

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE  
OBIETTIVO N. 443/01  
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA  
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza  
PROGETTO ESECUTIVO  
MONITORAGGIO STRUTTURALE  
RILEVATI  
RILEVATI DALLA PK 39+375 ALLA PK 42+150.00  
PREDISPOSIZIONI PER IL MONITORAGGIO - RELAZIONE DI CONFRONTO P.D. / P.E.**

|  |   |                  |  |            |
|--|---|------------------|--|------------|
| GENERAL CONTRACTOR   |   | DIRETTORE LAVORI |  | SCALA<br>- |
| IL PROGETTISTA INTEGRATORE   | ConsorzioConsorzio  |                  |  |            |
| <br>Ing. Paolo MALAVENDA<br>In ordine degli<br>Ingegneri della Venezia n. 4289<br>Data: Settembre 21 | Consorzio<br>Iricav Due<br>Ing. Paolo Carmona<br>Data: Settembre 21 |                  |  |            |

|          |       |      |      |           |                  |        |      |               |
|----------|-------|------|------|-----------|------------------|--------|------|---------------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | PROGR. | REV. | FOGLIO        |
| I N 1 7  | 1 2   | E    | I 2  | R O       | M S 0 0 0 0      | 9 0 3  | A    | - - - P - - - |

|  |                            |              |
|--|----------------------------|--------------|
|  | VISTO CONSORZIO IRICAV DUE |              |
|  | Firma                      | Data         |
|  | <br>Ing. Luca Randolfi     | Settembre 21 |

| Progettazione: |             |              |          |             |          |              |          |   |
|----------------|-------------|--------------|----------|-------------|----------|--------------|----------|---|
| Rev.           | Descrizione | Redatto      | Data     | Verificato  | Data     | Approvato    | Data     | <br>IL PROGETTISTA<br>DOTT. ING.<br>PAOLO GALVANIN<br>Sez. A. Settori:<br>a) ambientale<br>b) industriale<br>n° A 21784<br>ing. Paolo GALVANIN<br>Albo ingegneri Milano n. A21784<br>ALPINA<br>Data: 15/09/21 |
| A              | EMISSIONE   | Russillo<br> | 15/09/21 | Gardani<br> | 15/09/21 | Galvanin<br> | 15/09/21 |   |
|                |             |              |          |             |          |              |          |   |
|                |             |              |          |             |          |              |          |   |

|                 |                      |                                  |
|-----------------|----------------------|----------------------------------|
| CIG. 8377957CD1 | CUP: J41E91000000009 | File: IN1712EI2ROMS0000903A.DOCX |
|                 |                      | Cod. origine:                    |



|   |  |             |  |           |                  |
|---|--|-------------|--|-----------|------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br> |             |  |           |                  |
| RELAZIONE DI CONFRONTO P.D. / P.E.  | Progetto<br>IN17   | Lotto<br>12 | Codifica Documento<br>E12 RO MS 00 0 0 903 | Rev.<br>A | Foglio<br>2 di 6 |

## INDICE

|       |   |   |
|-------|---|---|
| 1     | PREMESSA .....  | 3 |
| 2     | STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO PREVISTA NEL PROGETTO DEFINITIVO ..... | 3 |
| 2.1   | Strumentazione per il monitoraggio in fase di costruzione .....       | 3 |
| 2.2   | Strumentazione per il monitoraggio in fase di esercizio .....         | 4 |
| 3     | STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO PREVISTA NEL PROGETTO ESECUTIVO .....  | 4 |
| 3.1   | Monitoraggio in fase di costruzione .....                             | 4 |
| 3.1.1 | Monitoraggio in fase di esercizio .....                               | 5 |
| 3.1.2 | Raccolta e gestione dei dati .....                                    | 6 |
| 4     | CONCLUSIONI .....   | 6 |

|   |  |  |             |  |           |                  |
|---|--|--|-------------|--|-----------|------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> |  | ALTA SORVEGLIANZA<br> |             |  |           |                  |
| RELAZIONE DI CONFRONTO P.D. / P.E.  |  | Progetto<br>IN17   | Lotto<br>12 | Codifica Documento<br>E12 RO MS 00 0 0 903 | Rev.<br>A | Foglio<br>3 di 6 |

## 1 PREMESSA

La presente relazione attesta la sostanziale rispondenza al progetto Definitivo ed alle eventuali prescrizioni dettate in sede di approvazione dello stesso (istruttorie Italferr allegate all'A.I. IN0D00DI2RHMD0000012A - RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE MODIFICHE PROGETTUALI DA RECEPIRE IN FASE DI SVILUPPO DEL PE) ed illustra le principali modifiche apportate alle predisposizioni necessarie per monitorare i rilevati ferroviari nella tratta in oggetto.

