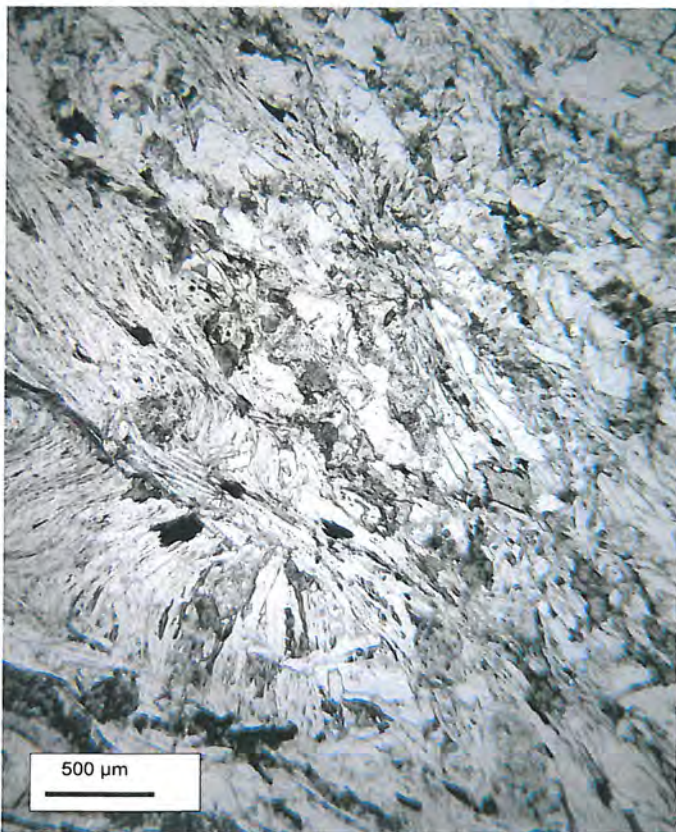


FOTO CON NICOLS PARALLELI

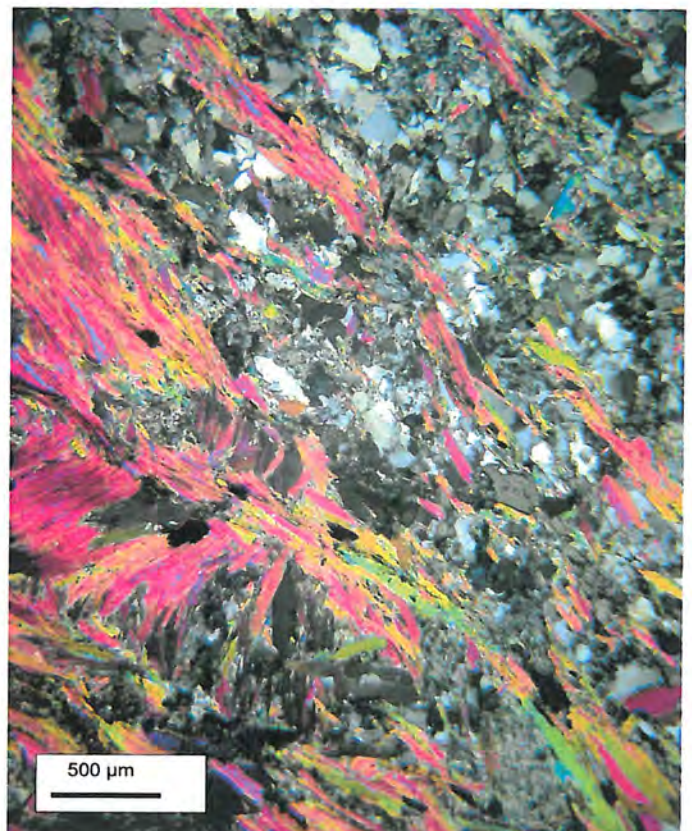
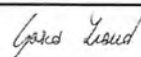


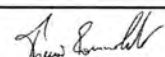
FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):



ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1340/1945** Data emissione: **04/12/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE Sondaggio: \ Codice provino: gca188 Campione: \ Ricevuto il: 06/10/15 Profondità (m): pk 3+300 Aperto il: 06/10/15 Litotipo: quarzo-micascisto a cloritoide Data esecuzione prova: 03/11/15	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata Microscopio ottico Nikon Optiphot <input type="checkbox"/>
--	---

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol %	ϕ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Mica bianca	35	0.05 - 1.0	lamellare	in livelli
Albite	25	0.05 - 0.7	peciloblastica	in livelli
Quarzo	20	0.1 - 0.8	granoblastica	in livelli
Clorite	10	0.1 - 0.3	lamellare	omogenea
Calcite	5	0.05 - 0.2	prismatica	omogenea
Cloritoide	< 2	< 0.2	xenoblastica	disomogenea
Rutilo	< 1	< 0.1	idioblastica	disomogenea
Opachi	< 1	< 0.1	idioblastica	disomogenea
Tormalina	< 1	< 0.2	idioblastica	disomogenea
Glaucofane	<< 1	< 0.1	xenoblastica	disomogenea
Apatite	<< 1	< 0.1	xenoblastica	disomogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura:	scistosa
Pori:	assenti
Microfratture:	presenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) <i>Ivano Gasco</i>	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): <i>Romualdo Tomai</i>
--	--

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1340/1945** Data emissione: **04/12/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca188
Campione:	\	Ricevuto il:	06/10/15
Profondità (m):	pk 3+300	Aperto il:	06/10/15
Litotipo:	quarzo-micascisto a cloritoide		
Data esecuzione prova:	03/11/15		
		Microscopio ottico Nikon Optiphot <input type="checkbox"/>	

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Descrizione petrografica:

Roccia a grana fine con una scistosità definita dalla orientazione preferenziale di mica bianca e dall'alternanza di livelli millimetrici ricchi in mica bianca, livelli quarzo-feldspatici e livelli qz quarzo (vene metaorifiche). Sono presenti rare cerniere isoclinali che definiscono una scistosità relitta. I domini quarzo-feldspatici sono costituiti da quarzo + albite + calcite + sericite privi di orientazione. E' stato osservato un individuo singolo di glaucofane relitto. Una generazione idioblastica di cloritoide cresce sulla foliazione ed è pertanto verosimile che la foliazione principale sia di alta pressione (a glaucofane) e parzialmente riequilibrata sempre in condizioni di alta pressione (cloritoide). Sono presenti vene di calcite.

Mica bianca: definisce la foliazione principale della roccia e la foliazione relitta in cerniere isoclinali. E' presente una seconda generazione a grana molto fine cresciuta priva di orientazione e in aggregati con albite e/o clorite.

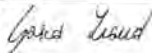
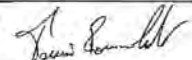
Albite: in peciloblasti xenomorfi concresciuti con sericite + calcite + ± clorite.

Quarzo: in granoblasti generalmente ricristallizzati in subgrani.

Clorite: in individui con pleocroismo da giallo a verde, cresce in aggregati nella matrice associata ad albite.

Cloritoide: in individui prismatici da grigio giallo a grigio-blu talora geminato. Cresce privo di orientazione sulla scistosità principale.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1340/1945** Data emissione: **04/12/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca188
Campione:	\	Ricevuto il:	06/10/15
Profondità (m):	pk 3+300	Aperto il:	06/10/15
Litotipo:	quarzo-micascisto a cloritoide		
Data esecuzione prova:	03/11/15		
		Microscopio ottico Nikon Optiphot <input type="checkbox"/>	

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:

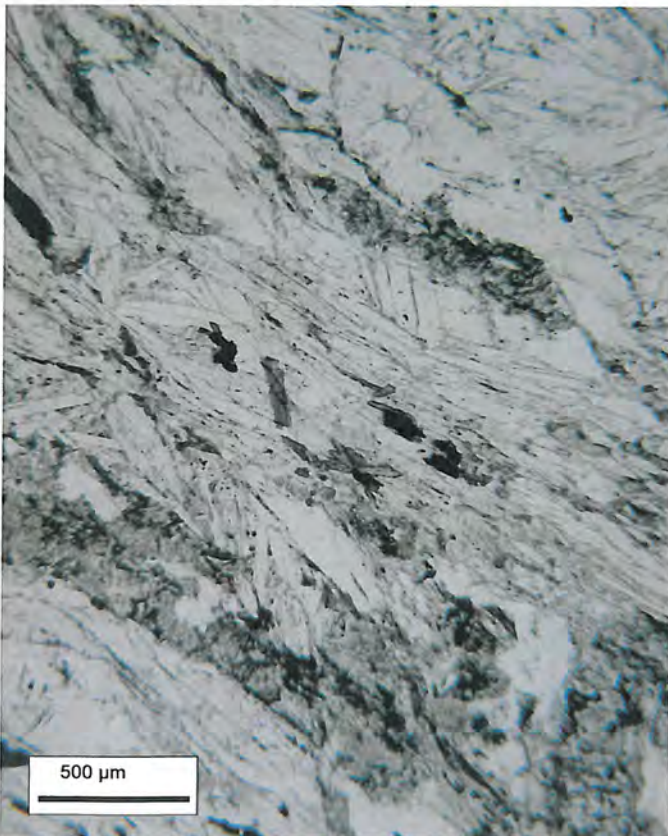


FOTO CON NICOLS PARALLELI

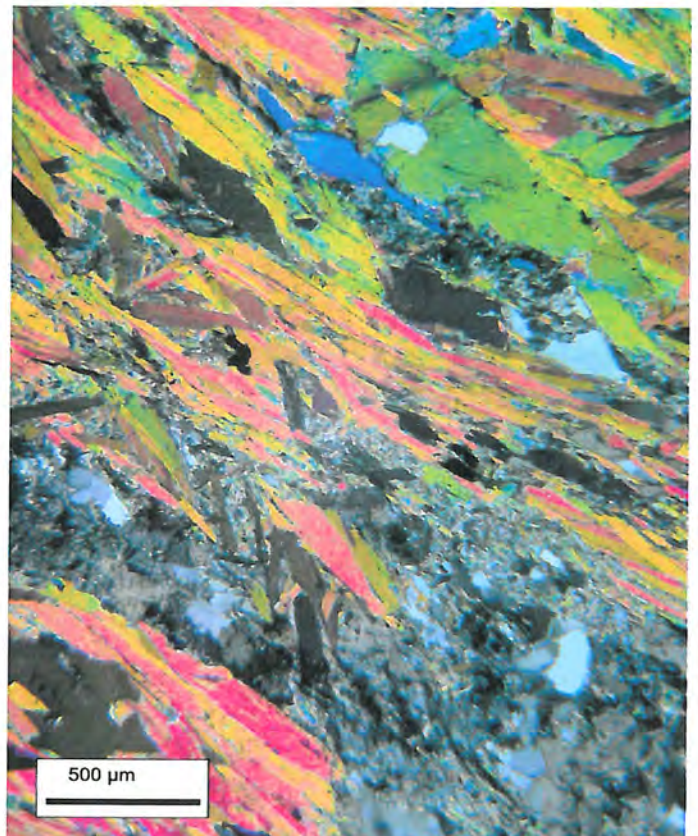


FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) *Ivano Gasco*

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): *Romualdo Tomai*

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1336/1945** Data emissione: **02/12/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: \ Codice provino: **gca187**
 Campione: \ Ricevuto il: **06/10/15**
 Profondità (m): **pk 3+100** Aperto il: **06/10/15**
 Litotipo: **quarzo-micascisto a glaucofane e granato**
 Data esecuzione prova: **03/11/15**

Microscopio ottico Nikon Optiphot 

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

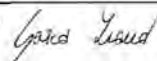
Minerale	Vol %	ϕ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Mica bianca	35	0.05 - 0.5	lamellare	in domini lenticolari
Albite	25	0.05 - 0.8	peciloblastica	in domini lenticolari
Quarzo	20	0.1 - 0.75	granoblastica	in domini lenticolari
Clorite	10	0.1 - 0.3	lamellare	omogenea
Glaucofane	5	0.05 - 0.2	prismatica	omogenea
Granato	< 2	< 0.8	xenoblastica	disomogenea
Calcite	< 1	< 0.4	xenoblastica	disomogenea
Rutilo	< 1	< 0.1	idioblastica	disomogenea
Opachi	< 1	< 0.1	idioblastica	disomogenea
Apatite	< 1	< 0.1	xenoblastica	disomogenea
Zoisite	< 1	< 0.2	idioblastica	disomogenea

Caratteri microstrutturali:

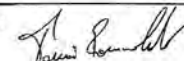
Struttura:	scistosa
Pori:	assenti
Microfratture:	presenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):



PAGINA:

1/3


ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.: **R1336/1945** Data emissione: **02/12/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: \ Codice provino: **gca187**
 Campione: \ Ricevuto il: **06/10/15**
 Profondità (m): **pk 3+100** Aperto il: **06/10/15**
 Litotipo: **quarzo-micascisto a glaucofane e granato**
 Data esecuzione prova: **03/11/15**

Microscopio ottico Nikon Optiphot 

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Descrizione petrografica:

Roccia a grana fine con una scistosità anastomosata definita dalla orientazione preferenziale di mica bianca e di domini lenticolari ricchi in quarzo o albite o mica bianca. La mica bianca definisce localmente strutture tipo S-C e *mica fish* che indicherebbero trattarsi di una foliazione sviluppata in una zona di taglio duttile. La paragenesi di alta pressione a quarzo + mica bianca + glaucofane + granato + rutilo è fortemente riequilibrata da in facies scisti verdi (quarzo + albite + clorite + opachi). E' inoltre presente una generazione tardiva di biotite verde-bruna a spese di mica bianca. Sono presenti in quantità accessorie apatite + zoisite + calcite + opachi + rutilo + biotite verde.

Mica bianca: definisce la foliazione della roccia e definisce localmente strutture tipo S-C. E' presente una seconda generazione a grana molto fine cresciuta priva di orientazione e in aggregati a spese di granato.

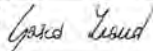
Quarzo: in granoblasti generalmente ricristallizzati in subgrani.

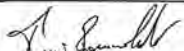
Albite: in peciloblasti xenomorfi è molto abbondante dove è assente il glaucofane e cresce a obliterando la scistosità.

Clorite: in individui con pleocroismo da giallo a verde, cresce in aggregati a spese del glaucofane e nella matrice.

Glaucofane: in individui da incolore a blu-viola che definiscono la foliazione. E' sostituito ai bordi da clorite o da simplectiti.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R1336/1945	Data emissione:	02/12/15	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				
IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca187	Microscopio ottico Nikon Optiphot ☐	
Campione:	\	Ricevuto il:	06/10/15		
Profondità (m):	pk 3+100	Aperto il:	06/10/15		
Litotipo:	quarzo-micascisto a glaucofane e granato				
Data esecuzione prova:	03/11/15				

Riferimenti normativi:	ISRM 1978
------------------------	-----------

Documentazione fotografica:

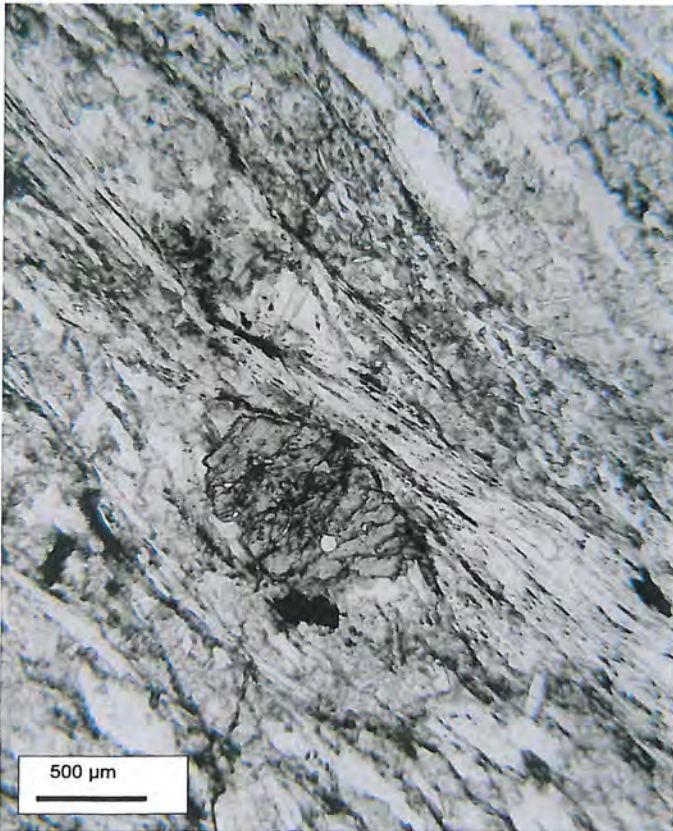


FOTO CON NICOLS PARALLELI

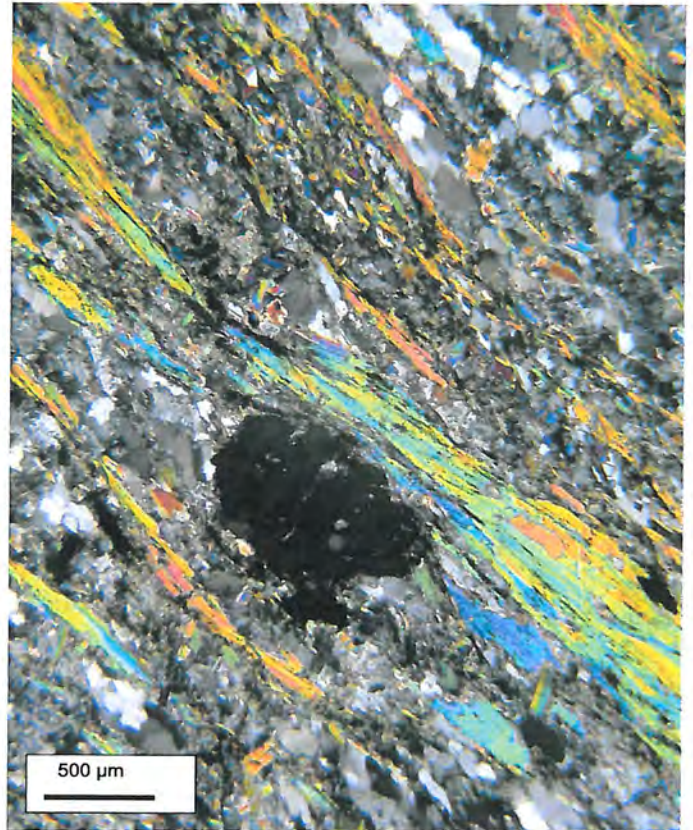


FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) <i>Ivano Gasco</i>	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): <i>Romualdo Tomai</i>
--	--

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1320/1945** Data emissione: **19/11/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: \ Codice provino: **gca186**
 Campione: \ Ricevuto il: **06/10/15**
 Profondità (m): **pk 2+900** Aperto il: **06/10/15**
 Litotipo: **quarzo-micascisto a glaucofane e granato**
 Data esecuzione prova: **02/11/15**

Microscopio ottico Nikon Optiphot 

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

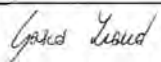
Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

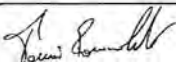
Minerale	Vol %	φ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Mica bianca	35	0.05 - 0.5	lamellare	in livelli
Quarzo	25	0.05 - 0.5	granoblastica	in livelli
Albite	20	0.1 - 0.75	xenoblastica/peciloblastica	in livelli
Clorite	10	0.1 - 0.3	lamellare	omogenea
Glaucofane	5	0.05 - 0.2	prismatica	omogenea
Granato	< 5	< 0.5	xenoblastica	disomogenea
Calcite	< 1	< 0.4	xenoblastica	disomogenea
Rutilo	< 1	< 0.1	idioblastica	disomogenea
Opachi	< 1	< 0.1	idioblastica	disomogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura: **scistosa**
 Pori: **assenti**
 Microfratture: **presenti**

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

PAGINA:

1/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1320/1945** Data emissione: **19/11/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: \ Codice provino: **gca186**
 Campione: \ Ricevuto il: **06/10/15**
 Profondità (m): **pk 2+900** Aperto il: **06/10/15**
 Litotipo: **quarzo-micascisto a glaucofane e granato**
 Data esecuzione prova: **02/11/15**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Microscopio ottico Nikon Optiphot 

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Descrizione petrografica:

Roccia a grana fine con una scistosità definita dalla orientazione preferenziale di mica bianca e glaucofane e dall'alternanza di livelli ricchi in quarzo + albite e livelli a mica bianca. Sono presenti rare cerniere isoclinali con una foliazione relitta. La paragenesi di alta pressione a quarzo + mica bianca + glaucofane + granato + rutilo è parzialmente riequilibrata da una paragenesi in facies scisti verdi a quarzo + albite + clorite + opachi.

Quarzo: in granoblasti generalmente ricristallizzati in subgrani.

Mica bianca: definisce la foliazione della roccia. E' presente una seconda generazione a grana molto fine cresciuta priva di orientazione e in aggregati a spese di granato.

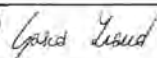
Clorite: in individui con pleocroismo da giallo a verde, cresce in aggregati a spese del glaucofane e nella matrice.

Glaucofane: in individui da incolore a blu-viola che definiscono la foliazione. E' sostituito ai bordi da clorite o da simplectiti non risolvibili.

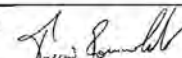
Albite: in peciloblasti xenomorfi all'interno dei domini quarzo-feldspatici, è più abbondante dove è assente il glaucofane.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Toma):



PAGINA:

2/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R1320/1945	Data emissione:	19/11/15	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio:	\	Codice provino:	gca186
Campione:	\	Ricevuto il:	06/10/15
Profondità (m):	pk 2+900	Aperto il:	06/10/15
Litotipo:	quarzo-micascisto a glaucofane e granato		
Data esecuzione prova:	02/11/15		

Microscopio ottico Nikon Optiphot ■

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:



FOTO CON NICOLS PARALLELI

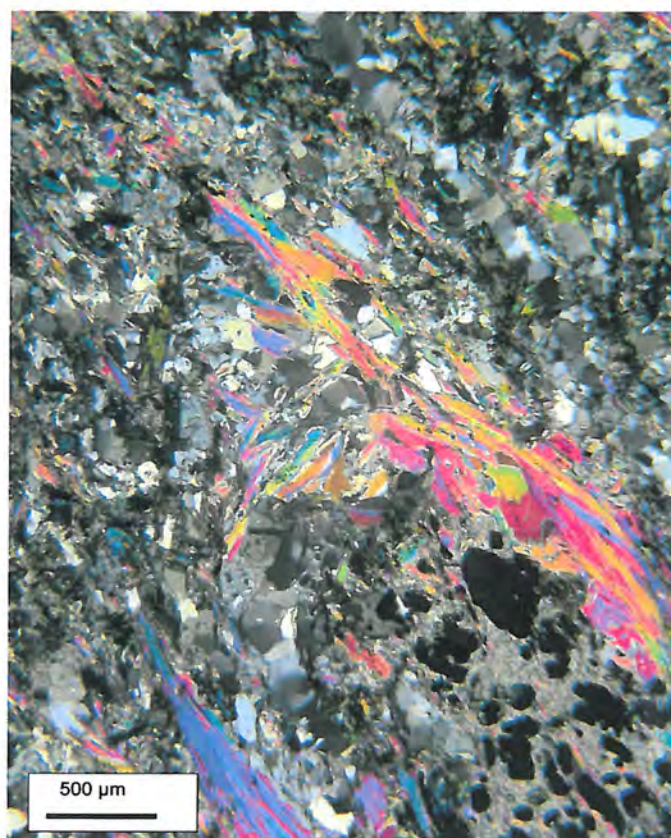
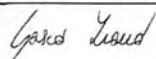


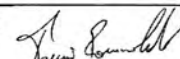
FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):




PAGINA:

3/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1002/1945** Data emissione: **11/05/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: \	Codice provino: gca72	Microscopio ottico Nikon Optiphot 	
Campione: \	Ricevuto il: 20/03/15		
Profondità (m): pk 2+700	Aperto il: 20/03/15		
Litotipo: gneiss a glaucofane e granato			
Data esecuzione prova:	06/05/15		

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

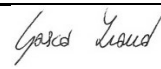
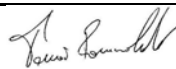
Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol %	φ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Quarzo	25	0.1 - 0.5	granoblastica	omogenea
Mica bianca	25	< 0.5	lamellare	omogenea
Clorite	15	< 0.25	lamellare	omogenea
Glaucofane	10	< 0.2	prismatica	omogenea
Albite	10	< 0.2	xenoblastica	disomogenea
Anfibolo verde	< 5	< 0.1	idioblastica	disomogenea
Calcite	< 5	< 0.25	granoblastica/xenoblastica	disomogenea
Rutilo	< 5	< 0.1	prismatica	disomogenea
Opachi	< 1	< 0.1	idioblastica	disomogenea
Granato	< 1	0.4 - 0.9	xenoblastica	disomogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura:	gneissica
Pori:	assenti
Microfratture:	presenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai) 

PAGINA: 1/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R1002/1945	Data emissione:	11/05/15	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: \	Codice provino: gca72
Campione: \	Ricevuto il: 20/03/15
Profondità (m): pk 2+700	Aperto il: 20/03/15
Litotipo: gneiss a glaucofane e granato	Microscopio ottico Nikon Optiphot <input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 06/05/15	

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Descrizione petrografica:

Roccia a grana da fine a molto fine con una tessitura gneissica definita da alternanze tra domini ricchi in quarzo e domini ricchi in fillosilicati + albite + minerali femici. La foliazione è anche definita dalla orientazione preferenziale di mica bianca + glaucofane + rutilo. I domini femici sono costituiti da glaucofane + mica bianca + clorite + opachi + anfibolo verde. La roccia ha subito una diffusa ricristallizzazione statica che ha obliterato quasi completamente la mineralogia precedente. La composizione chimica della roccia è intermedia.

Quarzo: in granoblasti generalmente ricristallizzati in subgrani.

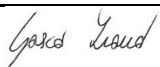
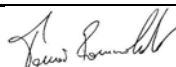
Mica bianca: definisce la foliazione della roccia. E' presente una seconda generazione a grana molto fine cresciuta priva di orientazione e in aggregati a spese di granato e glaucofane.

Clorite: in individui con pleocroismo da giallo a verde, cresce in aggregati a spese del glaucofane e del granato.

Glaucofane: in individui da incolori a glu-viola che definiscono la foliazione. E' sostituito ai bordi da clorite o da simplectiti irrisolvibili.

Albite: in peciloblasti xenomorfi all'interno dei domini femici, è più abbondante dove è assente il glaucofane.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:


Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
---	--

PAGINA:

2/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1002/1945** Data emissione: **11/05/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca72
Campione:	\	Ricevuto il:	20/03/15
Profondità (m):	pk 2+700	Aperto il:	20/03/15
Litotipo:	gneiss a glaucofane e granato		
Data esecuzione prova:	06/05/15		
		Microscopio ottico Nikon Optiphot 	

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:

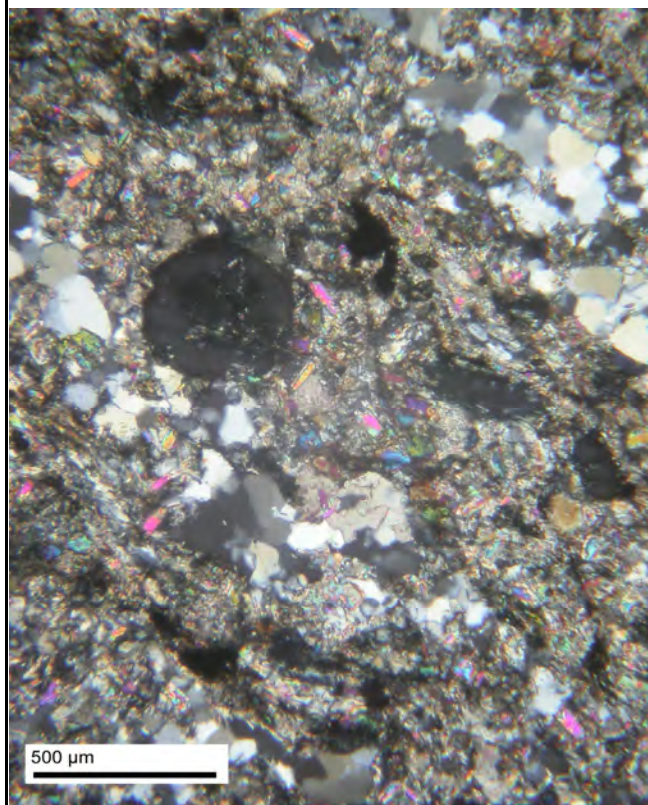


FOTO CON NICOLS PARALLELI

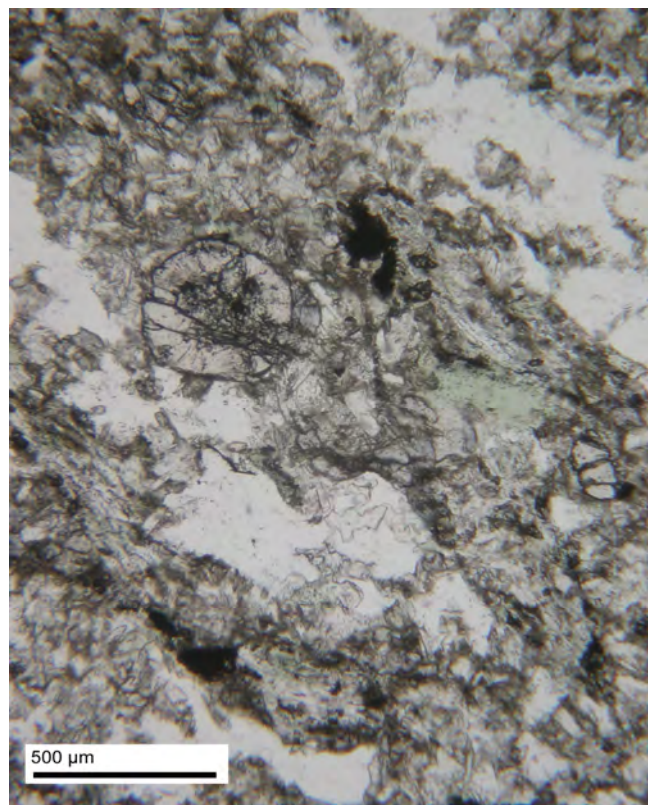
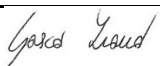
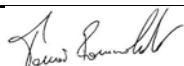


FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai) 

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1000/1945** Data emissione: **11/05/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: \	Codice provino: gca70	Microscopio ottico Nikon Optiphot <input type="checkbox"/>	
Campione: \	Ricevuto il: 20/03/15		
Profondità (m): pk 2+500	Aperto il: 20/03/15		
Litotipo: gneiss a glaucofane			
Data esecuzione prova: 06/05/15			

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

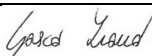
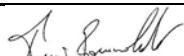
Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol %	φ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Quarzo	35	< 0.25	granoblastica	omogenea
Mica bianca	20	< 0.4	lamellare	omogenea
Albite	15	< 0.25	xenoblastica/peciloblastica	omogenea
Glaucofane	10	0.05 - 0.25	prismatica	omogenea
Clorite	5	< 0.25	lamellare	disomogenea
Anfibolo verde	5	< 0.1	idioblastica	disomogenea
Calcite	5	0.1-0.25	granoblastica/xenoblastica	omogenea
Rutilo	< 5	< 0.1	prismatica	disomogenea
Opachi	< 1	< 0.1	idioblastica	disomogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura:	gneissica
Pori:	assenti
Microfratture:	presenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
---	--

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R1000/1945	Data emissione:	11/05/15	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: \	Codice provino: gca70
Campione: \	Ricevuto il: 20/03/15
Profondità (m): pk 2+500	Aperto il: 20/03/15
Litotipo: gneiss a glaucofane	Microscopio ottico Nikon Optiphot <input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 06/05/15	

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Descrizione petrografica:

Roccia a grana da fine a molto fine con una tessitura gneissica definita da alternanze tra domini ricchi in quarzo e domini ricchi in fillosilicati + albite + minerali femici. La foliazione è anche definita dalla orientazione preferenziale di mica bianca + glaucofane + rutilo. I domini femici sono costituiti da glaucofane + mica bianca + clorite + opachi + anfibolo verde. Sono presenti vene di calcite e fratture. La roccia ha subito una intensa ricristallizzazione tardiva e la sua composizione chimica è intermedia.

Quarzo: in granoblasti generalmente ricristallizzati in subgrani.

Mica bianca: definisce la foliazione della roccia. E' presente una seconda generazione a grana molto fine cresciuta priva di orientazione e in aggregati.

Albite: in peciloblasti xenomorfi all'interno dei domini femici, è abbondante dove è assente il glaucofane.

Glaucofane: in individui da incolori a glu-viola che definiscono la foliazione. E' sostituito ai bordi da clorite o da simplectiti nella maggiorparte dei casi irrisolvibili. Localmente è sostituito da anfibolo verde.

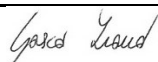
Clorite: in individui con pleocroismo da giallo a verde, cresce in aggregati a spese del glaucofane.

Anfibolo verde: in aggregati a grana molto fine di colore verde, cresce a spese del glaucofane.

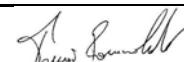
Calcite: in individui xenomorfi nei livelli femici e in individui granoblastici all'interno di vene tardive.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):




PAGINA:

2/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1000/1945** Data emissione: **11/05/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca70
Campione:	\	Ricevuto il:	20/03/15
Profondità (m):	pk 2+500	Aperto il:	20/03/15
Litotipo:	gneiss a glaucofane		
Data esecuzione prova:	06/05/15		
		Microscopio ottico Nikon Optiphot 	

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:

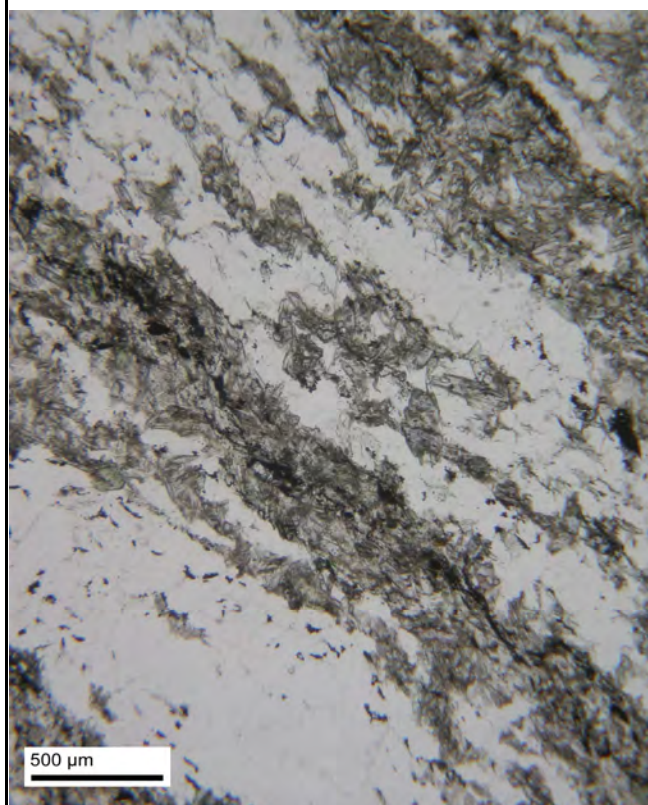
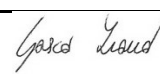
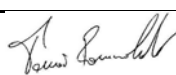


FOTO CON NICOLS PARALLELI




FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai) 

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R999/1945** Data emissione: **11/05/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: \ Codice provino: gca69	Microscopio ottico Nikon Optiphot 
Campione: \ Ricevuto il: 20/03/15	
Profondità (m): pk 2+300 Aperto il: 20/03/15	
Litotipo: metabasite a clorite, epidoto, albite e calcite	
Data esecuzione prova: 06/05/15	

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

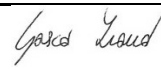
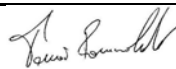
Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol %	φ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Clorite	30	< 0.25	lamellare	omogenea
Clinoisite/Epidoto	20	0.1 - 0.5	idioblastica/prismatica	omogenea
Albite	15	< 0.5	xenoblastica/peciloblastica	omogenea
Calcite	10	0.1 - 0.5	granoblastica	omogenea
Anfibolo verde	10	0.1 - 0.25	prismatica	disomogenea
Quarzo	5	0.1 - 0.25	granoblastica	omogenea
Titanite	< 5	< 0.1	idioblastica	omogenea
Opachi	< 5	0.1 - 0.5	idioblastica	disomogenea
Mica bianca	< 1	0.1 - 0.5	lamellare	disomogenea
Granato	< 1	0.3 - 0.4	xenoblastica	disomogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura:	gneissica
Pori:	assenti
Microfratture:	assenti


NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
---	--

PAGINA: **1/3**

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R999/1945	Data emissione:	11/05/15	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: \	Codice provino: gca69
Campione: \	Ricevuto il: 20/03/15
Profondità (m): pk 2+300	Aperto il: 20/03/15
Litotipo: metabasite a clorite, epidoto, albite e calcite	Microscopio ottico Nikon Optiphot 
Data esecuzione prova: 06/05/15	

Riferimenti normativi:	ISRM 1978
------------------------	------------------

Descrizione petrografica:

Roccia a grana fine con tessitura gneissica definita dall'isorientazione di clinozoisite/epidoto, titanite, mica bianca e anfibolo verde. La foliazione è inoltre definita dalla isorientazione di domini lenticolari ricchi in quarzo, albite e calcite. La roccia ha subito una intensa riequilibrio come testimoniato dall'abbondanza di aggregati di clorite privi di orientazione. Sono presenti relitti di anfibolo verde e di granato e vene tardive a quarzo + calcite + albite + opachi. L'abbondanza di clorite, epidoto e titanite indica un protolite ricco in Fe e Ca e quindi a chimismo basico.

Clorite: cresce in aggregati privi di orientazione a spese di anfibolo verde raramente preservato. Mostra pleocroismo da giallo pallido a verde e birifrangenza anomala verde-beige.

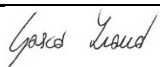
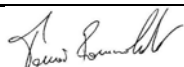
Clinozoisite/epidoto: definisce la foliazione e presenta colore giallo pallido. Localmente è in aggregati.

Albite: in individui peciloblastici cresciuti successivamente alla foliazione, include le altre fasi.

Calcite: in individui granoblastici e talora scheletrici, include quarzo.

Anfibolo verde: in individui prismatici di piccole dimensioni definisce talora la foliazione. E' generalmente sostituito da clorite.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
---	--

PAGINA:

2/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R999/1945	Data emissione:	11/05/15	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata		
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca69	Microscopio ottico Nikon Optiphot ■	
Campione:	\	Ricevuto il:	20/03/15		
Profondità (m):	pk 2+300	Aperto il:	20/03/15		
Litotipo:	metabasite a clorite, epidoto, albite e calcite				
Data esecuzione prova:	06/05/15				

Riferimenti normativi:	ISRM 1978
------------------------	------------------

Documentazione fotografica:

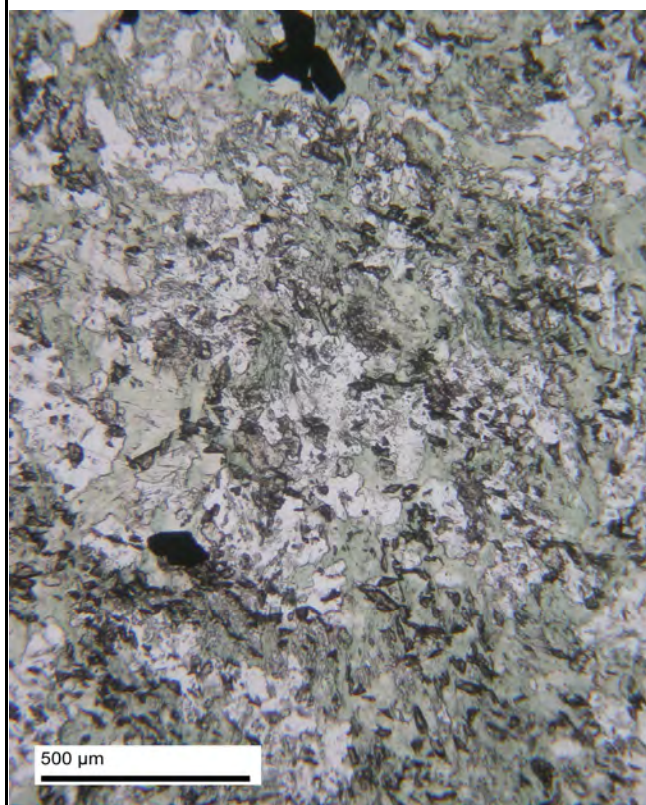


FOTO CON NICOLS PARALLELI

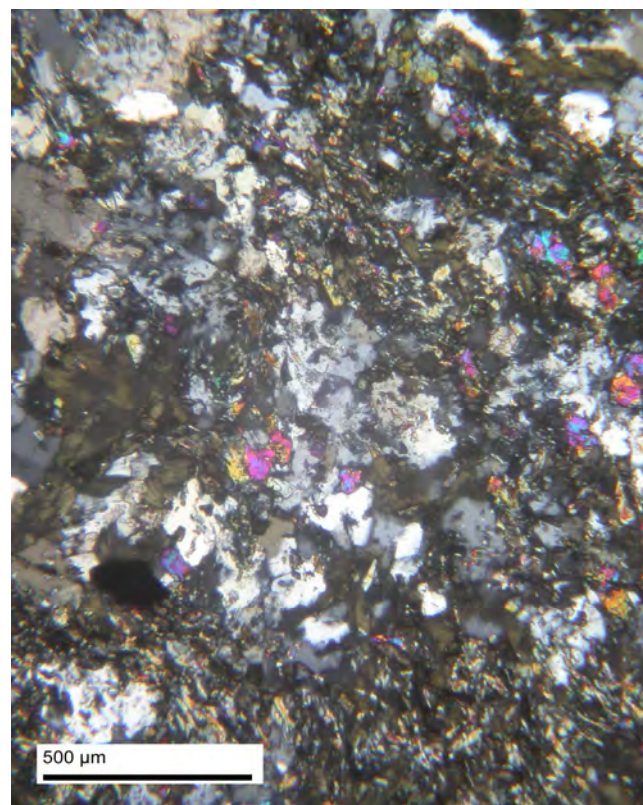



FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) <i>Ivano Gasco</i>	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai) <i>Romualdo Tomai</i>
--	---

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R998/1945** Data emissione: **11/05/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: \ Codice provino: gca68	Microscopio ottico Nikon Optiphot 
Campione: \ Ricevuto il: 20/03/15	
Profondità (m): pk 2+100 Aperto il: 20/03/15	
Litotipo: gneiss ad albite e clorite	
Data esecuzione prova: 06/05/15	

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

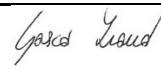
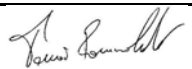
Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol %	φ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Albite	40	0.2 -0.5	xenoblastica	omogenea
Mica Bianca	20	< 0.5	lamellare	omogenea
Quarzo	20	< 0.5	granoblastica	omogenea
Clorite	15	< 0.25	lamellare	omogenea
Calcite	< 5	< 0.5	granoblastica	disomogenea
Titanite	< 1	< 0.25	idioblastica	disomogenea
Apatite	< 1	< 0.25	xenoblastica	disomogenea
Rutilo	< 1	< 0.25	xenoblastica	disomogenea

Caratteri microstrutturali:


Struttura:	gneissica
Pori:	assenti
Microfratture:	assenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
---	--

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R998/1945** Data emissione: **11/05/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: \	Codice provino: gca68	Microscopio ottico Nikon Optiphot 	
Campione: \	Ricevuto il: 20/03/15		
Profondità (m): pk 2+100	Aperto il: 20/03/15		
Litotipo: gneiss ad albite e clorite			
Data esecuzione prova:	06/05/15		

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Descrizione petrografica:

Roccia a grana fine con tessitura gneissica definita dall'isorientazione di mica bianca e clorite. L'abbondanza di albite e clorite e la scarsità di minerali contenenti Ca (titanite) indicherebbe che il protolite avesse chimismo intermedio.

Albite: in peciloblasti xenomorfi con estinzione ondulata o in subgrani, include tutte le altre fasi.

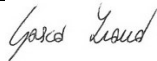

Mica bianca: in lepidoblasti incolori che definiscono la foliazione e in aggregati a grana fine cresciuti privi di orientazione.

Quarzo: in granoblasti con estinzione ondulata e talora con bordi irregolari e in subgrani.

Clorite: in aggregati di colore da giallo pallido a verde che definiscono la foliazione e in aggregati a grana più fine privi di orientazione.

Mostra colori di interferenza anomali da blu al viola.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R998/1945	Data emissione:	11/05/15	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE Sondaggio: \ Codice provino: gca68 Campione: \ Ricevuto il: 20/03/15 Profondità (m): pk 2+100 Aperto il: 20/03/15 Litotipo: gneiss ad albite e clorite Data esecuzione prova: 06/05/15	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata Microscopio ottico Nikon Optiphot ■
---	--

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:

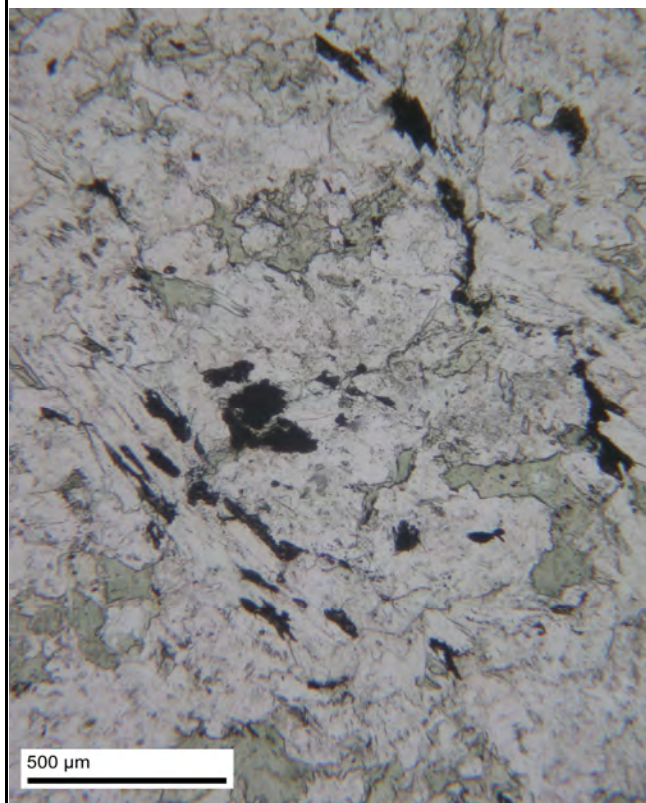


FOTO CON NICOLS PARALLELI

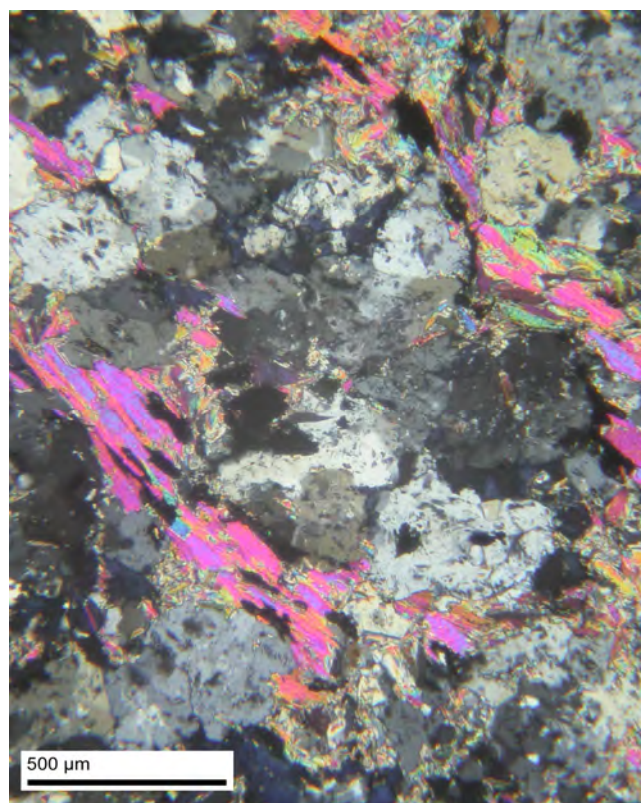



FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) <i>Ivano Gasco</i>	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): <i>Romualdo Tomai</i>
--	--

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1001/1945** Data emissione: **11/05/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: \	Codice provino: gca71	Microscopio ottico Nikon Optiphot 	
Campione: \	Ricevuto il: 20/03/15		
Profondità (m): pk 1+900	Aperto il: 20/03/15		
Litotipo: calcescisto a cloritoide			
Data esecuzione prova: 05/05/15			

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

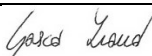
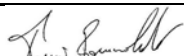
Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol %	φ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Mica bianca	45	0.1 - 0.5	lamellare	omogenea
Quarzo	25	0.1 - 0.25	granoblasti	omogenea
Calcite	15	0.1 - 0.4	granoblasti	omogenea
Cloritoide	10	0.1 - 0.25	prismatico	omogenea
Clorite	< 5	< 0.25	lamellare	disomogenea
Rutilo	< 1	< 0.05	prismatico	disomogenea
Opachi	< 1	< 0.1	idioblasti	disomogenea

Caratteri microstrutturali:


Struttura:	scistosa
Pori:	assenti
Microfratture:	assenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1001/1945** Data emissione: **11/05/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: \	Codice provino: gca71	Microscopio ottico Nikon Optiphot 	
Campione: \	Ricevuto il: 20/03/15		
Profondità (m): pk 1+900	Aperto il: 20/03/15		
Litotipo: calcescisto a cloritoide			
Data esecuzione prova: 05/05/15			

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Descrizione petrografica:

Roccia a grana fine caratterizzata dalla presenza di un *crenulation cleavage* spaziato e continuo definito dall'isorientazione della mica bianca, del cloritoide e della clorite e dall'alternanza di domini a mica bianca e domini a quarzo. La foliazione relitta è costituita dall'isorientazione di mica bianca + cloritoide e dalla presenza di domini lenticolari costituiti da quarzo prevalente.

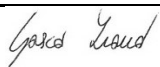
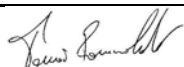
Mica bianca: in lepidoblasti orientati non pleocroici definisce la foliazione principale e la foliazione relitta. E' presente una generazione successiva priva di orientazione a grana molto fine.

Quarzo: si presenta in granoblasti con bordi raramente interlobati e localmente con struttura a subgranuli o con estinzione ondulata.

Cloritoide: in aggregati talora cresciuti privi di orientazione, definisce anche la foliazione principale e quella relitta. Presenta pleocroismo da giallo pallido a grigio-verde o blu pallido/verde.

Clorite: in lepidoblasti con pleocroismo da giallo a verde e colori di interferenza viola o giallo-beige. Definisce la foliazione principale o cresce in agregati privi di orientazione.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

PAGINA: 2/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R1001/1945	Data emissione:	11/05/15	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE Sondaggio: \ Codice provino: gca71 Campione: \ Ricevuto il: 20/03/15 Profondità (m): pk 1+900 Aperto il: 20/03/15 Litotipo: calcescisto a cloritoide Data esecuzione prova: 05/05/15	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata Microscopio ottico Nikon Optiphot
---	---

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:

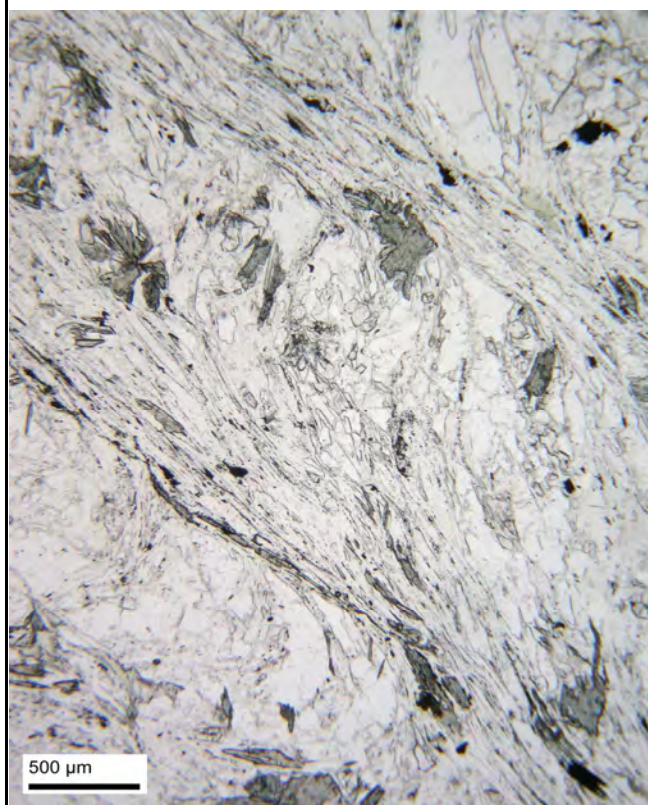


FOTO CON NICOLS PARALLELI

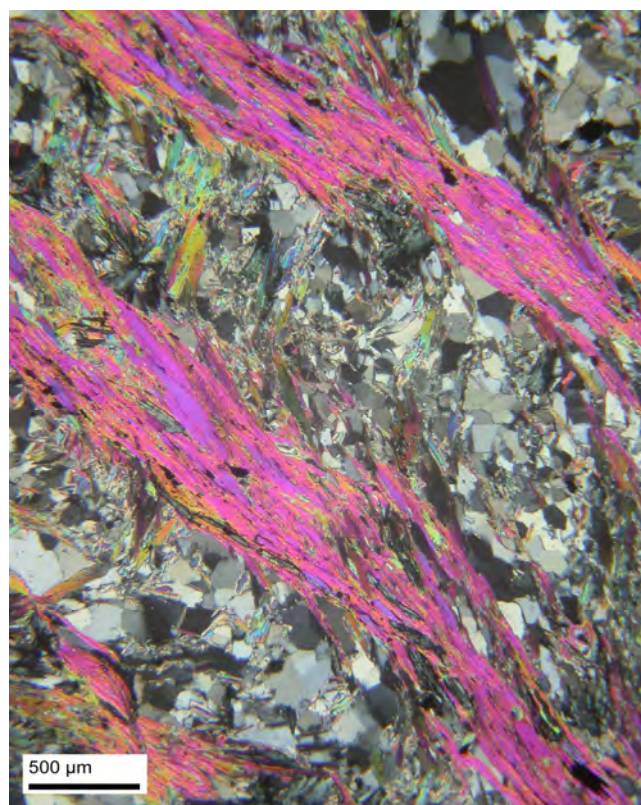


FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) <i>Ivano Gasco</i>	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): <i>Romualdo Tomai</i>
--	--

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R997/1945** Data emissione: **11/05/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: \	Codice provino: gca67	Microscopio ottico Nikon Optiphot <input type="checkbox"/>	
Campione: \	Ricevuto il: 20/03/15		
Profondità (m): pk 1+700	Aperto il: 20/03/15		
Litotipo: micascisto ad albite e clorite			
Data esecuzione prova:	05/05/15		

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

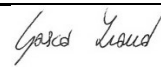
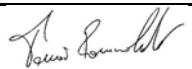
Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol %	φ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Mica bianca	50	< 0.75	lamellare	omogenea
Quarzo	35	0.05 - 0.5	granoblasti	omogenea
Albite	5	0.1-0.5	peciloblasti	disomogenea
Clorite	5	< 0.25	lamellare	disomogenea
Calcite	< 5	0.1 - 0.75	granoblasti	disomogenea
Rutilo	< 1	< 0.1	prismatico	disomogenea
Opachi	< 1	< 0.1	idioblasti	disomogenea

Caratteri microstrutturali:


Struttura:	scistosa
Pori:	assenti
Microfratture:	assenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
---	--

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R997/1945	Data emissione:	11/05/15	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: \	Codice provino: gca67
Campione: \	Ricevuto il: 20/03/15
Profondità (m): pk 1+700	Aperto il: 20/03/15
Litotipo: micascisto ad albite e clorite	Microscopio ottico Nikon Optiphot 
Data esecuzione prova: 05/05/15	

Riferimenti normativi:	ISRM 1978
------------------------	------------------

Descrizione petrografica:

Roccia a grana fine con foliazione definita dalla isorientazione della mica bianca, della calcite e raramente della clorite. Sono presenti domini lenticolari o prismatici costituiti da clorite ed interpretabili come pseudomorfo su un minerale femico. La foliazione è deformata da pieghe aperte che sviluppano raramente un *crenulation cleavage* asimmetrico e molto discontinuo definito dalla ricristallizzazione di mica bianca.

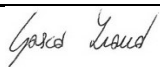
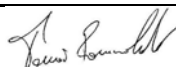
Mica bianca: in lepidoblasti orientati non pleocroici definisce la foliazione principale e raramente una nuova superficie metamorfica. E' presente una generazione successiva priva di orientazione a grana molto fine.

Quarzo: si presenta in granoblasti con bordi raramente interlobati e localmente con struttura a subgranuli o con estinzione ondulata.

Albite: in aggregati xenomorfi include le altre fasi.

Clorite: in lepidoblasti con pleocroismo da giallo a verde e colori di interferenza viola che indicherebbero una composizione ricca in Fe. Una seconda generazione cresce in aggregati con caratteristiche ottiche identiche alla precedente generazione.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
---	--

PAGINA:

2/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R997/1945	Data emissione:	11/05/15	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata		
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca67	Microscopio ottico Nikon Optiphot	
Campione:	\	Ricevuto il:	20/03/15		
Profondità (m):	pk 1+700	Aperto il:	20/03/15		
Litotipo:	micascisto ad albite e clorite				
Data esecuzione prova:	05/05/15				

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:



FOTO CON NICOLS PARALLELI

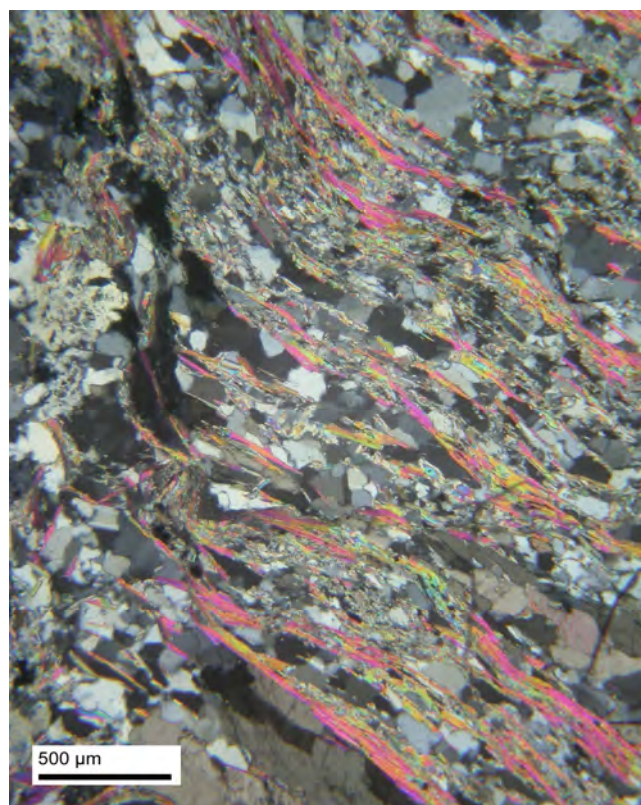
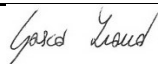


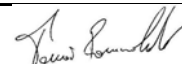
FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):




PAGINA:

3/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R995/1945** Data emissione: **11/05/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: \	Codice provino: gca66	Microscopio ottico Nikon Optiphot 	
Campione: \	Ricevuto il: 20/03/15		
Profondità (m): pk 1+500	Aperto il: 20/03/15		
Litotipo: micascisto a glaucofane e clorite			
Data esecuzione prova: 04/05/15			

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

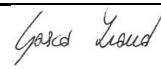
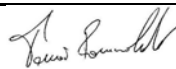
Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol %	φ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Mica bianca	40	0.05 - 1	lamellare	omogenea
Quarzo	25	0.05 - 0.6	granoblasti	omogenea
Glaucofane	15	0.2 - 1	prismatico	disomogenea
Albite	5	0.1-0.25	peciloblasti	disomogenea
Clorite	5	< 0.25	lamellare	omogenea
Calcite	< 2	< 0.4	peciloblasti/scheletrica	disomogenea
Clinozoisite/epidoto	< 1	0.05-0.3	granoblasti	disomogenea
Rutilo	< 1	< 0.05	prismatico	disomogenea
Opachi	< 1	< 0.1	idioblasti	disomogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura:	scistosa
Pori:	assenti
Microfratture:	assenti


NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

PAGINA: 1/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R995/1945	Data emissione:	11/05/15	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: \	Codice provino: gca66
Campione: \	Ricevuto il: 20/03/15
Profondità (m): pk 1+500	Aperto il: 20/03/15
Litotipo: micascisto a glaucofane e clorite	Microscopio ottico Nikon Optiphot 
Data esecuzione prova: 04/05/15	

Riferimenti normativi:	ISRM 1978
------------------------	------------------

Descrizione petrografica:

Roccia a grana fine con foliazione definita dalla isorientazione della mica bianca, della clorite e del glaucofane. Sono presenti alternanze di di livelli ricchi in fillosilicati e livelli ricchi in quarzo e domini a glaucofane e clorite. E' localmente ben preservata una foliazione più vecchia nei domini ricchi in mica e all'interno del glaucofane, definita dall'aalineamento del rutilo.

Mica bianca: in lepidoblasti orientati non pleocroici definisce la foliazione principale e una foliazione relitta. E' presente una generazione successiva priva di orientazione.

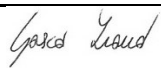
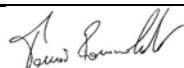
Quarzo: si presenta in granoblasti con bordi raramente interlobati e localmente con struttura a subgranuli o con estinzione ondulata.

Glaucofane: in individui prismatici con pleocroismo da incolore a viola e blu, definisce la foliazione principale ed è parzialmente sostituito da una simplectite di albite + clorite + biotite verde ± calcite

Albite: in individui xenomorfi include le altre fasi e si sviluppa a spese dell'anfibolo sodico.

Clorite: in individui lamellari con pleocroismo da giallo a verde e colori di interferenza viola che indicherebbero una composizione ricca in Fe. Una seconda generazione si forma a spese del glaucofane.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
---	--

PAGINA:

2/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R995/1945	Data emissione:	11/05/15	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata		
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca66	Microscopio ottico Nikon Optiphot	
Campione:	\	Ricevuto il:	20/03/15		
Profondità (m):	pk 1+500	Aperto il:	20/03/15		
Litotipo:	micascisto a glaucofane e clorite				
Data esecuzione prova:	04/05/15				

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:



FOTO CON NICOLS PARALLELI

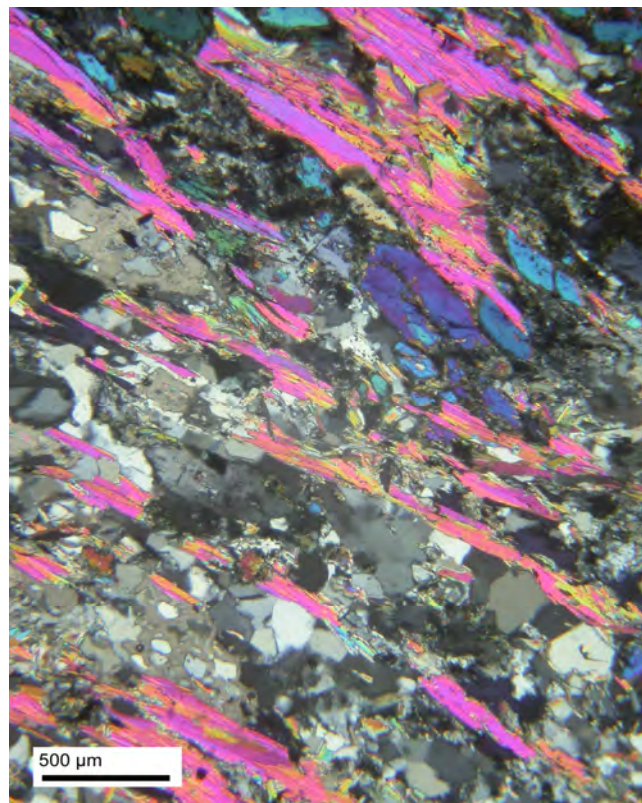
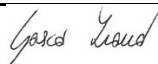


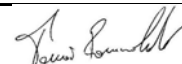
FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):



PAGINA:

3/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R995/1945** Data emissione: **11/05/15** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: \ Codice provino: **gca65**
 Campione: \ Ricevuto il: **20/03/15**
 Profondità (m): **pk 1+375** Aperto il: **20/03/15**
 Litotipo: **gneiss a fengite quarzo e albite**
 Data esecuzione prova: **04/05/15**

Microscopio ottico Nikon Optiphot 

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

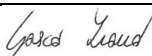
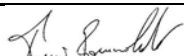
Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol %	φ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Mica bianca	40	0.1 - 0.5	lamellare	omogenea
Quarzo	30	0.1 - 0.75	granoblasti	omogenea
Albite	15	0.1 - 0.25	granoblastica o peciloblastica	disomogenea
Clorite	10	< 0.25	lamellare	disomogenea
Carbonato	< 5	0.1-0.25	granoblasti	omogenea
Opachi	< 1	< 0.1	idioblasti	omogenea
Rutilo	< 1	< 0.1	idioblasti	omogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura:	Struttura gneissica
Pori:	assenti
Microfratture:	assenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R995/1945	Data emissione:	11/05/15	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: \	Codice provino: gca65
Campione: \	Ricevuto il: 20/03/15
Profondità (m): pk 1+375	Aperto il: 20/03/15
Litotipo: gneiss a fengite quarzo e albite	Microscopio ottico Nikon Optiphot <input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 04/05/15	

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Descrizione petrografica:

Roccia a grana fine con microstruttura gneissica e foliazione definita dalla isorientazione della mica bianca, della clorite a dall'alternanza di livelli ricchi in fillosilicati e livelli quarzo-feldspatici. La foliazione è anastomosata e deforma una foliazione più vecchia preservata nei domini ricchi in mica la quale presenta una diffusa ricristallizzazione. Quarzo e albite sono talora associati in domini lentiformi che potrebbero rappresentarsi dei porfiroclasti relitti.

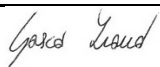
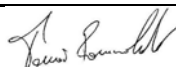
Mica bianca: in lepidoblasti orientati non pleocroici definisce la foliazione principale e una foliazione relitta

Quarzo: si presenta in granoblasti con bordi interlobati e localmente con struttura a subgranuli o con estinzione ondulata.

Albite: in granoblasti xenomorfi o in subgranuli, presenta generalmente struttura peciloblastica ed include le altre fasi.

Clorite: in aggregati con pleocroismo da giallo a verde e colori di interferenza viola che indicherebbero una composizione ricca in Fe.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
---	--

PAGINA:

2/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R995/1945	Data emissione:	11/05/15	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE Sondaggio: \ Codice provino: gca65 Campione: \ Ricevuto il: 20/03/15 Profondità (m): pk 1+375 Aperto il: 20/03/15 Litotipo: gneiss a fengite quarzo e albite Data esecuzione prova: 04/05/15	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata Microscopio ottico Nikon Optiphot ■
---	--

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:

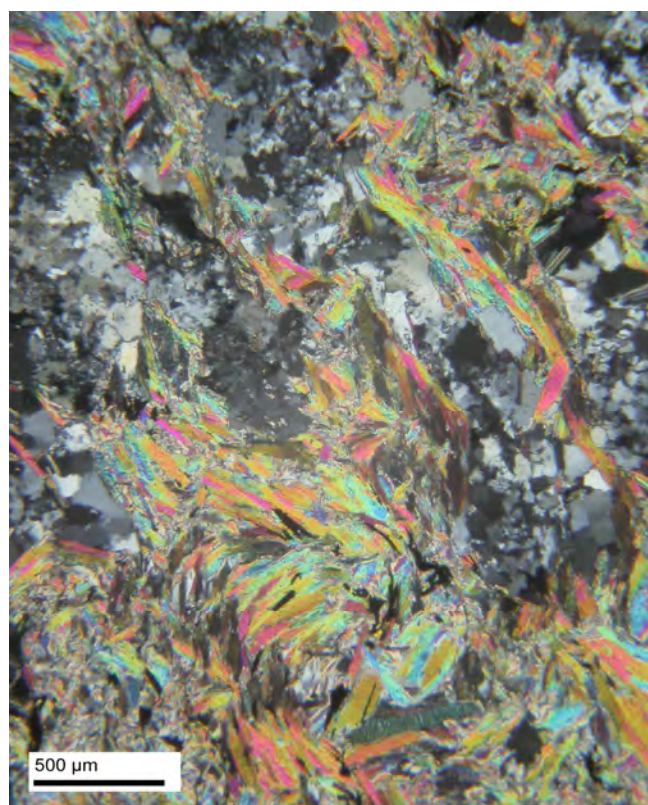
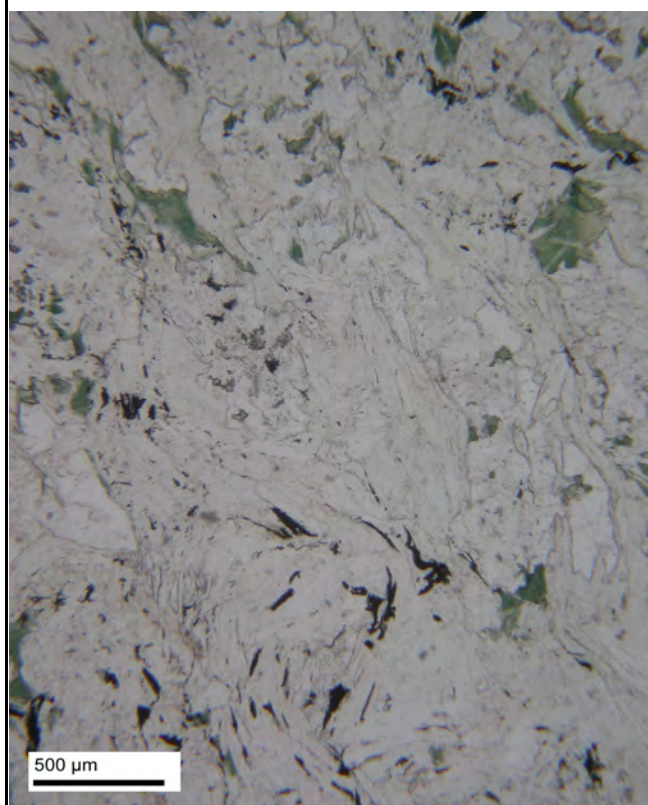


FOTO CON NICOLS PARALLELI

FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) <i>Ivano Gasco</i>	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): <i>Romualdo Tomai</i>
--	--

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R815/1945** Data emissione: **17/11/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: \ Codice provino: **gca48**
 Campione: \ Ricevuto il: **31/10/14**
 Profondità (m): **pk 1+315** Aperto il: **31/10/14**
 Litotipo: **gneiss a fengite quarzo e albite**
 Data esecuzione prova: **14/11/14**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Microscopio ottico Nikon Optiphot 

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

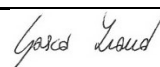
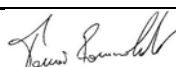
Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol %	φ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Mica bianca (fengite)	45	< 0.5	lamellare	omogenea
Quarzo	30	0.1-0.5	granoblasti interlobati	omogenea
Albite	20	0.25-2	granoblastica o peciloblastica inequigranulare	disomogenea
Clorite	< 5	0.05-0.2	lamellare	disomogenea
Carbonato	< 1	0.05-0.5	granoblasti	omogenea
Opachi	< 1	0.05-0.2	idioblasti	omogenea
Rutilo	< 1	0.05-0.1	prismatico-aciculare	disomogenea
Zirconio	< 1	0.05-0.1	xenomorfo	disomogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura:	Struttura gneissica
Pori:	assenti
Microfratture:	assenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:


Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai) 

PAGINA:

1/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R815/1945** Data emissione: **17/11/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: \	Codice provino: gca48	Microscopio ottico Nikon Optiphot 	
Campione: \	Ricevuto il: 31/10/14		
Profondità (m): pk 1+315	Aperto il: 31/10/14		
Litotipo: gneiss a fengite quarzo e albite			
Data esecuzione prova: 14/11/14			

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Descrizione petrografica:

Roccia a grana media con microstruttura gneissica e foliazione definita dalla isorientazione della mica bianca. Sono localmente presenti livelli milonitici caratterizzati dalla presenza di albite con orientazione preferenziale e lenti di quarzo, l'orientazione dei livelli milonitici è a basso angolo rispetto alla scistosità principale. Sono riconoscibili pieghe isoclinali definite dai livelli di mica bianca.

