

Gli aggregati riciclati nelle opere edili pubbliche e private: Le opportunità ambientali ed economiche

BEST PRACTICES

Torino, 10 ottobre 2018



AREA LAVORI PUBBLICI

Ing. Matteo Tizzani



La Città Metropolitana di Torino (nata dalla Provincia di Torino con L.56/2014) svolge diverse funzioni di governo del territorio; tra queste una delle principali è la gestione della rete viaria costituita da circa 3050 km di strade, suddivise nel seguente modo (PTC2):

600 km di I° livello (sistema portante della mobilità su gomma a livello regionale e interregionale)

630 km di II° livello (importanza strategica regionale)

1820 km di III° livello (tutte quelle non incluse nelle precedenti)

+ 120 km di strade ex militari non pavimentate

Superficie territoriale: 6.830 kmq – 2.300.000 abitanti

Superficie pavimentazioni stradale: 20.000.000 mq



Oltre alla gestione del patrimonio edilizio dell'Ente costituito da circa 200 edifici di cui 160 a destinazione scolastica, frequentati da più di 88 mila studenti e 3 mila docenti/impiegati:



S.P. 501 "della Reggia"

Circonvallazione di Borgaro – Venaria Reale

Anno di realizzazione 2012

Volumi complessivi dei rilevati 580.000 mc

Lunghezza circa 7 km

2.5 km categoria B2 a carreggiata separata

4.5 km categoria C1

5 rotatorie (1 a livelli sfalsati)