## 2 STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO PREVISTA NEL PROGETTO DEFINITIVO

### 2.1 Strumentazione per il monitoraggio in fase di costruzione

La strumentazione di monitoraggio prevista nella relazione di PD IN0D00DI2RGMD0000009A "Relazione sul monitoraggio strutturale in corso d'Opera", per le WBS ricadenti tra le progressive PK 39+375 alla PK 42+150.00 è riportata nella seguente tabella.

| SEZIONI STRUMENTATE PRINCIPALI |             |          |        |                   |   |                                      |
|--------------------------------|-------------|----------|--------|-------------------|---|--------------------------------------|
| N                              | Progressiva |          | Opera  | Numero di Sezioni | Tipo di Sezioine  | Progressiva indicativa sezione (Pk)  |
|                                | 426,81      |          |        |                   |   | 37+100<br>37+150<br>37+200<br>37+250 |
| 38                             | 37337,15    | 37737,51 | RI69 A | 1                 | Rilevato tipo T   | 37+650                               |
|                                | 400,00      |          |        |                   |   |                                      |
| 39                             | 38037,51    | 38420,83 | RI71 A | 1                 | Rilevato tipo T   | 38+100                               |
|                                | 383,32      |          |        |                   |   |                                      |
| 40                             | 38725,00    | 39081,56 | RI73 A | 1                 | Rilevato tipo B   | 38+750                               |
|                                | 356,56      |          |        |                   |   |                                      |
| 41                             | 39081,56    | 39375,00 | RI74   | 1                 | Rilevato tipo B   | 39+300                               |
|                                | 293,44      |          |        |                   |   |                                      |
| 42                             | 39630,26    | 40287,46 | RI76   | 1                 | Rilevato tipo B   | 40+000                               |
|                                | 657,20      |          |        |                   |   |                                      |
| 43                             | 40950,00    | 41615,35 | RI78A  | 1                 | Rilevato tipo B   | 41+175                               |
|                                | 665,35      |          |        |                   |   |                                      |
| 44                             | 41615,35    | 42071,63 | RI79A  | 1                 | Rilevato tipo B   | 41+700                               |
|                                | 456,28      |          |        |                   |   |                                      |
| 45                             | 43525,00    | 43875,00 | RI84   | 1                 | Rilevato tipo P-A-M   | 43+775                               |
|                                | 350,00      |          |        |                   |   |                                      |
| 46                             |             |          | IN60   | 1                 | - Mire ottiche<br>- Inclinometri<br>- Assestimetri monobase |                                      |

Tabella 1- Rilevati A6 – Sezioni strumentate per la fase di costruzione previste nel PD

In sintesi, nel PD erano previste le sezioni di monitoraggio durante la costruzione per i seguenti rilevati facenti parte del bando A6.

|   |  |             |  |           |                  |
|---|--|-------------|--|-----------|------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br> |             |  |           |                  |
| RELAZIONE DI CONFRONTO P.D. / P.E.  | Progetto<br>IN17   | Lotto<br>12 | Codifica Documento<br>EI2 RO MS 00 0 0 903 | Rev.<br>A | Foglio<br>4 di 6 |

- RI76: una sezione tipo B alla 40+000
- RI78A: una sezione tipo B alla 41+175
- RI79A: sezione tipo B alla 41+700
- RI84: sezione tipo P-A-M alla 43+775

Le sezioni sono state configurate come segue:

#### **Sezione tipo B**

- 4 punti di misura per livellazione topografica posti ai piedi del rilevato in costruzione due per parte a distanza progressiva di 5 metri uno dall'altro e due caposaldi esterni.
- 4 di misura per livellazione topografica posti alla sommità del rilevato e due caposaldi esterni.

#### **Sezioni tipo P-A-M per rilevati in affiancamento con muri di sostegno**

- N° 12 punti di misura per livellazione topografica posti alla base e alla sommità del rilevato esistente. I punti ubicati alla sommità del rilevato, in posizione esterna, saranno integrati con miniprismi topografici per misure planimetriche.
- N° 3 miniprismi ottici per misure planimetriche.
- N°2 clinometri elettrolitici sul muro di sostegno del rilevato in costruzione in corrispondenza dei due miniprismi superiori.
- N° 1 profilometro idraulico a 3 punti di misura (con riferimento esterno fuori dall'area di influenza del manufatto) alla base del rilevato in costruzione.
- N° 1 UAD statica.

## **2.2 Strumentazione per il monitoraggio in fase di esercizio**

In sede di PD non erano previste sezioni strumentate di monitoraggio geotecnico sui rilevati del bando A6, come si evince dalla relazione IN0D00DI2RGMD0000008A "Monitoraggio strutturale in fase di esercizio" Rev A, Maggio 2018.

