

Disciplinare tecnico/operativo/temporale

INDICE

1. Premessa
2. Sistema di monitoraggio integrato delle DGPV
3. Sistema di monitoraggio integrato delle opere d'arte
4. Costi
5. Cronoprogramma
6. Elenco degli elaborati

1. Premessa

Nell'ambito dei lavori di realizzazione del 1° stralcio – 2° lotto dell'intervento denominato "Salerno Porta Ovest" sono state individuate, in sede di Progetto Definitivo (PD) e Progetto Esecutivo (PE), due aree interessate da *Deformazioni Gravitative Profonde di Versante* (DGPV), rispettivamente denominate "Arechi" e "Poseidon". Queste ultime sono grandi frane in roccia, caratterizzate da movimenti estremamente lenti (dal mm/anno al cm/anno) e, nel tempo, possono causare un notevole decadimento delle proprietà geomeccaniche dell'ammasso roccioso ed eventuali danni a strutture superficiali e profonde.

Pertanto, l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centrale (AdSP MTC) ha dato incarico di operare uno studio per il monitoraggio delle predette DGPV nonché delle opere d'arte lungo l'autostrada A3 Salerno-Napoli potenzialmente interferite dallo scavo della Galleria Naturale Cernicchiara-Ligea.

2. Sistema di monitoraggio integrato delle DGPV

Sulla base di quanto esposto nel paragrafo precedente ed in considerazione della morfologia dei luoghi, si intende allestire un sistema di monitoraggio costituito da:

- ricevitori GPS a doppia frequenza;
- clinometri TRI-assiali;
- catene inclino-estensimetriche.

Il sistema di monitoraggio GPS si comporrà di due sotto-sistemi integrati. Il primo consisterà di un sistema di monitoraggio automatico GNSS in continuo in RT (tempo reale) realizzato con l'installazione di postazioni fisse di apparati satellitari GNSS; il secondo, invece, dovrà essere costituito da un sistema di monitoraggio GNSS periodico pre-allestito. I dati satellitari in continuo saranno trasmessi al centro di controllo con sistema di comunicazione radio W-Lan (streaming). Ogni postazione fissa GNSS dovrà essere realizzata e allestita secondo i criteri di qualità che garantiscano la migliore accuratezza possibile delle misure di monitoraggio GNSS. Altrettanta attenzione dovrà essere risposta nella definizione delle cadenze temporali con cui si intenderà effettuare i cicli di misura periodici, anche in base ai rilevamenti di cui si comincerà a disporre nella fase iniziale di vita del sistema. In generale, il sistema dovrà garantire la massima flessibilità organizzativa dei lavori sino a consentire, in caso di necessità, l'installazione di ulteriori sensori geotecnici; dovrà, altresì, consentire l'acquisizione di altre informazioni (meteo sensor, sistemi Radar da satellite) eventualmente necessarie per l'analisi dei fenomeni.

Tutte le attrezzature di misura installate, e i relativi accessori, per la realizzazione dell'intero impianto di monitoraggio integrato dovranno essere in qualsiasi momento smontabili dalle specifiche installazioni e predisposte all'installazione in altro sito e, eventualmente, al monitoraggio con stazione totale.

I sensori clinometrici triassiali saranno installati sia in superficie che all'interno delle gallerie esistenti (ferroviaria e stradale). Tale accorgimento consentirà di monitorare eventuali movimenti delle DGPV anche in profondità alle quote in cui insistono le opere. I sensori dovranno essere opportunamente ancorati ai punti in monitoraggio attraverso supporti in acciaio inox ben ancorati al suolo e collegati al Sistema di Monitoraggio Integrato mediante tecnologia WI-FI.

Per monitorare eventuali movimento delle DGPV in profondità, dovranno essere allestite catene inclino-estenseimetriche in fori opportunamente attrezzati. Nei tratti di foro ove si registrate ranno eventuali movimenti si allestiranno delle catene estenso-inclinometriche fisse. A seguito del passaggio dalla sonda mobile a fissa, i sensori dovranno essere collegati al Sistema di Monitoraggio Integrato ed acquisire e trasmettere i dati in continuo.

