

ALLEGATO "A"



geodesia restituzione studi

AIRPORT EVALUATION MANAGEMENT
SYSTEM ENGINEERING METHODOLOGY

Destinatario:
CITTA' METROPOLITANA
DI ROMA CAPITALE
Viale Giorgio Ribotta, 41/43
00144 Roma

REL 001

DATA

Nov 2018

GRS S.r.l.
Geodesia Restituzione Studi

V.le Giuseppe Sirtori 56,
00149, ROMA

☎ 0039 06 96524491
☎ 0039 06 96524492
✉ info@grsgroup.eu
@ www.grsgroup.eu

📄 P.IVA 09842211006
R.E.A di Roma n.1192293
pec: grs-srl@legalmail.it

RILIEVO SPESSORI CON GPR

Indagini non distruttive con strumentazione GPR per la determinazione degli spessori della strada SS5-Tiburtina dal km 16+900 al km 20+000

SS5 – Tiburtina, Roma



ISO 9001:2008
EA 28A EA 34
certificate n:SNR 79487076/0/Q



OS 20A - OS 20B
Att. 9288/45/01

1	Introduzione	2
1.1	Note	3
2	Strumentazione utilizzata	4
2.1	Georadar	4
2.1.1	Principi di funzionamento	4
2.1.2	Il sistema GPR – Hi-Pave	6
2.1	Carotatrice	8
3	Elaborazione Dati	9
3.1	Elaborazione dati Georadar	9
4	Risultati dell'indagine	11
4.1	Carotaggi	11
4.2	Spessori	16

1 INTRODUZIONE

Nel mese di Novembre 2018 la Città metropolitana di Roma Capitale, ha conferito alla GRS S.r.l. un incarico per l'esecuzione di indagini non distruttive mediante prospezioni di tipo georadar per la determinazione degli spessori della pavimentazione, da svolgersi presso la SS5 – Tiburtina da km 16+900 al km 20+000.

Le indagini sono state condotte in data 15/11/18 da una squadra composta da un ingegnere e un tecnico.

Per la calibrazione del segnale georadar sono state, inoltre, eseguite n°4 carotaggi, 2 sulla corsia in direzione ovest (Roma- Guidonia) e due sulla corsia in direzione est (Guidonia – Roma).

Nel dettaglio le aree sottoposte ad indagine sono localizzate a partire dalla rotatoria del C.A.R. (centro agroalimentare di Roma) al km 16+900 circa fino all'incrocio con via Gualandi al km 20+000

Per una miglior comprensione delle aree indagate ed i cui risultati sono riportati e descritti nel presente rapporto tecnico si riporta di seguito apposito stralcio con vista satellitare relativa al tratto di SS5 sottoposta ad indagine.

