

**ASSE VIARIO MARCHE - UMBRIA E QUADRILATERO DI  
PENETRAZIONE INTERNA**

**Sublotto 2.2: Intervalliva Macerata - allaccio funzionale della SS77  
alla città di Macerata alle località "La Pieve" e "Mattei"**

**PROGETTO DEFINITIVO**

<p>IL GEOLOGO</p> <p>Dott. Geol. <b>Salvatore Marino</b> Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p><b>GPI INGEGNERIA</b> GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p>
<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Valerio Guidobaldi</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A30025</p>	<p><i>Ing. Moreno Panfili</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p>	<p>(Mandante)</p> <p><b>cooprogetti</b> <b>cocoprogetti</b></p> <p>(Mandante)</p> <p><b>engeko</b></p> <p>(Mandante)</p> <p><b>AIM</b> Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>
<p>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Iginio Farotti</i></p>	<p><i>Ing. Claudio Muller</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 15754</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><b>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</b> ORDINE INGEGNERI ROMA Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 140354035</p>

**GEOTECNICA**

Piano di monitoraggio strutturale e geotecnico – Relazione

CODICE PROGETTO				NOME FILE				REVISIONE	SCALA
OPERA	LOTTO	STATO	SETTORE	L0703.MC.D.P.GENER.00.GET.REL.006.A					
				WBS	DISCIPLINA	TIPO DOC.	N° PROGRESS.		
LO703	MC	D	P	GENER00	GET	REL	006	A	-
A	Emissione				Marzo 2020	Belà	Marino	Guiducci	
REV.	DESCRIZIONE				DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>3</b>
2.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	3
2.2. IDROGEOLOGIA.....	4
2.3. MODELLO DI RIFERIMENTO GEOTECNICO .....	5
<b>3. CRITERI GENERALI PER IL PROGETTO DI MONITORAGGIO</b> .....	<b>6</b>
<b>4. PIANO DI MONITORAGGIO</b> .....	<b>7</b>
4.1. UBICAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE .....	7
4.1.1. <i>Piezometri</i> .....	7
4.1.2. <i>Monitoraggio degli spostamenti superficiali</i> .....	7
4.1.3. <i>Monitoraggio del corpo di frana (prog. 3+475 – 3+825)</i> .....	8
4.1.4. <i>Opere d'arte – Paratie di pali</i> .....	9
4.1.5. <i>Opere d'arte – Ponti e Viadotti</i> .....	9
4.2. FREQUENZA DELLE LETTURE.....	10
4.2.1. <i>Regime idraulico</i> .....	10
4.2.2. <i>Spostamenti superficiali</i> .....	10
4.2.3. <i>Area in frana</i> .....	10
4.2.4. <i>Paratie di Pali</i> .....	10
4.2.5. <i>Ponti e Viadotti</i> .....	10
4.1. CAMPAGNE DI MISURA .....	11
<b>5. PIATTAFORMA DI GESTIONE DEI DATI</b> .....	<b>12</b>
5.1. ARCHITETTURA DEL SISTEMA .....	12
5.2. INTERFACCIA UTENTE E VISUALIZZAZIONE DEI DATI.....	13
5.3. CONFIGURAZIONE DEL SOFTWARE.....	13
<b>6. CONCLUSIONI</b> .....	<b>14</b>

## **1. PREMESSA**

La presente relazione illustra il Piano di Monitoraggio strutturale e geotecnico relativo al Progetto Definitivo dell' Asse Viario Marche – Umbria e Quadrilatero di Penetrazione Interna - Sublotto 2.2: Intervalliva di Macerata - Allaccio funzionale della SS77 alla città di Macerata alle località "La Pieve" e "Mattei".

Il piano, redatto in accordo alle "Linee Guida ANAS per il Monitoraggio Geotecnico" e del paragr. 6.2.6 del DM 17/01/2018, ha lo scopo di verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e i comportamenti osservati e di controllare la funzionalità dei manufatti nel tempo, mediante la misura di grandezze fisiche significative, prima durante e dopo la costruzione del manufatto.

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

PROGETTAZIONE ATI:

## **2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DI RIFERIMENTO**

Per definire la tipologia di monitoraggio si fa riferimento a:

- Modello di riferimento geologico-geomorfologico;
- Modello di riferimento geotecnico

I modelli di riferimento sono ampiamente descritti nelle specifiche relazioni ed elaborati grafici allegati. Si riporta di seguito un breve inquadramento.