Viadotto sul torrente Stura

L = 610 m

Viadotto sulla linea FS Torino-Ceres

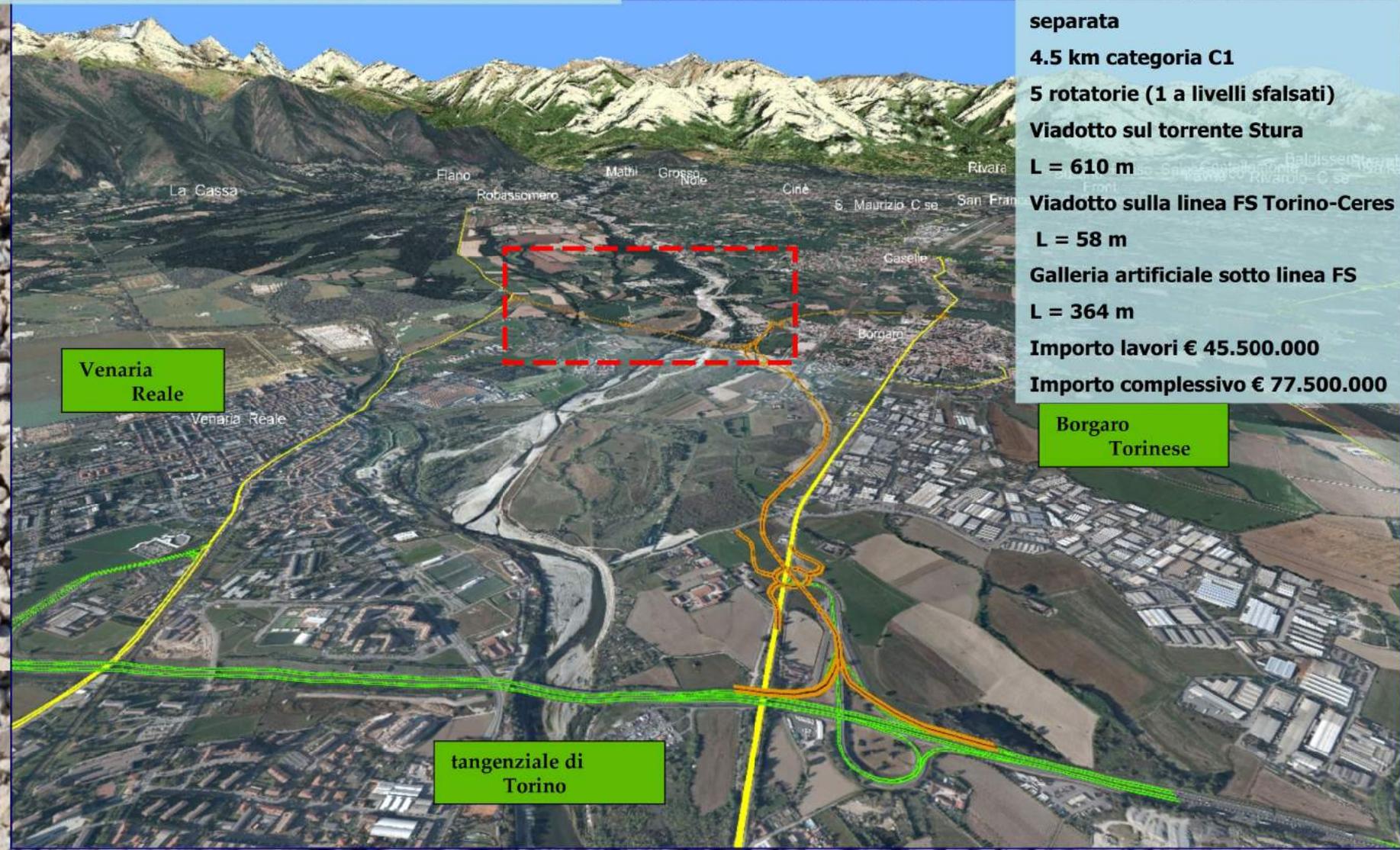
L = 58 m

Galleria artificiale sotto linea FS

L = 364 m

Importo lavori € 45.500.000

Importo complessivo € 77.500.000



Venaria Reale

Borgaro Torinese

tangenziale di Torino

S.P. 501 "della Reggia"

Circonvallazione di Borgaro – Venaria Reale

Volume totale rilevati: 580.000 mc

334.000 mc riciclato da demolizioni

Materiale proveniente da impianti autorizzati per il ritiro e la gestione di prodotti da demolizioni edilizie, opportunamente certificati

6.000 mc riciclato da demolizioni edili in loco

Materiale proveniente dalla demolizione di edifici presenti nelle aree, adeguatamente trattato mediante impianto mobile autorizzato dal Servizio Pianificazione e Gestione Rifiuti, Bonifiche, Sostenibilità Ambientale della Città metropolitana

S.P. 501 "della Reggia"

Circonvallazione di Borgaro – Venaria Reale



SERVIZIO GESTIONE RIFIUTI E BONIFICHE

www.provincia.torino.it



Posizione n. 003636

Spett.le
s.r.l.

e p.c. Egregio Signor
SINDACO del Comune di
(TO)

Spett.le ARPA
Dipartimento Provinciale di Torino
Via Pio VII, 9
10135 TORINO

OGGETTO: Operazioni di recupero di cui all'art. 216 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.
Sede operativa: _____

In riferimento alla comunicazione pervenuta in data 16/05/2008, in merito all'attività di messa in riserva di rifiuti non pericolosi, visto l'esito positivo dell'istruttoria svolta e la regolarità dei versamenti del diritto di iscrizione al Registro, si comunica che:

l'impresa: s.r.l.
sede legale: _____
sede operativa: _____

è iscritta al Registro Provinciale delle Imprese che effettuano attività di recupero con il numero: _____
2008 del 12/05/2008 classe di appartenenza: 2^

per l'attività di messa in riserva di rifiuti non pericolosi, relativamente alle tipologie individuate nel D.M. 5/02/98 di cui all'allegato. Tale iscrizione è efficace a partire dal 12/05/2008.

Si comunica altresì che la comunicazione ha scadenza quinquennale e pertanto dovrà essere rinnovata entro il 12/05/2013, oppure in caso di modifica sostanziale delle operazioni di recupero.