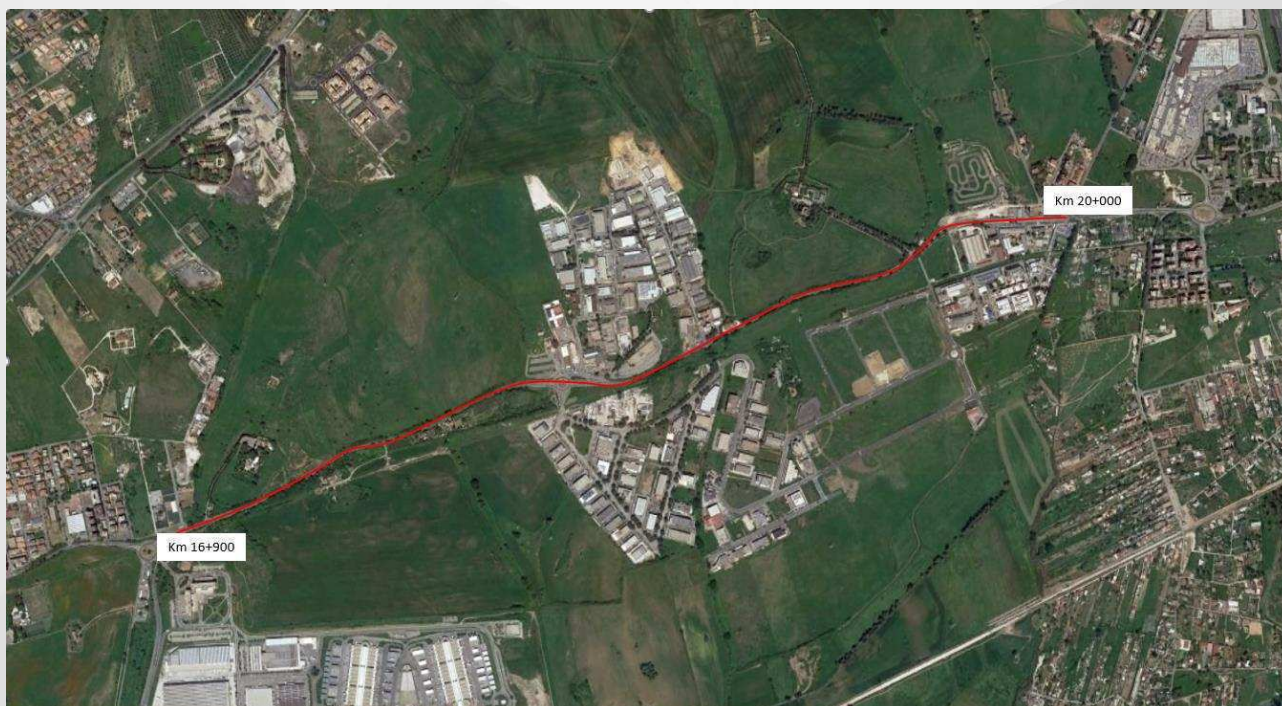


Figura 1: Inquadramento aree di indagine

L'area sottoposta ad indagine è stata investigata mediante tecnologia georadar prevedendo la realizzazione di due passate in direzione longitudinale rispetto all'andamento della carreggiata percorrendo una prima passata in direzione est (Roma - Guidonia) e una seconda passata in direzione ovest (Guidonia – Roma)

1.1 Note

Le indagini condotte con strumentazione Georadar sono state svolte “sotto traffico” con l'assistenza dei mezzi e del personale del dipartimento Viabilità ed Infrastrutture dell'Ente committente.

Le indagini Georadar sono state condotte con sistemi “Horn”, che verranno meglio descritti nel seguito del presente rapporto tecnico, e hanno consentito l'effettuazione delle indagini a velocità di traffico.

Nell'ambito delle presenti indagini sono stati effettuati quattro carotaggi al fine di disporre delle informazioni necessarie alla taratura del segnale georadar.

2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

2.1 Georadar

Il *main scope* delle indagini con strumentazione Georadar è stato quello di analizzare gli spessori degli strati costituenti il pacchetto di pavimentazione.

2.1.1 Principi di funzionamento

Il Ground Penetrating Radar è un metodo di geofisica ad alta risoluzione che si basa sulla propagazione di onde elettromagnetiche nel mezzo da indagare; il suo funzionamento si basa sulla capacità dello strumento di emettere una successione periodica di onde elettromagnetiche di forma sinusoidale, con spettro di emissione centrato su una frequenza principale, e di registrare quelle riflesse dagli oggetti presenti nel sottosuolo, caratterizzati da dimensioni sufficienti e da proprietà elettromagnetiche diverse rispetto a quelle del terreno.

Il parametro misurato è il ritardo temporale tra il momento in cui viene propagata l'onda e l'istante in cui questa viene riflessa, a seguito dell'intercettazione di ostacoli, ritorna in superficie e viene captata dalle antenne.

L'energia di tale onda elettromagnetica, in presenza di brusche variazioni o discontinuità, viene riflessa ed in parte rilevata dalle antenne riceventi del sistema.

Attraverso opportune interpretazioni dei dati rilevati con tali sistemi, si riesce a localizzare e caratterizzare i cambiamenti nelle proprietà elettriche e magnetiche nel sottosuolo, con conseguenti deduzioni di informazioni del tipo, profondità, dimensioni, disposizione di oggetti sepolti, caratteristiche elettriche, di densità, composizione e contenuti di umidità dei sottosuoli, fino ad individuare presenze di cavità e particolari stratificazioni nei terreni monitorati.