Per l'implementazione del Sistema di Monitoraggio Integrato dovrà essere garantita la fornitura, l'installazione e la messa in esercizio di attrezzature complete di tutto quanto necessario per il corretto funzionamento.

Per l'allestimento del Sistema di Monitoraggio Integrato dovrà essere fornita una piattaforma software per la gestione dell'intero sistema di Monitoraggio Automatico e Periodico da installare presso il centro di controllo indicato in fase di consegna lavori.

Di seguito si riporta una tabella sintetica della strumentazione di monitoraggio prevista.

Fornitura

N. progressivo	Descrizione Articolo	Quantità
1	RICEVITORE GNSS multifrequenza, per postazione fissa di riferimento. Completo di tutte le componenti propedeutiche all'allestimento di ogni singola postazione fissa di riferimento e di licenza software per la connessione di ogni singola postazione fissa alla piattaforma di monitoraggio automatico.	3
2	RICEVITORE GNSS a singola frequenza, per postazione fissa di monitoraggio. Completo di tutte le componenti propedeutiche all'allestimento di ogni singola postazione fissa di monitoraggio.	7
3	UNITA' Rover, armadietto ingegnerizzato secondo specifica per l'allestimento della postazione GNSS. Completo di tutte le componenti propedeutiche all'allestimento di ogni singola postazione fissa di monitoraggio.	9
4	UNITA' MASTER PC Industriale, armadietto ingegnerizzato secondo specifica. Completo di tutte le componenti propedeutiche alla gestione e controllo degli strumenti di monitoraggio in campo.	1
5	Strutture in acciaio per l'ancoraggio delle postazioni GPS/GNSS, secondo le esigenze specifiche di ogni singola installazione.	10
6	Clinometri tri-assiali WI-Fi completi di centralina di controllo.	5
7	Catene inclino-estensimetriche.	4

Fornitura a completamento

N. progressivo	Descrizione Articolo	Quantità
7	KIT unità postazione periodica, per l'allestimento della rete di monitoraggio. Kit componenti completi secondo specifica.	6
8	Ricevitore GNSS completo di controller.	1

Fornitura centro di controllo

N. progressivo	Descrizione Articolo	Quantità
9	PIATTAFORMA software centro di controllo, fornitura completa per la gestione dell'intero sistema di monitoraggio automatico come descritto in specifica e piattaforma web per la distribuzione dei dati.	1

Fornitura attività di allestimento e installazione

N. progressivo	Descrizione Articolo	Quantità
10	Attività di allestimento postazioni e installazione attrezzature: - n. 10 postazioni fisse GNSS - n. 6 postazioni periodiche Giornata di tecnici specializzati, comprese e compensate di tutte le spese di viaggio, vitto e alloggio.	5

11	Attività di allestimento centro di controllo, start-up sistema globale fisso e periodico: - n. 1 allestimento centro di controllo - n. 6 inizializzazione procedure per le postazioni robotiche - calibrazione di zero dell'intero schema di monitoraggio Giornata di tecnici specializzati, comprese e compensate di tutte le spese di viaggio, vitto e alloggio.	5
12	Attività di formazione tecnica del personale. Giornata di tecnici specializzati, comprese e compensate di tutte le spese di viaggio, vitto e alloggio.	2

Fornitura servizi generali

N. progressivo	Descrizione Articolo	Quantità
13	Servizio di supporto tecnico on-site. Servizio a copertura annuale (12 mesi) che prevede n. 2 giorni/mese di tecnico specializzato a disposizione sul cantiere. Attività di tecnico specializzato, comprese e compensate di tutte le spese di viaggio, vitto e alloggio.	1
14	Servizio di supporto on-line, servizio a copertura annuale (12 mesi) per il supporto da remoto del sistema di monitoraggio. Attività di supervisione e controllo da remoto del sistema di monitoraggio da parte di tecnico specializzato. rilascio report settimanali e mensili.	1

3. Sistema di monitoraggio integrato delle opere d'arte

Il monitoraggio definito di seguito ha lo scopo di accertare eventuali modifiche che le opere esistenti subiscono in termini di spostamenti, deformazioni e vibrazioni durante l'esecuzione dei lavori ed eventualmente fornire indicazioni utili sugli interventi e gli accorgimenti da porre in essere per mitigare le interferenze tra l'esecuzione delle nuove opere e le opere esistenti oggetto di indagine.

