

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.

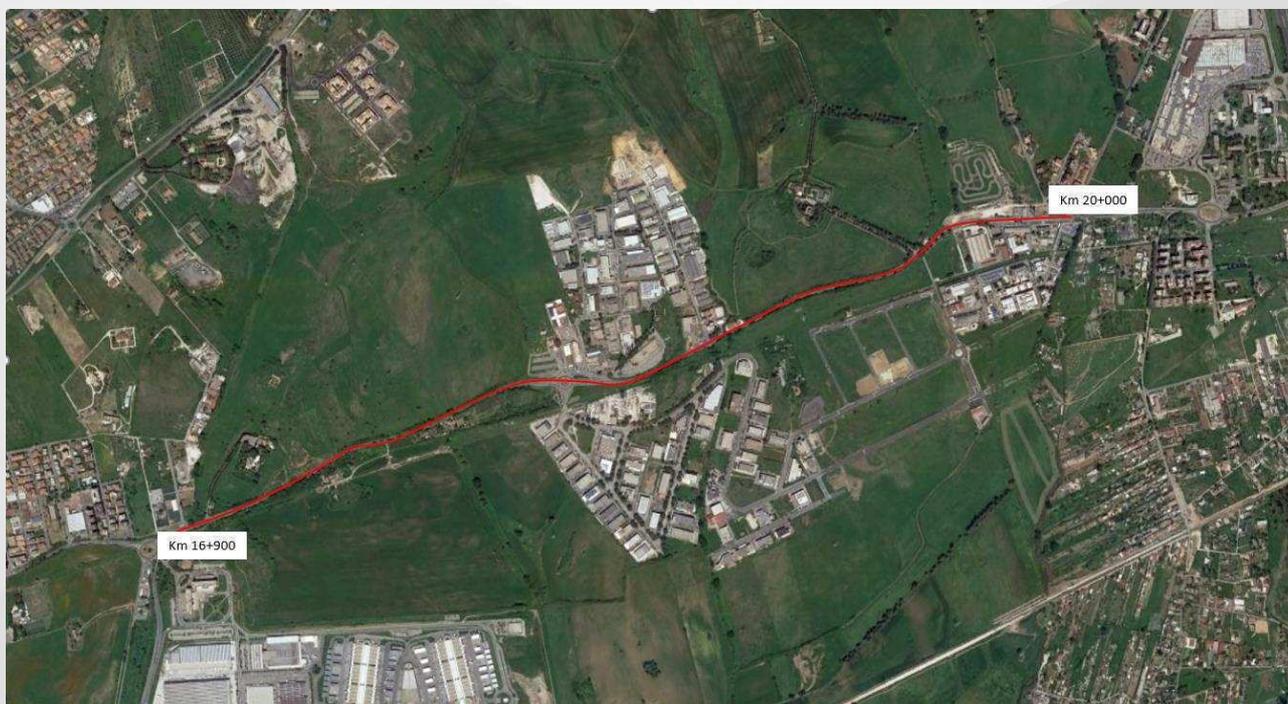


Figura 1: Inquadramento aree di indagine

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.

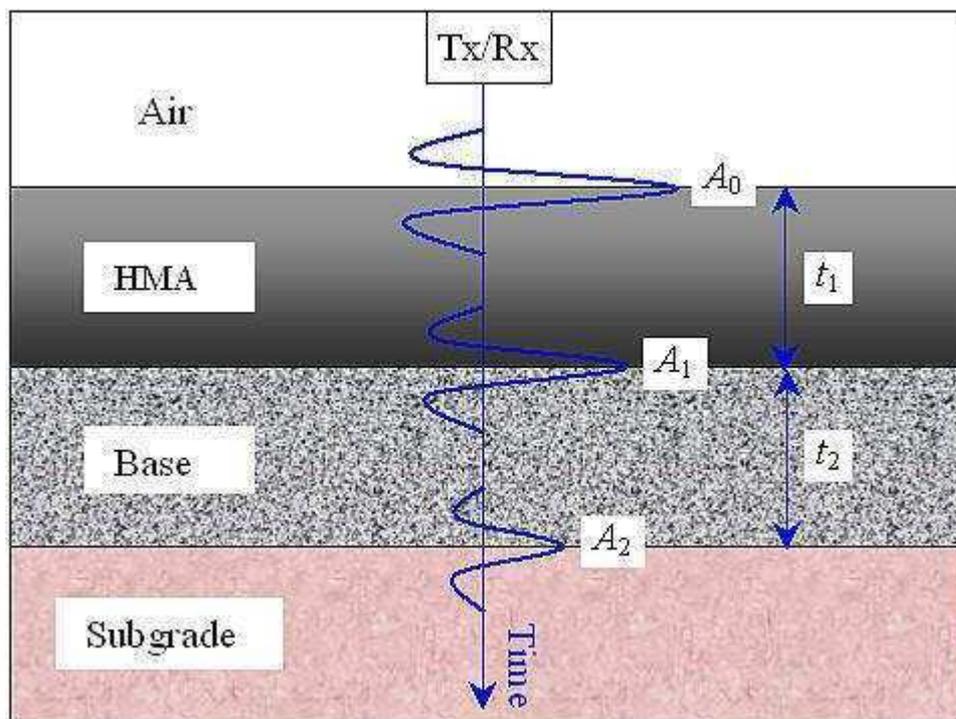


Figura 2: Principio di funzionamento del Georadar per analisi stratigrafiche

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.

