

E78 GROSSETO - FANO
Tratto Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45)
Adeguamento a quattro corsie del tratto
San Zeno – Arezzo – Palazzo del Pero, 1° lotto

PROGETTO DEFINITIVO

FI 508

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Roberto Salucci</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 633</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GP INGENGNERIA <i>GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</i></p> <p>(Mandante)</p> <p>cooprogetti</p> <p>engeko</p> <p>AIM <i>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</i></p>
<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i></p> <p>Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p>	<p><i>Ing. Moreno Panfili</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2687</p> <p><i>Ing. Matteo Bordugo</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Pordenone n. 750A</p>	<p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Francesco Pisani</i></p>	<p><i>Ing. Giuseppe Festa</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i></p> <p>ORDINE INGEGNERI ROMA N° 14035</p>

STUDI ED INDAGINI
monitoraggio geotecnico

Piano di monitoraggio geotecnico

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG ANNO	T01GE00MOGRE01_B		
DPFI508	D 23	CODICE ELAB. T01GE00MOGRE01	B	-
D				
C				
B	Revisione a seguito Istruttoria n°U. 0016028.09-01-2024	Gennaio '24	Colleselli	Bordugo Guiducci
A	Emissione	Agosto'23	Colleselli	Bordugo Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

INDICE

1. <u>PREMESSA</u>	2
2. <u>DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO</u>	3
2.1. NORMATIVA E RACCOMANDAZIONI TECNICHE	3
2.2. ELABORATI DI PROGETTO	3
3. <u>CRITERI GENERALI PER IL PROGETTO DI MONITORAGGIO</u>	4
4. <u>PIANO DI MONITORAGGIO</u>	6
4.1. UBICAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE	6
4.1.1. Opere d'arte minori – Opere di sostegno - Muri di sostegno in c.a.	6
4.1.2. Opere d'arte minori – Opere di sostegno – Paratie di pali	8
4.1.1. Opere d'arte minori – Opere di sostegno - Terre Armate.....	11
4.1.2. Opere d'arte maggiori – Viadotti.....	12
4.1.3. Opere d'arte – Rilevati.....	16
4.2. FREQUENZA DELLE LETTURE A CARICO DELL'IMPRESA.....	17
4.2.1. Opere di sostegno e rilevati.....	17
4.2.2. Viadotti.....	18
5. <u>MONITORAGGIO GEOMORFOLOGICO</u>	19
5.1. UBICAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE PER IL MONITORAGGIO GEOMORFOLOGICO ESISTENTE	19
5.2. FREQUENZA DELLE LETTURE	20
6. <u>ANALISI DEI DATI DI MONITORAGGIO</u>	21
8. <u>PIATTAFORMA DI GESTIONE DEI DATI</u>	22
8.1. ARCHITETTURA DEL SISTEMA.....	22
8.2. INTERFACCIA UTENTE E VISUALIZZAZIONE DEI DATI.....	23
8.3. CONFIGURAZIONE DEL SOFTWARE	24
9. <u>CONCLUSIONI</u>	25

1. PREMESSA

La presente relazione illustra il Piano di Monitoraggio strutturale e geotecnico relativo al Progetto Definitivo Tratto Nodo Di Arezzo – Selci – Lama (E45), Adeguamento a quattro corsie del tratto San Zeno – Arezzo – Palazzo del Pero, 1° Lotto (FI508).

Il piano di monitoraggio, redatto in accordo con le “Linee Guida ANAS per il Monitoraggio Geotecnico” e del paragrafo 6.2.6 del DM 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni), ha lo scopo di fornire utili informazioni per verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e il comportamento delle opere osservate e di controllare la funzionalità dei manufatti nel tempo, mediante la misura di grandezze fisiche significative durante e dopo la costruzione del manufatto.

Il sistema di monitoraggio è stato definito anche in modo da poter fornire gli elementi necessari ad una corretta valutazione del comportamento in corso d’opera delle nuove strutture, al fine di poter intervenire con eventuali azioni correttive da adottare qualora ci si discosti dalle previsioni progettuali.

PROGETTAZIONE ATI:

2. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

2.1. NORMATIVA E RACCOMANDAZIONI TECNICHE

1. EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical Design;
2. EN 1998 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance;
3. AGI (1994) Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio. Associazione Geotecnica Italiana;
4. AGI (1977) “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”;
5. AGI (2005) “Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica”;
6. ASG (2016). Linee guida per indagini geofisiche. Associazione Italiana di Geofisica;
7. ASTM International - ASTM D1586/ D1586M-18, Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils;
8. ASTM International - ASTM D4633-16, Standard Test Method for Energy Measurement for Dynamic Penetrometers;
9. UNI EN ISO 22476-3:2021, Indagini e prove geotecniche - Prove in sito - Parte 3: Prova penetrometrica dinamica tipo SPT (Standard Penetration Test);
10. UNI 11531-1:2014, Costruzione e manutenzione delle opere civili delle Infrastrutture, Criteri per l'impiego dei materiali, Parte I: Terre e miscele di aggregati non legati, Aprile 2014
11. UNI EN 206-1:2016, Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità
12. CNR BU N. 146 del 14 dicembre 1992, Determinazione dei moduli di deformazione Md e Md' mediante prova di carico a doppio ciclo con pistrà circolare
13. D.M. 17/01/2018 Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
14. Circolare 21/01/2019 “Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al DM17/01/2018;

2.2. ELABORATI DI PROGETTO

1. T00GE00GETSG01÷06, Sezioni geotecniche Tav 1÷6 di 6;
2. T01GE01GEORE01, Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica;
3. T01GE00GEOPU01-05 Planimetrie ubicazione indagini geognostiche, Tav 1÷5 di 5;
4. T01GE00GEORE01 Documentazione indagini geognostiche - Sondaggi geognostici e prove in sito;
5. T01GE00GEORE02 Documentazione indagini geognostiche - Georeferenziazione delle indagini;
6. T01GE00GEORE03 Documentazione indagini geognostiche - Analisi e prove di laboratorio geotecnico;
7. T01GE00GEORE04 Documentazione indagini geognostiche - Campagna geofisica;
8. T01GE00GETDI01÷05, Interventi di stabilizzazione - Pianta, sezioni tipologiche e dettagli - Tav. 1-5 di 5;
9. T01GE00GETDI06÷09, Interventi di stabilizzazione dei fronti di scavo - Pianta, sezione tipologica e dettagli - Tav. 1-4 di 4;
10. T01GE00GETFG01-05, Profilo geotecnico Asse Grosseto, Tav.1-5;
11. T01GE00GETFG06, Profilo geotecnico Asse Fano, Tav.6;
12. T01GE00GETFG07, Profilo geotecnico, Rampa E e F;
13. T01GE00GETFG08 Profilo geotecnico, Rampa L e J;
14. T01GE00GETFG09 Profilo geotecnico, Rampa di collegamento Pero;
15. T01GE00GETSG01÷06, Sezioni geotecniche;

PROGETTAZIONE ATI:

3. CRITERI GENERALI PER IL PROGETTO DI MONITORAGGIO

Per definire la tipologia di monitoraggio si è fatto riferimento ai modelli geologico-geomorfologico e geotecnico, ampiamente descritti nelle specifiche relazioni ed elaborati grafici.

Il piano di monitoraggio proposto si prefigge lo scopo di:

- verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e il comportamento osservato;
- verifica della qualità delle prestazioni dell'opera dopo la costruzione.

Note le condizioni di progetto, la scelta della strumentazione da installare è una diretta conseguenza dei parametri che si intendono monitorare. È necessario prevedere un monitoraggio geotecnico strutturale delle opere di sostegno (muri di sostegno, paratie di pali e terre armate), dei viadotti e dei rilevati e un monitoraggio geomorfologico nelle aree franose lungo il tracciato.

Nella seguente Tabella si presenta una sintesi delle grandezze da misurare e la strumentazione prevista.

Tabella 3-1 Grandezze da misurare e strumentazione prevista.

MONITORAGGIO	GRANDEZZA DA MISURARE	STRUMENTAZIONE PREVISTA
<i>Monitoraggio geotecnico-strutturale delle opere di sostegno (paratie, muri di sostegno, terre armate)</i>	Spostamenti della struttura, Carico sui tiranti	Mire ottiche, inclinometri, celle di carico per i tiranti
<i>Monitoraggio geotecnico-strutturale dei viadotti</i>	Spostamenti della struttura Deformazione dei pali, condizioni climatiche	Trasduttori spostamenti longitudinali e trasversali, estensimetri, sensore di temperatura, stazione meteo
<i>Monitoraggio geotecnico-strutturale dei rilevati</i>	Andamenti dei cedimenti nel tempo	Mire ottiche
<i>Monitoraggio geomorfologico frane</i>	Misura di pressioni interstiziali, spostamenti del terreno	Piezometri a tubo aperto, inclinometri

Gli strumenti di monitoraggio geotecnico-strutturale dovranno essere installati all'interno delle parti componenti delle opere, durante le fasi realizzative. Il monitoraggio dovrà essere condotto con una determinata frequenza "in corso d'opera" appena conclusi i lavori per la realizzazione dell'opera stessa, e con una frequenza "post operam" con letture che proseguono fino a 12 mesi dal termine dei lavori.