La registrazione nel tempo del segnale, relativa al singolo impulso emesso, è definita "traccia", mentre il risultato della prospezione è un radargramma.

Quest'ultimo consiste in una rappresentazione bidimensionale (distanza/tempi) in cui in ascissa è espressa la posizione delle antenne lungo il profilo e in ordinata è riportato il "travel time", cioè il tempo di andata e ritorno del segnale.

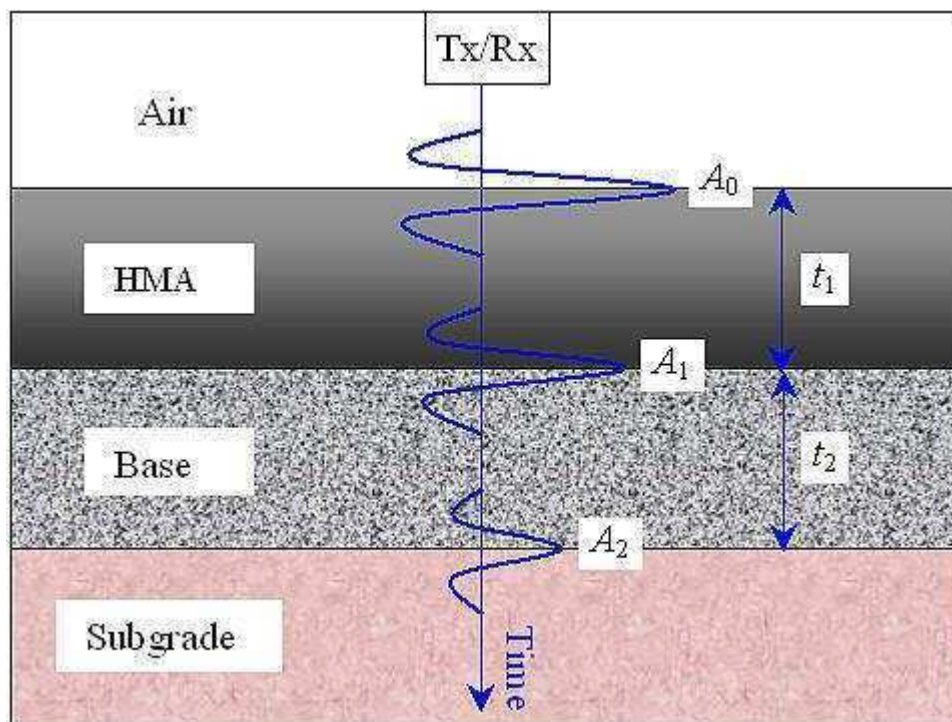


Figura 2: Principio di funzionamento del Georadar per analisi stratigrafiche

2.1.2 Il sistema GPR – Hi-Pave

In funzione degli obiettivi dell'indagine è stata impiegata una serie di speciali tipologie di antenne, definite "horn" o "air launched".

Questo sistema è un complesso multiplo composto da 4 antenne centrate su diverse frequenze di emissione:

- 1000 MHz;
- 2000 MHz;
- 200/600 MHz.



Figura 3: Sistema GPR multiantenna horn

Le caratteristiche di tali antenne risultano particolarmente adatte alla valutazione della sovrastruttura in analisi.

In linea generale i componenti caratteristici dell'apparecchiatura georadar impiegata sono i seguenti:

1. Unità antenna, composta da:

- a) una o più antenne, ognuna dei quali integra un trasmettitore, un dipolo trasmittente e ricevente, ed un ricevitore; i sistemi dotati di più antenne possono essere dotati di un dispositivo di distribuzione dei segnali alle varie antenne,
- b) una ruota metrica per la misura di posizione ed il controllo della acquisizione dati;
- c) una meccanica più o meno complessa per la movimentazione dell'unità.

2. Unità di controllo: in generale basata su un PC con le seguenti funzioni:
 - a) controllo delle funzioni del radar;
 - b) visualizzazione dei dati radar su monitor a colori;
 - c) elaborazione dei dati radar;
 - d) registrazione dei dati radar su supporto magnetico.
3. Unità di alimentazione: costituita da una o più batterie con autonomia variabile in funzione del numero di antenne collegate.