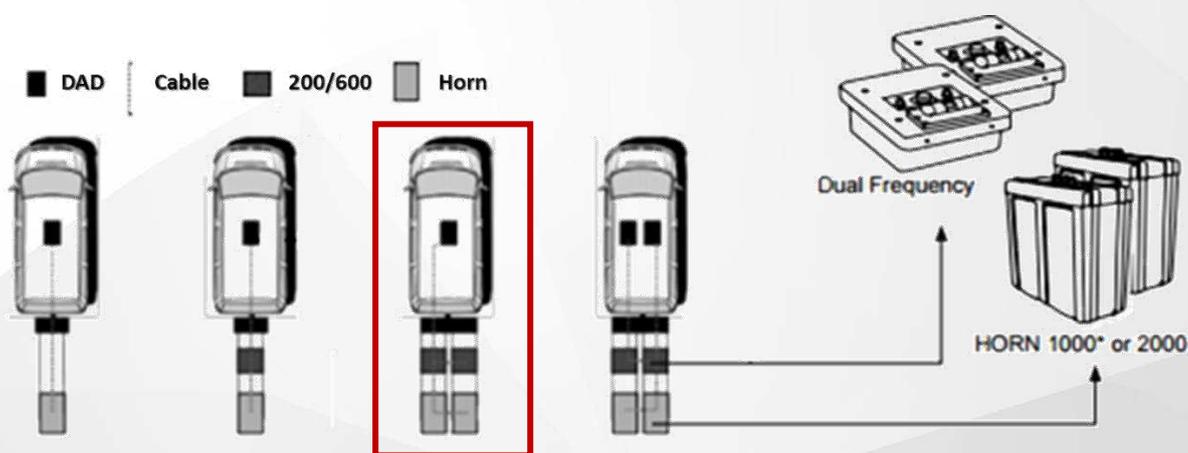


Figura 4: RIS Hi-Pave System

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.

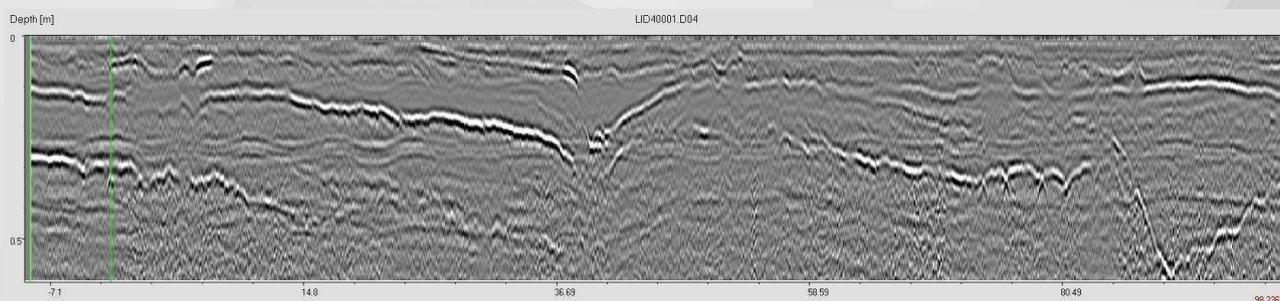


Figura 6- Radargramma Antenna 2000MHz

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.

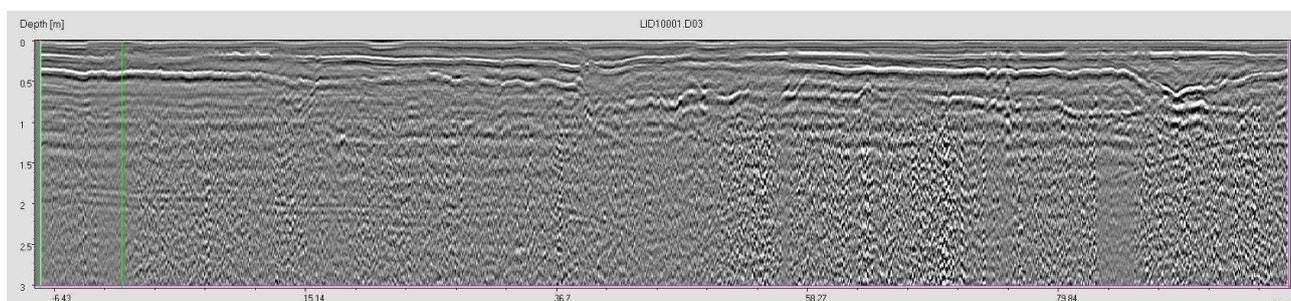


Figura 7- Radargramma Antenna 600 MHz

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 |