

Con riferimento ai contatti intercorsi per le vie brevi, con la presente Vi comunichiamo la nostra proposta tecnico-economica per l'esecuzione delle lavorazioni in oggetto.

Scopo del presente lavoro è la valutazione delle caratteristiche meccaniche delle superfici pavimentate della SP95b Laurentina per uno sviluppo pari a circa 8km, sia per quanto riguarda la sede stradale originale sia per quanto riguarda gli allargamenti svolti durante i recenti lavori.

Al fine di svolgere le suddette prestazioni verranno impiegate:

- Strumentazione a massa battente Heavy Weight Deflectometer per la valutazione della portanza delle superfici pavimentate;
- Strumentazione georadar per la valutazione degli spessori delle superfici pavimentate.



GRS srl

Viale Giuseppe Sinisi 56
00143 - Roma - Italy

Tel +39 06 96824492
Mob +39 3355686577
Fax +39 06 96824491

e-mail: info@grsgroup.eu

www.grsgroup.eu

P.IVA 09642211006 - C.C.I.A.A. n. 779660



CONSORZIO SIA
SISTEMI INTEGRATI
S.p.A.



AS 2014 - GRS
S.p.A.

Indagini di portanza delle superfici pavimentate

Questo tipo di indagini consentono di valutare le caratteristiche di rigidità dei materiali costituenti la pavimentazione, compreso il relativo sottofondo, mediante prove deflettometriche di tipo non distruttivo ad alto rendimento.



FIGURA 1 - HEAVY WEIGHT DEFLECTOMETER

Le prove di portanza verranno eseguite con deflettometro a massa battente tipo Dynatest – Heavy Weight Deflectometer – HWD 8082 costituito da apparecchiatura a massa battente dotata di misuratori di deflessione (geofoni) operanti su 9 punti, con rilevamento della deflessione nei punti concordati con i tecnici della Società Committente.

L'apparecchiatura utilizzata per esecuzione delle prove è dotata di certificato di calibrazione non antecedente ad un anno dalla date di fine prova.

La massa battente da utilizzare e l'altezza di caduta verranno stabilite mediante prove di calibrazione da effettuare prima dell'inizio delle operazioni di rilievo, in modo da non causare deformazioni permanenti sotto la piastra e comunque simulare le tensioni derivanti dal passaggio dell'aeromobile critico o di maggior massa. Inoltre tali tensioni devono essere di entità tale da produrre una deflessione rilevata dal geofono al di sotto della piastra di carico sempre superiore a 150 μm e una deflessione rilevata dal geofono più distante dalla piastra di carico non inferiore a 20 μm .

Prima dell'inizio delle operazioni di rilievo delle deflessioni sarà selezionata, in accordo con i Tecnici della Società Committente, un'area dove ripetere le operazione di misura di tutti i parametri (deflessioni, carichi, temperature) all'inizio ed al termine delle indagini.



GRS srl
Viale Giuseppe Sironi 56
00149 - Roma - Italy

Tel +39 06 96524492
Mob +39 3355085577
Fax +39 06 96524491

e mail info@grsgroup.eu
www.grsgroup.eu
P.N.A. 09842211006 - C.C.I.A.A. n. 773960