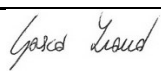
Mica bianca: in lepidoblasti orientati non pleocroici definisce la foliazione principale e una foliazione relitta

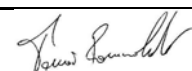
Quarzo: si presenta in granoblasti con bordi interlobati e localmente con struttura a subgranuli ed estinzione ondulata.

Albite: in granoblasti cresciuti successivamente alla foliazione. Nei livelli milonitici è invece orientata a definire la foliazione milonitica. Presenta generalmente struttura peciloblastica ed include le altre fasi.

Clorite: in aggregati o in lepidoblasti con pleocroismo da giallo a verde e colori di interferenza blu-grigio che indicherebbero una composizione ricca in Fe. Gli aggregati sono spesso associati a quarzo + albite talora con forma allungata o romboidale, trattasi probabilmente di pseudomorfosi su anfibolo sodico.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

PAGINA:

2/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R815/1945	Data emissione:	17/11/14	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE Sondaggio: \ Codice provino: gca48 Campione: \ Ricevuto il: 31/10/14 Profondità (m): pk 1+315 Aperto il: 31/10/14 Litotipo: gneiss a fengite quarzo e albite Data esecuzione prova: 14/11/14	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata Microscopio ottico Nikon Optiphot ■
---	--

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:

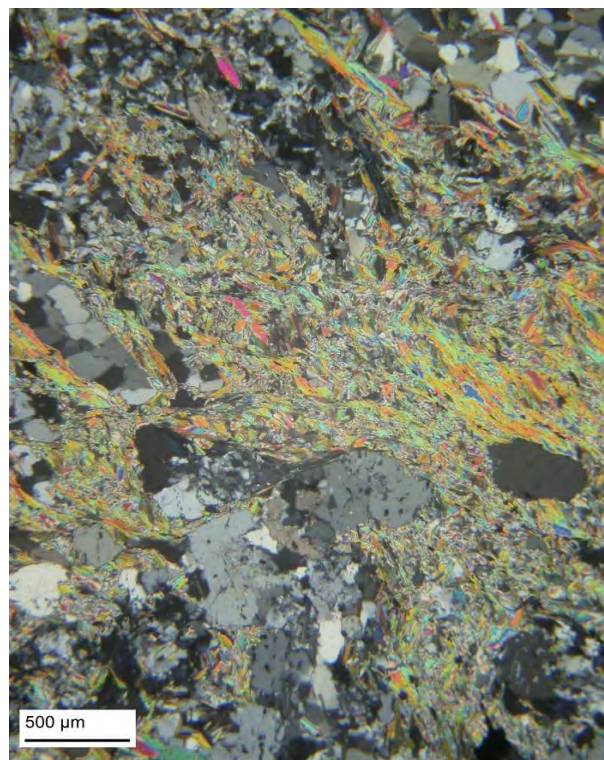
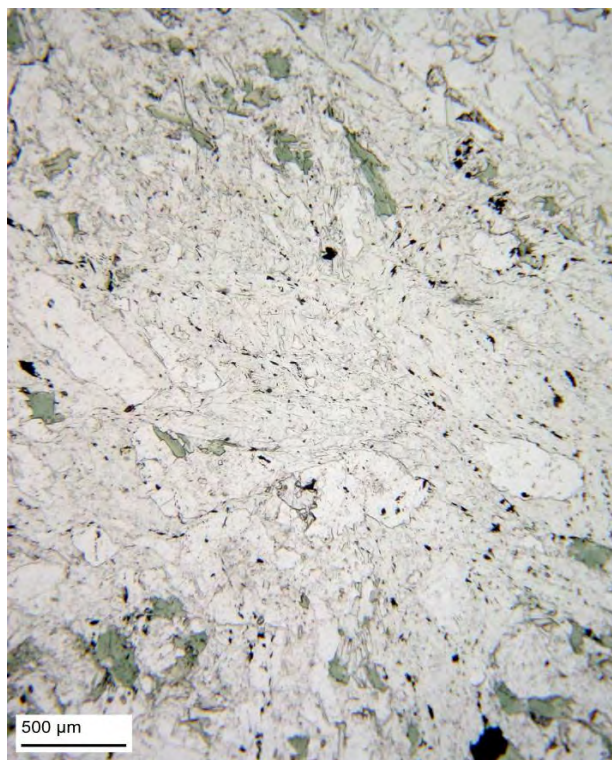


FOTO CON NICOLS PARALLELI

FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) <i>Ivano Gasco</i>	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): <i>Romualdo Tomai</i>
--	--

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R814/1945** Data emissione: **17/11/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: \ Codice provino: **gca47**
 Campione: \ Ricevuto il: **31/10/14**
 Profondità (m): **pk 1+263** Aperto il: **31/10/14**
 Litotipo: **granofels a clorite albite e carbonato**
 Data esecuzione prova: **14/11/14**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Microscopio ottico Nikon Optiphot 

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

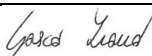
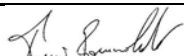
Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol %	φ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Albite	45	0.25-1	peciloblastica equigranulare	omogenea
Clorite	40	< 0.25	lamellare	omogenea
Carbonato	15	0.25-1	granoblastica o schelatrice	disomogenea
Opachi	< 1	0.05-0.25	idioblasti	disomogenea
Rutilo	< 1	< 0.1	prismatico-aciculare	omogenea
Mica bianca	< 1	< 0.2	lamellare	omogenea
Quarzo	< 1	< 0.2	granoblastico	omogenea
Zirconio	< 1	< 0.1	xenomorfo	omogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura:	Struttura isotropa
Pori:	assenti
Microfratture:	assenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:


Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

PAGINA:

1/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R814/1945** Data emissione: **17/11/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: \	Codice provino: gca47	Microscopio ottico Nikon Optiphot 	
Campione: \	Ricevuto il: 31/10/14		
Profondità (m): pk 1+263	Aperto il: 31/10/14		
Litotipo: granofels a clorite albite e carbonato			
Data esecuzione prova: 14/11/14			

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Descrizione petrografica:

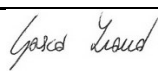
Roccia a grana media priva di foliazione con vene a carbonato + quarzo + clorite + mica bianca. L'abbondanza di opachi, rutilo e clorite indica un protolite di tipo basico.

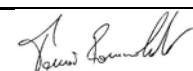
Albite: in pecoloblasti talora con geminazione albite include le altre fasi.

Clorite: in aggregati o in lepidoblasti con pleocroismo da giallo a verde e colore di interferenza marrone. Gli aggregati sono spesso associati a mica bianca + albite talora e trattasi probabilmente di pseudomorfo su anfibolo.

Carbonato: in aggregati o in lepidoblasti con pleocroismo da giallo a verde e colore di interferenza marrone. Gli aggregati sono spesso associati a quarzo + albite talora e trattasi probabilmente di pseudomorfo su anfibolo.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

PAGINA:

2/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R814/1945	Data emissione:	17/11/14	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE Sondaggio: \ Codice provino: gca47 Campione: \ Ricevuto il: 31/10/14 Profondità (m): pk 1+263 Aperto il: 31/10/14 Litotipo: granofels a clorite albite e carbonato Data esecuzione prova: 14/11/14	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata Microscopio ottico Nikon Optiphot ■
---	--

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:

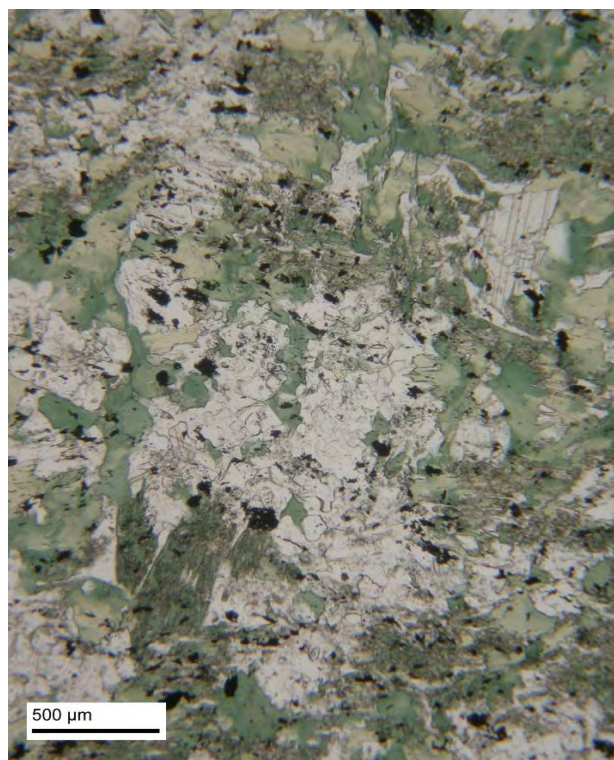


FOTO CON NICOLS PARALLELI

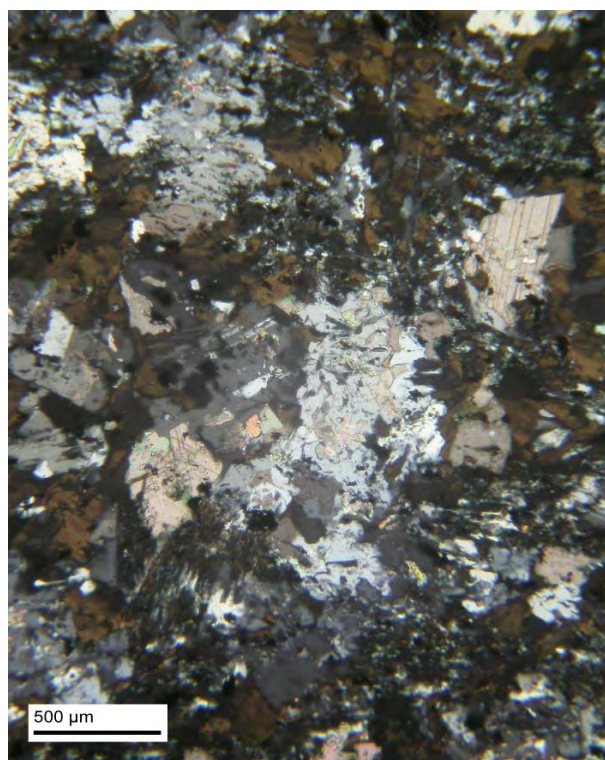



FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) <i>Ivano Gasco</i>	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): <i>Romualdo Tomai</i>
--	--

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R776/1945** Data emissione: **30/09/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	I	Codice provino:	gca46	Microscopio ottico Nikon Optiphot 	
Campione:	B	Ricevuto il:	11/07/14		
Profondità (m):	pk 1+000_1+011	Aperto il:	11/07/14		
Litotipo:	micascisto a carbonato				
Data esecuzione prova:	26/09/14				

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

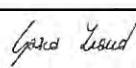
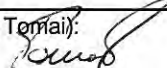
Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol%	φ (mm)	Forma	Abito	Distribuzione
Mica bianca	65%	0.1-0.8	granoblastico interlobato	lamellare	in livelli
Quarzo	15%	0.1-0.4	xenoblastica- peciloblastica	equigranulare	in livelli
Carbonato	19%	0.1-0.4	idioblastica	equigranulare	in livelli
Rutilo	1%	< 0.1	subidioblastico	equigranulare	in livelli

Caratteri microstrutturali:


Struttura:	Struttura granulare
Pori:	assenti
Microfratture:	assenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai) 

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R776/1945	Data emissione:	30/09/14	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	I	Codice provino:	gca46	Microscopio ottico Nikon Optiphot 	
Campione:	B	Ricevuto il:	11/07/14		
Profondità (m):	pk 1+000_1+011	Aperto il:	11/07/14		
Litotipo:	micascisto a carbonato				
Data esecuzione prova:	26/09/14				

Riferimenti normativi:	ISRM 1978
------------------------	-----------

Descrizione petrografica:

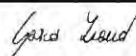
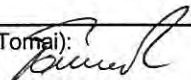
Roccia a grana media con struttura scistosa definita da alternanze di domini micacei e domini quarzo-carbonatici generalmente con morfologia sigmoidale o lentiforme. Il costituente principale della roccia è la mica bianca e subordinatamente carbonato + quarzo.

Mica bianca: in lepidoblasti incolori con un orientazione preferenziale marcata include talora cristalli di rutilo. Presenta generalmente estinzione ondulata e sono riconoscibili individui relitti precedenti alla foliazione e individui cresciuti privi di orientazione sopra la foliazione.

Quarzo: si presenta in granoblasti con bordi interlobati e localmente con struttura a subgranuli ed estinzione ondulata.

Carbonato: in individui granoblastici interlobati associati al quarzo. Non reagisce all' HCl su campione a mano e trattasi probabilmente di dolomite.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tormai) 
---	--

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R776/1945	Data emissione:	30/09/14	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: \	Microscopio ottico Nikon Optiphot <input type="checkbox"/>
Campione: B	
Profondità (m): pk 1+000_1+011	
Litotipo: micascisto a carbonato	
Data esecuzione prova:	26/09/14

Riferimenti normativi:	ISRM 1978
------------------------	-----------

Documentazione fotografica:



FOTO CON NICOLS PARALLELI

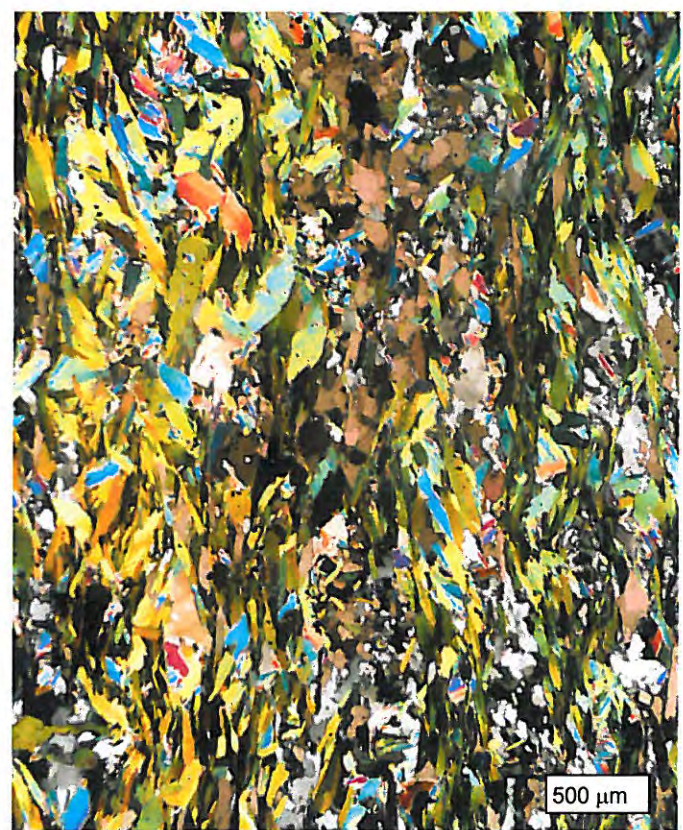


FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) <i>Ivano Gasco</i>	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai) <i>Romualdo Tomai</i>
--	---

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R775/1945** Data emissione: **30/09/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE Sondaggio: \ Codice provino: gca45 Campione: A Ricevuto il: 11/07/14 Profondità (m): pk 1+000_1+011 Aperto il: 11/07/14 Litotipo: granofels ad albite, quarzo e fengite Data esecuzione prova: 26/09/14	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata Microscopio ottico Nikon Optiphot <input type="checkbox"/>
--	---

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol%	φ (mm)	Forma	Abito	Distribuzione
Quarzo	50%	0.1-0.3	granoblastico interlobato	equigranulare	omogenea
Albite	40%	0.5-1.0	xenoblastica- peciloblastica	inequigranulare	omogenea
Mica bianca (fengite)	5%	0.05-0.7	idioblastica	lamellare	omogenea
Carbonato	1%	0.05-0.2	subidioblastico	equigranulare	omogenea
Opachi	2%	0.05-0.2	idioblastico	equigranulare	omogenea
Zircone	< 1 %	0.05-0.1	idioblastica	equigranulare	omogenea
Biotite	< 1 %	< 0.05	idioblastica	lamellare	omogenea

Caratteri microstrutturali:


Struttura:	Struttura granulare
Pori:	assenti
Microfratture:	assenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) *Ivano Gasco* Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai) *Romualdo Tomai*

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R775/1945	Data emissione:	30/09/14	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca45	Microscopio ottico Nikon Optiphot 	
Campione:	A	Ricevuto il:	11/07/14		
Profondità (m):	pk 1+000_1+011	Aperto il:	11/07/14		
Litotipo:	granofels ad albite, quarzo e fengite				
Data esecuzione prova:	26/09/14				

Riferimenti normativi:	ISRM 1978
------------------------	-----------

Descrizione petrografica:

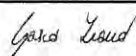
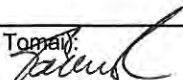
Roccia a grana media con microstruttura equigranulare ed isotropa costituita prevalentemente da albite + quarzo + mica bianca (fengite) mentre i minerali accessori sono costituiti da opachi, carbonato, zircone e biotite. Le caratteristiche petrografiche potrebbero indicare che il protolite della roccia fosse un granito a biotite a grana media.

Albite: si presenta in peciloblasti generalmente con struttura a subgranuli e raramente con geminazione albite. Ha forma xenoblastica e include quarzo e aggregati di mica bianca. La presenza di aggregati ed niclusi di mica bianca indicherebbe che l'albite si sia formata a spese di un feldspato alcalino

Quarzo: si presenta in granoblasti con bordi interlobati e localmente con struttura a subgranuli ed estinzione ondulata.

Mica bianca: in lepidoblasti non orientati mostra un debole pleocrosimo dal giallo a verde pallido. Localmente presenta dei settori con pleocrosimo da giallo a marrone che indicano la presenza di biotite relitta. Il debole pleocrosimo e il colore verde indicherebbero trattarsi di fengite, che potrebbe essersi formata a spese di biotite magmatica.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai) 
---	---

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R775/1945	Data emissione:	30/09/14	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca45	Microscopio ottico Nikon Optiphot ■	
Campione:	A	Ricevuto il:	11/07/14		
Profondità (m):	pk 1+000_1+011	Aperto il:	11/07/14		
Litotipo:	granofels ad albite, quarzo e fengite				
Data esecuzione prova:	26/09/14				

Riferimenti normativi:	ISRM 1978
------------------------	-----------

Documentazione fotografica:

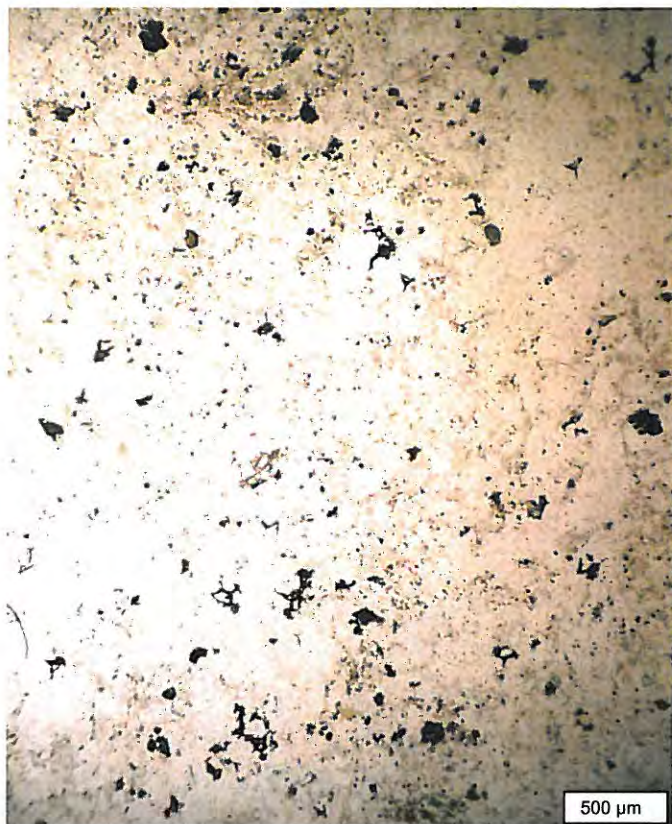


FOTO CON NICOLS PARALLELI



FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) <i>Ivano Gasco</i>	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai) <i>Romualdo Tomai</i>
--	---

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R655/1945** Data emissione: **20/05/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca13	Microscopio ottico <input type="checkbox"/>	
Campione:	C3	Ricevuto il:	22/04/14		
Profondità (m):	pk 0+556	Aperto il:	22/04/14		
Litotipo:	gneiss aplitico				
Data esecuzione prova:	19/05/14				

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

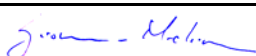
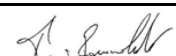
Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol%	φ (mm)	Forma	Abito	Distribuzione
Quarzo	40%	0.1-1.0	disequigranulare	xenoblastico	omogenea
Feldspato alcalino	27%	0.5-1.2	disequigranulare	subidioblastico	omogenea
Plagioclasio	20%	0.2-0.8	equigranulare	subidioblastico	omogenea
Muscovite	10%	0.1-0.8	lamellare	subidioblastico	omogenea
Titanite	2%	0.05-0.2	disequigranulare	subidioblastico	omogenea
Opachi	1%	0.05-0.1	equigranulare	subidioblastico	omogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura:	Microstruttura gneissica
Pori:	presenti
Microfratture:	assenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara): 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
--	--

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R655/1945** Data emissione: **20/05/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

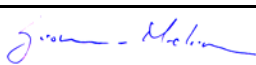
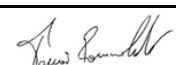
IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: \	Codice provino: gca13	Microscopio ottico	<input type="checkbox"/>
Campione: C3	Ricevuto il: 22/04/14		
Profondità (m): pk 0+556	Aperto il: 22/04/14		
Litotipo: gneiss aplitico			
Data esecuzione prova: 19/05/14			

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Descrizione petrografica:

La roccia presenta una microstruttura gneissica. E' priva di fratture evidenti, ma alcuni componenti sono da debolmente a fortemente alterati.
 I costituenti mineralogici dello gneiss sono:
 -quarzo: è il componente principale della roccia. Si presenta con cristalli irregolari, a volte allungati e presenta la classica estinzione ondulata e microstrutture del tipo "subgrains" che indicano deformazione di bassa temperatura e ricristallizzazione;
 -feldspato alcalino: è presente con cristalli spesso alterati in un aggregato microcristallino incolore al solo polarizzatore (probabilmente sericite);
 -plagioclasio: è presente nella matrice quarzo feldspatica della roccia. Alcuni cristalli presentano la geminazione albite. Non risulta alterato;
 -muscovite: la mica bianca costituisce sottili e discontinui livelli lepidoblastici. E' incolore al solo polarizzatore e presenta i classici colori di interferenza del 2°/3° ordine a nicols incrociati;
 -opachi: si concentrano soprattutto nelle porzioni quarzo-feldspatiche della roccia in cui si presentano con una forma irregolare;
 -titanite: è presente con piccoli cristalli dalla forma irregolare e dall'alto rilievo.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R655/1945	Data emissione:	20/05/14	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca13
Campione:	C3	Ricevuto il:	22/04/14
Profondità (m):	pk 0+556	Aperto il:	22/04/14
Litotipo:	gneiss aplitico		
Data esecuzione prova:	19/05/14		
		Microscopio ottico <input type="checkbox"/>	

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:

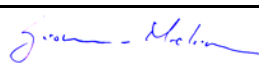


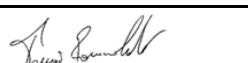
FOTO CON NICOLS PARALLELI



FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara): 

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

PAGINA: **3/3**

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R654/1945** Data emissione: **20/05/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: \ Codice provino: gca9 Campione: C3 Ricevuto il: 11/04/14 Profondità (m): pk 0+535 Aperto il: 11/04/14 Litotipo: gneiss aplitico Data esecuzione prova: 19/05/14	Microscopio ottico <input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

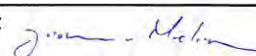
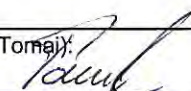
Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol%	φ (mm)	Forma	Abito	Distribuzione
Quarzo	50%	0.1-0.8	disequigranulare	xenoblastico	omogenea
Feldspato alcalino	15%	0.2-1.0	disequigranulare	subidioblastico	omogenea
Plagioclasio	10%	0.1-0.8	disequigranulare	subidioblastico	omogenea
Muscovite	20%	0.1-0.7	lamellare	idioblastico	disomogenea
Titanite	4%	0.05-0.2	disequigranulare	subidioblastico	omogenea
Opachi	1%	0.05-0.1	disequigranulare	subidioblastico	omogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura:	Microstruttura gneissica
Pori:	presenti
Microfratture:	assenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomasi): 

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

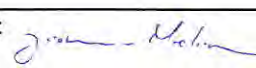
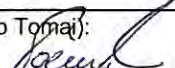
Rapporto n.	R654/1945	Data emissione:	20/05/14	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca9	Microscopio ottico	<input type="checkbox"/>
Campione:	C3	Ricevuto il:	11/04/14		
Profondità (m):	pk 0+535	Aperto il:	11/04/14		
Litotipo:	gneiss aplitico				
Data esecuzione prova:	19/05/14				

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Descrizione petrografica:
La roccia presenta una microstruttura gneissica. E' priva di fratture evidenti.
I costituenti mineralogici dello gneiss sono:
-quarzo: è il componente principale della roccia. Si presenta con cristalli irregolari, a volte allungati e presenta la classica estinzione ondulata e microstrutture del tipo "subgrains" che indicano deformazione di bassa temperatura e ricristallizzazione;
-feldspato alcalino: è presente con cristalli subidioblastici, dalla forma irregolare. Può contenere piccoli cristalli di quarzo. Non presenta evidente alterazione;
-plagioclasio: è presente nella matrice quarzo feldspatica della roccia. Alcuni cristalli presentano la geminazione albite. Non risulta alterato;
-muscovite: la mica bianca costituisce sottili livelli lepidoblastici che si alternano ai livelli granoblastici costituiti principalmente da quarzo e feldspati. E' incolore al solo polarizzatore e presenta i classici colori di interferenza del 2°/3° ordine a nicols incrociati;
-opachi: si concentrano soprattutto nelle porzioni quarzo-feldspatiche della roccia in cui si presentano con una forma irregolare;
-titanite: è presente con piccoli cristalli dalla forma irregolare e dall'alto rilievo.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R654/1945** Data emissione: **20/05/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: **I** Codice provino: **gca9**
 Campione: **C3** Ricevuto il: **11/04/14**
 Profondità (m): **pk 0+535** Aperto il: **11/04/14**
 Litotipo: **gneiss aplitico**
 Data esecuzione prova: **19/05/14**

Microscopio ottico

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:



FOTO CON NICOLS PARALLELI

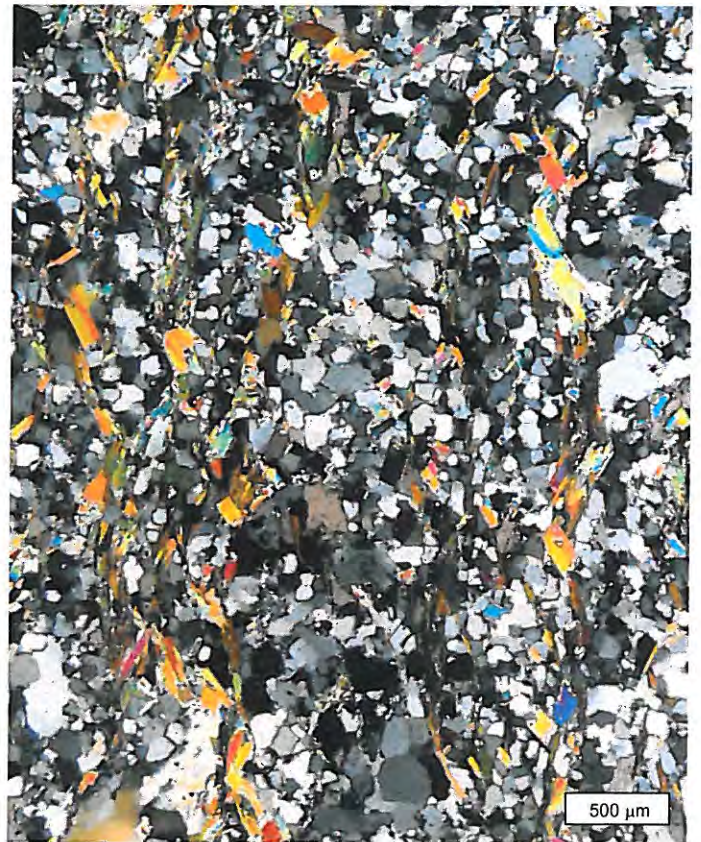
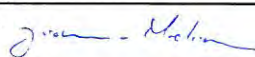


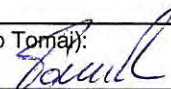
FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara):



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomaj):



PAGINA:

3/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R653/1945** Data emissione: **20/05/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: \ Codice provino: gca23	Microscopio ottico <input type="checkbox"/>
Campione: C2 Ricevuto il: 24/04/14	
Profondità (m): pk 0+505 Aperto il: 28/04/14	
Litotipo: gneiss aplitico	
Data esecuzione prova: 19/05/14	

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

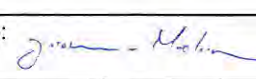

Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol%	f (mm)	Forma	Abito	Distribuzione
Quarzo	45%	0.2-1.2	disequigranulare	xenoblastico	omogenea
Feldspato alcalino	25%	0.5-1.0	disequigranulare	xenoblastico	omogenea
Plagioclasio	20%	0.2-0.8	equigranulare	subidioblastico	omogenea
Muscovite	8%	0.1-0.8	lamellare	subidioblastico	disomogenea
Titanite	1%	0.05-0.2	disequigranulare	subidioblastico	omogenea
Opachi	1%	0.05-0.1	equigranulare	subidioblastico	omogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura:	Microstruttura gneissica
Pori:	presenti
Microfratture:	assenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R653/1945** Data emissione: **20/05/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

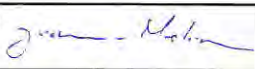

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	I	Codice provino:	gca23	Microscopio ottico	<input type="checkbox"/>
Campione:	C2	Ricevuto il:	24/04/14		
Profondità (m):	pk 0+505	Aperto il:	28/04/14		
Litotipo:	gneiss aplitico				
Data esecuzione prova:	19/05/14				

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Descrizione petrografica:

La roccia presenta una microstruttura gneissica. E' priva di fratture evidenti, ma alcuni componenti sono fortemente alterati. I costituenti mineralogici dello gneiss sono:
 -quarzo: è il componente principale della roccia. Si presenta con cristalli irregolari, a volte allungati e presenta la classica estinzione ondulata e microstrutture del tipo "subgrains" che indicano deformazione di bassa temperatura e ricristallizzazione;
 -feldspato alcalino: è presente con cristalli spesso fortemenete alterati in un aggregato microcristallino incolore al solo polarizzatore (probabilmente sericite);
 -plagioclasio: è presente nella matrice quarzo feldspatica della roccia. Alcuni cristalli presentano la geminazione albite. Non risulta alterato;
 -muscovite: la mica bianca costituisce sottili e discontinui livelli lepidoblastici. E' incolore al solo polarizzatore e presenta i classici colori di interferenza del 2°/3° ordine a nicols incrociati;
 -opachi: si concentrano soprattutto nelle porzioni quarzo-feldspatiche della roccia;
 -titanite: è presente con piccoli cristalli dalla forma irregolare e dall'alto rilievo.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomari): 

PAGINA: 2/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R653/1945** Data emissione: **20/05/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	I	Codice provino:	gca23	Microscopio ottico	<input type="checkbox"/>
Campione:	C2	Ricevuto il:	24/04/14		
Profondità (m):	pk 0+505	Aperto il:	28/04/14		
Litotipo:	gneiss aplitico				
Data esecuzione prova:	19/05/14				

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:



FOTO CON NICOLS PARALLELI

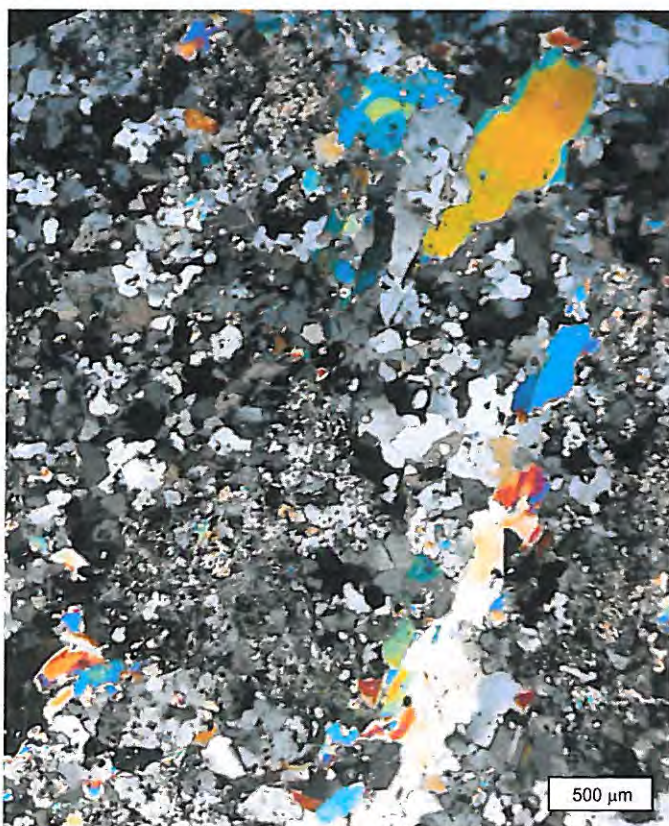
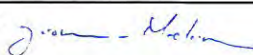


FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara):



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomasi):



PAGINA:

3/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R653/1945** Data emissione: **20/05/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	Apparecchiatura e strumentazione utilizzata
Sondaggio: \ Codice provino: gca23	Microscopio ottico <input type="checkbox"/>
Campione: C2 Ricevuto il: 24/04/14	
Profondità (m): pk 0+505 Aperto il: 28/04/14	
Litotipo: gneiss aplitico	
Data esecuzione prova: 19/05/14	

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

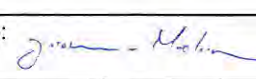

Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol%	f (mm)	Forma	Abito	Distribuzione
Quarzo	45%	0.2-1.2	disequigranulare	xenoblastico	omogenea
Feldspato alcalino	25%	0.5-1.0	disequigranulare	xenoblastico	omogenea
Plagioclasio	20%	0.2-0.8	equigranulare	subidioblastico	omogenea
Muscovite	8%	0.1-0.8	lamellare	subidioblastico	disomogenea
Titanite	1%	0.05-0.2	disequigranulare	subidioblastico	omogenea
Opachi	1%	0.05-0.1	equigranulare	subidioblastico	omogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura:	Microstruttura gneissica
Pori:	presenti
Microfratture:	assenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R653/1945** Data emissione: **20/05/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

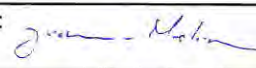

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	I	Codice provino:	gca23
Campione:	C2	Ricevuto il:	24/04/14
Profondità (m):	pk 0+505	Aperto il:	28/04/14
Litotipo:	gneiss aplitico		
Data esecuzione prova:	19/05/14		

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Descrizione petrografica:

La roccia presenta una microstruttura gneissica. E' priva di fratture evidenti, ma alcuni componenti sono fortemente alterati. I costituenti mineralogici dello gneiss sono:
 -quarzo: è il componente principale della roccia. Si presenta con cristalli irregolari, a volte allungati e presenta la classica estinzione ondulata e microstrutture del tipo "subgrains" che indicano deformazione di bassa temperatura e ricristallizzazione;
 -feldspato alcalino: è presente con cristalli spesso fortemenete alterati in un aggregato microcristallino incolore al solo polarizzatore (probabilmente sericite);
 -plagioclasio: è presente nella matrice quarzo feldspatica della roccia. Alcuni cristalli presentano la geminazione albite. Non risulta alterato;
 -muscovite: la mica bianca costituisce sottili e discontinui livelli lepidoblastici. E' incolore al solo polarizzatore e presenta i classici colori di interferenza del 2°/3° ordine a nicols incrociati;
 -opachi: si concentrano soprattutto nelle porzioni quarzo-feldspatiche della roccia;
 -titanite: è presente con piccoli cristalli dalla forma irregolare e dall'alto rilievo.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomari): 

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R653/1945** Data emissione: **20/05/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: **I** Codice provino: **gca23**
 Campione: **C2** Ricevuto il: **24/04/14**
 Profondità (m): **pk 0+505** Aperto il: **28/04/14**
 Litotipo: **gneiss aplitico**
 Data esecuzione prova: **19/05/14**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Microscopio ottico

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:



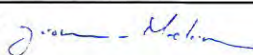
FOTO CON NICOLS PARALLELI



FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara):



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomasi):



PAGINA:

3/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R652/1945** Data emissione: **20/05/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca18	Microscopio ottico	<input type="checkbox"/>
Campione:	C1	Ricevuto il:	24/04/14		
Profondità (m):	pk 0+344	Aperto il:	28/04/14		
Litotipo:	gneiss aplitico				
Data esecuzione prova:			19/05/14		

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

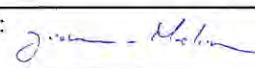

Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol%	φ (mm)	Forma	Abito	Distribuzione
Quarzo	45%	0.1-1.0	disequigranulare	xenoblastico	omogenea
Feldspato alcalino	25%	0.4-1.2	disequigranulare	xenoblastico	omogenea
Plagioclasio	20%	0.2-0.6	equigranulare	subidioblastico	omogenea
Muscovite	6%	0.1-1.0	lamellare	subidioblastico	disomogenea
Titanite	3%	0.05-0.2	disequigranulare	subidioblastico	omogenea
Opachi	1%	0.05-0.1	equigranulare	subidioblastico	omogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura:	Microstruttura gneissica
Pori:	presenti
Microfratture:	assenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

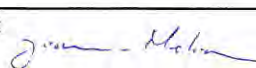
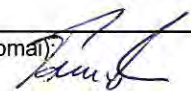
Rapporto n.	R652/1945	Data emissione:	20/05/14	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca18	Microscopio ottico	<input type="checkbox"/>
Campione:	C1	Ricevuto il:	24/04/14		
Profondità (m):	pk 0+344	Aperto il:	28/04/14		
Litotipo:	gneiss aplitico				
Data esecuzione prova:	19/05/14				

Riferimenti normativi:	ISRM 1978
------------------------	------------------

Descrizione petrografica:
La roccia presenta una microstruttura gneissica. E' priva di fratture evidenti, ma alcuni componenti sono fortemente alterati. I costituenti mineralogici dello gneiss sono:
-quarzo: è il componente principale della roccia. Si presenta con cristalli irregolari, a volte allungati e presenta la classica estinzione ondulata e microstrutture del tipo "subgrains" che indicano deformazione di bassa temperatura e ricristallizzazione;
-feldspato alcalino: è presente con cristalli spesso alterati in un aggregato microcristallino incolore al solo polarizzatore (probabilmente sericite);
-plagioclasio: è presente nella matrice quarzo feldspatica della roccia. Alcuni cristalli presentano la geminazione albite. Non risulta alterato;
-muscovite: la mica bianca costituisce sottili e discontinui livelli lepidoblastici. E' incolore al solo polarizzatore e presenta i classici colori di interferenza del 2°/3° ordine a nicols incrociati;
-opachi: si concentrano soprattutto nelle porzioni quarzo-feldspatiche della roccia;
-titanite: è presente con piccoli cristalli dalla forma irregolare e dall'alto rilievo.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara): 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Toma): 
--	---

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R652/1945	Data emissione:	20/05/14	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio:	\	Codice provino:	gca18
Campione:	C1	Ricevuto il:	24/04/14
Profondità (m):	pk 0+344	Aperto il:	28/04/14
Litotipo:	gneiss aplitico		
Data esecuzione prova:	19/05/14		

Microscopio ottico

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:



FOTO CON NICOLS PARALLELI

FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara): *Giovanni Michiara*

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): *Romualdo Tomai*

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R652/1945** Data emissione: **20/05/14** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca18	Microscopio ottico	<input type="checkbox"/>
Campione:	C1	Ricevuto il:	24/04/14		
Profondità (m):	pk 0+344	Aperto il:	28/04/14		
Litotipo:	gneiss aplitico				
Data esecuzione prova:				19/05/14	

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

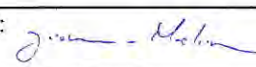

Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol%	φ (mm)	Forma	Abito	Distribuzione
Quarzo	45%	0.1-1.0	disequigranulare	xenoblastico	omogenea
Feldspato alcalino	25%	0.4-1.2	disequigranulare	xenoblastico	omogenea
Plagioclasio	20%	0.2-0.6	equigranulare	subidioblastico	omogenea
Muscovite	6%	0.1-1.0	lamellare	subidioblastico	disomogenea
Titanite	3%	0.05-0.2	disequigranulare	subidioblastico	omogenea
Opachi	1%	0.05-0.1	equigranulare	subidioblastico	omogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura:	Microstruttura gneissica
Pori:	presenti
Microfratture:	assenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

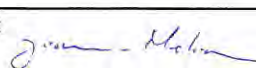
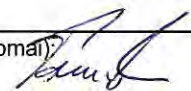
Rapporto n.	R652/1945	Data emissione:	20/05/14	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca18	Microscopio ottico	<input type="checkbox"/>
Campione:	C1	Ricevuto il:	24/04/14		
Profondità (m):	pk 0+344	Aperto il:	28/04/14		
Litotipo:	gneiss aplitico				
Data esecuzione prova:	19/05/14				

Riferimenti normativi:	ISRM 1978
------------------------	------------------

Descrizione petrografica:
La roccia presenta una microstruttura gneissica. E' priva di fratture evidenti, ma alcuni componenti sono fortemente alterati. I costituenti mineralogici dello gneiss sono:
-quarzo: è il componente principale della roccia. Si presenta con cristalli irregolari, a volte allungati e presenta la classica estinzione ondulata e microstrutture del tipo "subgrains" che indicano deformazione di bassa temperatura e ricristallizzazione;
-feldspato alcalino: è presente con cristalli spesso alterati in un aggregato microcristallino incolore al solo polarizzatore (probabilmente sericite);
-plagioclasio: è presente nella matrice quarzo feldspatica della roccia. Alcuni cristalli presentano la geminazione albite. Non risulta alterato;
-muscovite: la mica bianca costituisce sottili e discontinui livelli lepidoblastici. E' incolore al solo polarizzatore e presenta i classici colori di interferenza del 2°/3° ordine a nicols incrociati;
-opachi: si concentrano soprattutto nelle porzioni quarzo-feldspatiche della roccia;
-titanite: è presente con piccoli cristalli dalla forma irregolare e dall'alto rilievo.

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara): 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Toma): 
--	---

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n.	R652/1945	Data emissione:	20/05/14	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio:	\	Codice provino:	gca18
Campione:	C1	Ricevuto il:	24/04/14
Profondità (m):	pk 0+344	Aperto il:	28/04/14
Litotipo:	gneiss aplitico		
Data esecuzione prova:	19/05/14		

Microscopio ottico

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:



FOTO CON NICOLS PARALLELI

FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Giovanni Michiara): *Giovanni Michiara*

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): *Romualdo Tomai*



TECNO PIEMONTE S.p.A.

CENTRO PROVE - RICERCHE - AMBIENTE - SERVIZI PER INGEGNERIA
AUT. MIN.: INTERNO - SALUTE - SVILUPPO ECONOMICO - ISTRUZIONE UNIVERSITA' E RICERCA
INFRASTRUTTURE E TRASPORTI ART. 20 LEGGE 1086/71 - DPR. 380/01
INDAGINI - GEOTECNICA TERRENI E ROCCE - MARCATURA CE ORGANISMO NOTIFICATO N° 1372



Committente: VENAUS S.c.a r.l.
Via Trieste, 76
48122 Ravenna

Certificato di prova n.:	00965/GT	del	31/03/2014
Verbale di accettazione n.:	495/GT	del	06/03/2014
Vs. rif.:	-		

ESAME PETROGRAFICO (PIETRE NATURALI)	
Normativa di riferimento: UNI EN 12407	
Cantiere: Cunicolo esplorativo LTF La Maddalena - Chiomonte (TO)	
Data prova: 13/03/2014	Data consegna campione: 06/03/2014
IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	
Contrassegno/camp. n.: C1	Data di prelievo: 06/03/2014
Sito/Sondaggio: PK 0+410 - paramento sinistro	Prof./Quota prelievo (m): -
Descrizione macroscopica: roccia metamorfica	
<u>Modalità di prova</u> L'esame è stato effettuato su una sezione sottile di roccia mediante microscopio petrografico binoculare a luce polarizzata.	
<u>Descrizione petrografica</u> Roccia metamorfica a grana medio-fine, con struttura eteroblastica, e tessitura inequigranulare da poligonale a interlobata. I cristalli non presentano un'orientazione preferenziale (tessitura isotropa). La roccia è costituita prevalentemente da quarzo, con subordinata mica bianca (sia primaria che secondaria come risultato dell'alterazione del feldspato), e feldspato alcalino. Il quarzo si presenta con abito da subedrale ad anedrale e risulta privo di fenomeni di ricristallizzazione dinamica, la mica bianca ha abito variabile da euedrale ad anedrale (nella mica bianca secondaria) mentre i feldspati alcalini mostrano abito da subedrale ad anedrale e risultano fortemente alterati da aggregati microcristallini di fillosilicati (sericite). E' presente una piccola percentuale di calcite di probabile origine secondaria.	
Composizione modale	(% stimata)
Quarzo	80
Mica bianca + sericite	12
K-feldspati	5
Calcite	2
Ossidi	<1
<i>Definizione petrografica della roccia (UNI EN 12670:2003)</i> QUARZITE	
<u>Documentazione fotografica</u> sn. nicols // ds. nicols X - Ingrandimento immagini 40 X	
Aspetto generale della roccia	
	

Lo sperimentatore
Dott. Geol. Mauro BIANCO

Il direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Geol. Marco BETTIO

SEDE AMM. / OPERATIVA:
Statale Valsesia, 20
13035 Lenta (Vc)

SEDE LEGALE:
Via C. Pizzorno, 12
28078 Romagnano Sesia (No)

UNITÀ LOCALI:
13836 Cossato (Bi) - Via Corridoni, 54
00161 Roma - Via De Rossi, 4



TECNO PIEMONTE S.p.A.

CENTRO PROVE - RICERCHE - AMBIENTE - SERVIZI PER INGEGNERIA
AUT. MIN.: INTERNO - SALUTE - SVILUPPO ECONOMICO - ISTRUZIONE UNIVERSITA' E RICERCA
INFRASTRUTTURE E TRASPORTI ART. 20 LEGGE 1086/71 - DPR. 380/01
INDAGINI - GEOTECNICA TERRENI E ROCCE - MARCATURA CE ORGANISMO NOTIFICATO N° 1372



Committente: VENAUS S.c.a r.l.
Via Trieste, 76
48122 Ravenna

Certificato di prova n.:	00965/GT	del	31/03/2014
Verbale di accettazione n.:	495/GT	del	06/03/2014
Vs. rif.:	-		

ESAME PETROGRAFICO (PIETRE NATURALI)	
Normativa di riferimento: UNI EN 12407	
Cantiere: Cunicolo esplorativo LTF La Maddalena - Chiomonte (TO)	
Data prova: 13/03/2014	Data consegna campione: 06/03/2014
IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	
Contrassegno/camp. n.: C1	Data di prelievo: 06/03/2014
Sito/Sondaggio: PK 0+410 - paramento sinistro	Prof./Quota prelievo (m): -
Descrizione macroscopica: roccia metamorfica	
<u>Modalità di prova</u> L'esame è stato effettuato su una sezione sottile di roccia mediante microscopio petrografico binoculare a luce polarizzata.	
<u>Descrizione petrografica</u> Roccia metamorfica a grana medio-fine, con struttura eteroblastica, e tessitura inequigranulare da poligonale a interlobata. I cristalli non presentano un'orientazione preferenziale (tessitura isotropa). La roccia è costituita prevalentemente da quarzo, con subordinata mica bianca (sia primaria che secondaria come risultato dell'alterazione del feldspato), e feldspato alcalino. Il quarzo si presenta con abito da subedrale ad anedrale e risulta privo di fenomeni di ricristallizzazione dinamica, la mica bianca ha abito variabile da euedrale ad anedrale (nella mica bianca secondaria) mentre i feldspati alcalini mostrano abito da subedrale ad anedrale e risultano fortemente alterati da aggregati microcristallini di fillosilicati (sericite). E' presente una piccola percentuale di calcite di probabile origine secondaria.	
Composizione modale	(% stimata)
Quarzo	80
Mica bianca + sericite	12
K-feldspati	5
Calcite	2
Ossidi	<1
<i>Definizione petrografica della roccia (UNI EN 12670:2003)</i> QUARZITE	
<u>Documentazione fotografica</u> sn. nicols // ds. nicols X - Ingrandimento immagini 40 X	
Aspetto generale della roccia	
	

Lo sperimentatore
Dott. Geol. Mauro BIANCO

Il direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Geol. Marco BETTIO

SEDE AMM. / OPERATIVA:
Statale Valsesia, 20
13035 Lenta (Vc)

SEDE LEGALE:
Via C. Pizzorno, 12
28078 Romagnano Sesia (No)

UNITÀ LOCALI:
13836 Cossato (Bi) - Via Corridoni, 54
00161 Roma - Via De Rossi, 4



TECNO PIEMONTE S.p.A.

CENTRO PROVE - RICERCHE - AMBIENTE - SERVIZI PER INGEGNERIA
AUT. MIN.: INTERNO - SALUTE - SVILUPPO ECONOMICO - ISTRUZIONE UNIVERSITA' E RICERCA
INFRASTRUTTURE E TRASPORTI ART. 20 LEGGE 1086/71 - DPR. 380/01
INDAGINI - GEOTECNICA TERRENI E ROCCE - MARCATURA CE ORGANISMO NOTIFICATO N° 1372



Committente: VENAUS S.c.a.r.l.

Via Trieste, 76

48122 Ravenna

Certificato di prova n.:	03285/GT	del	26/09/2013
Verbale di accettazione n.:	2336/GT	del	30/08/2013
Vs. rif.:	-		

ESAME PETROGRAFICO (PIETRE NATURALI)

Normativa di riferimento: UNI EN 12407

Cantiere: Cunicolo esplorativo LTF La Maddalena - Chiomonte (TO)

Data prova: 26/09/2013

Data consegna campione: 29/08/2013

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Contrassegno/camp. n.: C2 - cassetta n. 3

Data di prelievo: --

Sito/Sondaggio: PK 0+198

Prof./Quota prelievo (m): 209.83 - 210.00

Descrizione Macroscopica: roccia metamorfica

Modalità di prova

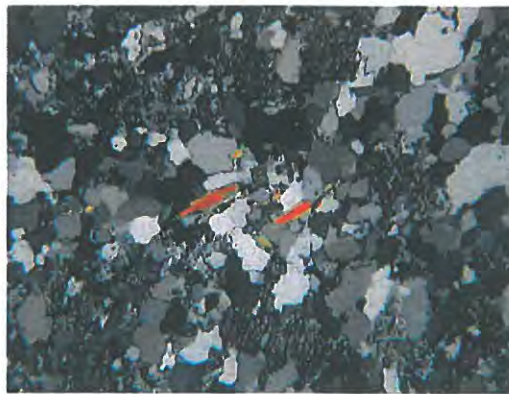
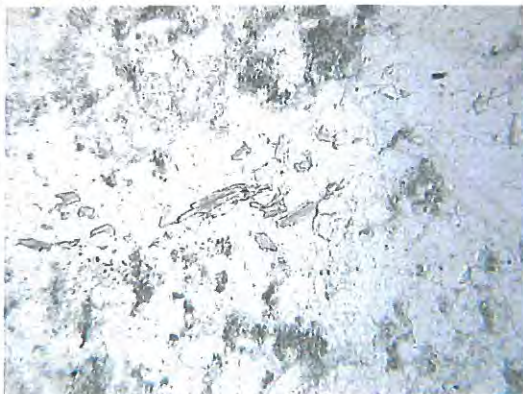
L'esame è stato effettuato su una sezione sottile di roccia mediante microscopio petrografico binoculare a luce polarizzata.

Descrizione petrografica

Roccia metamorfica a grana medio-fine, struttura eteroblastica, tessitura leggermente foliata definita dall'alternanza di livelli granoblastici di quarzo e porfiroclasti di K-feldspato con sottili e discontinui livelli lepidoblastici costituiti da mica bianca. Sono presenti alcuni porfiroclasti di feldspato (K-feldspato e plagioclasio) di dimensioni medio-grandi. Sono presenti mica bianca e clorite. I minerali sialici (quarzo e feldspati) costituiscono la porzione volumetricamente prevalente della roccia. Tra gli accessori sono presenti minerali opachi (ossidi).

Composizione modale	(% stimata)	Definizione petrografica della roccia (UNI EN 12670:2003)
Quarzo	52	GNEISS
Feldspati (Ab+KFeI+PI)	35	
Mica bianca	11	Documentazione fotografica sn. nicols // ds. nicols X - Ingrandimento immagini 40 X
Clorite	1	
Ossidi	<1	

Aspetto generale della roccia



Lo sperimentatore
Dott. Geol. Mauro BIANCO

Il direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Geol. Marco BETTIO

SEDE AMM. / OPERATIVA:
Statale Valsesia, 20
13035 Lenta (Vc)

SEDE LEGALE:
Via C. Pizzorno, 12
28078 Romagnano Sesia (No)

UNITÀ LOCALI:
13836 Cossato (Bi) - Via Corridoni, 54
00161 Roma - Via De Rossi, 4



TECNO PIEMONTE S.p.A.

CENTRO PROVE - RICERCHE - AMBIENTE - SERVIZI PER INGEGNERIA
AUT. MIN.: INTERNO - SALUTE - SVILUPPO ECONOMICO - ISTRUZIONE UNIVERSITA' E RICERCA
INFRASTRUTTURE E TRASPORTI ART. 20 LEGGE 1086/71 - DPR. 380/01
INDAGINI - GEOTECNICA TERRENI E ROCCE - MARCATURA €€ ORGANISMO NOTIFICATO N° 1372



Committente: **VENAUS S.c.a r.l.**
Via Trieste, 76
48122 Ravenna

Certificato di prova n.:	03292/GT	del	26/09/2013
Verbale di accettazione n.:	2336/GT	del	30/08/2013
Vs. rif.:	-		

ESAME PETROGRAFICO (PIETRE NATURALI)	
Normativa di riferimento: UNI EN 12407	
Cantiere: Cunicolo esplorativo LTF La Maddalena - Chiomonte (TO)	
Data prova: 26/09/2013	Data consegna campione: 29/08/2013
IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	
Contrassegno/camp. n.: C7 - cassetta n. 6	Data di prelievo: --
Sito/Sondaggio: PK 0+198	Prof./Quota prelievo (m): 225.82 - 226.00
Descrizione Macroscopica: roccia metamorfica	
<u>Modalità di prova</u> L'esame è stato effettuato su una sezione sottile di roccia mediante microscopio petrografico binoculare a luce polarizzata.	
<u>Descrizione petrografica</u> Roccia metamorfica a grana medio-fine, struttura eteroblastica, tessitura leggermente foliata definita dall'orientazione preferenziale dei porfiroclasti di K-feldspato nei livelli granoblastici di quarzo. Sono presenti alcuni porfiroclasti di feldspato (K-feldspato e plagioclasio) di medie dimensioni, spesso alterati in sericite. Sono presenti mica bianca, calcite e clorite. I minerali sialici (quarzo e feldspati) costituiscono la porzione volumetricamente prevalente della roccia. Tra gli accessori sono presenti minerali opachi (ossidi).	
Composizione modale	(% stimata)
Quarzo	50
Feldspati (Ab+KFe+Pl)	35
Mica bianca	10
Calcite	2
Clorite	2
Ossidi	<1
Definizione petrografica della roccia (UNI EN 12670:2003)	
GNEISS	
<u>Documentazione fotografica</u> sn. nicols // ds. nicols X - Ingrandimento immagini 40 X	
Aspetto generale della roccia	

Lo sperimentatore
Dott. Geol. Mauro BIANCO

Il direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Geol. Marco BETTIO

SEDE AMM. / OPERATIVA:
Statale Valsesia, 20
13035 Lenta (Vc)

SEDE LEGALE:
Via C. Pizzorno, 12
28078 Romagnano Sesia (No)

UNITÀ LOCALI:
13836 Cossato (Bi) - Via Corridoni, 54
00161 Roma - Via De Rossi, 4



TECNO PIEMONTE S.p.A.

CENTRO PROVE - RICERCHE - AMBIENTE - SERVIZI PER INGEGNERIA
AUT. MIN.: INTERNO - SALUTE - SVILUPPO ECONOMICO - ISTRUZIONE UNIVERSITA' E RICERCA
INFRASTRUTTURE E TRASPORTI ART. 20 LEGGE 1086/71 - DPR. 380/01
INDAGINI - GEOTECNICA TERRENI E ROCCE - MARCATURA CE ORGANISMO NOTIFICATO N° 1372



Committente: **VENAUS S.c.a r.l.**
Via Trieste, 76
48122 Ravenna

Certificato di prova n.:	03302/GT	del	26/09/2013
Verbale di accettazione n.:	2336/GT	del	30/08/2013
Vs. rif.:	-		

ESAME PETROGRAFICO (PIETRE NATURALI)

Normativa di riferimento: UNI EN 12407

Cantiere: Cunicolo esplorativo LTF La Maddalena - Chiomonte (TO)

Data prova: 26/09/2013

Data consegna campione: 29/08/2013

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Contrassegno/camp. n.: C15 - cassetta n. 10

Data di prelievo: --

Sito/Sondaggio: PK 0+198

Prof./Quota prelievo (m): 245.00 - 245.09

Descrizione Macroscopica: roccia metamorfica

Modalità di prova

L'esame è stato effettuato su una sezione sottile di roccia mediante microscopio petrografico binoculare a luce polarizzata.

Descrizione petrografica

Roccia metamorfica a grana medio-fine, struttura eteroblastica, tessitura leggermente foliata definita dall'orientazione preferenziale dei porfiroclasti di K-feldspato nei livelli granoblastici di quarzo. Sono presenti alcuni porfiroclasti di feldspato (K-feldspato e plagioclasio) di medie dimensioni, spesso alterati in sericite. Sono presenti mica bianca, calcite e clorite. I minerali sialici (quarzo e feldspati) costituiscono la porzione volumetricamente prevalente della roccia. Tra gli accessori sono presenti minerali opachi (ossidi).

Composizione modale	(% stimata)
Quarzo	47
Feldspati (Ab+KFe+Pl)	35
Mica bianca	10
Calcite	5
Clorite	2
Ossidi	<1

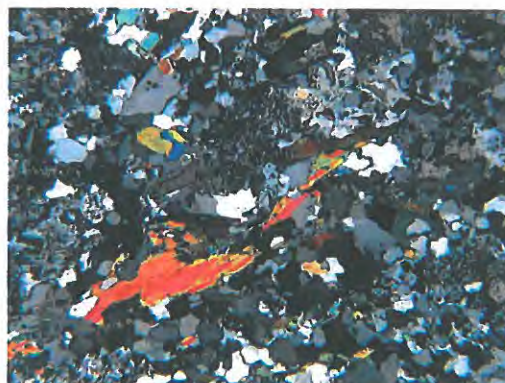
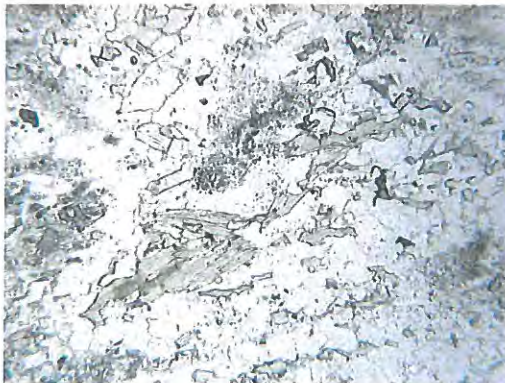
Definizione petrografica della roccia (UNI EN 12670:2003)

GNEISS

Documentazione fotografica

sn. nicols // ds. nicols X - Ingrandimento immagini 40 X

Aspetto generale della roccia



Lo sperimentatore

Dott. Geol. Mauro BIANCO

Il direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Geol. Marco BETTIO

SEDE AMM. / OPERATIVA:
Statale Valsesia, 20
13035 Lenta (Vc)

SEDE LEGALE:
Via C. Pizzorno, 12
28078 Romagnano Sesia (No)

UNITÀ LOCALI:
13836 Cossato (Bi) - Via Corridoni, 54
00161 Roma - Via De Rossi, 4



TECNO PIEMONTE S.p.A.

CENTRO PROVE - RICERCHE - AMBIENTE - SERVIZI PER INGEGNERIA
AUT. MIN.: INTERNO - SALUTE - SVILUPPO ECONOMICO - ISTRUZIONE UNIVERSITA' E RICERCA
INFRASTRUTTURE E TRASPORTI ART. 20 LEGGE 1086/71 - DPR. 380/01
INDAGINI - GEOTECNICA TERRENI E ROCCE - MARCATURA CE ORGANISMO NOTIFICATO N° 1372



Committente: VENAUS S.c.a.r.l.

Via Trieste, 76

48122 Ravenna

Certificato di prova n.:	03285/GT	del	26/09/2013
Verbale di accettazione n.:	2336/GT	del	30/08/2013
Vs. rif.:	-		

ESAME PETROGRAFICO (PIETRE NATURALI)

Normativa di riferimento: UNI EN 12407

Cantiere: Cunicolo esplorativo LTF La Maddalena - Chiomonte (TO)

Data prova: 26/09/2013

Data consegna campione: 29/08/2013

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Contrassegno/camp. n.: C2 - cassetta n. 3

Data di prelievo: --

Sito/Sondaggio: PK 0+198

Prof./Quota prelievo (m): 209.83 - 210.00

Descrizione Macroscopica: roccia metamorfica

Modalità di prova

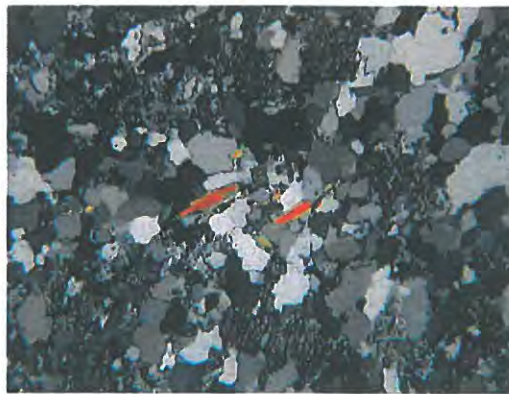
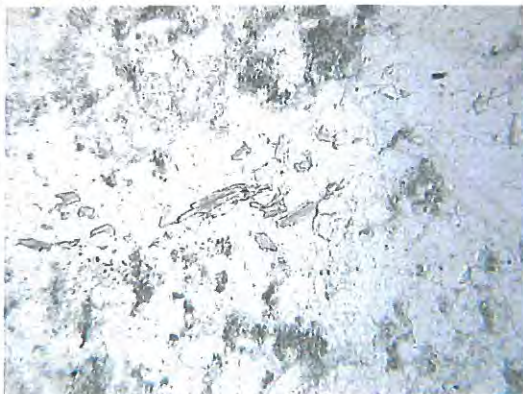
L'esame è stato effettuato su una sezione sottile di roccia mediante microscopio petrografico binoculare a luce polarizzata.

Descrizione petrografica

Roccia metamorfica a grana medio-fine, struttura eteroblastica, tessitura leggermente foliata definita dall'alternanza di livelli granoblastici di quarzo e porfiroclasti di K-feldspato con sottili e discontinui livelli lepidoblastici costituiti da mica bianca. Sono presenti alcuni porfiroclasti di feldspato (K-feldspato e plagioclasio) di dimensioni medio-grandi. Sono presenti mica bianca e clorite. I minerali sialici (quarzo e feldspati) costituiscono la porzione volumetricamente prevalente della roccia. Tra gli accessori sono presenti minerali opachi (ossidi).

Composizione modale	(% stimata)	Definizione petrografica della roccia (UNI EN 12670:2003)
Quarzo	52	GNEISS
Feldspati (Ab+KFe+Pl)	35	
Mica bianca	11	Documentazione fotografica sn. nicols // ds. nicols X - Ingrandimento immagini 40 X
Clorite	1	
Ossidi	<1	

Aspetto generale della roccia



Lo sperimentatore
Dott. Geol. Mauro BIANCO

Il direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Geol. Marco BETTIO

SEDE AMM. / OPERATIVA:
Statale Valsesia, 20
13035 Lenta (Vc)

SEDE LEGALE:
Via C. Pizzorno, 12
28078 Romagnano Sesia (No)

UNITÀ LOCALI:
13836 Cossato (Bi) - Via Corridoni, 54
00161 Roma - Via De Rossi, 4



TECNO PIEMONTE S.p.A.

CENTRO PROVE - RICERCHE - AMBIENTE - SERVIZI PER INGEGNERIA
AUT. MIN.: INTERNO - SALUTE - SVILUPPO ECONOMICO - ISTRUZIONE UNIVERSITA' E RICERCA
INFRASTRUTTURE E TRASPORTI ART. 20 LEGGE 1086/71 - DPR. 380/01
INDAGINI - GEOTECNICA TERRENI E ROCCE - MARCATURA €€ ORGANISMO NOTIFICATO N° 1372



Committente: **VENAUS S.c.a r.l.**
Via Trieste, 76
48122 Ravenna

Certificato di prova n.:	03292/GT	del	26/09/2013
Verbale di accettazione n.:	2336/GT	del	30/08/2013
Vs. rif.:	-		

ESAME PETROGRAFICO (PIETRE NATURALI)	
Normativa di riferimento: UNI EN 12407	
Cantiere: Cunicolo esplorativo LTF La Maddalena - Chiomonte (TO)	
Data prova: 26/09/2013	Data consegna campione: 29/08/2013
IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE	
Contrassegno/camp. n.: C7 - cassetta n. 6	Data di prelievo: --
Sito/Sondaggio: PK 0+198	Prof./Quota prelievo (m): 225.82 - 226.00
Descrizione Macroscopica: roccia metamorfica	
<u>Modalità di prova</u> L'esame è stato effettuato su una sezione sottile di roccia mediante microscopio petrografico binoculare a luce polarizzata.	
<u>Descrizione petrografica</u> Roccia metamorfica a grana medio-fine, struttura eteroblastica, tessitura leggermente foliata definita dall'orientazione preferenziale dei porfiroclasti di K-feldspato nei livelli granoblastici di quarzo. Sono presenti alcuni porfiroclasti di feldspato (K-feldspato e plagioclasio) di medie dimensioni, spesso alterati in sericite. Sono presenti mica bianca, calcite e clorite. I minerali sialici (quarzo e feldspati) costituiscono la porzione volumetricamente prevalente della roccia. Tra gli accessori sono presenti minerali opachi (ossidi).	
Composizione modale	(% stimata)
Quarzo	50
Feldspati (Ab+KFe+Pl)	35
Mica bianca	10
Calcite	2
Clorite	2
Ossidi	<1
Definizione petrografica della roccia (UNI EN 12670:2003)	
GNEISS	
<u>Documentazione fotografica</u> sn. nicols // ds. nicols X - Ingrandimento immagini 40 X	
Aspetto generale della roccia	

Lo sperimentatore
Dott. Geol. Mauro BIANCO

Il direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Geol. Marco BETTIO

SEDE AMM. / OPERATIVA:
Statale Valsesia, 20
13035 Lenta (Vc)

SEDE LEGALE:
Via C. Pizzorno, 12
28078 Romagnano Sesia (No)

UNITÀ LOCALI:
13836 Cossato (Bi) - Via Corridoni, 54
00161 Roma - Via De Rossi, 4



TECNO PIEMONTE S.p.A.

CENTRO PROVE - RICERCHE - AMBIENTE - SERVIZI PER INGEGNERIA
AUT. MIN.: INTERNO - SALUTE - SVILUPPO ECONOMICO - ISTRUZIONE UNIVERSITA' E RICERCA
INFRASTRUTTURE E TRASPORTI ART. 20 LEGGE 1086/71 - DPR. 380/01
INDAGINI - GEOTECNICA TERRENI E ROCCE - MARCATURA CE ORGANISMO NOTIFICATO N° 1372



Committente: **VENAUS S.c.a r.l.**
Via Trieste, 76
48122 Ravenna

Certificato di prova n.:	03302/GT	del	26/09/2013
Verbale di accettazione n.:	2336/GT	del	30/08/2013
Vs. rif.:	-		

ESAME PETROGRAFICO (PIETRE NATURALI)

Normativa di riferimento: UNI EN 12407

Cantiere: Cunicolo esplorativo LTF La Maddalena - Chiomonte (TO)

Data prova: 26/09/2013

Data consegna campione: 29/08/2013

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Contrassegno/camp. n.: C15 - cassetta n. 10

Data di prelievo: --

Sito/Sondaggio: PK 0+198

Prof./Quota prelievo (m): 245.00 - 245.09

Descrizione Macroscopica: roccia metamorfica

Modalità di prova

L'esame è stato effettuato su una sezione sottile di roccia mediante microscopio petrografico binoculare a luce polarizzata.

Descrizione petrografica

Roccia metamorfica a grana medio-fine, struttura eteroblastica, tessitura leggermente foliata definita dall'orientazione preferenziale dei porfiroclasti di K-feldspato nei livelli granoblastici di quarzo. Sono presenti alcuni porfiroclasti di feldspato (K-feldspato e plagioclasio) di medie dimensioni, spesso alterati in sericite. Sono presenti mica bianca, calcite e clorite. I minerali sialici (quarzo e feldspati) costituiscono la porzione volumetricamente prevalente della roccia. Tra gli accessori sono presenti minerali opachi (ossidi).