## **3 STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO PREVISTA NEL PROGETTO ESECUTIVO**

Sulla base delle analisi svolte in sede di PE, nel corso del quale il progetto è stato analizzato più in dettaglio, anche alla luce delle numerose indagini integrative, le sezioni strumentate per il monitoraggio dei rilevati in fase di costruzione sono state modificate come descritto nel seguito.

### **3.1 Monitoraggio in fase di costruzione**

I nuovi rilevati AV sono in affiancamento alla linea storica e sono generalmente posizionati su terreni con prevalenza di sabbie e materiali granulari. A partire dalla WBS RI 82 sono previsti interventi di consolidamento sotto questi rilevati con colonne di ghiaia, al fine di prevenire i fenomeni di liquefazione.

Nonostante le caratteristiche nel complesso mediamente favorevoli dei terreni di fondazione, si è ritenuto opportuno prevedere alcune ulteriori sezioni di monitoraggio in corso d'opera oltre a quelle già previste in PD, per coprire le varie situazioni lungo la tratta. In particolare, in alcuni casi, nonostante la ridotta altezza del rilevato (anche a raso), dovrà essere controllato il comportamento della linea storica durante l'esecuzione delle colonne di ghiaia, per verificare eventuali effetti indotti dalle vibrazioni.

Si sono proposte quindi, oltre alle già previste sezioni strumentate riportate nel PD, altre sezioni di monitoraggio, secondo quanto indicato nella tabella seguente.

|   |  |             |  |           |                  |
|---|--|-------------|--|-----------|------------------|
| <br>Consorzio IricAV Due | <br>ALTA SORVEGLIANZA<br>ITALFERR<br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |             |  |           |                  |
| RELAZIONE DI CONFRONTO P.D. / P.E.  | Progetto<br>IN17   | Lotto<br>12 | Codifica Documento<br>EI2 RO MS 00 0 0 903 | Rev.<br>A | Foglio<br>5 di 6 |

| WBS   | Progressive |           | Lunghezza WBS (m) | Sezione strumentata Prevista in PD | PK Sezione strumentata | Tipo di sezione strumentata secondo la denominazione di PD | NOTE                                     |
|-------|-------------|-----------|-------------------|------------------------------------|------------------------|--|--|
|       | pk iniziale | pk finale |                   |                                    |                        |  |  |
| RI75  | 39+375.00   | 39+630.26 | 255.00            | no                                 | 39+500                 | B  | rilevato a raso ma presenza di argilla   |
| RI76  | 39+630.26   | 40+287.46 | 657.20            | si                                 | 40+000                 | B  |  |
| RI77A | 40+287.46   | 40+950.00 | 662.54            | no                                 | 40+600                 | B  | rilevato a raso ma presenza di argilla   |
| RI78A | 40+950.00   | 41+615.35 | 665.35            | si                                 | 41+175                 | B  |  |
| RI79A | 41+615.35   | 42+071.63 | 456.28            | si                                 | 41+700                 | B  |  |
| RI80  | 42+071.63   | 42+475.00 | 403.37            | no                                 | 42+150                 | B  | rilevato H 2.50 m ma presenza di argilla |
| RI81  | 42+475.00   | 42+825.00 | 350.00            | no                                 | 42+725                 | B  |  |
| RI82  | 42+825.00   | 43+175.00 | 350.00            | no                                 | 43+100                 | B  | colonne di ghiaia                        |
| RI83  | 43+175.00   | 43+525.00 | 350.00            | no                                 | 43+500                 | B  | colonne di ghiaia                        |
| RI84  | 43+525.00   | 43+875.00 | 350.00            | si                                 | 43+775                 | P-A-M  | H = 5 m con muro - colonne di ghiaia     |
| RI85  | 43+875.00   | 44+225.00 | 350.00            | no                                 | 43+875                 | P-A-M  | H = 4.8 m con muro - colonne di ghiaia   |

Tabella 2 – Sezioni strumentate in fase di costruzione rilevati A6

La strumentazione installata per RI85 si intende valida anche per il piccolo tratto di RI86. Considerata la natura dei terreni, i cedimenti si esauriranno praticamente durante la costruzione. La strumentazione prevista in sede di PD per la sezione di tipo B appare sufficiente per lo scopo per la maggior parte delle sezioni. Solo per le sezioni strumentate di RI84 e RI85, ove è presente un muro di sostegno di circa 5 m di altezza, viene prevista una sezione strumentata di tipo P-A-M in accordo a quanto indicato nel PD per la sezione su RI84.

#### Sezioni tipo P-A-M per rilevati in affiancamento con muri di sostegno

- 12 punti di misura per livellazione topografica posti alla base e alla sommità del rilevato esistente. I punti ubicati alla sommità del rilevato, in posizione esterna, saranno integrati con miniprismi topografici per misure planimetriche.
- 4 miniprismi ottici per misure planimetriche, di cui 2 installati sulla testa del muro di sostegno.
- 2 assestimetri a piastra in asse rilevato.
- 2 clinometri da parete per la misura delle rotazioni in testa al muro di sostegno.
- 1 UAD (Unità Acquisizione Dati) statica.