Si rammenta infine che:

- ai sensi dell'art. 3, comma 1 e 2 del D.M.A. 350/98, il versamento del diritto di iscrizione è dovuto su base annuale dal 1° gennaio 1998 e deve essere effettuato entro il 30 aprile di ciascun anno;
- l'iscrizione al Registro di cui all'art. 216 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. può essere sospesa in caso di mancato versamento del diritto di iscrizione nei termini previsti;



s.r.l.

11

UNI EN 13242

Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opera di ingegneria civile e nella costruzione di strade

FRANTUMATO MISTO 0/22

Aggregato di origine alluvionale, a composizione sia silicatica che carbonatica. In ordine di abbondanza si osservano: Quarziti 40% Gneiss 40%, Rocce basiche, Pietre verdi e Serpentiniti 20%. La forma è prevalentemente Angolosa la tessitura Scistosa e Isotropa. Non sono evidenti tracce di alterazione.

Forma dei granuli	FI 35 - SI 40
Granulometria	Aggregato in frazione unica 0/22
Categoria	G _A 85
Massa volumica dei granuli	2,724 Mg/m ³
Pulizia	
Passante al 0,063	f ₃
Qualità delle polveri	SE 79,3% MB 0,39 cm ³ /gr di fine
Percentuale di particelle frantumate	C _{00/3}
Resistenza alla frammentazione/frantumazione	LA 35
Stabilità di volume	-
Absorbimento/suzione di acqua	WA ₂₄ 1
Composizione/contenuto	
Solfati solubili in acido	AS 0,2
Zolfo Totale	S 1
Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento delle miscele legate con leganti idraulici	-
Resistenza all'attrito	-
Rilascio di metalli pesanti mediante lisciviazione	-
Rilascio di altre sostanze	-

Riciclato demolizioni edili proveniente da impianto autorizzato

Autorizzazione e Marcatura CE

S.P. 501 "della Reggia" Circonvallazione di Borgaro – Venaria Reale

Rapporto di Prova n° 04060/56/43 del 19/09/2011
Pagina 3 di 6

Test di Cessione in acqua secondo D.M. 05/02/98 modificato dal D.M. 05/04/06 n° 186 Allegato 3

PARAMETRI	U. M.	RISULTATI	CONCENTRAZIONE LIMITE	PROCEDURE DI ANALISI
Nitrati (NO ₃)	mg/l	4,80	50	Quaderno IRSA n. 100 Par. 4020 2)
Fluoruri (F)	mg/l	0,65	1,5	Quaderno IRSA n. 100 Par. 4080 2)
Solfati (SO ₄)	mg/l	92,0	250	EPA 375.4 2)
Cloruri (Cl)	mg/l	11,30	100	UNI 10502 2)
Cianuri (CN)	µg/l	<10	50	Quaderno IRSA n. 100 Par. 4050 2)
Bario (Ba)	mg/l	0,264	1	UNI EN ISO 11885 1)
Rame (Cu)	mg/l	0,036	0,05	UNI EN ISO 11885 1)
Zinco (Zn)	mg/l	0,055	3	UNI EN ISO 11885 1)
Berillio (Be)	µg/l	<1	10	UNI EN ISO 11885 1)
Cobalto (Co)	µg/l	<10	250	UNI EN ISO 11885 1)
Nichel (Ni)	µg/l	6,0	10	UNI EN ISO 11885 1)
Vanadio (V)	µg/l	27,0	250	UNI EN ISO 11885 1)
Arsenico (As)	µg/l	<1	50	UNI EN ISO 11885 1)
Cadmio (Cd)	µg/l	<1	5	UNI EN ISO 11885 1)
Cromo tot. (Cr)	µg/l	39,0	50	UNI EN ISO 11885 1)
Piombo (Pb)	µg/l	8,0	50	UNI EN ISO 11885 1)
Selenio (Se)	µg/l	<1	10	UNI EN ISO 11885 1)
Mercurio (Hg)	µg/l	<1	1	UNI EN ISO 11885 1)
Amianto	mg/l	N.R.	30	Filtrazione ed essiccazione a 105° C 4)
COD	mg/l	15,40	30	Quaderno IRSA n. 100 Par. 5110 2)
pH		11,1	5,5-12	

Riciclato da demolizioni edili in loco
Test di cessione ed autorizzazione

Dall'analisi effettuata il campione risulta recuperabile ai sensi del D.M. 05 febbraio 1998 come modificato dal D.M. 05/04/06 n. 186.