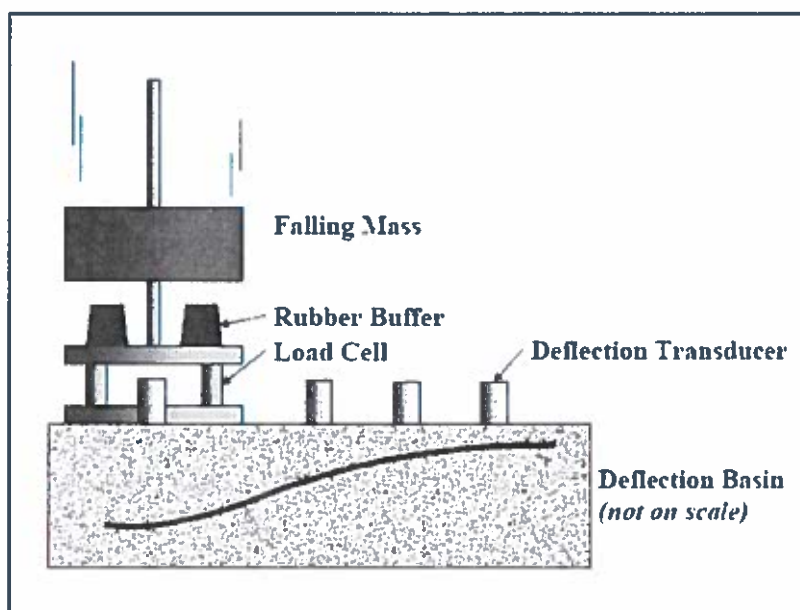


FIGURA 2 - BACINO DI DEFLESSIONE

In generale le prove dinamiche tipo HWD è preferibile che non vengano svolte con temperature superficiali della pavimentazione oltre i 35°C, preferendo le ore comprese tra le 10.00 ed il tramonto in giornate particolarmente calde.

Per ogni stazione di prova saranno eseguite e registrate *almeno 4 cadute* della massa battente, generando *due diversi livelli di sollecitazione* della sovrastruttura. La piastra di carico utilizzata sarà quella convenzionale di tipo "segmentato", di raggio di 150 mm, in modo da meglio adattarsi alla superficie della pavimentazione sollecitata, e garantire una distribuzione uniforme delle tensioni di contatto.

Il rilievo delle deflessioni della superficie della pavimentazione, indotte dalle sollecitazioni di prova, sarà effettuato tramite 9 geofoni disposti radialmente rispetto al centro della piastra e tra loro distanziati secondo intervalli crescenti all'aumentare della distanza dal centro della piastra stessa.

Le deflessioni saranno rilevate dall'apparecchiatura con una accuratezza assoluta superiore al $2\% \pm 2$ mm; e con risoluzione pari a 0.1 mm.

I livelli del carico applicato saranno rilevati con una accuratezza superiore a $2\% \pm 0.3$ kN; per questa grandezza la risoluzione è variabile da 0.03 a 0.2 kN in rapporto all'entità del carico applicato.

Il posizionamento dei geofoni consigliato, differente in funzione del tipo di rilievo effettuato, è mostrato nella tabella 1.

TABELLA 1 - CONFIGURAZIONE GEOFONI

CONFIGURAZIONE PAVIMENTAZIONI FLESSIBILI E SEMIRIGIDE									
Geofono	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
Distanza da centropiastra (mm)	0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800
CONFIGURAZIONE PAVIMENTAZIONI RIGIDE									
Geofono	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
Distanza da centropiastra (mm)	0	-200	-300	600	900	1200	1500	1800	2100

