

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI  
PROGETTO ESECUTIVO**

**RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE VAL LEMME  
SPECIFICHE RIFRAZIONE  
Prospezioni sismiche**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b>	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V		D P 0 4 0 0	0 0 2	A

Progettazione :								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	FOLTRAN	18/02/2013	FOLTRAN	18/02/2013	E. PAGANI <i>Eh</i>	19/02/2013	

n. Elab.:	File: IG51-01-E-CV-RH-DP04-00-002-A00
-----------	---------------------------------------



<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51-01-E-CV-RH-DP04-00-002-A00 Specifiche rifrazione: Prospezioni sismiche</p> <p>Foglio 3 di 9</p>

## INDICE

INDICE.....		3
1. PROSPEZIONI SISMICHE .....		5
1.1. PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE AD ONDE DI COMPRESSIONE (ONDE P).....		5
1.1.1. Generalità .....		5
1.1.2. Normative e specifiche di riferimento .....		5
1.1.3. Caratteristiche delle attrezzature .....		5
1.1.4. Modalità esecutive .....		6
1.1.5. Ubicazione e quota .....		6
1.1.6. Elaborazione tomografica dei dati .....		6
1.1.7. Documentazione .....		7
1.2. INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE AD ONDE DI TAGLIO (onde SH) .....		7
1.2.1. Generalità .....		7
1.2.2. Normative e specifiche di riferimento .....		7
1.2.3. Caratteristiche delle attrezzature .....		8
1.2.4. Modalità esecutive .....		8
1.2.5. Ubicazione e quota .....		8
1.2.6. Elaborazione tomografica dei dati .....		9

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio Collegamenti Integrati Veloci

ALTA SORVEGLIANZA



IG51-01-E-CV-RH-DP04-00-002-A00  
Specifiche rifrazione: Prospezioni sismiche

Foglio  
4 di 9

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RH-DP04-00-002-A00 Specifiche rifrazione: Prospezioni sismiche
	Foglio 5 di 9

## 1. PROSPEZIONI SISMICHE

### 1.1. PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE AD ONDE DI COMPRESSIONE (ONDE P)

#### 1.1.1. Generalità

L'indagine sismica a rifrazione consiste nella registrazione dei tempi di arrivo delle onde di compressione (P), create allo scopo tramite opportuna energizzazione, e rifratte dalle superfici delle interfacce fra strati litologici che hanno una diversa velocità di propagazione. La registrazione si realizza attraverso uno stendimento di geofoni disposti a intervalli regolari lungo il profilo da indagare.

L'equidistanza tra i geofoni ed il loro numero dipendono dal dettaglio e dal target (profondità di indagine richiesta pari a circa 20 m e passo dei geofoni non superiore ai 2 m per lo stendimento longitudinale e a 1 m per gli stendimenti trasversali alla sponda del Torrente Lemme).

La misura dei tempi di arrivo delle onde P ai diversi geofoni permette di ricostruire l'andamento e la profondità degli orizzonti rifrattori presenti nel sottosuolo e, nel caso di misura anche delle onde secondarie o di taglio (S), di calcolare le caratteristiche elastiche dinamiche dei terreni e degli ammassi rocciosi investigati.

#### 1.1.2. Normative e specifiche di riferimento

ASTM D 5777 - 95 - Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Analysis.

#### 1.1.3. Caratteristiche delle attrezzature

L'attrezzatura di prova consigliata dovrà essere costituita dai seguenti componenti:

- Sistema di sismografi costituito da minimo n°6 moduli di 12 canali, con possibilità di stack degli impulsi sismici, filtri analogici e digitali programmabili (filtri attivi tipo high pass, band pass e band reject), guadagno verticale del segnale (in ampiezza) e sensibilità tra 6 e 92 decibel, registrazione dei dati in digitale per elaborazioni successive con formato in uscita minimi 16 bit;
- Minimo 72 geofoni verticali a frequenza propria variabile tra 8e 40 Hz;
- Sistema di energizzazione adeguato alla lunghezza dei tiri da realizzare; potrà essere costituito da:
  - Martello strumentato lasciato cadere con violenza su una piastra metallica appoggiata al suolo;
  - Cannoncino sismico;
  - Energizzatori oleopneumatici e/o gravimetrici trainati e/o trasportati;

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RH-DP04-00-002-A00 Specifiche rifrazione: Prospezioni sismiche
	Foglio 6 di 9

È necessario che il tipo di energizzazione utilizzato permetta dopo qualche stack di determinare inconfutabilmente i primi arrivi su tutti i ricevitori dell'allineamento.