Composizione modale	(% stimata)
Quarzo	47
Feldspati (Ab+KFe+Pl)	35
Mica bianca	10
Calcite	5
Clorite	2
Ossidi	<1

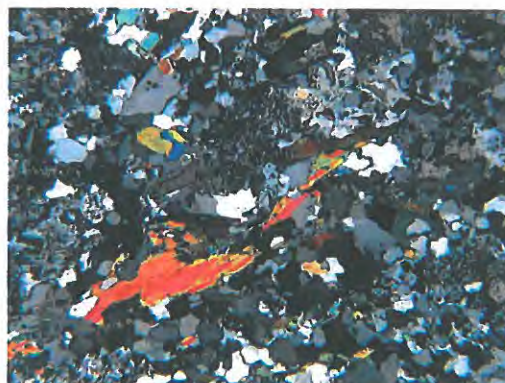
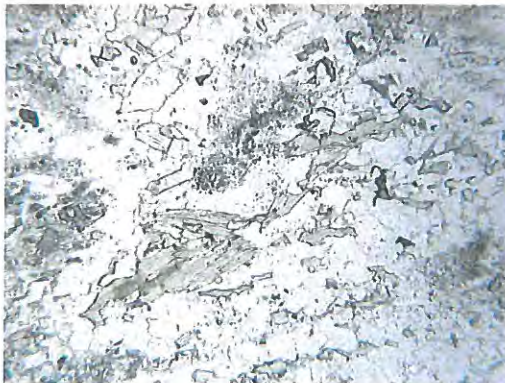
Definizione petrografica della roccia (UNI EN 12670:2003)

GNEISS

Documentazione fotografica

sn. nicols // ds. nicols X - Ingrandimento immagini 40 X

Aspetto generale della roccia



Lo sperimentatore

Dott. Geol. Mauro BIANCO

Il direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Geol. Marco BETTIO

SEDE AMM. / OPERATIVA:
Statale Valsesia, 20
13035 Lenta (Vc)

SEDE LEGALE:
Via C. Pizzorno, 12
28078 Romagnano Sesia (No)

UNITÀ LOCALI:
13836 Cossato (Bi) - Via Corridoni, 54
00161 Roma - Via De Rossi, 4



TECNO PIEMONTE S.p.A.

CENTRO PROVE – RICERCHE – AMBIENTE – SERVIZI PER INGEGNERIA
AUT. MIN.: INTERNO - SALUTE - SVILUPPO ECONOMICO – ISTRUZIONE UNIVERSITA' E RICERCA
INFRASTRUTTURE E TRASPORTI ART. 20 LEGGE 1086/71 – DPR. 380/01
INDAGINI – GEOTECNICA TERRENI E ROCCE - MARCATURA €€ ORGANISMO NOTIFICATO N° 1372



Committente: **VENAUS S.c.a.r.l.**
Via Trieste, 76
48122 Ravenna

Rapporto di prova n.:	00440/V	del	10/01/2014
Verbale di accettazione n.:	4006/GT	del	17/12/2013
Vs. rif.: -			

ESAME PETROGRAFICO (Pietre naturali)

Normativa di riferimento:	UNI-EN 932-3 - UNI-EN 12407 - UNI-EN 12670		
Cantiere:	Cunicolo esplorativo LTF La Maddalena – Chiomonte (TO)		
Ente Appaltante:	LTF S.A.S.		
Direttore dei Lavori:	Dott. Ing. Enrico FORNARI	Data consegna campione:	17/12/2013

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Contrassegno campione:	-	Modalità accettazione consegnato dal	Committente
Provenienza:	sondaggio SM01	Data di prelievo:	-
Ubicazione prelievo:	p.k. 0+201	Data di prova:	08/01/2014
Descrizione macroscopica: Roccia metamorfica a grana medio-grossa, di colore grigio con evidente foliazione			

Modalità di prova

L'esame è stato effettuato su una sezione sottile di roccia mediante microscopio petrografico binoculare a luce polarizzata.

Descrizione petrografica

Roccia metamorfica a grana medio-grossa, struttura eteroblastica, tessitura foliata ben definita dall'alternanza irregolare di livelli lepidoblastici costituiti da cristalli allungati di mica bianca e clorite (verde pallido a polarizzatori //), e livelli granoblastici costituiti da quarzo, interessato da fenomeni di deformazione intracristallina (estinzione ondulata) e calcite. I livelli granoblastici a calcite e quarzo sono volumetricamente superiori ai letti lepidoblastici. La foliazione principale risulta localmente ripiegata. Tra i minerali accessori sono presenti minerali opachi (ossidi) solitamente disposti lungo la foliazione principale.

Composizione modale stimata

[%]

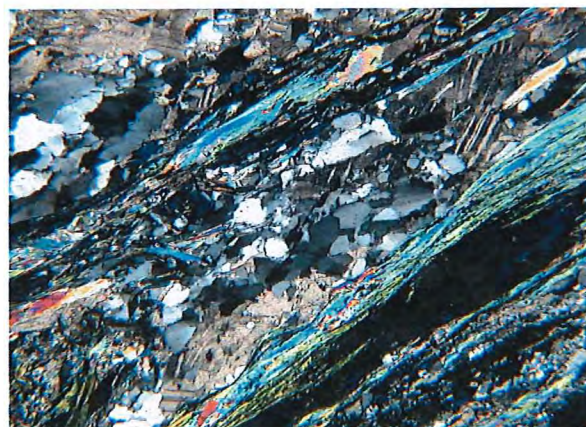
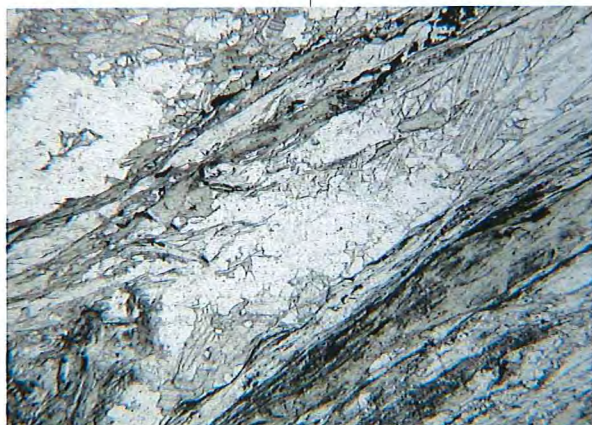
Quarzo	37
Mica bianca	25
Calcite	19
Clorite	17
Opachi (ossidi)	2

Definizione petrografica della roccia (UNI EN 12670)

CALCESCISTO

Documentazione fotografica

Microfotografie della sezione sottile (sn. nicols // ds. nicols +)



Le fotografie mostrano l'aspetto generale della roccia.

Il direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Geol. Marco BETTIO

SEDE AMM. / OPERATIVA:
Statale Valsesia, 20
13035 Lenta (Vc)

SEDE LEGALE:
Via C. Pizzorno, 12
28078 Romagnano Sesia (No)

UNITÀ LOCALI:
13836 Cossato (Bi) - Via Corridoni, 54
00161 Roma - Via De Rossi, 4

Essais réalisés			Micaschistes		Gneiss	
			C 30/37	C 45/55	C 30/37	
Béton Frais	Slump Test - Afaissement		mm	160	40	75
	Masse volumique		kg/m ³	2417	2438	2391
	Air entraîné		%	2,3	1,7	1,8
Béton durci	Résistance à la compression	2 Jours	N/mm ²	20,9	30,0	20,9
		7 Jours		31,3	39,0	30,5
		28 Jours		33,9	39,8	38,5
		90 Jours		38,4	57,5	44,9
	Résistance à la traction	28 Jours	N/mm ²	3,7	4,0	3,4
		90 Jours		4,7	4,5	3,9
	Pénétration d'eau sous pression	28 Jours	mm	7,3	10,2	9,1
		90 Jours		4,1	5,5	4,1
	Module Elastique	90 Jours	N/mm ²	33734	33293	26864

VELOCITA' ONDE ELASTICHE LONGITUDINALI E TRASVERSALI E MASSA VOLUMICA APPARENTE

Certificato n. **R1351/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**

Committente: **GEODES s.r.l.**

Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: \ Codice provino: **gca257**
Campione: \ Ricevuto il: **29/04/16**
Profondità (m): **pk 4+300** Aperto il: **29/04/16**
Litotipo: **quarzo-micascisto ad albite e clorite**
Data esecuzione prova: **14/06/16**

PUNDIT + trasduttori
Bilancia digitale
Calibro meccanico
Forno elettrico
Oscilloscopio digitale

Riferimenti normativi: **ISRM-1978 - ASTM D2845-2008**

CARATTERISTICHE PROVINO

Diametro (D) (mm):	44,50	Condizioni:	secco	ambiente	saturo
Lunghezza (L) (mm):	95,30	Peso (g)			
Volume (cm ³):	148,22	Peso di volume (kN/m ³)			



Foto campione

tempo di arrivo onde longitudinali		Velocità onde longitudinali	
t_p (μ s)		v_p (m/s)	
19,1		4990	
tempo di arrivo onde trasversali		Velocità onde trasversali	
t_s (μ s)		v_s (m/s)	

Costanti elastiche dinamiche

Modulo di elasticità (Gpa)	E =	
Modulo di rigidità (Gpa)	G =	
Coefficiente di Poisson	ν =	
Costante di Lamè (Gpa)	λ =	
Modulo di Bulk (Gpa)	K =	

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): *G. Zanotto*

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): *R. Tomai*

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n. **R1353/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l.**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: \ Codice provino: **gca259**
 Campione: \ Ricevuto il: **29/04/16**
 Profondità (m): **pk 4+300** Aperto il: **29/04/16**
 Litotipo: **quarzo-micascisto ad albite e clorite**
 Data esecuzione prova: **14/06/16**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Pressa idraulica motorizzata
 Calibro meccanico
 Celle di Hoek
 LVDT

Riferimenti normativi: **ISRM-1978 - 1983 - ASTM D7012-2010 - Turk & Dearman, 1986**

CARATTERISTICHE PROVINO

Diametro (D) (mm):	44,50	Condizioni:	Secca	Ambiente	Satura
Lunghezza (L) (mm):	92,40	Peso (g)			
Volume (cm ³):	143,71	Peso di volume (kN/m ³)			

FOTO CAMPIONE PRE-TEST



DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Colore: **grigio**
 Struttura: **roccia metamorfica di aspetto massivo e tessitura scistosa (presenza di vene quarzitiche concordanti con la scistosità)**
 Orientazione piani di discontinuità: **piani di scistosità inclinati di circa 45° rispetto alla direzione di carico**
 Alterazione: \
 Rottura: **improvvisa**
 Comportamento: **fragile**
 Fratturazione: **lungo un piano principale subparallelo alla scistosità**
 Note/Eventuali anomalie: \

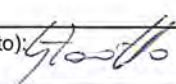
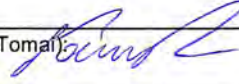
FOTO CAMPIONE POST-TEST



Rapporto L/D:		2,08
Pressione laterale di confinamento (MPa):	σ_3	15,00
Carico a rottura (kN):	F	230,16
Area facce provino (cm ²):	A	15,55
Res. a compr. triass. (picco) (MPa):	σ'_{1p}	147,99
Res. a compr. triass. corretta (picco) (D=50mm L/D=2) (MPa):	σ_{1p}	145,67
Res. a compr. triass. corretta (residua) (D=50mm L/D=2) (MPa):		74,10

Velocità carico (MN/min) = **0,03** Durata prova (min) = **7,7**

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE

Certificato n. **R1353/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l.**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

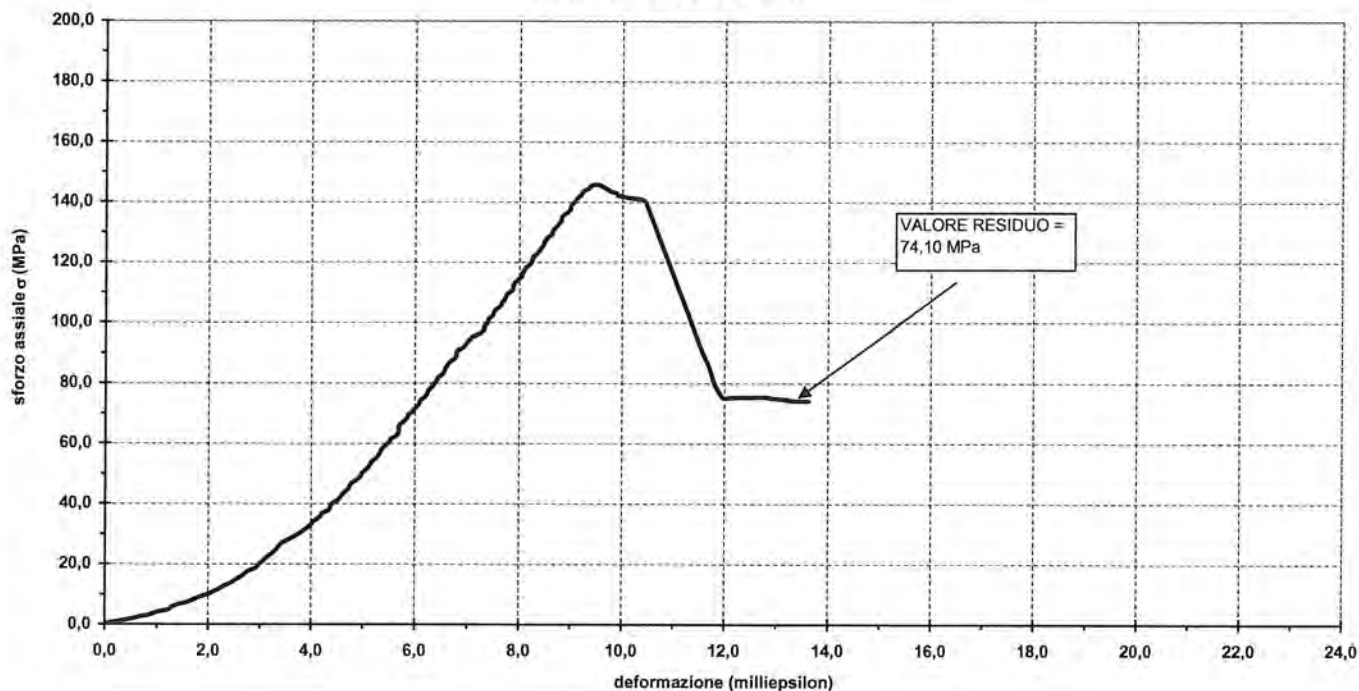
Sondaggio: \ Codice provino: **gca259**
 Campione: \ Ricevuto il: **29/04/16**
 Profondità (m): **pk 4+300** Aperto il: **29/04/16**
 Litotipo: **quarzo-micascisto ad albite e clorite**
 Data esecuzione prova: **14/06/16**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Pressa idraulica motorizzata
 Calibro meccanico
 Celle di Hoek
 LVDT

Riferimenti normativi: **ISRM-1978 - 1983 - ASTM D7012-2010 - Turk & Dearman, 1986**

LINEE DI DEFORMAZIONE



— Linea di deformazione assiale con lvdv

	Moduli di deformazione (GPa)						Rapporto di Poisson		Resistenza a compressione triassiale corretta - σ_{1p} (MPa)
	longitudinale		trasversale		volumetrico		tg	sec	
	tg	sec	tg	sec	tg	sec			
A 50% del valore di σ_{1p}									145,67

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): *G. Zanotto*

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Toma): *R. Toma*

PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE

Certificato n. **R1348/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l.**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: \	Codice provino: gca255	Pressa idraulica motorizzata	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 29/04/16	Calibro meccanico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): pk 4+300	Aperto il: 29/04/16	Celle di Hoek	<input type="checkbox"/>
Litotipo: quarzo-micascisto ad albite e clorite		LVDT	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 14/06/16			

Riferimenti normativi: **ISRM-1978 - 1983 - ASTM D7012-2010 - Turk & Dearman, 1986**

CARATTERISTICHE PROVINO

Diametro (D) (mm):	44,50	Condizioni:	Secca	Ambiente	Satura
Lunghezza (L) (mm):	91,40	Peso (g)			
Volume (cm ³):	142,15	Peso di volume (kN/m ³)			

FOTO CAMPIONE PRE-TEST



DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Colore: **grigio**
 Struttura: **roccia metamorfica di aspetto massivo e tessitura scistosa (presenza di vene quarzitiche concordanti con la scistosità)**
 Orientazione piani di discontinuità: **piani di scistosità inclinati di circa 45-50° rispetto alla direzione di carico**
 Alterazione: ****
 Rottura: **improvvisa**
 Comportamento: **fragile**
 Fratturazione: **lungo un piano principale subparallelo alla scistosità**
 Note/Eventuali anomalie: ****

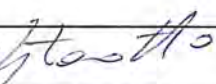
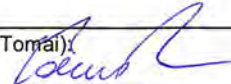
FOTO CAMPIONE POST-TEST



Rapporto L/D:		2,05
Pressione laterale di confinamento (MPa):	σ_3	10,00
Carico a rottura (kN):	F	181,92
Area facce provino (cm ²):	A	15,55
Res. a compr. triass. (picco) (MPa):	σ'_{1p}	116,97
Res. a compr. triass. corretta (picco) (D=50mm L/D=2) (MPa):	σ_{1p}	114,98
Res. a compr. triass. corretta (residua) (D=50mm L/D=2) (MPa):		55,14

Velocità carico (MN/min) = **0,03** Durata prova (min) = **6,1**

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE

Certificato n. **R1348/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l.**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

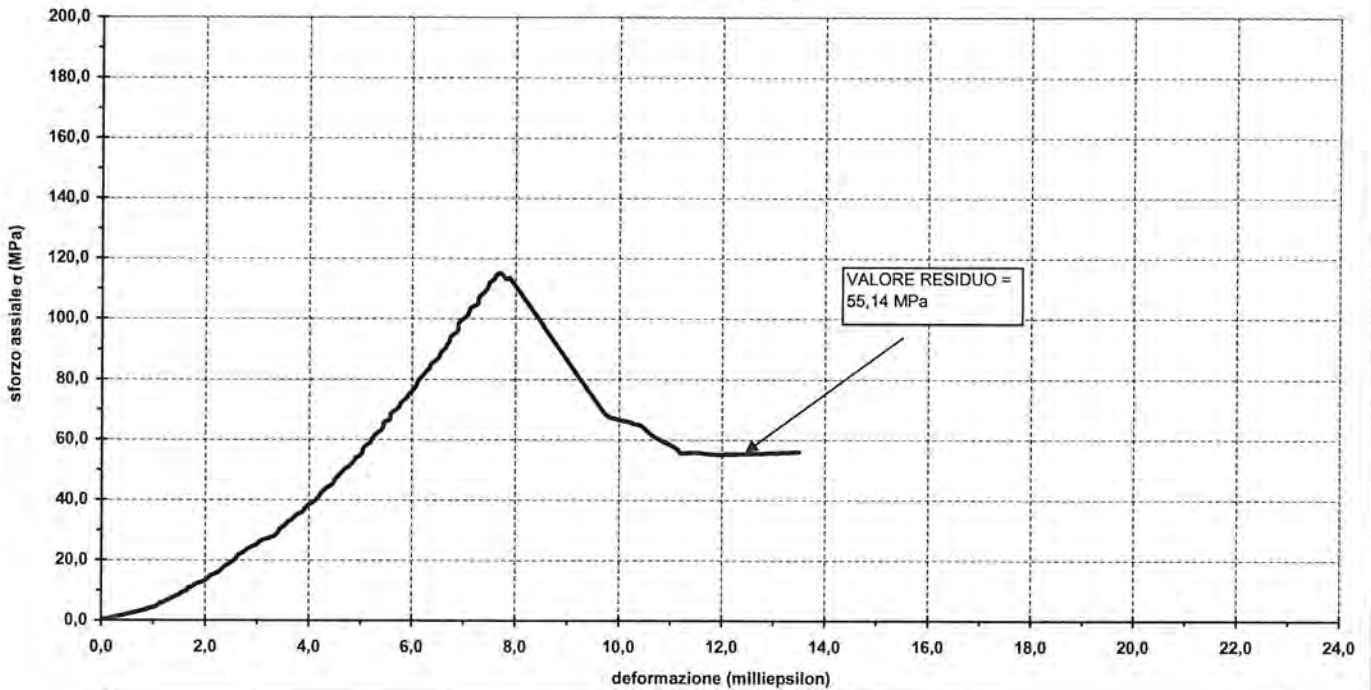
Sondaggio: \ Codice provino: **gca255**
 Campione: \ Ricevuto il: **29/04/16**
 Profondità (m): **pk 4+300** Aperto il: **29/04/16**
 Litotipo: **quarzo-micascisto ad albite e clorite**
 Data esecuzione prova: **14/06/16**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Pressa idraulica motorizzata
 Calibro meccanico
 Celle di Hoek
 LVDT

Riferimenti normativi: **ISRM-1978 - 1983 - ASTM D7012-2010 - Turk & Dearman, 1986**

LINEE DI DEFORMAZIONE



— Linea di deformazione assiale con lvdt

	Moduli di deformazione (GPa)						Rapporto di Poisson		Resistenza a compressione triassiale corretta - σ_{1p} (MPa)
	longitudinale		trasversale		volumetrico		tg	sec	
	tg	sec	tg	sec	tg	sec			
A 50% del valore di s_{1p}									114,98

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto) *G. Zanotto*

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai) *R. Tomai*

PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE



Certificato n. **R1347/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l.**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: \	Codice provino: gca254	Pressa idraulica motorizzata	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 29/04/16	Calibro meccanico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): pk 4+300	Aperto il: 29/04/16	Celle di Hoek	<input type="checkbox"/>
Litotipo: quarzo-micascisto ad albite e clorite		LVDT	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 14/06/16			

Riferimenti normativi: **ISRM-1978 - 1983 - ASTM D7012-2010 - Turk & Dearman, 1986**

CARATTERISTICHE PROVINO

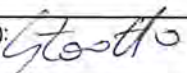

		Condizioni:	Secca	Ambiente	Satura
Diametro (D) (mm):	44,50				
Lunghezza (L) (mm):	94,60	Peso (g)			
Volume (cm ³):	147,13	Peso di volume (kN/m ³)			

FOTO CAMPIONE PRE-TEST	DESCRIZIONE MACROSCOPICA	FOTO CAMPIONE POST-TEST
	Colore: grigio Struttura: roccia metamorfica di aspetto massivo e tessitura scistosa (presenza di vene quarzitiche concordanti con la scistosità) Orientazione piani di discontinuità: piani di scistosità inclinati di circa 45-50° rispetto alla direzione di carico Alterazione: \ Rottura: improvvisa Comportamento: fragile Fratturazione: lungo un piano principale subparallelo alla scistosità Note/Eventuali anomalie: \	

Rapporto L/D:		2,13
Pressione laterale di confinamento (MPa):	σ_3	5,00
Carico a rottura (kN):	F	131,74
Area facce provino (cm ²):	A	15,55
Res. a compr. triass. (picco) (MPa):	σ'_{1p}	84,70
Res. a compr. triass. corretta (picco) (D=50mm L/D=2) (MPa):	σ_{1p}	83,63
Res. a compr. triass. corretta (residua) (D=50mm L/D=2) (MPa):		25,33

Velocità carico (MN/min) = 0,02 Durata prova (min) = 6,6

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE

Certificato n. **R1347/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l.**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

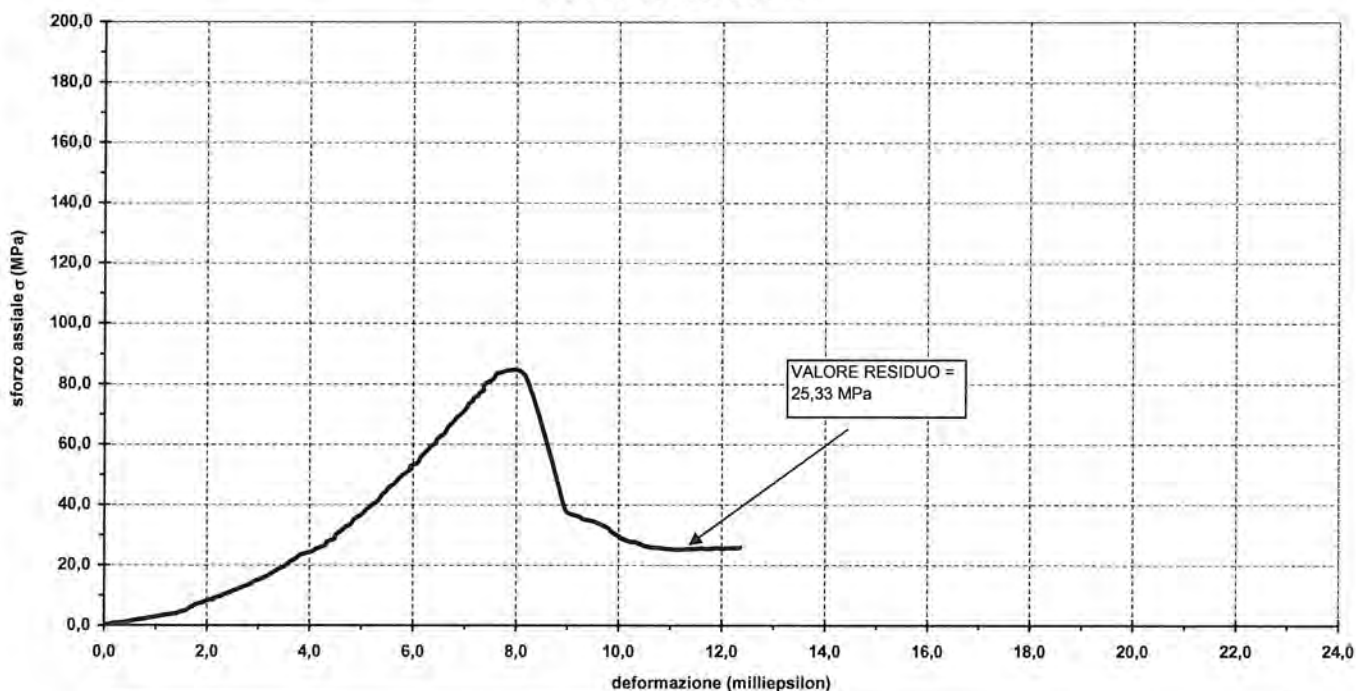
Sondaggio: \ Codice provino: **gca254**
 Campione: \ Ricevuto il: **29/04/16**
 Profondità (m): **pk 4+300** Aperto il: **29/04/16**
 Litotipo: **quarzo-micascisto ad albite e clorite**
 Data esecuzione prova: **14/06/16**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Pressa idraulica motorizzata
 Calibro meccanico
 Celle di Hoek
 LVDT

Riferimenti normativi: **ISRM-1978 - 1983 - ASTM D7012-2010 - Turk & Dearman, 1986**

LINEE DI DEFORMAZIONE



— Linea di deformazione assiale con lvdv

	Moduli di deformazione (GPa)						Rapporto di Poisson		Resistenza a compressione triassiale corretta - σ_{1p} (MPa)
	longitudinale		trasversale		volumetrico		tg	sec	
	tg	sec	tg	sec	tg	sec			
A 50% del valore di σ_{1p}									83,63

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): *G. Zanotto*

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): *R. Tomai*

PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE

Certificato n. **R1352/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l.**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: \	Codice provino: gca258	Pressa idraulica motorizzata	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 29/04/16	Calibro meccanico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): pk 4+300	Aperto il: 29/04/16	Celle di Hoek	<input type="checkbox"/>
Litotipo: quarzo-micascisto ad albite e clorite		LVDT	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 14/06/16			

Riferimenti normativi: **ISRM-1978 - 1983 - ASTM D7012-2010 - Turk & Dearman, 1986**

CARATTERISTICHE PROVINO

Diametro (D) (mm):	44,50	Condizioni:	Secca	Ambiente	Satura
Lunghezza (L) (mm):	89,50	Peso (g)			
Volume (cm ³):	139,20	Peso di volume (kN/m ³)			

FOTO CAMPIONE PRE-TEST



DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Colore: **grigio**
 Struttura: **roccia metamorfica di aspetto massivo e tessitura scistosa (presenza di vene quarzitiche concordanti con la scistosità)**
 Orientazione piani di discontinuità: **piani di scistosità inclinati di circa 45° rispetto alla direzione di carico**
 Alterazione: \
 Rottura: **improvvisa**
 Comportamento: **fragile**
 Fratturazione: **lungo un piano principale subparallelo alla scistosità**
 Note/Eventuali anomalie: \

FOTO CAMPIONE POST-TEST



Rapporto L/D:		2,01
Pressione laterale di confinamento (MPa):	σ_3	10,00
Carico a rottura (kN):	F	145,30
Area facce provino (cm ²):	A	15,55
Res. a compr. triass. (picco) (MPa):	σ'_{1p}	93,42
Res. a compr. triass. corretta (picco) (D=50mm L/D=2) (MPa):	σ_{1p}	91,58

Velocità carico (MN/min) = **0,02** Durata prova (min) = **7,3**

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE

Certificato n. **R1350/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l.**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: \	Codice provino: gca257	Pressa idraulica motorizzata	<input type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 29/04/16	Calibro meccanico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m): pk 4+300	Aperto il: 29/04/16	Celle di Hoek	<input type="checkbox"/>
Litotipo: quarzo-micascisto ad albite e clorite		LVDT	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 14/06/16			

Riferimenti normativi: **ISRM-1978 - 1983 - ASTM D7012-2010 - Turk & Dearman, 1986**

CARATTERISTICHE PROVINO

Diametro (D) (mm):	44,50	Condizioni:	Secca	Ambiente	Satura
Lunghezza (L) (mm):	95,30	Peso (g)			
Volume (cm ³):	148,22	Peso di volume (kN/m ³)			

FOTO CAMPIONE PRE-TEST



DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Colore: **grigio**
 Struttura: **roccia metamorfica di aspetto massivo e tessitura scistosa (presenza di vene quarzitiche concordanti con la scistosità)**
 Orientazione piani di discontinuità: **piani di scistosità inclinati di circa 50-55° rispetto alla direzione di carico**
 Alterazione: \
 Rottura: **improvvisa**
 Comportamento: **fragile**
 Fratturazione: **lungo un piano principale subparallelo alla scistosità**
 Note/Eventuali anomalie: \

FOTO CAMPIONE POST-TEST



Rapporto L/D:		2,14
Pressione laterale di confinamento (MPa):	σ_3	5,00
Carico a rottura (kN):	F	95,99
Area facce provino (cm ²):	A	15,55
Res. a compr. triass. (picco) (MPa):	σ'_{1p}	61,72
Res. a compr. triass. corretta (picco) (D=50mm L/D=2) (MPa):	σ_{1p}	60,99

Velocità carico (MN/min) = **0,02** Durata prova (min) = **4,8**

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanutto): Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE



Certificato n. **R1349/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l.**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca256	Pressa idraulica motorizzata	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	29/04/16	Calibro meccanico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	pk 4+300	Aperto il:	29/04/16	Celle di Hoek	<input type="checkbox"/>
Litotipo:	quarzo-micascisto ad albite e clorite			LVDT	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	14/06/16				

Riferimenti normativi: **ISRM-1978 - 1983 - ASTM D7012-2010 - Turk & Dearman, 1986**

CARATTERISTICHE PROVINO

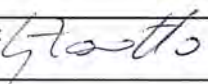
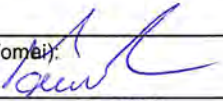
Parametro	Valore	Condizioni	Secca	Ambiente	Satura
Diametro (D) (mm):	44,50				
Lunghezza (L) (mm):	88,90				
Volume (cm ³):	138,26				

FOTO CAMPIONE PRE-TEST	DESCRIZIONE MACROSCOPICA	FOTO CAMPIONE POST-TEST
	Colore: grigio Struttura: roccia metamorfica di aspetto massivo e tessitura scistosa (presenza di vene quarzitiche concordanti con la scistosità) Orientazione piani di discontinuità: piani di scistosità inclinati di circa 45-50° rispetto alla direzione di carico Alterazione: \ Rottura: improvvisa Comportamento: fragile Fratturazione: lungo un piano principale subparallelo alla scistosità Note/Eventuali anomalie: \	

Rapporto L/D:		2,00
Pressione laterale di confinamento (MPa):	σ_3	15,00
Carico a rottura (kN):	F	196,46
Area facce provino (cm ²):	A	15,55
Res. a compr. triass. (picco) (MPa):	σ'_{1p}	126,32
Res. a compr. triass. corretta (picco) (D=50mm L/D=2) (MPa):	σ_{1p}	123,72

Velocità carico (MN/min) = 0,03 Durata prova (min) = 6,5

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

PROVA DI TRAZIONE INDIRETTA "BRASILIANA"

Certificato n. **R1355/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l.**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca261
Campione:	\	Ricevuto il:	29/04/16
Profondità (m):	pk 4+300	Aperto il:	29/04/16
Litotipo:	quarzo-micascisto ad albite e clorite		
Data esecuzione prova:	14/06/16		
		Pressa idraulica motorizzata	<input type="checkbox"/>
		Calibro meccanico	<input type="checkbox"/>
		Cella di carico	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **ISRM-1978 - ASTM D3967-2008**

CARATTERISTICHE PROVINO

		Condizioni:	Secca	Ambiente	Satura
Diametro (D) (mm):	44,40				
Lunghezza (L) (mm):	25,00	Peso (g)			
Volume (cm ³):	38,71	Peso di volume (kN/m ³)			

FOTO CAMPIONE PRE-TEST	DESCRIZIONE MACROSCOPICA	FOTO CAMPIONE POST-TEST
	<p>Colore: grigio</p> <p>Struttura: roccia metamorfica di aspetto massiccio e tessitura scistosa</p> <p>Orientazione piani di discontinuità: piani di scistosità orientati sub-parallelamente rispetto alla direzione di carico</p> <p>Alterazione: \</p> <p>Rottura: improvvisa</p> <p>Comportamento: fragile</p> <p>Fratturazione: lungo un piano sub-parallelo rispetto alla direzione di carico</p> <p>Note/Eventuali anomalie: \</p>	

Rapporto L/D:		0,56
Carico di rottura (kN):	F	23,20
Area facce provino (cm ²):	A	15,48
Resistenza a trazione indiretta (MPa):	To	13,31

Velocità carico (MN/min) = **0,08** Durata prova (s) = **17**

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

PAGINA: **1/1**

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1764/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: \ Codice provino: **gca251**
 Campione: \ Ricevuto il: **29/04/16**
 Profondità (m): **pk 4+300** Aperto il: **29/04/16**
 Litotipo: **quarzo-micascisto ad albite e clorite**
 Data esecuzione prova: **14/06/16**

Microscopio ottico Nikon Optiphot

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Elenco delle fasi mineralogiche presenti:

Minerale	Vol %	ϕ (mm)	Morfologia	Distribuzione
Mica bianca	40	0.1 - 1.0	lamellare	in livelli
Quarzo	35	0.05 - 0.6	granoblastica	in livelli/lenti
Clorite	15	0.05 - 0.2	lamellare	omogenea
Glaucofane	5	0.05 - 0.2	prismatica/xenoblastica	in livelli
Calcite	3	< 0.5	xenoblastica	disomogenea
Cloritoide	1	< 0.5	idioblastica	disomogenea
Opachi	1	< 0.5	idioblastica	disomogenea

Caratteri microstrutturali:

Struttura:	scistosa
Pori:	assenti
Microfratture:	assenti

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) *Ivano Gasco* Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai) *Romualdo Tomai*


ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1764/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: \ Codice provino: **gca251**
 Campione: \ Ricevuto il: **29/04/16**
 Profondità (m): **pk 4+300** Aperto il: **29/04/16**
 Litotipo: **quarzo-micascisto ad albite e clorite**
 Data esecuzione prova: **14/06/16**

Microscopio ottico Nikon Optiphot 

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Descrizione petrografica:

Roccia a grana fine con una scistosità definita dalla orientazione preferenziale di mica bianca e da alternanze di livelli millimetrici ricchi in mica bianca e livelli di quarzo talora lentiformi. E' presente glaucofane parallelo alla scistosità o perpendicolare ad essa; talora è ben preservato ma generalmente è sostituito da clorite + albite. La scistosità è deformata da pieghe aperte asimmetriche lungo il cui piano assiale ricristallizza mica bianca + cloritoide in aggregati. Sono presenti pseudomorfo di mica bianca su una fase ricca in Al (granato, staurolite, kyanite/sillimanite ?) e vene a clorite + carbonato. I minerali in quantità accessoria sono costituiti da opachi + rutile + cloritoide + calcite + granato + apatite.

Mica bianca: definisce la foliazione principale della roccia. E' presente una seconda generazione a grana molto fine priva di orientazione in aggregati monomineralici a spese di granato. Sono localmente presenti individui di dimensioni fino a 1 mm, probabili porfiroclasti di origine prealpina.

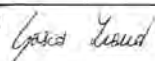
Quarzo: in granoblasti generalmente ricristallizzati in subgrani.

Clorite: in individui con pleocroismo da giallo a verde, cresce in aggregati priva di orientazione prevalentemente a spese di glaucofane.

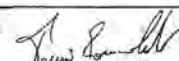
Glaucofane: in individui prismatici con pleocroismo da incolore a viola parzialmente riequilibrati da un bordo di clorite o destabilizzato da simplectite ad albite + clorite

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco)



Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):



PAGINA:

2/3

ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE E DETERMINAZIONE PERCENTUALE DELLE FASI MINERALOGICHE

Rapporto n. **R1764/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**

Committente: **GEODES s.r.l**

Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: \ Codice provino: **gca251**
Campione: \ Ricevuto il: **29/04/16**
Profondità (m): **pk 4+300** Aperto il: **29/04/16**
Litotipo: **quarzo-micascisto ad albite e clorite**
Data esecuzione prova: **14/06/16**

Microscopio ottico Nikon Optiphot

Riferimenti normativi: **ISRM 1978**

Documentazione fotografica:

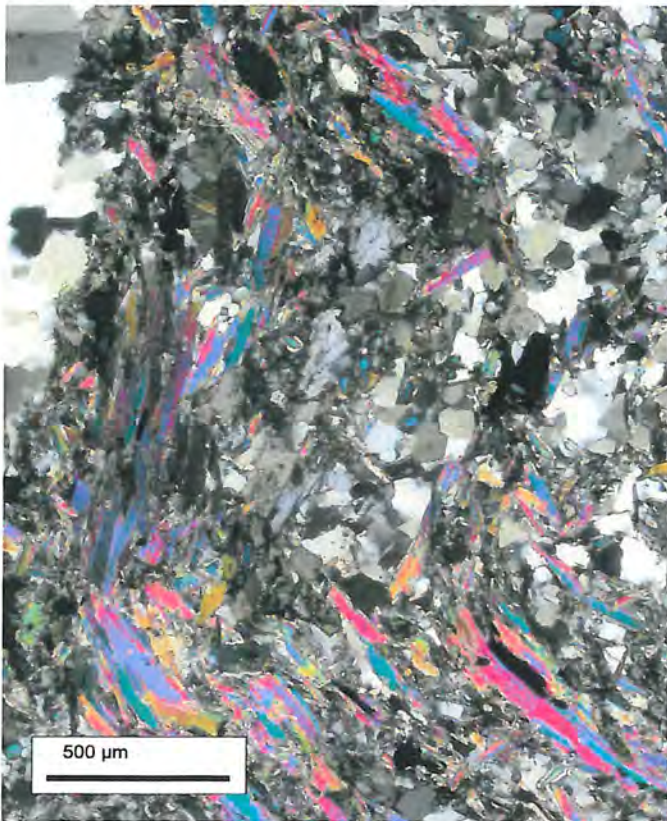


FOTO CON NICOLS PARALLELI



FOTO CON NICOLS INCROCIATI

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Ivano Gasco) *Ivano Gasco*

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): *Romualdo Tomai*

PAGINA: 3/3

POINT LOAD TEST

Certificato n.	R1358/1945	Data emissione:	16/06/16	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata		
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca264	Apparecchiatura per Point Load Test	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	29/04/16	Calibro meccanico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	pk 4+300	Aperto il:	29/04/16		
Litotipo:	quarzo-micascisto ad albite e clorite				
Data esecuzione prova:	14/06/16				

Riferimenti normativi: **ISRM-1985 - ASTM D5731-2008**

FOTO CAMPIONE PRE-TEST	DESCRIZIONE MACROSCOPICA	FOTO CAMPIONE POST-TEST
	Colore: grigio Struttura: roccia metamorfica di aspetto massiccio e tessitura scistosa Orientazione piani di anisotropia: i piani di scistosità risultano inclinati di circa 45° rispetto alla direzione del carico assiale Alterazione: \ Rottura: improvvisa Comportamento: fragile Fratturazione: lungo un piano principale sub-parallelo alla direzione di carico Note/Eventuali anomalie: \	

TABELLA DEI RISULTATI

PROVA N°	CONDIZIONI	TIPO DI PROVA	Angolo tra carico/scistosità	Diametro/spessore D	Larghezza W	Carico di rottura P	Diametro equivalente D _e	Resistenza non corretta I _s	Fattore di correzione dimensioni F	Resistenza corretta I _s (50)
			(°)	(mm)	(mm)	(kN)	(mm)	(MPa)		(MPa)
1	A	A	45°	28,4	44,4	7,15	40,1	4,45	0,905	4,03

CONDIZIONI: A = ambiente E = secca S = satura
(*) D = diametrale, A = assiale, B = blocco o roccia irregolare

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):
---	--

POINT LOAD TEST

Certificato n. **R1357/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca263	Apparecchiatura per Point Load Test	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	29/04/16	Calibro meccanico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	pk 4+300	Aperto il:	29/04/16		
Litotipo:	quarzo-micascisto ad albite e clorite				
Data esecuzione prova:	14/06/16				

Riferimenti normativi: **ISRM-1985 - ASTM D5731-2008**

FOTO CAMPIONE PRE-TEST	DESCRIZIONE MACROSCOPICA	FOTO CAMPIONE POST-TEST
	Colore: grigio Struttura: roccia metamorfica di aspetto massiccio e tessitura scistosa Orientazione piani di anisotropia: i piani di scistosità risultano inclinati di circa 45° rispetto alla direzione del carico assiale Alterazione: \ Rottura: improvvisa Comportamento: fragile Fratturazione: lungo un piano principale sub-parallelo alla direzione di carico Note/Eventuali anomalie: \	

TABELLA DEI RISULTATI

PROVA N°	CONDIZIONI	TIPO DI PROVA	Angolo tra carico/ scistosità	Diametro/ spessore D	Larghezza W	Carico di rottura P	Diametro equivalente D _e	Resistenza non corretta I _s	Fattore di correzione dimensioni F	Resistenza corretta I _s (50)
			(°)	(mm)	(mm)	(kN)	(mm)	(MPa)		(MPa)
1	A	A	45°	28,4	44,4	7,89	40,1	4,91	0,905	4,45

CONDIZIONI: A = ambiente E = secca S = satura
 (*) D = diametrale, A = assiale, B = blocco o roccia irregolare

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanutto):

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai):

POINT LOAD TEST

Certificato n. **R1356/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Sondaggio: \ Codice provino: **gca262**
 Campione: \ Ricevuto il: **29/04/16**
 Profondità (m): **pk 4+300** Aperto il: **29/04/16**
 Litotipo: **quarzo-micascisto ad albite e clorite**
 Data esecuzione prova: **14/06/16**

Apparecchiatura per Point Load Test
 Calibro meccanico

Riferimenti normativi: **ISRM-1985 - ASTM D5731-2008**



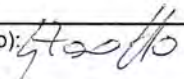
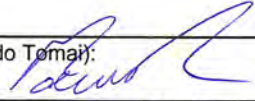
FOTO CAMPIONE PRE-TEST	DESCRIZIONE MACROSCOPICA	FOTO CAMPIONE POST-TEST
	Colore: grigio Struttura: roccia metamorfica di aspetto massiccio e tessitura scistosa Orientazione piani di anisotropia: i piani di scistosità risultano inclinati di circa 45° rispetto alla direzione del carico assiale Alterazione: \ Rottura: improvvisa Comportamento: fragile Fratturazione: lungo un piano principale sub-parallelo alla direzione di carico Note/Eventuali anomalie: \	

TABELLA DEI RISULTATI

PROVA N°	CONDIZIONI	TIPO DI PROVA	Angolo tra carico/scistosità	Diametro/spessore D	Larghezza W	Carico di rottura P	Diametro equivalente D _e	Resistenza non corretta I _s	Fattore di correzione dimensioni F	Resistenza corretta I _s (50)
			(°)	(mm)	(mm)	(kN)	(mm)	(MPa)		(MPa)
1	A	A	45°	28,5	44,4	8,13	40,1	5,05	0,906	4,57

CONDIZIONI: A = ambiente E = secca S = satura
 (*) D = diametrale, A = assiale, B = blocco o roccia irregolare

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

MASSA VOLUMICA APPARENTE

Certificato n. **R1354/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n. **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: \ Codice provino: **gca261**
 Campione: \ Ricevuto il: **29/04/16**
 Profondità (m): **pk 4+300** Aperto il: **29/04/16**
 Litotipo: **quarzo-micascisto ad albite e clorite**
 Data esecuzione prova: **14/06/16**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Calibro meccanico
 Bilance digitali
 Forno elettrico e deessicatore
 Set di picnometri contenitori e setacci
 Attrezzatura per saturazione e pesata idrostatica

Riferimenti normativi: **ISRM 1977 - ASTM D2216-2010 - UNI EN 13755-2008 - ASTM D854-2010 - ASTM C97 / C97M-2009**

CARATTERISTICHE PROVINO

FOTO CAMPIONE



TABELLA DEI RISULTATI

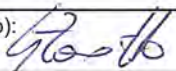
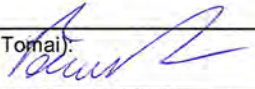
MASSA VOLUMICA APPARENTE E POROSITA' SU PROVINI REGOLARI (MISURAZIONE DIRETTA DELLE DIMENSIONI)

PROVINO N.	CONDIZIONE	D DIAMETRO (mm)	H ALTEZZA (mm)	V VOLUME APPARENTE (cm ³)	MASSA (g)	Msat MASSA SATURA (g)	Ms MASSA SECCA (g)	Vv VOLUME VUOTI (cm ³)	pd MASSA VOLUMICA APPARENTE (kg/m ³)	n POROSITA' (%)
DEVIAZIONE STANDARD										

MASSA VOLUMICA APPARENTE E POROSITA' SU PROVINI IRREGOLARI (PESATA IDROSTATICA)

PROVINO N.	CONDIZIONE	Msub MASSA IMMERSA (g)	V VOLUME APPARENTE (cm ³)	MASSA (g)	Msat MASSA SATURA (g)	Ms MASSA SECCA (g)	Vv VOLUME VUOTI (cm ³)	pd MASSA VOLUMICA APPARENTE (kg/m ³)	n POROSITA' (%)
1	-	69,18	38,69	107,00	107,80	106,50	1,30	2765	-

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

PROVA DI DUREZZA CERCHAR

Rapporto n. **R1763/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l.**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena -
 Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: \ Codice provino: **gca260**
 Campione: \ Ricevuto il: **29/04/16**
 Profondità (m): **pk 4+300** Aperto il: **29/04/16**
 Litotipo: **quarzo-micascisto ad albite e clorite**
 Data esecuzione prova: **14/06/16**

Apparecchiatura e strumentazione utilizzata

Apparecchiatura per prova di durezza Cerchar
 Set di punte ad angolo diedro in carburo di tungsteno

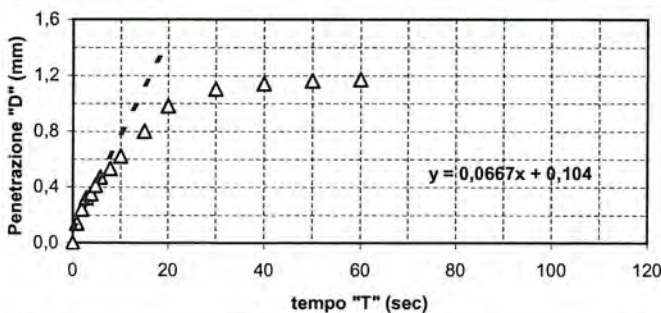
Riferimenti normativi: **CERCHAR 1986; AFTES Group de travail n° 4 - Mecanisation de l'excavation**

CARATTERISTICHE PROVINO

CAMPIONE PRE-TEST



CAMPIONE POST-TEST



Risultati

tempo (s)	penetrazione (mm)	tempo (s)	penetrazione (mm)
0	0,00	40	1,14
1	0,14	50	1,16
2	0,24	60	1,17
3	0,32		
4	0,35		
5	0,41		
6	0,47		
8	0,53		
10	0,62		
15	0,80		
20	0,98		
30	1,10		

Equazione della tangente all'origine: **D = 0.0667 * T + 0.104**

Durezza Cerchar = T (10mm): **148,4**

roccia estremamente dura

Indice Durezza Cerchar "T"	Classe di durezza
0-20	roccia tenera
20-41	roccia mediamente dura
41-81	roccia dura
81-120	roccia molto dura
>120	roccia estremamente dura

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): *[Signature]*

Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): *[Signature]*

PROVA DI ABRASIVITA' CERCHAR

Rapporto n.	R1762/1945	Data emissione:	16/06/16	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l.				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				
IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE			Apparecchiatura e strumentazione utilizzata		
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca260	Abrasimetro CERCHAR	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	29/04/16	Set di punte coniche in acciaio	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	pk 4+300	Aperto il:	29/04/16	Microscopio ottico	<input type="checkbox"/>
Litotipo:	quarzo-micascisto ad albite e clorite				
Data esecuzione prova:	14/06/16				

Riferimenti normativi: **CERCHAR 1986**

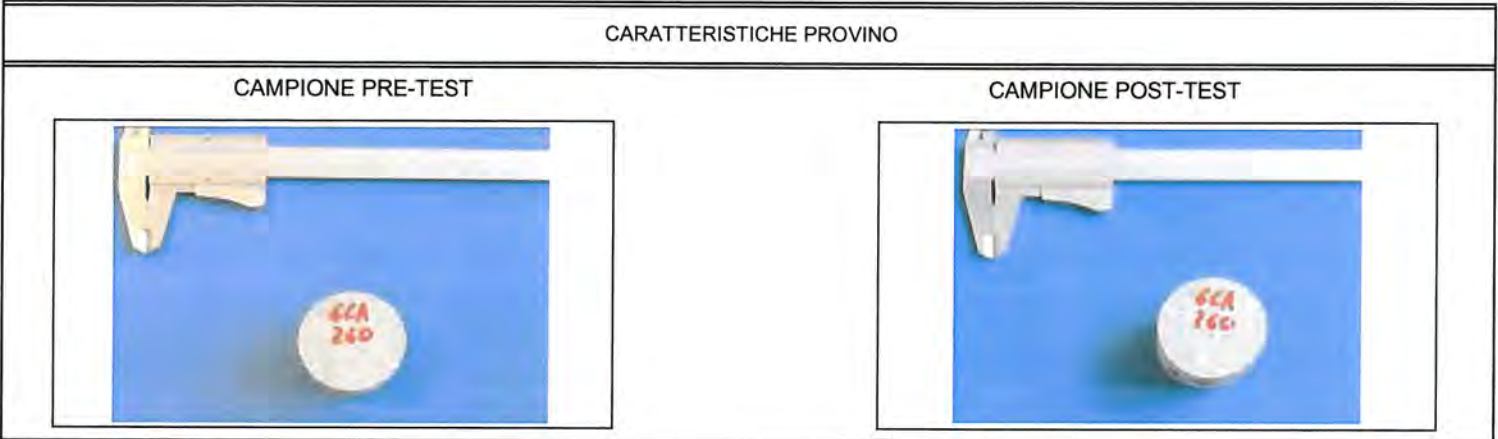


TABELLA DEI RISULTATI

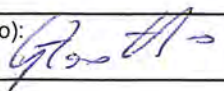
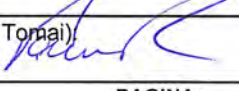
PROVA N°	CONDIZIONI	PUNTA N°	d a 0° (mm)	d a 90° (mm)	d "media" (mm)	CAI	CAI "medio"	CERCHAR "Classe di abrasività"	NOTE
1	A	1	0,30	0,40	0,35	3,50	3,94	molto abrasivo	
2	A	2	0,30	0,35	0,33	3,25			
3	A	3	0,45	0,45	0,45	4,50			
4	A	4	0,40	0,50	0,45	4,50			

CONDIZIONI: A = ambiente E = secca S = satura
d = diametro della punta abrasiva
CAI = Indice di Abrasione Cerchar (= 10 * d medio)

TABELLA INDICI DI ABRASIVITA' - CLASSI DI ABRASIVITA'

CAI "medio"	Classe di abrasività
< 0,3	non abrasivo
0,3-0,5	non molto abrasivo
0,5-1,0	leggermente abrasivo
1,0-2,0	da mediamente abrasivo ad abrasivo
2,0-4,0	molto abrasivo
>4,0	estremamente abrasivo

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 
---	--



PROVA DI COMPRESIONE UNIASSIALE CON RILIEVO DELLE DEFORMAZIONI ASSIALI E DIAMETRALI

Certificato n. **R1346/1945** Data emissione: **16/06/16** Archivio n.: **1945**
 Committente: **GEODES s.r.l.**
 Lavoro: **Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio**

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio: \	Codice provino: gca253	Pressa idraulica motorizzata	<input checked="" type="checkbox"/>
Campione: \	Ricevuto il: 29/04/16	Calibro meccanico	<input checked="" type="checkbox"/>
Profondità (m): pk 4+300	Aperto il: 29/04/16	Cella di carico	<input type="checkbox"/>
Litotipo: quarzo-micascisto ad albite e clorite		Strain Gauges TML - PL-60-11	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova: 14/06/16		Strain Gauges TML - PFL-30-11	<input checked="" type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **ISRM-1979 - ASTM D7012-2010 - Turk & Dearman, 1986**

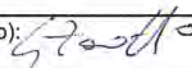
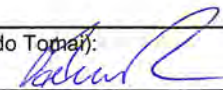
CARATTERISTICHE PROVINO					
Diametro (D) (mm):	44,50	Condizioni:	Secca	Ambiente	Satura
Lunghezza (L) (mm):	87,50	Peso (g)			
Volume (cm ³):	136,09	Peso di volume (kN/m ³)			

FOTO CAMPIONE PRE-TEST	DESCRIZIONE MACROSCOPICA	FOTO CAMPIONE POST-TEST
	<p>Colore: grigio</p> <p>Struttura: roccia metamorfica di aspetto massivo e tessitura scistosa (presenza di rare vene quarzitiche concordanti con la scistosità)</p> <p>Orientazione piani di discontinuità: piani di scistosità inclinati di circa 40-45° rispetto alla direzione di carico</p> <p>Alterazione: \</p> <p>Rottura: improvvisa</p> <p>Comportamento: fragile</p> <p>Fratturazione: lungo un piano principale di forma irregolare subparallelo alla direzione di carico</p> <p>Note/Eventuali anomalie: \</p>	

Rapporto L/D:		1,97
Carico di rottura (kN):	F	108,95
Area facce provino (cm ²):	A	15,55
Resistenza a compressione uniassiale (MPa):	Co'	70,05
Resistenza a compressione uniassiale corretta (D=50mm L/D=2) (MPa):	Co	68,46
Modulo elast. longitudinale tangente (GPa):	E_t	68,25
Modulo elast. longitudinale secante (GPa):	E_s	71,00
Rapporto di Poisson tangente :	ν_t	0,22
Rapporto di Poisson secante :	ν_s	0,19

Velocità carico (MN/min) = 0,02 Durata prova (min) = 5,4

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto):  Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): 

PAGINA:

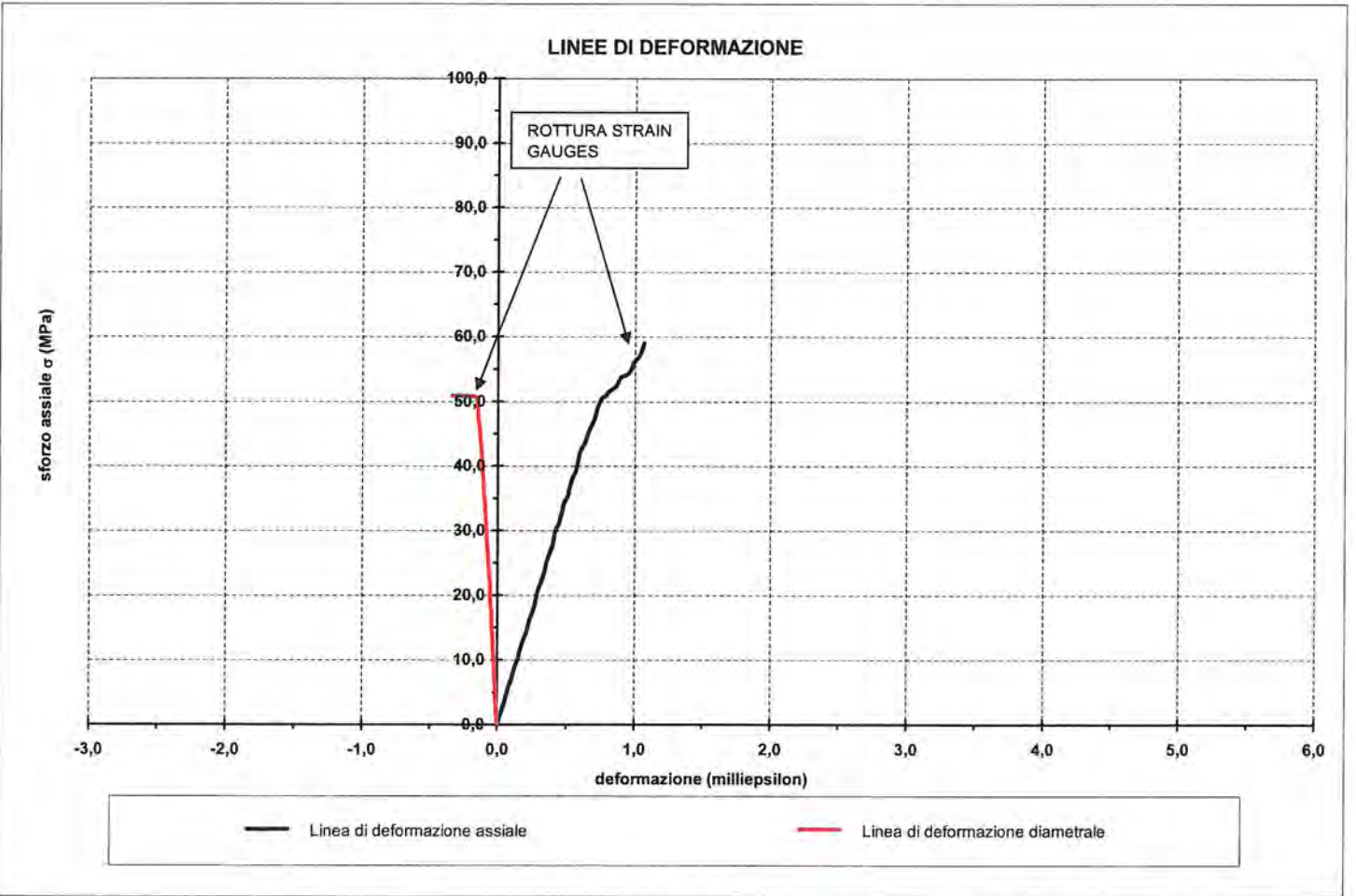
1/2

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE CON RILIEVO DELLE DEFORMAZIONI ASSIALI E DIAMETRALI

Certificato n.:	R1346/1945	Data emissione:	16/06/16	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l.				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca253	Pressa idraulica motorizzata	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	29/04/16	Calibro meccanico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	pk 4+300	Aperto il:	29/04/16	Cella di carico	<input type="checkbox"/>
Litotipo:	quarzo-micascisto ad albite e clorite			Strain Gauges TML - PL-60-11	<input type="checkbox"/>
Data esecuzione prova:	14/06/16			Strain Gauges TML - PFL-30-11	<input type="checkbox"/>

Riferimenti normativi: **ISRM-1979 - ASTM D7012-2010 - Turk & Dearman, 1986**



	Moduli di deformazione (GPa)				Rapporto di Poisson		Resistenza a compressione uniassiale corretta - Co (MPa)
	longitudinale				tg	sec	
	tg	sec					
A 50% del valore di Co	68,25	71,00			0,22	0,19	68,46

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanutto): <i>G. Zanutto</i>	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomai): <i>R. Tomai</i>
---	--



PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE

Certificato n.	R1345/1945	Data emissione:	16/06/16	Archivio n.:	1945
Committente:	GEODES s.r.l.				
Lavoro:	Nuovo Collegamento Internazionale TORINO-LIONE. Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Prove geomeccaniche di laboratorio				

IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE				Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	\	Codice provino:	gca252	Pressa idraulica motorizzata	<input type="checkbox"/>
Campione:	\	Ricevuto il:	29/04/16	Calibro meccanico	<input type="checkbox"/>
Profondità (m):	pk 4+300	Aperto il:	29/04/16	Cella di carico	<input type="checkbox"/>
Litotipo:	quarzo-micascisto ad albite e clorite				
Data esecuzione prova:	14/06/16				

Riferimenti normativi:	ISRM-1979 - ASTM D7012-2010 - Turk & Dearman, 1986
------------------------	---

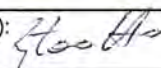
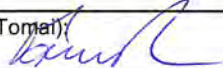
CARATTERISTICHE PROVINO					
Diametro (D) (mm):	44,60	Condizioni:	Secca	Ambiente	Satura
Lunghezza (L) (mm):	88,40	Peso (g)			
Volume (cm ³):	138,11	Peso di volume (kN/m ³)			

FOTO CAMPIONE PRE-TEST	DESCRIZIONE MACROSCOPICA	FOTO CAMPIONE POST-TEST
	<p>Colore: grigio</p> <p>Struttura: roccia metamorfica di aspetto massivo e tessitura scistosa (presenza di vene quarzitiche concordanti con la scistosità)</p> <p>Orientazione piani di discontinuità: piani di scistosità inclinati di circa 40-45° rispetto alla direzione di carico</p> <p>Alterazione: \</p> <p>Rottura: improvvisa</p> <p>Comportamento: fragile</p> <p>Fratturazione: lungo un paio di piani principali di cui uno subparallelo alla scistosità e un altro sub-verticale</p> <p>Note/Eventuali anomalie: \</p>	

Rapporto L/D:		1,98
Carico di rottura (kN):	F	152,40
Area facce provino (cm ²):	A	15,62
Resistenza a compressione uniassiale (MPa):	Co'	97,55
Resistenza a compressione uniassiale corretta (D=50mm L/D=2) (MPa):	Co	95,48

Velocità carico (MN/min) = 0,02 Durata prova (min) = 7,6

NOTE/VARIAZIONI/AGGIUNTE/ESCLUSIONI EVENTUALMENTE NON NORMALIZZATE:

Lo sperimentatore (Dr. Gabriele Zanotto): 	Il direttore del laboratorio (Dr. Romualdo Tomati): 
---	---

8. Allegato 3: risultati degli studi per la valorizzazione dei Calcescisti della Zona Piemontese, dei Micascisti di Clarea e degli Gneiss Aptlici

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESEPARTE IN TERRITORIO ITALIANO – PROGETTO IN VARIANTE
(OTTEMPERANZA ALLA PRESCRIZIONE N. 235 DELLA DELIBERA CIPE 19/2015)

CUP C11J05000030001 – PROGETTO DEFINITIVO

GEOLOGIE – GEOLOGIA

GENERAL – GENERALE

GESTION DES MATERIAUX D'EXCAVATION – GESTIONE DEL MATERIALE DI SCAVO
DOCUMENT COTE ITALIE – DOCUMENTI LATO ITALIAAnalyse des matériaux d'excavation et valorisation (Annexe 3) – Analisi dei materiali di scavo e
valorizzazione (Allegato 3)

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	30/11/2012	Première diffusion / Prima emissione	D. MURGESE / D. TESTA (SEA)	R. TORRI C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
A	31/01/2013	Révision suite aux commentaires LTF / Revisione a seguito commenti LTF	D. MURGESE / D. TESTA (SEA)	R. TORRI C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
B	05/02/2013	Passage status AP/ Passaggio stato AP	D. MURGESE / D. TESTA (SEA)	R. TORRI C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
C	05/01/2017	Pemière émission phase PRF-PRV / Prima emissione fase PRF-PR	A. RIELLA (GEODATA)	A. EUSEBIO C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
D	21/03/2017	Reception observations TELT / Recepimento osservazioni TELT	A. RIELLA (GEODATA)	A. EUSEBIO C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
E	14/04/2017	Reception observations TELT / Recepimento osservazioni TELT	A. RIELLA (GEODATA)	A. EUSEBIO C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
F	14/04/2017	Reception observations TELT / Recepimento osservazioni TELT	A. RIELLA (GEODATA)	A. EUSEBIO C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI

CODE DOC	P	R	V	C	3	B	T	S	3	0	0	8	5	F
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero				Indice

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3B	//	//	00	04	03	10	02

ECHELLE / SCALA

-



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



Risultati degli studi per la valorizzazione dei Calcescisti della Zona Piemontese, dei Micascisti di Clarea e degli Gneiss Aplitici

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

**NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – TRATTA COMUNE ITALO-FRANCESE**

PROJET DE REFERENCE FINAL – PROGETTO DI RIFERIMENTO FINALE

CUP C11J05000030001

**MATERIAUX D'EXCAVATION DE LA GALERIE DE LA MADDALENA / MATERIALI DI SCAVO
PROVENIENTI DALLA GALLERIA DELLA MADDALENA
MICASCHISTES DE CLAREA ET GNEISS APLITIQUES / MICASCISTI DI CLAREA E GNEISS APLITICI
ESSAIS DE QUALIFICATION POUR GRANULATS BETON / PROVE DI QUALITA' PER AGGREGATI E
PER CALCESTRUZZO
RAPPORT FINAL / RAPPORTO FINALE**

Indice	Date / Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Validé par / Validato da
0	04/08/2016	Première diffusion / Prima emissione	Jacques Burdin	Jacques Burdin	Jacques Burdin
A	24/08/2016	Mis à jour / Aggiornamento	Jacques Burdin	Jacques Burdin	Jacques Burdin
B	05/09/2016	Mis à jour / Aggiornamento	Jacques Burdin	Jacques Burdin	Jacques Burdin
C	21/10/2016	Mis à jour / Aggiornamento	Jacques Burdin	Jacques Burdin	Jacques Burdin
D	11/11/2016	Mis à jour / Aggiornamento	Jacques Burdin	Jacques Burdin	Jacques Burdin

CODE DOC	P	R	F	C	L	R	J	B	D	0	0	0	1	C
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED		//	//						
INDIRIZZO GED									

ECHELLE / SCALA



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



SOMMAIRE / INDICE

1.	Résumé / Riassunto	3
2.	Introduzione	4
3.	Contesto	5
4.	Oggetto e consistenza delle prove realizzate	5
4.1	Smarino.....	7
4.2	Impianto di trattamento.....	9
4.3	Caratterizzazione dei materiali utilizzati	10
4.4	Composizione del calcestruzzo.....	12
5.	Realizzazione delle prove	15
5.1	Prove geotecniche.....	15
5.2	Prove su calcestruzzo	18
5.3	Prove di alcali reazione su calcestruzzo, risultati provvisori.....	21
6.	Conclusioni.....	22
6.1	Qualità del materiale di scavo	22
6.2	Smarino.....	22
6.3	Preparazione aggregati	22
6.4	Coefficienti di valorizzazione.....	23
6.5	Calcestruzzo.....	24
6.6	Alcali-Reazione	24

ALLEGATI (CD)

- ALLEGATO n°1 – Composizione del calcestruzzo
- ALLEGATO n°2 – Movimentazioni cumuli n°25, n°76 e n°102
- ALLEGATO n°3 – Certificati prove geotecniche
- ALLEGATO n°4 – Certificati prove calcestruzzo
- ALLEGATO n°5 – Certificati Alcali-reazione
- ALLEGATO n°6 – Documentazione Fotografica

1. Résumé / Riassunto

Le présent rapport a pour objet d'améliorer les connaissances sur la valorisation des matériaux d'excavation du Tunnel de base. Cette démarche a été engagée à la suite du bilan des matériaux d'excavation du Projet Définitif où un déficit des granulats pour les bétons (C11) a été constaté.

Les activités ont concerné les gneiss du Complexe d'Ambin (AMC) et les micascistes du Complexe de Clarea (CL) rencontrés par la galerie de reconnaissance de la Maddalena en cours d'exécution. Ces lithologies du Massif d'Ambin sont typiques de presque 13 km du Tunnel de Base à partir du pK 41+300 en France à pK 54+800 en Italie. Les essais géotechniques sur les matériaux d'excavation ont été réalisés après criblage dans une installation de traitement sur les classes 0/4, 4/8, 8/16 et D>16 mm.

Les granulats de micascistes et de gneiss ont été ensuite employés pour fabriquer les bétons C30/37 et C45/55 qui ont fait l'objet des essais décrits dans le présent rapport.

Les bons résultats obtenus confirment la bonne aptitude de ces matériaux à être utilisés comme granulats pour béton à condition de respecter les recommandations énoncées en fin de rapport.

On pourrait augmenter le coefficient de valorisation prévu dans le PD/PR de 0,5 à 0,65, avec une quantité de granulats qui pourrait être augmentée de 1.100.000 t environ.

Les caractéristiques intrinsèques des matériaux sont bien évidemment fondamentales pour une valorisation adaptée du matériau : le design de la tête du TBM, la préparation des granulats pour obtenir une forme et une granulométrie conforme aux exigences ; la fabrication du béton en respectant des règles de formulation spécifiques est également importante pour atteindre une bonne politique de valorisation de la ressource naturelle.

Il presente studio ha l'obiettivo di approfondire le conoscenze sulla valorizzazione delle rocce che verranno scavate lungo il Tunnel di Base. Tale necessità è stata dettata dal bilancio dei materiali di scavo del Progetto Definitivo da cui si è evinto un deficit relativo agli aggregati per calcestruzzo (C11).

L'attività ha interessato in particolare gli gneiss del Complesso D'Ambin (AMC) e i micascisti del Complesso di Clarea (CL) attraversati dal Cunicolo esplorativo della Maddalena in corso di scavo. Queste litologie del Massiccio d'Ambin caratterizzano circa 13 km del Tunnel di Base, dalla pK 41+300 in Francia alla pK 54+800 in Italia. Sono state eseguite prove geotecniche sul materiale di scavo dopo che questi è stato vagliato presso un impianto di trattamento nelle frazioni 0/4, 4/8, 8/16 e D>16 mm. Successivamente gli aggregati di micascisti e gneiss sono stati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo, C30/37 e C45/55, e su questi eseguite prove di prestazione, descritte nel presente rapporto.

I risultati ottenuti sono soddisfacenti e confermano la buona propensione di questi materiali ad essere utilizzati come aggregati per calcestruzzo a condizione che vengano rispettate le raccomandazioni stilate alla fine del rapporto.

Si potrebbe passare da un coefficiente di valorizzazione di 0,5, come previsto nel PD/PR, a 0,65, implicando un aumento di aggregati che potrebbe arrivare a 1.100.000 t.

Per quanto siano ovviamente fondamentali le caratteristiche intrinseche dei materiali per una opportuna valorizzazione dello stesso, la tipologia della testa della TBM, la preparazione degli aggregati al fine di ottenere una forma e una granulometria conformi alle esigenze, il confezionamento del calcestruzzo secondo formulazioni specifiche risultano essere altrettanto importanti per una buona politica di valorizzazione della risorsa naturale.

2. Introduzione

La Gestione e la Valorizzazione del Materiale di Scavo (GVMS) del Tunnel di Base del Moncenisio previsto da T.ELT rientra nella politica di sviluppo sostenibile promossa dagli Stati membri dell'UE. La GVMS ha per oggetto la riduzione degli impatti ambientali dei lavori massimizzando l'utilizzo dei materiali scavati provenienti dal futuro Tunnel di Base consentendo così di preservare le risorse in aggregati, minimizzare i trasporti di materiali e i rischi associati e ridurre i volumi dei depositi definitivi (e pertanto preservare l'ambiente).