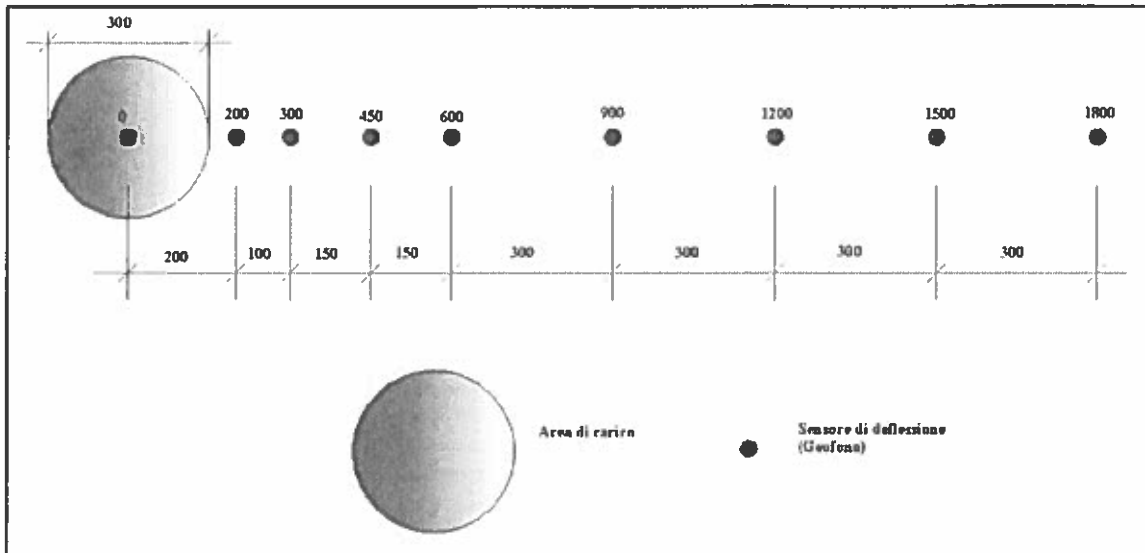


FIGURA 3 - CONFIGURAZIONE GEOFONI

Tali configurazioni di base potranno essere variate, d'accordo con il Responsabile di Progetto (PM), nel caso che i risultati di precedenti campagne di indagine suggeriscano l'opportunità di utilizzare una diversa configurazione al fine di migliorare l'accuratezza dei rilievi.

Ognuna delle postazioni analizzate sarà inequivocabilmente identificata mediante identificativo dell'allineamento e della postazione di prova, misurata mediante progressiva chilometrica.

Per il calcolo dei moduli elastici degli strati della pavimentazione e del sottofondo secondo la procedura di backanalysis sarà utilizzato il software "ELMOD" - Versione 6, implementato su elaboratore elettronico. Saranno forniti i "Project database" generati dal software ELMOD a seguito delle elaborazioni effettuate.

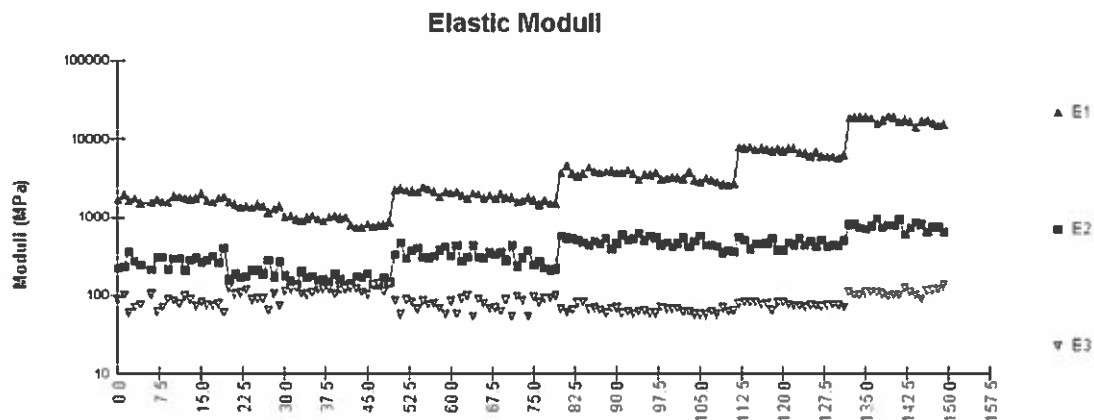


FIGURA 4 - ANDAMENTO DEI MODULI ELASTICI

L'affidabilità delle elaborazioni di backanalysis sarà valutata attraverso il confronto tra il bacino di deflessione misurato e quello derivato dalla stessa procedura di backanalysis. *Non saranno considerati accettabili valori dell'errore quadratico medio (RMS), sia percentuale che assoluto, superiori al 5%.*