S.P. 501 "della Reggia"
Circonvallazione di Borgaro – Venaria Reale



Materiale da demolizione in genere

334.000 mc



15.07.2009

S.P. 501 "della Reggia"

Circonvallazione di Borgaro – Venaria Reale



Demolizioni edilizie in loco
6000 mc

S.P. 501 "della Reggia"

Circonvallazione di Borgaro – Venaria Reale

Utilizzo anche come fondazione stradale



S.P. 501 "della Reggia"

Circonvallazione di Borgaro – Venaria Reale

Esecuzione controlli e prove



**Prelievi per prove
granulometriche**



Prove di piastra

Md > 100MPa

S.P. 501 "della Reggia"

Circonvallazione di Borgaro – Venaria Reale

Esecuzione controlli e prove

RAPPORTO DI PROVA

ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI

RP09-228 19/06/2009

PAGINA 2 DI 2

DISTINTA CAMPIONI			
N. CAMPIONI	CONTRACCINO	DATA PRELIEVO	DESCRIZIONE
1	2	24/03/2009	FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULOMETRICAMENTE STABILIZZATO

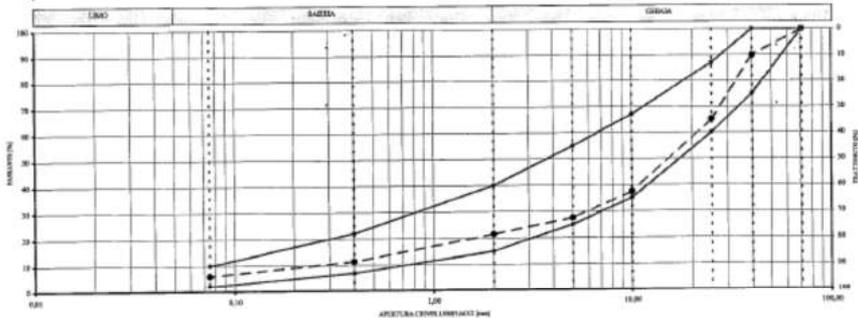
DATE E RISULTATI DI PROVA

CURVA GRANULOMETRICA				
SERIE CRIVELLI E SETACCI UNI	TRATTENUTO		PASSANTE	
	APERTURE MAGLIE	[gr.]	[%]	[%]
CRIVELLO 71	0,00	0,00	100,00	
CRIVELLO 40	1.190,30	10,16	89,84	
CRIVELLO 25	4.084,55	34,88	65,12	
CRIVELLO 10	7.344,35	62,71	37,29	
CRIVELLO 5	8.488,81	72,48	27,52	
SETACCIO 2	9.205,50	78,60	21,40	
SETACCIO 0,40	10.377,52	88,61	11,39	
SETACCIO 0,075	11.009,98	94,01	5,99	
PASSANTE		701,37		
PESO TOTALE		11.711,35		

FUSO DI PROGETTO			
SERIE CRIVELLI E SETACCI UNI	PASSANTE		
	INDICAZIONI	APERTURE MAGLIE	[%]
CRIVELLO 71	100	100	
CRIVELLO 40	75	100	
CRIVELLO 25	60	87	
CRIVELLO 10	35	67	
CRIVELLO 5	25	55	
SETACCIO 2	15	40	
SETACCIO 0,40	7	22	
SETACCIO 0,075	2	10	