Questi studi di approfondimento e prove associate hanno lo scopo di anticipare la qualificazione dei materiali per definire i loro impieghi, preparare la gestione della logistica corrispondente e la redazione dei documenti per le future gare d'appalto.

3. Contesto

Il bilancio dei materiali di scavo realizzato nell'ambito del Progetto Definitivo (PD) della sezione transfrontaliera della linea Torino-Lione realizzato sul territorio italiano nel 2011, autorizzato dal CIPE con la Delibera 15/2015, comprensivo della produzione e dei fabbisogni, aveva evidenziato un possibile deficit relativo agli aggregati per calcestruzzo (C11) pari a circa -970.000 t (in volume a deposito circa 485.000 m³) e un possibile surplus di materiali per rilevati (C12) pari a circa 200.000 t (in volume a deposito circa 100.000 m³). Tra gli obiettivi di queste attività vi era quello di ottimizzare il coefficiente di valorizzazione utilizzato nel PD al fine di ridurre il deficit per aggregati.

Per questa finalità e considerando la produzione di materiale di scavo dalla realizzazione del cunicolo esplorativo della Maddalena sono state realizzate attività di laboratorio sugli gneiss aplitici (AMC) del Complesso d'Ambin e sui micascisti di Clarea (CL) del Complesso di Clarea. Queste rappresentano le litologie prevalenti del Tunnel di Base dalla pK 41+300 circa in territorio francese alla pK 54+800 in territorio italiano).

Le attività sono consistite in :

- vagliatura presso impianto di trattamento nelle diverse classi granulometriche ;
- prove di laboratorio geotecniche sul materiale vagliato ;
- prove al fine della definizione della miscela per il confezionamento di calcestruzzo di classe 30/37 e di classe 45/55 ;
- confezionamento di calcestruzzo con aggregati di gneiss e micascisti ;
- prove sulla bontà del calcestruzzo

4. Oggetto e consistenza delle prove realizzate

Il materiale scavato dal cunicolo esplorativo della Maddalena utilizzato per queste prove è stato di circa 80 t per gli gneiss aplitici (dal cumulo 25, corrispondente al tratto scavato dalla pK 1+114,3 alla pK 1+157,5) e circa 100 t (dal cumulo 76, corrispondente al tratto scavato tra la pK 3+784,4 e la pK 3+833,9) per i micascisti di Clarea. Prima di essere testato in laboratorio secondo il programma previsto, il materiale scavato è stato vagliato al fine di ottenere le seguenti classi granulometriche :

- > 16 mm ;
- 8/16 mm ;
- 4/8 mm ;
- 0/4 mm.

Lo scavo della galleria avviene con una TBM aperta, tipologia Main beam, modello Robbins, diametro testa fresante 6,30 m e le cui caratteristiche principali sono :

- Aree di lavoro Fronte scavo (L1 ed L2) + back-up
- Diametro di scavo 6,30 m
- Overcutting 10 cm su diam; 20 cm su diam (solo emergenze)

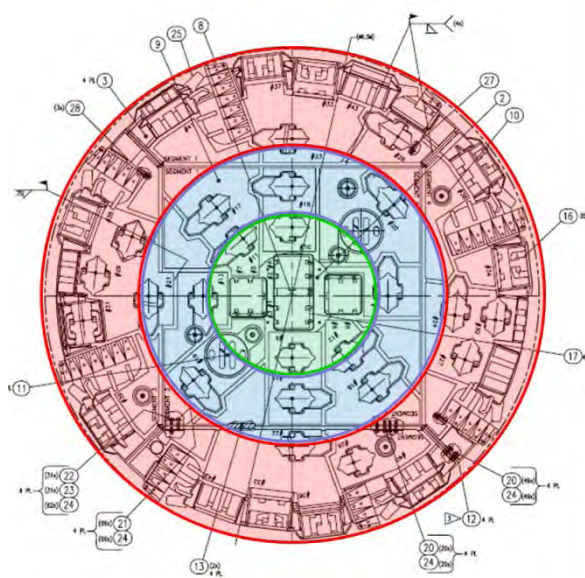
**MATERIAUX D'EXCAVATION DE LA GALERIE DE LA MADDALENA / MATERIALI DI SCAVO PROVENIENTI DALLA
GALLERIA DELLA MADDALENA
MICASCHISTES DE CLAREA ET GNEISS APLITIQUES / MICASCISTI DI CLAREA E GNEISS APLITICI
ESSAIS DE QUALIFICATION POUR GRANULATS BETON / PROVE DI QUALITA' PER AGGREGATI PER
CALCESTRUZZO
RAPPORT FINAL / RAPPORTO FINALE**

- Massima capacità di spinta 13.600 KN
- Motori 7 da 315 KW
- Alimentazione motori 690 V, 3 fasi, 50 Hz (testa)
400 V, 50 Hz (sistema idraulico)
220 V, 50 Hz (illuminazione)
- Velocità di rotazione testa 0-10,8 giri/min
- Pressione sistema idraulico 290 bar (nominale); 345 bar (massima)
- Nastro Velocità 2,5 – 3m/s; Larghezza 762 mm
- Peso TBM + back up 350 ton
- Numero carri back-up 16

La configurazione della testa di scavo é la seguente :

- Numero totale cutter 41
- Numero totale di cutters 43 (in caso di overcutting)
- Diametro cutters 17''
- Tipologia HD

n.4 bidischi centrali, profilo ¾"
n.22 cutters frontali, profilo ¾"
n.11 cutters periferici, profilo ¾''



Il materiale che produce questa TBM é rappresentata da grani con forma allungata e ricca di materiale fine. Una maggior distanza dei cutters, prossima a 200 mm, permetterebbe di ottenere dei grani meno appiattiti e meno materiale fine.

4.1 Smarino

Nella figura sottostante (fig. n°1) è riportata, per ciascun smarino, la curva granulometrica, inoltre sono rappresentate per confronto sia la curva granulometrica relativa al materiale dell'impianto di Pont Ventoux sia quella di riferimento (MIC Prévis.). Si può notare come la curva degli gneiss è caratterizzata da un alto contenuto di elementi fini; le curve dei micascisti, prevalentemente lungo progressioni differenti, sono molto simili indicando una certa omogeneità nel complesso di appartenenza (Complesso di Clarea).

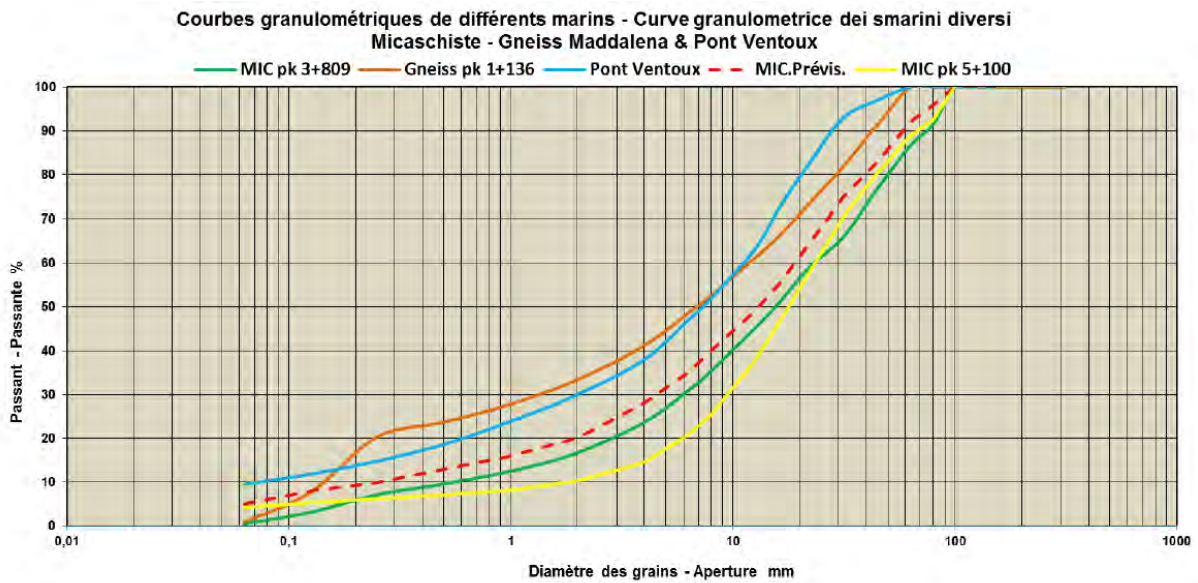


Fig. n°1 - Curve granulometriche dei differenti smarini



Foto n°1 - Smarino: micascisti



Foto n°2 - Smarino: gneiss

Al fine di poter caratterizzare dal punto di vista geotecnico gli aggregati lungo lo scavo della galleria, è stato successivamente prelevato un quantitativo rappresentativo di smarino, trattasi sempre di micascisti, che caratterizza praticamente la maggior parte del cunicolo, in particolare dal cumulo 102 (della tratta compresa tra pK 5+091 e 5+149,8) e sono state realizzate le seguenti prove:

**MATERIAUX D'EXCAVATION DE LA GALERIE DE LA MADDALENA / MATERIALI DI SCAVO PROVENIENTI DALLA
GALLERIA DELLA MADDALENA
MICASCHISTES DE CLAREA ET GNEISS APLITIQUES / MICASCISTI DI CLAREA E GNEISS APLITICI
ESSAIS DE QUALIFICATION POUR GRANULATS BETON / PROVE DI QUALITA' PER AGGREGATI PER
CALCESTRUZZO
RAPPORT FINAL / RAPPORTO FINALE**

- determinazione della resistenza al punzonamento - Point Load Test (PLT))
- determinazione della resistenza all'usura - Micro Deval;
- determinazione della resistenza alla frammentazione mediante il metodo di prova Los Angeles;
- reattività degli aggregati in presenza di alcali (RAG UNI 8250/22);
- analisi granulometrica;

I risultati sono sintetizzati nella tabella seguente (fig. n°2) mentre le curve granulometriche sono riportate nell'allegato n°3.

pk de prélèvement/di prelievo	Micaschistes / Micascisti		Gneiss
	pk 3+809	pk 5+100	pk 1+136
PLT \perp	4,2	7,42	3,2
PLT //	5,9	4,03	3,9
Micro DEVAL	13,2	15,8	-
Los Angeles	19,9	-	39,2
RAG Uni 8250/22	0,25	0,17	0,09

Fig. n°2 - Valori di caratterizzazione dello smarino

Si precisa che l'impresa ha installato un piccolo frantoio a mascelle su L1 della macchina (subito dietro lo scudo) a partire dalla pK 4+340 a causa delle grosse dimensioni dei blocchi prodotti dalla TBM. Tali blocchi arrivavano fino a 500 mm di lunghezza non potendo essere così evacuati tramite il nastro trasportatore (vedi le due foto n° 2bis sotto).



Foto n° 2bis : Vaglio e frantoio

La presenza di questi blocchi é dovuta alla fratturazione del massiccio, caratterizzata da giunti paralleli all'asse di scavo. La curva granulometrica del materiale prelevato alla pK 5+100 é dunque caratteristica di un materiale rimaneggiato e non proveniente direttamente dallo scavo della fresa.

4.2 Impianto di trattamento

Il materiale prima di essere portato in laboratorio per le previste prove di caratterizzazione è stato trasportato presso l'impianto di trattamento del materiale a Bruzolo per la necessaria vagliatura. La vagliatura è avvenuta senza l'avaggio (Foto n°3).



Foto n°3 – Vagliatore

Lo smarino è stato vagliato nelle classi granulometriche 0/4, 4/8, 8/16 e > 16 mm e le quantità prodotte sono riportate nella tabella sottostante (fig. n°3):

	Gneiss		Micaschiste	
	t	%	t	%
0/4 mm	3,7	21,3%	2,8	12,0%
4/8 mm	2,9	16,7%	2,9	12,4%
8/16 mm	3,0	17,2%	2,6	11,2%
> 16 mm	7,8	44,8%	15,0	64,4%
Total	17,4		23,3	

Fig. n°3 - Bilancio dello smarino post vagliatura

Per quanto riguarda i micascisti per il materiale a > 16 mm, è stato deciso di frantumare lo smarino con frantumatore a mascella e apertura minima.

La vagliatura a secco non ha permesso di fare dei tagli molto precisi a causa della percentuale di fine molto elevata per i micascisti e a causa della grande umidità dei fini per gli gneiss, sembravano « incollati ». Inoltre l'assenza di un frantumatore a nastri di recupero non ha permesso di reintegrare la frazione ≥ 16 mm che avrebbe senza alcun dubbio migliorato la qualità generale degli aggregati. Pertanto l'esecuzione di alcune operazioni non previste, quali la separazione della frazione 0/4 in 0/1 e 1/4 e il relativo lavaggio, hanno consentito di ottenere dei risultati rappresentativi.

4.3 Caratterizzazione dei materiali utilizzati

- Aggregati : gli aggregati sia di micascisti che di gneiss utilizzati per il confezionamento del calcestruzzo una volta arrivati in laboratorio e dopo le analisi granulometriche sono stati vagliati al fine di poter eliminare il fine in eccesso.

Le classi granulometriche utilizzate sono state :

- 0-4 mm ricomposto con 0-1 e 1-4 (lavato e setacciato) ;
- 4-8 e 8-16 mm setacciatura a secco ;
- 8-16 mm ;
- > 16 mm
- Cemento : sono state utilizzate due tipologie di cemento :
 - CEM I 42,5R per un calcestruzzo di classe 30/37 (rivestimento galleria, spritz-beton...);
 - CEM I 52,5R per un calcestruzzo di classe 45/55 (conci)

In tutte le miscele sono state utilizzate le ceneri volanti di categoria A con perdita al fuoco $\leq 5\%$.

- Additivi : additivi SIKA con caratteristiche di super plastificanti e fluidificanti, Viscocrete SB.

4.3.1 Micascisti: preparazione della sabbia

La sabbia ottenuta dopo la vagliatura, senza previo lavaggio e senza un idoneo vagliatore, aveva una curva granulometrica non conforme per il confezionamento del calcestruzzo di buona qualità. La percentuale di frazione $< 63\mu\text{m}$ era troppo elevata, il modulo di finezza (EN 12620, allegato C) anche, come mostra il grafico sottostante (0/4 brut). In queste condizioni è stato dunque deciso di ricostruire in laboratorio una curva granulometrica accettabile eseguendo tre operazioni complementari:

- Lavaggio per eliminare i fini $< 63\mu\text{m}$;
- Taglio della frazione 0/4 a 1 mm con vagliatura complementare per ottenere due frazioni 0/1 e 1/4, e permettere in questo modo l'eliminazione di una parte di frazione 1/4,
- Ricomposizione delle due frazioni, ottenendo così una sabbia (0/4 mm Rec) con un Modulo di finezza $FM \leq 3,1$ e la percentuale di frazione $\leq 63\mu\text{m}$.

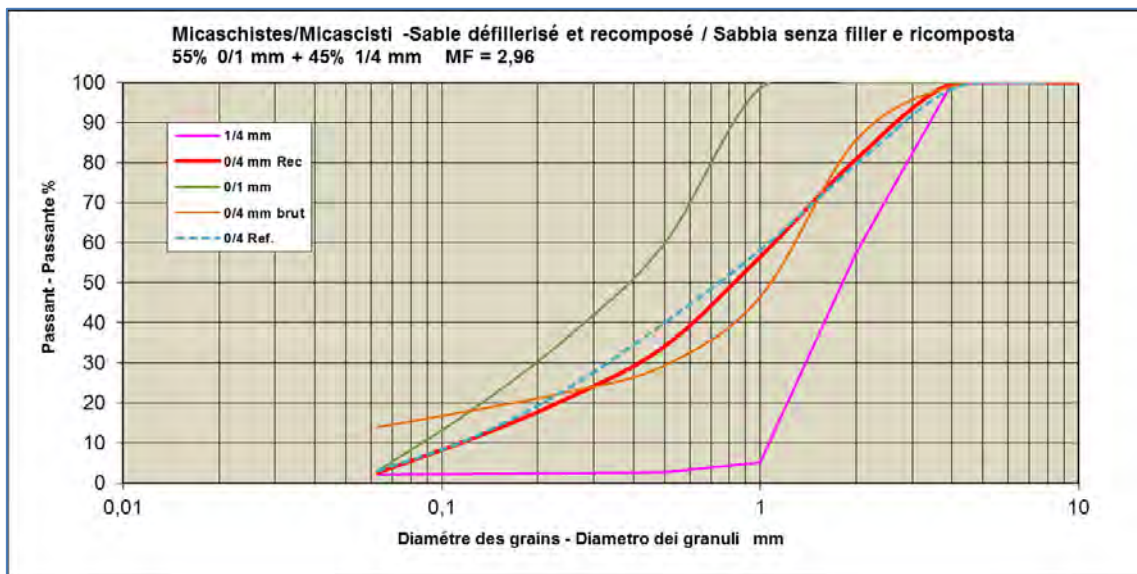


Fig. n°4 - Curva granulometrica ricomposta per la sabbia dei micascisti

Nel grafico di figura 4 si evince in effetti che la curva della frazione 0 / 4 mm Rec, cioè quella ricomposta, ha un quantitativo di fine decisamente inferiore rispetto alla 0 / 4 mm brut.

4.3.2 Gneiss: preparazione della sabbia

La stessa operazione realizzata per i micascisti è stata eseguita anche per la sabbia degli gneiss che era peggiore di quella dei micascisti a causa della percentuale $< 63\mu\text{m}$ dell'ordine del 30% (0/4 brut, figura n°5 e foto n°4).

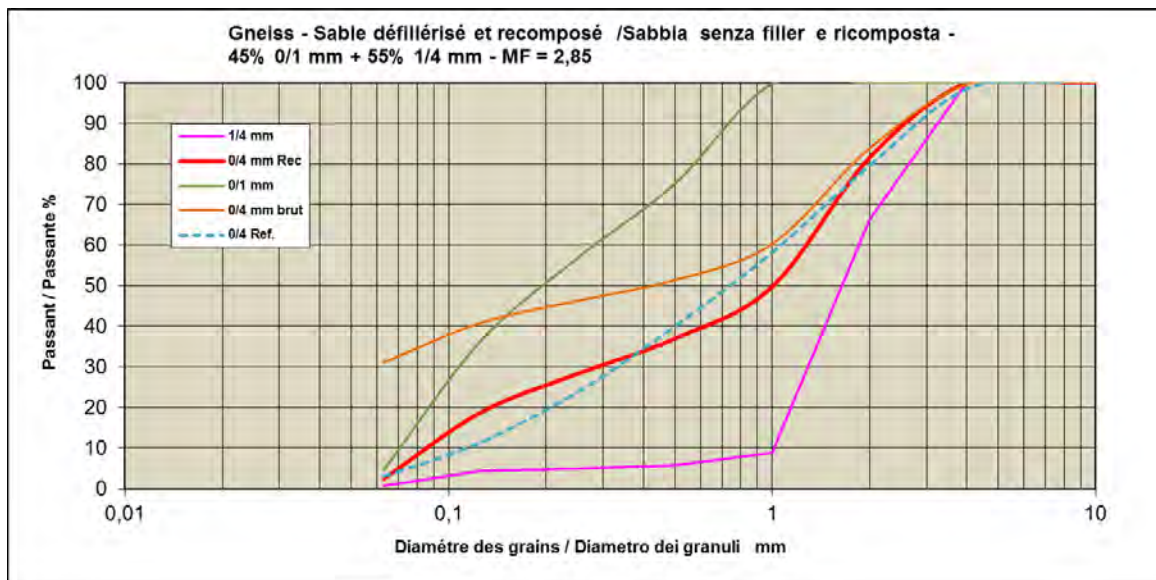


Fig. n°5 - Curva granulometrica ricomposta per la sabbia degli gneiss

Anche in questo caso si può apprezzare la riduzione di fine successivamente al lavaggio e alla vagliatura.

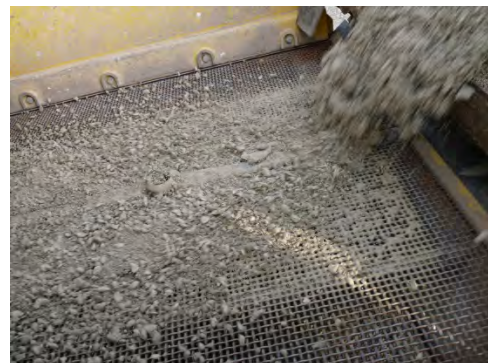


Foto n°4 – Gneiss così umido da formare un cono. Durante l'operazione di vagliatura, difficoltà a separare il fine dai grani per l'elevata umidità del materiale

4.4 Composizione del calcestruzzo

Sono state confezionate tre tipologie di calcestruzzo: una di classe C30/37 con i micascisti, una di classe C30/37 con gli gneiss e una di classe C45/55 con i micascisti. I fogli di calcolo per la composizione del calcestruzzo si trovano in Allegato n°1. La curva granulometrica del

**MATERIAUX D'EXCAVATION DE LA GALERIE DE LA MADDALENA / MATERIALI DI SCAVO PROVENIENTI DALLA
GALLERIA DELLA MADDALENA
MICASCHISTES DE CLAREA ET GNEISS APLITIQUES / MICASCISTI DI CLAREA E GNEISS APLITICI
ESSAIS DE QUALIFICATION POUR GRANULATS BETON / PROVE DI QUALITA' PER AGGREGATI PER
CALCESTRUZZO
RAPPORT FINAL / RAPPORTO FINALE**

calcestruzzo è stata stabilita conformemente alle regole degli aggregati vagliati e lavati provenienti dal materiale di scavo.

Le componenti e le sue percentuali, per la composizione dei mix design, sono riportate nella tabella seguente (fig. n°6) :

Composition pour 1 m³ de béton- Granulats secs							
Composizione per 1 m³ di calcestruzzo - Aggregati secchi							
		Micaschistes / Micascisti				Gneiss	
		%	C 30/37	%	C 45/55	%	C 30/37
0/4 mm Recomposé/Ricomposto	kg/m³	42	727	38	638	41	683
4/8 mm		18	312	20	336	18	300
8/16 mm		40	692	42	705	41	683
Total Granulats / Aggregati			1731		1678		1665
CEM I 42,5			315				315
CEM I 52,5					380		
Cendres / Ceneri			85		70		85
Viscocrete SB			5,00		5,63		5,20
Eau / Aqua			200		212		220
E/L_{eq}			0,55		0,50		0,60

Fig. n°6 - Quantità delle componenti per il confezionamento del calcestruzzo

a) Calcestruzzo C30/37 con micascisti

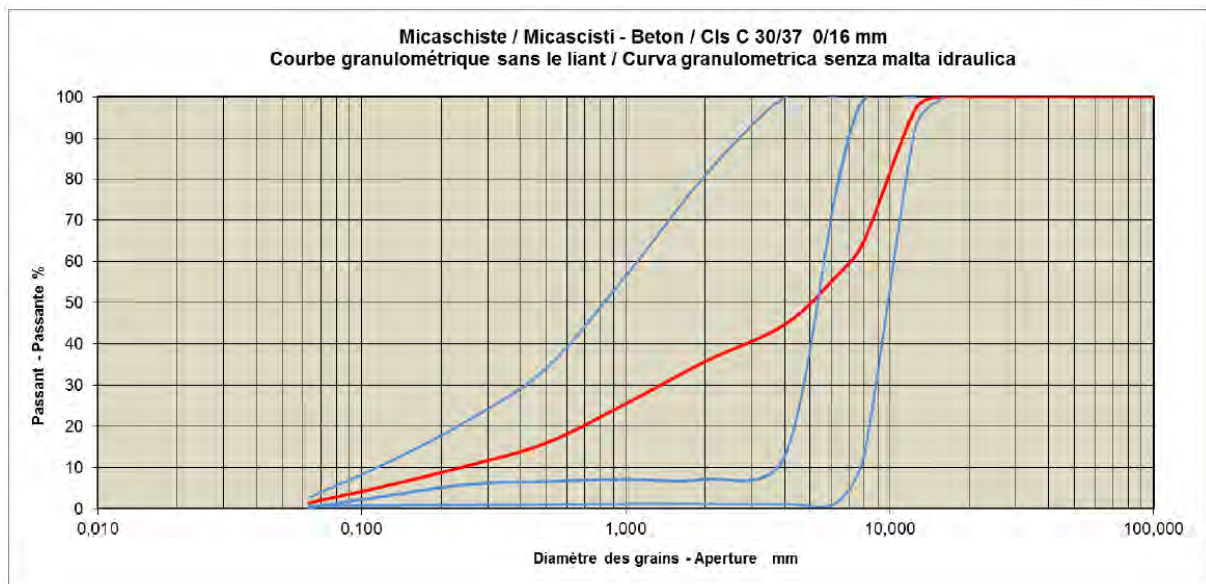


Fig. n°7 - Curva granulometrica per il calcestruzzo C30/37 micascisti

b) Calcestruzzo C45/55 con micascisti

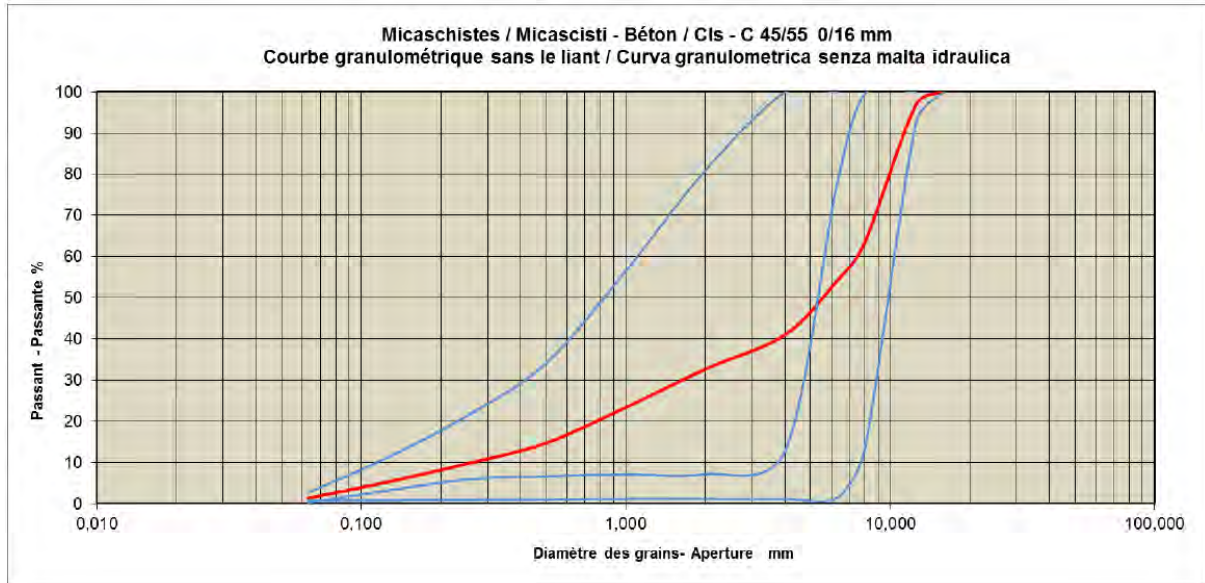


Fig. n°8 - Curva granulometrica per il calcestruzzo C45/55 micascisti

c) Calcestruzzo C30/37 con gneiss

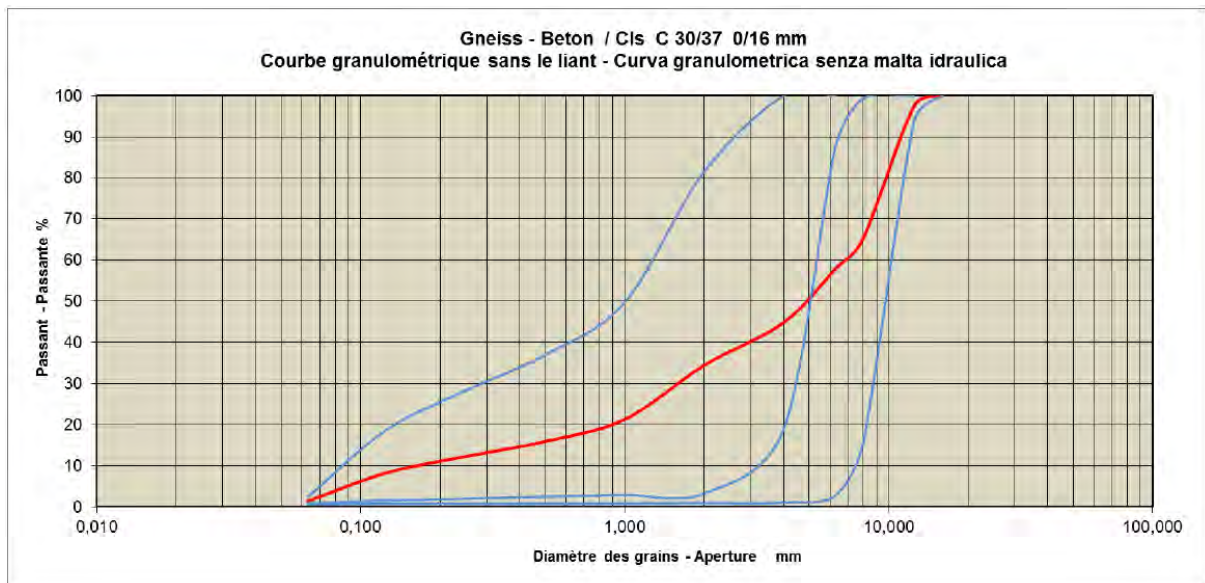


Fig. n°9 - Curva granulometrica per il calcestruzzo C30/37 gneiss

Commenti

La composizione di questi calcestruzzi é simile a quella dei calcestruzzi confezionati in altre grandi opere, con degli aggregati che derivano dalla trasformazione del materiale di scavo :

- Ø max 16 mm ;
- % di sabbia 0/4 può variare da 38 % (calcestruzzo preconfezionato) a 46 % (calcestruzzo autocompattante) ;

- dosaggio minimo di cemento+ceneri pari a 400 kg/m³ ;
- la composizione del calcestruzzo 45/55 é molto diversa da quella del calcestruzzo 30/37, per ottenere una resistenza di 45 Mpa sui provini cilindrici sono necessari una riduzione di % di sabbia, un aumento di percentuale di 8/16 mm, un aumento della quantità in cemento ;
- la composizione del calcestruzzo deve consentire di ottenere una molto buona lavorabilità e dunque una facile messa in opera.

5. Realizzazione delle prove

Le prove sono state realizzate presso il laboratorio di Engineering Controls a Cuneo.

Gli obiettivi che si volevano raggiungere erano :

- la migliore lavorabilità (calcestruzzo stabile senza segregazione e senza bleeding);
- un rapporto acqua/legante (cemento + ceneri) il più basso possibile per raggiungere le resistenze più elevate e la migliore durabilità ;
- un legante suscettibile di inibire l'alcali reazione e di ridurre il calore di idratazione
- un costo di leganti il meno elevato possibile

Le prove si possono distinguere in due famiglie : prove geotecniche su aggregati e prove su calcestruzzo.

Sono state svolte in 4 step principali :

- 12 e 13 novembre 2015 trasporto del materiale dal cantiere della Maddalena all'impianto di trattamento di Bruzolo e vagliatura del materiale ;
- 16/12/2015 primi test di confezionamento calcestruzzo classe C30/37, 2 miscele con micascisti (miscela 1 e miscela 2) ;
- 18/01/2016 test di confezionamento calcestruzzo C45/55 con micascisti (miscela 3);
- prima settimana di febbraio realizzate le miscele 4 e 5 per confezionamento di calcestruzzo con micascisti di classe C30/37 e C45/55 ;
- 16/02/2016 confezionamento di calcestruzzo C30/37 con gneiss (miscela 6).

5.1 Prove geotecniche

Dalle prove realizzate si possono fare le seguenti considerazioni.

- a) Le *analisi granulometriche* realizzate hanno subito dato evidenza dell'eccesso di fine presente nelle diverse classi granulometriche. Al fine di poter realizzare delle miscele accettabili, le curve granulometriche sono state « tagliate ». Quindi si è proceduto a scomporre la classe granulometrica 0/4 in 0/1 e 1 / 4 e ad eliminare l'eccesso di fine con lavaggio e con setacciatura. Si é scelto di separare il 0/4 in 0/1 e in 1/4 per due ragioni :

MATERIAUX D'EXCAVATION DE LA GALERIE DE LA MADDALENA / MATERIALI DI SCAVO PROVENIENTI DALLA
GALLERIA DELLA MADDALENA
MICASCHISTES DE CLAREA ET GNEISS APLITIQUES / MICASCISTI DI CLAREA E GNEISS APLITICI
ESSAIS DE QUALIFICATION POUR GRANULATS BETON / PROVE DI QUALITA' PER AGGREGATI PER
CALCESTRUZZO
RAPPORT FINAL / RAPPORTO FINALE

- molto fine da eliminare, < a 63µm;
- con la riduzione del fine la curva granulometrica sarebbe stata troppo bassa, quindi è stato necessario separare le due classi : 0/1 e 1/4 ;

Per le classi 4/8 e 8/16 si è proceduto con la sola setacciatura a secco.

- b) *assorbimento dell'acqua*: si è constatato per la classe 0/4 un valore alto, questo è legato all'alto contenuto di fine. Un buon valore deve essere < 2,5;
- c) *appiattimento*: i valori non sono molto buoni per gli gneiss mentre per i micascisti sono meglio: è un materiale testato senza lavorazioni, i buoni valori devono essere < 30, circa 20. Nel caso nostro, con questi risultati il materiale sarebbe dovuto essere trattato. Tipo di frantumatore importante, « impacteur à axe vertical, rotor ouvert ».
- d) *Los Angeles*: alto per gli gneiss. Con questa prova si misura il fine che si produce: se metto grani appiattiti essi si rompono formando molto fine (ecco i valori alti della prova): più i grani sono sferici meglio è il risultato. I valori sono buoni per i micascisti, non per gli gneiss. I valori per essere buoni devono essere < 35.
- e) *Abrasivita AFNOR*: i valori determinati hanno mostrato che gli gneiss sono meno abrasivi mentre i micascisti rientrano nella zona dei materiali abrasivi;
- f) *Microbar*: i micascisti sono reattivi, mentre gli gneiss no;
- g) le analisi chimiche : i *cloruri, solfati e zolfo* non hanno dato valori al di sopra dei limiti;
- h) i *Point Load* per gli gneiss con prove in parallelo e perpendicolo alla foliazione sono valori buoni, roccia di buona qualità; così anche per i micascisti: buoni i valori sia in perpendicolo che parallelo rispetto alla foliazione ;
- i) prova dell'equivalente in sabbia necessaria per le alluvioni ma non per il frantumato.

In figura n°10 è riportata una tabella di sintesi con i risultati ottenuti dalle prove.

MATERIAUX D'EXCAVATION DE LA GALERIE DE LA MADDALENA / MATERIALI DI SCAVO PROVENIENTI DALLA GALLERIA DELLA MADDALENA
MICASCHISTES DE CLAREA ET GNEISS APLITIQUES / MICASCISTI DI CLAREA E GNEISS APLITICI
ESSAIS DE QUALIFICATION POUR GRANULATS BETON / PROVE DI QUALITA' PER AGGREGATI PER CALCESTRUZZO
RAPPORT FINAL / RAPPORTO FINALE

Classi granulometriche	GNEISS APLITICI (COMPLESSO D'AMBIN)							MICASCISTI DI CLAREA (COMPLESSO DI CLAREA)							
	SMARINO	0/1 mm	1/4 mm	0/4 mm	4/8 mm	8/16 mm	>16 mm	SMARINO	0/1 mm	1/4 mm	0/4 mm	4/8 mm	8/16 mm	>16 mm	FRANTUM.
Analisi granulometrica															
fine ≤ 63 µm dopo lavaggio e setacciatura %				31,10	21,20	14,3	14,20				14,00	9,90	6,00	3,00	14,90
Determinazione del contenuto d'acqua per essiccazione in forno															
contenuto d'acqua %	5,74			10,95	7,21	4,77		3,49			9,50	5,57	3,37		4,46
Determinazione massa volumica e assorbimento acqua															
massa volumica apparente t/m ³				2,75	2,75	2,76					2,79	2,78	2,78		
assorbimento acqua %				4,93	2,10	1,25					3,60	1,15	0,79		
Indice di appiattimento %					32,1	48,1						26,3	17,2		
Los Angeles %						39,2							19,9		
Contenuto di cloruri idrosolubili %				< 0,005							< 0,005				
Contenuto di solfati solubili %				0,01							0,02				
Contenuto totale di zolfo %				0,006							0,008				
Point Load															
indice di resistenza corretto ⊥ Mpa	3,2							4,2							
indice di resistenza corretto // Mpa	3,9							5,9							
Prova dell'equivalente in sabbia															
prova su 0/2 mm %				18							49				
Abrasività e broyabilité															
Abrasività (AFNOR P18-579) g/t					728							928			
Broyabilité (AFNOR P18-579) %					57,8							36,2			
Resistenza all'abrasione AAV						9,00							7,30		
Potenziale reattività Alcali/Aggregati															
RAG MICROBAR															
XP P18-594 - limite < 0,11%	0,06							0,131							
UNI 8250/22-prova accelerata < 0,10 %				0,09							0,25				
Analisi petrografica															
Composizione petrografica per le frazioni 0,25/0,5 e 1/4 mm	Rocce metamorfiche gneissiche a muscovite 66/84 %; Quarzo 8/21 %; Feldspati 4,6/8 %; Miche 0/3,5 %; Calcite 1,5/3,5 %							Rocce metamorfiche gneissiche a muscovite 64/89 %; Quarzo 7/16 %; Feldspati 4/9 %; Miche 0/6 %; Calcite 2/5 %							
Componenti non idonee nella sabbia per le frazioni 0,25/0,5 e 1 / 4 mm	Presenza di minerali potenzialmente reattivi agli alcali e di miche							Presenza di minerali potenzialmente reattivi agli alcali e di miche							
Composizione petrografica per le frazioni 8/16 mm	Rocce metamorfiche gneissiche a muscovite 78 %; Quarzo 12 %; Feldspati 6,5 %; Miche 1 %; Calcite 2,5 %							Rocce metamorfiche gneissiche a muscovite 82 %; Quarzo 11 %; Feldspati 5 %; Calcite 2 %							

Fig. 10 – Sintesi dei risultati

5.2 Prove su calcestruzzo

Sono state caratterizzate le proprietà del calcestruzzo sia allo stato fresco che allo stato indurito.

a. Proprietà allo stato fresco

- La classe di consistenza è un indice della lavorabilità del calcestruzzo, cioè la caratteristica che consente di congezionare, trasportare, gettare e compattare il calcestruzzo con una certa facilità ed è una proprietà del calcestruzzo allo stato fresco che influenza fortemente le proprietà del calcestruzzo indurito.

È stata misurata in laboratorio mediante la prova di abbassamento al cono, cono di Abrams, secondo la normativa di riferimento UNI EN 12350-2. La normativa prevede le seguenti classi:

Classe di consistenza	Abbassamento al cono di Abrams (SLUMP) in mm	Descrizione
S1	10-40	Umida
S2	50-90	Plastica
S3	100-150	Semi-fluida
S4	160-210	Fluida
S5	≥220	superfluida

Fig. n°11- Cono di Abrams

I risultati delle prove sono stati i seguenti:

- Miscela 4, micascisti C30/37, abbassamento di 160 mm, classe S4;
 - Miscela 5, micascisti C45/55, abbassamento di 40 mm, classe S1;
 - Miscela 6, gneiss C30/37, abbassamento di 75 mm, classe S2.
- Il contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco è stato determinato mediante la prova per pressione secondo la normativa di riferimento UNI EN 12350-7. Questa prova viene effettuata al fine di verificare il volume di aria che è rimasta intrappolata nel calcestruzzo e che se superiore ai valori di riferimento potrebbe pregiudicare la qualità del calcestruzzo indurito.

I risultati delle prove realizzate sono stati i seguenti:

- Miscela 4, micascisti C30/37, contenuto d'aria 2,25%;
- Miscela 5, micascisti C45/55, contenuto d'aria 1,70%;
- Miscela 6, gneiss C30/37, contenuto d'aria 1,80%.

b. Proprietà allo stato indurito

Essais / Prove			Micaschistes / Micascisti		Gneiss	
			C 30/37	C 45/55	C 30/37	
Béton Frais Cls fresco	Slump Test		mm	160	40	75
	Masse volumique / Massa volumica		kg/m ³	2417	2438	2391
	Air entraîné / Aria inglobata		%	2,3	1,7	1,8
Béton durci Cls indurito	Résistance à la compression Resistenza alla compressione	2 j - 2 gg	N/mm ²	20,9	30,0	20,9
		7 j - 7 gg		31,3	39,0	30,5
		28 j - 28 gg		33,9	39,8	38,5
		90 j - 90 gg		38,4	57,5	44,9
	Résistance à la traction / Resistenza alla trazione	28 j - 28 gg	N/mm ²	3,7	4,0	3,4
		90 j - 90 gg		4,7	4,5	3,9
	Pénétration d'eau sous pression - Penetrazione all'acqua sotto pressione	28 j - 28 gg	mm	7,3	10,2	9,1
		90 j - 90 gg		4,1	5,5	4,1
Module Elastique / Modulo Elastico		90 j - 90 gg	N/mm ²	33734	33293	26864

Fig. n°12 - Sintesi dei risultati ottenuti

Dalle prove realizzate per determinare la qualità del calcestruzzo ottenuto utilizzando come aggregati i micascisti e gli gneiss, sono stati fabbricati dei provini di forma cilindrica (come la normativa di riferimento consente). Su i risultati ottenuti si possono fare le seguenti considerazioni:

Miscela n°4, micascisti C30/37:

- *Resistenza alla compressione:* i valori determinati sono buoni, con la maturazione nel tempo a 2 gg, a 7gg, a 28gg, a 90 gg la resistenza a compressione aumenta, passando da 20,9 N/mm² a 38,4 N/mm² ;
- Realizzando la prova della profondità di *penetrazione all'acqua* i valori ottenuti a 28 gg e poi a 90 gg sono molto buoni, passano da 7,4 mm a 2,6 mm . I valori devono essere < 25mm, per essere dei buoni valori ;
- *Determinazione della resistenza alla trazione indiretta:* i valori a 28 gg, a 90 gg sono buoni, si passa da 3,7 N/mm² a 4,7 N/mm² . I valori sono < al 10% rispetto alla resistenza a compressione ;

Miscela n°5, micascisti C45/55 :

- *Resistenza alla compressione:* i valori determinati fino a 2gg e a 7gg mostravano una tendenza buona ad aumentare, a 28gg i valori sono leggermente diminuiti (di poco), mentre a 90gg hanno ripreso a salire notevolmente, sono passati da 30,0 N/mm² a 57,5 N/mm² . I valori teorici parlano di 45 N/mm² ;
- Realizzando la prova della profondità di *penetrazione all'acqua* i valori ottenuti a 28 gg e a 90gg sono molto buoni, passano da una media di 10 mm a una media di 5 mm ; i valori devono essere < 25mm per essere dei buoni valori ;
- *Determinazione della resistenza alla trazione indiretta:* i valori a 28gg, 90 gg sono buoni, anche se > del 10% rispetto alla resistenza a compressione ;

MATERIAUX D'EXCAVATION DE LA GALERIE DE LA MADDALENA / MATERIALI DI SCAVO PROVENIENTI DALLA
GALLERIA DELLA MADDALENA
MICASCHISTES DE CLAREA ET GNEISS APLITIQUES / MICASCISTI DI CLAREA E GNEISS APLITICI
ESSAIS DE QUALIFICATION POUR GRANULATS BETON / PROVE DI QUALITA' PER AGGREGATI PER
CALCESTRUZZO
RAPPORT FINAL / RAPPORTO FINALE

Miscela n°6 , gneiss C30/37

- *Resistenza alla compressione* : i valori determinati a 2gg, 7gg, 28gg e 90gg hanno seguito la tendenza ad aumentare passando da un valore iniziale medio di 20,9 N/mm² a 44,9 N/mm² , sono valori buoni. I valori teorici si dovrebbero aggirare intorno ai 45 N/mm²
- Realizzando la prova della profondità di *penetrazione all'acqua* i valori ottenuti a 28 gg e a 90gg sono molto buoni, passano da una media di 9,1 mm a una media di 4,1 mm; i valori devono essere < 25mm per essere dei buoni valori ;
- Determinazione della *resistenza alla trazione indiretta*: i valori a 28gg e a 90 gg sono buoni, < del 10% rispetto alla resistenza a compressione .



Foto n°5 – Gneiss C30/37



Foto n°6 – Micascisti C30/37



Foto n°5 – Micascisti C45/55

5.3. Prove di alcali reazione su calcestruzzo

Sono state realizzate delle prove RAG, prove di reattività alcali silice, secondo la normativa NF P 18-454, su miscele di calcestruzzo realizzate in laboratorio con aggregati di micascisti per un mix design C30/37 e C45/55 e di gneiss per un mix design C30/37.

I risultati, a 20 settimane, in principio, per questo tipo di inerti, dovrebbero essere eseguite per 52 settimane, sono confortanti per le miscele C30/37 micascisti e gneiss mentre per la miscela C45/55 dei micascisti i valori sono oltre i limiti normativi. Ne consegue la necessità di cambiare il tipo di cemento da utilizzare.

Ma vediamo le prime considerazioni che si possono trarre:

- Micascisti

Il test “Microbar” aveva definito gli aggregati “potenzialmente reattivi”. E’ una delle ragioni per le quali è stato deciso di incorporare delle ceneri volanti in percentuale del 21% sul totale “CEM I + ceneri” per il calcestruzzo C30/37.

- Calcestruzzo C 30/37: I dati delle formazioni misurate permettono di dire che la composizione testata dovrebbe resistere alla RAG. Il tenore in $\text{Na}_2\text{O}_{\text{Eq}}$ totali di calcestruzzo è di 3.66 kg/m³, valore considerato come superiore al limite alto per questo tipo di calcestruzzo.
- Calcestruzzo C 45/55: I dati delle formazioni misurate mostrano che questa composizione non è accettabile. Questo deriva da una quantità elevata in cemento – 380 kg/m³ – e da una bassa quantità in ceneri, soltanto 15.5%. Questi valori sono stati scelti per consentire di raggiungere le resistenze meccaniche desiderate, ma ciò conduce ad un tenore in $\text{Na}_2\text{O}_{\text{Eq}}$ totali di calcestruzzo di 4.15 kg/m³, valore troppo elevato (i diversi regolamenti raccomandano di non superare i 3.2/3.5 kg/m³ per questo tipo di calcestruzzo).

- Gneiss

Il test “MICROBAR” aveva definito gli aggregati NR “non reattivi”. Per limitare di innalzare la temperatura del calcestruzzo e per conservare le stesse regole di formulazione, sono state mantenute le ceneri volanti e la quantità in legante identica a quella del calcestruzzo C 30/37 Micascisti.

I risultati dopo 20 settimane possono lasciare pensare che il calcestruzzo C 30/37 presenti un rischio di attivare la RAG con lo stesso tenore in $\text{Na}_2\text{O}_{\text{Eq}}$ totali di calcestruzzo di 3.66 kg/m³.

Queste prime considerazioni non condannano il principio di utilizzo degli gneiss e micascisti per trasformarli in aggregati per calcestruzzo. Le soluzioni per fabbricare i calcestruzzi non sensibili al RAG esistono, saranno sviluppate al § 6.6.

6. Conclusioni

6.1 Qualità del materiale di scavo

Le prove di caratterizzazione condotte sui materiali provenienti dalla galleria geognostica della Maddalena mostrano che:

- I micascisti sono dei materiali omogenei e hanno caratteristiche conformi alle esigenze per la loro trasformazione in aggregati per calcestruzzo.
- Gli Gneiss presentano alcune caratteristiche con valori un po' al limite dell'accettabilità (prova Los Angeles) ma che possono essere trasformati in aggregati per calcestruzzo C30/37.

6.2 Smarino

Le curve granulometriche degli smarini testati mettono in evidenza una grande variazione di tenori in elementi fini ≤ 4 mm. Questa variazione ha principalmente due origini: la qualità della roccia scavata e la struttura della testa fresante.

Per ottenere un coefficiente di valorizzazione il più alto possibile e ridurre la produzione di fine, converrà integrare la scelta del tipo di TBM nei documenti di gara ed in particolare:

- Il diametro dei cutters
- La loro distanza oro spazio

Questo dovrebbe permettere di produrre uno smarino la cui curva si posizionerebbe al di sotto della curva "MIC Ref." del grafico n°1 del § 4.1.

6.3 Preparazione aggregati

Le prove sono state realizzate con gli aggregati provenienti direttamente dallo smarino e in particolare senza correzione di forma, senza opportuno lavaggio. La difficoltà incontrata per ricostruire la sabbia di qualità accettabile ne è la prova.

Per la realizzazione dei lavori, converrà in modo perentorio rispettare le principali regole che seguono per progettare l'unità di frantumazione/vagliatura/lavaggio e produrre degli aggregati di ottima qualità con un coefficiente di valorizzazione il più alto possibile (come menzionato al § 6.4):

- Incorporare sulla linea di frantumazione 1 oppure 2 frantumatori di tipo « Impacteur à axe vertical et rotor ouvert » a velocità variabile per :
 - Adattarsi alle variazioni della qualità dei materiali
 - Migliorare il coefficiente di forma degli aggregati

- Produrre della sabbia in percentuale variabile con una debole percentuale in $\leq 63 \mu\text{m}$
- Riciclare le classi granulari che possono essere in eccedenza 2/4, 4/8 et 8/16 mm
- Ottimizzare il coefficiente di valorizzazione
- Utilizzare una unità di produzione di sabbia che permette di produrre:
 - **Una sabbia unica 0/4 mm** (senza classe intermedia 0/2 +2/4 mm ad esempio)
 - Una sabbia con un tenore in elementi $\leq 63 \mu\text{m} \leq 3 \%$
 - Una sabbia con un Modulo di Finezza “**FM**” **compreso tra 2.7 e 3.1** con una curva granulometrica prossima alla curva “0/4 Ref.” dei grafici n°2 del § 4.3.1 e n°3 del § 4.3.2.

Con degli aggregati interamente frantumati, la qualità della sabbia è determinante per la lavorabilità del calcestruzzo fresco e la durabilità del calcestruzzo indurito.

6.4 Coefficienti di valorizzazione

Se le caratteristiche dei materiali sono identiche a quelle verificate in questo rapporto e se le esigenze elencate nei paragrafi § 6.2 e 6.3 vengono soddisfatte, si può autorizzare l'adozione dei seguenti coefficienti di valorizzazione per i materiali “TBM” provenienti dallo scavo del tunnel di base (gli eventuali accidenti geologici e faglie non sono prese in conto):

- **Miscisti CL: 0.65 / 0,70** (ciò che è fatto attualmente sul cantiere di Nant di Drance con dei materiali di qualità simile e una unità di produzione di aggregati come definito al § 6.3);
- **Gneiss AMC: 0.55/0.60** (è la produzione eccessiva di elementi fini che abbassa il coefficiente di valorizzazione).

Si potrebbe così passare da un coefficiente di 0,5, come previsto nel PD/PR, a 0,65, con un aumento di aggregati per il calcestruzzo (C11) che potrebbe arrivare a circa 1.100.000 t (+450.000 t per il materiale scavato in Italia e +650.000 t per il materiale scavato in Francia).

Si ricorda che questi coefficienti di trasformazione non prendono in conto gli eventuali accidenti geologici, faglie o zone perturbate, che potrebbero essere incontrati durante lo scavo delle gallerie.

6.5 Calcestruzzo

I risultati di queste prove mostrano che i 3 calcestruzzi testati sono conformi alla norma con un leggero margine di sicurezza proveniente essenzialmente da una insufficiente preparazione degli aggregati utilizzati che ha condotto in particolare ad un sovradosaggio in cemento e a dei valori del rapporto Acqua / Legante E_q molto elevati.

Se le raccomandazioni relative alla produzione degli aggregati sono rispettate, sarà possibile in cantiere o tenere delle resistenze più elevate e così produrre dei calcestruzzi con un margine di sicurezza maggiore.

Bisognerà in ogni caso rifare una campagna di prove e di messa a punto del calcestruzzo non appena saranno disponibili gli aggregati industriali. Queste prove dovranno comprendere:

- L'aggiustamento della curva granulometrica del calcestruzzo e in particolare la percentuale di sabbia
- Il dosaggio per il legante rispettando le raccomandazioni del § 6.6
- L'ottimizzazione della scelta degli additivi che permetterà di ottenere una lavorabilità ricercata con un rapporto Acqua/Legante $E_q \approx 0.50$ per i calcestruzzi C 30/37.

6.6 Alkali-Reazione

Le disposizioni da adottare concernono:

- La riduzione della quantità in cemento e l'aumento della percentuale di ceneri. Con degli aggregati prodotti secondo le raccomandazioni del § 6.3, sarà possibile confezionare del calcestruzzo C 30/37 con 280/300 kg di CEM I 42,5 + 120/100 kg di ceneri per m^3 , ciò che permetterà di rispettare la regola del 25/30 % di ceneri e di far scendere il Na_2O_{Eq} del calcestruzzo al di sotto di $3.5 \text{ kg}/m^3$.
- Il cambio di qualità del cemento CEM I 52,5 per il calcestruzzo C 45/55 utilizzando un cemento con un tenore in $Na_2O_{Eq} \leq 0.6 \%$ e la variazione della quantità di ceneri volanti per ottenere il 20 % del totale cemento + ceneri. Questo permetterà di riportare il tenore in Na_2O_{Eq} totali di calcestruzzo ad un valore dell'ordine di $3.15 \text{ kg}/m^3$. Se una tale qualità di cemento non è disponibile, bisognerà ricorrere all'uso di un mix di CEM III B 42.5 (o della loppa macinata) e di CEM I 52.5 o di CEM I 52.5 e dei Fumi di silice.

MATERIAUX D'EXCAVATION DE LA GALERIE DE LA MADDALENA / MATERIALI DI SCAVO PROVENIENTI DALLA
GALLERIA DELLA MADDALENA
MICASCHISTES DE CLAREA ET GNEISS APLITIQUES / MICASCISTI DI CLAREA E GNEISS APLITICI
ESSAIS DE QUALIFICATION POUR GRANULATS BETON / PROVE DI QUALITA' PER AGGREGATI PER
CALCESTRUZZO
RAPPORT FINAL / RAPPORTO FINALE

ALLEGATI (CD)

ALLEGATO N°1 - *Composizione del calcestruzzo C30/37 MICASCISTI, C45/55 MICASCISTI, C30/37 GNEISS*

ALLEGATO N°2 - *Movimentazioni cumuli n°25, n°76 e n°102*

ALLEGATO N°3 - *Certificati prove geotecniche*

ALLEGATO N°4 - *Certificati prove calcestruzzo*

ALLEGATO N°5 - *Certificati Alkali-reazione*

ALLEGATO N°6 - *Documentazione fotografica*

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

**NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – TRATTA COMUNE ITALO-FRANCESE**

PROJET DE REFERENCE FINAL – PROGETTO DI RIFERIMENTO FINALE

CUP C11J05000030001

**MATERIAUX D'EXCAVATION SECTEUR SUSA / MATERIALI DI SCAVO SETTORE SUSA
SCHISTES CARBONATES (GCC) PM 57300 à 60300 / CALCESCISTI (GCC) PM 57300 A 60300
ESSAIS DE QUALIFICATION POUR GRANULATS BETON / PROVE DI QUALITA' PER AGGREGATI PER
CALCESTRUZZO
RAPPORT FINAL / RAPPORTO FINALE**

Indice	Date / Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Validé par / Validato da
0	23/11/2015	Première diffusion / Prima emissione	Jacques Burdin Cédric Thalmann	Jacques Burdin	Jacques Burdin
A	10/12/2015	Mise à jour / Aggiornamento	Jacques Burdin Cédric Thalmann	Jacques Burdin	Jacques Burdin

CODE DOC	P	R	F	G	C	C	J	B	D	0	0	0	1	A
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	

P	A	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED		//	//						
INDIRIZZO GED									

ECHELLE / SCALA

SOMMAIRE / INDICE

1.	Introduction	3
2.	Contexte	3
3.	Objet et consistance des essais réalisés	3
	3.1Caractérisation des matériaux utilisés	4
	3.2Composition du béton et du MBE	4
4.	Réalisation des essais	4
5.	Résultats	5
	5.1Ouvrabilité	5
	5.2Résistances mécaniques	6
6.	Conclusion	6

1. Introduction

La Gestion et l'Emploi des Matériaux Excavés (GEME) du tunnel de base du Mont-Cenis prévue par TELT s'inscrit dans la politique de développement durable, mise en place par les états membres de l'UE. Elle a pour objet de réduire les impacts environnementaux des travaux en maximisant l'utilisation des matériaux excavés et en permettant ainsi de préserver les ressources en granulats, minimiser les transports de matériaux et les nuisances associées et réduire les volumes des dépôts définitifs (et ainsi de préserver le paysage). Ces études d'approfondissement avec les essais associés ont pour but d'anticiper la qualification des matériaux pour définir leur emploi, préparer la gestion de la logistique correspondante et la rédaction des documents des futurs appels d'offre.

2. Contexte

Les Calschistes de la Zone Piémontaise « GCC » que le tunnel de base du Mont-Cenis va traverser du PM 57300 au PM 60300 ont été classés « Cl 2 » lors des phases d'études précédentes « Progetto definitivo » à cause de leur teneur en mica relativement élevée pouvant être supérieure aux valeurs fixées par l'expérience et notamment celle du tunnel de base du GOTTHARD (Voir Rapport B+G n° 13905.1 du 11.11.2013 en Annexe I).

Ce « GCC » pourrait représenter l'équivalent de 700 000 tonnes de granulats qui seraient très utiles pour diminuer le déficit prévisionnel en granulats pour bétons de la partie italienne du projet.

Un programme de qualification complémentaire s'est donc avéré nécessaire.

Cédric THALMANN – B+G – et Jacques BURDIN Ingénieur Conseil – Expert GEME auprès de TELT – tous deux membres du Consortium Européen de Recherche « DRAGON », ont obtenu du Coordinateur l'autorisation de poursuivre les travaux de recherche qui avaient été engagés en 2013. Le présent rapport présente donc les essais réalisés, leurs résultats et les recommandations qui en découlent. Ces travaux ont été pris en charge par le projet DRAGON : www.dragonproject.eu

Ces travaux ont été coordonnés et supervisés par Maria Elena PARISI de TELT Turin.

3. Objet et consistance des essais réalisés

Les seuls échantillons de « GCC » disponibles étaient fournis par les carottes du sondage S 42, donc très peu de matériau disponible.

Pour apprécier l'aptitude du « GCC » à produire des granulats conformes pour béton, il faut s'intéresser prioritairement au sable qui conditionne l'ouvrabilité et la durabilité des bétons. Ces deux paramètres ont orienté la décision de faire des essais sur « Mortier de Béton Equivalent – MBE ». Le principe consiste à fabriquer un mortier ayant pour son squelette

granulaire la surface spécifique du béton, cette surface étant uniquement reportée sur le sable.

Pour permettre de qualifier le comportement du sable « GCC », son MBE a été comparé à celui du sable parfaitement qualifié et connu fabriqué et utilisé sur le projet suisse de Nant de Drance-NdD.

3.1 Caractérisation des matériaux utilisés

- Sable
Le sable 0/4 mm « GCC » a été produit par concassage des carottes ; il a ensuite été criblé en 3 classes intermédiaires pour permettre sa recombinaison granulaire et avoir ainsi une courbe proche de celle du sable « NdD » avec un module de finesse de l'ordre de 2.8 à 3.0.
- Ciment :
Plusieurs ciments ont été testés avec ou sans cendres volantes :
 - CEM I 42,5 R CE de UNICEM usine de Robilante
 - CEM IV 42.5 N de UNICEM usine de Trino
 - CEM IV 42.5 N « DURACEM » de ITALCEMENTI
- Adjuvants :
Adjuvants superplastifiants / fluidifiants de MAPEI et SIKA

3.2 Composition du béton et du MBE

La feuille de calcul de composition du béton se trouve en Annexe II. La courbe granulométrique du béton théorique a été établie conformément aux règles respectées sur les chantiers de travaux souterrains avec des granulats concassés provenant de la transformation des matériaux d'excavation.

La feuille de calcul du MBE se trouve en Annexe III.

4. Réalisation des essais

Les essais ont été réalisés dans le laboratoire de B+G à Gümligen en Suisse près de Berne. Les objectifs visés étant d'obtenir :

- la meilleure ouvrabilité, MBE stable sans ressuage
- une Durée Pratique d'Utilisation –DPU la plus longue possible pour tenir compte des contraintes logistiques de mise en œuvre
- un rapport Eau / Liant le plus faible possible pour atteindre les résistances les plus élevées et la meilleure durabilité
- un liant susceptible d'inhiber la RAG et de réduire la chaleur d'hydratation
- un coût des liants le moins élevé possible

Ils se sont déroulés en 3 étapes:

- 11.03.2015 : première approche pour tester le comportement rhéologique des différents MBE – rapport B+G n° 1 (Annexe IV)
- 23 .04.2015 : détermination de la composition finale pour faire les essais de résistance – Rapport B+G n° 2 (Annexe V)
- 24.04.2015 : fabrication des éprouvettes pour la mesure des caractéristiques du MBE durci – Rapport B+G n° 3 (Annexe n° VI)

5. Résultats

Les tableaux ci-dessous ne donnent que les résultats les plus représentatifs. Ils correspondent à la composition du béton suivante :

- Ciment : CEM I 42,5 R UNICEM, 280 kg/m³
- Cendres volantes: fournies par HOLCIM Suisse, 120 kg/m³
- Adjuvant : SIKA Viscocrete

Les MBE sélectionnés ont un comportement à l'état frais stable, sans ségrégation, sans ressuage.

Les résultats détaillés figurent dans les rapports B+G en annexe.

5.1 Ouvrabilité

	Adjuvant % du liant	E/L	Etalement Ø mm	
			t ₀	t ₀ + 120'
MBE de Référence "NdD"	0,8	0,50	24	27
MBE "GCC" CEM I	0,8	0,53	26	31

Commentaires :

- Avec un pourcentage d'adjuvant identique, le MBE « GCC » demande d'avantage d'eau, c'est l'influence du mica
- A conditions identiques, le rapport E/L aurait probablement pu être ramené à 0.52
- Le béton frais aura un bon comportement rhéologique avec un bonne ouvrabilité, stable à 20 °C dans 150 premières minutes, ce qui montre la faible incidence du mica
- L'ouvrabilité après 120' reste bonne, voir meilleure qu'à t₀, cela est dû à l'action particulière de l'adjuvant.

5.2 Résistances mécaniques

	Résistance à la flexion Mpa			Résistance à la compression Mpa		
	3 j	28 j	91 j	3 j	28 j	91 j
MBE de Référence "NdD"	5,8	8,2	9,8	21,5	31,3	37,7
MBE "GCC" CEM I	5,5	7,6	9,1	18,3	24	32,1

Commentaires :

- Le MBE « GCC » donne des résistances un peu inférieures (17.5 %) à celles obtenues avec le sable « NdD ». Cela s'explique par :
 - la présence relativement importante de mica et par la qualité intrinsèque de la roche qui est un peu moins bonne que les gneiss de NdD
 - Le rapport Eau/Liant du MBE « NdD » (0.50) plus faible que celui du « GCC » (0.53)
- Le béton correspondant au MBE « NdD » donne des résistances à 90 jours supérieures à 60 MPa. Le béton équivalent fabriqué avec des matériaux « GCC » donnerait donc dans les conditions de l'essai MBE des valeurs supérieures à 50 MPa, ce qui est tout à fait convenable pour un béton C 30/37.
- La progression des résistances à la compression entre 7 et 28 jours est plus importante avec le MBE « NdD » qu'avec le MBE « GCC », 1.46 contre 1.31, cela provient du rapport E/L
- L'écart mesuré sur les résistances à la traction par flexion est plus faible (7.7 %), ce qui montre une bonne adhérence de la pâte sur les granulats malgré la présence de mica

6. Conclusion

Cette campagne d'essais MBE a donc donné de bons résultats. De manière synthétique il est possible de formuler les commentaires et recommandations suivants :

- Le « GCC » peut donc être utilisé pour produire des granulats pour les bétons du tunnel. Un ajustement de la composition des bétons accompagné d'une réduction du rapport E/L (en améliorant l'adjuvantation) permettra sans aucun doute de réduire l'écart constaté avec le mortier de référence « NdD » lors des essais MBE.
- Le coefficient de transformation du « GCC » en granulats devrait être compris entre 0.60 et 0.65.
- Le liant composé de CEM I 42,5 et de cendres volantes a donné les meilleurs résultats sur le plan technique, il sera également le meilleur sur le plan économique.

MATERIAUX D'EXCAVATION SECTEUR SUSÀ / MATERIALI DI SCAVO SETTORE SUSÀ
SCHISTES CARBONATES (GCC) PM 57300 à 60300 / CALCESCISTI (GCC) PM 57300 A 60300
ESSAIS DE QUALIFICATION POUR GRANULATS BÉTON / PROVE DI QUALITÀ PER AGGREGATI PER
CALCESTRUZZO
RAPPORT FINAL / RAPPORTO FINALE

- Des essais complémentaires sur béton devront être faits dès qu'il sera possible de récupérer des matériaux « GCC » en quantité suffisante pour compléter le dossier d'étude GEME qui aura été produit au moment de l'appel d'offre pour faire utiliser les MATEX du tunnel par l'entreprise et pour faire la mise au point définitive des bétons.

Fait à La Féclaz, le 10 Décembre 2015




JACQUES BURDIN INGENIEUR CONSEIL
Le Parvis-La Féclaz F-73230 LES DESERTS
Tel: +33 479 700 460 - Cel: +33 685 934 259 - E mail: jburdin.igc@wanadoo.fr



Annexes

- **Annexe I :** Rapport B+G n° 13905.1
- **Annexe II :** Composition du Béton de référence
- **Annexe III :** Composition du MBE
- **Annexe IV :** Première série d'essais MBE- Rapport B+G n° 1
- **Annexe V :** Deuxième série d'essais MBE- Rapport B+G n° 2
- **Annexe VI :** Caractéristiques du MBE durci- Rapport B+G n° 3

MATERIAUX D'EXCAVATION SECTEUR SUSÀ / MATERIALI DI SCAVO SETTORE SUSÀ

SCHISTES CARBONATES (GCC) PM 57300 à 60300 / CALCESCISTI (GCC) PM 57300 A 60300
ESSAIS DE QUALIFICATION POUR GRANULATS BETON / PROVE DI QUALITÀ PER AGGREGATI PER
CALCESTRUZZO
RAPPORT FINAL / RAPPORTO FINALE

Annexe I

Rapport B+G n° 13905.1

Lyon Turin Ferroviaire SAS
M. Nathalie Monin
1091, avenue de la Boisse
F – 73006 Chambéry Cedex



Gümligen: 11. novembre 2013
Autor: Dr. C. Thalmann, Dr. M. Petitat, T. Zenoni
Rapport no: 13.905-1

Contenu

1	Problématique	3
2	Échantillon	3
3	Conditionnement des échantillons	5
4	Essais effectués	5
5	Évaluation de l'aptitude des matériaux	5
6	La problématique du mica	6
7	Résultats et évaluation	8
7.1	Dureté de la roche	8
7.2	Pétrographie	9
7.3	Autres paramètres	9
8	Expérience gagnée lors de projets similaires	9
8.1	Système d'analyse	9
8.2	Mesures contre le mica dans le sable	9
8.2.1	Effet des fluidifiants	9
8.2.2	Méthode de flottation	10
9	Recommandations	11

1 Problématique

Lyon-Turin Ferroviaire (LTF) représente un des sites de construction de référence du projet de recherche européen DRAGON (FP7/2007-2013, n° 308389) qui se veut de développer un prototype permettant de séparer, 'en ligne', le bon du mauvais matériau excavé. Dans le cadre de cette coopération, DRAGON a reçu le mandat d'évaluer la présence de mica dans le sable concassé et de déterminer son effet sur la production de béton. Pour ce faire, LTF, représenté par Mme Nathalie Monin, a remis aux représentants de DRAGON (B + G AG et JB IC) quatre échantillons de roche (3 carottes issues de sondages n° 56, 58, 59 et un échantillon de surface).

Afin de déterminer l'aptitude de ces matériaux pour la production de granulats pour béton, les points suivants ont été analysés:

- Dureté de la roche et pétrographie,
- Qualité de la roche en fonction de l'expérience acquise lors du projet AlpTransist,
- Teneur en mica dans le sable concassé,
- Effets du mica sur le béton frais et durci,
- Développement de solutions technologiques adéquates lors de la présence d'une grande quantité de mica dans le sable.

2 Échantillon

Les échantillons suivants furent prélevés le 6 Mai 2013 à l'Entrepôt LTF de Suse (Fig. 1).

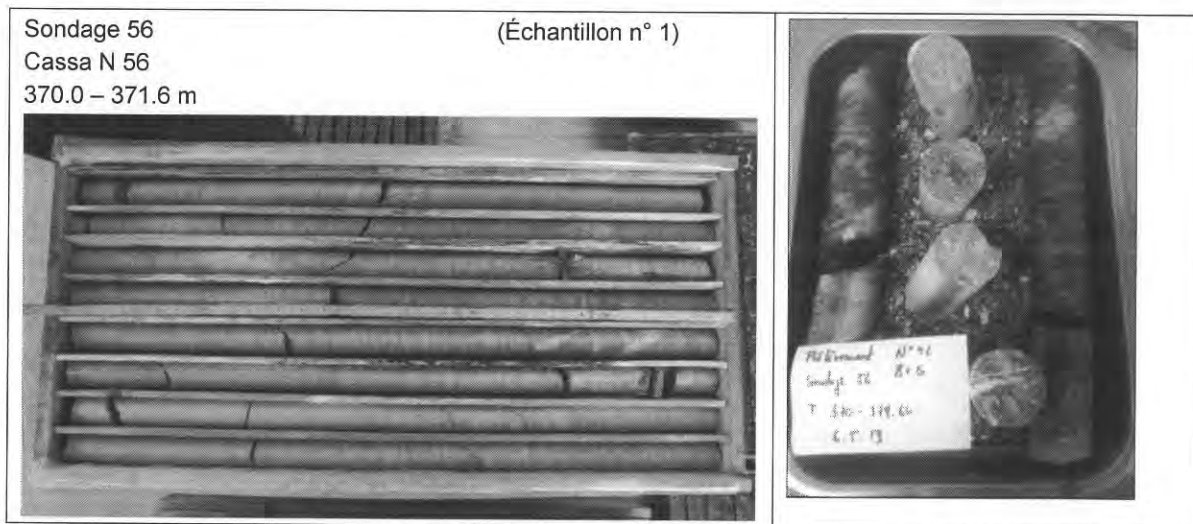




Figure 1: Échantillons

Les échantillons sont composés de différents types de gneiss à grain fin contenant des teneurs en mica distinctes.

3 Conditionnement des échantillons

En premier lieu, les carottes ont été soumises au Point Load. Trop volumineux, l'échantillon de surface a d'abord dû être concassé. Pour les essais suivants, les échantillons ont été broyés dans un concasseur à mâchoires de laboratoire.