#### 1.1.4. *Modalità esecutive*

La “copertura” dei tiri sullo stendimento dovrà essere tale da consentire una corretta e dettagliata ricostruzione del campo di velocità locale fino alle profondità stabilite dal progetto delle indagini ed in ogni caso dovranno essere ogni 3, 4 stazioni riceventi.

Generalmente per ogni stendimento la profondità massima raggiunta dalla prospezione sismica è funzione sia delle velocità sismiche nei singoli strati sia dalla lunghezza dei tiri sismici.

Indicativamente la profondità massima indagata è circa 1/4 - 1/5 della lunghezza dei tiri sismici e per ottenere dei risultati ottimali occorre mantenere il target della ricerca entro i 2/3 della profondità massima indagata.

L'elaborazione dei dati dovrà essere realizzata mediante software ad elevata valenza diagnostica in grado di fornire i valori dei parametri di velocità, relativi ai rifrattori individuati, per ogni stazione geofonica.

#### 1.1.5. *Ubicazione e quota*

L'ubicazione e la quota di ciascun punto di indagine dovrà essere determinata mediante rilevazione delle coordinate x, y, z eseguite tramite rilevazione con sistema GPS RTK o con Stazione Totale.

In tal caso la posizione planimetrica di ciascun punto di indagine sarà definita rispetto a capisaldi forniti dalla Direzione di Cantiere e la quota di ciascun punto di indagine sarà definita rispetto al riferimento locale fornito.

#### 1.1.6. *Elaborazione tomografica dei dati*

L'elaborazione dovrà essere sviluppata tramite un'analisi con modellazione del sottosuolo su base anisotropia, la quale dovrà fornire, previa elaborazione con metodologie iterative R.T.C. (Ray Tracing Curvilineo) e algoritmi di ricostruzione tomografica (es. algoritmi ART-Algebraic Reconstruction Technique, SIRT – Simultaneous Iterative Reconstruction Technique), il campo delle velocità del sottosuolo ad elevata densità di informazioni: le celle unitarie, di forma quadrata o rettangolare, potranno avere dimensioni orizzontali (asse x) pari rispettivamente a 1/3 – 1/5 e 1/5 - 1/10 della spaziatura tra i geofoni.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-DP04-00-002-A00 Specifiche rifrazione: Prospezioni sismiche
	Foglio 7 di 9

### 1.1.8. Documentazione

La documentazione di ciascuna indagine dovrà comprendere:

- informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- sismogrammi originali sia su supporto cartaceo e/o digitale;
- elaborazione a isolinee o a campiture di colore della velocità delle onde di compressione (VP) in caso di elaborazione tomografica;
- relazione conclusiva, elaborata in base ai risultati delle indagini svolte in cui saranno indicate le strumentazioni utilizzate, le metodologie operative, gli algoritmi di calcolo impiegati, tabelle e tavole ad integrazione e chiarimento delle analisi, procedure applicate, le risultanze finali ed interpretative;
- le tracce sismiche andranno fedelmente riportate sulla base topografica fornita dalla Committenza;
- documentazione fotografica.

## 1.2. INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE AD ONDE DI TAGLIO (onde SH)

### 1.2.1. Generalità

L'indagine sismica a rifrazione consiste nella registrazione dei tempi di arrivo delle onde di taglio (SH), create allo scopo tramite opportuna energizzazione, e rifratte dalle superfici delle interfacce fra strati litologici che hanno una diversa velocità di propagazione. La registrazione si realizza attraverso uno stendimento di geofoni orizzontali disposti a intervalli regolari lungo il profilo da indagare.

L'equidistanza tra i geofoni e il loro numero dipendono dal dettaglio e dal target (**profondità di indagine richiesta pari a circa 20 m e passo dei geofoni non superiore ai 2 m per lo stendimento longitudinale e a 1 m per gli stendimenti trasversali alla sponda del Torrente Lemme**).