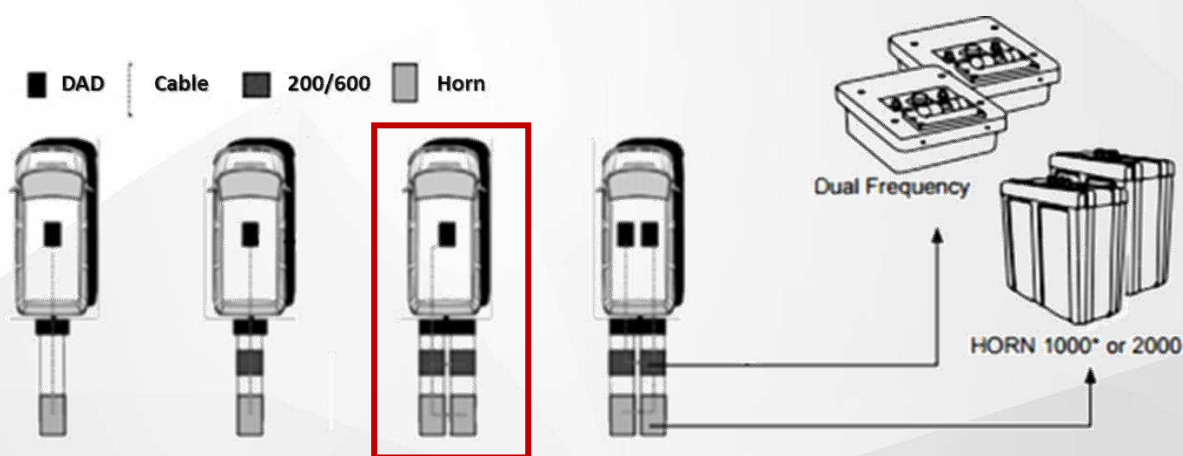


Figura 4: RIS Hi-Pave System

2.1 Carotatrice

La carotatrice è una macchina dotata di un utensile di perforazione diamantato ed è utilizzata per eseguire perforazioni su pareti, pavimenti e solai realizzati con calcestruzzo, pietra naturale o altri materiali da costruzione di origine minerale.

L'unità di perforazione è montata su un piedistallo trasportabile che deve essere fissato alla superficie da forare.

L'unità di perforazione è dotata di un mandrino porta utensile e, in genere, di un sistema di alimentazione dell'acqua per il raffreddamento dell'utensile; l'avanzamento di perforazione può essere a comando manuale oppure motorizzato.



Figura 5 -Carotatrice

3 ELABORAZIONE DATI

3.1 Elaborazione dati Georadar

L'elaborazione dei dati acquisiti attraverso il georadar è stata condotta utilizzando il software GRED3D, fornito da IDS S.p.A., che consente di analizzare il dato acquisito sia in formato numerico che attraverso immagini in forma di radargrammi.

I risultati della scansione georadar non producono una fotografia delle interferenze sottostanti, ma danno indicazioni precise sulla variazione di omogeneità nel mezzo indagato e la quota a cui esse si manifestano.

Durante il loro percorso le onde elettromagnetiche vengono disturbate da fattori di diversa natura, ciò implica che venga eseguito il filtraggio del segnale prima del suo utilizzo. Il disturbo a cui è affetto il GPR può essere identificato in quei segnali che si presentano nella stessa finestra di tempo di campionamento e che hanno le medesime caratteristiche spettrali delle piccole onde.

In una fase precedente quella di individuazione delle interfacce fra gli strati (processo detto layerizzazione), le mappe radar grezze necessitano di una operazione di filtraggio: si effettua dunque un Processing orizzontale, che viene applicato su tutta la mappa o su porzioni di essa.

I radargrammi risultanti differiscono in funzione della frequenza dello strumento. Infatti, frequenze più alte consentono una maggiore qualità di lettura del segnale ma una minore profondità di ispezione, contrariamente frequenze più basse consentono una minor qualità di segnale ma una maggiore profondità di indagine. Quanto appena detto può essere semplicemente riscontrato dalle immagini che vengono riportate di seguito.