4 Essais effectués

Les tests suivants ont été appliqués à la roche:

- Analyse pétrographique et détermination de la teneur en mica des sables concassés (fraction : 0.25-0.50 mm) conformément à la norme EN 932-3 et SN VSS 670'115
- Évaluation de la pétrographie (mica compris) selon la méthode développée par C. Thalmann (1996)
- Point Load: Utilisation de la méthode suggérée par l'ISRM (Suggested method for determining the point load strength, Int. J. Rock Mech. Sci. & Geomech Abstr. Vol. 22, no 2, pp 51–60, 1985)
- Broyabilité et abrasivité selon la norme AFNOR P 18-579
- Coefficient d'aplatissement selon la norme EN 933-3

5 Évaluation de l'aptitude des matériaux

L'évaluation de la qualité du matériau brut excavé pour sa future transformation en granulats pour béton n'est soumise à aucune norme. Thalmann (1996) a développé une méthode rapide permettant le triage efficace entre 'bon' et 'mauvais' matériau d'excavation dans un laboratoire de chantier. La procédure et les différents critères de qualité, copiés et utilisés dans le monde entier, ont prouvé leur efficacité. À ce jour, B + G a séparé, avec succès, plus de 20 millions de tonnes de déblais en utilisant sa méthode. Le tableau 1 énumère les tests et les critères requis:

Les paramètres décisifs déterminant la qualité de la roche sont:

- Dureté: voir figure 2
- Pétrographie: voir Figure 3

Essais:	Norme:	Valeur minimale:
Abrasivité et broyabilité	AFNOR P 18-579 (modifiée pour le matériau de tunnelier)	≤ 75 [-]
Point load	ISRM (modifiée pour le matériau de tunnelier)	I_{S50} parallèle: ≥ 2 [N/mm ²] I_{S50} perpendiculaire et isotrope: ≥ 3 [N/mm ²]

Figure 2: Critères de sélection : Dureté de la roche

Essais:	Norme:	Valeur minimale:
Pétrographie macroscopique		Description
Pétrographie microscopique		Description
Pétrographie des éléments inappropriés	Basé sur SN 670115 et SIA 162 /1	≤ 10 [poids-%] par fraction
Mica libre* dans le sable concassé (fraction 0.25-0.50 mm)	D'après AlpTransit et EMPA	≤ 40 [particule-%] (d'après AlpTransit et EMPA)
Réaction-Alcali-granulat (RAG) potentielle	AFNOR P18-588	Expansion < 0.11 [%] (gem. AFNOR FD P 18-542)

Figure 3: Critères de sélection : Pétrographie de la roche.
 *Mica libres: isolés et non associés aux roches (voir aussi le chapitre 6)

Les valeurs indiquées dans les figures 2 et 3 peuvent varier. Pris individuellement, chaque résultat peut être dépassé à hauteur de 25%, sans toutefois, avoir des répercussions négatives sur la qualité du béton frais ou durci. Par contre, si plusieurs de ces valeurs s'avèrent négatives pour le même échantillon, alors, le matériau brut excavé ne peut être utilisé pour la production de granulats pour béton.

Les valeurs présentées dans la figure 2 et 3 se réfèrent à la production d'un béton pour tunnel ayant une classe de résistance C30/37. Ces valeurs doivent être ajustées en conséquence pour d'autres classes de résistance.

6 La problématique du mica

Aucunes normes écrites ne définissent la teneur maximale en mica permise dans le sable concassé. Selon la directive présentement utilisée (SIA 162/1: 1989), qui n'est pas spécifique au mica, un matériau excavé dont la quantité de composés pétrographiques inappropriés (pierres tendres et additifs nocifs) dépasse 5%-masse ne peut être utilisé pour la fabrication de granulats pour béton (à partir de la classe B30/20¹). Si cette proportion oscille entre 5 à 10%, l'effet des matériaux sur les propriétés du béton durci doit être étudié avant d'être utilisé.

La détermination de la quantité en %-masse de micas dans le sable concassé est trop longue, trop compliquée et imprécise. C'est pourquoi, la teneur en mica du sable concassé est déterminée en nombre de particules comptées sous un microscope binoculaire comme démontré dans plusieurs travaux de l'EMPA².

6.1 L'exemple d'AlpTransit

Lors du projet du tunnel de base du Gotthard, une étude scientifique a été lancée afin de développer une méthode efficace pour la détermination du mica dans le sable concassé. Pour se faire, les grains de mica inadaptés ("phyllosilicates libres" ou "grains de sable riche en phyllosilicates") ont été comptés, sous un microscope binoculaire, dans dix échantillons provenant de différents sites de construction (3 x Lucomagno gneiss, 2 x Léventine gneiss, 2 x Aare granite, 3 x schiste à chlorite-séricite).

¹ B30/20 correspond à la classe de résistance C25/30 selon EN 206-1.

² Rapport EMPA n° 166'184 (1998): L'impact des phyllosilicates libres sur les propriétés du mortier et du béton (une publication de ce travail est inclus dans l'annexe 1)

Le premier résultat de cette étude est que la quantité de mica est maximale dans la fraction 0.25-0.50 mm du sable concassé. La relation entre la concentration de mica dans le sable et dans la fraction 0.25-0.50 mm du sable est représentée dans la Figure 4.

Un autre résultat intéressant de cette recherche montre que le comptage et l'identification de 200 grains suffisent à obtenir une valeur représentative pour le sable. Ainsi, le coût d'une prestation est relativement faible.

En utilisant ce matériel pour la fabrication de béton et mortier, l'EMPA a démontré qu'avec l'augmentation de la quantité de mica dans le sable et de leur taille, la qualité du mortier frais (coefficient d'expansion et affaissement) et durci (résistance à la compression, conductivité de l'eau) se dégrade. Finalement, ces essais ont montré que les exigences de qualité du béton sont satisfaites si le contenu en mica dans la fraction 0.25-0.50mm du sable concassé est < 35%-particules. Ainsi, le Lucomagno gneiss n'était pas adapté à la production de granulats pour béton lors du percement du tunnel de base du Gotthard (Figure 4).

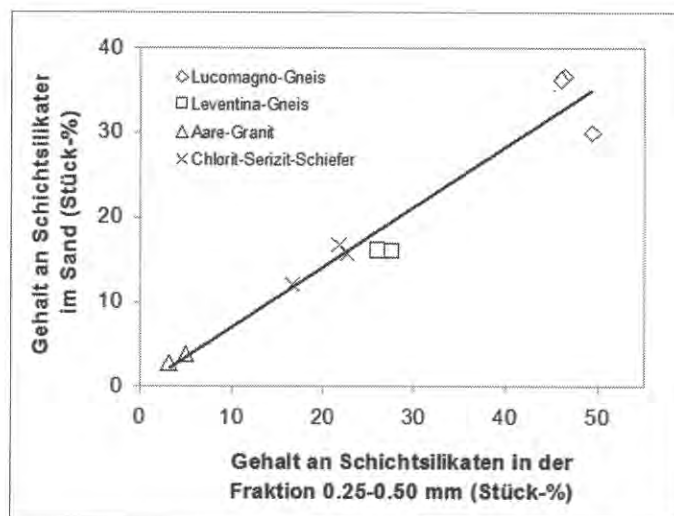


Figure 4: Corrélation entre la teneur en phyllosilicates dans le sable (0/4mm) et la fraction 0.25-0.50 mm du sable

En se basant sur ces résultats, AlpTransit a édicté les exigences suivantes pour la production de bétons C30/37:

- La quantité de phyllosilicates libres dans la fraction 0.25-0.50 mm du sable brut ne peut dépasser 40%-particule. Si la proportion est plus élevée, des tests sur béton doivent être effectués.
- La quantité de phyllosilicates libres dans la fraction 0.25-0.50 mm du sable préparé ne peut dépasser 35%-particule. Si la proportion est plus élevée, des tests sur béton doivent être effectués.

Une proportion en mica de 5% supérieure est acceptée dans le matériau d'excavation, car une partie de celui-ci sera éliminé lors de sa préparation et de son lavage.

7 Résultats et évaluation

7.1 Dureté de la roche

La dureté du matériau d'excavation est majoritairement conforme aux valeurs directives (figure 5). Malgré deux résultats de point load (parallèle) insuffisants (échantillon n°1, échantillon n°2 ; $1.6 \text{ N/mm}^2 < 2 \text{ N/mm}^2$) aucun échantillon peut être qualifié d'inapproprié à la production de granulats pour béton.

Le facteur d'anisotropie de ces échantillons problématiques est de 2.6 et de 3.5. Cependant, leur essai d'abrasivité et de broyabilité respectif (54.7 et 48.4) se trouve dans la zone tolérée (≤ 75). Ces résultats démontrent que ces échantillons (n°1 et n°2) possèdent des zones (cm à dm) de matériel plus faible parallèle à la texture, mais que les zones (mm à cm) entre ces interfaces est de très bonne qualité. En conclusion, lorsque ce matériau sera rencontré, la proportion d'éléments grossiers ($> 16 \text{ mm}$) sera plus faible que si la roche avait une anisotropie plus basse.

Prüfungen	Probenmaterial			Bohrkern	Bohrkern	Bohrkern	Oberflächenprobe
	Proben-Nr.			1	2	3	4
	Labor-Nr.:			56 B+ G 370-371.6 M	58 B+ G 517-518 M	59 B+ G 296-297 M	
Gesteinhärte	Bemerkung	Einheit	Richtwert				
Indirekte Zugfestigkeit Point Load Test Is50	isotrop	N/mm ²	≥ 3.0				5.1
Indirekte Zugfestigkeit Point Load Test Is50	Senkrecht zur Schieferung	N/mm ²	≥ 3.0	5.6	4.2	4.7	
Indirekte Zugfestigkeit Point Load Test Is50	Parallel zur Schieferung	N/mm ²	≥ 2.0	1.6	1.6	2.9	
Brechbarkeitsindex		-	≤ 75	54.7	48.4	47.0	29.2
Abrasivität		g/t	Informativ	390	374	122	556
Petrographisch-chemische Eignung:							
Anteil Schichtsilikate im Sand	0.25/0.5mm	Stück-%	≤ 35	29.7	32.1	34.9	13.8
Anteil ungeeigneter Körner im Sand	1/4mm	Gew-%	≤ 10	3.6	4.4	4.8	5.9
Physikalische Eignung der Gesteinskörnungen:							
Kornform: Plattigkeit Gesteinskörnungen	4/8mm	%	≤ 35 (F ₁₅)	27	26	21	20
Feinanteile	< 0.036mm	Gew-%	Informativ	5.6	5.6	7.3	8.6
Gesamtbeurteilung							

Legende:




Eignung Gesteinsmaterial:	
geeignet	
ungeeignet	
grenzbereich	

Figure 5: Résultats des tests et leur interprétation

7.2 Pétrographie

La proportion de mica dans la fraction 0.25-0.50 mm du sable concassé est inférieure à 35%-particule pour tous les échantillons et remplit donc les exigences des valeurs directrices. Par contre les échantillons n°2 et n°3 sont limités (32.1 et 34.9%- particule, respectivement). Il ne peut être exclu qu'en raison des variations naturelles, la limite soit dépassée de façon sporadique (limite à 40%-particule si variation sporadique).

Les grains poreux, lamellés, fortement altérés, grains nuisibles au béton et riches en mica ont été classés comme composés inappropriés dans la fraction <1 mm. La proportion de ces grains dans le sable est de 3.6- à 5.9% -masse ≤ 10%- masse (norme).

7.3 Autres paramètres

Les paramètres informatifs suivants ont également été mesurés : abrasivité, forme des grains de la fraction 4/8mm après le processus de broyage, analyse de la fraction fine (≤ 0,063 mm).

L'abrasivité des échantillons varie entre 122 g/t (échantillon n ° 3) et 556 g/t (échantillon n ° 4) et peut ainsi être qualifiée de faible à modérée.

Malgré la forte anisotropie des échantillons 1 à 3, les grains de la fraction 4/8mm ont un coefficient d'aplatissement variant entre 21 et 27. Il faut toutefois admettre que les fractions grossières (> 8 mm) tendent à être composées de grains longs et plats. L'échantillon n°4 présente la meilleure forme de grain (roche isotrope).

La proportion de fines (≤ 0,063 mm) est directement liée à la dureté de la pierre. Plus une roche est dure, moins elle produira de particules fines et donc de boue.

8 Expérience gagnée lors de projets similaires

8.1 Système d'analyse

Le système d'analyse décrit dans les figures 2 et 3 a fait ses preuves sur plusieurs grands projets de construction et est accepté par tous comme un excellent procédé de tri. Les valeurs doivent être ajustées selon les exigences individuelles du chantier.

8.2 Mesures contre le mica dans le sable

8.2.1 Effet des fluidifiants

Les mêmes types de gneiss que ceux analysés pour le présent rapport ont été rencontrés sur un projet suisse de même envergure. Sur ce chantier, la proportion de mica tolérée dans le sable fût même parfois augmentée à 45%-particule (valeur directrice : ≤ 35%-unités). Le challenge posé n'était pas la grande quantité de mica, mais plutôt les fortes et rapides fluctuations de celui-ci qui faisaient varier la prise du béton projeté (trop rapide ou trop lent) ou ressuer le béton de construction. Par contre, les exigences du béton durci ont toujours été remplies.

Les principaux mélanges sont exposés dans la Figure 6:

Type de béton	Binder	Fluidifiant	Retardateur	Accélérateur
Construction	Ciment: 375kg/m ³ (CEM II/A-D 52.5R) Cendres volantes: 50kg/m ³	1.5%	0 – 1.0%	-
Projeté	Ciment: 450kg/m ³ (CEM III/A-D 52.5R)	1.4%	0.1 – 0.5%	3.3%

Figure 6: Les mélanges principaux de béton

Il s'avère que sur ce chantier le mica réagissait avec les additifs utilisés ce qui diminuait la qualité du béton frais (fluidifiant, retardateur, accélérateur). Résultat : l'agent fluidifiant utilisé dû être changé et optimisé deux fois. Les nouveaux produits développés ont aidé à stabiliser les mélanges et ainsi les propriétés du béton frais.

8.2.2 Méthode de flottation

Dans le cadre du projet Alptransit Gothard, B+ G AG a développé un nouveau processus de purification du sable concassé par flottation. Lors de ce procédé, la fraction du sable (0/ 1 mm) est lavée dans une cuve aérée et agitée (cellule de flottation) en utilisant un mélange d'eau et de produits chimiques (collectionneur). Ces substances adsorbent le mica, créant ainsi un surnageant, qui est évacué avec le trop-plein de la cellule de flottation.

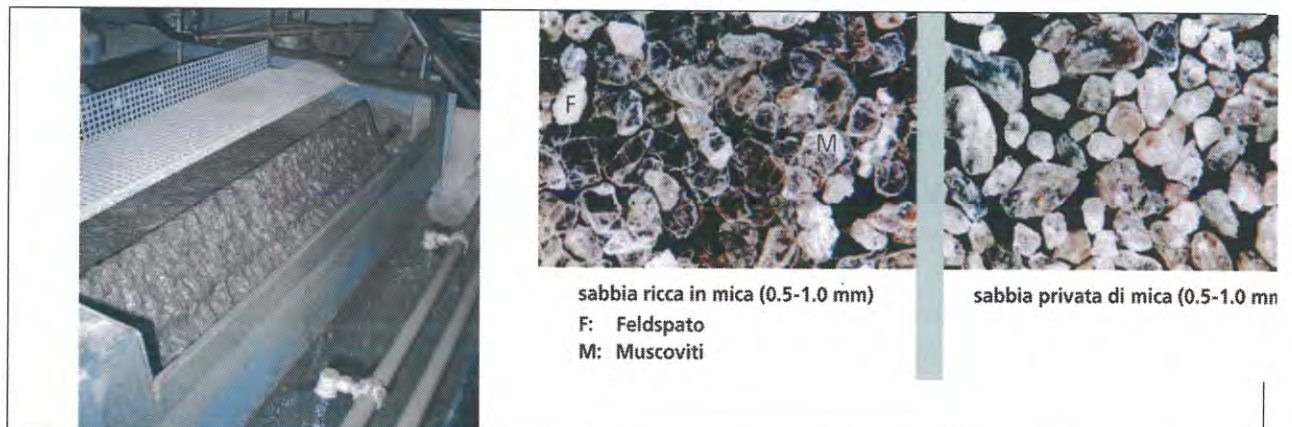


Figure 7: A gauche: Infrastructure pour la séparation du mica par flottation.

A droite: Sable concassé avant flottation ((gauche) et sable après flottation.

Cette technique a permis d'exclure jusqu'à 50% du mica libre présent dans la fraction 0.25-0.50 mm du sable concassé et ainsi d'en rehausser la qualité pour l'utiliser dans la production de béton (figure 8).

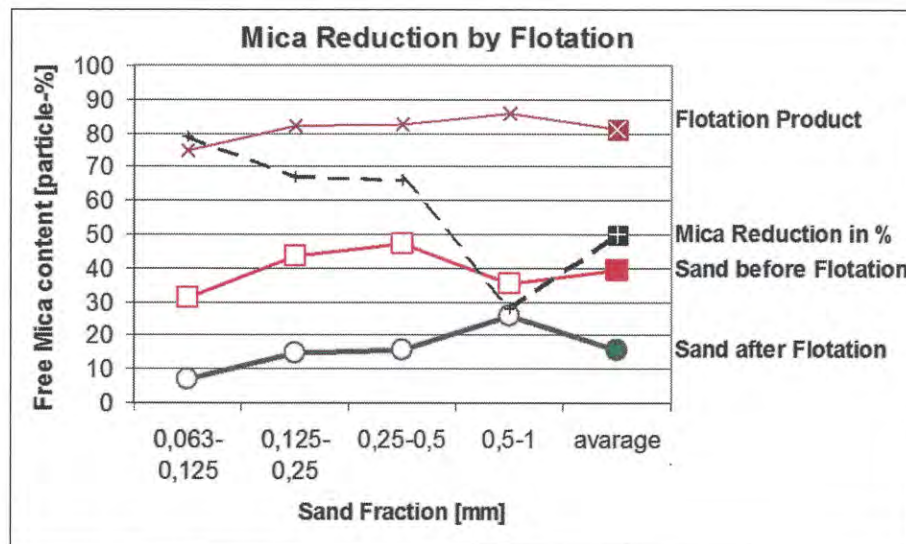


Figure 8: La quantité de mica avant et après flottation

Le coût total pour la technique de flottation s'est élevé à environ 1,3 M €. Le coût du sable 'propre' est directement proportionnel à la quantité de sable traité par flottation (figure 9). Environ 220.000 tonnes de sable ont été traités par cette méthode lors du projet Alp Transit Gotthard (environ 6 € / tonne). L'énergie utilisée pour la flottation d'une tonne de sable est de 4 kW. Les charges de personnel se sont élevées à 30%-horaire.

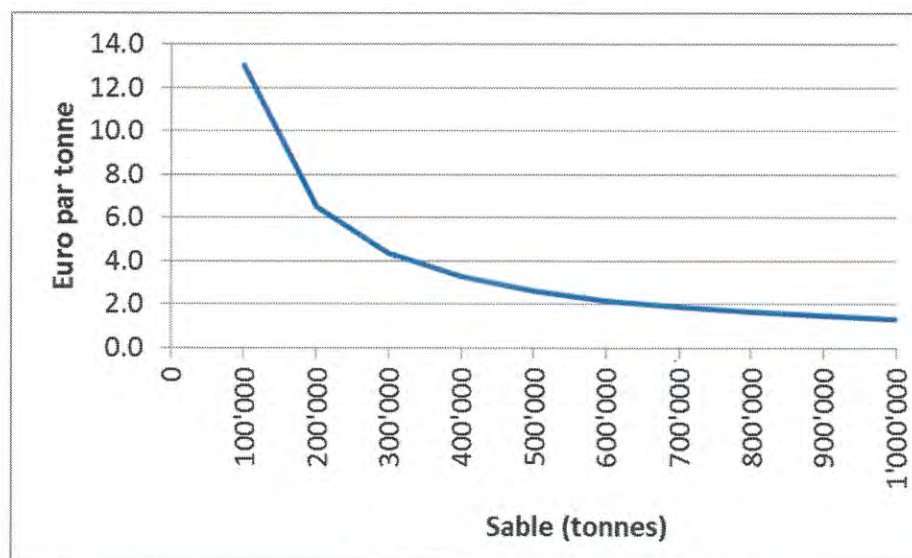


Figure 9: Coût par tonne pour le traitement du sable concassé.

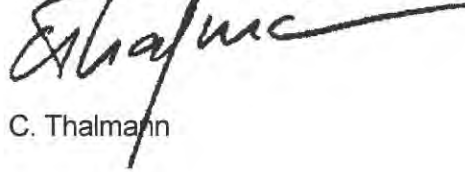
9 Recommandations

Les résultats montrent que les échantillons analysés peuvent être utilisés pour la production de granulats à béton.

La proportion en mica des échantillons sont toutes en-dessous de 35%-particule. Il en découle qu'un béton frais et durci de qualité peut être produit à partir de ces matériaux. Afin de stabiliser le béton frais, il est conseillé d'utiliser un fluidifiant spécial.

L'utilisation d'une infrastructure de flottation afin de réduire la proportion de mica dans le sable concassé est conseillée bien qu'elle soit prévue pour des productions plus importantes.

B+ G Betontechnologie +
Materialbewirtschaftung AG



C. Thalmann

Annexe

Rapport d'analyses matériel brut

Projet: Lion-Turin

Laboratoire d'essai

N° de rapport: 56 B+ G 370-371.6 M
N° de mandat:
Date: 06.05.2013
Auteur: B+ G AG
Destinataires:

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: 56 B+ G 370-371.6 M
Désignation: matériel brut
Lot de chantier: -
Provenance: Lion-Turin
Lieu de prélèvement: -
Mode d'excavation: carotte
Date de prélèvement: 06.05.2013
Prélevé par: JB / B+ G / LTF
Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 56 B+ G 370-371.6 M
Chef de projet: tm Visa: th
Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
Date de début de l'essai: 30.05.2013
Transmission des résultats:
Conditionnement de l'échantillon: cf. feuille Résultats
Remarques:

Programme d'essais sur matériel brut

Analyses		Fraction [mm]				carotte
		0/4	4/22	22/125	0/125	
Analyse granulométrique	G	-	-	-	-	X
Teneur en eau	w	-	-	-	-	-
Teneur en fines	f	-	-	-	-	X
Coefficient d'aplatissement	FI	-	-	-	-	X
Description pétrographique		-	-	-	-	X
Pétrographie composants inadéquats		-	-	-	-	X
Documentation photographique		-	-	-	-	X
Abrasivité et broyabilité	ABR / BR	-	-	-	-	X
Essai d'écrasement ponctuel	PLT IS50	-	-	-	-	X
Autres essais		-	-	-	-	-

Ce rapport d'analyse comprend: 7 pages et 0 annexes

Les rapports d'analyses ne doivent pas être reproduits, même partiellement, sans le consentement de B+ G AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Nature pétrographique (SN EN 932-3)

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **56 B+ G 370-371.6 M**
 Désignation: **matériel brut**
 Lot de chantier: -
 Provenance: Lion-Turin
 Lieu de prélèvement -
 Mode d'excavation: carotte
 Date de prélèvement: 6. Mai 2013
 Prélevé par: JB / B+ G / LTF
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 56 B+ G 370-371.6 M
 Opérateur: tm Visa: th
 Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
 Date de début de l'essai: 30.05.2013
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: selon la norme
 Remarques:

Description pétrographique du sable

Description des composants	Proportion dans les fractions			
	0.25 / 0.5		1 / 4	
	Nombre [pièces]	Prop. [%]	Nombre [pièces]	Prop. [%]
A) Divers gneiss Granulats formés de divers gneiss: orthogneiss, paragneiss, gneiss à amphibole, (teneur en phyllosilicates env. 10-30%)	70	34.7	173	69.2
B) Phyllosilicates Composants comprenant > 50% de phyllosilicates (chlorite, muscovite, biotite)	57	28.2	28	11.2
C) Plaquettes de muscovite Composants formés de plaquettes de muscovite monogéniques	1	0.5	-	-
D) Plaquettes de biotite Composants formés de plaquettes de biotite monogéniques	1	0.5	-	-
E) Grains de quartz et de feldspath Composants monogéniques ou polygéniques formés de quartz et/ou de feldspath (teneur en phyllosilicates < 10%)	72	35.6	49	19.6
F) Minerais Composants comprenant des minéraux métallifères visibles (teneur en minerais > 5%): pyrite	1	0.5	-	-
G) Autres Composants formés d'autres minéraux	-	-	-	-
H) Composants anthropogènes, impurifiés Mortier ou granulats de gunite, fibres d'acier	-	-	-	-
Total des composants dénombrés	202	100.0	250	100.0

Abréviations

prop.: proportion / part.: partiellement / av.: avec / surf.: surface /
 -: ne figure pas dans cette fraction

Remarques:

Adéquation pétrographique (SN VSS 670 115)

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **56 B+ G 370-371.6 M**
 Désignation: **matériel brut**
 Lot de chantier: -
 Provenance: Lion-Turin
 Lieu de prélèvement: -
 Mode d'excavation: carotte
 Date de prélèvement: 6. Mai 2013
 Prélevé par: JB / B+ G / LTF
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 56 B+ G 370-371.6 M
 Opérateur: tm Visa: th
 Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
 Date de début de l'essai: 30.05.2013
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: selon la norme
 Remarques:

Composants inadéquats dans le sable

Description des composants	Proportion dans les fractions			
	0.25 / 0.5		1 / 4	
	Nombre [Pièces]	Prop. [%]	Nombre [Pièces]	Prop. [%]
A) Divers gneiss Composants inadéquats: <i>granulats fragiles, très altérés</i>	-	-	5	2.0
B) Phyllosilicates Composants inadéquats: <i>granulats composés essentiellement de muscovite et / ou biotite et plus rarement de chlorite (teneur en phyllosilicates > 50%)</i>	57	28.2	4	1.6
C) Plaquettes de muscovite Composants inadéquats: <i>plaquettes de muscovite monogéniques</i>	1	0.5	-	-
D) Plaquettes de biotite Composants inadéquats: <i>plaquettes de biotite monogéniques</i>	1	0.5	-	-
E) Grains de quartz et de feldspath Composants inadéquats: <i>aucun</i>	-	-	-	-
F) Minerais Composants inadéquats: <i>composants de teneur en minerai visible > 5%</i>	1	0.5	-	-
G) Autres Composants inadéquats: <i>aucun</i>	-	-	-	-
H) Composants anthropogènes, impurétés Composants inadéquats: <i>aucun</i>	-	-	-	-
Total des composants inadéquats	60	29.7	9	3.6
Total des composants dénombrés	202		250	

Abréviations

prop.: proportion / part.: partiellement / av.: avec / surf.: surface /
 -: ne figure pas dans cette fraction

Remarques:

Documentation photographique

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: 56 B+ G 370-371.6 M
Désignation: matériel brut
Lot de chantier: -
Provenance: Lion-Turin
Lieu de prélèvement: -
Mode d'excavation: carotte
Date de prélèvement: 6. Mai 2013
Prélevé par: JB / B+ G / LTF
Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 56 B+ G 370-371.6 M
Opérateur: tm Visa: th
Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
Date de début de l'essai: 30.05.2013
Transmission des résultats:
Conditionnement de l'échantillon:
Remarques:



Abrasivité et broyabilité (AFNOR P 18-579)

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **56 B+ G 370-371.6 M**
 Désignation: **matériel brut**
 Lot de chantier: -
 Provenance: Lion-Turin
 Lieu de prélèvement: -
 Mode d'excavation: carotte
 Date de prélèvement: 6. Mai 2013
 Prélevé par: JB / B+ G / LTF
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 56 B+ G 370-371.6 M
 Opérateur: tm Visa: th
 Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
 Date de début de l'essai: 30.05.2013
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: selon la norme
 Remarques:

Synthèse des résultats

Abrasivité (AFNOR) ABR [g/t]	390	Broyabilité (AFNOR) BR [%]	54.7
---------------------------------	------------	-------------------------------	-------------

L'essai a été effectué

à l'eau	<input type="checkbox"/>	par tamisage des mat. bruts	<input checked="" type="checkbox"/>
à sec	<input checked="" type="checkbox"/>	par broyage des mat. bruts	<input checked="" type="checkbox"/>

Résultats des essais

Essai N°	Abrasivité ABR (AFNOR)						Broyabilité BR (AFNOR)		
	Poids de l'échantillon testé			Eau	ABR		> 1.6 mm	BR	
	Avant [g]	Après [g]	Diff. [g]	[%]	[g/t]	Moy. [g/t]	Après [g]	[%]	Moy. [%]
1	46.115	45.920	0.195	-	390	390	226.4	54.7	54.7
2				-					

Remarques:

Critères AFNOR pour apprécier l'abrasivité et la broyabilité des granulats de roche

Abrasivité ABR [g/t]	très faible	faible	moyenne	élevée	très élevée	
		500	1000		1500	2000
Broyabilité BR [%]	très faible	faible	moyenne	élevée	très élevée	
		25	50	75	100	

Abréviations

mat.: matériaux / séch. four: séchage au four / diff.: différence / n.d.: non déterminé.

Essai d'écrasement ponctuel Is50

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **56 B+ G 370-371.6 M**
 Désignation: **matériel brut**
 Lot de chantier: -
 Provenance: Lion-Turin
 Lieu de prélèvement: -
 Mode d'excavation: carotte
 Date de prélèvement: 6. Mai 2013
 Prélevé par: JB / B+ G / LTF
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 56 B+ G 370-371.6 M
 Opérateur: tm Visa: th
 Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
 Date de début de l'essai: 30.05.2013
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: selon la norme
 Remarques:

Synthèse des résultats

	Moyenne [N/mm ²]	Maximum [N/mm ²]	Minimum [N/mm ²]	Ecart-type [N/mm ²]
Essai sur roche isotrope				
Essai perp. à la texture (S)	5.6	7.4	4.2	0.9
Essai parallèle à la texture (P)	1.6	2.4	1.2	0.4
Densité du matériau [t/m ³]	n.d.	Degré d'anisotropie k PLT	3.6	

Résultats détaillés

Essai n°	Diamètre de la carotte [mm]	Surface de rupture [mm ²]	F Manomètre [unité]	F Corrigée [N]	PLT Is [N/mm ²]	PLT Is 50 [N/mm ²]	Orient. charge / texture (I / S / P)	Observations
1		1175	7.12	7120	4.8	4.2	S	
2		1175	9.76	9760	6.5	5.8	S	
3		1645	10.74	10740	5.1	4.9	S	
4		1645	12.11	12110	5.8	5.6	S	
5		1410	11.64	11640	6.5	6.0	S	
6		1410	9.99	9990	5.6	5.2	S	
7		1269	13.11	13110	8.1	7.4	S	
8	47	1734	2.7	2700	1.2	1.2	P	
9	47	1734	2.83	2830	1.3	1.2	P	
10	47	1734	2.67	2670	1.2	1.2	P	
11	47	1734	3.57	3570	1.6	1.6	P	
12	47	1734	5.37	5370	2.4	2.4	P	
13	47	1734	4.17	4170	1.9	1.8	P	
14	47	1734	3.45	3450	1.6	1.5	P	

Abréviations

perp.: perpendiculaire / n.d.: non déterminé / PLT: Point load test (essai d'écrasement ponctuel) / orient.: orientation / I: isotrope / S: perpendiculaire / P: parallèle

Analyse granulométrique par tamisage

Matériau testé

Données du mandant

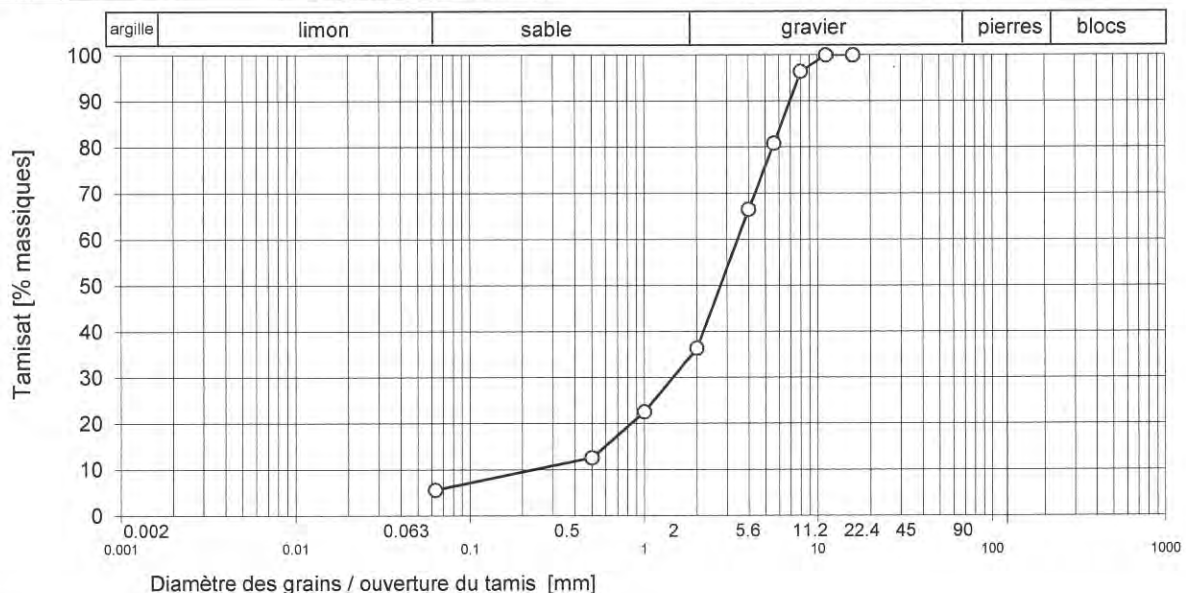
N° d'échantillon: **56 B+ G 370-371.6 M**
 Désignation: **matériel brut**
 Lot de chantier: -
 Provenance: **Lion-Turin**
 Lieu de prélèvement: -
 Mode d'excavation: **carotte**
 Date de prélèvement: **06.05.2013**
 Prélevé par: **JB / B+ G / LTF**
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: **56 B+ G 370-371.6 M**
 Opérateur: **tm** Visa: **th**
 Date de livraison de l'échantillon: **06.05.2013**
 Date de début de l'essai: **30.05.2013**
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: **selon la norme**
 Remarques: **Carotte concassé avec moulin**

tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]	Granulométrie par tamisage (SN EN 933-1)																
500		<p>Poids total de l'échantillon sec [kg]: 3831.2</p> <p>Teneur en eau <i>w</i> (SN EN 1097-5) [M-%]: -</p> <p>Teneur en fines <i>f</i> [M-% <0.063mm]: 5.6</p>																
400																		
300																		
200																		
125																		
90																		
63																		
45																		
31.5																		
22.4																		
16																		
11.2																		
8																		
5.6																		
4																		
2																		
1																		
0.5																		
0.25																		
0.125																		
0.063																		
0.044																		
0.033																		
0.022																		
0.013																		
0.008																		
0.005																		
0.0033																		
0.0015																		
		<p>Coefficient d'aplatissement <i>FI</i> (SN EN 933-3):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>classe granulaire [mm]</th> <th>4/8</th> <th>8/16</th> <th>16/32</th> <th>32/80</th> <th>total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>27</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>					classe granulaire [mm]	4/8	8/16	16/32	32/80	total		27	-	-	-	-
classe granulaire [mm]	4/8	8/16	16/32	32/80	total													
	27	-	-	-	-													

Légende: ⇨ 2 tamis décisif tamis / dg*: tamis / diamètre des grains



Les rapports d'analyses ne doivent pas être reproduits, même partiellement, sans le consentement de B+ G AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Rapport d'analyses matériel brut

Projet: Lion-Turin

Laboratoire d'essai

N° de rapport: 58 B+ G 517-518 M
N° de mandat:
Date: 06.05.2013
Auteur: B+ G AG
Destinataires:

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **58 B+ G 517-518 M**
Désignation: **matériel brut**
Lot de chantier: -
Provenance: Lion-Turin
Lieu de prélèvement: -
Mode d'excavation: carotte
Date de prélèvement: 06.05.2013
Prélevé par: JB / B+ G / LTF
Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 58 B+ G 517-518 M
Chef de projet: tm Visa: th
Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
Date de début de l'essai: 30.05.2013
Transmission des résultats:
Conditionnement de l'échantillon: cf. feuille Résultats
Remarques:

Programme d'essais sur matériel brut

Analyses		Fraction [mm]				carotte
		0/4	4/22	22/125	0/125	
Analyse granulométrique	G	-	-	-	-	X
Teneur en eau	w	-	-	-	-	-
Teneur en fines	f	-	-	-	-	X
Coefficient d'aplatissement	FI	-	-	-	-	X
Description pétrographique		-	-	-	-	X
Pétrographie composants inadéquats		-	-	-	-	X
Documentation photographique		-	-	-	-	X
Abrasivité et broyabilité	ABR / BR	-	-	-	-	X
Essai d'écrasement ponctuel	PLT IS50	-	-	-	-	X
Autres essais		-	-	-	-	-

Ce rapport d'analyse comprend: 7 pages et 0 annexes

Les rapports d'analyses ne doivent pas être reproduits, même partiellement, sans le consentement de B+ G AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

58 B+ G 517-518 M

Page 1 sur 7

Nature pétrographique (SN EN 932-3)

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **58 B+ G 517-518 M**
 Désignation: **matériel brut**
 Lot de chantier: -
 Provenance: **Lion-Turin**
 Lieu de prélèvement -
 Mode d'excavation: **carotte**
 Date de prélèvement **6. Mai 2013**
 Prélevé par: **JB / B+ G / LTF**
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: **58 B+ G 517-518 M**
 Opérateur: **tm** Visa: **th**
 Date de livraison de l'échantillon: **06.05.2013**
 Date de début de l'essai: **30.05.2013**
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: **selon la norme**
 Remarques:

Description pétrographique du sable

Description des composants	Proportion dans les fractions			
	0.25 / 0.5		1 / 4	
	Nombre [pièces]	Prop. [%]	Nombre [pièces]	Prop. [%]
A) Divers gneiss Granulats formés de divers gneiss: orthogneiss, paragneiss, gneiss à amphibole, (teneur en phyllosilicates env. 10-30%)	101	40.1	136	54.8
B) Phyllosilicates Composants comprenant > 50% de phyllosilicates (chlorite, muscovite, biotite)	76	30.2	55	22.2
C) Plaquettes de muscovite Composants formés de plaquettes de muscovite monogéniques	-	-	-	-
D) Plaquettes de biotite Composants formés de plaquettes de biotite monogéniques	5	2.0	-	-
E) Grains de quartz et de feldspath Composants monogéniques ou polygéniques formés de quartz et/ou de feldspath (teneur en phyllosilicates < 10%)	69	27.4	57	23.0
F) Minerais Composants comprenant des minéraux métallifères visibles (teneur en minerai > 5%): pyrite	-	-	-	-
G) Autres Composants formés d'autres minéraux	1	0.4	-	-
H) Composants anthropogènes, impuretés Mortier ou granulats de gunite, fibres d'acier	-	-	-	-
Total des composants dénombrés	252	100.0	248	100.0

Abréviations

prop.: proportion / part.: partiellement / av.: avec / surf.: surface /
 -: ne figure pas dans cette fraction

Remarques:

Adéquation pétrographique (SN VSS 670 115)

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **58 B+ G 517-518 M**
 Désignation: **matériel brut**
 Lot de chantier: -
 Provenance: **Lion-Turin**
 Lieu de prélèvement: -
 Mode d'excavation: **carotte**
 Date de prélèvement: **6. Mai 2013**
 Prélevé par: **JB / B+ G / LTF**
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: **58 B+ G 517-518 M**
 Opérateur: **tm** Visa: **th**
 Date de livraison de l'échantillon: **06.05.2013**
 Date de début de l'essai: **30.05.2013**
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: **selon la norme**
 Remarques:

Composants inadéquats dans le sable

Description des composants	Proportion dans les fractions			
	0.25 / 0.5		1 / 4	
	Nombre [Pièces]	Prop. [%]	Nombre [Pièces]	Prop. [%]
A) Divers gneiss Composants inadéquats: <i>granulats fragiles, très altérés</i>	-	-	8	3.2
B) Phyllosilicates Composants inadéquats: <i>granulats composés essentiellement de muscovite et / ou biotite et plus rarement de chlorite (teneur en phyllosilicates > 50%)</i>	76	30.2	3	1.2
C) Plaquettes de muscovite Composants inadéquats: <i>plaquettes de muscovite monogéniques</i>	-	-	-	-
D) Plaquettes de biotite Composants inadéquats: <i>plaquettes de biotite monogéniques</i>	5	2.0	-	-
E) Grains de quartz et de feldspath Composants inadéquats: <i>aucun</i>	-	-	-	-
F) Minerais Composants inadéquats: <i>composants de teneur en minerais visible > 5%</i>	-	-	-	-
G) Autres Composants inadéquats: <i>aucun</i>	-	-	-	-
H) Composants anthropogènes, impuretés Composants inadéquats: <i>aucun</i>	-	-	-	-
Total des composants inadéquats	81	32.1	11	4.4
Total des composants dénombrés	252		248	

Abréviations

prop.: proportion / part.: partiellement / av.: avec / surf.: surface /
 -: ne figure pas dans cette fraction

Remarques:

Documentation photographique

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **58 B+ G 517-518 M**
Désignation: **matériel brut**
Lot de chantier: -
Provenance: Lion-Turin
Lieu de prélèvement -
Mode d'excavation: carotte
Date de prélèvement 6. Mai 2013
Prélevé par: JB / B+ G / LTF
Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 58 B+ G 517-518 M
Opérateur: tm Visa: th
Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
Date de début de l'essai: 30.05.2013
Transmission des résultats:
Conditionnement de l'échantillon:
Remarques:



Abrasivité et broyabilité (AFNOR P 18-579)

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **58 B+ G 517-518 M**
 Désignation: **matériel brut**
 Lot de chantier: -
 Provenance: Lion-Turin
 Lieu de prélèvement: -
 Mode d'excavation: carotte
 Date de prélèvement: 6. Mai 2013
 Prélevé par: JB / B+ G / LTF
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 58 B+ G 517-518 M
 Opérateur: tm Visa: th
 Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
 Date de début de l'essai: 30.05.2013
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: selon la norme
 Remarques:

Synthèse des résultats

Abrasivité (AFNOR) ABR [g/t]	374	Broyabilité (AFNOR) BR [%]	48.4
---------------------------------	------------	-------------------------------	-------------

L'essai a été effectué

à l'eau	<input type="checkbox"/>	par tamisage des mat. bruts	<input checked="" type="checkbox"/>
à sec	<input checked="" type="checkbox"/>	par broyage des mat. bruts	<input checked="" type="checkbox"/>

Résultats des essais

Essai N°	Abrasion ABR (AFNOR)						Broyabilité BR (AFNOR)		
	Poids de l'échantillon testé			Eau [%]	ABR		> 1.6 mm Après [g]	BR	
	Avant [g]	Après [g]	Diff. [g]		[g/t]	Moy. [g/t]		[%]	Moy. [%]
1	46.495	46.308	0.187	-	374	374	258.0	48.4	48.4
2				-					

Remarques:

Critères AFNOR pour apprécier l'abrasivité et la broyabilité des granulats de roche

Abrasivité ABR [g/t]	très faible	faible	moyenne	élevée	très élevée
		500	1000	1500	2000

Broyabilité BR [%]	très faible	faible	moyenne	élevée	très élevée
		25	50	75	100

Abréviations

mat.: matériaux / séch. four: séchage au four / diff.: différence / n.d.: non déterminé.

Essai d'écrasement ponctuel Is50

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **58 B+ G 517-518 M**
 Désignation: **matériel brut**
 Lot de chantier: -
 Provenance: Lion-Turin
 Lieu de prélèvement -
 Mode d'excavation: carotte
 Date de prélèvement: 6. Mai 2013
 Prélevé par: JB / B+ G / LTF
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 58 B+ G 517-518 M
 Opérateur: tm Visa: th
 Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
 Date de début de l'essai: 30.05.2013
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: selon la norme
 Remarques:

Synthèse des résultats

	Moyenne [N/mm ²]	Maximum [N/mm ²]	Minimum [N/mm ²]	Ecart-type [N/mm ²]
Essai sur roche isotrope				
Essai perp. à la texture (S)	4.2	5.3	3.0	0.6
Essai parallèle à la texture (P)	1.6	3.4	0.9	0.8
Densité du matériau [t/m ³]	n.d.	Degré d'anisotropie k PLT	2.7	

Résultats détaillés

Essai n°	Diamètre de la carotte [mm ²]	Surface de rupture [mm ²]	F Manomètre [unité]	F Corrigée [N]	PLT Is [N/mm ²]	PLT Is 50 [N/mm ²]	Orient. charge / texture (I / S / P)	Observations
1		3008	14.81	14810	3.9	4.3	S	
2		2048	13.64	13640	5.2	5.3	S	
3		2944	10.17	10170	2.7	3.0	S	
4		1920	9.90	9900	4.0	4.0	S	
5		2560	13.97	13970	4.3	4.5	S	
6		2304	12.34	12340	4.2	4.4	S	
7		2944	14.61	14610	3.9	4.3	S	
8	64	3215	3.66	3660	0.9	1.0	P	
9	64	3215	3.33	3330	0.8	0.9	P	
10	64	3215	4.66	4660	1.1	1.3	P	
11	64	3215	5.04	5040	1.2	1.4	P	
12	64	3215	6.28	6280	1.5	1.7	P	
13	64	3215	12.56	12560	3.1	3.4	P	
14	64	3215	4.78	4780	1.2	1.3	P	

Abréviations

perp.: perpendiculaire / n.d.: non déterminé / PLT: Point load test (essai d'écrasement ponctuel) / orient.: orientation / I: isotrope / S: perpendiculaire / P: parallèle

Analyse granulométrique par tamisage

Matériau testé

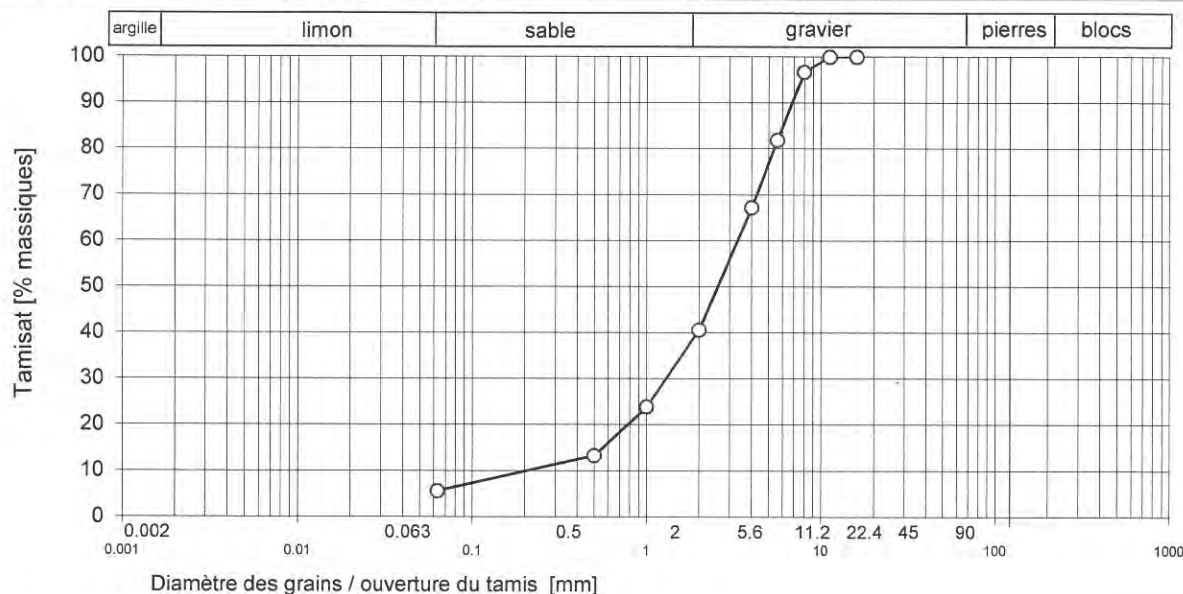
Données du mandant

N° d'échantillon: **58 B+ G 517-518 M**
 Désignation: **matériel brut**
 Lot de chantier: -
 Provenance: Lion-Turin
 Lieu de prélèvement: -
 Mode d'excavation: carotte
 Date de prélèvement: 06.05.2013
 Prélevé par: JB / B+ G / LTF
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 58 B+ G 517-518 M
 Opérateur: tm Visa: th
 Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
 Date de début de l'essai: 30.05.2013
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: selon la norme
 Remarques: Carotte concassé avec moulin

tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]	Granulométrie par tamisage (SN EN 933-1)																			
500		<p>Poids total de l'échantillon sec [kg]: 3886.6</p> <p>Teneur en eau <i>w</i> (SN EN 1097-5) [M-%]: -</p> <p>Teneur en fines <i>f</i> [M-% <0.063mm]: 5.6</p>																			
400																					
300																					
200																					
125																					
90																					
63																					
45																					
31.5																					
22.4																					
16																					
11.2																					
8																					
5.6																					
4																					
2	40.6	<p>Coefficient d'aplatissement <i>F_I</i> (SN EN 933-3): 26</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">classe granulaire [mm]</th> <th rowspan="2">total</th> </tr> <tr> <th>4/8</th> <th>8/16</th> <th>16/32</th> <th>32/80</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>					classe granulaire [mm]					total	4/8	8/16	16/32	32/80	-	-	-	-	-
classe granulaire [mm]							total														
4/8	8/16							16/32	32/80												
-	-						-	-	-												
1																					
0.5																					
0.25																					
0.125																					
0.063																					
0.044																					
0.033																					
0.022																					
0.013																					
0.008																					
0.005																					
0.0033																					
0.0015																					
	5.6	<p>Légende: ⇨ 2 tamis décisif tamis / dg*: tamis / diamètre des grains</p>																			



Rapport d'analyses matériel brut

Projet: Lion-Turin

Laboratoire d'essai

N° de rapport: 59 B+ G 296-297 M
N° de mandat:
Date: 06.05.2013
Auteur: B+ G AG
Destinataires:

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **59 B+ G 296-297 M**
Désignation: **matériel brut**
Lot de chantier: -
Provenance: Lion-Turin
Lieu de prélèvement: -
Mode d'excavation: carotte
Date de prélèvement: 06.05.2013
Prélevé par: JB B+ G / LTF
Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 59 B+ G 296-297 M
Chef de projet: tm Visa: th
Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
Date de début de l'essai: 30.05.2013
Transmission des résultats:
Conditionnement de l'échantillon: cf. feuille Résultats
Remarques:

Programme d'essais sur matériel brut

Analyses		Fraction [mm]				carotte
		0/4	4/22	22/125	0/125	
Analyse granulométrique	G	-	-	-	-	X
Teneur en eau	w	-	-	-	-	-
Teneur en fines	f	-	-	-	-	X
Coefficient d'aplatissement	FI	-	-	-	-	X
Description pétrographique		-	-	-	-	X
Pétrographie composants inadéquats		-	-	-	-	X
Documentation photographique		-	-	-	-	X
Abrasivité et broyabilité	ABR / BR	-	-	-	-	X
Essai d'écrasement ponctuel	PLT IS50	-	-	-	-	X
Autres essais		-	-	-	-	-

Ce rapport d'analyse comprend: 7 pages et 0 annexes

Les rapports d'analyses ne doivent pas être reproduits, même partiellement, sans le consentement de B+ G AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Nature pétrographique (SN EN 932-3)

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **59 B+ G 296-297 M**
 Désignation: **matériel brut**
 Lot de chantier: -
 Provenance: **Lion-Turin**
 Lieu de prélèvement -
 Mode d'excavation: **carotte**
 Date de prélèvement: **6. Mai 2013**
 Prélevé par: **JB B+ G / LTF**
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: **59 B+ G 296-297 M**
 Opérateur: **tm** Visa: **th**
 Date de livraison de l'échantillon: **06.05.2013**
 Date de début de l'essai: **30.05.2013**
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: **selon la norme**
 Remarques:

Description pétrographique du sable

Description des composants	Proportion dans les fractions			
	0.25 / 0.5		1 / 4	
	Nombre [pièces]	Prop. [%]	Nombre [pièces]	Prop. [%]
A) Divers gneiss Granulats formés de divers gneiss: orthogneiss, paragneiss, gneiss à amphibole, (teneur en phyllosilicates env. 10-30%)	60	23.8	110	48.0
B) Phyllosilicates Composants comprenant > 50% de phyllosilicates (chlorite, muscovite, biotite)	73	29.0	21	9.2
C) Plaquettes de muscovite Composants formés de plaquettes de muscovite monogéniques	6	2.4	-	-
D) Plaquettes de biotite Composants formés de plaquettes de biotite monogéniques	9	3.6	-	-
E) Grains de quartz et de feldspath Composants monogéniques ou polygéniques formés de quartz et/ou de feldspath (teneur en phyllosilicates < 10%)	104	41.3	98	42.8
F) Minerais Composants comprenant des minéraux métallifères visibles (teneur en minerai > 5%): pyrite	-	-	-	-
G) Autres Composants formés d'autres minéraux	-	-	-	-
H) Composants anthropogènes, impuretés Mortier ou granulats de gunite, fibres d'acier	-	-	-	-
Total des composants dénombrés	252	100.0	229	100.0

Abréviations

prop.: proportion / part.: partiellement / av.: avec / surf.: surface /
 -: ne figure pas dans cette fraction

Remarques:

Adéquation pétrographique (SN VSS 670 115)

Matériau testé

Données du mandat

N° d'échantillon: **59 B+ G 296-297 M**
 Désignation: **matériel brut**
 Lot de chantier: -
 Provenance: Lion-Turin
 Lieu de prélèvement: -
 Mode d'excavation: carotte
 Date de prélèvement: 6. Mai 2013
 Prélevé par: JB B+ G / LTF
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 59 B+ G 296-297 M
 Opérateur: tm Visa: th
 Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
 Date de début de l'essai: 30.05.2013
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: selon la norme
 Remarques:

Composants inadéquats dans le sable

Description des composants	Proportion dans les fractions			
	0.25 / 0.5		1 / 4	
	Nombre [Pièces]	Prop. [%]	Nombre [Pièces]	Prop. [%]
A) Divers gneiss Composants inadéquats: <i>granulats fragiles, très altérés</i>	-	-	8	3.5
B) Phyllosilicates Composants inadéquats: <i>granulats composés essentiellement de muscovite et / ou biotite et plus rarement de chlorite (teneur en phyllosilicates > 50%)</i>	73	29.0	3	1.3
C) Plaquettes de muscovite Composants inadéquats: <i>plaquettes de muscovite monogéniques</i>	6	2.4	-	-
D) Plaquettes de biotite Composants inadéquats: <i>plaquettes de biotite monogéniques</i>	9	3.6	-	-
E) Grains de quartz et de feldspath Composants inadéquats: <i>aucun</i>	-	-	-	-
F) Minerais Composants inadéquats: <i>composants de teneur en minéral visible > 5%</i>	-	-	-	-
G) Autres Composants inadéquats: <i>aucun</i>	-	-	-	-
H) Composants anthropogènes, impuretés Composants inadéquats: <i>aucun</i>	-	-	-	-
Total des composants inadéquats	88	34.9	11	4.8
Total des composants dénombrés	252		229	

Abréviations

prop.: proportion / part.: partiellement / av.: avec / surf.: surface /
 -: ne figure pas dans cette fraction

Remarques:

Documentation photographique

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **59 B+ G 296-297 M**
Désignation: **matériel brut**
Lot de chantier: -
Provenance: Lion-Turin
Lieu de prélèvement: -
Mode d'excavation: carotte
Date de prélèvement: 6. Mai 2013
Prélevé par: JB B+ G / LTF
Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 59 B+ G 296-297 M
Opérateur: tm Visa: th
Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
Date de début de l'essai: 30.05.2013
Transmission des résultats:
Conditionnement de l'échantillon:
Remarques:



Abrasivité et broyabilité (AFNOR P 18-579)

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **59 B+ G 296-297 M**
 Désignation: **matériel brut**
 Lot de chantier: -
 Provenance: Lion-Turin
 Lieu de prélèvement: -
 Mode d'excavation: carotte
 Date de prélèvement: 6. Mai 2013
 Prélevé par: JB B+ G / LTF
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 59 B+ G 296-297 M
 Opérateur: tm Visa: th
 Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
 Date de début de l'essai: 30.05.2013
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: selon la norme
 Remarques:

Synthèse des résultats

Abrasivité (AFNOR) ABR [g/t]	122	Broyabilité (AFNOR) BR [%]	47.0
---------------------------------	------------	-------------------------------	-------------

L'essai a été effectué

à l'eau	<input type="checkbox"/>	par tamisage des mat. bruts	<input checked="" type="checkbox"/>
à sec	<input checked="" type="checkbox"/>	par broyage des mat. bruts	<input checked="" type="checkbox"/>

Résultats des essais

Essai N°	Abrasivité ABR (AFNOR)					Broyabilité BR (AFNOR) > 1.6 mm			
	Poids de l'échantillon testé			Eau	ABR		BR		BR
	Avant [g]	Après [g]	Diff. [g]	[%]	[g/t]	Moy. [g/t]	Après [g]	[%]	Moy. [%]
1	46.556	46.495	0.061	-	122	122	265.0	47.0	47.0
2				-					

Remarques:

Critères AFNOR pour apprécier l'abrasivité et la broyabilité des granulats de roche

Abrasivité ABR [g/t]	très faible	faible	moyenne	élevée	très élevée
		500	1000	1500	2000
Broyabilité BR [%]	très faible	faible	moyenne	élevée	très élevée
		25	50	75	100

Abréviations

mat.: matériaux / séch. four: séchage au four / diff.: différence / n.d.: non déterminé.

Essai d'écrasement ponctuel Is50

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **59 B+ G 296-297 M**
 Désignation: **matériel brut**
 Lot de chantier: -
 Provenance: Lion-Turin
 Lieu de prélèvement -
 Mode d'excavation: carotte
 Date de prélèvement: 6. Mai 2013
 Prélevé par: JB B+ G / LTF
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 59 B+ G 296-297 M
 Opérateur: tm Visa: th
 Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
 Date de début de l'essai: 30.05.2013
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: selon la norme
 Remarques:

Synthèse des résultats

	Moyenne [N/mm ²]	Maximum [N/mm ²]	Minimum [N/mm ²]	Ecart-type [N/mm ²]
Essai sur roche isotrope				
Essai perp. à la texture (S)	4.7	6.4	3.0	1.2
Essai parallèle à la texture (P)	2.9	3.8	2.2	0.5
Densité du matériau [t/m ³]	n.d.	Degré d'anisotropie k PLT		1.7

Résultats détaillés

Essai n°	Diamètre de la carotte [mm ²]	Surface de rupture [mm ²]	F Mano-mètre [unité]	F Corrigée [N]	PLT Is [N/mm ²]	PLT Is 50 [N/mm ²]	Orient. charge / texture (I / S / P)	Observations
1		2880	10.65	10650	2.9	3.2	S	
2		3200	23.44	23440	5.8	6.4	S	
3		3840	12.73	12730	2.6	3.0	S	
4		1920	13.31	13310	5.4	5.4	S	
5		2240	11.94	11940	4.2	4.3	S	
6		3456	22.98	22980	5.2	5.9	S	
7		2560	14.78	14780	4.5	4.8	S	
8	64	3215	13.81	13810	3.4	3.8	P	
9	64	3215	9.95	9950	2.4	2.7	P	
10	64	3215	12.75	12750	3.1	3.5	P	
11	64	3215	11.14	11140	2.7	3.0	P	
12	64	3215	8.19	8190	2.0	2.2	P	
13	64	3215	8.59	8590	2.1	2.3	P	
14	64	3215	8.92	8920	2.2	2.4	P	

Abréviations

perp.: perpendiculaire / n.d.: non déterminé / PLT: Point load test (essai d'écrasement ponctuel) / orient.: orientation / I: isotrope / S: perpendiculaire / P: parallèle

Analyse granulométrique par tamisage

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **59 B+ G 296-297 M**
 Désignation: **matériel brut**
 Lot de chantier: -
 Provenance: **Lion-Turin**
 Lieu de prélèvement: -
 Mode d'excavation: **carotte**
 Date de prélèvement: **06.05.2013**
 Prélevé par: **JB B+ G / LTF**
 Remarques:

Données du laboratoire

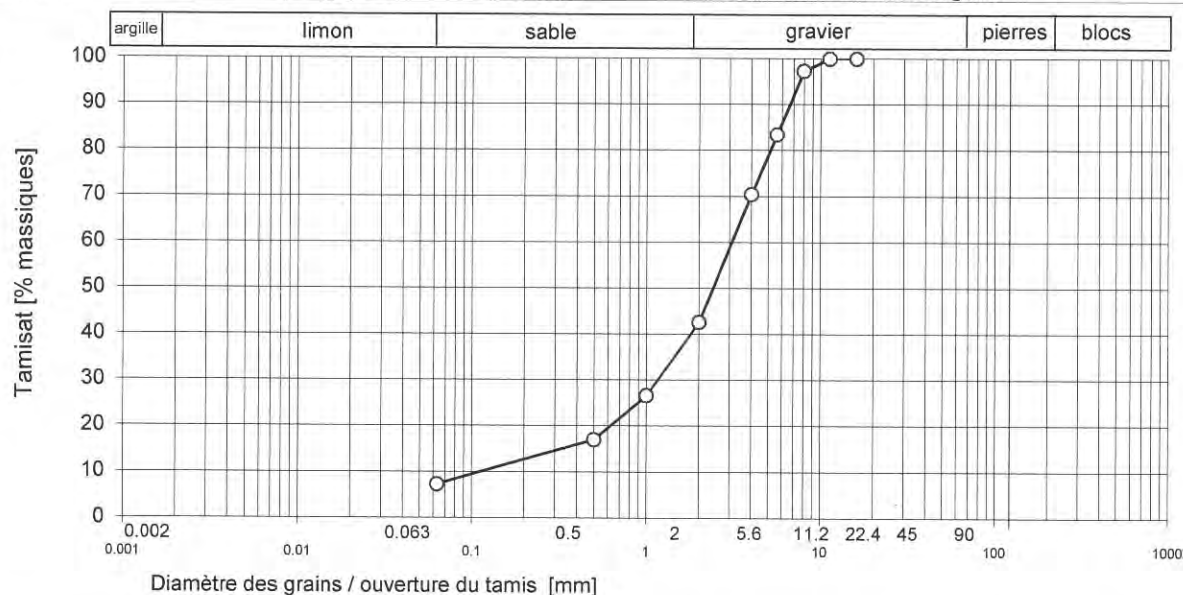
N° de laboratoire: **59 B+ G 296-297 M**
 Opérateur: **tm** Visa: **th**
 Date de livraison de l'échantillon: **06.05.2013**
 Date de début de l'essai: **30.05.2013**
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: **selon la norme**
 Remarques: **Carotte concassé avec moulin**

tamis / dg*	Passant [M-%]	Granulométrie par tamisage (SN EN 933-1)	
[mm]	[M-%]		
500			
400			
300			
200			
125			
⇓			
90			
63			
⇓			
45			
⇓			
31.5			
⇓			
22.4			
⇓			
16	100.0		
⇓			
11.2	100.0		
⇓			
8	97.3		
⇓			
5.6	83.4		
⇓			
4	70.4		
⇓			
2	42.6		
⇓			
1	26.6		
⇓			
0.5	17.0		
⇓			
0.25			
⇓			
0.125			
⇓			
0.063	7.3		
⇓			
0.044			
⇓			
0.033			
⇓			
0.022			
⇓			
0.013			
⇓			
0.008			
⇓			
0.005			
⇓			
0.0033			
⇓			
0.0015			

Poids total de l'échantillon sec [kg]:	3886.6
Teneur en eau w (SN EN 1097-5) [M-%]:	-
Teneur en fines f [M-% <0.063mm]:	7.3

Coefficient d'aplatissement FI (SN EN 933-3):	classe granulaire [mm]				total
	4/8	8/16	16/32	32/80	
	21	-	-	-	-

Légende: ⇓ 2 tamis décisif tamis / dg*: tamis / diamètre des grains



Les rapports d'analyses ne doivent pas être reproduits, même partiellement, sans le consentement de B+ G AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Rapport d'analyses matériel brut

Projet: Lion-Turin

Laboratoire d'essai

N° de rapport: Echantillon de roches Lion-Turin
N° de mandat:
Date: 06.05.2013
Auteur: B+ G AG
Destinataires:

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: Echantillon de roches Lion-Turin
Désignation: matériel brut
Lot de chantier: -
Provenance: Lion-Turin
Lieu de prélèvement: -
Mode d'excavation: -
Date de prélèvement: 06.05.2013
Prélevé par: JB / B+ G / LTF
Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: Echantillon de roches Lion-Turin
Chef de projet: tm Visa: th
Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
Date de début de l'essai:
Transmission des résultats:
Conditionnement de l'échantillon: cf. feuille Résultats
Remarques:

Programme d'essais sur matériel brut

Analyses		Fraction [mm]				
		0/4	4/22	22/125	0/125	autre
Analyse granulométrique	G	-	-	-	-	X
Teneur en eau	w	-	-	-	-	-
Teneur en fines	f	-	-	-	-	X
Coefficient d'aplatissement	FI	-	-	-	-	X
Description pétrographique		-	-	-	-	X
Pétrographie composants inadéquats		-	-	-	-	X
Documentation photographique		-	-	-	-	X
Abrasivité et broyabilité	ABR / BR	-	-	-	-	X
Essai d'écrasement ponctuel	PLT IS50	-	-	-	-	X
Autres essais		-	-	-	-	-

Ce rapport d'analyse comprend: 7 pages et 0 annexes

Les rapports d'analyses ne doivent pas être reproduits, même partiellement, sans le consentement de B+ G AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Echantillon de roches Lion-Turin

Page 1 sur 7

Nature pétrographique (SN EN 932-3)

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: Echantillon de roches Lion-Turin
 Désignation: matériel brut
 Lot de chantier: -
 Provenance: Lion-Turin
 Lieu de prélèvement: -
 Mode d'excavation: -
 Date de prélèvement: 6. Mai 2013
 Prélevé par: JB / B+ G / LTF
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: Echantillon de roches Lion-Turin
 Opérateur: tm Visa: th
 Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
 Date de début de l'essai:
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: selon la norme
 Remarques:

Description pétrographique du sable

Description des composants	Proportion dans les fractions			
	0.25 / 0.5		1 / 4	
	Nombre [pièces]	Prop. [%]	Nombre [pièces]	Prop. [%]
A) Divers gneiss Granulats formés de divers gneiss: orthogneiss, paragneiss, gneiss à amphibole, (teneur en phyllosilicates env. 10-30%)	97	43.3	74	33.5
B) Phyllosilicates Composants comprenant > 50% de phyllosilicates (chlorite, muscovite, biotite)	27	12.1	46	20.8
C) Plaquettes de muscovite Composants formés de plaquettes de muscovite monogéniques	-	-	-	-
D) Plaquettes de biotite Composants formés de plaquettes de biotite monogéniques	4	1.8	6	2.7
E) Grains de quartz et de feldspath Composants monogéniques ou polygéniques formés de quartz et/ou de feldspath (teneur en phyllosilicates < 10%)	48	21.4	63	28.5
F) Minerais Composants comprenant des minéraux métallifères visibles (teneur en minerai > 5%): pyrite	-	-	-	-
G) Autres Composants formés d'autres minéraux: actinolite, antigorite	48	21.4	32	14.5
H) Composants anthropogènes, impurifiés Mortier ou granulats de gunite, fibres d'acier	-	-	-	-
Total des composants dénombrés	224	100.0	221	100.0

Abréviations

prop.: proportion / part.: partiellement / av.: avec / surf.: surface /
 -: ne figure pas dans cette fraction

Remarques:

Adéquation pétrographique (SN VSS 670 115)

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: Echantillon de roches Lion-Turin
 Désignation: matériel brut
 Lot de chantier: -
 Provenance: Lion-Turin
 Lieu de prélèvement: -
 Mode d'excavation: -
 Date de prélèvement: 6. Mai 2013
 Prélevé par: JB / B+ G / LTF
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: Echantillon de roches Lion-Turin
 Opérateur: tm Visa: th
 Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
 Date de début de l'essai:
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: selon la norme
 Remarques:

Composants inadéquats dans le sable

Description des composants	Proportion dans les fractions			
	0.25 / 0.5		1 / 4	
	Nombre [Pièces]	Prop. [%]	Nombre [Pièces]	Prop. [%]
A) Divers gneiss Composants inadéquats: <i>granulats fragiles, très altérés</i>	-	-	4	1.8
B) Phyllosilicates Composants inadéquats: <i>granulats composés essentiellement de muscovite et / ou biotite et plus rarement de chlorite (teneur en phyllosilicates > 50%)</i>	27	12.1	9	4.1
C) Plaquettes de muscovite Composants inadéquats: <i>plaquettes de muscovite monogéniques</i>	-	-	-	-
D) Plaquettes de biotite Composants inadéquats: <i>plaquettes de biotite monogéniques</i>	4	1.8	-	-
E) Grains de quartz et de feldspath Composants inadéquats: <i>aucun</i>	-	-	-	-
F) Minerais Composants inadéquats: <i>composants de teneur en minerai visible > 5%</i>	-	-	-	-
G) Autres Composants inadéquats: <i>aucun</i>	-	-	-	-
H) Composants anthropogènes, impurifiés Composants inadéquats: <i>aucun</i>	-	-	-	-
Total des composants inadéquats	31	13.8	13	5.9
Total des composants dénombrés	224		221	

Abréviations

prop.: proportion / part.: partiellement / av.: avec / surf.: surface /
 -: ne figure pas dans cette fraction

Remarques:

Documentation photographique

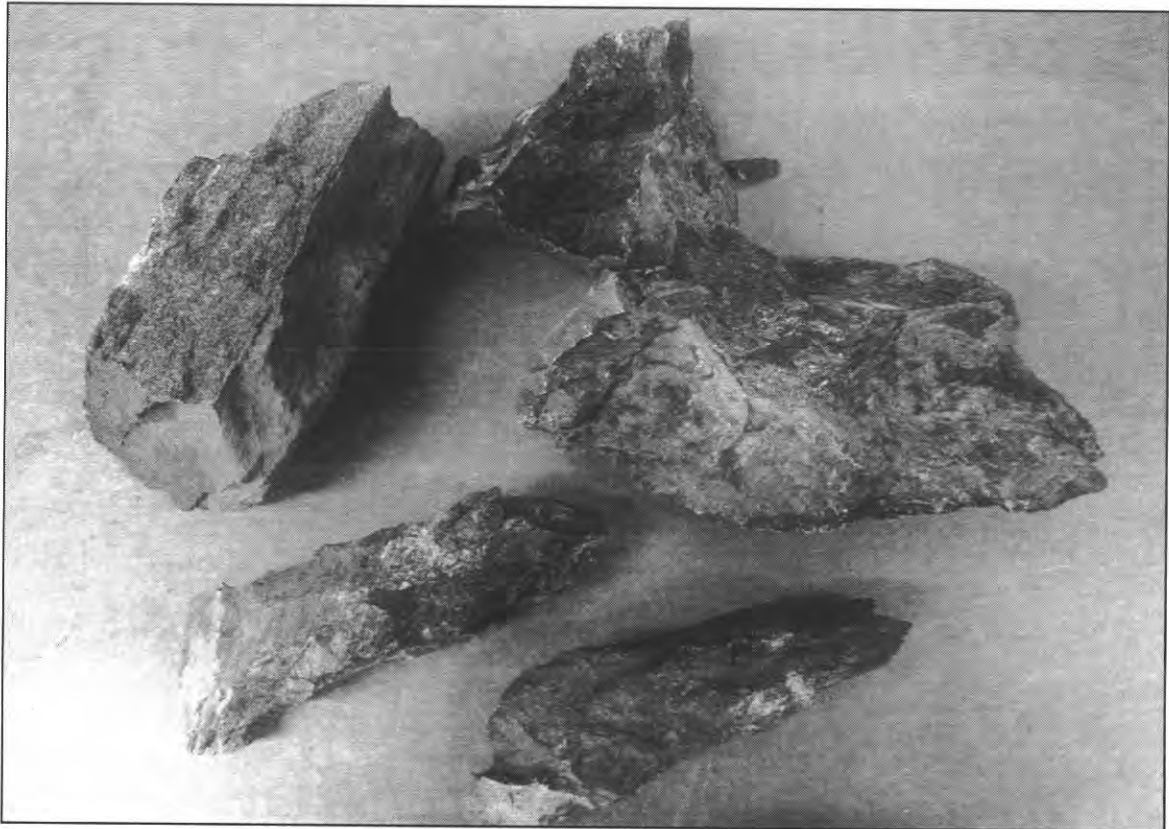
Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: Echantillon de roches Lion-Turin
Désignation: matériel brut
Lot de chantier: -
Provenance: Lion-Turin
Lieu de prélèvement: -
Mode d'excavation: -
Date de prélèvement: 6. Mai 2013
Prélevé par: JB / B+ G / LTF
Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: Echantillon de roches Lion-Turin
Opérateur: tm Visa: th
Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
Date de début de l'essai:
Transmission des résultats:
Conditionnement de l'échantillon:
Remarques:



Abrasivité et broyabilité (AFNOR P 18-579)

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: Echantillon de roches Lion-Turin
 Désignation: matériel brut
 Lot de chantier: -
 Provenance: Lion-Turin
 Lieu de prélèvement: -
 Mode d'excavation: -
 Date de prélèvement: 6. Mai 2013
 Prélevé par: JB / B+ G / LTF
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: Echantillon de roches Lion-Turin
 Opérateur: tm Visa: th
 Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
 Date de début de l'essai:
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: selon la norme
 Remarques:

Synthèse des résultats

Abrasivité (AFNOR) ABR [g/t]	556	Broyabilité (AFNOR) BR [%]	29.2
---------------------------------	------------	-------------------------------	-------------

L'essai a été effectué à l'eau par tamisage des mat. bruts
 à sec par broyage des mat. bruts

Résultats des essais

Essai N°	Abrasivité ABR (AFNOR)					Broyabilité BR (AFNOR)			
	Poids de l'échantillon testé			Eau	ABR	> 1.6 mm	BR		Moy. [%]
	Avant [g]	Après [g]	Diff. [g]	[%]	[g/t]	Moy. [g/t]	Après [g]	[%]	
1	46.497	46.219	0.278	-	556	556	353.8	29.2	29.2
2				-					

Remarques:

Critères AFNOR pour apprécier l'abrasivité et la broyabilité des granulats de roche

Abrasivité ABR [g/t]	très faible	faible	moyenne	élevée	très élevée	
		500	1000		1500	2000
Broyabilité BR [%]	très faible	faible	moyenne	élevée	très élevée	
		25	50	75	100	

Abréviations

mat.: matériaux / séch. four: séchage au four / diff.: différence / n.d.: non déterminé.