La misura dei tempi di arrivo delle onde SH ai diversi geofoni permette di ricostruire l'andamento e la profondità degli orizzonti rifrattori presenti nel sottosuolo e, nel caso di misura anche delle onde di compressione (P), di calcolare le caratteristiche elastiche dinamiche dei terreni e degli ammassi rocciosi investigati.

### 1.2.2. Normative e specifiche di riferimento

ASTM D 5777 - 95 - Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Analysis.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-DP04-00-002-A00 Specifiche rifrazione: Prospezioni sismiche
	Foglio 8 di 9

### 1.2.3. *Caratteristiche delle attrezzature*

L'attrezzatura di prova dovrà essere costituita da almeno:

- Sistema di sismografi costituito da minimo n°6 moduli di 12 canali, con possibilità di stack degli impulsi sismici, filtri analogici e digitali programmabili (filtri attivi tipo high pass, band pass e band reject), guadagno verticale del segnale (in ampiezza) e sensibilità tra 6 e 92 decibel, registrazione dei dati in digitale per elaborazioni successive con formato in uscita minimo a 16 bit;
- 72 geofoni orizzontali a frequenza propria variabile tra 8 e 14 Hz;
- sistema di energizzazione adeguato alla lunghezza dei tiri da realizzare; potrà essere costituito da:
  - martello strumentato agente lateralmente su un blocco adeguatamente ancorato (per attrito radente) al terreno;
  - energizzatori oleopneumatici e/o gravimetrici trainati e/o trasportati (pendoli) che producono onde di taglio polarizzate sul piano orizzontale.

È necessario che il tipo di energizzatore utilizzato permetta dopo qualche stack di determinare inconfutabilmente i primi arrivi su tutti i ricevitori dell'allineamento.

### 1.2.4. *Modalità esecutive*

La "copertura" dei tiri sullo stendimento dovrà essere tale da consentire una corretta e dettagliata ricostruzione del campo di velocità locale fino alle profondità stabilite dal progetto delle indagini ed in ogni caso dovranno essere ogni 3, 4 stazioni riceventi; i tiri dovranno essere anche esterni allo stendimento di almeno 2 posizioni per ogni estremo.

Generalmente per ogni stendimento la profondità massima raggiunta dalla prospezione sismica è funzione sia delle velocità sismiche dei singoli strati sia della lunghezza dei tiri sismici.

Indicativamente la profondità massima indagata è circa 1/4 - 1/5 della lunghezza dei tiri sismici e per ottenere dei risultati ottimali occorre mantenere il target della ricerca entro i 2/3 della profondità massima indagata.

L'elaborazione dei dati dovrà essere realizzata mediante software ad elevata valenza diagnostica in grado di fornire i valori dei parametri di velocità, relativi ai rifrattori individuati, per ogni stazione geofonica.

### 1.2.5. *Ubicazione e quota*

L'ubicazione e la quota di ciascun punto di indagine dovrà essere determinata mediante rilevazione delle coordinate x, y, z eseguite tramite rilevazione con sistema GPS RTK o con Stazione Totale.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51-01-E-CV-RH-DP04-00-002-A00 Specifiche rifrazione: Prospezioni sismiche</p> <p>Foglio 9 di 9</p>

In tal caso la posizione planimetrica di ciascun punto di indagine sarà definita rispetto a capisaldi forniti dalla Direzione di Cantiere e la quota di ciascun punto di indagine sarà definita rispetto al riferimento locale fornito.

#### 1.2.6. *Elaborazione tomografica dei dati*

L'elaborazione dei dati ottenuti dovrà essere sviluppata tramite un'analisi con modellazione del sottosuolo su base anisotropica, la quale dovrà fornire, previa elaborazione con metodologie iterative R.T.C. (Ray Tracing Curvilineo) e algoritmi di ricostruzione tomografica (ad esempio con l'impiego di algoritmi ART – Algebraic Reconstruction Technique, SIRT - Simultaneous Iterative Reconstruction Technique o ILST - Iterative Least Square Technique), il campo delle velocità del sottosuolo ad elevata densità di informazioni: le celle unitarie, di forma quadrata o rettangolare, potranno avere dimensioni orizzontali (asse x) e verticali (asse z) pari a, rispettivamente,  $1/3 \div 1/5$  e  $1/5 \div 1/10$  della spaziatura tra i geofoni.