Per quanto riguarda il monitoraggio geomorfologico per l'analisi e lo studio dei fenomeni franosi osservati lungo il tracciato in progetto si rimanda alla Relazione geologica, alla Relazione geotecnica e alle relative sezioni geologiche-geotecniche redatte.

Si sottolinea che su alcune delle frane individuate è già attivo un monitoraggio tramite inclinometri e piezometri; tuttavia, risulta necessario ampliare tale monitoraggio su frane non ancora monitorate.

Di seguito si riporta una Tabella riassuntiva delle frane rilevate durante gli studi geologici e indicazioni sintetiche sugli interventi necessari per la messa in sicurezza dell'infrastruttura stradale in progetto. Si rimanda alla Relazione geotecnica e alle tavole annesse per i tipologici dei consolidamenti.

Tabella 3-2 Elenco delle frane individuate negli studi di progetto, indicazione del monitoraggio esistente e di quello da prevedere

ID FRANA	PROG. INIZIALE	PROG. FINALE	PRESENZA DI MONITORAGGIO IN FASE DI PROGETTAZIONE	INTERVENTO	MONITORAGGIO DA PREVEDERE
FRANA 1	800		-	NESSUN INTERVENTO PREVISTO	SI
FRANA 2	2475	2525	-	INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA (VI02, VI03)	SI
FRANA 2bis	2625	2830	-	INTERVENTI DI PULIZIA DEL VERSANTE E CREAZIONE NUOVA RETE A PROTEZIONE DEL VERSANTE	NO
FRANA 3	2950	2975	-	INTERVENTO DI STABILIZZAZIONE (PARATIE+TIRANTI)	SI
FRANA 4	2975	3125	-	INTERVENTO DI STABILIZZAZIONE (PARATIE+TIRANTI)	SI
FRANA 5	3350	3425	-	INTERVENTO DI STABILIZZAZIONE (PARATIE+TIRANTI)	SI
FRANA 6	3700	3925	N.1 PIEZOMETRO, N.2 INCLINOMETRI	INTERVENTO DI STABILIZZAZIONE (A.P. + SEC05) (3 ORDINI DI PARATIE+TIRANTI)	SI (integrazione del monitoraggio esistente)
FRANA 7	4100	4150	N.1 PIEZOMETRO N.1 INCLINOMETRO	INTERVENTO DI STABILIZZAZIONE (PARATIE+TIRANTI)	NO
FRANA 8	4200	4300	-	INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA (VI04)	SI
FRANA 9			-	NESSUN INTERVENTO PREVISTO	NO
FRANA 10			-	NESSUN INTERVENTO PREVISTO	NO
FRANA 11	5500	5650	-	INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA	SI
FRANA 12				NESSUN INTERVENTO PREVISTO	NO
FRANA 13				NESSUN INTERVENTO PREVISTO	NO
FRANA 14	Coll. Pero		-	NESSUN INTERVENTO PREVISTO	NO
FRANA 15				NESSUN INTERVENTO PREVISTO	NO
FRANA 16				NESSUN INTERVENTO PREVISTO	NO
FRANA 17				NESSUN INTERVENTO PREVISTO	NO

PROGETTAZIONE ATI:

4. PIANO DI MONITORAGGIO

4.1. UBICAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

4.1.1. OPERE D'ARTE MINORI – OPERE DI SOSTEGNO - MURI DI SOSTEGNO IN C.A.

Nel presente piano di monitoraggio, per i nuovi muri di sostegno in c.a., sono previste sezioni di misura attrezzate con:

- N. 1 mira ottica (caposaldo topografico) installata sul cordolo di testa, con una distribuzione di circa 1 mira ogni 20 m.

Il numero e l'ubicazione degli strumenti installati sono riportati nella seguente Tabella e negli elaborati grafici sul monitoraggio (T01GE01MOGDI01÷34_A).

Tabella 4-1 Strumenti di monitoraggio installati sui nuovi muri di sostegno in c.a.

TITOLO	PROG. INIZIALE	PROG. FINALE	L TRATTO (m)	N. MIRE OTTICHE (caposaldo topografico)
OS.03 - Muro in dx AP.	0+476	0+521	45	3
OS.04 - Muro in dx Svincolo Stadio	0+692	0+918	226	12
OS.05 - Muro in sx AP.	0+699	0+791	92	6
OS.08 - Muro in dx AP.	1+660	1+762	102	6
OS.09 - Muro in dx AP.	1+754.5	1+824	69.5	5
OS.11 - Muro in sx AP.	2+020	2+093	73	5
OS.16 - Muro in sx AP.	2+903	2+959	56	13
OS.18 - Muro in sx AP.	3+690	3+815	125	8
OS.20 - Muro in sx AP.	4+180	4+310	130	8
OS.21 - Muro in sx AP.	4+587	4+691	104	6
OS.23 - Muro in sx AP.	4+767	4+862	95	6
OS.24 - Muro SX - AP. Dir. FANO	5+352	5+500	148	9
OS.25 - Muro in sx AP.	5+650	5+800	150	9
OS.27 - Muro in dx AP.	6+110	6+756	646	34
OS.31 - Muro DX - AP. Dir. FANO	7+054	7+337	283	15
OS.32 - Muro in dx AP.	7+369	7+499	130	7
OS.34 - Muro in dx AP.	7+875	8+137	262	14
OS.37 - Muro in dx opera tra Rampa N,	0+028		234	13
OS.38 - Muro in dx Rampa R	0+002	0+135	133	8
OS.39 - Muro in dx Rotatoria K	0+034		56	4
OS.45 - Muro in dx Rotatoria K	2+624	2+661	45	3
OS.48 - Muro sec 07	2+431	2+465	34	3
OS.49 - Muro rampa J	2+583	2+618	35	3
OS.50 - Muro rampa J	5+350	5+360	10	2
OS.51 - Muro rampa J	4+120	4+191	71	5
OS.52 - Muro rampa J	0+017	0+036	19	2

PROGETTAZIONE ATI:

OS.53 - Muro rampa J	0+076	0+096	20	2
OS.54 - Muro rampa J	0+103	0+135	32	3

Nel presente piano di monitoraggio, per i muri di sostegno in c.a. esistenti (eventualmente consolidati mediante tiranti), sono previste sezioni di misura attrezzate con:

- N. 1 mira ottica (caposaldo topografico) installata sul cordolo di testa, con una distribuzione di circa 1 mira ogni 20 m.
- N. 1 cella di carico per ogni ordine di tiranti, con una distribuzione di circa 1 mira ogni 60 m.

Il numero e la tipologia degli strumenti installati sono riportati nella seguente Tabella.

Tabella 4-2 Strumenti installati sui muri esistenti in c.a.

TITOLO	PROG. INIZIALE	PROG. FINALE	L TRATTO (m)	N. MIRE OTTICHE CORDOLO (caposaldo topografico)	N. ORDINI TIRANTI	N. CELLE DI CARICO
OS.55 - Adeguamento opere di sostegno esistenti	5+150	5+375	225	10	1	4
	5+675	5+800	125	6	3	6

4.1.2. OPERE D'ARTE MINORI – OPERE DI SOSTEGNO – PARATIE DI PALI

Nel presente piano di monitoraggio, per le paratie di pali/micropali previste, è prevista la realizzazione di:

- A. N.1 sezione di misura con una distribuzione di circa 1 stazione ogni 60 m rispetto alla lunghezza dell'opera. In ogni stazione di misura è prevista l'installazione di:
- N. 1 tubo inclinometrico in alluminio, di lunghezza variabile in funzione della lunghezza dei pali delle paratie;
 - N. 2 mire ottiche (target riflettenti) lungo il fusto dei pali e sul rivestimento;
 - N.1 celle di carico elettrica per il monitoraggio del carico dei tiranti per ogni ordine di tiranti.
- B. N. 1 mira ottica (caposaldo topografico) installata sul cordolo di testa, con una distribuzione di circa 1 mira ogni 20 m rispetto alla lunghezza dell'opera.

Il numero e l'ubicazione degli strumenti installati sono riportati nella seguente Tabella e negli elaborati grafici sul monitoraggio (T01GE02MOGDI01_A÷22_A).