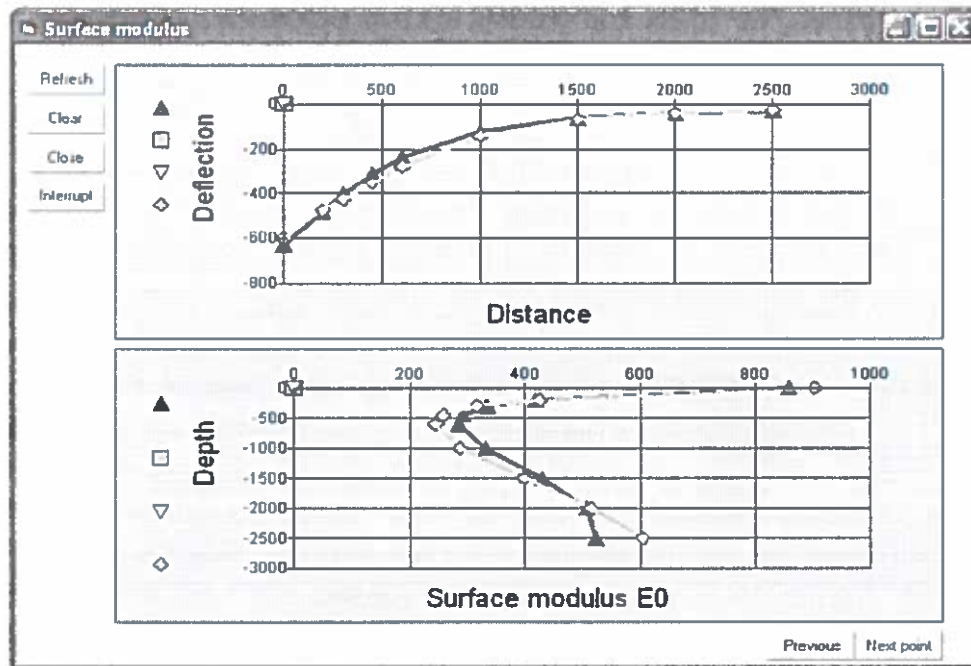


FIGURA 5 - ESEMPIO DI BACKCALCULATION

Inoltre sarà fornito il valore medio del modulo di ciascuno strato espresso in MPa, ricavato dai moduli risultanti dalle misure puntuali di F/HWD, relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intero tratto sottoposto a prova.

Per tratte omogenee si intendono in genere quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 10 punti di misura e nei quali il valore del coefficiente di variazione CV (dato dal rapporto tra il valore della deviazione standard e il valore medio) è inferiore al 30%.

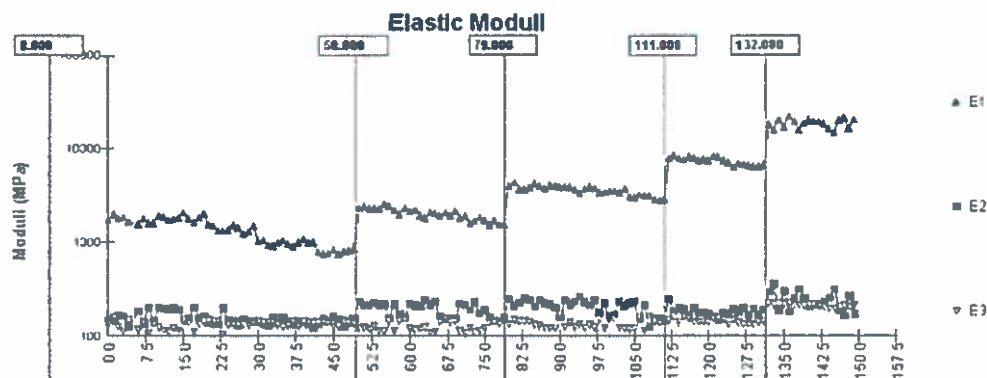


FIGURA 6 - SUDDIVISIONE IN ZONE OMOGENEE PER MODULO ELASTICO

Per quanto riguarda le prove deflettometriche e le successive elaborazioni di backanalysis saranno forniti report contenenti:

- tipo di prova eseguita;
- data di esecuzione della prova;
- indicazione dell'infrastruttura sottoposta a prova;
- indicazione del punto di battuta;

- per ciascuna postazione analizzata saranno indicate data e ora di esecuzione, temperatura aria, temperatura superficiale pavimentazione, temperatura del conglomerato bituminoso, carico applicato, spessore degli strati (H1, H2, H3) utilizzati per le elaborazioni (espressi in millimetri), valore del modulo elastico equivalente di ogni strato (E1, E1 a 20°C, E2, E3) come risultante da backanalysis (espresso in MPa), valore in micron delle deflessioni in ciascuno dei punti rilevati (in corrispondenza di ogni geofono), valori dell'errore quadratico medio percentuale e dell'errore quadratico medio assoluto relativi ai valori dei moduli elastici calcolati;
- legge di interpolazione dei valori del modulo elastico E1 in funzione della temperatura dell'insieme degli strati in conglomerato bituminoso;
- indicazione delle sezioni omogenee in cui è possibile suddividere l'intero tratto;
- indicazione del valore medio dei moduli per ciascuna sezione omogenea.