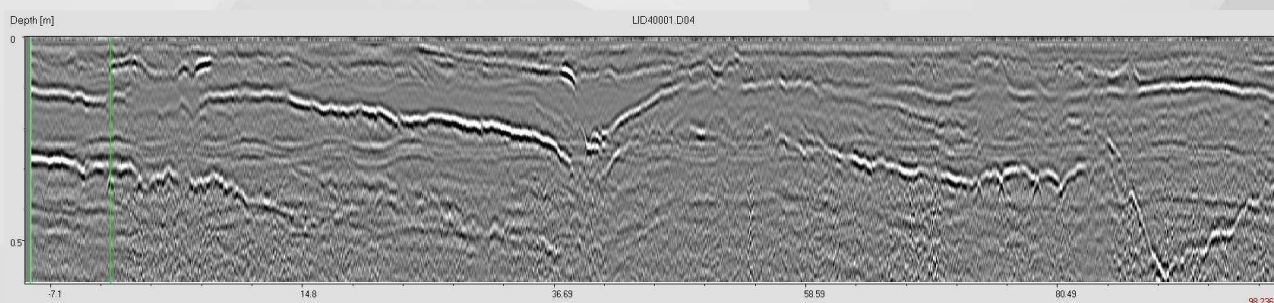


Figura 6- Radargramma Antenna 2000MHz

Il primo radargramma, restituito da un'antenna con frequenza pari a 2000 MHz, è caratterizzato da una definizione migliore degli strati più superficiali, mentre il secondo, elaborato con antenna a 600 MHz, evidenzia anche gli strati più profondi.

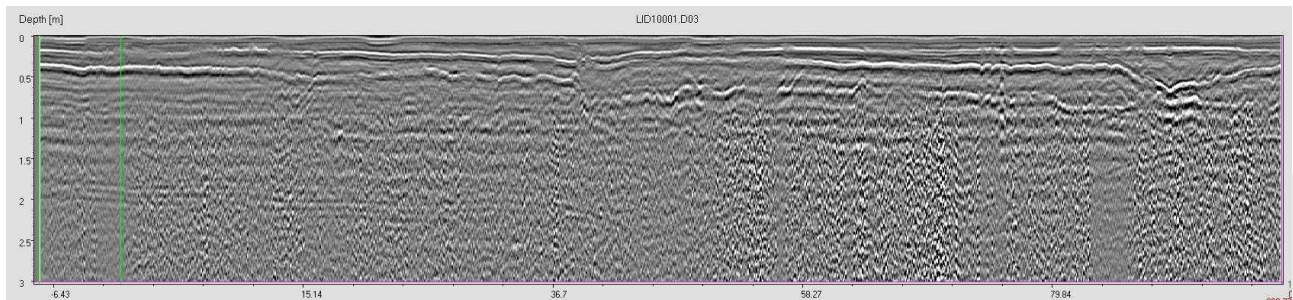


Figura 7- Radargramma Antenna 600 MHz

Dopo aver opportunamente filtrato i dati ed aver layerizzato le interfaccia fra i vari strati è stato calibrato il segnale utilizzando i valori degli spessori puntuali determinati tramite l'estrazione delle carote.

4 RISULTATI DELL'INDAGINE

4.1 Carotaggi

Come anticipato nelle sezioni introduttive del presente rapporto tecnico durante le indagini sono stati realizzati quattro carotaggi al fine di determinare gli spessori puntuali del pacchetto di pavimentazione, informazione necessaria per una corretta calibrazione del segnale GPR.