PROGETTAZIONE ATI:

Tabella 4-3 Strumenti di monitoraggio installati sulle paratie

TITOLO	PROG. INIZIALE	PROG. FINALE	L TRATTO (m)	N. ORDINE TIRANTI	N. SEZIONE DI MISURA OGNI 60 m					N.1 OGNI 20 m	
					N. SEZ. MISURA	N. INCL	N. MIRE OTTICHE TIRANTI (target riflettenti)	N. CELLE CARICO TIRANTI	LUNGHEZZA TOTALE INCLINOMETRI (m)	N. MIRE OTTICHE CORDOLO (caposaldi topografici)	
OS.06 - Paratia DX - AP. Dir. FANO	1+082	1+260	178	0	2	2	0	0	41	8	
OS.07 - Paratia SX - AP. Dir. GROSSETO	1+265	1+601	336	5	5	5	17	17	74	17	
OS.12 - Paratia SX - AP. Dir. GROSSETO	2+100	2+300	200	4	3	3	9	9	42	11	
OS.14 - Paratia SX - AP. Dir. GROSSETO	2+350	2+450	100	1	1	1	1	1	10	6	
OS.15 - Paratia DX - AP. Dir. FANO	2+634	3+024	390	4	6	6	14	14	96	21	
OS.17 - Paratia DX - AP. Dir. FANO	3+413	3+746	333	4	5	5	8	8	52	13	
OS.19 - Paratia DX - AP. Dir. FANO	3+883	4+060	177	4	2	2	4	4	25	10	
OS.22 - Paratia DX - AP. Dir. FANO	4+691	4+800	109	1	1	1	1	1	11	6	
OS.26 - Paratia SX - AP. Dir. FANO	5+873	6+110	237	1	3	3	8	8	44	13	
OS.28 - Paratia SX - AP. Dir. GROSSETO	6+066	6+200	134	1	2	2	3	3	16	8	
OS.29 - Paratia SX - AP. Dir. GROSSETO	6+325	6+650	325	3	5	5	12	12	77	17	
OS.30 - Paratia SX - AP. Dir. GROSSETO	6+650	6+992	342	3	5	5	18	18	86	18	
OS.33 - Paratia SX - AP. Dir. GROSSETO	7+653	7+872	219	5	3	3	10	10	57	12	
OS.35 - Paratia DX - Rampa E	0+141	0+297	156	1	2	2	2	2	16	9	
OS.36 - Paratia DX - Rampa F	0+030 (Rampa F)	1+457 (car. Fano)	174	1	2	2	5	5	30	10	
OS.40 - Paratia DX – Scopetone Nord	0+010 (inizio Scop.)	0+333 (sec.07)	130	3	2	2	5	5	26	7	
OS.41 - Paratia DX - SEC_07	0+077	0+230	153	1	2	2	2	2	16	9	
OS.42 - Paratia DX - Asse colleg. P. del Pero	0+298	0+557	259	3	3	3	7	7	29	14	
OS.43 - Paratia DX - Asse colleg. P. del Pero	0+597	0+702	105	3	1	1	3	3	16	6	
OS.44 - Paratia DX - Asse colleg. P. del Pero	0+845	0+961	116	3	1	1	2	2	15	7	
OS.46 - Paratia DX - Rampa J	0+081	0+255	174	0	2	2	0	0	31	10	
OS.47 - Paratia SX - AP. Dir. GROSSETO	0+133	0+320	187	0	3	3	0	0	40	10	

PROGETTAZIONE ATI:

Nel presente piano di monitoraggio, per le paratie di pali/micropali previste come interventi di stabilizzazione delle frane, è prevista la realizzazione di:

- N.1 sezione di misura con una distribuzione di circa 1 stazione ogni 60 m rispetto alla lunghezza dell'opera con installazione di N. 1 tubo inclinometrico in alluminio, di lunghezza variabile in funzione della lunghezza dei pali delle paratie;
- N. 1 mira ottica (caposaldo topografico) installata sul cordolo di testa, con una distribuzione di circa 1 mira ogni 20 m rispetto alla lunghezza dell'opera.

Il numero e l'ubicazione degli strumenti installati sono riportati nella seguente Tabella e negli elaborati grafici sul monitoraggio (T01GE02MOGDI23÷26_A).

Tabella 4-4 Strumenti installati sulle paratie a protezione delle frane

TITOLO	PROG. INIZIALE	PROG. FINALE	L TRATTO (m)	LUNGHEZZA PALI PARATIE (m)	N. ORDINE DI TIRANTI	N. SEZIONE DI MISURA OGNI 60 m		N.1 OGNI 20 m
						N. SEZIONE DI MISURA	N. INCL	N. MIRE OTTICHE CORDOLO
Paratia frana 3	2+900	2+975	75	18	1	1	1	13
Paratia frana 4	2+975	3+125	150	20	1	2	2	
Paratia frana 5	3+325	3+425	100	20	1	1	1	6
Paratia frana 6	3+675	3+925	250	22	1	4	4	14
Paratia frana 7	4+075	4+150	75	22	1	1	1	5

PROGETTAZIONE ATI:

4.1.1. OPERE D'ARTE MINORI – OPERE DI SOSTEGNO - TERRE ARMATE

Nel presente piano di monitoraggio, per le terre armate previste, si propone l'installazione di:

- N. 1 inclinometro con una lunghezza pari a 30 m in modo tale da monitorare il nuovo corpo della terra armata e il rilevato antropico esistente fino a raggiungere il substrato roccioso esistente;
- N. 3 mire ottiche installate sul corpo del rilevato in terra armata.

Tabella 4-5 Strumentazione di monitoraggio installata sulle terre armate

TITOLO	PROG. INIZIALE	PROG. FINALE	L TRATTO (m)	INCLINOMETRO	N. MIRE OTTICHE
OS.10 - Terra Armata DX - AP. Dir. FANO	1+980	2+110	130	1	3
OS.13 - Terra Armata DX - AP. Dir. FANO	2+300	2+370	70	1	3

PROGETTAZIONE ATI:

4.1.2. OPERE D'ARTE MAGGIORI – VIADOTTI

Per le pile e le fondazioni dei viadotti in progetto, è prevista l'installazione della seguente strumentazione.

Per ogni viadotto:

- N. 1 stazione meteo posta in corrispondenza di una pila;
- N. 1 sensore di temperatura superficiale posto sotto all'impalcato;
- N. 1 pannello solare di alimentazione per il data logger, posto in corrispondenza di una spalla del viadotto.
- N. 1 data logger statico con trasmissione wireless dei dati in continuo, posto in corrispondenza di una spalla del viadotto.

Per ogni pila di ciascun viadotto:

- N. 4 estensimetri;
- N. 1 trasduttore di spostamento verticale.

Per ogni spalla di ciascun viadotto:

- N. 1 trasduttore di spostamento orizzontale;
- N. 1 trasduttore di spostamento verticale.

Per ogni impalcato di ciascun viadotto:

- N. 4 estensimetri.

Il numero e la tipologia degli strumenti installati sono riportati nelle Tabelle seguenti e negli elaborati grafici T01GE03MOGDI01÷10_A

Tabella 4-6 Monitoraggio geotecnico-strutturale previsto per il VI.01 - Viadotto Montoncello

	DESCRIZIONE STRUMENTAZIONE MONITORAGGIO	QUANTITA'
VI.01 - Viadotto Montoncello	Trasduttore spostamento longitudinale	2
	Trasduttore spostamento trasversale	4
	Estensimetro	20
	Sensore di temperature superficiale	1
	Data logger statico con trasmissione wireless dei dati	1
	Pannello solare per alimentazione	1
	Stazione meteo	1

Tabella 4-7 Monitoraggio geotecnico-strutturale previsto per il VI.02 - Viadotto Mari Dir. FANO

	DESCRIZIONE STRUMENTAZIONE MONITORAGGIO	QUANTITA'
VI.02 - Viadotto Mari Dir. FANO	Trasduttore spostamento longitudinale	2
	Trasduttore spostamento trasversale	5
	Estensimetro	28
	Sensore di temperature superficiale	1
	Data logger statico con trasmissione wireless dei dati	1
	Pannello solare per alimentazione	1
	Stazione meteo	1

PROGETTAZIONE ATI:

Tabella 4-8 Monitoraggio geotecnico-strutturale previsto per il VI.03 - Viadotto Mari Dir. GROSSETO

	DESCRIZIONE STRUMENTAZIONE MONITORAGGIO	QUANTITA'
VI.03 - Viadotto Mari Dir. GROSSETO	Trasduttore spostamento longitudinale	2
	Trasduttore spostamento trasversale	3
	Estensimetro	12
	Sensore di temperature superficiale	1
	Data logger statico con trasmissione wireless dei dati	1
	Pannello solare per alimentazione	1
	Stazione meteo	1

Tabella 4-9 Monitoraggio geotecnico-strutturale previsto per il VI.03 - Viadotto Mari Dir. GROSSETO