Saranno forniti i file dei rilievi F/HWD (.F20 o .F25) con l'aggiunta del file di raccolta dati formato database .mdb automaticamente generato al momento dell'acquisizione. Saranno forniti anche i file .mdb (file progetto) generati dal software di elaborazione ELMOD durante il processo di backanalysis.

Saranno inoltre forniti file grafici in formato Autocad 2004 contenenti le indicazioni sugli allineamenti, le postazioni e le lastre analizzate.



GRS srl
Viale Giuseppe Sarton 56
00149 - Roma - Italy

Tel +39 06 96524492
Mob +39 3355685577
Fax +39 06 96524491

e mail. info@grsgroup.eu
www.grsgroup.eu
P NA 09342211006 - G C I A A n 77/960



0529A - 0529B

Indagini di spessore delle superfici pavimentate

Tali indagini sono volte alla determinazione della composizione degli strati e dei relativi spessori mediante rilievo in continuo della stratigrafia tramite l'esecuzione di prove con attrezzatura Georadar.

L'apparecchiatura utilizzata per il rilievo degli spessori degli strati della pavimentazione, è il Ground Penetrating Radar (GPR). Per il rilievo verranno impiegate almeno due antenne aventi diverse frequenze di emissione delle onde elettromagnetiche (ad esempio 0,6 GHz e 1,6 GHz).



FIGURA 7 - HORN GROUND PENETRATING RADAR

Il sistema GPR è in grado di gestire più antenne contemporaneamente, allo scopo di ottenere un ampio spettro di informazioni. Per i rilievi dovranno essere utilizzate simultaneamente le due antenne di frequenza diversa:

- quella a minore frequenza (ad esempio 600 MHz) (in grado di raggiungere maggiori profondità di indagine dal piano viabile) per analizzare la stratigrafia degli strati non legati di fondazione e valutare la profondità dell'interfaccia con il sottofondo e visualizzare la presenza di situazioni anomale che potrebbero avere influenza sui dati deflettometrici (sottoservizi, tombini, cavità),
- quella a maggiore frequenza (ad esempio 1600 MHz) per l'esplorazione di maggior dettaglio alle quote più superficiali tramite l'antenna da 1600 MHz (che indaga con maggiore dettaglio una zona superficiale della pavimentazione) per determinare gli spessori degli strati superficiali della sovrastruttura.

La posizione degli allineamenti da indagare sarà la stessa utilizzata per le prove di portanza (rilievi deflettometrici) mediante HWD. In particolare gli allineamenti analizzati saranno localizzati proprio in corrispondenza della "kill section", ovvero la sezione di pavimentazione maggiormente sollecitata.

Per la taratura puntuale dei rilievi verrà fornita documentazione stratigrafica direttamente dalla committenza attraverso saggi dai quali si renderà possibile misurare lo spessore sia degli strati non legati che di quelli legati.

I report restituiti per le misure GPR includeranno:

- diagramma gray scale ogni 500 mt o per sezioni omogenee in cui sono riportate le tracce, acquisite dallo strumento con l'individuazione degli spessori mediante linee colorate che permettano l'immediato riconoscimento degli strati, per consentire la visualizzazione delle singole interfacce nel passaggio da uno strato al successivo. A lato del diagramma sarà riportata una legenda e un opportuno asse di riferimento per la visualizzazione della profondità della sezione analizzata,
- tabulato con indicazione degli spessori degli strati che costituiscono la sovrastruttura ed indicazione della relativa composizione ogni 0,05 mt,
- tabulato con indicazione delle sezioni omogenee.