#### 3.1.1 Monitoraggio in fase di esercizio

Per quanto riguarda il monitoraggio in fase di esercizio (non previsto in PD su questa tratta) si ritiene valida, in linea di principio, la seguente schematizzazione di strumenti:

| Tipo di strumentazione  |
|---|
| Mire ottiche (minimo 10 mire su ciascuna sezione, distribuite tra linea storica e nuovo rilevato) |

Tabella 3 – Strumentazione prevista per il monitoraggio in esercizio dei rilevati A6

|  |  |   |             |  |           |                  |
|--|--|---|-------------|--|-----------|------------------|
| <b>GENERAL CONTRACTOR</b><br> |  | <b>ALTA SORVEGLIANZA</b><br> |             |  |           |                  |
| RELAZIONE DI CONFRONTO P.D. / P.E.   |  | Progetto<br>IN17  | Lotto<br>12 | Codifica Documento<br>EI2 RO MS 00 0 0 903 | Rev.<br>A | Foglio<br>6 di 6 |

Le sezioni strumentate, per la parte geotecnica relativa ai rilevati, sono posizionate in corrispondenza delle sezioni già individuate per il monitoraggio durante la fase di costruzione, secondo lo schema di tabella seguente.

| WBS          | Progressive |           | Sezione strumentata Prevista in PD | PK Sezione strumentata  | Tipo di sezione strumentata per monitoraggio in fase di costruzione secondo la denominazione di PD | Sezione monitorata in esercizio e tipologia di strumentazione (**) | NOTE                                     |
|--------------|-------------|-----------|------------------------------------|---|--|--|--|
|              | pk iniziale | pk finale |                                    |   |  |  |  |
| <b>RI75</b>  | 39+375.00   | 39+630.26 | no                                 | 39+500  | B  | 1  | rilevato a raso ma presenza di argilla   |
| <b>RI76</b>  | 39+630.26   | 40+287.46 | si                                 | 40+000  | B  | 1  |  |
| <b>RI77A</b> | 40+287.46   | 40+950.00 | no                                 | 40+600  | B  | 1  | rilevato a raso ma presenza di argilla   |
| <b>RI78A</b> | 40+950.00   | 41+615.35 | si                                 | 41+175  | B  | 1  |  |
| <b>RI79A</b> | 41+615.35   | 42+071.63 | si                                 | 41+700  | B  | 1  |  |
| <b>RI80</b>  | 42+071.63   | 42+475.00 | no                                 | 42+150  | B  | 1  | rilevato H 2.50 m ma presenza di argilla |
| <b>RI81</b>  | 42+475.00   | 42+825.00 | no                                 | 42+725  | B  | 1  |  |
| <b>RI82</b>  | 42+825.00   | 43+175.00 | no                                 | 43+100  | B  | 1  | colonne di ghiaia                        |
| <b>RI83</b>  | 43+175.00   | 43+525.00 | no                                 | 43+500  | B  | 1  | colonne di ghiaia                        |
| <b>RI84</b>  | 43+525.00   | 43+875.00 | si                                 | 43+775  | P-A-M  | 1  | H = 5 m con muro - colonne di ghiaia     |
| <b>RI85</b>  | 43+875.00   | 44+225.00 | no                                 | 43+875  | P-A-M  | 1  | H = 4.8 m con muro - colonne di ghiaia   |
|              |             |           | (**)                               | 1 - Mire ottiche (minimo 10 mire su ciascuna sezione, distribuite tra linea storica e nuovo rilevato) |  |  |  |

Tabella 4 – Ubicazione delle sezioni di monitoraggio in fase di costruzione e di esercizio – A06

### 3.1.2 Raccolta e gestione dei dati

La strumentazione installata (mire ottiche, caposaldi) durante la costruzione ed in esercizio sarà letta con procedure ottico/manuali; la strumentazione dotata di sensori per l'acquisizione di dati in automatico sarà collegata alla unità di acquisizione dei dati (UAD) dotata di una connessione wireless 4G, così da poter trasmettere i dati acquisiti in remoto su apposita piattaforma Web.

## 4 CONCLUSIONI

Le predisposizioni per il monitoraggio descritte nei paragrafi precedenti, sviluppate sulla base della integrazione delle informazioni geotecniche con le scelte progettuali e i risultati delle relative analisi numeriche, garantiscono in tutti i casi al Progetto Esecutivo il mantenimento dei livelli qualitativi e prestazionali dell'opera già previsti nel Progetto Definitivo