	DESCRIZIONE STRUMENTAZIONE MONITORAGGIO	QUANTITA'
VI.04 - Viadotto Giostra	Trasduttore spostamento longitudinale	2
	Trasduttore spostamento trasversale	4
	Estensimetro	20
	Sensore di temperature superficiale	1
	Data logger statico con trasmissione wireless dei dati	1
	Pannello solare per alimentazione	1
	Stazione meteo	1

Tabella 4-10 Monitoraggio geotecnico-strutturale previsto per il VI.05 - Viadotto Le Torri Dir. FANO

	DESCRIZIONE STRUMENTAZIONE MONITORAGGIO	QUANTITA'
VI.05 - Viadotto Le Torri Dir. FANO	Trasduttore spostamento longitudinale	2
	Trasduttore spostamento trasversale	4
	Estensimetro	20
	Sensore di temperature superficiale	1
	Data logger statico con trasmissione wireless dei dati	1
	Pannello solare per alimentazione	1
	Stazione meteo	1

Tabella 4-11 Monitoraggio geotecnico-strutturale previsto per il VI.06 - Viadotto Le Torri Dir. GROSSETO

	DESCRIZIONE STRUMENTAZIONE MONITORAGGIO	QUANTITA'
VI.06 - Viadotto Le Torri Dir. GROSSETO	Trasduttore spostamento longitudinale	2
	Trasduttore spostamento trasversale	4
	Estensimetro	20
	Sensore di temperature superficiale	1
	Data logger statico con trasmissione wireless dei dati	1
	Pannello solare per alimentazione	1
	Stazione meteo	1

PROGETTAZIONE ATI:

Tabella 4-12 Monitoraggio geotecnico-strutturale previsto per il VI.07 - Viadotto Torrino

	DESCRIZIONE STRUMENTAZIONE MONITORAGGIO	QUANTITA'
VI.07 - Viadotto Torrino	Trasduttore spostamento longitudinale	2
	Trasduttore spostamento trasversale	5
	Estensimetro	28
	Sensore di temperature superficiale	1
	Data logger statico con trasmissione wireless dei dati	1
	Pannello solare per alimentazione	1
	Stazione meteo	1

Tabella 4-13 Monitoraggio geotecnico-strutturale previsto per il VI.08 - Viadotto Dir. Fano

	DESCRIZIONE STRUMENTAZIONE MONITORAGGIO	QUANTITA'
VI.08 - Viadotto Dir. Fano	Trasduttore spostamento longitudinale	2
	Trasduttore spostamento trasversale	2
	Estensimetro	4
	Sensore di temperature superficiale	1
	Data logger statico con trasmissione wireless dei dati	1
	Pannello solare per alimentazione	1
	Stazione meteo	1

Tabella 4-14 Monitoraggio geotecnico-strutturale previsto per il VI.09 - Viadotto Fiumicello

	DESCRIZIONE STRUMENTAZIONE MONITORAGGIO	QUANTITA'
VI.09 - Viadotto Fiumicello	Trasduttore spostamento longitudinale	2
	Trasduttore spostamento trasversale	2
	Estensimetro	4
	Sensore di temperature superficiale	1
	Data logger statico con trasmissione wireless dei dati	1
	Pannello solare per alimentazione	1
	Stazione meteo	1

Tabella 4-15 Monitoraggio geotecnico-strutturale previsto per il VI.10 - Viadotto Scopetone

	DESCRIZIONE STRUMENTAZIONE MONITORAGGIO	QUANTITA'
VI.10 - Viadotto Scopetone	Trasduttore spostamento longitudinale	2
	Trasduttore spostamento trasversale	5
	Estensimetro	28
	Sensore di temperature superficiale	1
	Data logger statico con trasmissione wireless dei dati	1
	Pannello solare per alimentazione	1
	Stazione meteo	1

PROGETTAZIONE ATI:

Tabella 4-16 Monitoraggio geotecnico-strutturale previsto per tutti i viadotti

	DESCRIZIONE STRUMENTAZIONE MONITORAGGIO	QUANTITA'
TOTALI	Trasduttore spostamento longitudinale	20
	Trasduttore spostamento trasversale	38
	Estensimetro	184
	Sensore di temperature superficiale	10
	Data logger statico con trasmissione wireless dei dati	10
	Pannello solare per alimentazione	10
	Stazione meteo	10

PROGETTAZIONE ATI:

4.1.3. OPERE D'ARTE – RILEVATI

Nel presente piano di monitoraggio per i rilevati con altezze maggiori di 2÷3 m è prevista la realizzazione di un monitoraggio di superficie che consiste in:

- N.1 stazione di monitoraggio con una distribuzione di circa 1 stazione ogni 50 m rispetto alla lunghezza dell'opera con installazione di N.2 mire ottiche (caposaldi topografici) poste lateralmente sulla superficie sommitale del rilevato.

Il numero degli strumenti installati è riportato nella Tabella seguente, la strumentazione è suddivisa per viabilità asse principale e svincoli.

Tabella 4-17 Strumenti di monitoraggio installati sui rilevati

UBICAZIONE RILEVATI (> 2-3 m)	STAZIONE DI MISURA	N. MIRE OTTICHE
ASSE PRINCIPALE	30	60
RAMPA A	5	10
RAMPA B	2	4
RAMPA C	3	6
RAMPA E	1	2
RAMPA I	2	4
RAMPA J	2	4
RAMPA L	5	10
ROT M	3	6
RAMPA N	3	6
RAMPA R	2	4

PROGETTAZIONE ATI:

4.2. FREQUENZA DELLE LETTURE A CARICO DELL'IMPRESA

Il piano di monitoraggio delle opere di sostegno e viadotti prevede letture iniziali, effettuate durante la costruzione della singola opera, e letture successive effettuate per tutta la durata di realizzazione dell'intera infrastruttura fino ad un anno dopo il termine dei lavori.

La frequenza delle misurazioni è stata ipotizzata a partire dalle indicazioni contenute nelle "Linee Guida ANAS per il Monitoraggio Geotecnico". Si considera una frequenza "in corso d'opera" con riferimento alla durata delle lavorazioni necessarie alla realizzazione della singola opera e una frequenza "post operam" distinta tra una frequenza di letture durante le lavorazioni di cantiere (opportunamente ridotta nel tempo) e una frequenza di letture che prosegue fino a 12 mesi dal termine dei lavori.

Una volta raggiunta la stabilizzazione delle misure, le eventuali ulteriori letture di controllo proseguiranno con frequenze da definire in corso d'opera. Pertanto, in funzione dei risultati ottenuti e dell'andamento nel tempo, le frequenze esposte potranno essere ridefinite dal Progettista e/o dalla D.L.

4.2.1. OPERE DI SOSTEGNO E RILEVATI

Per il monitoraggio di tutte le opere di sostegno e i rilevati, le letture previste durante la sola costruzione della singola opera sono:

- lettura di zero effettuata al momento dell'installazione (dopo il tempo minimo per il fissaggio dei target);
- 1 lettura prima dell'esecuzione degli scavi di ribasso;
- 1 lettura dopo la tesatura dei tiranti.

La frequenza delle letture successive è effettuata dal termine della costruzione di ogni singola opera al termine di realizzazione dell'intera infrastruttura e per l'anno successivo al termine dei lavori, vengono riportate nella Tabella successiva in funzione della tipologia di strumentazione e del tempo trascorso dal fine lavori della singola opera.

Tabella 4-18 Frequenza delle letture su paratie, muri di sostegno, terre armate, rilevati

TIPOLOGIA DI STRUMENTAZIONE	CORSO D'OPERA 0- 6 MESI	CORSO D'OPERA 6-12 MESI	CORSO D'OPERA > 12 MESI	POST OPERAM 12 MESI
Inclinometri	1/15gg	1/30gg	1/60gg	1/60gg
Mire ottiche	1/15gg	1/30gg	1/60gg	1/60gg
Celle di carico	1/15gg	1/30gg	1/60gg	1/60gg
Misure topografiche	1/15gg	1/30gg	1/60gg	1/60gg

4.2.2. VIADOTTI

Per i viadotti è prevista l'installazione di una strumentazione collegata a un "data logger" statico con trasmissione wireless dei dati, che consente l'acquisizione in continuo:

- dal termine della singola opera fino alla conclusione dei lavori dell'intera infrastruttura;
- per i 12 mesi successivi al termine di realizzazione dell'intera infrastruttura.

PROGETTAZIONE ATI:

5. MONITORAGGIO GEOMORFOLOGICO

Durante la durata dei lavori si prevede la prosecuzione delle misure sui piezometri installati nel 2023 per il controllo del “regime idrogeologico” e degli inclinometri installati per il monitoraggio dei fenomeni franosi. Oltre alla strumentazione già esistente si prevede l’installazione di nuova strumentazione per il monitoraggio delle frane non ancora monitorate.