Oggetto del monitoraggio saranno, dunque, le strutture esistenti interferite dalle opere in progetto e/o alle relative aree di lavorazione. In particolare saranno oggetto del presente monitoraggio le strutture della esistente autostrada A3 Salerno-Napoli che potrebbero potenzialmente risentire dalle operazioni di scavo della galleria naturale. In particolare, le strutture oggetto di monitoraggio sono le seguenti:

- viadotto Orfanotrofo;
- viadotto Madonna del Monte e rilevato Autostradale;
- viadotto Olivieri e rilevato Autostradale.

Il piano di controllo prevede un sistema di acquisizione sia in automatico che manuale. Nello specifico il monitoraggio delle potenziali interferenze rappresentate dalle strutture autostradali avverrà prevalentemente in automatico, fatta eccezione del monitoraggio topografico del viadotto Orfanotrofo e Madonna del Monte e della colonna inclino-estensimetrica installata in adiacenza alla spalla lato Salerno.

Su tutte le strutture che potrebbero risentire dalle operazioni di avanzamento della galleria e su quelle ormai superate parzialmente (Viadotto Olivieri) o totalmente (Viadotto Caiafa) dai fronti di scavo si dovrà eseguire un dettagliato testimoniale di stato, preliminare all'avvio del sistema di monitoraggio, in grado di definire lo stato della struttura ed evidenziandone eventuali criticità. Per ogni struttura si dovrà produrre un report in cui oltre alle caratteristiche della struttura si devono indicare tutte le informazioni utili (quadro fessurativo, porzioni ammalorate, eventuali ripristini, distacchi, ecc..) testimoniate da documentazione fotografica. L'individuazione di fessure di un certo

rilevo comporterà l'installazione di fessurimetri elettrici, mentre per quelle meno rilevanti si provvederà all'installazione di fessurimetri a vetrino.

Il monitoraggio del Viadotto Orfanotrofo (v. tabella a seguire), prevede l'installazione di n. 7 mire ottiche posizionate sui cordoli di entrambe le carreggiate e n. 8 clinometri. Inoltre, se dal testimoniale di stato emergerà uno stato fessurativo preventivo, si procederà all'installazione di fessurimetri.

Tipologia strumentazione	Ubicazione	Quantità	Acquisizione
Clinometri (CL01-CL08)	In corrispondenza della pila e delle campate del Viadotto su entrambe le carreggiate.	8	In continuo
Mire ottiche (Mo01-Mo07)	Su cordoli e facciate di entrambe le carreggiate	7	Manuale
Fessurimetri elettrici	Su eventuali fessure primarie	da definire	In continuo
Fessurimetri a vetrino	Su eventuali fessure secondarie	da definire	Manuale

E' altresì prevista l'installazione di accelerometri piezoelettrici (cfr. tabella seguente) in grado di misurare accelerazioni longitudinali (L), verticali (V) e trasversali (T) costituiti, indifferentemente, da accelerometri unidirezionali, biassiali o triassiali per un totale di 70 segnali complessivi.

Tipologia strumentazione	Ubicazione	Quantità	Acquisizione
Accelerometri LVT	In corrispondenza delle imposte degli archi, alle reni e in chiave del paramento di valle della carreggiata lunga	9	In continuo
Accelerometri LV	In corrispondenza delle imposte degli archi, alle reni e in chiave del paramento di monte della carreggiata lunga	9	In continuo
Accelerometri LVT	In corrispondenza delle imposte degli archi, alle reni e in chiave del paramento di valle della carreggiata corta	5	In continuo
Accelerometri LV	In corrispondenza delle imposte degli archi, alle reni e in chiave del paramento di monte della carreggiata corta	5	In continuo