Essai d'écrasement ponctuel Is50

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: **Echantillon de roches Lion-Turin**
 Désignation: **matériel brut**
 Lot de chantier: -
 Provenance: **Lion-Turin**
 Lieu de prélèvement: -
 Mode d'excavation: -
 Date de prélèvement: **6. Mai 2013**
 Prélevé par: **JB / B+ G / LTF**
 Remarques:

Données du laboratoire

N° de laboratoire: **Echantillon de roches Lion-Turin**
 Opérateur: **tm** Visa: **th**
 Date de livraison de l'échantillon: **06.05.2013**
 Date de début de l'essai:
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: **selon la norme**
 Remarques:

Synthèse des résultats

	Moyenne [N/mm ²]	Maximum [N/mm ²]	Minimum [N/mm ²]	Ecart-type [N/mm ²]
Essai sur roche isotrope	5.1	7.7	0.9	2.0
Essai perp. à la texture (S)				
Essai parallèle à la texture (P)				
Densité du matériau [t/m ³]	<input type="text" value="n.d."/>	Degré d'anisotropie k PLT	<input type="text"/>	

Résultats détaillés

Essai n°	Diamètre de la carotte [mm ²]	Surface de rupture [mm ²]	F Manomètre [unité]	F Corrigée [N]	PLT Is [N/mm ²]	PLT Is 50 [N/mm ²]	Orient. charge / texture (I / S / P)	Observations
1		2200	14.00	14000	5.0	5.1	I	
2		3332	3.22	3220	0.8	0.9	I	
3		1875	16.28	16280	6.8	6.7	I	
4		3500	21.54	21540	4.8	5.5	I	
5		3526	19.81	19810	4.4	5.0	I	
6		1320	14.18	14180	8.4	7.7	I	
7		2666	16.03	16030	4.7	5.1	I	
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								

Abréviations

perp.: perpendiculaire / n.d.: non déterminé / PLT: Point load test (essai d'écrasement ponctuel) / orient.: orientation / I: isotrope / S: perpendiculaire / P: parallèle

Analyse granulométrique par tamisage

Matériau testé

Données du mandant

N° d'échantillon: Echantillon de roches Lion-Turin
 Désignation: matériel brut
 Lot de chantier: -
 Provenance: Lion-Turin
 Lieu de prélèvement: -
 Mode d'excavation: -
 Date de prélèvement: 06.05.2013
 Prélevé par: JB / B+ G / LTF
 Remarques:

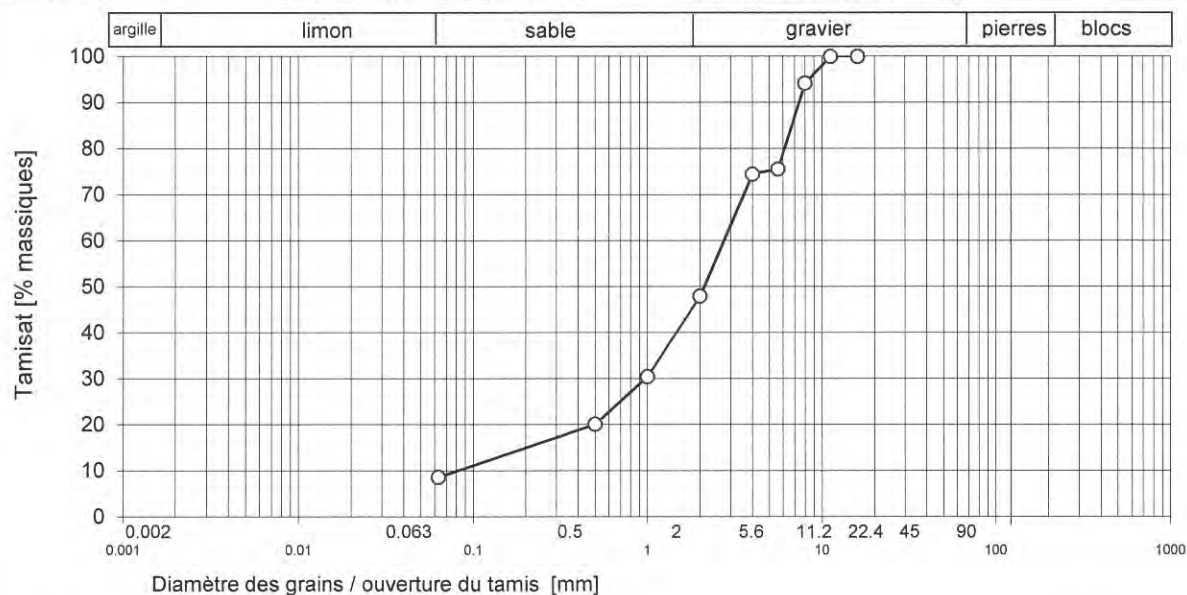
Données du laboratoire

N° de laboratoire: Echantillon de roches Lion-Turin
 Opérateur: tm Visa: th
 Date de livraison de l'échantillon: 06.05.2013
 Date de début de l'essai:
 Transmission des résultats:
 Conditionnement de l'échantillon: selon la norme
 Remarques:

tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]	Granulométrie par tamisage (SN EN 933-1)																
500		<p>Poids total de l'échantillon sec [kg]: 1403.6</p> <p>Teneur en eau <i>w</i> (SN EN 1097-5) [M-%]: -</p> <p>Teneur en fines <i>f</i> [M-% <0.063mm]: 8.6</p>																
400																		
300																		
200																		
125																		
90																		
63																		
45																		
31.5																		
22.4																		
16																		
11.2																		
8																		
5.6																		
4																		
2																		
1																		
0.5																		
0.25																		
0.125																		
0.063	8.6	<p>Coefficient d'aplatissement <i>F_I</i> (SN EN 933-3):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>classe granulaire [mm]</th> <th>4/8</th> <th>8/16</th> <th>16/32</th> <th>32/80</th> <th>total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>20</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>					classe granulaire [mm]	4/8	8/16	16/32	32/80	total		20	-	-	-	-
classe granulaire [mm]	4/8	8/16	16/32	32/80	total													
	20	-	-	-	-													
0.044																		
0.033																		
0.022																		
0.013																		
0.008																		
0.005																		
0.0033																		
0.0015																		

Légende: ⇔ 2 tamis décisif

tamis / dg*: tamis / diamètre des grains



MATERIAUX D'EXCAVATION SECTEUR SUSÀ / MATERIALI DI SCAVO SETTORE SUSÀ

SCHISTES CARBONATES (GCC) PM 57300 à 60300 / CALCESCISTI (GCC) PM 57300 A 60300
ESSAIS DE QUALIFICATION POUR GRANULATS BETON / PROVE DI QUALITÀ PER AGGREGATI PER
CALCESTRUZZO
RAPPORT FINAL / RAPPORTO FINALE

Annexe II

Composition du béton de référence

Tunnel Européen LYON-TURIN
Lot de Travaux SUSA - Essais de qualification du GCC

Composition pour 1 m3 de béton

Composition pour	Béton C 30/37 "GCC" F4/5
Qualité	Béton de revêtement
Chantier	LTF SUSA
Date	09/03/2015

Béton Composition prescrite selon § 6,3 SN-EN 206



Matériaux pour 1000 l de béton

	Quantité	MVA	SSB m ² /kg	Volume	Type
Ciment	280 kg	3,15 kg/l	330	89 l	CEM I 42,5 R
CSF		2,50 kg/l			
Cendres	k= 0,6 120 kg	30,0%	2,20 kg/l	290	55 l
Laitier					Cendres volantes totales = 120 kg
E / L Eau	0,45 180 kg		1,00 kg/l	180 l	Liant = 120 kg
Air	1,5%			15 l	Sable =
Liant eq.	352				
E ef./Leq	0,51				
Granulats secs	1826 kg	2,76 kg/l		662 l	
Béton	2406 kg			1000 l	

Composition granulaire pour 1000 l

Classes	%	sec	% H ₂ O	eau	composition humide
0-0,2 mm					
0-4 mm B	44,0	803	6,5%	56kg	859 kg
0-4 mm			7,0%		
4-8 mm	16,0	292	1,5%	4kg	297 kg
8-16 mm	40,0	730	1,0%	7kg	738 kg
16-31,5 mm			1,5%		
31,5-63 mm			1,0%		
31,5-80 mm			1,5%		
80-150 mm			1,0%		
0-D mm	100	1826 kg		68kg	1894 kg

Ciment / Addition

		Na ₂ O _{eq}	HoH
CEM I 42,5 R	280 kg	0,86%	346
CSF		1,80%	
PFA	120 kg	3,20%	
Laitier			
Total Liant	400 kg		

Adjuvants

Adjuvant	%	du liant	kg/m ³	Extrait sec	Eau apport.	Na ₂ O _{eq}	kg/m ³	Paramètres de référence
VC GTC 1	0,70%	du liant	2,80	29,0%	2,0	4,50%	0,126	SSB _e 9,80
FRO V5		du liant		8,7%		0,50%		G/S 1,27
STAB 4R		du liant		6,5%		0,06%		SSG/SSS 0,076
SIKAPLAST		du liant		21,3%		3,50%		L/S+G+L 0,219
					1,99		0,126	SSL/SSB 12974

Teneur en fines

ciment+addition+sable	< 0.125mm	494 kg	SIA	0-16>=425kg/0-32>=350kg/0-64>=300kg
	<0.25mm	572 kg	DIN	0-16>=450kg/0-32>=400kg/0-64>=325kg

Besoins en eau

	Remarques
facteur K	7,2 conditions: 16mm K<4.3;32mm K<5.0;64mm K<5.6
besoins en eaux=K*30+25	241 l
facteur E/Fines<0.25mm	0,42 conditions: 16mm >0.33;32mm >0.38;64mm >0.54

Bilan des alcalins

Ciment	2,408	Granulats	0,274		
Cendres	0,65	Adjuvants	0,126	Total	3,461 kg/m ³
CSF					

Analyse granulométrique par classe granulaire

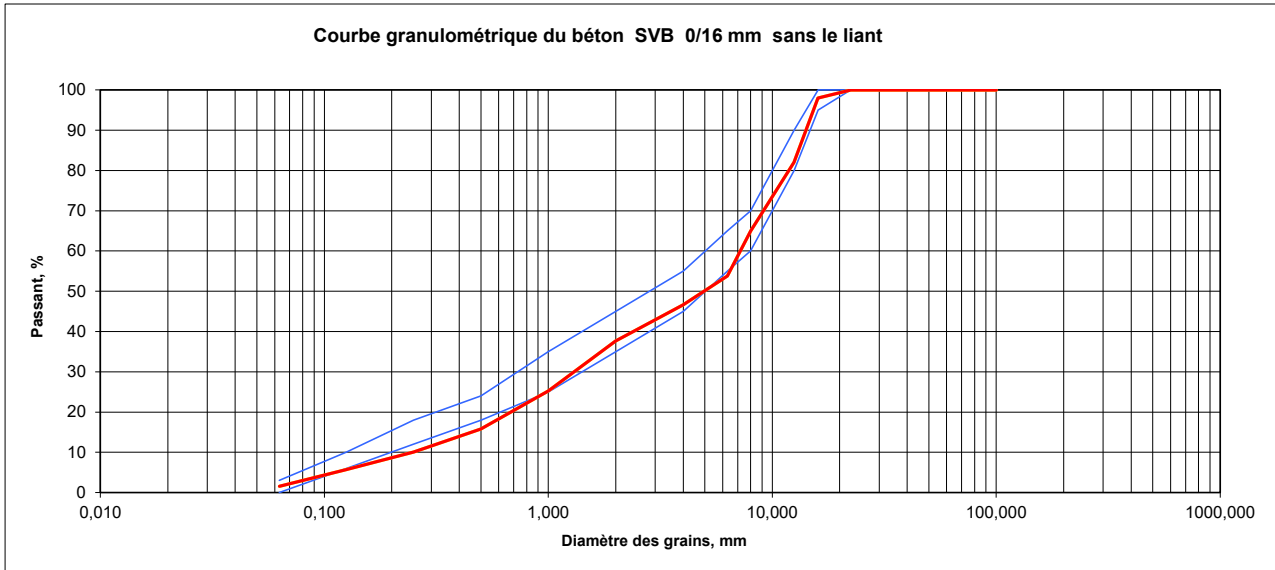
	0/0,2	44	0/4	16	40	11/16	16/22	31,5/80	80/150	100	44
		0/4 B	0/4	4/8	8/16					0/D	0/4 Total
0,063	100,0	3,6								1,6	3,6
0,125	100,0	11,7		1,0	1,0					5,7	11,7
0,250	100,0	21,4		1,5	1,0					10,1	21,4
0,500	100,0	34,3		2,0	1,0					15,8	34,3
1	100,0	55,3		2,0	1,5					25,3	55,3
2	100,0	82,6		3,0	2,0					37,6	82,6
4	100,0	99,0		14,0	2,0					46,6	99,0
6,3	100,0	100,0		55,0	2,5					53,8	100,0
8	100,0	100,0		96,0	14,0					65,0	100,0
12,5	100,0	100,0		100,0	55,0					82,0	100,0
16	100,0	100,0		100,0	95,0					98,0	100,0
22,4	100,0	100,0		100,0	100,0					100	100,0
31,5	100,0	100,0		100,0	100,0					100,0	100,0
45	100,0	100,0		100,0	100,0					100,0	100,0
63	100,0	100,0		100,0	100,0					100,0	100,0
80	100,0	100,0		100,0	100,0					100,0	100,0
100	100,0	100,0		100,0	100,0					100	100,0
125	100,0	100,0		100,0	100,0					100	100,0
150	100,0	100,0		100,0	100,0					100	100,0

Tunnel Européen LYON-TURIN
Lot de Travaux SUSA - Essais de qualification du GCC

Composition pour 1 m3 de béton

Composition pour	Béton C 30/37 "GCC" F4/5
Qualité	Béton de revêtement
Chantier	LTF Susa
Date	09/03/2015

Béton Composition prescrite selon § 6,3 SN-EN 206



Analyse	Bas	Haut	Béton
0,063		3	1,6
0,125	1,00	10	5,7
0,250	1,00	12	10,1
0,500	1,00	18	15,8
1	1,50	25	25,3
2	2,00	35	37,6
4		45	46,6
6,3		55	53,8
8		60	65,0
12,5		80	82,0
16		95	98,0
22,4	100	100	100,0
31,5	100	100	100,0
45	100	100	100,0
63	100	100	100,0
80	100	100	100,0
100	100	100	100
125	100	100	100
150	100	100	100

	kg/m³	%
Ciment	280	
Cendres volantes	120	
Fumée de silice		
Laitier		
Filler calcaire		
0-4 mm B	803	44,0
0-4 mm		
4-8 mm	292	16,0
8-16 mm	730	40,0
16-31,5 mm		
31,5-63 mm		
31,5-80 mm		
80-150 mm		

Exothermie

Type de ciment	CEM I 42,5 R					
HoH	ASTM C 186	<input type="text"/>	NF EN	<input type="text"/>	120 heures	<input type="text"/>
			Equiv. ASTM 41 h	<input type="text"/>	Coef. Correl	<input type="text"/>
				j/gr	cal/gr	
				346	82,8	
t° granulats	<input type="text"/>	16°				
t° ciment	<input type="text"/>	30°				
t° additions	<input type="text"/>	15°				
t° eau ajoutée	<input type="text"/>	10°	eau ajoutée	<input type="text"/>	Théorique Réelle	<input type="text"/>
				112 kg	0kg	glace t°
t° du béton frais	calculée	<input type="text"/>	entrée manu.	<input type="text"/>		<input type="text"/>
		19,2°				9222,76
dosage ciment	<input type="text"/>	280 kg	élévation t°	<input type="text"/>	48,2°	
t° max du béton	s/t° calculée	<input type="text"/>	s/t° entrée	<input type="text"/>	48,2°	
semi-adiabatique	Correction "In Situ"	57,3°	Δ	<input type="text"/>	10°	

MATERIAUX D'EXCAVATION SECTEUR SUSÀ / MATERIALI DI SCAVO SETTORE SUSÀ

SCHISTES CARBONATES (GCC) PM 57300 à 60300 / CALCESCISTI (GCC) PM 57300 A 60300
ESSAIS DE QUALIFICATION POUR GRANULATS BETON / PROVE DI QUALITÀ PER AGGREGATI PER
CALCESTRUZZO
RAPPORT FINAL / RAPPORTO FINALE

Annexe III

Composition du MBE

Test N°		MBE - CEM test		Concrete mix design
Type of concrete	C 30/37 "GCC"			Laboratory test
Concrete reference	Béton de revêtement	Concrete Equivalent Mortar		LTF
Date of the test	11/03/2015			
Place of implementation	TRANS GEO B+G Gümligen			

CEM Mix design			0 / 4		Concrete mix design		Enter the hereunder parameters	
	kg/m3	per batch gr				kg/m3		
			MBE Sand	841,1				
Dry Sand	834,4	1350	WA %	0,80	0/4 mm	803		<p>Concrete mix design CEM Sand value (JB calcul. E 9) Sand W A ratio E 10 Cement + PFA content H 15 + H 16 W / B ratio B 16 % of each admixture G 20+G 21+G 22 % dry content of each adm. B20-21-22 Quantity of sand per batch C 10</p> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; text-align: center; color: red; font-weight: bold;"> FICHE N° 2,1 MBE SIKA 1 </div>
Cement	280	453,01			4/8 mm	292		
Fly Ashes	120	194,15	194,15	120,00	8/16 mm	730		
Binder/sand	0,48				16 / 32 mm			
Water n° 1		24,3			32 / 80 mm			
Water n° 2		319,95	323,58		Cement CEM I 42,5	280		
W / B	0,50				Fly Ashes	120		
Admixtures			Admixture					
	Dry content		Type	%	gr			
Admixt. n°1	30,0%	5,18	3,62	VISCOCRETE SB	0,8	3200		
Admixt. n°2		0,00	0,00		0	0		
Admixt. n°3		0,00	0,00		0	0		
Admixt. n°4		0,00	0,00		0	0		

Results	Time	t°	Flow Time	Height	Ø 1	Ø 2	Ø 3	Ø Average mm	Observations
1st Measurement	12h30	24,7	8	30	25,5	24,5	25	25	
2nd Measure. after 60'	13h45	22,8	11	20	28	28,5	29,5	29	
3rd Measure. after 90'								0	
4th Measure. after 140'	14h50	22,7	9	15	29	27,5	28,5	28	
5th Measure. after 180'								0	

MATERIAUX D'EXCAVATION SECTEUR SUSÀ / MATERIALI DI SCAVO SETTORE SUSÀ

SCHISTES CARBONATES (GCC) PM 57300 à 60300 / CALCESCISTI (GCC) PM 57300 A 60300
ESSAIS DE QUALIFICATION POUR GRANULATS BETON / PROVE DI QUALITÀ PER AGGREGATI PER
CALCESTRUZZO
RAPPORT FINAL / RAPPORTO FINALE

Annexe IV

Première série d'essais

Rapport B+G n° 1

Essai sur Mortier de Béton Equivalent – MBE du 11.03.2015_ Gümligen

Les mortiers ont été produits avec du sable Nant-de-Drance (NdD) ou du sable généré à partir de carottes de « GCC » prélevées lors de la phase d'exploration géologique pour le creusement du tronçon allant du pm 57500 au pm 60800 du tunnel Maurienne-Ambin en Italie (TELT).

Le sable NdD fait office de référence. Cinq recettes différentes (2 NdD et 3 TELT) ont été testées en variant les quantités de ciment et d'adjuvants afin d'obtenir un béton équivalent contenant un dosage en liant de 400 kg/m^3 .

Les courbes granulométriques des sables NDD et TELT sont comparées dans la figure 1.

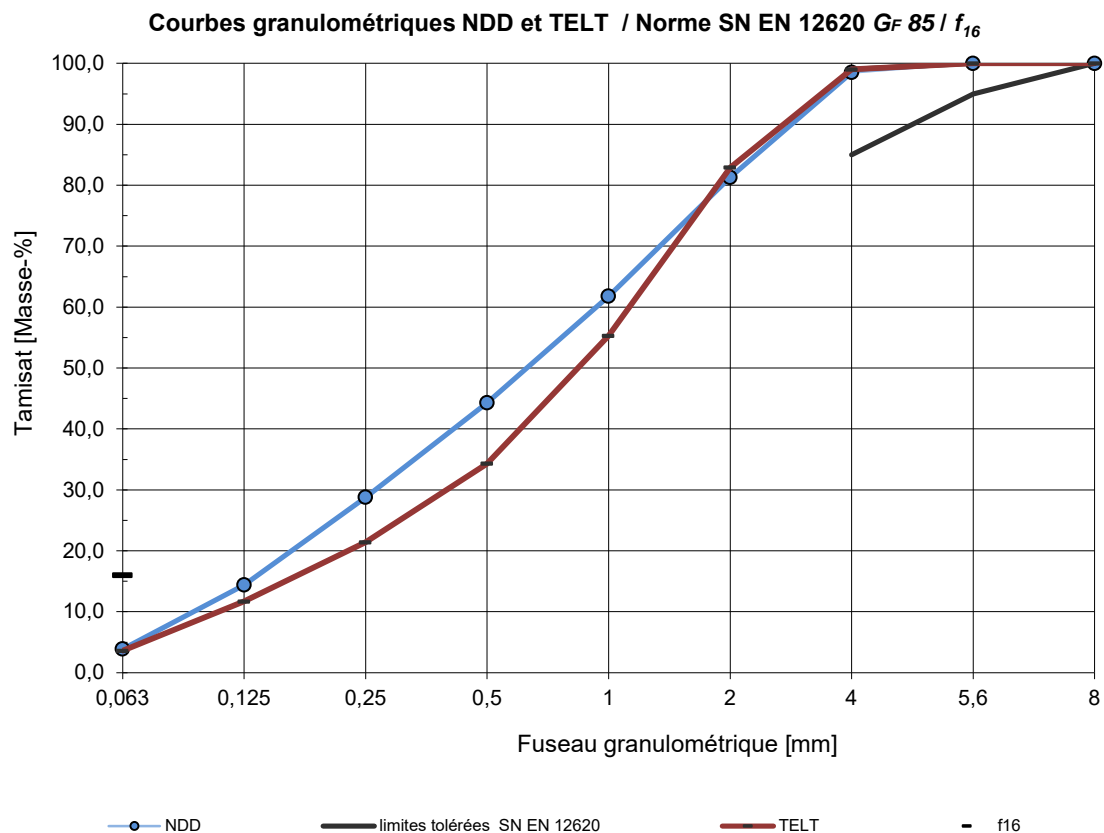


Figure 1. Courbes granulométriques du sable NDD (bleu) et TELT (rouge). Le NDD est plus fin que le TELT et devrait donc adsorber plus d'eau que le TELT pour atteindre la même ouvrabilité.

Présents étaient Dr. Maria-Elena Parisi, Mr Jacques Burdin, Dr. Cédric Thalmann, et Dr. Manuel Petitat.

Les résultats sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Mélange 1 (NdD_1): Mortier de référence avec sable NdD, sans adjuvants

Le mélange de référence est basé sur un mortier produit à partir de sable provenant du chantier de Nant-de-Drance dont la qualité et les caractéristiques sont connues et maîtrisées. La recette (Tableau 1) est sans addition d'adjuvants.

Composant	Quantité (g)	Spécification
Sable	1350	NdD
Ciment	458.8	Robilante CEM I 42.5 R
Cendres volantes	196.6	Holcim
Eau	410.8	Eau distillée
Adjuvant	-	-

Les résultats du test d'affaissement sont présentés dans le Tableau 2 :

Essai	Heure	T [°C]	H [mm]	Ø1 [mm]	Ø2 [mm]	Ø3 [mm]	Moy. [mm]	Affaissement [s]
1	10:45	23	30	28	26.5	27	27	13

L'analyse visuelle montre que le mortier reste bien compact pendant la coulée malgré un léger ressuage visible à la fin de l'affaissement (Figure 2). Le mortier est très malléable et son ouvrabilité assurée et démontrée.

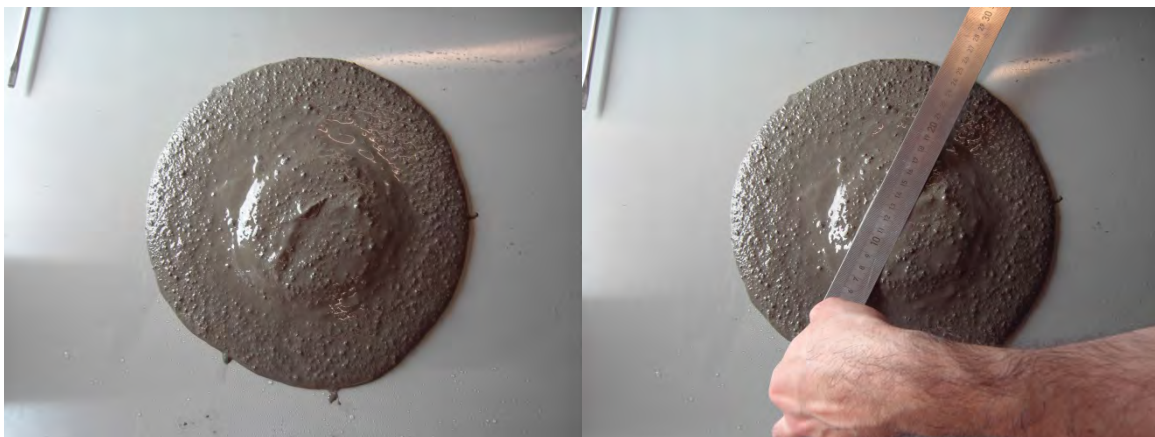


Figure 2. Mortier de référence produit avec sable NdD. L'affaissement n'est pas total et l'étalement est réduit.

Mélange 2 (NdD_2): Mortier de référence avec sable NdD et adjuvants

Ce mélange est la recette de référence (mélange 1) auquel a été ajouté l'adjuvant Sika ViscoCrete SB (voir tableau 3) :

Composant	Quantité (g)	Spécification
Sable	1350	NdD
Ciment	458.8	Robilante CEM I 42.5 R
Cendres volantes	196.6	Holcim
Eau	328.5	Eau distillée
Adjuvant	5.2	Sika ViscoCrete SB

Les résultats du test d'affaissement sont présentés dans le Tableau 4 :

Essai	Heure	T [°C]	H [mm]	Ø1 [mm]	Ø2 [mm]	Ø3 [mm]	Moy. [mm]	Affaissement [s]
1	11:20	23.4	30	26.5	28	27	27	13
2	12:15	22.5	15	34.5	33.5	33.5	34	13
3	14:00	22.6	15	32.5	33	34	33	12
4	15:10	22.3	20	31.5	31.5	32.5	32	10

L'effet de l'adjuvant est visible lors de la 2^e mesure de consistance. L'ouvrabilité du mortier reste élevée même quatre heures après la production initiale. Le mortier reste bien compact tout au long des essais. Ressuage et dé-mélange sont absents (Figure 3). Le mortier est de grande qualité.



Figure 3. Evolution de la consistance du mortier dans le temps. Avant la réaction de l'adjuvant (image en haut à droite), le mortier est de consistance très compacte. Par la suite, le mortier devient plus malléable et son ouvrabilité augmente et reste constante dans temps.

Mélange 3 (LTF_1) : Mortier de référence avec sable LTF, sans adjuvants

Ce mélange de référence contient du sable (TELT) issu du concassage de carottes du « GCC » en Italie. Ce sable n'a encore pas été testé pour la production de mortier. Ce mélange ne contient pas d'adjuvants (Tableau 5).

Composant	Quantité (g)	Spécification
Sable	1350.0	LTF
Ciment	453.0	Robilante CEM I 42.5 R
Cendres volantes	194.2	Holcim
Eau	399.6	Eau distillée
Adjuvant	-	-

Les résultats du test d'affaissement sont présentés dans le Tableau 6 :

Essai	Heure	T [°C]	H [mm]	Ø1 [mm]	Ø2 [mm]	Ø3 [mm]	Moy. [mm]	Affaissement [s]
1	11 :50	23.5	30	23	28	26	26	10

Lors de cet essai, de l'eau a été ajoutée pour améliorer la consistance du mortier lors de la sa production. Malgré cela, la forme de la coulée n'est pas homogène et son affaissement est faible. Ceci démontre l'effet rétenteur d'eau des phyllosilicates. L'analyse visuelle montre que le mortier reste compact pendant la coulée. Il y a présence d'un faible filet d'eau autour du mortier, mais pas d'évidences de ressuage et/ ou de dé-mélange. Malgré l'ajout d'eau, le mortier semble moins malléable que NdD_1 et son ouvrabilité est probablement diminuée (Figure 4).



Figure 4. Le mortier de référence LTF ne s'affaisse pas totalement. De plus son potentiel d'étalement est réduit de par la présence de mica en grande quantité dans le sable.

Mélange 4 (LTF_2): Mortier avec sable LTF, CEM I et adjuvants

Le tableau 7 présente les caractéristiques de la recette de mortier. Par rapport au mélange 3, du Sika ViscoCrete SB a été ajouté diminuant ainsi la quantité d'eau totale.

Composant	Quantité (g)	Spécification
Sable	1350.0	LTF
Ciment	453.0	Robilante CEM I 42.5 R
Cendres volantes	194.2	Holcim
Eau	344.3	Eau distillée
Adjuvant	5.2	Sika ViscoCrete SB

Le mortier résultant est homogène et compact lors de l'affaissement. Il n'y a pas d'indication de ressuage ni de dé-mélange, malgré la formation d'un petit filet d'eau autour du mortier. De plus, l'ouvrabilité du mortier est maintenue trois heures après sa production. L'effet de rétention d'eau lié aux phyllosilicates est résolu grâce à l'ajout de l'adjuvant (tableau 8).

Essai	Heure	T [°C]	H [mm]	Ø1 [mm]	Ø2 [mm]	Ø3 [mm]	Moy. [mm]	Affaissement [s]
1	12:30	24.7	30	25.5	24.5	25	25	8
2	13:45	22.8	20	28	28.5	29.5	29	11
3	14:50	22.7	15	29	27.5	28.5	28	9

Figure 5 présente l'évolution de la consistance du mortier dans le temps :

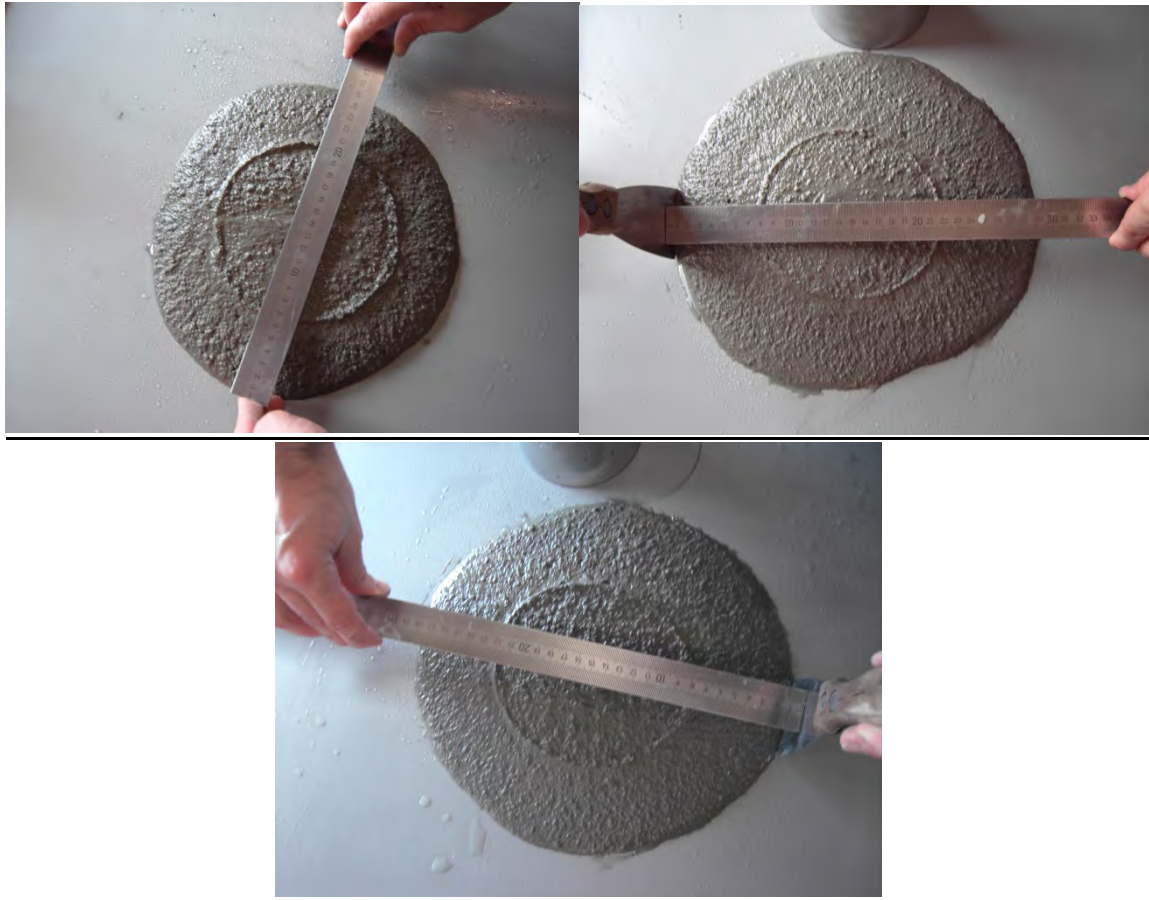


Figure 5. Evolution de la consistance du mortier dans le temps. Avant la réaction de l'adjuvant (image en haut à droite), le mortier est de consistance très compacte. Par la suite, le mortier devient plus malléable et son ouvrabilité augmente et reste constante par rapport au temps.

Mélange 5 (LTF_3): Mortier avec sable LTF, CEM IV et adjuvants

La composition de la recette est donnée dans le tableau 9 :

Composant	Quantité (g)	Spécification
Sable	1350.0	LTF
Ciment	502.1	Robilante CEM IV 42.5 R
Cendres volantes	94.1	Holcim
Eau	330.6	Eau distillée
Adjuvant	5.4	Sika ViscoCrete SB

Le mortier résultant est trop compact résultant en un affaissement faible (Figure 6). Malgré un ajout d'eau et d'adjuvant pendant la production, le mortier est peu malléable et son ouvrabilité diminue avec le temps. Ceci est peut-être dû à la finesse ou à la composition chimique du ciment utilisé. Il n'y a pas d'indication de ressuyage ni de dé-mélange. Des essais de perfectionnement sont à prévoir si l'utilisation de cette recette est prévue (Tableau 10).

Essai	Heure	T [°C]	H [mm]	Ø1 [mm]	Ø2 [mm]	Ø3 [mm]	Moy. [mm]	Affaissement [s]
1	14:30	24.3	45	19.5	20	19	20	4
2	15:45	23.9	55	14.5	14.5	14	14	2

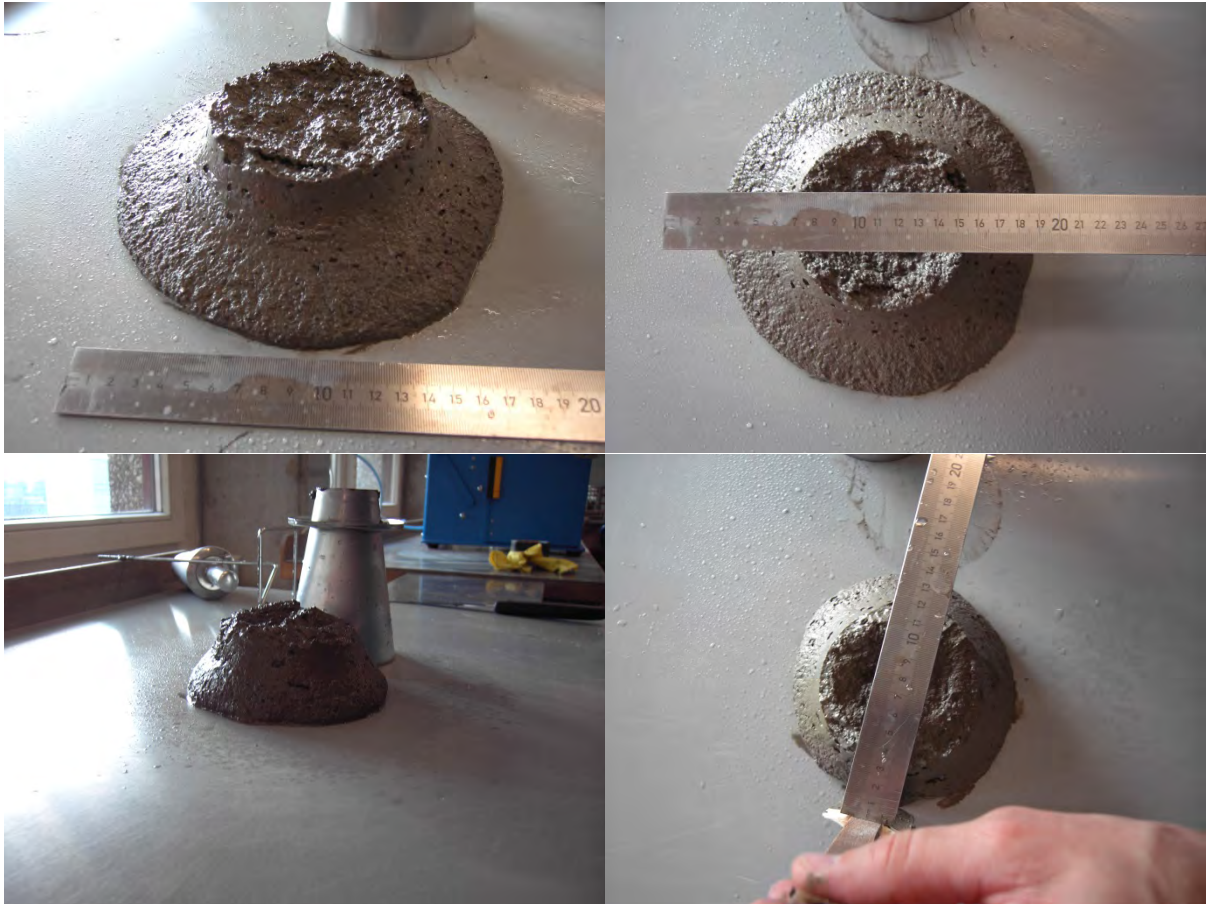


Figure 6. Evolution de la consistance du mélange LTF_3 à travers le temps. En une heure, la consistance du mortier s'est fortement réduite.

Récapitulation des résultats :

Mélange	Essai	Temps	T [°C]	H [mm]	Ø Moy. [mm]	E/L _{Eq}	Adjuvant [masse-%]	Affaissement [s]
NdD_1	1	10:45	23	30	27	0.6	0	13
NdD_2	1	11:20	23.4	30	27	0.48	0.8	13
	2	12:15	22.5	15	34			13
	3	14:00	22.6	15	33			12
	4	15:10	22.3	20	32			10
LTF_1	1	11:50	23.5	30	26	0.58	0	10
LTF_2	1	12:30	24.7	30	25	0.50	0.8	8
	2	13:45	22.8	20	29			11
	3	14:50	22.7	15	28			9
LTF_3	1	14:30	24.3	45	20	0.52	0.9	4
	2	15:45	23.9	55	14			2

Essais futurs :

Ces essais de béton équivalent ont démontré qu'un mortier de haute qualité peut être obtenu avec le sable TELT (LTF) en utilisant un mélange adéquat de ciment (CEM I) et d'adjuvants SIKA.

Les essais futurs devront démontrer si une recette adéquate est envisageable avec le CEM IV.

De plus, il est important d'utiliser d'autres adjuvants afin de comparer leur effet sur le mortier. Les super-plastifiants suivants ont été choisis : Dynamon SP1, Dynamon SP1, et Mapeifluid N200.

Il est prévu de réaliser les prochains essais entre mai et juin 2015.

MATERIAUX D'EXCAVATION SECTEUR SUSÀ / MATERIALI DI SCAVO SETTORE SUSÀ

SCHISTES CARBONATES (GCC) PM 57300 à 60300 / CALCESCISTI (GCC) PM 57300 A 60300
ESSAIS DE QUALIFICATION POUR GRANULATS BETON / PROVE DI QUALITÀ PER AGGREGATI PER
CALCESTRUZZO
RAPPORT FINAL / RAPPORTO FINALE

Annexe V

Deuxième série d'essais

Rapport B+G n° 2

Essai sur Mortier de Béton Equivalent – MBE du 23.04.2015

à Gümligen

Les mortiers ont été produits avec du sable généré à partir de carottes de « GCC » prélevées lors de la phase d'exploration géologique du creusement du tronçon allant du pm 57500 au pm 60800 du tunnel Maurienne-Ambin en Italie (TELT).

Trois recettes différentes (3 TELT) ont été testées en variant les quantités de ciment et d'adjuvants afin d'obtenir un béton équivalent contenant un dosage en liant de 400 kg/m³.

La courbe granulométrique du sable TELT est présentée dans le rapport intitulé: '*Essai sur Mortier de Béton Equivalent – MBE du 11.03.2015 à Gümligen.*'

Les présents essais ont été effectués par Dr. Manuel Petitat et les résultats sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Mélange 1 (TELT_1): Mortier avec sable TELT et adjuvants MAPEI

Ce mélange est basé sur un mortier produit à partir de sable TELT. La recette, présentée dans le Tableau 1 et sans addition d'adjuvants.

Composant	Quantité (g)	Spécification
Sable	1350	TELT
Ciment	453.0	Robilante CEM I 42.5 R
Cendres volantes	194.2	Holcim
Eau	349.3	Eau distillée
Adjuvant	6.5	Mapei SR1 1%

Les résultats du test d'affaissement sont présentés dans le Tableau 2 :

Essai	Heure	T [°C]	H [mm]	Ø1 [mm]	Ø2 [mm]	Ø3 [mm]	Moy. [mm]	Affaissement [s]
1	09 :20	23.5	20	42	39	37	39	15
2	10 :25	23.2	20	39	36	36	37	18
3	11 :30	22.7	15	35	35	35	35	21
4	12 :30	22.6	20	30	30	30	30	21

L'analyse visuelle montre que lors du premier test, le mortier montre une légère ségrégation pendant la coulée. De plus, un important ressuage est visible à la fin de l'affaissement. Plus positif, le mortier est très malléable, léger et possède une bonne ouvrabilité (Figure 1).

Entre les deux premières mesures, une ségrégation entre l'eau et le matériau s'est produite dans le sac. L'eau se retrouve à la surface du sable. Avant de mesurer le deuxième affaissement, le mortier est re-mélangé dans le sac.

Lors de la deuxième mesure, une heure après, un faible ressuage est toujours visible. L'adjuvant commence à faire effet, le mortier est plus compact malgré une forme toujours inhomogène. La ségrégation est minimisée.

Lors des mesures 3 et 4, aucune ségrégation ni ressuage ne sont visibles. Le mortier reste bien compact, conserve sa malléabilité et sa grande ouvrabilité, sa durée d'affaissement augmente dans le temps pour atteindre un maximum deux à trois heures après sa production initiale.

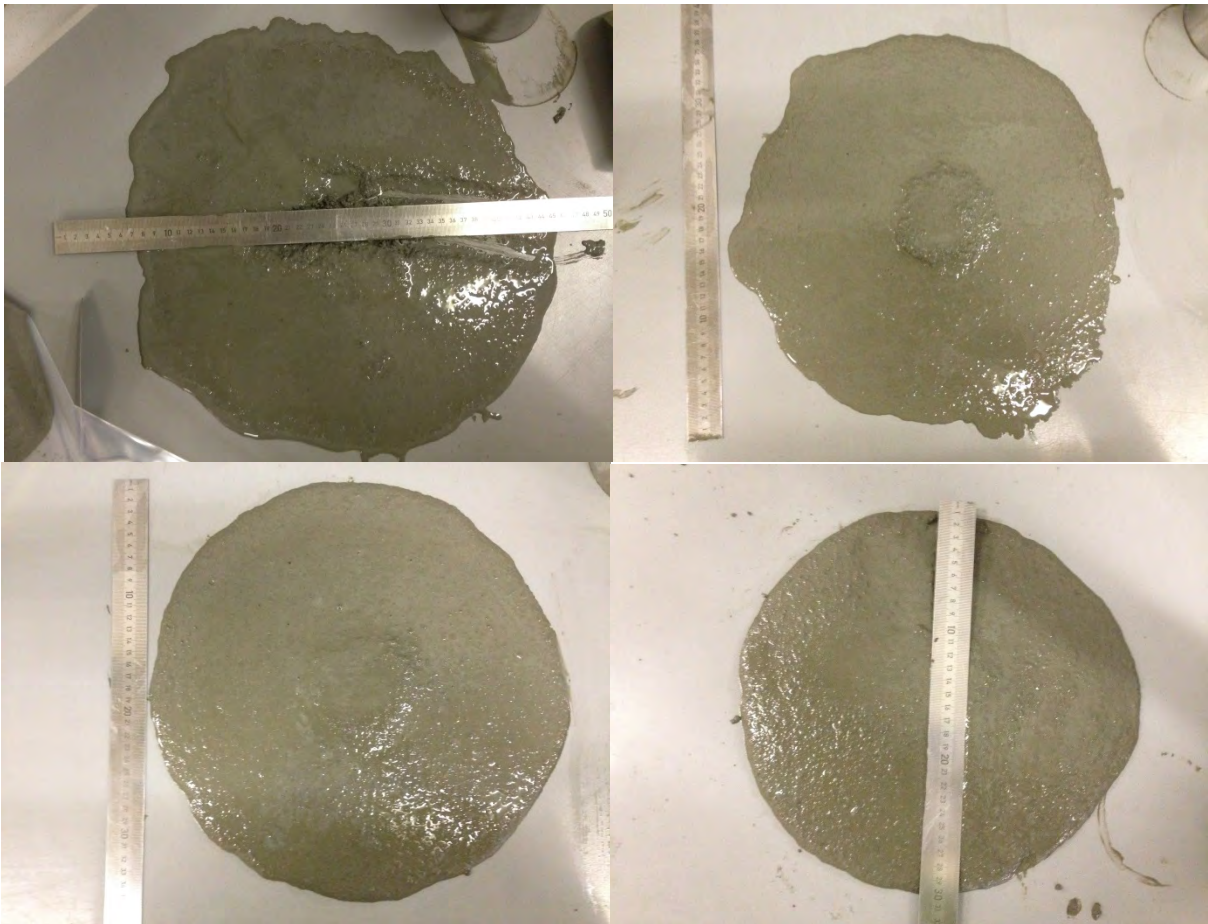


Figure 1. Evolution de la consistance et des caractéristiques rhéologiques du mortier dans le temps. Lors des deux premières mesures, un ressuage et une ségrégation sont présentes (deux photos du haut). Par la suite, ceux-ci disparaissent. Le mortier devient plus malléable et son ouvrabilité augmente dans temps.

En comparant ces résultats à ceux obtenus sur le même sable avec l'adjuvant SIKA voir : rapport intitulé: 'Essai sur Mortier de Béton Equivalent – MBE du 11.03.2015 à Gümligen.', il ressort que le super-plastifiant haut réducteur d'eau de Mapei réagit plus tardivement que celui de la marque SIKA. Ceci peut être un atout lors de la construction de grands tunnels compte tenu du trajet souvent long.

Mélange 2 (TELT_2): Mortier avec sable TELT, CEM IV et adjuvants

Lors des derniers essais de mortier de béton équivalent de mars 2015, du ciment Robilante CEM IV 42.5 R IV a été utilisé sans trop de succès, résultant sur un mortier trop compact, faiblement malléable et à affaissement faible - voir le rapport intitulé: 'Essai sur Mortier de Béton Equivalent – MBE du 11.03.2015 à Gümligen.

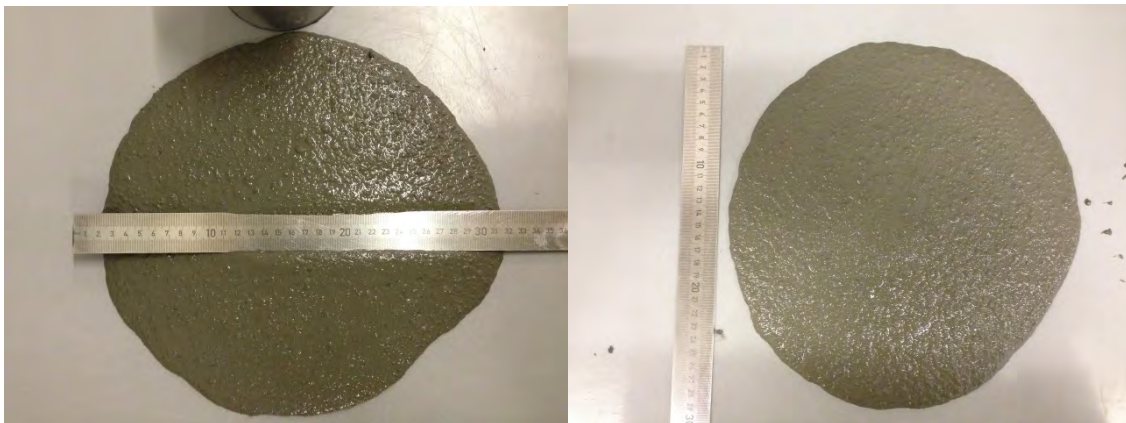
La nouvelle recette est présentée dans le Tableau 3 :

Composant	Quantité (g)	Spécification
Sable	1350	TELT
Ciment	502.1	Robilante CEM IV 42.5 R
Cendres volantes	94.1	Holcim
Eau	329.3	Eau distillée
Adjuvant	7.5	Sika ViscoCrete SB

Les résultats du test d'affaissement sont présentés dans le Tableau 4 :

Essai	Heure	T [°C]	H [mm]	Ø1 [mm]	Ø2 [mm]	Ø3 [mm]	Moy. [mm]	Affaissement [s]
1	10 :10	23.2	25	30	30	28	29	10
2	11 :15	23.1	15	28	30	29	29	9
3	11 :45	22.5	20	27	28	28	27	10
4	12 :15	22.1	20	27	27	29	28	10
5	13 :10	22.3	25	24	24	24	24	10

Le mortier est compact et malléable, ne montre aucun ressuage ni ségrégation trois heures après la production. La durée d'affaissement reste constante et l'ouvrabilité du mortier est élevée sur toute la période des essais (Figure 2). Ce mortier est de grande qualité et va probablement pouvoir être pompé sur de longues distances.



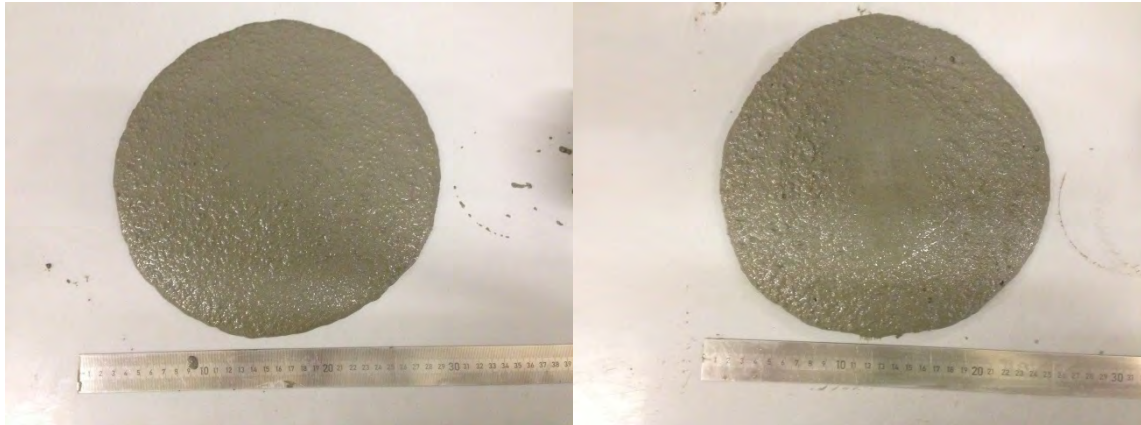


Figure 2. Evolution de la consistance du mortier dans le temps. Malgré une légère baisse de l'affaissement 3 heures après sa production, le mortier reste compact, malléable, et ne montre aucun signe de ressuage ni de ségrégation.

Mélange 3 (TELT_3) : Mortier avec sable LTF, CEM IV et adjuvants

Ce mélange contient du sable TELT et un autre ciment CEM IV (Italcementi Duracem). La recette est donnée dans le tableau Tableau 5.

Composant	Quantité (g)	Spécification
Sable	1350.0	LTF
Ciment	502.1	Italcementi Duracem CEM IV 42.5 R
Cendres volantes	94.1	Holcim
Eau	329.3	Eau distillée
Adjuvant	7.2	Sika ViscoCrete SB

Les résultats du test d'affaissement sont présentés dans le Tableau 6 :

Essai	Heure	T [°C]	H [mm]	Ø1 [mm]	Ø2 [mm]	Ø3 [mm]	Moy. [mm]	Affaissement [s]
1	11 :00	22.7	20	26	26	27	26	6
2	12 :00	22.9	25	25	24	25	25	6
3	12 :40	22.7	25	24	23	23	23	6
4	13 :10	22.4	30	21	22	23	22	4
5	14 :00	22.5	35	20	20	19	20	4

Le mortier résultant, très compact et malléable, ne montre aucun ressuage ni ségrégation trois heures après la production. La durée d'affaissement reste constante pendant deux heures avant de diminuer (6s -> 4s). L'ouvrabilité du mortier est élevée sur toute la période des essais (Figure 3). Ce mortier est de bonne qualité.

La couleur du mortier produit avec du CEM IV Italcementi Duracem est brunâtre, terreuse.

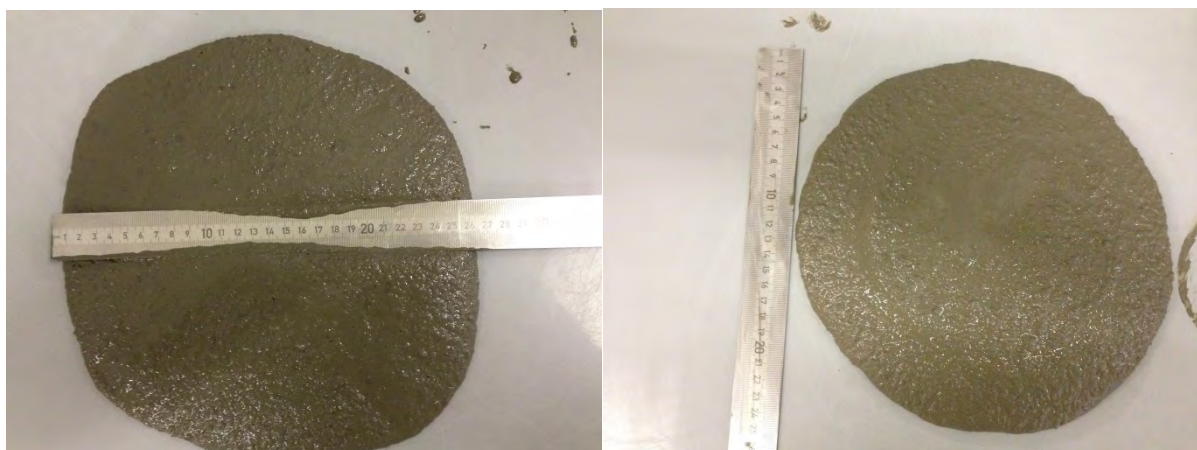




Figure 3. Evolution temporelle du mortier. Ce mortier est de qualité. Il reste compact, de forme homogène ne ségrège et ne dessue pas. En comparaison aux résultats obtenus avec l'autre CEM IV, ce mortier présente un temps d'affaissement, un affaissement et une consistance moindre.

Les résultats de ce mélange diffèrent de ceux obtenus utilisant du CEM IV Robilante Unicem (mélange 2 du présent rapport).

Ces différences tant au niveau du temps d'affaissement, de l'affaissement et de la consistance sont à mettre en relation au différent dosage en super-plastifiant SIKA (3%) et aux variations des caractéristiques physico-chimiques des deux ciments.

Récapitulation des résultats :

Mélange	Essai	Temps	T [°C]	H [mm]	Ø Moy. [mm]	E/L _{Eq}	Adjuvant [masse-%]	Affaissement [s]
TELT_1	1	09:20	23.4	20	39	0.51	1	15
	2	10:25	23.2	20	37			18
	3	11:30	22.7	15	35			21
	4	12:30	22.6	20	30			21
TELT_2	1	10:10	23.2	25	29	0.52	1.5	10
	2	11:15	23.1	15	29			9
	3	11:45	22.5	20	27			10
	4	12:15	22.1	20	28			10
	5	13:10	22.3	25	24			10
TELT_3	1	11:00	22.7	20	26	0.52	1.2	6
	2	12:00	22.9	25	25			6
	3	12:40	22.7	25	23			6
	4	13:10	22.4	30	22			4
	5	14:00	22.5	35	20			4

Conclusion et essais futurs :

Ces essais de béton équivalent ont démontré qu'un mortier de haute qualité peut être obtenu avec le sable TELT (LTF) en utilisant un mélange adéquat de ciment (CEM I) et d'adjuvant Mapei qui réagit plus tardivement que le super-plastifiant SIKA.

Ces essais ont également démontré que le mortier obtenu avec du sable TELT (LTF) et du ciment CEM IV est de haute qualité. Il est peut-être à envisager d'ajouter un peu de chimie (7.5g ?) au mélange utilisant du CEM IV Italcementi Duracem afin de maximiser les caractéristiques rhéologiques du mortier frais.

Basés sur ces résultats et sur les besoins du chantier, il est à déterminer quelles sont les recettes de mortiers les plus avantageuses afin de produire des prismes pour connaître leurs résistances à la compression (F_c) et leurs résistances à la flexion (R_f) après 2 jours, 28 jours et 91 jours.

MATERIAUX D'EXCAVATION SECTEUR SUS A / MATERIALI DI SCAVO SETTORE SUS A

SCHISTES CARBONATES (GCC) PM 57300 à 60300 / CALCESCISTI (GCC) PM 57300 A 60300
ESSAIS DE QUALIFICATION POUR GRANULATS BETON / PROVE DI QUALITA' PER AGGREGATI PER
CALCESTRUZZO
RAPPORT FINAL / RAPPORTO FINALE

Annexe VI

Caractéristiques du MBE durci

Rapport B+G n° 3

Résistance à la compression et à la flexion du mortier de béton équivalent – MBE du 24.04.2015 à Gümligen

Des prismes de mortier ont été produits afin d'étudier la résistance à la compression et à la flexion du mortier choisi.

Deux sables ont été utilisés :

- Du sable généré à partir de carottes de « GCC » prélevées lors de la phase d'exploration géologique du creusement du tronçon allant du pm 57500 au pm 60800 du tunnel Maurienne-Ambin en Italie (TELT)
- Du sable produit avec du matériel du site de construction de Nant-de-Drance.

Les courbes granulométriques sont comparées dans la Figure 1.

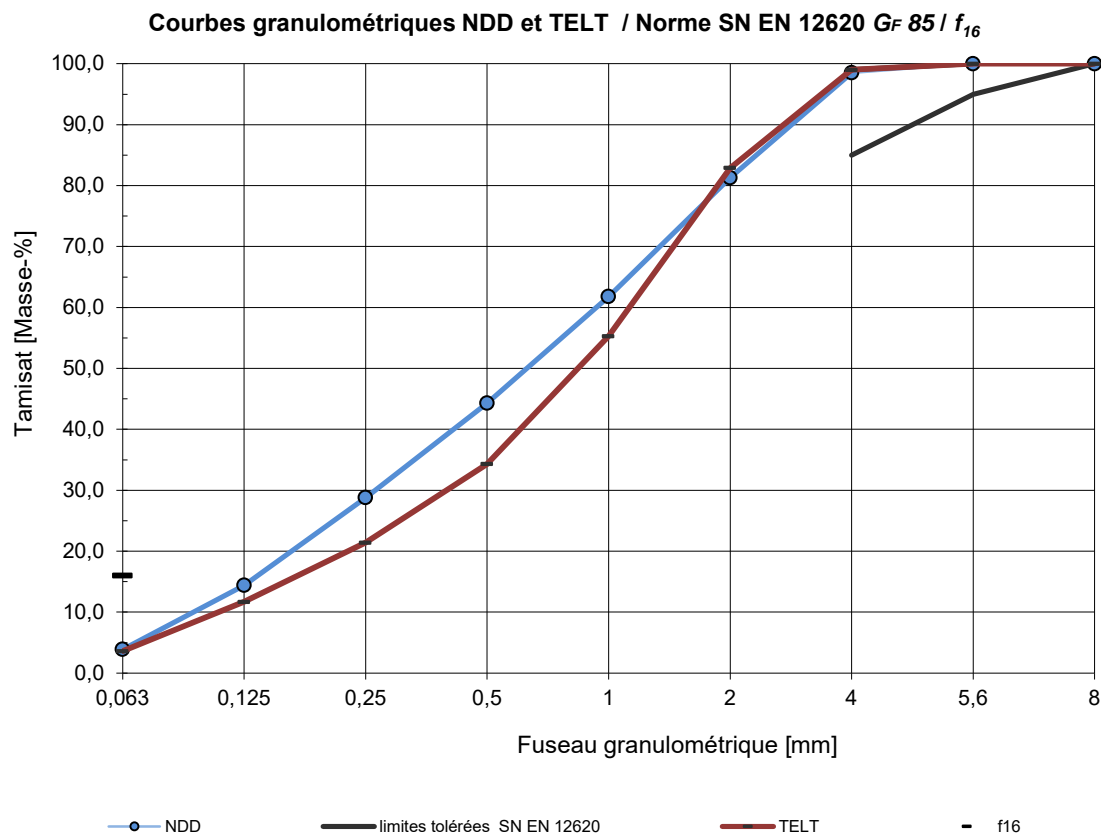


Figure 1. Courbes granulométriques du sable NDD (bleu) et TELT (rouge). Le NDD est plus fin que le TELT et devrait donc adsorber plus d'eau que le TELT pour atteindre la même ouvrabilité.

Les caractéristiques rhéologiques des deux mortiers frais ont été précédemment analysées en mars 2015 (voir rapport intitulé : 'Essai sur Mortier de Béton Equivalent – MBE du 11.03.2015 à Gümligen.' Elles ont été corroborées lors des présents essais avant la confection des prismes.

Le malaxeur étant trop petit, chaque série de trois prismes a été produite à partir d'une charge de mortier différente.

Les présents essais ont été effectués par Dr. Manuel Petitat et Sandy Tang. Les résultats sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Mélange 1 (TELT_1): Mortier avec sable TELT et adjuvants SIKA

Ce mélange est basé sur un mortier produit à partir de sable TELT dont la recette est présentée dans le Tableau 1.

Composant	Quantité (g)	Spécification
Sable	1350	TELT
Ciment	453.0	Robilante CEM I 42.5 R
Cendres volantes	194.2	Holcim
Eau	344.3	Eau distillée
Adjuvant	5.2	SIKA Viscocrete SB

Tableau 1. Recette du mélange 1

Les résultats du test d'affaissement sont présentés dans le Tableau 2 :

Charge	Heure	T [°C]	H [mm]	Ø1 [mm]	Ø2 [mm]	Ø3 [mm]	Moy. [mm]	Affaissement [s]
1	11 :50	24.3	25	26	25	26	26	7
2	12 :25	24.5	20	32	33	33	33	12
3	13 :30	24	15	33	31	31	32	14

Tableau 2. Caractéristiques rhéologiques du mortier frais

Les caractéristiques rhéologiques du mortier frais sont similaires à celles obtenues en mars 2015. Ségrégation entre eau et sable et ressuage sont absents. Les deux dernières charges sont plus liquides que la première d'où un affaissement et une durée d'affaissement plus élevés. Le mortier est très malléable, léger et possède une bonne ouvrabilité (Figure 2).

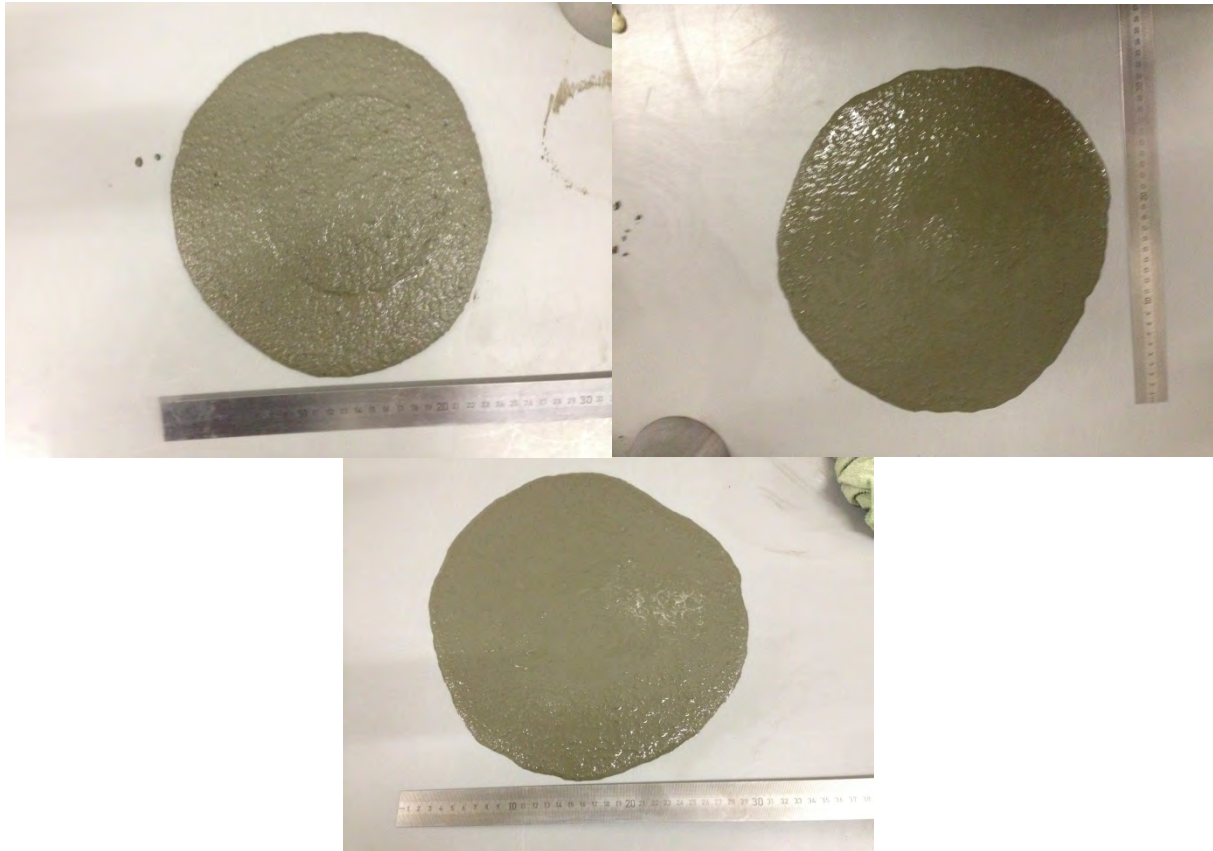


Figure 2. Les trois charges avec sable TELT. Ressuage et ségrégation sont absents. Le mortier correspond aux résultats obtenus lors de la session mortier équivalent du 11 mars 2015.

Pour chacune de ces charges, trois prismes ont été produits selon la norme EN 196-1 : 2005.

La résistance à la compression (F_c) et à la flexion (F_g) de ces prismes après 3j, 28j et 90j jours sont représentés dans le tableau 3 :

	F_c / F_g (3j) [N/mm²]	F_c / F_g (28j) [N/mm²]	F_c / F_g (91j) [N/mm²]
Mortier_TELT	18.3 / 5.5	24.0 / 7.6	32.1 / 9.1

Tableau 3. Résumé des résistances à la compression et à la flexion du mortier créé à partir du sable TELT.

Les prismes après compression sont présentés dans la figure 3 :



Figure 3 : Prisme TELT après la compression.

Lors du compactage, une légère couche (2-3mm) de matériaux fins a ségrégué. Une ségrégation majeure n'est par contre pas visible. Le mortier est d'excellente qualité et les exigences de la norme EN 196-1 : 2005 sont remplies.

Mélange 2 (NDD_1): Mortier avec sable NDD et adjuvants SIKA

Ce mélange est basé sur un mortier produit à partir du sable provenant du site de Nant-de-Drance dont la recette est donnée dans le Tableau 4.