5.1. UBICAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE PER IL MONITORAGGIO GEOMORFOLOGICO ESISTENTE

Nelle seguenti Tabelle si riportano i principali dati relativi alla strumentazione piezometrica e inclinometrica esistente, installata in corrispondenza delle frane. Per l’ulteriore strumentazione piezometrica esistente si valuteranno letture del livello piezometrico in corso d’opera dalla DL.

Tabella 5-1 Strumentazione piezometrica esistente lungo il tracciato

PIEZOMETRO	LUNGHEZZA DEL TUBO	TRATTO FINISTRATO (m da p.c)
B_S08	20	4-20
B_S09Bis	30	4-30

Tabella 5-2 Strumentazione piezometrica esistente lungo il tracciato

INCLINOMETRO	LUNGHEZZA DEL TUBO (m)
B_S08 bis	20
B_S08 ter	20
B_S09	30

La strumentazione prevista per il controllo dei movimenti franosi è sintetizzata di seguito.

ID FRANA	MONITORAGGIO ESISTENTE				MONITORAGGIO DA PREVEDERE				
	PROG. INIZ.	PROG. FIN.	INCL. ESISTENTI	PIEZ. ESISTENTI	MON. DA PREVEDERE	N. INCL.	LUNGH. INCL. (m)	N. PIEZ.	LUNGH. PIEZ. (m)
FRANA 1	Viabilità secondaria				SI	1	20	1	20
FRANA 2	2+475	2+525			SI	1	20	1	20
FRANA 2bis	2+625	2+830			NO	-	-	-	-
FRANA 3	2+900	2+975			SI	1	20	1	20
FRANA 4	2+975	3+125			SI	1	20	1	20
FRANA 5	3+325	3+425			SI	1	20	1	20
FRANA 6	3+700	3+925	S_B08bis (20 m) S_B08ter (20 m)	B_S08 (20 m)	SI	1	20	-	-

PROGETTAZIONE ATI:

FRANA 7	4+100	4+150	B_S09 (30 m)	B_S09bis (30 m)	NO	-	-	-	-
FRANA 8	4+200	4+300			SI	1	20	1	20
FRANA 9÷10	esterne al tracciato				NO	-	-	-	-
FRANA 11	5+500	5+650			NO	2	20	2	20
FRANE 12÷17	esterne al tracciato				NO	-	-	-	-

5.2. FREQUENZA DELLE LETTURE

Per il monitoraggio geomorfologico si prevede una frequenza delle letture della strumentazione installata di:

- 1 lettura ogni 60 giorni durante i lavori dell'intera infrastruttura (corso d'opera);
- 1 lettura ogni 60 giorni per i 12 mesi successivi al termine di realizzazione dell'intera infrastruttura.

Con condizioni meteorologiche intense si consiglia l'esecuzione di ulteriori letture di inclinometri e piezometri sia in corso d'opera che post-operam, valutata dal direttore dei lavori.

Tabella 5-3 Frequenza delle letture strumentazione monitoraggio geomorfologico.

TIPOLOGIA DI STRUMENTAZIONE	CORSO D'OPERA	POST OPERAM 12 MESI
Inclinometri	1/60gg	1/60gg
Piezometri	1/60gg	1/60gg

Il numero delle letture è riportato nell'Allegato.

6. ANALISI DEI DATI DI MONITORAGGIO

L'analisi dei dati di monitoraggio sarà a cura di figure professionali specifiche all'interno delle strutture organizzative dell'impresa e della Direzione Lavori. L'installazione degli strumenti e l'analisi dei dati di monitoraggio sono previsti a cura dell'Impresa esecutrice dei lavori, mentre la D.L. avrà la possibilità di effettuare dei controlli puntuali sia con misure in contraddittorio (stimate in quantità pari a circa il 50% delle misure previste a carico dell'Impresa), sia tramite verifiche specifiche.

PROGETTAZIONE ATI:

8. PIATTAFORMA DI GESTIONE DEI DATI

I dati raccolti dovranno essere gestiti mediante un sistema informativo geografico (GIS) per il monitoraggio, che ha lo scopo di archiviare, rendere consultabili ed elaborabili i dati derivanti dal monitoraggio durante le diverse fasi realizzative dell'opera, confrontarli fra di loro e con tutti gli altri dati derivanti da ulteriori indagini, fornendo un supporto alle decisioni in tempo reale.

La piattaforma per la gestione dei dati di monitoraggio comunemente usata è del tipo “web-based” o equivalente. Essa dovrà prevedere un sistema di archiviazione dati su database SQL o equivalente, garantendo la totale sicurezza dei dati.

La piattaforma web di gestione dovrà avere le seguenti funzionalità:

- Consentire l'accesso alle informazioni solamente agli utenti autorizzati;
- Archiviare e visualizzare tutti i documenti;
- Archiviare e visualizzare le tavole di progetto;
- Visualizzare gli elaborati relativi al monitoraggio;
- Raggruppare gli elaborati secondo una struttura logica;
- Consentire il download degli elaborati;
- Visualizzare le informazioni all'interno di una planimetria (GIS).

Il sistema di gestione dati dovrà garantire la riservatezza delle informazioni attraverso un accesso protetto da password fornito esclusivamente agli utenti autorizzati. Inoltre, dovrà consentire la corretta archiviazione di tutti i documenti, dalle tavole di progetto alle relazioni tecniche con possibilità di visualizzazione online.

Infine, si potrà avere la possibilità d'interagire con la planimetria dell'area, visualizzando i diversi “layers” (isolinee e stradale), la planimetria dell'intervento e la posizione degli strumenti di monitoraggio.

All'occorrenza, il sistema potrà essere pensato per gestire in tempo reale su sito Web i dati generati con macchine di scavo meccanizzate.

8.1. ARCHITETTURA DEL SISTEMA

Il Sistema, basato su Web Server GIS, dovrà presentare almeno le seguenti caratteristiche:

- la banca dati risiederà fisicamente su un unico computer ma sarà consultabile a chiunque abbia una connessione internet, secondo diversi livelli di accesso e conseguentemente di disponibilità delle informazioni;
- qualsiasi utente avrà accesso al sistema senza la necessità di avere i software dedicati installati sul suo computer ma utilizzando i programmi residenti sul server;
- si dovrà prevedere almeno la realizzazione di due postazioni, una ubicata in area locale e una presso l'entità che gestisce il server Web.

Quella locale (cantiere) sarà dotata di Personal Computer su cui saranno installati tutti i software applicativi e dedicati alla strumentazione installata oltre che i software idonei all'interrogazione automatica dei data-logger e lo scarico dei dati (Multilogger). Il Server remoto, installato presso gli uffici del gestore del sito Web, sarà invece dotato dei programmi e degli strumenti per la gestione del Data Base sul Web.

Il flusso delle informazioni sarà il seguente:

- Esecuzione delle misure in automatico mediante interrogazione degli strumenti installati da parte dei Data Logger;

- Esecuzione delle misure manuali (p.es con strumentazione portatile) o automatiche con scarico manuale (mediante collegamento locale ai sensori con centralina portatile o personal computer portatile);
- Nell'ufficio di cantiere/locale: creazione nel Data Base dei nuovi eventuali strumenti/famiglie di strumenti;
- Nell'ufficio di cantiere/locale: scarico automatico dei dati acquisiti in automatico mediante trasmissione con GSM o dispositivo analogo e caricamento o scarico manuale da centralina/pc computer portatile dei dati acquisiti/trasferiti manualmente; trasferimento e caricamento manuale dei dati tramite opportuni file excel/csv direttamente nel database o tramite maschere di inserimento; creazione di archivio locale dei dati grezzi di cantiere (backup locale) in modo da avere sempre disponibili i dati sperimentali di cantiere;
- trasferimento da ufficio di cantiere/locale a ufficio remoto di gestione Web via rete dei dati grezzi e loro caricamento sul Data Base Web;
- interrogazione da ufficio di cantiere/locale (PCSR) del Web per validazione dei dati prima della pubblicazione definitiva sul Web. La validazione dei dati, intesa come valutazione critica dell'accettabilità del dato grezzo e le motivazioni relative saranno comunque disponibili agli utenti autorizzati per la verifica del processo;
- da ufficio remoto: pubblicazione dei dati su Web resi disponibili ai vari utenti con diversi livelli di abilitazione;
- da ufficio di cantiere/locale: verifica degli eventuali superamenti delle soglie preimpostate, comunicate dai "Responsabili". Tali soglie, definite come "di attenzione" e "di allarme" porteranno all'attivazione di contromisure. Nel caso di superamento della soglia di attenzione potranno essere aumentati il numero degli strumenti o la frequenza delle misure allo scopo di meglio individuare e definire la problematica in atto e valutare le possibili ricadute sull'avanzamento dei lavori. Nel caso di superamento della soglia di allarme, dovranno intervenire il Progettista e la Direzione Lavori per l'individuazione delle opportune contromisure.