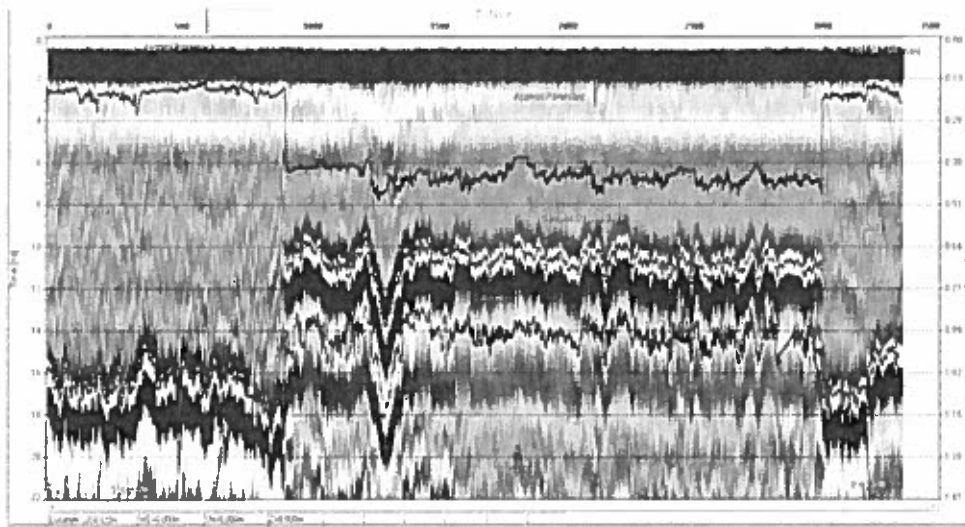


FIGURA 8 - DIAGRAMMA GRAY SCALE

Localizzazione delle misure

Le prestazioni oggetto del presente incarico saranno localizzate sulla SP95b, dal km 5,500 al km 13,500.

Le prospezioni attraverso georadar saranno localizzate nella sede stradale della Laurentina originale.

La localizzazione delle misure attraverso deflettometro a massa battente saranno localizzate:

- ogni 50m lungo la sede stradale della Laurentina originale
- ogni 100m lungo la sede stradale dei nuovi interventi di allargamento.

Dato uno sviluppo totale pari a 8km, le quantità vengono di seguito espresse:

- Rilievo GPR: 8km di prospezione
- Rilievo HWD: n. 240 postazioni di misura



GRS srl
Viale Giuseppe Saragat 56
00143 - Roma - Italy

Tel +39 06 56524492
Mob +39 3355785577
Fax +39 06 56524431

e mail info@grsgroup.eu
www.grsgroup.eu
P.M.A. 09342211066 - C.O.T.A. n. 77/990



CONSORZIO
SMA
Società di
Ingegneria
e Architettura



CISA - CISA
CONSORZIO
Società di
Ingegneria
e Architettura

Documentazione restituita

A seguito dell'esecuzione delle indagini verranno restituiti i seguenti documenti:

- Relazione tecnica comprendente descrizione delle modalità operative, modalità di esecuzione dei computi, modalità di individuazione delle zone omogenee
- Dati GPR: Immagini B-Scan layerizzate e fogli di calcolo Excel (.xls) con i valori di spessore misurati puntualmente e riferiti alle zone omogenee
- Dati HWD: Database Access (.mdb) con i valori di deflessione misurati puntualmente , moduli elastici degli strati componenti la sovrastruttura
- Planimetria in formato Autocad (.dwg) con la localizzazione delle misure HWD, delle passate GPR

Personale tecnico

Ogni squadra per sarà composta da n.3 operatori: un ingegnere per l'esecuzione della prova, un topografo per la georeferenziazione dei dati ed un tecnico alla guida del mezzo e per assistenza.

L'analisi e la successiva restituzione dei dati verrà svolta da un team di ingegneri.