Composant	Quantité (g)	Spécification
Sable	1350	TELT
Ciment	458.8	Robilante CEM I 42.5 R
Cendres volantes	196.6	Holcim
Eau	328.5	Eau distillée
Adjuvant	5.4	SIKA Viscocrete SB

Tableau 4. Recette du mélange 2

Les résultats du test d'affaissement sont présentés dans le Tableau 5 :

Charge	Heure	T [°C]	H [mm]	Ø1 [mm]	Ø2 [mm]	Ø3 [mm]	Moy. [mm]	Affaissement [s]
1	09 :30	24.1	30	24	25	24	24	10
2	10 :00	23.4	20	31	31	30	31	12
3	11 :15	23.8	20	28	28	28	28	11

Tableau 5. Caractéristiques rhéologiques du mortier frais

Les caractéristiques rhéologiques du mortier frais sont similaires à celles obtenues en mars 2015. La présence de ségrégation ou de ressuage est absente. La durée d'affaissement est constante malgré une consistance différente. Le mortier est très malléable, léger et possède une bonne ouvrabilité (Figure 4).

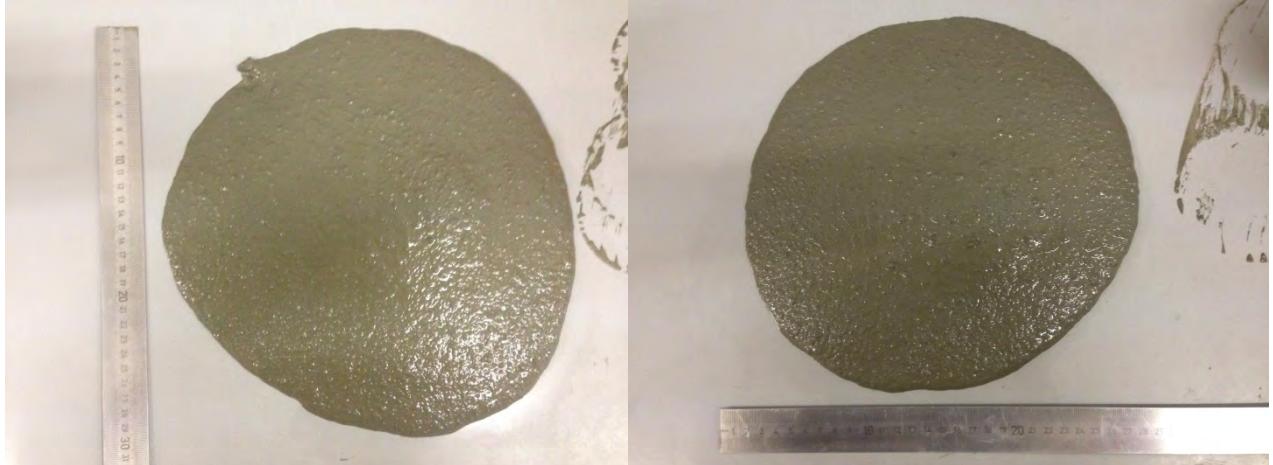


Figure 4. Deux des trois charges de mortier basé sur du sable NDD. Le mortier correspond aux résultats obtenus lors de la session mortier équivalent du 11 mars 2015.

Pour chacune des trois charges, des prismes ont été produits selon la norme EN 196-1 : 2005.

La résistance à la compression (F_c) et à la flexion (F_g) de ces prismes après 3j, 28 et 90 jours sont représentés dans le tableau 6 :

	F_c / F_g (3j) [N/mm ²]	F_c / F_g (28j) [N/mm ²]	F_c / F_g (91j) [N/mm ²]
Mortier_NDD	21.5 / 5.8	31.3 / 8.2	37.7 / 9.8

Tableau 6. Résumé des résistances à la compression et à la flexion du mortier créé à partir du sable TELT.

Les prismes après compression sont présentés dans la figure 3 :

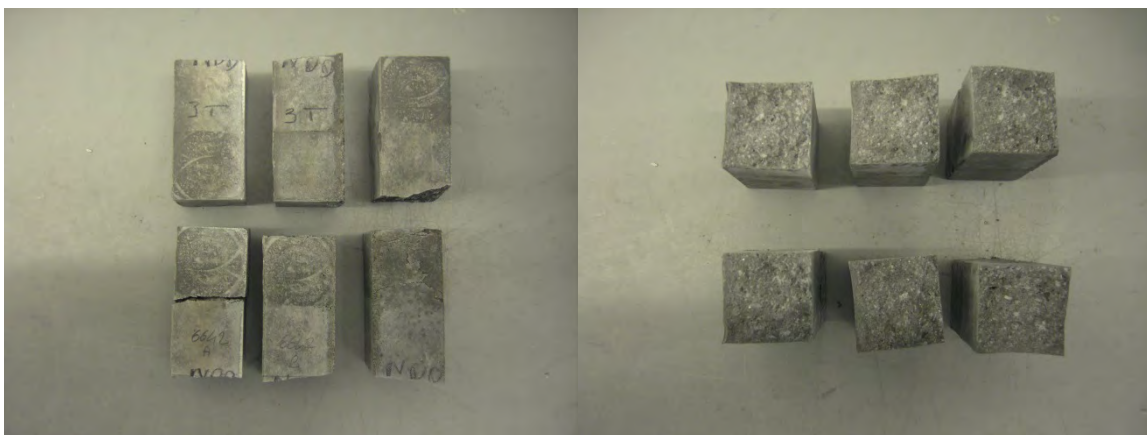


Figure 3 : Prisme NDD après la compression.

Aucune ségrégation n'est visible. Le mortier est d'excellente qualité et les exigences de la norme EN 191-1 : 2005 sont remplies.

Conclusion

Charge	Heure	T [°C]	H [mm]	Moy. [mm]	Affaissement [s]	Fc 90 j [N/mm ²]	Fg 90 j [N/mm ²]
TELT_1	11 :50	24.3	25	26	7	32.1	9.1
TELT_2	12 :25	24.5	20	33	12		
TELT_3	13 :30	24	15	32	14		
NDD_1	09 :30	24.1	30	24	10	37.7	9.8
NDD_2	10 :00	23.4	20	31	12		
NDD_3	11 :15	23.8	20	28	11		

Tableau 5. Résumé des résultats de mortiers à béton équivalent. Seules les résistances à la compression et à la flexion après 90 jours sont données. Voir Tableau 3 (mortier_TELT) et Tableau 5 (mortier_NDD) pour les autres résultats.

Le mortier produit est de bonne qualité et les caractéristiques rhéologiques sont similaires à celles obtenues lors de la session du 11 mars 2015. Les prismes ont été produits en suivant la norme EN 196-1 : 2005.

Le mortier_TELT a une résistivité à la compression plus élevée que celle du mortier_NDD. Cette différence peut être liée à la présence plus abondante de mica dans le sable concassé ou à une ségrégation minimale lors du compactage du mortier à l'aide d'une table vibrante. Malgré cela, la résistance à la compression et à la flexion des deux mortiers à béton équivalent est plus que satisfaisante et démontre que du béton de haute qualité peut être produit à partir des sables TELT et NDD. La prochaine étape sera des essais béton à grandeur nature afin d'optimiser le dosage et de déterminer la meilleure recette de béton avec les granulats TELT.

Dr. Manuel Petitat

B+ G AG
Dorfstr. 10
CH - 3073 Gümliigen

Analyse des matériaux d'excavation et valorisation / Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione

9. Allegato 4: quantità e volumi di materiale di scavo

	SINTESI QUANTITA' - LITOLOGIA										
	Scavo										
	Geologia	Quantità					Volume				
	Formazione	Quantità SCAVO [t]	Quantità Cl1 [t]	Quantità Cl2 [t]	Quantità Cl3a [t]	Quantità Cl3b [t]	Volume SCAVO [m³]	Volume Cl1 [m³]	Volume Cl2 [m³]	Volume Cl3a [m³]	Volume Cl3b [m³]
MADDALENA 1 _ CONNESSIONE	CL	130822	84653	0	45517	651	49367	31945	0	17176	246
MADDALENA 1 _ Discenderia	CL	69989	0	0	69989	0	26411	0	0	26411	0
MADDALENA 1 _ bis	CL	172355	112031	0	60238	86	65040	42276	0	22731	33
MADDALENA 2 _ CONNESSIONE	CL	235146	152845	0	82184	118	88734	57677	0	31013	44
MADDALENA 2 _ DISCENDERIA	fg/gi	28856	0	0	28841	14	13116	0	0	13110	7
	BCC	7776	0	0	7772	4	2934	0	0	2933	1
	do	9505	0	0	9505	0	3587	0	0	3587	0
	CMS	7142	0	5711	1428	4	2695	0	2155	539	1
	AMC	189562	107300	0	57777	24486	71533	40490	0	21803	9240
	AMD	40810	0	32648	8162	0	15400	0	12320	3080	0
Nicchie Maddalena	CL	350150	227597	0	122553	0	132132	85886	0	46246	0
	CL	82502	41251	41251	0	0	31133	15567	15567	0	0
TUNNEL DI BASE _ BINARIO DISPARI	CL	29383	19099	0	10269	15	11088	7207	0	3875	6
	AMD	35505	0	28404	7101	0	13398	0	10718	2680	0
	AMC	158139	70142	0	57389	30608	59675	26469	0	21656	11550
	QSE	51625	22752	0	28870	3	19481	8586	0	10894	1
	GCC	854970	499759	0	354783	427	322630	188588	0	133880	161
	BCC	47340	0	0	47316	24	17864	0	0	17855	9
	GCK	21017	0	16814	4203	0	7931	0	6345	1586	0
	OMB	123452	0	0	0	123452	46586	0	0	0	46586
	af	189220	0	151300	37825	95	86009	0	68773	17193	43
	TUNNEL DI BASE _ BINARIO DISPARI_Tratto S3	CL	219122	142429	0	76583	110	82688	53747	0	28899
CL		65092	42310	0	22750	33	24563	15966	0	8585	12
TUNNEL DI BASE _ BINARIO PARI	AMD	35505	0	28404	7101	0	13398	0	10718	2680	0
	AMC	158139	70142	0	57389	30608	59675	26469	0	21656	11550
	QSE	51625	22752	0	28870	3	19481	8586	0	10894	1
	GCC	854970	499759	0	354783	427	322630	188588	0	133880	161
	BCC	47340	0	0	47316	24	17864	0	0	17855	9
	GCK	24486	0	19589	4897	0	9240	0	7392	1848	0
	OMB	92901	0	0	0	92901	35057	0	0	0	35057
	af	189220	0	151300	37825	95	86009	0	68773	17193	43
	TUNNEL DI BASE _ BINARIO PARI_Tratto S3	CL	224591	145984	0	78494	112	84751	55088	0	29621
Rami_TdB	CL	27969	13985	0	13985	0	10554	5277	0	5277	0
	CL	24549	0	19639	4910	0	9264	0	7411	1853	0
	CL	36047	0	28838	7209	0	13603	0	10882	2721	0
	CL	11498	0	0	11498	0	4339	0	0	4339	0
Imbocco_TdB_Est	df	58300	0	0	58300	0	26500	0	0	26500	0
Area sicurezza Clarea	CL	997174	648163	0	348512	499	376292	244590	0	131514	188
Tunnel Orstiera_LN	TPG	68079	0	64675	3370	34	25690	0	24406	1272	13
TUNNEL DI INTERCONNESSIONE _ BINARIO DISPARI	TPG	114983	0	109234	5692	57	43390	0	41220	2148	22
TCS	340653	0	323620	16862	170	128548	0	122121	6363	64	
af	1599	0	0	1599	0	727	0	0	727	0	
TUNNEL DI INTERCONNESSIONE _ BINARIO PARI	TPG	59883	0	56889	2964	30	22598	0	21468	1119	11
	TCS	465401	0	442131	23037	233	175623	0	166842	8693	88
Rami_Tdl	TPG	8313	0	7897	411	4	3137	0	2980	155	2
	TCS	27830	0	26439	1378	14	10502	0	9977	520	5
Imbocco_Tdl_Est	TPG	33523	0	23466	10057	0	12650	0	8855	3795	0
	TCS	112228	0	78559	33668	0	42350	0	29645	12705	0
Imbocco_Tdl_Ovest	TPG	33523	0	23466	10057	0	12650	0	8855	3795	0
	TCS	112228	0	78559	33668	0	42350	0	29645	12705	0

Analyse des matériaux d'excavation et valorisation / Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione

MADDALENA 1 _DISCENDERIA																				
Planning					Scavo										Quantità					
Formazione	Da	A	L [m]	Mese	Sezione tipo scavo	Classe				Volume					Peso di volume [t/mc]	Quantità				
						Cl1	Cl2	Cl3a	Cl3b	scavo [m³]	Cl1 [m3]	Cl2 [m3]	Cl3a [m3]	Cl3b [m3]		scavo [t]	Cl1 [t]	Cl2 [t]	Cl3a [t]	Cl3b [t]
ND	0,00	1886,00	1886,00	3,00	Berlinese	0,00	0,00	1,00	0,00	8751,04	0,00	0,00	8751,04	0,00	2,00	17502,08	0,00	0,00	17502,08	0,00
ND	1886,00	3771,00	1885,00	4,00	Berlinese	0,00	0,00	1,00	0,00	8746,40	0,00	0,00	8746,40	0,00	2,00	17492,80	0,00	0,00	17492,80	0,00
ND	3771,00	5657,00	1886,00	5,00	Berlinese	0,00	0,00	1,00	0,00	8751,04	0,00	0,00	8751,04	0,00	2,00	17502,08	0,00	0,00	17502,08	0,00
ND	5657,00	7542,00	1885,00	6,00	Berlinese	0,00	0,00	1,00	0,00	8746,40	0,00	0,00	8746,40	0,00	2,00	17492,80	0,00	0,00	17492,80	0,00

MADDALENA 1 _CONNESSIONE																				
Planning					Scavo										Quantità					
Formazione	Da	A	L [m]	Mese	Sezione tipo scavo	Classe				Volume					Peso di volume [t/mc]	Quantità				
						Cl1	Cl2	Cl3a	Cl3b	scavo [m³]	Cl1 [m3]	Cl2 [m3]	Cl3a [m3]	Cl3b [m3]		scavo [t]	Cl1 [t]	Cl2 [t]	Cl3a [t]	Cl3b [t]
CL	0,00	120,00	120,00	20,00	CX1senso unico	0,6500	0,00	0,35	0,00	3882,00	2523,30	0,00	1356,76	1,94	2,65	10287,30	6686,75	0,00	3595,41	5,14
CL	120,00	240,00	120,00	21,00	CX1senso unico	0,65	0,00	0,35	0,00	3882,00	2523,30	0,00	1356,76	1,94	2,65	10287,30	6686,75	0,00	3595,41	5,14
CL	240,00	360,00	120,00	22,00	CX1senso unico	0,65	0,00	0,35	0,00	3882,00	2523,30	0,00	1356,76	1,94	2,65	10287,30	6686,75	0,00	3595,41	5,14
CL	360,00	384,68	24,68	23,00	CX1senso unico	0,65	0,00	0,35	0,00	798,40	518,96	0,00	279,04	0,40	2,65	2115,75	1375,24	0,00	739,46	1,06
CL	384,68	480,00	95,32	23,00	CX1doppio senso	0,65	0,00	0,35	0,00	5211,14	3387,24	0,00	1821,29	2,61	2,65	13809,53	8976,20	0,00	4826,43	6,90
CL	480,00	600,00	120,00	24,00	CX1doppio senso	0,65	0,00	0,35	0,00	6560,40	4264,26	0,00	2292,86	3,28	2,65	17385,06	11300,29	0,00	6076,08	8,69
CL	600,00	720,00	120,00	25,00	CX1doppio senso	0,65	0,00	0,35	0,00	6560,40	4264,26	0,00	2292,86	3,28	2,65	17385,06	11300,29	0,00	6076,08	8,69
CL	720,00	840,00	120,00	26,00	CX1doppio senso	0,65	0,00	0,35	0,00	6560,40	4264,26	0,00	2292,86	3,28	2,65	17385,06	11300,29	0,00	6076,08	8,69
CL	840,00	960,00	120,00	27,00	CX1doppio senso	0,65	0,00	0,35	0,00	6560,40	4264,26	0,00	2292,86	3,28	2,65	17385,06	11300,29	0,00	6076,08	8,69
CL	960,00	1056,00	96,00	28,00	CX1doppio senso	0,65	0,00	0,35	0,00	5248,32	3411,41	0,00	1834,29	2,62	2,65	13908,05	9040,23	0,00	4860,86	6,95

MADDALENA 1 BIS																				
Planning					Scavo										Quantità					
Formazione	Da	A	L [m]	Mese	Sezione tipo scavo	Classe				Volume					Peso di volume [t/mc]	Quantità				
						Cl1	Cl2	Cl3a	Cl3b	scavo [m³]	Cl1 [m3]	Cl2 [m3]	Cl3a [m3]	Cl3b [m3]		scavo [t]	Cl1 [t]	Cl2 [t]	Cl3a [t]	Cl3b [t]
CL	0,00	110,00	110,00	62,00	Madd_1bis	0,65	0,00	0,35	0,00	6457,00	4197,05	0,00	2256,72	3,23	2,65	17111,05	11122,18	0,00	5980,31	8,56
CL	110,00	220,00	110,00	63,00	Madd_1bis	0,65	0,00	0,35	0,00	6457,00	4197,05	0,00	2256,72	3,23	2,65	17111,05	11122,18	0,00	5980,31	8,56
CL	220,00	330,00	110,00	64,00	Madd_1bis	0,65	0,00	0,35	0,00	6457,00	4197,05	0,00	2256,72	3,23	2,65	17111,05	11122,18	0,00	5980,31	8,56
CL	330,00	440,00	110,00	65,00	Madd_1bis	0,65	0,00	0,35	0,00	6457,00	4197,05	0,00	2256,72	3,23	2,65	17111,05	11122,18	0,00	5980,31	8,56
CL	440,00	550,00	110,00	66,00	Madd_1bis	0,65	0,00	0,35	0,00	6457,00	4197,05	0,00	2256,72	3,23	2,65	17111,05	11122,18	0,00	5980,31	8,56
CL	550,00	660,00	110,00	67,00	Madd_1bis	0,65	0,00	0,35	0,00	6457,00	4197,05	0,00	2256,72	3,23	2,65	17111,05	11122,18	0,00	5980,31	8,56
CL	660,00	770,00	110,00	68,00	Madd_1bis	0,65	0,00	0,35	0,00	6457,00	4197,05	0,00	2256,72	3,23	2,65	17111,05	11122,18	0,00	5980,31	8,56
CL	770,00	880,00	110,00	69,00	Madd_1bis	0,65	0,00	0,35	0,00	6457,00	4197,05	0,00	2256,72	3,23	2,65	17111,05	11122,18	0,00	5980,31	8,56
CL	880,00	990,00	110,00	70,00	Madd_1bis	0,65	0,00	0,35	0,00	6457,00	4197,05	0,00	2256,72	3,23	2,65	17111,05	11122,18	0,00	5980,31	8,56
CL	990,00	1108,00	118,00	71,00	Madd_1bis	0,65	0,00	0,35	0,00	6926,60	4502,29	0,00	2420,85	3,46	2,65	18355,49	11931,07	0,00	6415,24	9,18

Analyse des matériaux d'excavation et valorisation / Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione

MADDALENA 2 _ DISCENDERIA																				
Planning				Scavo																
Formazione	Da	A	L [m]	Mese	Sezione tipo scavo	Classe				Volume					Peso di volume [t/mc]	Quantità				
						Cl1	Cl2	Cl3a	Cl3b	scavo [m³]	Cl1 [m3]	Cl2 [m3]	Cl3a [m3]	Cl3b [m3]		scavo [t]	Cl1 [t]	Cl2 [t]	Cl3a [t]	Cl3b [t]
fg/gi	0,00	31,00	31,00	25,00	TRASL	0,00	0,00	1,00	0,00	3790,37	0,00	0,00	3788,47	1,90	2,00	7580,74	0,00	0,00	7576,95	3,79
fg/gi	31,00	61,00	30,00	26,00	TRASL	0,00	0,00	1,00	0,00	3668,10	0,00	0,00	3666,27	1,83	2,00	7336,20	0,00	0,00	7332,53	3,67
fg/gi	61,00	92,00	31,00	27,00	TRASL	0,00	0,00	1,00	0,00	3790,37	0,00	0,00	3788,47	1,90	2,00	7580,74	0,00	0,00	7576,95	3,79
fg/gi	92,00	118,00	26,00	28,00	TRASL	0,00	0,00	1,00	0,00	3179,02	0,00	0,00	3177,43	1,59	2,00	6358,04	0,00	0,00	6354,86	3,18
BCC	118,00	123,00	5,00	28,00	TRASL	0,00	0,00	1,00	0,00	611,35	0,00	0,00	611,04	0,31	2,65	1620,08	0,00	0,00	1619,27	0,81
BCC	123,00	142,00	19,00	29,00	TRASL	0,00	0,00	1,00	0,00	2323,13	0,00	0,00	2321,97	1,16	2,65	6156,29	0,00	0,00	6153,22	3,08
do	142,00	160,00	18,00	29,00	TRASL	0,00	0,00	1,00	0,00	2200,86	0,00	0,00	2200,86	0,00	2,65	5832,28	0,00	0,00	5832,28	0,00
do	160,00	178,00	18,00	29,00	TBM	0,00	0,00	1,00	0,00	1386,00	0,00	0,00	1386,00	0,00	2,65	3672,90	0,00	0,00	3672,90	0,00
CMS	178,00	207,00	29,00	29,00	TBM	0,00	0,80	0,20	0,00	2233,00	0,00	1785,51	446,38	1,12	2,65	5917,45	0,00	4731,59	1182,90	2,96
CMS	207,00	213,00	6,00	34,00	TBM	0,00	0,80	0,20	0,00	462,00	0,00	369,42	92,35	0,23	2,65	1224,30	0,00	978,95	244,74	0,61
AMC	213,00	318,00	105,00	34,00	TBM	0,00	0,00	0,00	1,00	8085,00	0,00	0,00	8085,00	0,00	2,65	21425,25	0,00	0,00	0,00	21425,25
AMC	318,00	333,00	15,00	35,00	TBM	0,00	0,00	0,00	1,00	1155,00	0,00	0,00	1155,00	0,00	2,65	3060,75	0,00	0,00	0,00	3060,75
AMC	333,00	430,00	97,00	35,00	TBM	0,65	0,00	0,35	0,00	7469,00	4854,85	0,00	2614,15	0,00	2,65	19792,85	12865,35	0,00	6927,50	0,00
AMC	430,00	648,00	218,00	36,00	TBM	0,65	0,00	0,35	0,00	16786,00	10910,90	0,00	5875,10	0,00	2,65	44482,90	28913,89	0,00	15569,02	0,00
AMC	648,00	865,00	217,00	37,00	TBM	0,65	0,00	0,35	0,00	16709,00	10860,85	0,00	5848,15	0,00	2,65	44278,85	28781,25	0,00	15497,60	0,00
AMC	865,00	1083,00	218,00	38,00	TBM	0,65	0,00	0,35	0,00	16786,00	10910,90	0,00	5875,10	0,00	2,65	44482,90	28913,89	0,00	15569,02	0,00
AMC	1083,00	1142,00	59,00	39,00	TBM	0,65	0,00	0,35	0,00	4543,00	2952,95	0,00	1590,05	0,00	2,65	12038,95	7825,32	0,00	4213,63	0,00
AMD	1142,00	1301,00	159,00	39,00	TBM	0,00	0,80	0,20	0,00	12243,00	0,00	9794,40	2448,60	0,00	2,65	32443,95	0,00	25955,16	6488,79	0,00
AMD	1301,00	1342,00	41,00	40,00	TBM	0,00	0,80	0,20	0,00	3157,00	0,00	2525,60	631,40	0,00	2,65	8366,05	0,00	6692,84	1673,21	0,00
CL	1342,00	1590,00	248,00	40,00	TBM	0,65	0,00	0,35	0,00	19096,00	12412,40	0,00	6674,05	9,55	2,65	50604,40	32892,86	0,00	17686,24	25,30
CL	1590,00	1879,00	289,00	41,00	TBM	0,65	0,00	0,35	0,00	22253,00	14464,45	0,00	7777,42	11,13	2,65	58970,45	38330,79	0,00	20610,17	29,49
CL	1879,00	2169,00	290,00	42,00	TBM	0,65	0,00	0,35	0,00	22330,00	14514,50	0,00	7804,34	11,17	2,65	59174,50	38463,43	0,00	20681,49	29,59
CL	2169,00	2458,00	289,00	43,00	TBM	0,65	0,00	0,35	0,00	22253,00	14464,45	0,00	7777,42	11,13	2,65	58970,45	38330,79	0,00	20610,17	29,49
CL	2458,00	2748,00	290,00	44,00	TBM	0,65	0,00	0,35	0,00	22330,00	14514,50	0,00	7804,34	11,17	2,65	59174,50	38463,43	0,00	20681,49	29,59
CL	2748,00	3058,00	310,00	45,00	TBM	0,65	0,00	0,35	0,00	23870,00	15515,50	0,00	8342,57	11,94	2,65	63255,50	41116,08	0,00	22107,80	31,63

MADDALENA 2 _ CONNESSIONE																				
Planning				Scavo																
Formazione	Da	A	L [m]	Mese	Sezione tipo scavo	Classe				Volume					Peso di volume [t/mc]	Quantità				
						Cl1	Cl2	Cl3a	Cl3b	scavo [m³]	Cl1 [m3]	Cl2 [m3]	Cl3a [m3]	Cl3b [m3]		scavo [t]	Cl1 [t]	Cl2 [t]	Cl3a [t]	Cl3b [t]
CL	0,00	57,00	57,00	33,00	CX2	0,65	0,00	0,35	0,00	4780,59	3107,38	0,00	1670,82	2,39	2,65	12668,56	8234,57	0,00	4427,66	6,33
CL	57,00	157,00	100,00	34,00	CX2	0,65	0,00	0,35	0,00	8387,00	5451,55	0,00	2931,26	4,19	2,65	22225,55	14446,61	0,00	7767,83	11,11
CL	157,00	257,00	100,00	35,00	CX2	0,65	0,00	0,35	0,00	8387,00	5451,55	0,00	2931,26	4,19	2,65	22225,55	14446,61	0,00	7767,83	11,11
CL	257,00	357,00	100,00	36,00	CX2	0,65	0,00	0,35	0,00	8387,00	5451,55	0,00	2931,26	4,19	2,65	22225,55	14446,61	0,00	7767,83	11,11
CL	357,00	457,00	100,00	37,00	CX2	0,65	0,00	0,35	0,00	8387,00	5451,55	0,00	2931,26	4,19	2,65	22225,55	14446,61	0,00	7767,83	11,11
CL	457,00	557,00	100,00	38,00	CX2	0,65	0,00	0,35	0,00	8387,00	5451,55	0,00	2931,26	4,19	2,65	22225,55	14446,61	0,00	7767,83	11,11
CL	557,00	657,00	100,00	39,00	CX2	0,65	0,00	0,35	0,00	8387,00	5451,55	0,00	2931,26	4,19	2,65	22225,55	14446,61	0,00	7767,83	11,11
CL	657,00	757,00	100,00	40,00	CX2	0,65	0,00	0,35	0,00	8387,00	5451,55	0,00	2931,26	4,19	2,65	22225,55	14446,61	0,00	7767,83	11,11
CL	757,00	857,00	100,00	41,00	CX2	0,65	0,00	0,35	0,00	8387,00	5451,55	0,00	2931,26	4,19	2,65	22225,55	14446,61	0,00	7767,83	11,11
CL	857,00	957,00	100,00	42,00	CX2	0,65	0,00	0,35	0,00	8387,00	5451,55	0,00	2931,26	4,19	2,65	22225,55	14446,61	0,00	7767,83	11,11
CL	957,00	1057,00	100,00	43,00	CX2	0,65	0,00	0,35	0,00	8387,00	5451,55	0,00	2931,26	4,19	2,65	22225,55	14446,61	0,00	7767,83	11,11
CL	1057,00	1058,00	1,00	44,00	CX2	0,65	0,00	0,35	0,00	83,87	54,52	0,00	29,31	0,04	2,65	222,26	144,47	0,00	77,68	0,11

Analyse des matériaux d'excavation et valorisation / Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione

TUNNEL DI BASE _ BINARIO PARI																				
Planning				Scavo																
Formazione	Da	A	L [m]	Mese	Sezione tipo scavo	Classe				Volume					Peso di volume [t/mc]	Quantità				
						Cl1	Cl2	Cl3a	Cl3b	scavo [m³]	Cl1 [m³]	Cl2 [m³]	Cl3a [m³]	Cl3b [m³]		scavo [t]	Cl1 [t]	Cl2 [t]	Cl3a [t]	Cl3b [t]
CL	53515,00	53736,36	221,36	46,00	TM45PG	0,65	0,00	0,35	0,00	17045,00	11079,25	0,00	5957,23	8,52	2,65	45169,25	29360,01	0,00	15786,65	22,58
CL	53736,36	53743,00	6,64	47,00	TM45PG	0,65	0,00	0,35	0,00	511,00	332,15	0,00	178,59	0,26	2,65	1354,15	880,20	0,00	473,28	0,68
AMD	53743,00	53824,00	81,00	47,00	TM45PG	0,00	0,80	0,20	0,00	6237,00	0,00	4989,60	1247,40	0,00	2,65	16528,05	0,00	13222,44	3305,61	0,00
CL	53824,00	53915,00	91,00	47,00	TM45PG	0,65	0,00	0,35	0,00	7007,00	4554,55	0,00	2448,95	3,50	2,65	18568,55	12069,56	0,00	6489,71	9,28
AMD	53915,00	53957,73	42,73	47,00	TM45PG	0,00	0,80	0,20	0,00	3290,00	0,00	2632,00	658,00	0,00	2,65	8718,50	0,00	6974,80	1743,70	0,00
AMD	53957,73	54008,00	50,27	48,00	TM45PG	0,00	0,80	0,20	0,00	3871,00	0,00	3096,80	774,20	0,00	2,65	10258,15	0,00	8206,52	2051,63	0,00
AMC	54008,00	54179,09	171,09	48,00	TM45PG	0,55	0,00	0,45	0,00	13174,00	7245,70	0,00	5928,30	0,00	2,65	34911,10	19201,11	0,00	15710,00	0,00
AMC	54179,09	54400,45	221,36	49,00	TM45PG	0,55	0,00	0,45	0,00	17045,00	9374,75	0,00	7670,25	0,00	2,65	45169,25	24843,09	0,00	20326,16	0,00
AMC	54400,45	54550,00	149,55	50,00	TM45PG	0,55	0,00	0,45	0,00	11515,00	6333,25	0,00	5181,75	0,00	2,65	30514,75	16783,11	0,00	13731,64	0,00
AMC	54550,00	54621,82	71,82	50,00	TM45PG	0,00	0,00	0,00	1,00	5530,00	0,00	0,00	0,00	5530,00	2,65	14654,50	0,00	0,00	0,00	14654,50
AMC	54621,82	54700,00	78,18	51,00	TM45PG	0,00	0,00	0,00	1,00	6020,00	0,00	0,00	0,00	6020,00	2,65	15953,00	0,00	0,00	0,00	15953,00
QSE	54700,00	54747,00	47,00	51,00	TM45PG	0,50	0,00	0,50	0,00	3619,00	1809,50	0,00	1809,50	0,00	2,65	9590,35	4795,18	0,00	4795,18	0,00
AMC	54747,00	54830,00	83,00	51,00	TM45PG	0,55	0,00	0,45	0,00	6391,00	3515,05	0,00	2875,95	0,00	2,65	16936,15	9314,88	0,00	7621,27	0,00
QSE	54830,00	54843,18	13,18	51,00	TM45PG	0,50	0,00	0,50	0,00	1015,00	507,50	0,00	507,50	0,00	2,65	2689,75	1344,88	0,00	1344,88	0,00
QSE	54843,18	54950,00	106,82	52,00	TM45PG	0,50	0,00	0,50	0,00	8225,00	4112,50	0,00	4112,50	0,00	2,65	21796,25	10898,12	0,00	10898,12	0,00
QSE	54950,00	54980,00	30,00	52,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	2310,00	0,00	0,00	2308,85	1,16	2,65	6121,50	0,00	0,00	6118,44	3,06
QSE	54980,00	55036,00	56,00	52,00	TM45PG	0,50	0,00	0,50	0,00	4312,00	2156,00	0,00	2156,00	0,00	2,65	11426,80	5713,40	0,00	5713,40	0,00
GCC	55036,00	55064,55	28,55	52,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	2198,00	1318,80	0,00	878,10	1,10	2,65	5824,70	3494,82	0,00	2326,97	2,91
GCC	55064,55	55168,00	103,45	53,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	7966,00	4779,60	0,00	3182,42	3,98	2,65	21109,90	12665,94	0,00	8433,41	10,55
BCC	55168,00	55216,00	48,00	53,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	3696,00	0,00	0,00	3694,15	1,85	2,65	9794,40	0,00	0,00	9789,50	4,90
GCC	55216,00	55268,00	52,00	53,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	4004,00	2402,40	0,00	1599,60	2,00	2,65	10610,60	6366,36	0,00	4238,93	5,31
BCC	55268,00	55285,91	17,91	53,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	1379,00	0,00	0,00	1378,31	0,69	2,65	3654,35	0,00	0,00	3652,52	1,83
BCC	55285,91	55312,00	26,09	54,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	2009,00	0,00	0,00	2008,00	1,00	2,65	5323,85	0,00	0,00	5321,19	2,66
GCC	55312,00	55350,00	38,00	54,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	2926,00	1755,60	0,00	1168,94	1,46	2,65	7753,90	4652,34	0,00	3097,68	3,88
BCC	55350,00	55400,00	50,00	54,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	3850,00	0,00	0,00	3848,08	1,93	2,65	10202,50	0,00	0,00	10197,40	5,10
GCC	55400,00	55507,27	107,27	54,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	8260,00	4956,00	0,00	3299,87	4,13	2,65	21889,00	13133,40	0,00	8744,66	10,94
GCC	55507,27	55639,00	131,73	55,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	10143,00	6085,80	0,00	4052,13	5,07	2,65	26878,95	16127,37	0,00	10738,14	13,44
BCC	55639,00	55650,00	11,00	55,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	847,00	0,00	0,00	846,58	0,42	2,65	2244,55	0,00	0,00	2243,43	1,12
GCC	55650,00	55722,00	72,00	55,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	5544,00	3326,40	0,00	2214,83	2,77	2,65	14691,60	8814,96	0,00	5869,29	7,35
BCC	55722,00	55728,64	6,64	55,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	511,00	0,00	0,00	510,74	0,26	2,65	1354,15	0,00	0,00	1353,47	0,68
BCC	55728,64	55750,00	21,36	56,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	1645,00	0,00	0,00	1644,18	0,82	2,65	4359,25	0,00	0,00	4357,07	2,18
GCC	55750,00	55782,00	32,00	56,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	2464,00	1478,40	0,00	984,37	1,23	2,65	6529,60	3917,76	0,00	2608,58	3,26
BCC	55782,00	55820,00	38,00	56,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	2926,00	0,00	0,00	2924,54	1,46	2,65	7753,90	0,00	0,00	7750,02	3,88
GCC	55820,00	55905,00	85,00	56,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	6545,00	3927,00	0,00	2614,73	3,27	2,65	17344,25	10406,55	0,00	6929,03	8,67
BCC	55905,00	55918,00	13,00	56,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	1001,00	0,00	0,00	1000,50	0,50	2,65	2652,65	0,00	0,00	2651,32	1,33
GCC	55918,00	55950,00	32,00	56,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	2464,00	1478,40	0,00	984,37	1,23	2,65	6529,60	3917,76	0,00	2608,58	3,26
GCC	55950,00	56045,00	95,00	58,00	TM45	0,60	0,00	0,40	0,00	7315,00	4389,00	0,00	2922,34	3,66	2,65	19384,75	11630,85	0,00	7744,21	9,69
af	56045,00	56131,25	86,25	58,00	TM45	0,00	0,80	0,20	0,00	6641,25	0,00	5310,34	1327,59	3,32	2,20	14610,75	0,00	11682,76	2920,69	7,31
af	56131,25	56312,50	181,25	59,00	TM45	0,00	0,80	0,20	0,00	13956,25	0,00	11159,42	2789,85	6,98	2,20	30703,75	0,00	24550,72	6137,68	15,35
af	56312,50	56493,75	181,25	60,00	TM45	0,00	0,80	0,20	0,00	13956,25	0,00	11159,42	2789,85	6,98	2,20	30703,75	0,00	24550,72	6137,68	15,35
af	56493,75	56675,00	181,25	61,00	TM45	0,00	0,80	0,20	0,00	13956,25	0,00	11159,42	2789,85	6,98	2,20	30703,75	0,00	24550,72	6137,68	15,35
af	56675,00	56856,25	181,25	62,00	TM45	0,00	0,80	0,20	0,00	13956,25	0,00	11159,42	2789,85	6,98	2,20	30703,75	0,00	24550,72	6137,68	15,35
af	56856,25	57037,50	181,25	63,00	TM45	0,00	0,80	0,20	0,00	13956,25	0,00	11159,42	2789,85	6,98	2,20	30703,75	0,00	24550,72	6137,68	15,35
af	57037,50	57162,00	124,50	64,00	TM45	0,00	0,80	0,20	0,00	9586,50	0,00	7665,37	1916,34	4,79	2,20	21090,30	0,00	16863,80	4215,95	10,55

Analyse des matériaux d'excavation et valorisation / Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione

TUNNEL DI BASE _ BINARIO PARI																				
Planning				Scavo																
Formazione	Da	A	L [m]	Mese	Sezione tipo scavo	Classe				Volume					Peso di volume [t/mc]	Quantità				
						Cl1	Cl2	Cl3a	Cl3b	scavo [m³]	Cl1 [m³]	Cl2 [m³]	Cl3a [m³]	Cl3b [m³]		scavo [t]	Cl1 [t]	Cl2 [t]	Cl3a [t]	Cl3b [t]
GCC	57162,00	57218,75	56,75	64,00	TM45	0,60	0,00	0,40	0,00	4369,75	2621,85	0,00	1745,72	2,18	2,65	11579,84	6947,90	0,00	4626,15	5,79
GCC	57218,75	57350,00	131,25	65,00	TM45	0,60	0,00	0,40	0,00	10106,25	6063,75	0,00	4037,45	5,05	2,65	26781,56	16068,94	0,00	10699,23	13,39
GCK	57350,00	57400,00	50,00	65,00	TM45	0,00	0,80	0,20	0,00	3850,00	0,00	3080,00	770,00	0,00	2,65	10202,50	0,00	8162,00	2040,50	0,00
GCC	57400,00	57700,36	300,36	67,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	23128,00	13876,80	0,00	9239,64	11,56	2,65	61289,20	36773,52	0,00	24485,04	30,64
GCC	57700,36	57776,00	75,64	68,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	5824,00	3494,40	0,00	2326,69	2,91	2,65	15433,60	9260,16	0,00	6165,72	7,72
GCC	57776,00	57817,00	41,00	68,00	TM40	0,00	0,00	1,00	0,00	3157,00	0,00	0,00	3155,42	1,58	2,65	8366,05	0,00	0,00	8361,87	4,18
GCC	57817,00	58000,73	183,73	68,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	14147,00	8488,20	0,00	5651,73	7,07	2,65	37489,55	22493,73	0,00	14977,08	18,74
GCC	58000,73	58301,09	300,36	69,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	23128,00	13876,80	0,00	9239,64	11,56	2,65	61289,20	36773,52	0,00	24485,04	30,64
GCC	58301,09	58450,00	148,91	70,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	11466,00	6879,60	0,00	4580,67	5,73	2,65	30384,90	18230,94	0,00	12138,77	15,19
GCC	58450,00	58468,00	18,00	70,00	TM40	0,00	0,00	1,00	0,00	1386,00	0,00	0,00	1385,31	0,69	2,65	3672,90	0,00	0,00	3671,06	1,84
GCC	58468,00	58601,45	133,45	70,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	10276,00	6165,60	0,00	4105,26	5,14	2,65	27231,40	16338,84	0,00	10878,94	13,62
GCC	58601,45	58901,82	300,36	71,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	23128,00	13876,80	0,00	9239,64	11,56	2,65	61289,20	36773,52	0,00	24485,04	30,64
GCC	58901,82	59202,18	300,36	72,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	23128,00	13876,80	0,00	9239,64	11,56	2,65	61289,20	36773,52	0,00	24485,04	30,64
GCC	59202,18	59502,55	300,36	73,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	23128,00	13876,80	0,00	9239,64	11,56	2,65	61289,20	36773,52	0,00	24485,04	30,64
GCC	59502,55	59652,00	149,45	74,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	11508,00	6904,80	0,00	4597,45	5,75	2,65	30496,20	18297,72	0,00	12183,23	15,25
GCC	59652,00	59672,00	20,00	74,00	TM40	0,00	0,00	1,00	0,00	1540,00	0,00	0,00	1539,23	0,77	2,65	4081,00	0,00	0,00	4078,96	2,04
GCC	59672,00	59802,91	130,91	74,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	10080,00	6048,00	0,00	4026,96	5,04	2,65	26712,00	16027,20	0,00	10671,44	13,36
GCC	59802,91	60103,27	300,36	75,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	23128,00	13876,80	0,00	9239,64	11,56	2,65	61289,20	36773,52	0,00	24485,04	30,64
GCC	60103,27	60243,00	139,73	76,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	10759,00	6455,40	0,00	4298,22	5,38	2,65	28511,35	17106,81	0,00	11390,28	14,26
GCK	60243,00	60281,00	38,00	76,00	TM40	0,00	0,80	0,20	0,00	2926,00	0,00	2340,80	585,20	0,00	2,65	7753,90	0,00	6203,12	1550,78	0,00
GCC	60281,00	60327,00	46,00	76,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	3542,00	2125,20	0,00	1415,03	1,77	2,65	9386,30	5631,78	0,00	3749,83	4,69
GCC	60327,00	60347,00	20,00	76,00	TM40	0,00	0,00	1,00	0,00	1540,00	0,00	0,00	1539,23	0,77	2,65	4081,00	0,00	0,00	4078,96	2,04
GCC	60347,00	60403,64	56,64	76,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	4361,00	2616,60	0,00	1742,22	2,18	2,65	11556,65	6933,99	0,00	4616,88	5,78
GCC	60403,64	60567,00	163,36	77,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	12579,00	7547,40	0,00	5025,31	6,29	2,65	33334,35	20000,61	0,00	13317,07	16,67
GCK	60567,00	60599,00	32,00	77,00	TM40	0,00	0,80	0,20	0,00	2464,00	0,00	1971,20	492,80	0,00	2,65	6529,60	0,00	5223,68	1305,92	0,00
GCC	60599,00	60600,00	1,00	77,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	77,00	46,20	0,00	30,76	0,04	2,65	204,05	122,43	0,00	81,52	0,10
GCC	60600,00	60640,00	40,00	77,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	3080,00	1848,00	0,00	1230,46	1,54	2,65	8162,00	4897,20	0,00	3260,72	4,08
GCC	60640,00	60686,00	46,00	77,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	3542,00	2125,20	0,00	1415,03	1,77	2,65	9386,30	5631,78	0,00	3749,83	4,69
GCC	60686,00	60695,00	9,00	77,00	TM40	0,00	0,00	1,00	0,00	693,00	0,00	0,00	692,65	0,35	2,65	1836,45	0,00	0,00	1835,53	0,92
OMB	60695,00	60704,00	9,00	77,00	TM40	0,00	0,00	0,00	1,00	693,00	0,00	0,00	0,00	693,00	2,65	1836,45	0,00	0,00	0,00	1836,45
OMB	60704,00	60778,40	74,40	81,00	TM40	0,00	0,00	0,00	1,00	5728,80	0,00	0,00	0,00	5728,80	2,65	15181,32	0,00	0,00	0,00	15181,32
OMB	60778,40	60852,80	74,40	82,00	TM40	0,00	0,00	0,00	1,00	5728,80	0,00	0,00	0,00	5728,80	2,65	15181,32	0,00	0,00	0,00	15181,32
OMB	60852,80	60920,00	67,20	83,00	TM40	0,00	0,00	0,00	1,00	5174,40	0,00	0,00	0,00	5174,40	2,65	13712,16	0,00	0,00	0,00	13712,16
OMB	60920,00	60927,20	7,20	83,00	TM40	0,00	0,00	0,00	1,00	554,40	0,00	0,00	0,00	554,40	2,65	1469,16	0,00	0,00	0,00	1469,16
OMB	60927,20	61001,60	74,40	84,00	TM40	0,00	0,00	0,00	1,00	5728,80	0,00	0,00	0,00	5728,80	2,65	15181,32	0,00	0,00	0,00	15181,32
OMB	61001,60	61009,00	7,40	85,00	TM40	0,00	0,00	0,00	1,00	569,80	0,00	0,00	0,00	569,80	2,65	1509,97	0,00	0,00	0,00	1509,97
OMB	61009,00	61076,00	67,00	85,00	TM40	0,00	0,00	0,00	1,00	5159,00	0,00	0,00	0,00	5159,00	2,65	13671,35	0,00	0,00	0,00	13671,35
OMB	61076,00	61076,00	55,00	85,00	A	0,00	0,00	0,00	1,00	5720,00	0,00	0,00	0,00	5720,00	2,65	15158,00	0,00	0,00	0,00	15158,00

Analyse des matériaux d'excavation et valorisation / Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione

TUNNEL DI BASE _ BINARIO PARI _ TRATTO S3																				
Planning				Classe						Scavo					Quantità					
Formazione	Da	A	L [m]	Mese	Sezione tipo scavo	Cl1	Cl2	Cl3a	Cl3b	scavo [m ³]	Cl1 [m3]	Cl2 [m3]	Cl3a [m3]	Cl3b [m3]	Peso di volume [t/mc]	scavo [t]	Cl1 [t]	Cl2 [t]	Cl3a [t]	Cl3b [t]
CL	52410,00	52485,00	75,00	44,00	S3a	0,65	0,00	0,35	0,00	5906,25	3839,06	0,00	2064,23	2,95	2,65	15651,56	10173,52	0,00	5470,22	7,83
CL	52485,00	52560,00	75,00	45,00	S3a	0,65	0,00	0,35	0,00	5906,25	3839,06	0,00	2064,23	2,95	2,65	15651,56	10173,52	0,00	5470,22	7,83
CL	52560,00	52580,00	20,00	46,00	CS1	0,65	0,00	0,35	0,00	5560,00	3614,00	0,00	1943,22	2,78	2,65	14734,00	9577,10	0,00	5149,53	7,37
CL	52580,00	52600,00	20,00	47,00	CS1	0,65	0,00	0,35	0,00	5560,00	3614,00	0,00	1943,22	2,78	2,65	14734,00	9577,10	0,00	5149,53	7,37
CL	52600,00	52730,00	130,00	48,00	S3a-S11	0,65	0,00	0,35	0,00	10237,50	6654,38	0,00	3578,01	5,12	2,65	27129,38	17634,09	0,00	9481,72	13,56
CL	52730,00	52860,00	130,00	49,00	S3a-S11	0,65	0,00	0,35	0,00	10237,50	6654,38	0,00	3578,01	5,12	2,65	27129,38	17634,09	0,00	9481,72	13,56
CL	52860,00	52990,00	130,00	50,00	S3a-S11	0,65	0,00	0,35	0,00	10237,50	6654,38	0,00	3578,01	5,12	2,65	27129,38	17634,09	0,00	9481,72	13,56
CL	53120,00	53250,00	130,00	51,00	S3a-S11	0,65	0,00	0,35	0,00	10237,50	6654,38	0,00	3578,01	5,12	2,65	27129,38	17634,09	0,00	9481,72	13,56
CL	53250,00	53380,00	130,00	52,00	S3a-S11	0,65	0,00	0,35	0,00	10237,50	6654,38	0,00	3578,01	5,12	2,65	27129,38	17634,09	0,00	9481,72	13,56
CL	53380,00	53515,00	135,00	53,00	S3a-S11	0,65	0,00	0,35	0,00	10631,25	6910,31	0,00	3715,62	5,32	2,65	28172,81	18312,33	0,00	9846,40	14,09

Analyse des matériaux d'excavation et valorisation / Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione

TUNNEL DI BASE _ BINARIO DISPARI																				
Planning				Scavo																
Formazione	Da	A	L [m]	Mese	Sezione tipo scavo	Classe				Volume					Peso di volume [t/mc]	Quantità				
						Cl1	Cl2	Cl3a	Cl3b	scavo [m³]	Cl1 [m³]	Cl2 [m³]	Cl3a [m³]	Cl3b [m³]		scavo [t]	Cl1 [t]	Cl2 [t]	Cl3a [t]	Cl3b [t]
CL	53690,00	53743,00	53,00	53,00	TM45PG	0,65	0,00	0,35	0,00	4081,00	2652,65	0,00	1426,31	2,04	2,65	10814,65	7029,52	0,00	3779,72	5,41
AMD	53743,00	53824,00	81,00	53,00	TM45PG	0,00	0,80	0,20	0,00	6237,00	0,00	4989,60	1247,40	0,00	2,65	16528,05	0,00	13222,44	3305,61	0,00
CL	53824,00	53895,45	71,45	53,00	TM45PG	0,65	0,00	0,35	0,00	5502,00	3576,30	0,00	1922,95	2,75	2,65	14580,30	9477,19	0,00	5095,81	7,29
CL	53895,45	53915,00	19,55	54,00	TM45PG	0,65	0,00	0,35	0,00	1505,00	978,25	0,00	526,00	0,75	2,65	3988,25	2592,36	0,00	1393,89	1,99
AMD	53915,00	54008,00	93,00	54,00	TM45PG	0,00	0,80	0,20	0,00	7161,00	0,00	5728,80	1432,20	0,00	2,65	18976,65	0,00	15181,32	3795,33	0,00
AMC	54008,00	54100,91	92,91	54,00	TM45PG	0,55	0,00	0,45	0,00	7154,00	3934,70	0,00	3219,30	0,00	2,65	18958,10	10426,95	0,00	8531,14	0,00
AMC	54100,91	54306,36	205,45	55,00	TM45PG	0,55	0,00	0,45	0,00	15820,00	8701,00	0,00	7119,00	0,00	2,65	41923,00	23057,65	0,00	18865,35	0,00
AMC	54306,36	54511,82	205,45	56,00	TM45PG	0,55	0,00	0,45	0,00	15820,00	8701,00	0,00	7119,00	0,00	2,65	41923,00	23057,65	0,00	18865,35	0,00
AMC	54511,82	54550,00	38,18	57,00	TM45PG	0,55	0,00	0,45	0,00	2940,00	1617,00	0,00	1323,00	0,00	2,65	7791,00	4285,05	0,00	3505,95	0,00
AMC	54550,00	54700,00	150,00	57,00	TM45PG	0,00	0,00	0,00	1,00	11550,00	0,00	0,00	0,00	11550,00	2,65	30607,50	0,00	0,00	0,00	30607,50
QSE	54700,00	54717,27	17,27	57,00	TM45PG	0,50	0,00	0,50	0,00	1330,00	665,00	0,00	665,00	0,00	2,65	3524,50	1762,25	0,00	1762,25	0,00
QSE	54717,27	54747,00	29,73	58,00	TM45PG	0,50	0,00	0,50	0,00	2289,00	1144,50	0,00	1144,50	0,00	2,65	6065,85	3032,93	0,00	3032,93	0,00
AMC	54747,00	54830,00	83,00	58,00	TM45PG	0,55	0,00	0,45	0,00	6391,00	3515,05	0,00	2875,95	0,00	2,65	16936,15	9314,88	0,00	7621,27	0,00
QSE	54830,00	54922,73	92,73	58,00	TM45PG	0,50	0,00	0,50	0,00	7140,00	3570,00	0,00	3570,00	0,00	2,65	18921,00	9460,50	0,00	9460,50	0,00
QSE	54922,73	54950,00	27,27	59,00	TM45PG	0,50	0,00	0,50	0,00	2100,00	1050,00	0,00	1050,00	0,00	2,65	5565,00	2782,50	0,00	2782,50	0,00
QSE	54950,00	54980,00	30,00	59,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	2310,00	0,00	0,00	2308,85	1,16	2,65	6121,50	0,00	0,00	6118,44	3,06
QSE	54980,00	55036,00	56,00	59,00	TM45PG	0,50	0,00	0,50	0,00	4312,00	2156,00	0,00	2156,00	0,00	2,65	11426,80	5713,40	0,00	5713,40	0,00
GCC	55036,00	55128,18	92,18	59,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	7098,00	4258,80	0,00	2835,65	3,55	2,65	18809,70	11285,82	0,00	7514,48	9,40
GCC	55128,18	55168,00	39,82	60,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	3066,00	1839,60	0,00	1224,87	1,53	2,65	8124,90	4874,94	0,00	3245,90	4,06
BCC	55168,00	55216,00	48,00	60,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	3696,00	0,00	0,00	3694,15	1,85	2,65	9794,40	0,00	0,00	9789,50	4,90
GCC	55216,00	55268,00	52,00	60,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	4004,00	2402,40	0,00	1599,60	2,00	2,65	10610,60	6366,36	0,00	4238,93	5,31
BCC	55268,00	55312,00	44,00	60,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	3388,00	0,00	0,00	3386,31	1,69	2,65	8978,20	0,00	0,00	8973,71	4,49
GCC	55312,00	55333,64	21,64	60,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	1666,00	999,60	0,00	665,57	0,83	2,65	4414,90	2648,94	0,00	1763,75	2,21
GCC	55333,64	55350,00	16,36	61,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	1260,00	756,00	0,00	503,37	0,63	2,65	3339,00	2003,40	0,00	1333,93	1,67
BCC	55350,00	55400,00	50,00	61,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	3850,00	0,00	0,00	3848,08	1,93	2,65	10202,50	0,00	0,00	10197,40	5,10
GCC	55400,00	55539,09	139,09	61,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	10710,00	6426,00	0,00	4278,64	5,35	2,65	28381,50	17028,90	0,00	11338,41	14,19
GCC	55539,09	55639,00	99,91	62,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	7693,00	4615,80	0,00	3073,35	3,85	2,65	20386,45	12231,87	0,00	8144,39	10,19
BCC	55639,00	55650,00	11,00	62,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	847,00	0,00	0,00	846,58	0,42	2,65	2244,55	0,00	0,00	2243,43	1,12
GCC	55650,00	55722,00	72,00	62,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	5544,00	3326,40	0,00	2214,83	2,77	2,65	14691,60	8814,96	0,00	5869,29	7,35
BCC	55722,00	55744,55	22,55	62,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	1736,00	0,00	0,00	1735,13	0,87	2,65	4600,40	0,00	0,00	4598,10	2,30
BCC	55744,55	55750,00	5,45	64,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	420,00	0,00	0,00	419,79	0,21	2,65	1113,00	0,00	0,00	1112,44	0,56
GCC	55750,00	55782,00	32,00	64,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	2464,00	1478,40	0,00	984,37	1,23	2,65	6529,60	3917,76	0,00	2608,58	3,26
BCC	55782,00	55820,00	38,00	64,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	2926,00	0,00	0,00	2924,54	1,46	2,65	7753,90	0,00	0,00	7750,02	3,88
GCC	55820,00	55905,00	85,00	64,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	6545,00	3927,00	0,00	2614,73	3,27	2,65	17344,25	10406,55	0,00	6929,03	8,67
BCC	55905,00	55918,00	13,00	64,00	TM45PG	0,00	0,00	1,00	0,00	1001,00	0,00	0,00	1000,50	0,50	2,65	2652,65	0,00	0,00	2651,32	1,33
GCC	55918,00	55950,00	32,00	64,00	TM45PG	0,60	0,00	0,40	0,00	2464,00	1478,40	0,00	984,37	1,23	2,65	6529,60	3917,76	0,00	2608,58	3,26
GCC	55950,00	56045,00	95,00	65,00	TM45	0,60	0,00	0,40	0,00	7315,00	4389,00	0,00	2922,34	3,66	2,65	19384,75	11630,85	0,00	7744,21	9,69
af	56045,00	56131,25	86,25	65,00	TM45	0,00	0,80	0,20	0,00	6641,25	0,00	5310,34	1327,59	3,32	2,20	14610,75	0,00	11682,76	2920,69	7,31
af	56131,25	56312,50	181,25	66,00	TM45	0,00	0,80	0,20	0,00	13956,25	0,00	11159,42	2789,85	6,98	2,20	30703,75	0,00	24550,72	6137,68	15,35
af	56312,50	56493,75	181,25	67,00	TM45	0,00	0,80	0,20	0,00	13956,25	0,00	11159,42	2789,85	6,98	2,20	30703,75	0,00	24550,72	6137,68	15,35
af	56493,75	56675,00	181,25	68,00	TM45	0,00	0,80	0,20	0,00	13956,25	0,00	11159,42	2789,85	6,98	2,20	30703,75	0,00	24550,72	6137,68	15,35
af	56675,00	56856,25	181,25	69,00	TM45	0,00	0,80	0,20	0,00	13956,25	0,00	11159,42	2789,85	6,98	2,20	30703,75	0,00	24550,72	6137,68	15,35
af	56856,25	57037,50	181,25	70,00	TM45	0,00	0,80	0,20	0,00	13956,25	0,00	11159,42	2789,85	6,98	2,20	30703,75	0,00	24550,72	6137,68	15,35
af	57037,50	57162,00	124,50	71,00	TM45	0,00	0,80	0,20	0,00	9586,50	0,00	7665,37	1916,34	4,79	2,20	21090,30	0,00	16863,80	4215,95	10,55

Analyse des matériaux d'excavation et valorisation / Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione

TUNNEL DI BASE _ BINARIO DISPARI																				
Planning				Scavo																
Formazione	Da	A	L [m]	Mese	Sezione tipo scavo	Classe				Volume					Peso di volume [t/mc]	Quantità				
						Cl1	Cl2	Cl3a	Cl3b	scavo [m³]	Cl1 [m³]	Cl2 [m³]	Cl3a [m³]	Cl3b [m³]		scavo [t]	Cl1 [t]	Cl2 [t]	Cl3a [t]	Cl3b [t]
GCC	57162,00	57218,75	56,75	71,00	TM45	0,60	0,00	0,40	0,00	4369,75	2621,85	0,00	1745,72	2,18	2,65	11579,84	6947,90	0,00	4626,15	5,79
GCC	57218,75	57350,00	131,25	72,00	TM45	0,60	0,00	0,40	0,00	10106,25	6063,75	0,00	4037,45	5,05	2,65	26781,56	16068,94	0,00	10699,23	13,39
GCK	57350,00	57400,00	50,00	72,00	TM45	0,00	0,80	0,20	0,00	3850,00	0,00	3080,00	770,00	0,00	2,65	10202,50	0,00	8162,00	2040,50	0,00
GCC	57400,00	57700,36	300,36	74,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	23128,00	13876,80	0,00	9239,64	11,56	2,65	61289,20	36773,52	0,00	24485,04	30,64
GCC	57700,36	57776,00	75,64	75,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	5824,00	3494,40	0,00	2326,69	2,91	2,65	15433,60	9260,16	0,00	6165,72	7,72
GCC	57776,00	57817,00	41,00	75,00	TM40	0,00	0,00	1,00	0,00	3157,00	0,00	0,00	3155,42	1,58	2,65	8366,05	0,00	0,00	8361,87	4,18
GCC	57817,00	58000,73	183,73	75,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	14147,00	8488,20	0,00	5651,73	7,07	2,65	37489,55	22493,73	0,00	14977,08	18,74
GCC	58000,73	58301,09	300,36	76,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	23128,00	13876,80	0,00	9239,64	11,56	2,65	61289,20	36773,52	0,00	24485,04	30,64
GCC	58301,09	58450,00	148,91	77,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	11466,00	6879,60	0,00	4580,67	5,73	2,65	30384,90	18230,94	0,00	12138,77	15,19
GCC	58450,00	58468,00	18,00	77,00	TM40	0,00	0,00	1,00	0,00	1386,00	0,00	0,00	1385,31	0,69	2,65	3672,90	0,00	0,00	3671,06	1,84
GCC	58468,00	58601,45	133,45	77,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	10276,00	6165,60	0,00	4105,26	5,14	2,65	27231,40	16338,84	0,00	10878,94	13,62
GCC	58601,45	58901,82	300,36	78,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	23128,00	13876,80	0,00	9239,64	11,56	2,65	61289,20	36773,52	0,00	24485,04	30,64
GCC	58901,82	59202,18	300,36	79,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	23128,00	13876,80	0,00	9239,64	11,56	2,65	61289,20	36773,52	0,00	24485,04	30,64
GCC	59202,18	59502,55	300,36	80,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	23128,00	13876,80	0,00	9239,64	11,56	2,65	61289,20	36773,52	0,00	24485,04	30,64
GCC	59502,55	59652,00	149,45	81,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	11508,00	6904,80	0,00	4597,45	5,75	2,65	30496,20	18297,72	0,00	12183,23	15,25
GCC	59652,00	59672,00	20,00	81,00	TM40	0,00	0,00	1,00	0,00	1540,00	0,00	0,00	1539,23	0,77	2,65	4081,00	0,00	0,00	4078,96	2,04
GCC	59672,00	59802,91	130,91	81,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	10080,00	6048,00	0,00	4026,96	5,04	2,65	26712,00	16027,20	0,00	10671,44	13,36
GCC	59802,91	60103,27	300,36	82,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	23128,00	13876,80	0,00	9239,64	11,56	2,65	61289,20	36773,52	0,00	24485,04	30,64
GCC	60103,27	60243,00	139,73	83,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	10759,00	6455,40	0,00	4298,22	5,38	2,65	28511,35	17106,81	0,00	11390,28	14,26
GCK	60243,00	60281,00	38,00	83,00	TM40	0,00	0,80	0,20	0,00	2926,00	0,00	2340,80	585,20	0,00	2,65	7753,90	0,00	6203,12	1550,78	0,00
GCC	60281,00	60327,00	46,00	83,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	3542,00	2125,20	0,00	1415,03	1,77	2,65	9386,30	5631,78	0,00	3749,83	4,69
GCC	60327,00	60347,00	20,00	83,00	TM40	0,00	0,00	1,00	0,00	1540,00	0,00	0,00	1539,23	0,77	2,65	4081,00	0,00	0,00	4078,96	2,04
GCC	60347,00	60403,64	56,64	83,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	4361,00	2616,60	0,00	1742,22	2,18	2,65	11556,65	6933,99	0,00	4616,88	5,78
GCC	60403,64	60567,00	163,36	84,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	12579,00	7547,40	0,00	5025,31	6,29	2,65	33334,35	20000,61	0,00	13317,07	16,67
GCK	60567,00	60582,00	15,00	84,00	TM40	0,00	0,80	0,20	0,00	1155,00	0,00	924,00	231,00	0,00	2,65	3060,75	0,00	2448,60	612,15	0,00
GCC	60599,00	60600,00	1,00	84,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	77,00	46,20	0,00	30,76	0,04	2,65	204,05	122,43	0,00	81,52	0,10
GCC	60600,00	60640,00	40,00	84,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	3080,00	1848,00	0,00	1230,46	1,54	2,65	8162,00	4897,20	0,00	3260,72	4,08
GCC	60640,00	60686,00	46,00	84,00	TM40	0,60	0,00	0,40	0,00	3542,00	2125,20	0,00	1415,03	1,77	2,65	9386,30	5631,78	0,00	3749,83	4,69
GCC	60686,00	60695,00	9,00	84,00	TM40	0,00	0,00	1,00	0,00	693,00	0,00	0,00	692,65	0,35	2,65	1836,45	0,00	0,00	1835,53	0,92
OMB	60695,00	60704,00	9,00	84,00	TM40	0,00	0,00	0,00	1,00	693,00	0,00	0,00	0,00	693,00	2,65	1836,45	0,00	0,00	0,00	1836,45
OMB	60704,00	60778,40	74,40	87,00	TM40	0,00	0,00	0,00	1,00	5728,80	0,00	0,00	0,00	5728,80	2,65	15181,32	0,00	0,00	0,00	15181,32
OMB	60778,40	60852,80	74,40	88,00	TM40	0,00	0,00	0,00	1,00	5728,80	0,00	0,00	0,00	5728,80	2,65	15181,32	0,00	0,00	0,00	15181,32
OMB	60852,80	60916,00	63,20	89,00	TM40	0,00	0,00	0,00	1,00	4866,40	0,00	0,00	0,00	4866,40	2,65	12895,96	0,00	0,00	0,00	12895,96
OMB	60916,00	60927,20	11,20	89,00	TM40	0,00	0,00	0,00	1,00	862,40	0,00	0,00	0,00	862,40	2,65	2285,36	0,00	0,00	0,00	2285,36
OMB	60927,20	61001,60	74,40	90,00	TM40	0,00	0,00	0,00	1,00	5728,80	0,00	0,00	0,00	5728,80	2,65	15181,32	0,00	0,00	0,00	15181,32
OMB	61001,60	61076,00	74,40	91,00	TM40	0,00	0,00	0,00	1,00	5728,80	0,00	0,00	0,00	5728,80	2,65	15181,32	0,00	0,00	0,00	15181,32
OMB	60989,00	61018,00	29,00	91,00	C	0,00	0,00	0,00	1,00	2828,66	0,00	0,00	0,00	2828,66	2,65	7495,95	0,00	0,00	0,00	7495,95
OMB	61018,00	61047,00	29,00	91,00	C	0,00	0,00	0,00	1,00	2828,66	0,00	0,00	0,00	2828,66	2,65	7495,95	0,00	0,00	0,00	7495,95
OMB	61047,00	61076,00	29,00	91,00	C	0,00	0,00	0,00	1,00	2828,66	0,00	0,00	0,00	2828,66	2,65	7495,95	0,00	0,00	0,00	7495,95
OMB	61021,00	61050,00	29,00	91,00	A	0,00	0,00	0,00	1,00	4620,28	0,00	0,00	0,00	4620,28	2,65	12243,74	0,00	0,00	0,00	12243,74
OMB	61050,00	61076,00	26,00	91,00	A	0,00	0,00	0,00	1,00	4142,32	0,00	0,00	0,00	4142,32	2,65	10977,15	0,00	0,00	0,00	10977,15

Analyse des matériaux d'excavation et valorisation / Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione

TUNNEL DI BASE _ BINARIO DISPARI _TRATTO S3																				
Planning				Classe						Scavo					Quantità					
Formazione	Da	A	L [m]	Mese	Sezione tipo scavo	Cl1	Cl2	Cl3a	Cl3b	scavo [m³]	Cl1 [m3]	Cl2 [m3]	Cl3a [m3]	Cl3b [m3]	Peso di volume [t/mc]	scavo [t]	Cl1 [t]	Cl2 [t]	Cl3a [t]	Cl3b [t]
CL	52600,00	52700,00	100,00	54,00	S3a-S11	0,65	0,00	0,35	0,00	7875,00	5118,75	0,00	2752,31	3,94	2,65	20868,75	13564,69	0,00	7293,63	10,43
CL	52700,00	52800,00	100,00	55,00	S3a-S11	0,65	0,00	0,35	0,00	7875,00	5118,75	0,00	2752,31	3,94	2,65	20868,75	13564,69	0,00	7293,63	10,43
CL	52800,00	52900,00	100,00	56,00	S3a-S11	0,65	0,00	0,35	0,00	7875,00	5118,75	0,00	2752,31	3,94	2,65	20868,75	13564,69	0,00	7293,63	10,43
CL	52900,00	53000,00	100,00	57,00	S3a-S11	0,65	0,00	0,35	0,00	7875,00	5118,75	0,00	2752,31	3,94	2,65	20868,75	13564,69	0,00	7293,63	10,43
CL	53000,00	53100,00	100,00	58,00	S3a-S11	0,65	0,00	0,35	0,00	7875,00	5118,75	0,00	2752,31	3,94	2,65	20868,75	13564,69	0,00	7293,63	10,43
CL	53100,00	53200,00	100,00	59,00	S3a-S11	0,65	0,00	0,35	0,00	7875,00	5118,75	0,00	2752,31	3,94	2,65	20868,75	13564,69	0,00	7293,63	10,43
CL	53200,00	53400,00	200,00	60,00	S3a-S11	0,65	0,00	0,35	0,00	15750,00	10237,50	0,00	5504,63	7,88	2,65	41737,50	27129,38	0,00	14587,26	20,87
CL	53400,00	53500,00	100,00	61,00	S3a-S11	0,65	0,00	0,35	0,00	7875,00	5118,75	0,00	2752,31	3,94	2,65	20868,75	13564,69	0,00	7293,63	10,43
CL	53500,00	53600,00	100,00	62,00	S3a-S11	0,65	0,00	0,35	0,00	7875,00	5118,75	0,00	2752,31	3,94	2,65	20868,75	13564,69	0,00	7293,63	10,43
CL	53600,00	53650,00	50,00	63,00	S3a-S11	0,65	0,00	0,35	0,00	3937,50	2559,38	0,00	1376,16	1,97	2,65	10434,38	6782,34	0,00	3646,81	5,22

Analyse des matériaux d'excavation et valorisation / Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione

TUNNEL DI INTERCONNESSIONE _ BINARIO DISPARI																				
Planning				Scavo																
Formazione	Da	A	L [m]	Mese	Sezione tipo scavo	Classe				Volume					Peso di volume [t/mc]	Quantità				
						Cl1	Cl2	Cl3a	Cl3b	scavo [m³]	Cl1 [m3]	Cl2 [m3]	Cl3a [m3]	Cl3b [m3]		scavo [t]	Cl1 [t]	Cl2 [t]	Cl3a [t]	Cl3b [t]
TPG	0,00	20,00	20,00	51,00	D	0,00	0,95	0,05	0,00	5517,20	0,00	5241,34	273,10	2,76	2,65	14620,58	0,00	13889,55	723,72	7,31
TPG	20,00	22,00	2,00	51,00	E	0,00	0,95	0,05	0,00	627,38	0,00	596,01	31,06	0,31	2,65	1662,56	0,00	1579,43	82,30	0,83
TPG	22,00	44,00	22,00	52,00	E	0,00	0,95	0,05	0,00	6901,18	0,00	6556,12	341,61	3,45	2,65	18288,13	0,00	17373,72	905,26	9,14
TPG	44,00	66,00	22,00	53,00	E	0,00	0,95	0,05	0,00	6901,18	0,00	6556,12	341,61	3,45	2,65	18288,13	0,00	17373,72	905,26	9,14
TPG	66,00	70,00	4,00	54,00	E	0,00	0,95	0,05	0,00	1254,76	0,00	1192,02	62,11	0,63	2,65	3325,11	0,00	3158,86	164,59	1,66
TPG	70,00	88,00	18,00	54,00	H	0,00	0,95	0,05	0,00	6516,00	0,00	6190,20	322,54	3,26	2,65	17267,40	0,00	16404,03	854,74	8,63
TPG	88,00	110,00	22,00	55,00	H	0,00	0,95	0,05	0,00	7964,00	0,00	7565,80	394,22	3,98	2,65	21104,60	0,00	20049,37	1044,68	10,55
TPG	110,00	120,00	10,00	56,00	H	0,00	0,95	0,05	0,00	3620,00	0,00	3439,00	179,19	1,81	2,65	9593,00	0,00	9113,35	474,85	4,80
TPG	120,00	165,00	45,00	56,00	B	0,00	0,95	0,05	0,00	4088,25	0,00	3883,84	202,37	2,04	2,65	10833,86	0,00	10292,17	536,28	5,42
TCS	165,00	186,23	21,23	56,00	B	0,00	0,95	0,05	0,00	1928,91	0,00	1832,46	95,48	0,96	2,65	5111,61	0,00	4856,03	253,02	2,56
TCS	186,23	255,00	68,77	57,00	B	0,00	0,95	0,05	0,00	6247,59	0,00	5935,21	309,26	3,12	2,65	16556,12	0,00	15728,31	819,53	8,28
TCS	255,00	307,23	52,23	57,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	4120,69	0,00	3914,66	203,97	2,06	2,65	10919,84	0,00	10373,84	540,53	5,46
TCS	307,23	428,23	121,00	58,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	9545,81	0,00	9068,52	472,52	4,77	2,65	25296,39	0,00	24031,57	1252,17	12,65
TCS	428,23	549,24	121,00	59,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	9545,82	0,00	9068,53	472,52	4,77	2,65	25296,41	0,00	24031,59	1252,17	12,65
TCS	549,24	670,24	121,00	60,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	9545,82	0,00	9068,53	472,52	4,77	2,65	25296,41	0,00	24031,59	1252,17	12,65
TCS	670,24	791,24	121,00	61,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	9545,81	0,00	9068,52	472,52	4,77	2,65	25296,39	0,00	24031,57	1252,17	12,65
TCS	791,24	912,24	121,00	62,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	9545,82	0,00	9068,53	472,52	4,77	2,65	25296,41	0,00	24031,59	1252,17	12,65
TCS	912,24	1033,24	121,00	63,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	9545,82	0,00	9068,53	472,52	4,77	2,65	25296,41	0,00	24031,59	1252,17	12,65
TCS	1033,24	1154,24	121,00	64,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	9545,82	0,00	9068,53	472,52	4,77	2,65	25296,41	0,00	24031,59	1252,17	12,65
TCS	1154,24	1275,25	121,00	65,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	9545,81	0,00	9068,52	472,52	4,77	2,65	25296,39	0,00	24031,57	1252,17	12,65
TCS	1275,25	1396,25	121,00	66,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	9545,82	0,00	9068,53	472,52	4,77	2,65	25296,41	0,00	24031,59	1252,17	12,65
TCS	1396,25	1410,00	13,75	67,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	1084,93	0,00	1030,69	53,70	0,54	2,65	2875,08	0,00	2731,32	142,32	1,44
TCS	1410,00	1517,25	107,25	67,00	B	0,00	0,95	0,05	0,00	9743,57	0,00	9256,39	482,31	4,87	2,65	25820,46	0,00	24529,44	1278,11	12,91
TCS	1517,25	1638,25	121,00	68,00	B	0,00	0,95	0,05	0,00	10993,00	0,00	10443,35	544,15	5,50	2,65	29131,44	0,00	27674,87	1442,01	14,57
TCS	1638,25	1660,00	21,75	69,00	B	0,00	0,95	0,05	0,00	1975,93	0,00	1877,14	97,81	0,99	2,65	5236,22	0,00	4974,41	259,19	2,62
TCS	1660,00	1732,00	72,00	69,00	B	0,00	0,95	0,05	0,00	6541,20	0,00	6214,14	323,79	3,27	2,65	17334,18	0,00	16467,47	858,04	8,67
af	1732,00	1740,00	8,00	69,00	B	0,00	0,00	1,00	0,00	726,80	0,00	0,00	726,80	0,00	2,20	1598,96	0,00	0,00	1598,96	0,00