8.2. INTERFACCIA UTENTE E VISUALIZZAZIONE DEI DATI

Un'apposita interfaccia consentirà di realizzare i grafici e/o le tabelle del periodo desiderato (dalla data xxx alla data yyy) o degli ultimi nn ore/giorni/mesi e consentirà di impostare manualmente e/o automaticamente la scala delle ascisse.

Sarà possibile realizzare report personalizzati consultabili a schermo o stampabili in PDF, eventualmente sarà anche possibile mandare automaticamente via mail questi report agli indirizzi desiderati.

I dati potranno essere esportati in formato ASCII/csv per l'importazione ed elaborazione ulteriore con Excel.

L'individuazione della strumentazione potrà essere effettuata tramite mappa georeferenziata (GIS). Gli hot-spot consentiranno di visualizzare grafici, schede tecniche (monografie, certificati, ecc.) e fotografie relative agli strumenti.

8.3. CONFIGURAZIONE DEL SOFTWARE

Saranno possibili diversi livelli di accesso al DataBase:

- **AMMINISTRATORE:** per l'amministrazione degli utenti e le impostazioni generali del progetto;
- **POWER USER:** per la validazione dei dati e loro pubblicazione sul Web
- **EDITOR:** per l'inserimento, lettura e cancellazione dei dati, nonché impostazioni generali del progetto;
- **USER:** per l'inserimento e lettura dei dati;
- **READER:** per la lettura dei dati.

Tali livelli andranno definiti in funzione delle varie competenze, con possibilità di accesso diversificate per i singoli attori coinvolti nelle attività del monitoraggio (Direttore di Cantiere, Responsabili dei monitoraggi, Progettisti, Direzione Lavori, ecc...).

PROGETTAZIONE ATI:

9. CONCLUSIONI

Il programma di monitoraggio descritto prevede la posa in opera e la lettura programmata degli strumenti di monitoraggio. Nei paragrafi precedenti sono state indicate le caratteristiche e le modalità esecutive del programma di monitoraggio predisposto.

Le indicazioni fornite nella presente relazione sono scaturite da considerazioni di tipo teorico e tecnico. In corso d'opera andranno quindi verificate e meglio adattate alla situazione reale valutando la possibilità di incrementare o ridurre le strumentazioni e la frequenza delle letture, in funzione del reale comportamento registrato.

Si rimanda alla successiva fase di Progetto Esecutivo la definizione di specifiche soglie di allerta per i singoli strumenti.

PROGETTAZIONE ATI:

Tipologia di strumentazione
Inclinometri
Caposaldo

Target

Celle di carico

Giorni naturali settimana **7**
 Settimane **208**
 Giorni totali **1460**

	Corso d'opera 0- 6 mesi		Corso d'opera 6-12 mesi		Corso d'opera > 12 mesi		Post Operam 12 mesi	mesi
Inclinometri	1/15gg	15	1/30gg	30	1/60gg	60	1/60gg	2
Mire ottiche	1/15gg	15	1/30gg	30	1/60gg	60	1/60gg	2
Celle di carico	1/15gg	15	1/30gg	30	1/60gg	60	1/60gg	2
Misure topografiche	1/15gg	15	1/30gg	30	1/60gg	60	1/60gg	2

Super Categoria	WBS	Nome opera	Tipologia	n. strumentazioni totale	Giorni esecuzione opera	Settimane dall'inizio dei lavori	Giorni dall'inizio dei lavori	Giorni da completamento opera a fine lavori	Primi 6 mesi	giorni >6 <12 mesi	giorni >12 mesi	Letture primi 6mesi (180)	Letture da 6 a 12 mesi	Letture > 12 mesi fino a fine lavori	Letture post operam (12mesi)	Totale strumenti 1° lettura	Letture successive alla 1°	TOTALE LETTURE DALLA 2° ALL'ULTIMA	Letture tutte	TOTALE LETTURE
CORPO STRADALE	-	ASSE PRINCIPALE	Caposaldi	60	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	60	5	300	6	360
	-	RAMPA A	Caposaldi	10	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10	5	50	6	60
	-	RAMPA B	Caposaldi	4	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	5	20	6	24
	-	RAMPA C	Caposaldi	6	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	5	30	6	36
	-	RAMPA E	Caposaldi	2	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	5	10	6	12
	-	RAMPA I	Caposaldi	4	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	5	20	6	24
	-	RAMPA J	Caposaldi	4	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	5	20	6	24
	-	RAMPA L	Caposaldi	10	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10	5	50	6	60
	-	ROT M	Caposaldi	6	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	5	30	6	36
	-	RAMPA N	Caposaldi	6	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	5	30	6	36
-	RAMPA R	Caposaldi	4	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	5	20	6	24	
OPERE D'ARTE MAGGIORI	VI.01	Viadotto Montoncello - progr. 1659 a 1748	Trasd. Sp. Long.	2	84	25	175	1201	180	180	841	Letture automatiche data logger								
			Trasd. Sp. Trasv.	4	84	25	175	1201	180	180	841									
			Estensimetro	20	84	25	175	1201	180	180	841									
			Sensore temp.	1	84	25	175	1201	180	180	841									
	VI.02	Viadotto Mari Dir. FANO progr. 2435 a 2609	Trasd. Sp. Long.	2	105	41	287	1068	180	180	708									
			Trasd. Sp. Trasv.	5	105	41	287	1068	180	180	708									
			Estensimetro	28	105	41	287	1068	180	180	708									
	VI.03	Viadotto Mari Dir. GROSSETO progr. 2472 a 2576	Trasd. Sp. Long.	2	84	45	315	1061	180	180	701									
			Trasd. Sp. Trasv.	3	84	45	315	1061	180	180	701									
			Estensimetro	12	84	45	315	1061	180	180	701									
	VI.04	Viadotto Giostra progr. 4198 a 4314	Trasd. Sp. Long.	2	105	63	441	914	180	180	554									
			Trasd. Sp. Trasv.	4	105	63	441	914	180	180	554									
			Estensimetro	20	105	63	441	914	180	180	554									
	VI.05	Viadotto Le Torri Dir. FANO progr. 5005 a 5150	Trasd. Sp. Long.	2	105	161	1127	228	180	48	0									
			Trasd. Sp. Trasv.	4	105	161	1127	228	180	48	0									
			Estensimetro	20	105	161	1127	228	180	48	0									
	VI.06	Viadotto Le Torri Dir. GROSSETO progr. 5006 a 5146	Trasd. Sp. Long.	2	119	80	560	781	180	180	421									
			Trasd. Sp. Trasv.	4	119	80	560	781	180	180	421									
			Estensimetro	20	119	80	560	781	180	180	421									
	VI.07	Viadotto Torino Dir. GROSSETO progr. 5355 a 5650	Trasd. Sp. Long.	2	168	98	686	606	180	180	246									
			Trasd. Sp. Trasv.	5	168	98	686	606	180	180	246									
			Estensimetro	28	168	98	686	606	180	180	246									
	VI.08	Viadotto Torino Dir. FANO progr. 5560 a 5650	Trasd. Sp. Long.	2	168	165	1155	137	0	0	0									
			Trasd. Sp. Trasv.	2	168	165	1155	137	0	0	0									
			Estensimetro	4	168	165	1155	137	0	0	0									
	VI.09	Viadotto Fiumicello - Asse colleg. P. del Pero	Trasd. Sp. Long.	2	84	13	91	1285	180	180	925									
			Trasd. Sp. Trasv.	2	84	13	91	1285	180	180	925									
			Estensimetro	4	84	13	91	1285	180	180	925									
			Sensore temp.	1	84	13	91	1285	180	180	925									
			Trasd. Sp. Long.	2	126	174	1218	116	0	0	0									