GRS srl
Viale Giuseppe Sironi 56
00149 - Roma - Italy

Tel +39 06 96524492
Mob +39 3355685577
Fax +39 06 96524491

e mail info@grsgroup.eu
www.grsgroup.eu
P.N.A. 09042211006 - G.C.I.A.A. n.773960



Strumentazione utilizzata

La strumentazione utilizzata per la generazione dell'impulso di forza e la successiva misura del bacino di deflessione sulle pavimentazioni sarà l'Heavy Weight Deflectometer Dynatest HWD 8082, avente massa battente pari a 700 kg e forza massima applicabile 320 KN, numero di geofoni pari a 9.

La strumentazione utilizzata per il calcolo degli spessori della pavimentazione sarà il sistema Ground Penetrating Radar Hi-Pave dell'IDS, composto da 2 antenne Horn da 1000 MHz e da 2000 MHz. Tale configurazione permette una profondità d'indagine fino a 1,3 mt. Nel caso in cui la committenza presuppone che lo strato di sottofondo possa trovarsi ad una profondità superiore alla massima profondità d'indagine il sistema GPR utilizzato sarà a contatto, in particolare verrà impiegato l'IDS TR-AL, composto da 2 antenne a 1600MHz e a 600MHz.

Il software utilizzato per il calcolo del modulo elastico dei singoli strati sarà Elmod 6 della Dynatest per le prove attraverso HWD della Dynatest.

Il software utilizzato per il filtraggio dei dati e la restituzione delle stratificazioni sarà Gred3d dell'IDS S.p.A. .

Tutti i dati verranno elaborati attraverso Workstation Quadcore, per le rappresentazioni planimetriche verrà utilizzato il software dell'Autodesk "Autocad Map3d 2012" .



GRS srl

Viale Gascope S.ron 56
00142 - Roma - Italy

Tel +39 06 96521492

Web +39 3355695577

Fax +39 06 96521191

e mail info@grsgroup.eu

www.grsgroup.eu

P.N.A. 07042211005 - C.C.I.A.A. n.771960



SIN - Società Italiana Normali



ENI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione

Costi

HWD – Heavy Weight Deflectometer

Per ciascuna postazione di misura su sovrastruttura aeroportuale, comprensiva di acquisizione, elaborazione dei risultati e calcolo del PCN sono richiesti 40 €, pertanto per 240 postazioni di misura sono richiesti € 9.600,00 .

GPR – Ground Penetrating Radar

Per l'acquisizione del segnale GPR e lo svolgimento dei carotaggi di taratura sono richiesti 0,30€/ml, pertanto dato lo sviluppo totale delle distanze da rilevare pari a 8000 ml sono richiesti € 2.400,00 .

Pertanto il costo per lo svolgimento delle lavorazioni risulta pari a 12.000,00 €. Tale importo è stato scontato e arrotondato, pertanto il costo totale per lo svolgimento delle lavorazioni risulta pari a **8'000,00 €**.

Tutti i prezzi sono da intendersi al netto dell'IVA.

Sarà onere della committenza permettere lo svolgimento delle acquisizioni nel rispetto dei principi di sicurezza, limitando o bloccando il traffico sulle infrastrutture.



GRS srl
Viale Giuseppe Sirtori 56
00149 - Roma - Italy

Tel +39 06 96524492
Mob +39 3355685577
Fax +39 06 96524491

e-mail info@grs-group.eu
www.grs-group.eu
P.N.A. 09842211006 - G.C.I.A.A. n. 773960



Tempi

Per lo svolgimento della campagna georadar risultano pari a 1 giornata lavorativa.

Per lo svolgimento della campagna HWD sono richieste n.2 giornate lavorative.

Per l'elaborazione dei dati acquisiti e la stesura del report sono richiesti n.8 giornate lavorative

In attesa di un Vostro cortese riscontro rimaniamo a Vostra disposizione per qualsiasi chiarimento.

Ing. Marco Santoni



GRS srl

Viale Giuseppe Sironi, 60
00149 - Roma - Italy

Tel. +39 06 96524492
Mob. +39 3355655577
Fax +39 06 96524491

e-mail: info@grsgroup.eu

www.grsgroup.eu

P.IVA 10042411006 - C.C.I.A.A. n. 773960



SIR - SOCIETÀ ITALIANA DI RICERCA



CISA - CASSA DI RISPARMIO DI ROMA



FC - FONDO DI CASSA