L'ubicazione dei carotaggi è la seguente:

- Carota 1: km 17+900 corsia direzione est (Roma – Guidonia)
- Carota 2: km 19+000 corsia direzione est (Roma – Guidonia)
- Carota 3: km 17+200 corsia direzione ovest (Guidonia – Roma)
- Carota 4: km 19+600 corsia direzione ovest (Guidonia – Roma)

Di seguito si riportano le schede dei carotaggi:

SCHEDA ANALISI CAROTAGGI

Esecuzione indagini

Località SS5 Tiburtina
km 16+900 – 20+000

Campagna Rilievo spessori SS5-Tiburtina

ID Carotaggio **01**



Data esecuzione 15.11.2018

Ubicazione

Strada	SS5-Tiburtina
Direzione	Est
Progressiva (km)	17+900

KEYPLAN



Spessore

28,5 cm

Stato del campione

ROTTO



STRATIGRAFIA

STRATO 1	20 cm
STRATO 2	28,5 cm

NOTE

Il campione si è spezzato in fase di estrazione alla profondità di 19,5 cm.
Inoltre la parte terminale del campione risulta frantumata.

SCHEDA ANALISI CAROTAGGI

Esecuzione indagini

Località SS5 Tiburtina
km 16+900 – 20+000

Campagna Rilievo spessori SS5 - Tiburtina

ID Carotaggio **02**



Data esecuzione 15.11.2018

Ubicazione

Strada	SS5-Tiburtina
Direzione	Est
Progressiva (km)	19+000

KEYPLAN



Spessore

22 cm

Stato del campione

ROTTO



STRATIGRAFIA

STRATO 1	17,8 cm
STRATO 2	22 cm

NOTE

Il campione si è spezzato in fase di estrazione alla profondità di 11,8 cm.

Inoltre la parte terminale del campione risulta frantumata.

SCHEDA ANALISI CAROTAGGI

Esecuzione indagini

Località	SP95 Tiburtina km 16+900 – 20+000
Campagna	Rilievo spessori Tiburtina
ID Carotaggio	03



Data esecuzione 15.11.2018

Ubicazione

Strada	SP95-Tiburtina
Direzione	Ovest
Progressiva (km)	17+200

KEYPLAN



Spessore

25 cm

Stato del campione

ROTTO



STRATIGRAFIA

STRATO 1	19 cm
STRATO 2	25 cm

NOTE

Il campione si è spezzato in fase di estrazione alla profondità di 16 cm.

Inoltre la parte terminale del campione risulta frantumata.

Il secondo strato di questo campione è costituito da materiale frantumato legato con inerti di dimensioni maggiori rispetto a quelli degli altri carotaggi

SCHEDA ANALISI CAROTAGGI

Esecuzione indagini

Località	S55 Tiburtina km. 16+900 – 20+000
Campagna	Rilievo spessori S55 Tiburtina
ID Carotaggio	04



INFORMAZIONI

- Perforazione: carotaggio continuo a rotazione
- Carotiere: con testa a diamanti esposti

Data esecuzione	15.11.2018	
Ubicazione	Strada	S55-Tiburtina
	Direzione	Ovest
	Progressiva (km)	19+600

KEYPLAN



Spessore	17,5 cm
Stato del campione	ROTTO



STRATIGRAFIA	
STRATO 1	17,5 cm
STRATO 2	-

NOTE

Il campione si è spezzato in fase di estrazione alla profondità di 10,5 e 14 cm.

Inoltre la parte terminale del campione risulta frantumata.

4.2 Spessori

Il pacchetto della pavimentazione è stato suddiviso in 3 strati:

- Il primo, in conglomerato bituminoso, è risultato avere uno spessore medio di circa 21 cm; dall'analisi dei carotaggi è plausibile supporre che questo sia costituito da uno strato più profondo di pavimentazione preesistente e da uno più superficiale di riqualifica.
- Il secondo strato che è stato denominato sottobase legata; questo strato, come si vede anche dalle schede di carotaggi, ha una natura non uniforme e, in alcuni tratti, è risultato essere di difficile individuazione in fase di layerizzazione.
- Il terzo strato è quello denominato fondazione; questo strato è costituito da materiale non legato che spesso risulta essere inquinato, di conseguenza, per sua natura, risulta essere di difficile definizione con la strumentazione gpr e soggetto ad interpretazione.

Gli spessori di questi tre strati vengono di seguito riportati, per le due corsie di marcia, come valore medio ogni 50m.