VI.10	Viadotto Scopetone - SV "Scopetone" Rampa L	Trasd. Sp. Trasv.	5	126	174	1218	116	0	0	0	Lecture automatiche data logger								
		Estensimetro	28	126	174	1218	116	0	0	0									
		Sensore temp.	1	126	174	1218	116	0	0	0									
OS.03	Muro DX - AP. Dir. FANO da progr. 477 a 521	Caposaldi	3	35	68	476	949	180	180	589	12	6	10	6	3	33	99	34	102
OS.04	Muro DX - AP. Dir. FANO da progr. 692 a 918	Caposaldi	12	35	153	1071	354	180	174	0	12	6	0	6	12	23	276	24	288
OS.05	Muro SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 700 a 788	Caposaldi	6	21	155	1085	354	180	174	0	12	6	0	6	6	23	138	24	144
OS.06	Paratia DX - AP. Dir. FANO da progr. 1046 a 1252	Caposaldi	8	35	78	546	879	180	180	519	12	6	9	6	8	32	256	33	264
		Inclinometri	2	35	78	546	879	180	180	519	12	6	9	6	2	32	64	33	66
OS.07	Paratia SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 1500 a 1600	Caposaldi	17	28	158	1106	326	180	146	0	12	5	0	6	17	22	374	23	391
		Inclinometri	5	28	158	1106	326	180	146	0	12	5	0	6	5	22	110	23	115
		Target	17	28	158	1106	326	180	146	0	12	5	0	6	17	22	374	23	391
		Calle di carico	17	28	158	1106	326	180	146	0	12	5	0	6	17	22	374	23	391
OS.08	Muro DX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 1660 a 1765	Caposaldi	6	21	86	602	837	180	180	477	12	6	8	6	6	31	186	32	192
OS.09	Muro DX - AP. Dir. FANO da progr. 1762 a 1825	Caposaldi	5	21	0	0	1439	180	180	1079	12	6	18	6	5	41	205	42	210
OS.10	Terra Armata DX - AP. Dir. FANO da progr. 1981 a 2113	Caposaldi	3	35	89	623	802	180	180	442	12	6	7	6	3	30	90	31	93
		Inclinometri	1	35	89	623	802	180	180	442	12	6	7	6	1	30	30	31	31
OS.11	Muro SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 2020 a 2093	Caposaldi	5	21	94	658	781	180	180	421	12	6	7	6	5	30	150	31	155
OS.12	Paratia SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 2121 a 2300	Caposaldi	11	35	97	679	746	180	180	386	12	6	6	6	11	29	319	30	330
		Inclinometri	3	35	97	679	746	180	180	386	12	6	6	6	3	29	87	30	90
		Target	9	35	97	679	746	180	180	386	12	6	6	6	9	29	261	30	270
		Calle di carico	9	35	97	679	746	180	180	386	12	6	6	6	9	29	261	30	270
OS.13	Terra Armata DX - AP. Dir. FANO da progr. 2313 a 2365	Caposaldi	3	14	102	714	732	180	180	372	12	6	6	6	3	29	87	30	90
		Inclinometri	1	14	102	714	732	180	180	372	12	6	6	6	1	29	29	30	30
OS.14	Paratia SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 2367 a 2414	Caposaldi	6	21	162	1134	305	180	125	0	12	4	0	6	6	21	126	22	132
		Inclinometri	1	21	162	1134	305	180	125	0	12	4	0	6	1	21	21	22	22
		Target	1	21	162	1134	305	180	125	0	12	4	0	6	1	21	21	22	22
		Calle di carico	1	21	162	1134	305	180	125	0	12	4	0	6	1	21	21	22	22
OS.15	Paratia DX - AP. Dir. FANO da progr. 2625 a 3029	Caposaldi	21	49	106	742	669	180	180	309	12	6	5	6	21	28	588	29	609
		Inclinometri	6	49	106	742	669	180	180	309	12	6	5	6	6	28	168	29	174
		Target	14	49	106	742	669	180	180	309	12	6	5	6	14	28	392	29	406
		Calle di carico	14	49	106	742	669	180	180	309	12	6	5	6	14	28	392	29	406
OS.16	Muro SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 2903 a 2960	Caposaldi	13	21	165	1155	284	180	104	0	12	3	0	6	13	20	260	21	273
OS.17	Paratia DX - AP. Dir. FANO da progr.3430 a 3550	Caposaldi	13	21	168	1176	263	180	83	0	12	3	0	6	13	20	260	21	273
		Inclinometri	5	21	168	1176	263	180	83	0	12	3	0	6	5	20	100	21	105
		Target	8	21	168	1176	263	180	83	0	12	3	0	6	8	20	160	21	168
		Calle di carico	8	21	168	1176	263	180	83	0	12	3	0	6	8	20	160	21	168
OS.18	Muro SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 3690 a 3815	Caposaldi	8	28	171	1197	235	180	55	0	12	2	0	6	8	19	152	20	160
OS.19	Paratia DX - AP. Dir. FANO da progr. 3873 a 4063	Caposaldi	10	35	118	826	599	180	180	239	12	6	4	6	10	27	270	28	280
		Inclinometri	2	35	118	826	599	180	180	239	12	6	4	6	2	27	54	28	56
		Target	4	35	118	826	599	180	180	239	12	6	4	6	4	27	108	28	112
		Calle di carico	4	35	118	826	599	180	180	239	12	6	4	6	4	27	108	28	112
OS.20	Muro SX - AP. Dir. FANO da progr. 4180 a 4310	Caposaldi	8	28	64	448	984	180	180	624	12	6	10	6	8	33	264	34	272
OS.21	Muro SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 4587 a 4690	Caposaldi	6	21	132	924	515	180	180	155	12	6	3	6	6	26	156	27	162
OS.22	Paratia DX - AP. Dir. FANO da progr. 4690 a 4770	Caposaldi	6	21	135	945	494	180	180	134	12	6	2	6	6	25	150	26	156
		Inclinometri	1	21	135	945	494	180	180	134	12	6	2	6	1	25	25	26	26
		Target	1	21	135	945	494	180	180	134	12	6	2	6	1	25	25	26	26
		Calle di carico	1	21	135	945	494	180	180	134	12	6	2	6	1	25	25	26	26
OS.23	Muro SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 4767 a 4861	Caposaldi	6	21	138	966	473	180	180	113	12	6	2	6	6	25	150	26	156
OS.24	Muro SX - AP. Dir. FANO da progr. 5352 a 5494	Caposaldi	9	28	141	987	445	180	180	85	12	6	1	6	9	24	216	25	225