Il monitoraggio del viadotto Madonna del Monte (v. tabella a seguire) prevede l'esecuzione preventiva di un testimoniale di stato, in seguito al quale si deciderà l'eventuale installazione di fessurimetri per il controllo quadro fessurativo esistente. E' prevista, inoltre, l'installazione di n. 57 mire ottiche installate sui cordoli di entrambe le carreggiate, sulla facciata delle pile topograficamente visibili e sulla parete di collegamento delle carreggiate. Inoltre, saranno installate n. 4 elettro-livelle ad asse orizzontale (di lunghezza pari a 3 m ciascuna) lungo il tratto autostradale interferente. Inoltre, al fine di determinare e confrontare il reale bacino di subsidenza dell'area, prodotto dall'intersezione dello scavo della galleria naturale con il viadotto, verranno installate delle mire per il monitoraggio topografico del muro di sottoscarpa, del rilevato esistente e di entrambe le carreggiate a tergo della spalla Salerno. Nel corso del sopralluogo preventivo all'installazione della strumentazione bisogna definire i punti su cui installare i target topografici per il monitoraggio del rilevato e i punti d'installazione delle elettro-livelle. Se possibile, queste ultime dovranno essere installate lungo i cordoli delle carreggiate.

Tipologia strumentazione	Ubicazione	Quantità	Acquisizione
Mire ottiche	Cordolo carreggiata nord	11	Manuale
Mire ottiche	Parete di collegamento carreggiate	10	Manuale
Mire ottiche	Cordolo carreggiata sud	23	Manuale
Mire ottiche	Pile	13	Manuale
Mire ottiche	Muro di sotto scarpa e rilevato	Da definire	Manuale
Elettro-livelle ad asse orizzontale	Lungo il tratto autostradale di interferenza	4	In continuo

(di lunghezza pari a 3m)			
Fessurimetri elettrici	Su eventuali fessure primarie	Da definire	In continuo
Fessurimetri a vetrino	Su eventuali fessure secondarie	Da definire	Manuale

E' altresì prevista l'installazione di accelerometri piezoelettrici (cfr. tabella seguente) in grado di misurare accelerazioni longitudinali (L), verticali (V) e trasversali (T) costituiti, indifferentemente, da accelerometri unidirezionali, biassiali o triassiali per un totale di 120 segnali complessivi.

Tipologia strumentazione	Ubicazione	Quantità	Acquisizione
Accelerometri LVT	In corrispondenza delle due spalle e delle undici pile della carreggiata lunga	13	In continuo
Accelerometri LV	In corrispondenza delle due spalle e delle undici pile della carreggiata lunga	13	In continuo
Accelerometri LVT	In corrispondenza delle due spalle e delle nove pile della carreggiata lunga	11	In continuo
Accelerometri LV	In corrispondenza delle due spalle e delle nove pile della carreggiata lunga	11	In continuo

Il versante dell'area del Viadotto Madonna del Monte (v. tabella a seguire) sarà monitorato mediante l'installazione di una colonna inclino-estensimetrica, in grado di fornire informazioni su eventuali movimenti orizzontali e verticali del terreno. La lunghezza della colonna dovrà essere tale da raggiungere la quota dell'arco rovescio della galleria (circa 100m).

Tipologia strumentazione	Ubicazione	Quantità	Acquisizione
Inclino-estensimetro	Adiacenza spalla lato Salerno	1	Manuale

Il Viadotto Olivieri viene controllato attraverso un monitoraggio plano-altimetrico composto da mire ottiche installate sulle pile, in corrispondenza delle spalle e sul cordolo del rilevato a tergo della spalla in direzione Salerno. Il versante nell'area del viadotto Olivieri sarà, invece, monitorato mediante la strumentazione indicata nella tabella seguente, che consente di acquisire informazioni sugli eventuali spostamenti profondi e sulle variazioni del livello piezometrico.