DATA ESECUZIONI PROVA 30/03/2009

GRAFICI



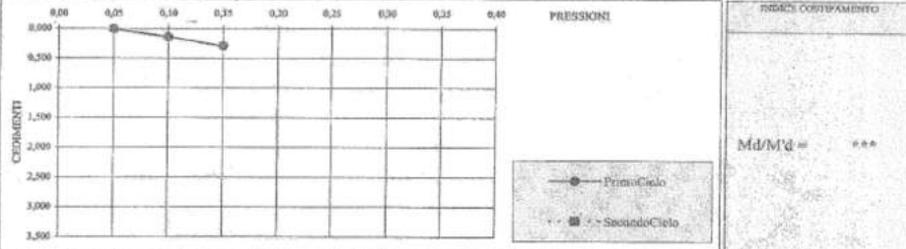
GESTIONE DEL LABORATORIO PROVINCIALE VIABILITÀ			RAPPORTO DI PROVA	
	TERRE - DETERMINAZIONE DELLA PORTANZA IN SITU		RP12-352	20/06/2012
				PAGINA 2 DI 2

DATE E RISULTATI DI PROVA

IDENTIFICAZIONI LABORATORIO	DATA ESECUZIONE PROVA	STRATO DI PROVA	TIPOLOGIA MATERIALI
VA12-056-PR06	14/06/2012	Strati di rilevato	Rilevato stradale

TEMPERATURA	DESCRIZIONE
+28 °C	SEZIONE 15A LATO SX

CICLO DI CARICO	PRESSIONI [N/mm²]	TEMPO [min]	LETTURE DEL CARICATORE			MEDIA [mm]	CIMENTI NAZIONALI [mm]	MODULO DI DEFORMAZIONE [N/mm²]
			1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]			
PRIMO CICLO DI CARICO	0,05	2	0,01	0,01	0,01	0,010	0,010	Md = 105,88
	0,10	2	0,15	0,15	0,14	0,147	0,137	
	0,15	2	0,31	0,28	0,29	0,293	0,147	
***	-	-	-	-	-	***	***	
SECONDO CICLO DI CARICO	***	-	-	-	-	***	***	M'd = ***
	***	-	-	-	-	***	***	
	***	-	-	-	-	***	***	
	***	-	-	-	-	***	***	
	***	-	-	-	-	***	***	



INDAGAZIONE CONTINUA
Md/M'd = ***

S.P. 501 "della Reggia"

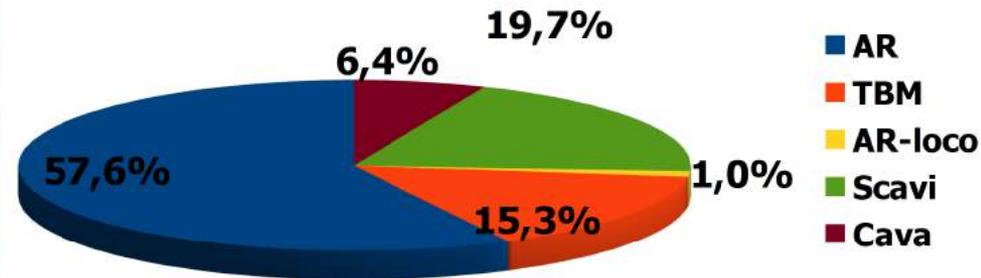
Circonvallazione di Borgaro – Venaria Reale



DA CORREGGERE

S.P. 501 "della Reggia"

Circonvallazione di Borgaro – Venaria Reale



Volume totale rilevati: 580.000 mc

di cui:

- × **334.000 mc riciclato da demolizioni**
- × **89.000 mc materiale di smarino TBM (Terre e Rocce)**
- × **6.000 mc riciclato da demolizioni edili in loco**
- × **114.000 mc recuperato dagli scavi del cantiere (Terre e Rocce)**
- × **37.000 mc naturale di cava**

Incidenza materiale naturale da cava 6,4%

Incidenza materiale proveniente da demolizioni edili 58,6%

S.P.503 di Baio Dora

Nuovo asse stradale
sviluppo lineare 905 m
larghezza 9.50 m
superficie 8700 mq
TGM atteso 5300 v/g



Si tratta di un nuovo tronco di strada di lunghezza pari a circa 1100 metri con un cavalcavia autostradale. L'andamento è pressoché pianeggiante, fatta eccezione delle rampe del cavalcavia.