OS.25	Muro SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 5650 a 5800	Caposaldi	9	35	123	861	564	180	180	204	12	6	3	6	9	26	234	27	243
OS.26	Paratia SX - AP. Dir. FANO da progr. 5848 a 6107	Caposaldi	13	35	151	1057	368	180	180	8	12	6	0	6	13	23	299	24	312
		Inclinometri	3	35	151	1057	368	180	180	8	12	6	0	6	3	23	69	24	72
		Target	8	35	151	1057	368	180	180	8	12	6	0	6	8	23	184	24	192
OS.27	Muro DX - AP. Dir. FANO da progr. 6126 a 6745	Calle di carico	8	35	151	1057	368	180	180	8	12	6	0	6	8	23	184	24	192
		Caposaldi	34	56	0	0	1404	180	180	1044	12	6	17	6	34	40	1360	41	1394
		Inclinometri	8	21	15	105	1334	180	180	974	12	6	16	6	8	39	312	40	320
OS.28	Paratia SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 6167 a 6259	Inclinometri	2	21	15	105	1334	180	180	974	12	6	16	6	2	39	78	40	80
		Target	3	21	15	105	1334	180	180	974	12	6	16	6	3	39	117	40	120
		Calle di carico	3	21	15	105	1334	180	180	974	12	6	16	6	3	39	117	40	120
OS.29	Paratia SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 6331 a 6637	Calle di carico	3	21	15	105	1334	180	180	974	12	6	16	6	3	39	117	40	120
		Caposaldi	17	35	136	952	473	180	180	113	12	6	2	6	17	25	425	26	442
		Inclinometri	5	35	136	952	473	180	180	113	12	6	2	6	5	25	125	26	130
OS.30	Paratia SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 6628 a 6990	Target	12	35	136	952	473	180	180	113	12	6	2	6	12	25	300	26	312
		Calle di carico	12	35	136	952	473	180	180	113	12	6	2	6	12	25	300	26	312
		Caposaldi	18	49	141	987	424	180	180	64	12	6	1	6	18	24	432	25	450
OS.31	Muro DX - AP. Dir. FANO da progr. 7070 a 7342	Inclinometri	5	49	141	987	424	180	180	64	12	6	1	6	5	24	120	25	125
		Target	18	49	141	987	424	180	180	64	12	6	1	6	18	24	432	25	450
		Calle di carico	18	49	141	987	424	180	180	64	12	6	1	6	18	24	432	25	450
OS.32	Muro DX - AP. Dir. FANO da progr. 7385 a 7413	Calle di carico	18	49	141	987	424	180	180	64	12	6	1	6	18	24	432	25	450
OS.33	Muro DX - AP. Dir. FANO da progr. 7971 a 8137	Caposaldi	15	21	193	1351	88	0	0	0	0	0	0	6	15	5	75	6	90
OS.34	Paratia SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 7677 a 7887	Caposaldi	7	14	153	1071	375	180	180	15	12	6	0	6	7	23	161	24	168
		Inclinometri	12	28	155	1085	347	180	167	0	12	6	0	6	12	23	276	24	288
		Target	3	28	155	1085	347	180	167	0	12	6	0	6	3	23	69	24	72
		Calle di carico	10	28	155	1085	347	180	167	0	12	6	0	6	10	23	230	24	240
OS.35	Paratia DX - Rampa E da progr. 0	Calle di carico	10	28	155	1085	347	180	167	0	12	6	0	6	10	23	230	24	240
		Caposaldi	14	28	159	1113	319	180	139	0	12	5	0	6	14	22	308	23	322
		Inclinometri	9	35	11	77	1348	180	180	988	12	6	16	6	9	39	351	40	360
		Target	2	35	11	77	1348	180	180	988	12	6	16	6	2	39	78	40	80
OS.36	Paratia DX - Rampa F da progr. 0	Calle di carico	2	35	11	77	1348	180	180	988	12	6	16	6	2	39	78	40	80
		Caposaldi	10	35	16	112	1313	180	180	953	12	6	16	6	10	39	390	40	400
		Inclinometri	2	35	16	112	1313	180	180	953	12	6	16	6	2	39	78	40	80
		Target	5	35	16	112	1313	180	180	953	12	6	16	6	5	39	195	40	200
OS.37	Muro sottoscarpa DX - Rampa N da progr. 0	Calle di carico	5	35	16	112	1313	180	180	953	12	6	16	6	5	39	195	40	200
		Caposaldi	13	35	24	168	1257	180	180	897	12	6	15	6	13	38	494	39	507
OS.38	Muro sottoscarpa DX - Rampa R da progr. 0	Caposaldi	8	70	196	1372	18	0	0	0	0	0	0	6	8	5	40	6	48
OS.39	Muro-sostegno-dx - Rotatoria K da progr. 0	Caposaldi	4	35	0	0	1425	180	180	1065	12	6	18	6	4	41	164	42	168
OS.40	Paratia DX - Scopetone NORD da progr. 0	Inclinometri	7	28	34	238	1194	180	180	834	12	6	14	6	7	37	259	38	266
		Target	2	28	34	238	1194	180	180	834	12	6	14	6	2	37	74	38	76
		Calle di carico	5	28	34	238	1194	180	180	834	12	6	14	6	5	37	185	38	190
		Caposaldi	9	42	0	0	1418	180	180	1058	12	6	18	6	9	41	369	42	378
OS.41	Paratia DX - SEC_07 da progr. 0	Inclinometri	2	42	0	0	1418	180	180	1058	12	6	18	6	2	41	82	42	84
		Target	2	42	0	0	1418	180	180	1058	12	6	18	6	2	41	82	42	84
		Calle di carico	2	42	0	0	1418	180	180	1058	12	6	18	6	2	41	82	42	84
OS.42	Paratia DX - Asse colleg. P. del Pero da progr. 0	Calle di carico	7	42	25	175	1243	180	180	883	12	6	15	6	7	38	266	39	273
		Inclinometri	3	42	25	175	1243	180	180	883	12	6	15	6	3	38	114	39	117
		Caposaldi	14	42	25	175	1243	180	180	883	12	6	15	6	14	38	532	39	546
OS.43	Paratia DX - Asse colleg. P. del Pero da progr. 0	Inclinometri	6	21	19	133	1306	180	180	946	12	6	16	6	6	39	234	40	240
		Target	1	21	19	133	1306	180	180	946	12	6	16	6	1	39	39	40	40
		Calle di carico	3	21	19	133	1306	180	180	946	12	6	16	6	3	39	117	40	120
OS.44	Paratia DX - Asse colleg. P. del Pero da progr. 0	Calle di carico	3	21	19	133	1306	180	180	946	12	6	16	6	3	39	117	40	120
		Inclinometri	7	28	15	105	1327	180	180	967	12	6	16	6	7	39	273	40	280
		Target	1	28	15	105	1327	180	180	967	12	6	16	6	1	39	39	40	40
OS.45	Muro SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 2625 a 2660	Target	2	28	15	105	1327	180	180	967	12	6	16	6	2	39	78	40	80
		Calle di carico	2	28	15	105	1327	180	180	967	12	6	16	6	2	39	78	40	80
OS.46	Paratia DX - Rampa J da	Caposaldi	3	21	57	399	1040	180	180	680	12	6	11	6	3	34	102	35	105
OS.46	Paratia DX - Rampa J da	Caposaldi	10	42	24	168	1250	180	180	890	12	6	15	6	10	38	380	39	390

CAGGIO GEOMORFOLOGICO	OS.46	progr. 0	Inclinometri	2	42	24	168	1250	180	180	890	12	6	15	6	2	38	76	39	78
	OS.47	Paratia SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 7393 a 7515	Caposaldi	10	28	41	287	1145	180	180	785	12	6	13	6	10	36	360	37	370
			Inclinometri	3	28	41	287	1145	180	180	785	12	6	13	6	3	36	108	37	111
	OS.48	Muro DX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 2472 a 2576	Caposaldi	3	35	41	287	1138	180	180	778	12	6	13	6	3	36	108	37	111
	OS.49	Muro DX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 2583 a 2618	Caposaldi	3	14	57	399	1047	180	180	687	12	6	11	6	3	34	102	35	105
	OS.50	Muro SX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 5350	Caposaldi	2	21	96	672	767	180	180	407	12	6	7	6	2	30	60	31	62
	OS.51	Muro DX - AP. Dir. GROSSETO da progr. 4120 a 4191	Caposaldi	5	14	62	434	1012	180	180	652	12	6	11	6	5	34	170	35	175
	OS.52	Muro DX - Rotatoria M	Caposaldi	2	14	30	210	1236	180	180	876	12	6	15	6	2	38	76	39	78
	OS.53	Muro SX - Asse colleg. P. del Pero da progr. 0	Caposaldi	2	14	24	168	1278	180	180	918	12	6	15	6	2	38	76	39	78
	OS.54	Muro SX - SEC_07 da progr. 0	Caposaldi	3	28	29	203	1229	180	180	869	12	6	14	6	3	37	111	38	114
	OS.55	Manutenzione muri esistenti Pk 5+150 A PK 5+375 e DA Pk 5+675 A PK 5+800 (FANO)	Caposaldi	16	0	0	0	1460	180	180	1100	12	6	18	6	16	41	656	42	672
			Calle di carico	10	0	0	0	1460	180	180	1100	12	6	18	6	10	41	410	42	420
	Frana 3 e 4 (OS56)	Intervento di stabilizzazione da prog. 2+900 alla pk 3+125	Caposaldi	12	0	0	0	1460	180	180	1100	12	6	18	6	12	41	492	42	504
			Inclinometri	3	0	0	0	1460	180	180	1100	12	6	18	6	3	41	123	42	126
	Frana 5 (OS 57)	Intervento di stabilizzazione da prog. 3+325 alla pk 3+425	Caposaldi	6	0	0	0	1460	180	180	1100	12	6	18	6	6	41	246	42	252
			Inclinometri	1	0	0	0	1460	180	180	1100	12	6	18	6	1	41	41	42	42
	Frana 6 (OS58)	Intervento di stabilizzazione da prog. 3+675 alla pk 3+925	Caposaldi	14	0	0	0	1460	180	180	1100	12	6	18	6	14	41	574	42	588
Inclinometri			4	0	0	0	1460	180	180	1100	12	6	18	6	4	41	164	42	168	
Frana 7 (OS 59)	Intervento di stabilizzazione da prog. 4+075 alla pk 4+150	Caposaldi	5	0	0	0	1460	180	180	1100	12	6	18	6	5	41	205	42	210	
		Inclinometri	1	0	0	0	1460	180	180	1100	12	6	18	6	1	41	41	42	42	
FRANA 1	Viabilità secondaria	Inclinometri	1	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	5	6	6	
		Piezometri	1	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	5	6	6	
FRANA 2	Tracciato principale progr. 2+475-2+525	Inclinometri	1	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	5	6	6	
		Piezometri	1	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	5	6	6	
FRANA 3	Tracciato principale progr. 2+900-2+975	Inclinometri	1	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	5	6	6	
		Piezometri	1	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	5	6	6	
FRANA 4	Tracciato principale progr. 2+975-3+125	Inclinometri	1	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	5	6	6	
		Piezometri	1	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	5	6	6	
FRANA 5	Tracciato principale progr. 3+325-3+425	Inclinometri	1	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	5	6	6	
		Piezometri	1	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	5	6	6	
FRANA 6	Tracciato principale progr. 3+700-3+925	Inclinometri	1	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	5	6	6	
		Inclinometri esistenti	2	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	5	10	6	12	

MONITOR	FRANA 7	Tracciato principale progr. 4+100-4+150	Piezometri esistenti	1	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	5	6	6	
			Inclinometri esistenti	1	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	5	6	6
			Piezometri esistenti	1	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	5	6	6
	FRANA 8	Tracciato principale progr. 4+200-4+300	Inclinometri	1	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	5	6	6	
			Piezometri	1	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5	5	6	6	
	FRANA 11	Tracciato principale progr. 5+500-5+650	Inclinometri	2	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	5	10	6	12	
			Piezometri	2	1460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	5	10	6	12	