CAMPAGNA INDAGINI GEOGOSTICHE- VIADOTTO OLIVIERI						
ID	Sondaggio	Lunghezza(m)	S.P.T.	Prelievo CR	Strumentazione	Prove Cross Hole
EIN1Bis	cc	105	5	-	Inclino-estensimetro	
EIN1	cc	105	8	3	Inclino-estensimetro	
EIN3	cc	80	2	3	Inclino-estensimetro	
IN2	DN	99	-	-	Inclinometro	
IN4-CH	DN	101	-	-	Inclinometro	x
PZ1	DN	105	-	-	Piezometro	
PZ2	DN	100	-	-	Piezometro	
PZ3	DN	80	-	-	Piezometro	

CC: Carotaggio Continuo; DN: Distruzione di Nucleo; S.P.T.: Standard Penetration Test; CR: Campione Rimaneggiato

E' altresì prevista l'installazione di accelerometri piezoelettrici (cfr. tabella seguente) in grado di misurare accelerazioni longitudinali (L), verticali (V) e trasversali (T) costituiti, indifferentemente, da accelerometri unidirezionali, biassiali o triassiali per un totale di 200 segnali complessivi.

Tipologia strumentazione	Ubicazione	Quantità	Acquisizione
Accelerometri LVT	In corrispondenza delle due spalle e delle venti pile della carreggiata lunga	20	In continuo
Accelerometri LV	In corrispondenza delle due spalle e delle venti pile della carreggiata lunga	20	In continuo
Accelerometri LVT	In corrispondenza delle due spalle e delle venti pile	20	In continuo

	della carreggiata lunga		
Accelerometri LV	In corrispondenza delle due spalle e delle venti pile della carreggiata lunga	20	In continuo

4. Costi

La stima dei costi del Sistema di Monitoraggio Integrato delle DGPV comprensiva di fornitura, allestimento, acquisizione dei dati manuali ed automatici, addestramento del personale e con la esclusione di permessi, autorizzazioni ed energizzazione degli strumenti in acquisizione continua ammonta a € 250.000.

La stima dei costi del Sistema di Monitoraggio Integrato delle opere d'arte ammonta a € 250.000.

Pertanto, la stima totale dei costi collegati ai due Sistemi di Monitoraggio Integrato ammonta a € 500.000.

A questi andranno a sommarsi i costi di gestione amministrativa e di responsabilità tecnico-scientifica nonché di contrattualizzazione di personale specializzato per la raccolta/elaborazione dei dati di monitoraggio e la loro restituzione in ambiente GIS che globalmente ammontano a € 300.000.

5. Cronoprogramma

Le attività di fornitura e installazione del sistema di monitoraggio integrato saranno sviluppate nei 2 mesi successivi alla data di stipula dell'accordo. I rimanenti 28 mesi saranno dedicati alla raccolta e alla elaborazione dei dati di monitoraggio da riportare in relazioni di sintesi.

6. Elenco degli elaborati e restituzione dei dati in ambiente GIS

1. Relazione di sintesi, con tabelle e grafici, dei dati raccolti con i ricevitori GPS a doppia frequenza e successivamente elaborati (una ogni bimestre);
2. Relazione di sintesi, con tabelle e grafici, dei dati raccolti con i clinometri TRI-assiali e successivamente elaborati (una ogni bimestre);
3. Relazione di sintesi, con tabelle e grafici, dei dati raccolti con le catene inclino-estensimetriche e successivamente elaborati (una ogni bimestre);
4. Relazione di sintesi, con tabelle e grafici, dei dati raccolti con riferimento al monitoraggio del viadotto Orfanotrofo e successivamente elaborati (una ogni bimestre);
5. Relazione di sintesi, con tabelle e grafici, dei dati raccolti con riferimento al monitoraggio del viadotto Madonna del Monte e del rilevato Autostradale e successivamente elaborati (una ogni bimestre);
6. Relazione di sintesi, con tabelle e grafici, dei dati raccolti con riferimento al monitoraggio del viadotto Olivieri e del rilevato Autostradale e successivamente elaborati (una ogni bimestre);
7. Relazione finale.

Tutti i dati di monitoraggio validati dal C.U.G.Ri. saranno restituiti in ambiente GIS in modo da poter disporre di una piattaforma interrogabile ad accesso limitato.