TIBURTINA DIREZIONE EST (ROMA- GUIDONIA)				
PROGRESSIVA (m)		SPESSORI (mm)		
		CONGLOMERATO BITUMINOSO	SOTTOBASE LEGATA	FONDAZIONE
da	a			
16900	16949	157	128	278
16950	16999	198	103	332
17000	17049	182	74	325
17050	17099	188	38	380
17100	17149	190	38	417
17150	17199	205	33	404
17200	17249	209	19	373
17250	17299	202	30	354
17300	17349	193	62	362
17350	17399	194	48	376
17400	17449	224	48	335
17450	17499	193	76	540
17500	17549	226	62	465
17550	17599	211	64	529
17600	17649	240	50	528
17650	17699	254	52	411
17700	17749	248	69	305
17750	17799	214	72	300
17800	17849	197	53	317
17850	17899	197	71	245
17900	17949	207	73	234
17950	17999	229	46	249
18000	18049	219	51	271
18050	18099	225	48	273
18100	18149	221	129	227
18150	18199	227	122	232
18200	18249	228	197	276
18250	18299	239	170	332
18300	18349	229	152	357
18350	18399	240	171	309
18400	18449	222	113	329
18450	18499	190	117	294
18500	18549	212	70	321
18550	18599	230	62	360
18600	18649	210	60	421
18650	18699	239	52	348
18700	18749	239	51	298
18750	18799	212	92	232
18800	18849	233	51	242

18850	18899	246	34	275
18900	18949	244	57	286
18950	18999	231	79	241
19000	19049	196	87	261
19050	19099	218	48	285
19100	19149	236	44	275
19150	19199	226	64	279
19200	19249	204	110	298
19250	19299	188	91	298
19300	19349	196	61	325
19350	19399	209	71	378
19400	19449	217	49	464
19450	19499	213	50	460
19500	19549	217	36	263
19550	19599	205	47	276
19600	19649	204	46	300
19650	19699	201	47	261
19700	19749	197	54	307
19750	19799	199	48	303
19800	19849	210	41	256
19850	19899	219	36	256
19900	19949	221	59	403
19950	19999	228	96	523

TIBURTINA DIREZIONE OVEST (GUIDONIA-ROMA)				
PROGRESSIVA (m)		SPESSORI (mm)		
		CONGLOMERATO BITUMINOSO	SOTTOBASE LEGATA	FONDAZIONE
da	a			
16900	16949	158	249	298
16950	16999	193	194	491
17000	17049	186	125	630
17050	17099	183	131	574
17100	17149	222	110	525
17150	17199	225	80	557
17200	17249	142	125	474
17250	17299	187	112	693
17300	17349	166	117	612
17350	17399	169	101	470
17400	17449	186	132	415
17450	17499	162	162	383
17500	17549	170	163	282
17550	17599	191	141	305
17600	17649	224	112	221
17650	17699	269	59	244
17700	17749	295	12	230
17750	17799	263	16	197
17800	17849	235	53	320
17850	17899	231	47	357
17900	17949	225	55	459
17950	17999	201	74	306
18000	18049	194	80	433
18050	18099	236	56	303
18100	18149	216	77	497
18150	18199	168	100	727
18200	18249	210	66	296
18250	18299	223	66	238
18300	18349	257	24	354
18350	18399	263	13	320
18400	18449	251	53	217
18450	18499	238	49	485
18500	18549	197	95	354
18550	18599	258	56	456
18600	18649	261	72	354
18650	18699	265	120	372
18700	18749	228	117	430
18750	18799	222	133	402
18800	18849	190	105	440

18850	18899	213	76	409
18900	18949	208	81	432
18950	18999	179	113	412
19000	19049	204	96	392
19050	19099	202	90	383
19100	19149	196	92	370
19150	19199	206	87	367
19200	19249	193	84	444
19250	19299	187	77	454
19300	19349	206	58	317
19350	19399	212	54	351
19400	19449	217	48	445
19450	19499	206	51	481
19500	19549	182	60	361
19550	19599	211	57	379
19600	19649	188	55	402
19650	19699	184	58	288
19700	19749	178	69	215
19750	19799	186	65	209
19800	19849	205	47	207
19850	19899	209	29	278
19900	19949	210	36	283
19950	19999	218	42	273