Volumi complessivi rilevati 80.000 mc tutti realizzati con aggregati riciclati

S.P.503 di Baio Dora



Il materiale riciclato proveniente da demolizioni edilizie è stato utilizzato esclusivamente per la realizzazione del corpo rilevato



S.P.503 di Baio Dora

Esecuzione prove di piastra per verificare il grado di compattazione



Valore minimo da capitolato

80 Mpa

Valore medio ottenuto

90 MPa

S.P.503 di Baio Dora

Stesa fondazione stradale naturale



Conclusioni

Prezziario Regione Piemonte 2018

Tariffa	Descr.	U.M.	Prezzo
Sezione 1			
Aggregati riciclati			
01.A01.B97.010	Formazione di rilevato eseguito mediante l'impiego di aggregati riciclati , provenienti dalle demolizioni edilizie, prodotti in idonei impianti autorizzati al trattamento di rifiuti speciali non pericolosi, dotati di dichiarazione di prestazione e marcatura CE ai sensi del regolamento UE 350/2011, compresa la cilindratura eseguita con idonei rulli vibranti, per strati non superiori ai 30 cm, e la regolarizzazione dello stesso, incluso il costo del materiale Per uno spessore minimo di 30 cm	€/m ³	13,01
Aggregati naturali			
01.A21.A10.010	Formazione di rilevato stradale con materiali ghiaio - terrosi steso a strati o cordoli di cm 50 di spessore, umidificati, se richiesto dalla direzione lavori, addensati con rullo statico pesante o vibrante con effetto fino a 60 tonnellate per un periodo non inferiore alle ore 6 ogni 100 m ³ di rilevato e comunque fino al raggiungimento di un soddisfacente grado di costipamento, secondo le disposizioni impartite dalla direzione lavori, misurato in opera Materiali forniti dalla ditta, previa accettazione della direzione lavori.	€/m ³	16,71
Sezione 25			
25.P02.A50.005	Inerte da rilevato materiale A1 A2 ed A3 da rilevato da cave	€/m ³	5,32
25.A02.A50.005	Sistemazione in rilevato od in riempimento di materiali idonei come da norme tecniche ecc. - a) appartenenti ai gruppi A1,A2-4, A2-5, A3, ovvero di frantumati di roccia o smarino di galleria.	€/m ³	1,62
25.A02.A30.005	Compattamento del piano di posa nei tratti in trincea, come da norme tecniche su terreni appartenenti ai gruppi a.1, a.2-4, a.2-5, a.3	€/m ³	0,9
		€/m ³	7,84

-3,7 €/m³ -22,14%

Conclusioni

	Prezzo da progetto €/mc (anno rif.)	Prezzo contrattuale €/mc
S.P. 69 di Quincinetto. Variante all'abitato di Baio Dora	10,20 (2010)	4,90
S.P.69 di Quincinetto. S,.P. 77 di Pavone	10,02 (2009)	5,04

VALORE MEDIO €/mc 4,97

Conclusioni

Aspetti tecnici

- In termini di prestazioni meccaniche, se ben lavorato, con granulometria adatta e posto in opera in modo adeguato permette di ottenere valori di compattazione molto elevati e può essere utilizzato, nell'ambito di cantieri stradali, sia come per la realizzazione del corpo del rilevato stradale che per la costituzione della fondazione stradale.
- Definizione delle prestazioni da inserire nel Capitolato Speciale d'Appalto

Aspetti economici

- E' necessario l'inserimento di una voce di prezzo nel Prezziario che permetta, già in fase di progettazione e definizione degli importi, di quantificare in modo adeguato la voce, per evitare di lasciare la scelta all'impresa, che lo proporrà come variante, per colmare il gap tra prezzo di progetto e prezzo offerto



Area Lavori Pubblici

C.so Inghilterra 7 – 10138 Torino

matteo.tizzani@cittametropolitana.torino.it