Analyse des matériaux d'excavation et valorisation / Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione

TUNNEL DI INTERCONNESSIONE _ BINARIO PARI																				
Planning				Classe						Volume					Quantità					
Formazione	Da	A	L [m]	Mese	Sezione tipo scavo	Cl1	Cl2	Cl3a	Cl3b	scavo [m ³]	Cl1 [m3]	Cl2 [m3]	Cl3a [m3]	Cl3b [m3]	Peso di volume [t/mc]	scavo [t]	Cl1 [t]	Cl2 [t]	Cl3a [t]	Cl3b [t]
TPG	0,00	14,86	14,86	51,00	A	0,00	0,95	0,05	0,00	2332,89	0,00	2216,25	115,48	1,17	2,65	6182,17	0,00	5873,06	306,02	3,09
TPG	14,86	36,86	22,00	52,00	A	0,00	0,95	0,05	0,00	3454,00	0,00	3281,30	170,97	1,73	2,65	9153,10	0,00	8695,45	453,08	4,58
TPG	36,86	58,86	22,00	53,00	A	0,00	0,95	0,05	0,00	3454,00	0,00	3281,30	170,97	1,73	2,65	9153,10	0,00	8695,45	453,08	4,58
TPG	58,86	65,00	6,14	54,00	A	0,00	0,95	0,05	0,00	964,11	0,00	915,90	47,72	0,48	2,65	2554,88	0,00	2427,14	126,47	1,28
TPG	65,00	80,86	15,86	54,00	B	0,00	0,95	0,05	0,00	1440,81	0,00	1368,77	71,32	0,72	2,65	3818,14	0,00	3627,23	189,00	1,91
TPG	80,86	102,86	22,00	55,00	B	0,00	0,95	0,05	0,00	1998,70	0,00	1898,77	98,94	1,00	2,65	5296,56	0,00	5031,73	262,18	2,65
TPG	102,86	115,00	12,14	56,00	B	0,00	0,95	0,05	0,00	1102,99	0,00	1047,84	54,60	0,55	2,65	2922,93	0,00	2776,78	144,68	1,46
TPG	115,00	124,86	9,86	56,00	A	0,00	0,95	0,05	0,00	1547,88	0,00	1470,48	76,62	0,77	2,65	4101,88	0,00	3896,78	203,04	2,05
TPG	124,86	146,86	22,00	57,00	A	0,00	0,95	0,05	0,00	3454,03	0,00	3281,33	170,97	1,73	2,65	9153,18	0,00	8695,52	453,08	4,58
TPG	146,86	165,00	18,14	58,00	A	0,00	0,95	0,05	0,00	2848,09	0,00	2705,69	140,98	1,42	2,65	7547,44	0,00	7170,07	373,60	3,77
TCS	165,00	229,00	64,00	58,00	A	0,00	0,95	0,05	0,00	10048,00	0,00	9545,60	497,38	5,02	2,65	26627,20	0,00	25295,84	1318,05	13,31
TCS	229,00	249,01	20,01	58,00	C	0,00	0,95	0,05	0,00	6944,89	0,00	6597,65	343,77	3,47	2,65	18403,97	0,00	17483,77	911,00	9,20
TCS	249,01	310,00	60,99	59,00	C	0,00	0,95	0,05	0,00	21162,11	0,00	20104,00	1047,52	10,58	2,65	56079,58	0,00	53275,61	2775,94	28,04
TCS	310,00	325,00	15,00	60,00	C	0,00	0,95	0,05	0,00	5205,00	0,00	4944,75	257,65	2,60	2,65	13793,25	0,00	13103,59	682,77	6,90
TCS	325,00	450,00	125,00	60,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	9861,25	0,00	9368,19	488,13	4,93	2,65	26132,31	0,00	24825,70	1293,55	13,07
TCS	450,00	612,02	162,02	61,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	12781,66	0,00	12142,57	632,69	6,39	2,65	33871,39	0,00	32177,82	1676,63	16,94
TCS	612,02	733,02	121,00	62,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	9545,82	0,00	9068,53	472,52	4,77	2,65	25296,41	0,00	24031,59	1252,17	12,65
TCS	733,02	854,02	121,00	63,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	9545,81	0,00	9068,52	472,52	4,77	2,65	25296,39	0,00	24031,57	1252,17	12,65
TCS	854,02	887,00	32,98	64,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	2601,65	0,00	2471,57	128,78	1,30	2,65	6894,37	0,00	6549,65	341,27	3,45
TCS	887,00	962,00	75,00	64,00	G	0,00	0,95	0,05	0,00	5976,75	0,00	5677,91	295,85	2,99	2,65	15838,39	0,00	15046,47	784,00	7,92
TCS	962,00	975,02	13,02	64,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	1027,42	0,00	976,05	50,86	0,51	2,65	2722,65	0,00	2586,52	134,77	1,36
TCS	975,02	1030,00	54,98	65,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	4337,10	0,00	4120,25	214,69	2,17	2,65	11493,33	0,00	10918,66	568,92	5,75
TCS	1030,00	1096,02	66,02	65,00	G	0,00	0,95	0,05	0,00	5261,52	0,00	4998,45	260,45	2,63	2,65	13943,04	0,00	13245,89	690,18	6,97
TCS	1096,02	1105,00	8,98	66,00	G	0,00	0,95	0,05	0,00	715,23	0,00	679,46	35,40	0,36	2,65	1895,35	0,00	1800,58	93,82	0,95
TCS	1105,00	1217,03	112,03	66,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	8837,77	0,00	8395,88	437,47	4,42	2,65	23420,09	0,00	22249,09	1159,29	11,71
TCS	1217,03	1338,03	121,00	67,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	9545,81	0,00	9068,52	472,52	4,77	2,65	25296,39	0,00	24031,57	1252,17	12,65
TCS	1338,03	1459,03	121,00	68,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	9545,81	0,00	9068,52	472,52	4,77	2,65	25296,39	0,00	24031,57	1252,17	12,65
TCS	1459,03	1580,03	121,00	69,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	9545,90	0,00	9068,61	472,52	4,77	2,65	25296,64	0,00	24031,81	1252,18	12,65
TCS	1580,03	1620,00	39,97	70,00	F	0,00	0,95	0,05	0,00	3153,06	0,00	2995,41	156,08	1,58	2,65	8355,61	0,00	7937,83	413,60	4,18
TCS	1620,00	1701,03	81,03	70,00	B	0,00	0,95	0,05	0,00	7361,81	0,00	6993,72	364,41	3,68	2,65	19508,80	0,00	18533,36	965,69	9,75
TCS	1701,03	1822,03	121,00	71,00	B	0,00	0,95	0,05	0,00	10993,00	0,00	10443,35	544,15	5,50	2,65	29131,44	0,00	27674,87	1442,01	14,57
TCS	1822,03	1943,04	121,00	72,00	B	0,00	0,95	0,05	0,00	10992,99	0,00	10443,34	544,15	5,50	2,65	29131,41	0,00	27674,84	1442,00	14,57
TCS	1943,04	1950,00	6,96	73,00	B	0,00	0,95	0,05	0,00	632,71	0,00	601,07	31,32	0,32	2,65	1676,67	0,00	1592,84	83,00	0,84

Analyse des matériaux d'excavation et valorisation / Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione

BILANCIO TOTALE DEI MATERIALI DI SCAVO										
Opera	Quantità					Volume				
	SCAVO [t]	Cl1 [t]	Cl2 [t]	Cl3a [t]	Cl3b [t]	SCAVO [m ³]	Cl1 [m ³]	Cl2 [m ³]	Cl3a [m ³]	Cl3b [m ³]
Tunnel di Base	4.629.175	2.197.276	444.287	1.708.179	279.433	1.780.569	829.161	167.655	644.596	105.446
Settore della Maddalena	1.324.616	725.677	79.610	493.966	25.363	502.082	273.840	30.041	188.629	9.572
Tunnel di Interconnessione	1.378.242	-	1.234.936	142.764	543	520.215	-	466.013	53.996	205
TOTALE OPERE SOTTERRANEO	7.332.032	2.922.952	1.758.832	2.344.909	305.339	2.802.866	1.103.001	663.710	887.221	115.223
Fabbisogni totali	5.671.836	2.771.836	2.900.000	-	-	-	-	-	-	-
Bilancio	1.660.196	151.116	-1.141.168	2.344.909	305.339	-	-	-	-	-
deficit iniziale aggregati	-	33.409	-	-	-	-	-	-	-	-
disponibilità per rilevati	-	-	1.715.453	-	-	-	-	-	-	-
Deficit rilevati	-	-	-1.184.547	-	-	-	-	-	-	-
Surplus materiali	-	184.525	43.379	2.344.909	305.339	-	-	-	-	-
				2.388.288						
		possibile utilizzo per rilevati		Interventi di recupero ambientale		Stoccaggio in sotterraneo (r. amiantifere = 219.638 t) e invio a discarica per rifiuti pericolosi (r. contenenti As = 85.701 t)				

10. Allegato 5: risultati dello studio per la valorizzazione del marino dell'APR2006

Di seguito sono riportati i risultati dello studio per la valutazione delle possibilità di utilizzo del marino per la produzione di aggregati per calcestruzzo

Analyse des matériaux d'excavation et valorisation / Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione

	Foraggio				Formazione	Pm	Point Load				Frantumabilità / Abrasività AFNOR		Componenti inadeguati frazione		Foto sabbia	Analisi microscopica					Microbar dim. [%]	Coefficiente di assorbimento Frazione		Classificazione		Coefficiente valorizzazione									
	N _i	de [m]	" [m]	Leng. Prov. [cm]			perpendi. [N/mm]	parallelo [N/mm]	Grado di anisotropia	isotropo [N/mm]	AFNOR ABR	AFNOR BR [%]	0.25/0.5 [p-%]	1/4 [p-%]		[Vol-%]	[Vol-%]	[Vol-%]	[Vol-%]	[Vol-%]		s*	alto	basso	duro	molle	<4mm [%]	>4mm [%]	Cl 1	Cl 2	D+B	TBM			
																																	Cl 3a	Cl 3b	
Tunnel di Base	F41	151.0	151.4	40	eFg	6'050	-	-	-	7.4	1394	39.4	5.4	4.1	X	83	3	13	1			s*	alto	alto	duro	0.18	0.4	0.3					0.70		
	F81	753.6	754.0	40	jmCM	9'660	6.0	0.2	30.0	-	108	41.1																							
	F53bis	556.0	556.6	60	jmC	9'820	-	-	-	4.4	1	40.9							98	2			s*	basso	basso	molle								0.70	0.70
	F19	440.6	441.1	50	hE	11'020	3.9	1.2	3.3	-	92	36.4																							
	F58	912.4	912.7	30	hBO	16'020	9.6	1.0	9.6	-	276	44.5																							
	F68	1097.5	1097.9	40	hBO	17'170	-	-	-	7.9	1036	36.2	6.9	4.8																				0.40	0.30
	F54	943.5	943.8	30	hBO	18'500	6.4	1.4	4.6	-	174	42.2																							
	F32	698.8	699.4	60	hLP	19'520	10.1	0.8	12.6	-	640	65.7																							
	F13	600.6	601.0	40	hLP	19'880	11.4	2.6	4.4	-	808	44.7	8.1	5.6	X	85	14		1			s*	alto	alto	duro	0.23	0.3	0.2					0.50	0.35	
	F55	799.4	799.8	40	hLP	20'870	5.4	0.5	10.8	-	1018	52.1																							
	F72bis	565.5	566.0	50	hF	22'170	7.2	0.3	24.0	-	1164	55.4																							
	F14	898.8	899.3	50	IG	25'270	-	-	-	5.3	206	37.2	1.4	1.7 (Anhy)	X	8	4	37	1	50 (Anidrite)	no	da verificare	basso	molle											
	F64	1210.4	1210.8	40	r4Cg	27'330	7.5	0.6	12.5	-	950	58.7																							
	F24	262.7	263.2	50	r4	29'880	2.0	0.3	6.7	-	882	61.8																							
	F11	595.0	595.5	50	SV	30'740	6.1	2.0	3.1	-	1036	46.1																						0.30	0.20
	F21	624.8	625.2	40	SV	30'750	5.9	1.0	5.9	-	828	50.1																							
	F22	641.0	641.5	50	r4	31'130	6.5	0.5	13.0	-	802	42.6																							
	F10	481.5	482.3	80	r4	31'670	4.4	2.4	1.8	-	974	44.8	29.4	9.4	X	74	23		3			verificare	verificare	alto	semi-duro	0.16	0.8	0.4					0.30	0.20	
	F80	450.1	450.4	30	SV	32'140	4.9	1.0	4.9	-	1000	60.2																							
	F33	374.7	375.0	30	r4Cg	32'210	5.5	1.0	5.5	-	702	42.3																							
	F17	483.0	483.7	70	SV	32'330	3.3	2.4	1.4	-	852	47.2	20.3	10.2	X	67	27	5	1			verificare	verificare	alto	semi-duro	0.08	0.6	0.9					0.40	0.35	
	F56	478.7	479.2	50	SV	32'410	5.9	2.5	2.4	-	1254	51.1	6.7	4.5	X	89	10	1				s*	alto	alto	semi-duro	0.20	0.6	0.2					0.30	0.20	
	F37	53.6	53.9	40	r4Cg	Modane D.	3.5	0.7	5.0	-	714	64.9																							
	Avrieux	1114.6	1114.9	30	tcD	32'680	-	-	-	4.1	68	69.2																						0.65	0.65
	Avrieux	1769.5	1769.8	30	ID	32'800	-	-	-	4.5	222	41.9							100			s*	basso	basso	molle								0.65	0.65	
	F67	1007.0	1007.5	50	c-e	35'260	2.8	0.4	7.0	-	200	61.8																							
	F31	1064.0	1064.7	70	tcD	35'370	4.7	2.0	2.4	-	112	41.6																						0.65	0.50
	F48bis	1295.4	1295.9	50	ID	37'940	3.2	0.2	1.4	-	58	63.2																						0.65	0.60
Etache	1955.0	1955.2	20	tQ	40'790	-	-	-	3.8	1960	38.7	1.4	1.9	X	96	3	1				s*	alto	alto	duro	0.20	0.1	0.1					0.65	0.50		
F16	1359.3	1360.0	70	SC	44'060	6.6	3.5	1.9	-	722	38.0	16.3	7.2	X	59	21	4	1	15 (veri)	s*	verificare	alto	duro									0.65	0.50		
S4	747.4	747.8	40	SC	51'760	9.0	5.0	1.8	-	760	31.3	25.3	6.8	X	56	32	4	2	6	verificare	verificare	alto	duro									0.65	0.50		
S5	908.0	908.7	70	Mam	53'810	5.9	4.3	1.4	-	1158	38.8	13.7	6.3	X	83	13	3	1		s*	verificare	alto	duro	0.06	0.1	0.4					0.65	0.50			
S6bis	369.0	369.5	50	Gam	55'310	5.4	2.7	2.0	-	360	41.1	9.4	5.6	X	7	20	20	5	48 (matrix)	verificare	verificare	basso	semi-duro								0.65	0.50			
S12	298.0	298.5	50	gc-t	55'530	2.6	0.5	5.2	-	636	45.6																								

Tabella 1 Risultati delle prove di laboratorio condotte su campioni di carote di sondaggio eseguite per la valutazione dell' idoneità all' utilizzo dei materiali di scavo per la produzione di aggregati per calcestruzzo (rif. APRB2TS20065). Il rettangolo in rosso identifica i sondaggi che attraversano le litologie attese per lo scavo del Tunnel di Base sul Lato Italia (Etache: quarziti micacee QSE [tQ in tabella]; F16 e S4: micascisti di Clarea CL [SC in tabella]; S5, gneiss d' Ambin AMD [Gam in tabella]; S6bis: Gneiss albitici passanti a micascisti quarzosi AMD [Mam in tabella]; S12: gneiss di Charbonnel GCK [gc-t in tabella])

Le classi di valorizzazione alle quali sono state attribuite le formazioni interessate dalle attività di scavo del Tunnel di Base per la tratta italiane e i relativi coefficienti di valorizzazione (in funzione della tecnica di scavo) sono sintetizzate nella tabella seguente.

Formazione	Classe di valorizzazione	Coefficiente di valorizzazione per la produzione di aggregati per calcestruzzo	
		D&B	Scavo meccanizzato
CL	C11	0,65	0,50
AMC	C11	0,65	0,50
QSE	C11	0,65	0,50
AMD	C11	0,65	0,50
GCK	C12	0,00	0,00

Tabella 2 – Sintesi delle classi di valorizzazione e dei coefficienti di valorizzazione delle formazioni attese per lo scavo del Tunnel di Base nella tratta italiana (dati APR2006).

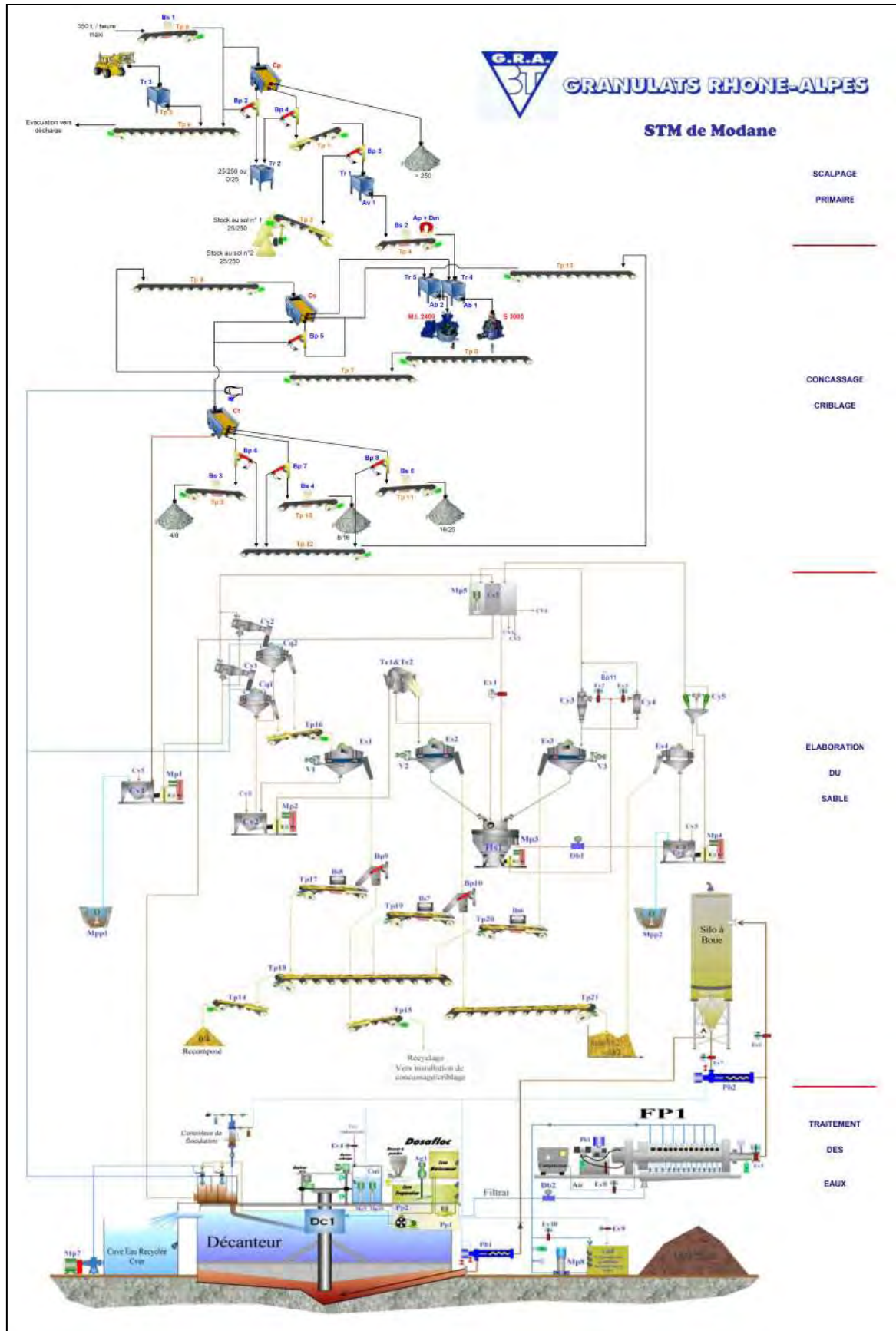
Nel corso del progetto preliminare della NLTL sono stati analizzati dei campioni prelevati da affioramenti relativi alle formazioni interessate dallo scavo del Tunnel del'Orsiera e riferibili all'attuale configurazione progettuale al Tunnel di Interconnessione (le formazioni sono evidenziate dal rettangolo rosso della tabella seguente). Di seguito si riporta una sintesi dei risultati ottenuti.

Analyse des matériaux d'excavation et valorisation / Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione

	Codice campione	Pk approssimativa di superficie	Litologia	Point Load		Indice anisotropia (Mpa)	Frantumabilità/Abrasività		Prova Los Angeles (%)	Assorbimento d'acqua (%)	Analisi chimica (%)			Mica (%)	Calssificazione		Coefficiente valorizzazione	
				Perpendicolare	Parallelo		ABR	BR			SO3	Cl-	S--		C1		D+B	TBM
															C2			
				C13a	C13b													
TUNNEL DELL'ORSIERA	DGL-01	66+500	DGL	6,07	4,96	1,22	1180	59,5	36	0,70	< 0,05	< 0,04	0,0002	18			0,7	
	DGL-02	67+000	DGL	5,88	5,16	1,14	1140	61,5	38	1,00	< 0,05	< 0,04	< 0,0001	24			0,7	
	DGP-01	68+000	DGP	3,07	4,06	0,76	1240	65,6	41	0,90	< 0,05	< 0,04	0,0003	8			0,7	
	DMS-01	68+000	DMS	4,42	2,02	2,19	1380	62,9	40	1,20	< 0,05	< 0,04	0,0006	33			0,5	
	IMC-01	-	IMC	3,83	3,26	1,17	300	68,8	41	1,70	< 0,05	< 0,04	< 0,0001	4			0,5	
	TCS-01	65+000	TCS	2,09	1,50	1,4	380	71,7	49	1,20	< 0,05	< 0,04	0,0003	35				
	TCS-02	64+500	TCS	2,43	1,41	1,72	400	59,5	40	1,90	< 0,05	< 0,04	< 0,0001	27				
	TPG-01	-	TPG	5,06	4,42	1,14	1200	56,8	36	1,20	< 0,05	< 0,04	< 0,0001	16		0,5		

Tabella 3 – Sintesi delle classi di valorizzazione e dei relativi coefficienti di valorizzazione previste dal progetto preliminare della NLTL per le formazioni interessate dallo scavo del Tunnel di Interconnessione (rif. PP2C3B0060B)

11. Allegato 6: schema funzionale della stazione di trattamento e valorizzazione del materiale di scavo di Modane



12. Allegato 7

Il compendio delle esperienze derivate dai progetti di realizzazione di opere in sotterraneo in ambiente alpino è riportato nel documento allegato al presente elaborato:
PD2GVMJBD0000A

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESEPARTE IN TERRITORIO ITALIANO – PROGETTO IN VARIANTE
(OTTEMPERANZA ALLA PRESCRIZIONE N. 235 DELLA DELIBERA CIPE 19/2015)

CUP C11J0500030001

GEOLOGIE – GEOLOGIA

GENERAL – GENERALE

GESTION DES MATERIAUX D'EXCAVATION – GESTIONE DEL MATERIALE DI SCAVO
DOCUMENT COTE ITALIE – DOCUMENTI LATO ITALIAAnalyse des matériaux d'excavation et valorisation (Annexe 7) – Analisi dei materiali di scavo e
valorizzazione (Allegato 7)

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	30/11/2012	Première diffusion / Prima emissione	D. MURGESE / D. TESTA (SEA)	R. TORRI C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
A	31/01/2013	Révision suite aux commentaires LTF / Revisione a seguito commenti LTF	D. MURGESE / D. TESTA (SEA)	R. TORRI C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
B	05/02/2013	Passage status AP/ Passaggio stato AP	D. MURGESE / D. TESTA (SEA)	R. TORRI C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
C	05/01/2017	Pemière émission phase PRF-PRV / Prima emissione fase PRF-PR	A. RIELLA (GEODATA)	A. EUSEBIO C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
D	21/03/2017	Reception observations TELT / Recepimento osservazioni TELT	A. RIELLA (GEODATA)	A. EUSEBIO C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
E	14/04/2017	Reception observations TELT / Recepimento osservazioni TELT	A. RIELLA (GEODATA)	A. EUSEBIO C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
F	05/05/2017	Reception observations TELT / Recepimento osservazioni TELT	A. RIELLA (GEODATA)	A. EUSEBIO C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI

CODE DOC	P	R	V	C	3	B	T	S	3	0	0	8	5	F
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero				Indice

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3B	//	//	00	04	03	10	02

ECHELLE / SCALA

-



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 0343956952
Propriété TELT Tous droits réservés – Proprietà TELT Tutti i diritti riservati



Analyse des matériaux d'excavation et valorisation – Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione

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
REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO
CUP C11J05000030001

LA GESTION ET LA VALORISATION DES MATERIAUX D'EXCAVATION
G V M E - 50 années de pratique - RETOUR D'EXPERIENCE en 2012
LA GESTIONE E LA VALORIZZAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO - G V M S
50 anni di pratica – RITORNO DI ESPERIENZA nel 2012

Indice	Date / Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Validé par / Validato da
0	16.10.12	1 ^{ère} émission	J. Burdin		
A	4.01.13	Intégrations observations LTF et traduction en italien			

N° Doc	P	D	2	G	V	M	J	B	D	0	0	0	0	A	A	P	N	O	T
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero				Indice	Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED
INDIRIZZO GED



LTF sas - 1091 Avenue de la Boisse –BP 80631 - F-73006 CHAMBERY CEDEX (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 LTF Tous droits réservés - Proprietà LTF Tutti i diritti riservati



SOMMAIRE

1. OBJET	4
2. HISTORIQUE	5
3. QUELQUES EXEMPLES ANCIENS	6
3.1 Aménagement EDF de BISSORTE, adductions de NEUVACHE, fenêtre des CORNIONS.....	6
3.2 Aménagement EDF du MONT CENIS, galerie d'amenée, fenêtre du SUFFET	6
3.3 Aménagement EDF du MONT CENIS, galerie d'amenée, fenêtre du SAINTE ANNE	7
4. LES GRANDES RÉFÉRENCES INDUSTRIELLES.....	8
4.1 Tunnel du MONT BLANC.....	8
4.2 Aménagement de GRAND MAISON EDF-Galerie d'amenée, fenêtre de VILETTE	8
4.3 Aménagement de CLEUSON-DIXENCE EOS/ALPIQ – Galerie d'amenée, fenêtre du CHARGEUR.....	8
4.4 Tunnel d'ORELLE SFTRF.....	9
4.5 Tunnel de base du LOETSCHBERG BLS AT – Attaque Sud RARON et attaque intermédiaire de FERDEN [2] & [3].....	9
4.6 Tunnel de base du LOETSCHBERG BLS AT – Attaque Nord de FRUTIGEN et attaque intermédiaire de MITHOLZ [2] & [3].....	9
4.7 Tunnel de base du GOTTHARD ATG – Attaque Nord AMSTEG/ERSTFELD	10
4.8 Tunnel de base du GOTTHARD ATG – Attaque centrale SEDRUN10	
4.9 Tunnel de base du GOTTHARD ATG – Attaque Sud BODIO/FAIDO [4].....	10
4.10 Tunnel de base de la NLTL LTF – Descenderie de MODANE – Station expérimentale	11
4.11 Tunnel du CENERI ATG – Attaque centrale de SIGIRINO.....	11
4.12 Tunnel de base du BRENNER BBT.....	11
4.13 Aménagement de LINTH LIMMERN NOK.....	12
4.14 Aménagement de NANT de DRANCE ALPIQ	12
4.15 Aménagement du HONGRIN LEMAN + ALPIQ	12

INDICE

1. OGGETTO	4
2. STORIA.....	5
3. ALCUNI ESEMPI DEL PASSATO	6
3.1 Impianti EDF di BISSORTE, derivazioni di NEUVACHE, finestra dei CORNIONS	6
3.2 Impianti EDF del MONCENISIO, galleria di accesso, finestra del SUFFET	6
3.3 Impianti EDF del MONCENISIO, galleria di accesso, finestra del SAINTE ANNE	7
4. I GRANDI RIFERIMENTI INDUSTRIALI.....	8
4.1 Traforo del MONTEBIANCO.....	8
4.2 Impianti di GRAND MAISON EDF – Galleria di accesso, finestra di VILETTE	8
4.3 Impianti di CLEUSON-DIXENCE EOS/ALPIQ – Galleria di accesso, finestra del CHARGEUR.....	8
4.4 Galleria d'ORELLE SFTRF	9
4.5 Tunnel di base del LOETSCHBERG BLS AT – Attacco Sud RARON e attacco intermedio di FERDEN [2] & [3].....	9
4.6 Tunnel di base del LOETSCHBERG BLS AT – Attacco Nord di FRUTIGEN e attacco intermedio di MITHOLZ [2] & [3].....	9
4.7 Tunnel di base del GOTTARDO ATG – Attacco Nord AMSTEG/ERSTFELD	10
4.8 Tunnel di base del GOTTARDO ATG – Attacco centrale SEDRUN10	
4.9 Tunnel di base del GOTTARDO ATG – Attacco Sud BODIO/FAIDO [4].....	10
4.10 Tunnel di base della NLTL LTF – Discenderia di MODANE – Stazione sperimentale	11
4.11 Galleria del CENERI ATG – Attacco centrale di SIGIRINO	11
4.12 Tunnel di base del BRENNERO BBT.....	11
4.13 Impianti di LINTH LIMMERN NOK	12
4.14 Impianti di NANT de DRANCE ALPIQ.....	12
4.15 Impianti dello HONGRIN LEMAN + ALPIQ	12

La gestion et la valorisation des matériaux d'excavation

4.16 Aménagement de LAVEY + SIL.....	12
4.17 Aménagement de GRIMSEL 3 KWO	13
4.18 Aménagement de GAVET EDF	13
5. Tableau récapitulatif	14
6. EVOLUTION DE LA TECHNIQUE, DES EXIGENCES CONTRACTUELLES ET DES MARCHES	16
7. CONCLUSION.....	17

La gestione e la valorizzazione dei materiali di scavo

4.16 Impianti di LAVEY + SIL.....	12
4.17 Impianti di GRIMEL 3 KWO	13
4.18 Impianti di GAVET EDF.....	13
5. Tabella riassuntiva	14
6. EVOLUZIONE DELLA TECNICA, DELLE ESIGENZE CONTRATTUALI E DEI MERCATI	16
7. CONCLUSIONE	17

1. OBJET

Cette note constitue en une présentation de différents retours d'expérience enregistrés après la réalisation de plusieurs chantiers terminés ou en cours d'exécution au moment de la rédaction de cette note. Elle prend toute son importance au moment où les grandes orientations de réalisation doivent être prises pour donner aux états français et italiens tous les éléments nécessaires à la définition de la partie transfrontalière de la liaison Lyon-Turin et transmettre ensuite les éléments à inclure dans les futurs appels d'offre du tunnel de base Maurienne/Ambin.

Cette note n'est probablement pas exhaustive mais traite des principales expériences de valorisation pour des ouvrages aux terrains similaires à ceux que rencontrera le futur tunnel de base.

1. OGGETTO

Questa nota consiste nella presentazione di diversi ritorni di esperienza registrati dopo la realizzazione di più cantieri, ultimati o in corso di esecuzione al momento della redazione della stessa. Questa nota diventa rilevante nel momento in cui si dovranno definire i maggiori orientamenti per la realizzazione allo scopo di fornire agli Stati italiano e francese tutti gli elementi necessari per la definizione della parte transfrontaliera del collegamento Torino – Lione e trasmettere quindi gli elementi da includere nei futuri capitolati del tunnel di base Maurienne / Ambin.

E' probabile che questa nota non sia esauriente, tuttavia tratta delle maggiori esperienze di valorizzazione per opere i cui terreni sono simili a quelli che saranno incontrati dal futuro tunnel di base.

2. HISTORIQUE

La valorisation des MATEX (MATériaux d'EXcavation), matériaux provenant de l'excavation d'ouvrages souterrains, n'est pas une démarche à proprement parler très récente. Elle a été pendant quelques années nécessaire et indispensable pour construire des ouvrages sur des sites difficiles d'accès où l'approvisionnement en granulats pour béton était compliqué, voire impossible. Cela a été notamment le cas pour tous les ouvrages de défense qui ont été construits sur les chaînes de montagne frontalières au début du siècle dernier.

Elle prend toute sa dimension aujourd'hui avec les nouvelles réglementations environnementales visant à protéger les sites confrontés au stockage définitif des matériaux extraits, à économiser la ressource en matière première pour la construction en transformant les matériaux extraits en produits utilisables et à diminuer le flux de mouvements de matériaux et les transports correspondants.

Enfin elle fait aujourd'hui partie intégrante des grands projets et constitue un paramètre décisionnel pour obtenir les autorisations de construire.

Pour chacun des exemples traités, il est précisé, quand les données sont disponibles :

- les années de réalisations de l'ouvrage ;
- les caractéristiques de l'ouvrage (longueur, section, etc...) ;
- les MATEX, leur mode d'excavation et la quantité produite ;
- les traitements appliqués aux MATEX ;
- la production en granulats pour béton et en béton associé ;
- la nécessité ou non de compléter la production par des apports extérieurs ;
- le mode contractuel choisi pour la valorisation, à savoir contrat intégré au contrat de Génie Civil ou contrat indépendant.

2. STORIA

La valorizzazione dei "MATEX" (MATeriali di scavo), che provengono dallo scavo di opere sotterranee, non è un approccio che si possa propriamente definire molto recente. Per alcuni anni la valorizzazione è stata necessaria e indispensabile per costruire opere su dei siti di accesso difficile dove l'approvvigionamento di inerti per calcestruzzo era complicato o addirittura impossibile. E' stato il caso in particolare per tutte le opere difensive che sono state costruite sulle catene montuose frontaliere all'inizio del secolo scorso.

Oggi, questa valorizzazione prende tutta la sua dimensione con la nuova normativa ambientale che mira a proteggere i siti confrontati con lo stoccaggio definitivo dei materiali estratti, a risparmiare le risorse di materie prime per la costruzione trasformando i materiali estratti in prodotti utilizzabili e a ridurre il flusso dei movimenti di materiali nonché i relativi trasporti.

Infine, oggi, la stessa fa parte integrante dei grandi progetti e costituisce un parametro decisionale per ottenere le autorizzazioni per costruire.

Per ciascuno degli esempi trattati viene precisato quando i dati sono disponibili:

- L'anno di realizzazione dell'opera;
- Le caratteristiche dell'opera (lunghezza, sezione, ecc.);
- I MATEX, il relativo metodo di scavo e la quantità prodotta;
- I trattamenti applicati ai MATEX;
- La produzione di inerti per calcestruzzo e del calcestruzzo stesso;
- La necessità o meno di completare la produzione con apporti esterni;
- Il modo contrattuale scelto per la valorizzazione, ossia contratto integrato al contratto Opere Civili o contratto indipendente.

3. QUELQUES EXEMPLES ANCIENS

Les 3 exemples ci-dessous ont été justifiés par des raisons logistiques d'approvisionnement. Ces 3 cas ont été évoqués dans le rapport JB/ALPETUNNEL n° 888 [1].

3.1 Aménagement EDF de BISSORTE, adductions de NEUVACHE, fenêtre des CORNIONS

- ✓ Année de réalisation, 1940 ;
- ✓ MATEX, grès du Houiller, unité de La Praz, abattus à l'explosif. Du fait de l'ancienneté de l'ouvrage, les archives ne font pas état de la quantité de matériaux produits et traités ;
- ✓ Concassage criblage et transformation en granulats pour les bétons fabriqués sur place destinés au revêtement des ouvrages hydraulique ;
- ✓ Excellent comportement, aucun signe d'altération des bétons.

3.2 Aménagement EDF du MONT CENIS, galerie d'amenée, fenêtre du SUFFET

- ✓ Année de réalisation, 1969 ;
- ✓ MATEX, Gneiss et Micascistes d'Ambin, abattus à l'explosif, 950 000 t ;
- ✓ Concassage, criblage et lavage pour transformation en granulats pour les bétons de revêtement de la galerie, 50 000 t de granulats produits pour 25 000 m³ de béton ;
- ✓ Le Module de Finesse trop élevé du sable a nécessité l'approvisionnement de filler calcaire en provenance de la Carrière de Calypso ;
- ✓ Excellent comportement, aucun signe d'altération des bétons.

3. ALCUNI ESEMPI DEL PASSATO

I 3 esempi che seguono sono stati giustificati da motivi logistici di approvvigionamento. Questi tre casi sono stati citati nel rapporto JB/ALPETUNNEL n° 888 [1].

3.1 Impianti EDF di BISSORTE, derivazioni di NEUVACHE, finestra dei CORNIONS

- ✓ Anno di realizzazione: 1940;
- ✓ MATEX, arenarie dello Houiller, unità di La Praz, scavati con esplosivo. Data l'età avanzata dell'opera, non si trova più negli archivi la quantità di materiali prodotti e trattati;
- ✓ Frantumazione, setacciatura e trasformazione in inerti per calcestruzzi fabbricati sul sito e destinati al rivestimento delle opere idrauliche;
- ✓ Ottimo comportamento, nessun segno di alterazione dei calcestruzzi.

3.2 Impianti EDF del MONCENISIO, galleria di accesso, finestra del SUFFET

- ✓ Anno di realizzazione, 1969 ;
- ✓ MATEX, gneiss e micascisti di Ambin, abbattuti con esplosivo, 950 000 t;
- ✓ Frantumazione, setacciatura e lavaggio per trasformazione in inerti per calcestruzzi di rivestimento della galleria, 50 000 t di inerti prodotti per 25 000 mc di calcestruzzo;
- ✓ Il modulo di finezza troppo alto della sabbia ha necessitato l'approvvigionamento di filler calcareo proveniente dalla Cava di Calypso;
- ✓ Ottimo comportamento, nessun segno di alterazione dei calcestruzzi.

3.3 Aménagement EDF du MONT CENIS, galerie d'amenée, fenêtre du SAINTE ANNE

- ✓ Année de réalisation, 1969 ;
- ✓ MATEX, Schistes lustrés et calschistes, abattus à l'explosif, 260 000 t ;
- ✓ Concassage, criblage et lavage pour transformation en granulats pour les bétons de revêtement de la galerie, 30 000 t de granulats produits pour 15 000 m³ de béton ;
- ✓ Le Module de Finesse trop élevé du sable a nécessité l'approvisionnement de filler calcaire en provenance de la Carrière de Calypso ;
- ✓ Excellent comportement, aucun signe d'altération des bétons.

3.3 Impianti EDF del MONCENISIO, galleria di accesso, finestra del SAINTE ANNE

- ✓ Anno di realizzazione, 1969 ;
- ✓ MATEX, scisti lustrés e calcescisti, abbattuti con esplosivo, 260 000 t ;
- ✓ Frantumazione, setacciatura e lavaggio per trasformazione in inerti per calcestruzzi di rivestimento della galleria, 30 000 t di inerti prodotti per 15 000 m³ di calcestruzzo ;
- ✓ Il modulo di finezza troppo alto della sabbia ha necessitato l'approvvigionamento di filler calcareo proveniente dalla Cava di Calypso ;
- ✓ Ottimo comportamento, nessun segno di alterazione dei calcestruzzi.

4. LES GRANDES RÉFÉRENCES INDUSTRIELLES

4.1 Tunnel du MONT BLANC

- ✓ Année de réalisation, 1959 à 1964;
- ✓ Longueur 11 600 m, 5 800 m pour la partie française ;
- ✓ Section excavée à l'explosif de 75 à 86 m² ;
- ✓ MATEX, gneiss et granite à grains grossiers (protogine), 1 350 000 t ;
- ✓ Concassage/criblage pour produire une partie des granulats pour les bétons 0/50 mm du revêtement (épaisseur de 30 à 70 cm), 100 000 t de granulats produits pour 50 000 m³ de béton ;
- ✓ Du sable de l'Arve a été utilisé pour baisser le Module de finesse de sable concassé ;
- ✓ La dalle a été préfabriquée à l'extérieur avec des bétons produits à partir de granulats alluvionnaires de l'Arve ;
- ✓ Marché intégré au marché GC.

4.2 Aménagement de GRAND MAISON EDF-Galerie d'amenée, fenêtre de VILETTE

- ✓ Année de réalisation, 1982 à 1986;
- ✓ Longueur 7 100 m;
- ✓ Section excavée au TBM ouvert, sans pose de voussoirs, 46.5 m² de section ;
- ✓ MATEX, gneiss, 900 000 t ;
- ✓ Concassage/criblage/lavage pour produire les granulats pour les bétons du revêtement (épaisseur de 30 à 40 cm) ;
130 000t de granulats produits pour les 65 000 m³ de béton de la voûte, le radier a été préfabriqué avec des granulats d'autre provenance ;
- ✓ Marché intégré au marché GC.

4.3 Aménagement de CLEUSON-DIXENCE EOS/ALPIQ – Galerie d'amenée, fenêtre du CHARGEUR

- ✓ Année de réalisation, 1994 à 1996;
- ✓ Longueur 6 850 m;
- ✓ Section excavée au TBM ouvert, sans pose de voussoirs, 25 m² de

4. I GRANDI RIFERIMENTI INDUSTRIALI

4.1 Traforo del MONTEBIANCO

- ✓ Anno di realizzazione, 1959-1964 ;
- ✓ Lunghezza 11 600 m, 5 800 per la parte francese;
- ✓ Sezione scavata con esplosivo di 75-86 m²;
- ✓ MATEX, gneiss e granito a grana grossolana (protogina), 1 350 000 t;
- ✓ Frantumazione/ setacciatura per produrre una parte degli inerti per i calcestruzzi 0/50 mm del rivestimento (spessore 30-70 cm), 100 000 t di inerti prodotti per 50 000 m³ di calcestruzzo;
- ✓ Per diminuire il modulo di finezza della sabbia frantumata è stata utilizzata della sabbia dell'Arve;
- ✓ La soletta è stata prefabbricata all'esterno con calcestruzzi prodotti a partire da inerti alluvionali dell'Arve;
- ✓ Contratto integrato al contratto OC.

4.2 Impianti di GRAND MAISON EDF – Galleria di accesso, finestra di VILETTE

- ✓ Anno di realizzazione, 1982-1986 ;
- ✓ Lunghezza 7 100 m;
- ✓ Sezione scavata con TBM aperta, senza messa in opera di conci, sezione di 46.5 m²;
- ✓ MATEX, gneiss, 900 000 t;
- ✓ Frantumazione/ setacciatura /lavaggio per produrre gli inerti per i calcestruzzi di rivestimento (spessore 30-40 cm);
130 000 t di inerti prodotti per i 65 000 m³ di calcestruzzo della calotta; la platea è stata prefabbricata con inerti di altra provenienza;
- ✓ Contratto integrato al contratto OC.

4.3 Impianti di CLEUSON-DIXENCE EOS/ALPIQ – Galleria di accesso, finestra del CHARGEUR

- ✓ Anno di realizzazione, 1994-1996 ;
- ✓ Lunghezza 6 850 m;
- ✓ Sezione di 25 m² scavata con TBM aperta, senza messa in opera di

La gestion et la valorisation des matériaux d'excavation

section ;

- ✓ MATEX, Schistes de Casena et micaschistes, 460 000 t ;
- ✓ Concassage/criblage/lavage pour produire la fraction 5/25 mm des granulats pour les bétons du revêtement, 70 000 t de granulats pour 60 000 m³ de béton ;
- ✓ 50 000 t de sable alluvionnaire ont été importées de la vallée ;
- ✓ Marché intégré au marché GC.

4.4 Tunnel d'ORELLE SFTRF

- ✓ Année de réalisation, 1996 à 1997 ;
- ✓ Longueur 3 585 m ;
- ✓ Section excavée à l'explosif de 120 m² ;
- ✓ MATEX, grès et schistes du Houiller, 1 350 000 t ;
- ✓ Concassage/criblage pour produire des matériaux pour remblai et couche de forme ;
- ✓ Marché dédié.

4.5 Tunnel de base du LOETSCHBERG BLS AT – Attaque Sud RARON et attaque intermédiaire de FERDEN [2] & [3]

- ✓ Année de réalisation, 2000 à 2006 ;
- ✓ Longueur 2x34 500 m, au total 41 000 m pour les attaques Sud ;
- ✓ Section excavée à l'explosif et au TBM ouvert de 85 m² ;
- ✓ MATEX, calcaire, gneiss et granite, 8 650 000 t ;
- ✓ Concassage/criblage/lavage pour produire les 1 900 000 t de granulats 0/16 mm pour les 940 000 m³ de béton nécessaire à l'ensemble des tunnels 80 000 t de matériaux « tout venant » ont été importées pour démarrer le chantier ;
- ✓ Marché dédié.

4.6 Tunnel de base du LOETSCHBERG BLS AT – Attaque Nord de FRUTIGEN et attaque intermédiaire de MITHOLZ [2] & [3]

- ✓ Année de réalisation, 2000 à 2006 ;
- ✓ Longueur 2x34500 m, au total 25 000 m pour les attaques Nord ;

La gestione e la valorizzazione dei materiali di scavo

conci ;

- ✓ MATEX, scisti di Casena e micascisti, 460 000 t ;
- ✓ Frantumazione/ setacciatura /lavaggio per produrre la frazione 5/25 mm degli inerti per i calcestruzzi di rivestimento, 70 000 t di inerti per 60 000 m³ di calcestruzzo ;
- ✓ 50 000 t di sabbia alluvionale sono stati importati dalla valle ;
- ✓ Contratto integrato al contratto OC.

4.4 Galleria d'ORELLE SFTRF

- ✓ Anno di realizzazione, 1996-1997 ;
- ✓ Lunghezza 3 585 m ;
- ✓ Sezione di 120 m² scavata con esplosivo ;
- ✓ MATEX, arenarie e scisti dello Houiller, 1 350 000 t ;
- ✓ Frantumazione/ setacciatura /lavaggio per produrre materiali per rilevato e strato di fondazione ;
- ✓ Contratto dedicato.

4.5 Tunnel di base del LOETSCHBERG BLS AT – Attacco Sud RARON e attacco intermedio di FERDEN [2] & [3]

- ✓ Anno di realizzazione, 2000 – 2006 ;
- ✓ Lunghezza 2 x 34 500 m, in totale 41 000 m per gli attacchi Sud ;
- ✓ Sezione di 85 m² scavata con esplosivo e TBM aperta ;
- ✓ MATEX, calcare, gneiss e granito, 8 650 000 t ;
- ✓ Frantumazione/ setacciatura /lavaggio per produrre 1 900 000 t di inerti 0/16 mm per i 940 000 m³ di calcestruzzo necessari per tutte le gallerie ; sono state importate 80 000 t di materiali “misto cava” per avviare il cantiere ;
- ✓ Contratto dedicato.

4.6 Tunnel di base del LOETSCHBERG BLS AT – Attacco Nord di FRUTIGEN e attacco intermedio di MITHOLZ [2] & [3]

- ✓ Anno di realizzazione, 2000 – 2006 ;
- ✓ Lunghezza 2 x 34 500 m, in totale 25 000 m per gli attacchi Nord ;

La gestion et la valorisation des matériaux d'excavation

- ✓ Section excavée à l'explosif et au TBM de 85 m² moyen ;
- ✓ MATEX, calcaire, schistes et granite, 6 000 000 t ;
- ✓ Concassage/criblage/lavage pour produire les 2 200 000 t de granulats pour les 1 100 000 m³ de béton nécessaire à l'ensemble des tunnels ;
- ✓ Marché dédié.

4.7 Tunnel de base du GOTTHARD ATG – Attaque Nord AMSTEG/ERSTFELD

- ✓ Année de réalisation, 2001 à 2015 ;
- ✓ Longueur 2x57000 m, au total 2x19 000 m pour les attaques Nord ;
- ✓ Section excavée au TBM ouvert de 78 m² et excavation à l'explosif pour les ouvrages techniques ;
- ✓ MATEX, gneiss et granite, 8 000 000 t ;
- ✓ Concassage/criblage/lavage pour produire les 2 400 000 t de granulats pour les 1 200 000 m³ de béton ;
- ✓ Marché dédié.

4.8 Tunnel de base du GOTTHARD ATG – Attaque centrale SEDRUN

- ✓ Année de réalisation, 2001 à 2015 ;
- ✓ Longueur 2x57000 m, au total 2x8 700 m pour SEDRUN ;
- ✓ Section excavée de 85 m², excavation à l'explosif ;
- ✓ MATEX, gneiss et granite, 4 000 000 t ;
- ✓ Concassage/criblage/lavage pour produire les 1 200 000 t de granulats pour les 600 000 m³ de béton ;
- ✓ Elimination du mica par flottation.

4.9 Tunnel de base du GOTTHARD ATG – Attaque Sud BODIO/FAIDO [4]

- ✓ Année de réalisation, 2001 à 2015 ;
- ✓ Longueur 2x57000 m, au total 2x28 700 m pour les attaques Sud ;
- ✓ Section excavée au TBM de 78 m² et excavation à l'explosif pour les ouvrages techniques ;

La gestione e la valorizzazione dei materiali di scavo

- ✓ Sezione di 85 m² in media scavata con esplosivo e TBM aperta;
- ✓ MATEX, calcare, scisti e granito, 6 000 000 t;
- ✓ Frantumazione/ setacciatura /lavaggio per produrre 2 200 000 t di inerti per 1 100 000 m³ di calcestruzzo necessario per tutte le gallerie;
- ✓ Contratto dedicato.

4.7 Tunnel di base del GOTTARDO ATG – Attacco Nord AMSTEG/ERSTFELD

- ✓ Anno di realizzazione, 2001 – 2015 ;
- ✓ Lunghezza 2 x 57 000 m, in totale 2 x 19 000 m per gli attacchi Nord;
- ✓ Sezione di 78 m² scavata con TBM aperta e scavo con esplosivo per le opere tecniche;
- ✓ MATEX, gneiss e granito, 8 000 000 t;
- ✓ Frantumazione/ setacciatura /lavaggio per produrre 2 400 000 t di inerti per 1 200 000 m³ di calcestruzzo;
- ✓ Contratto dedicato.

4.8 Tunnel di base del GOTTARDO ATG – Attacco centrale SEDRUN

- ✓ Anno di realizzazione, 2001 – 2015 ;
- ✓ Lunghezza 2 x 57 000 m, in totale 2 x 8 700 m per SEDRUN;
- ✓ Sezione scavata di 85 m², scavo con esplosivo;
- ✓ MATEX, gneiss e granito, 4 000 000 t;
- ✓ Frantumazione/ setacciatura /lavaggio per produrre 1 200 000 t di inerti per 600 000 m³ di calcestruzzo;
- ✓ Eliminazione della mica tramite il processo di flottation.

4.9 Tunnel di base del GOTTARDO ATG – Attacco Sud BODIO/FAIDO [4]

- ✓ Anno di realizzazione, 2001 – 2015 ;
- ✓ Lunghezza 2 x 57 000 m, in totale 2 x 28 700 m per gli attacchi Sud;
- ✓ Sezione scavata con TBM di 78 m² e scavo con esplosivo per le

La gestion et la valorisation des matériaux d'excavation

- ✓ MATEX, gneiss 12 100 000 t ;
- ✓ Concassage/criblage/lavage pour produire les 3 800 000 t de granulats pour les 1 900 000 m³ de béton ;
- ✓ Teneur en micas élevée perturbant l'ouvrabilité des bétons ;
- ✓ Marché dédié.

4.10 Tunnel de base de la NLTL LTF – Descenderie de MODANE – Station expérimentale

- ✓ Année de réalisation : 2002 à 2006 ;
- ✓ MATEX Explosif 143 000 t : 5 campagnes, Quartzite, calcaire, grès, micaschistes du Permien et du Socle ;
- ✓ Concassage/criblage/lavage pour produire 110 000 t de granulats pour béton avec des coefficients de valorisation allant de 0.86 pour les meilleurs matériaux à 0.38 pour les moins bons. Les bétons produits avec ces granulats d'origine différentes ont tous donné des résultats conformes aux exigences contractuelles ;
- ✓ Marché dédié.

4.11 Tunnel du CENERI ATG – Attaque centrale de SIGIRINO

- ✓ Année de réalisation, 2011 à 2018 ;
- ✓ Longueur 15 400 m, 2 tubes ;
- ✓ Section excavée 78 m² ;
- ✓ MATEX, Ortogneiss, gneiss, Amphibole, 6 900 000 t, TBM et explosif ;
- ✓ Concassage/criblage/lavage pour produire 1 640 000 t de granulats pour les 820 000 m³ de béton du tunnel ;
- ✓ Marché intégré au GC .

4.12 Tunnel de base du BRENNER BBT

- ✓ Année de réalisation, 2011 à 2025
- ✓ Longueur 55 km, 2 tubes ;
- ✓ Section excavée 78 à 85 m² ;
- ✓ MATEX, quartzite, calschistes, gneiss, granite, micaschistes, diorite,

La gestione e la valorizzazione dei materiali di scavo

- opere tecniche;
- ✓ MATEX, gneiss 12 100 000 t;
- ✓ Frantumazione/ setacciatura /lavaggio per produrre 3 800 000 t di inerti per 1 900 000 m³ di calcestruzzo;
- ✓ Alto contenuto di mica che perturba la lavorabilità dei calcestruzzi;
- ✓ Contratto dedicato.

4.10 Tunnel di base della NLTL LTF – Discenderia di MODANE – Stazione sperimentale

- ✓ Anno di realizzazione: 2002 – 2006;
- ✓ MATEX Esplosivo 143 000 t: 5 campagne, quarziti, calcare, arenarie, micascisti del Permiano e del Basamento;
- ✓ Frantumazione / setacciatura / lavaggio per produrre 110 000 t di inerti per calcestruzzo con coefficienti di valorizzazione che vanno da 0.86 per i migliori materiali a 0.38 per quelli meno buoni. I calcestruzzi prodotti con questi inerti di varie origini hanno dato tutti risultati conformi alle richieste contrattuali;
- ✓ Contratto dedicato.

4.11 Galleria del CENERI ATG – Attacco centrale di SIGIRINO

- ✓ Anno di realizzazione, 2011 – 2018;
- ✓ Lunghezza 15 400 m, 2 canne;
- ✓ Sezione scavata 78 m²;
- ✓ MATEX, ortogneiss, gneiss, anfibolo, 6 900 000 t, TBM e esplosivo;
- ✓ Frantumazione / setacciatura / lavaggio per produrre 1 640 000 t di inerti per 820 000 m³ di calcestruzzo per la galleria;
- ✓ Contratto integrato nel contratto OC.

4.12 Tunnel di base del BRENNERO BBT

- ✓ Anno di realizzazione, 2011 – 2025;
- ✓ Lunghezza 55 km, 2 cane;
- ✓ Sezione scavata 78 – 85 m²;
- ✓ MATEX, quarziti, calcescisti, gneiss, granito, micascisti, diorite,

La gestion et la valorisation des matériaux d'excavation

- gabro, 25 000 000 t, TBM et explosif ;
- ✓ Béton 4 000 000 m³, 8 000 000 t de granulats à fournir ;
- ✓ Valorisation en cours. Schéma définitif à préciser.

4.13 Aménagement de LINTH LIMMERN NOK

- ✓ Année de réalisation, 2010 à 2017 ;
- ✓ MATEX, calcaire, 1 200 000 t ;
- ✓ Concassage/criblage/lavage pour produire 400 000 t de granulats pour 200 000 m³ de béton ;
- ✓ Marché intégré au marché GC.

4.14 Aménagement de NANT de DRANCE ALPIQ

- ✓ Année de réalisation, 2010 à 2018 ;
- ✓ MATEX, gneiss, 4 000 000 t, TBM et explosif ;
- ✓ Concassage/criblage/lavage pour produire les 800 000 t de granulats pour 400 000 m³ de béton ;
- ✓ Marché intégré au marché GC.

4.15 Aménagement du HONGRIN LEMAN + ALPIQ

- ✓ Année de réalisation, 2010 à 2018 ;
- ✓ MATEX, calcaire, 250 000 t ;
- ✓ Matériaux vendus ;
- ✓ Concassage/criblage pour produire 150 000 t de granulats pour béton et assises routières.

4.16 Aménagement de LAVEY + SIL

- ✓ Année de réalisation, 2013 à 2018 ;
- ✓ MATEX, gneiss & calcaire, 900 000 t ;
- ✓ Matériaux vendus ;
- ✓ Concassage/criblage/lavage pour produire 540 00 t de granulats.

La gestione e la valorizzazione dei materiali di scavo

- gabro, 25 000 000 t, TBM e esplosivo;
- ✓ Calcestruzzo 4 000 000 m³, 8 000 000 t di inerti da fornire;
- ✓ Valorizzazione in corso. Schema definitivo da precisare.

4.13 Impianti di LINTH LIMMERN NOK

- ✓ Anno di realizzazione, 2010 – 2017;
- ✓ MATEX, calcare, 1 200 000 t;
- ✓ Frantumazione / setacciatura / lavaggio per produrre 400 000 t di inerti per 200.000 m³ di calcestruzzo;
- ✓ Contratto integrato al contratto OC.

4.14 Impianti di NANT de DRANCE ALPIQ

- ✓ Anno di realizzazione, 2010 – 2018;
- ✓ MATEX, gneiss, 4 000 000 t, TBM e esplosivo;
- ✓ Frantumazione / setacciatura / lavaggio per produrre 800 000 t di inerti per 400.000 m³ di calcestruzzo;
- ✓ Contratto integrato al contratto OC.

4.15 Impianti dello HONGRIN LEMAN + ALPIQ

- ✓ Anno di realizzazione, 2010 – 2018;
- ✓ MATEX, calcare, 250 000 t;
- ✓ Materiali venduti;
- ✓ Frantumazione / setacciatura per produrre 150 000 t di inerti per calcestruzzo e piattaforme stradali.

4.16 Impianti di LAVEY + SIL

- ✓ Anno di realizzazione, 2013 – 2018;
- ✓ MATEX, gneiss & calcare, 900 000 t;
- ✓ Materiali venduti;
- ✓ Frantumazione / setacciatura / lavaggio per produrre 540 000 t di inerti.

4.17 Aménagement de GRIMSEL 3 KWO

- ✓ Année de réalisation, 2014 à 2020 ;
- ✓ MATEX, gneiss, granite, 2 100 000 t ;
- ✓ Concassage/criblage/lavage pour produire 380 000 t de granulats pour 190 000 m³ de béton ;
- ✓ Marché intégré au marché GC.

4.18 Aménagement de GAVET EDF

- ✓ Année de réalisation, 2011 à 2017 ;
- ✓ MATEX, gneiss, granite, amphibolite, 650 000 t ;
- ✓ Matériaux vendus ;
- ✓ Concassage/criblage/lavage pour produire 410 000 t de granulats pour bétons hydraulique et bitumineux.

4.17 Impianti di GRIMEL 3 KWO

- ✓ Anno di realizzazione, 2014 – 2020;
- ✓ MATEX, gneiss & granito, 2 100 000 t;
- ✓ Frantumazione / setacciatura / lavaggio per produrre 380 000 t di inerti per 190.000 m³ di calcestruzzo;
- ✓ Contratto integrato al contratto OC.

4.18 Impianti di GAVET EDF

- ✓ Anno di realizzazione, 2011 – 2017;
- ✓ MATEX, gneiss, granito, anfiboldite, 650 000 t;
- ✓ Materiali venduti;
- ✓ Frantumazione / setacciatura / lavaggio per produrre 410 000 t di inerti per calcestruzzo idraulico e bituminoso.

5. Tableau récapitulatif

5. Tabella riassuntiva

Ref.	Ouvrage	Pays	Année	Longueur	Section	Mode	MATEX		VALORISATION		Marché
				tunnel m	Tunnel m ²	Excavation	Qualité	Quantité MATEX kt	Quantité de Granulats produits pour béton kt	% des MATEX	
3.1	BISSORTE - EDF	F	1940			Conv.	Grès		X	-	GC
3.2	MONT-CENIS SUFFET - EDF	F	1969			Conv.	Gneiss+Micaschistes	950	50	5	GC
3.3	MONT-CENIS Ste ANNE - EDF	F	1969			Conv.	Schistes lustrés+Calschistes	260	30	11,5	GC
4.1	MONT-BLANC - STMB	F	1959-1964	11 600	75 à 86	Conv.	Gneiss + Granite (Protogine)	1 350	100	7	GC
4.2	GRAND MAISON VILETTE -EDF	F	1982 - 1986	7 100	46,5	TBM + Conv.	Gneiss	900	130	14,4	GC
4.3	CLEUSON DIXENCE CHARGEUR-EOS	CH	1994 - 1996	6 850	25	TBM	Schistes de Casena + Micaschistes	460	70	15,2	GC
4.4	ORELLE - SFTRF	F	1996 - 1997	3 585	120	Conv.	Grès et schistes du houiller	1 350		Grave	Dédié
4.5	BLS AT RARON + FERDEN	CH	2000 - 2006	2 x 34 500	85	TBM + Conv.	Calcaire + gneiss + granite	8 650	1 900	18,5	Dédié
4.6	BLS AT MITHOLZ + FRUTIGEN	CH	2000 - 2006	2 x 34 500	85	Conv.	Calcaire + Schistes + granite	6 000	2 200	36,7	Dédié
4.7	GOTTHARD AMSTEG+ERSTFELD - ATG	CH	2001 - 2015	2 x 57 000	78	TBM + Conv.	Gneiss + Granite	8 000	2 400	30	Dédié
4.8	GOTTHARD SEDRUN - ATG	CH	2001 - 2015	2 x 57 000	85	Conv.	Gneiss + Granite	4 000	1 200	30	Dédié
4.9	GOTTHARD BODIO + FAIDO - ATG	CH	2001 - 2015	2 x 57 000	78	TBM + Conv.	Gneiss	12 100	3 800	31,4	Dédié
4.10	NLTL MODANE - LTF	F	2002 - 2006	8 500	90	Conv.	Quartzite + Calcaire + Grès + Micaschistes	1 950	110	5,4 80% du total traité	Dédié
4.11	CENERI - ATG	CH	2011 - 2018	2 X 15400	78	TBM + Conv.	Ortogneiss + Gneiss + Amphibole	6 900	1 640	23,7	GC
4.12	BRENNER - BBT	AT - IT	2011 - 2025	2 x 55 000	78 à 85	TBM + Conv.	Quartzite + Calschistes + Granite + Gabro +Micaschistes + Diorite	25 000	8 000	-	à préciser
4.13	LINTH LIMMERN - NOK	CH	2010 - 2017			Conv.	Calcaire	1 200	400	33	GC
4.14	NANT de DRANCE - ALPIQ	CH	2010 - 2018			TBM + Conv.	Gneiss	4 000	800	20	GC
4.15	FMHL + ALPIQ	CH	2010 - 2018			Conv.	Calcaire	250	150	60	Ext.
4.16	LAVEY + SIL	CH	2013 - 2018			Conv.	Calcaire + Gneiss	900	600	66	Ext.
4.17	GRIMSEL 3 - KWO	CH	2014 - 2020			Conv.	Gneiss + Granite	2 100	380	18	GC
4.18	GAVET - EDF	F	2012 - 2017				Gneiss + Granite + Amphibole	650	410	63	Ext.
							TOTAL	86 970	24 370	28	

La gestion et la valorisation des matériaux d'excavation

Plus de 50 années d'expérience acquise en traitant quelques 90 Mio de tonnes de MATEX pour produire 25 Mio de tonnes de granulats, soit un coefficient de valorisation proche de 0.28. (ces chiffres sont probablement en dessous de la vérité car le périmètre d'investigation gagnerait à être élargi).

En regardant un peu plus en détail, il apparaît que la valorisation en granulats pour béton s'est vraiment industrialisée à partir des années 2000, avec la réalisation du tunnel du Loetschberg.

Avant cette première grande traversée alpine, la valorisation en granulats pour béton était de l'ordre de 5 à 15%.

Avec la réalisation des traversées alpines et la volonté de préserver l'environnement par une optimisation de la gestion de la ressource en granulats, la valorisation atteint 20 à 30% sur les projets considérés. Le tunnel de base de la liaison Lyon-Turin se trouve d'ailleurs dans cette fourchette avec une prévision de valorisation en granulats pour béton de l'ordre de 25%.

Dans le cas des projets FMHL, Lavey et Gavet, les matériaux excavés sont quasi-totalement valorisables en granulats pour béton.

La gestione e la valorizzazione dei materiali di scavo

Oltre 50 anni di esperienza acquisita con il trattamento di circa 90 M di tonnellate di MATEX per produrre 25 M di tonnellate di inerti, pari ad un coefficiente di valorizzazione vicino a 0.28 (questi dati sono probabilmente inferiori a quelli reali in quanto il perimetro di investigazione meriterebbe di essere allargato).

Se si guarda più in dettaglio, risulta che la valorizzazione in inerti per calcestruzzo si è realmente industrializzata a partire dagli anni 2000, con la realizzazione della galleria del Loetschberg.

Prima di questo lungo attraversamento alpino, la valorizzazione in inerti per calcestruzzo era dell'ordine del 5 – 15 %.

Con la realizzazione degli attraversamenti alpini e la volontà di salvaguardare l'ambiente mediante un'ottimizzazione della gestione della risorsa inerti, nei progetti considerati la valorizzazione raggiunge il 20 /30 %. Il tunnel di base del collegamento Torino – Lione rientra in questa forbice con una previsione di valorizzazione in inerti per calcestruzzo dell'ordine del 25 %.

Nei casi dei progetti FMHL, Lavey e Gavet, i materiali scavati sono quasi interamente valorizzabili in inerti per calcestruzzo.

6. EVOLUTION DE LA TECHNIQUE, DES EXIGENCES CONTRACTUELLES ET DES MARCHES

Les matériaux concassés produits, matériaux difficiles, ont obligé la technique des bétons à évoluer, tant sur le plan de la rhéologie et des caractéristiques mécaniques que sur le plan physico-chimique.

Ces démarches ont aussi permis de faire évoluer la réglementation et la structure des marchés. Il y a encore beaucoup à faire, notamment pour ce qui concerne la caractérisation « on line » des MATEX, pour exploiter au mieux ces gisements souterrains qu'il est impossible de connaître avec précision avant d'avoir fait le trou.

Il s'agit donc maintenant d'industrialiser la GVME pour lui donner les derniers titres de noblesse qui lui manque ; l'évolution des techniques et du matériel permettront certainement de le faire.

6. EVOLUZIONE DELLA TECNICA, DELLE ESIGENZE CONTRATTUALI E DEI MERCATI

I materiali frantumati prodotti, materiali difficili, hanno costretto la tecnica dei calcestruzzi ad evolvere, sia sul piano della reologia e delle caratteristiche meccaniche che sul piano fisico-chimico.

Questi approcci hanno anche permesso di far evolvere la normativa e la struttura dei mercati. Rimane ancora molto da fare, in particolare per quanto riguarda la caratterizzazione "on line" dei MATEX, per sfruttare al meglio questi giacimenti sotterranei che è impossibile conoscere con precisione prima di aver effettuato lo scavo.

Si tratta adesso dunque di industrializzare la GVMS per darle gli ultimi titoli di nobiltà che le mancano; l'evoluzione delle tecniche e del materiale permetteranno certamente di farlo.

7. CONCLUSION

Les enseignements tirés de ces ouvrages permettent de confirmer définitivement l'intérêt de la GVME pour les travaux du tunnel de base Maurienne/Ambin. Ils permettront de prendre les dispositions relatives à la conception et à la réalisation du projet, propres à optimiser cette valorisation et notamment à réduire au maximum un éventuel déficit en granulats.

L'attention du lecteur de cette note doit être attirée sur le fait que la GVME est étroitement liée au risque géologique avec ses conséquences possibles : réduction de la quantité de granulats produits et augmentation des volumes de matériaux à mettre en dépôt définitif, adaptations normatives et concept de vérification performantielle pour les bétons. Sa mise en application nécessitera une mobilisation permanente de tous les acteurs concernés pour optimiser toutes les étapes de sa réalisation et atteindre le résultat escompté.

7. CONCLUSIONE

Gli insegnamenti tratti da queste opere permettono di confermare definitivamente l'interesse della GVMS per i lavori del tunnel di base Maurienne/Ambin. Permettono di prendere le disposizioni relative alla progettazione e alla realizzazione del progetto, atte ad ottimizzare questa valorizzazione e in particolare a ridurre al massimo un eventuale deficit di inerti.

Si attira l'attenzione del lettore di questa nota sul fatto che la GVMS è strettamente legata al rischio geologico con le sue possibili conseguenze: riduzione della quantità di inerti prodotti ed aumento dei volumi di materiali da mettere in deposito definitivo, adattamenti normativi e concetto di verifica di "performance" per tutti i calcestruzzi. La sua attuazione richiederà una mobilitazione permanente di tutti gli attori interessati per ottimizzare tutte le tappe della sua realizzazione e raggiungere il risultato atteso.