### **2.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

L'assetto geomorfologico dell'area oggetto dell'intervento è influenzato e condizionato da vari fattori fra i quali:

- l'evoluzione neotettonica;
- la successione degli eventi climatici quaternari;
- le caratteristiche litostratigrafie;
- l'attività antropica.

All'evoluzione tettonica dell'area ed alle caratteristiche litologiche è collegata la genesi e la morfologia dei rilievi collinari nonché le locali rotture di pendio, mentre i processi morfogenetici derivano dall'azione delle acque superficiali e della gravità.

L'alternanza delle fasi climatiche, che si sono susseguite nel passato, caratterizzati da periodi freddi (periglaciali) e da periodi temperati, sono alla base degli intervalli temporali a prevalente azione di sedimentazione o di erosione; questi elementi morfologici sono riconoscibili lungo il corso del F. Chienti e nell'area in studio, evidenziati dalla presenza di depositi alluvionali disposti a quote decrescenti rispetto al fondovalle attuale; esse appaiono particolarmente sviluppate in sinistra dei principali fiumi dove è possibile riconoscere l'intera successione degli ordini terrazzati.

Nella Carta geomorfologica si tiene conto anche delle litologie affioranti; esse sono raggruppate in 3 unità litostratigrafiche principali e fanno da sfondo agli elementi e alle forme morfologiche individuate:

- Unità dei depositi di natura alluvionale
- Unità dei depositi di copertura (eluvio-colluviali)
- Unità dei depositi di plio-pleistocenici

Gli elementi geomorfologici rilevati sono definiti da linee a tratto continuo o discontinuo (nel caso di forme certe o incerte). La colorazione e la tipologia di rappresentazione adottata per la simbologia è funzione della diversa genesi dell'elemento morfologico rappresentato, per la loro scelta si è fatto riferimento ai Quaderni (ISPRA) serie III volume 13 (2018).

Nell'area in esame sono stati evidenziati quattro insiemi di forme morfogenetiche:

- Forme strutturali
- Forme gravitative
- Forme fluviali e dovute al dilavamento
- Forme di origine antropica

I fenomeni di instabilità cartografati ed interferenti con il tracciato in progetto (*si veda Carta Geomorfologica, elaborato LO703.MC.D.P.GENER.00.GEO.PLA.006*) sono da mettere in relazione soprattutto alle caratteristiche litologiche ed ai processi morfoevolutivi (naturali ed antropici) dei terreni, nonché alle caratteristiche fisico-meccaniche.

Le unità litologiche comprese nella Formazione delle Argille Azzurre presentano caratteristiche di sovraconsolidazione, ma nella porzione più corticale, a causa dei processi di erosione ed

PROGETTAZIONE ATI:

alterazione, sono oggetto del decadimento delle caratteristiche fisico-meccaniche che ha come conseguenza la formazione di una coltre superficiale sensibile all'azione gravitativa.

Si distinguono due tipologie di movimento:

- Corpo di frana per scorrimento inattivo;
- Area interessata da movimenti superficiali.

I fenomeni sono individuati nelle seguenti aree:

- dalla prog. 3+150 alla prog. 3+300 – movimento superficiale della coltre eluviale/colluviale; è previsto un intervento con trincee drenanti nella zona a monte del rilevato prima della spalla 1 del Viadotto Pieve;
- dalla prog. 3+475 alla prog. 3+825 – corpo di frana per scorrimento quiescente; è previsto un intervento di consolidamento al piede del rilevato con una fila di pali  $\varnothing 800$  passo 1,4 m e lunghezza  $L = 9,0$  m;
- dalla prog. 4+025 alla prog. 4+150 – movimento superficiale della coltre eluviale/colluviale; è previsto un intervento con trincee drenanti nella zona a monte del rilevato;
- dalla prog. 4+325 alla prog. 4+425 – movimento superficiale della coltre eluviale/colluviale; è previsto un intervento con drenaggi sub-orizzontali dalla scarpata della trincea di progetto;
- dalla prog. 4+500 alla prog. 4+750 – movimento superficiale della coltre eluviale/colluviale; è previsto un intervento con trincee drenanti nella zona a monte del rilevato.

## 2.2. IDROGEOLOGIA

Nella pianura alluvionale del F. Chienti e di quelle dei suoi tributari sono presenti importanti acquiferi di subalveo. L'andamento del drenaggio sotterraneo nelle pianure risulta condizionato dalla distribuzione dei corpi ghiaiosi ad elevata permeabilità che frequentemente coincidono con i paleovalvei. I terrazzi alti in quota sono alimentati essenzialmente dalle acque meteoriche che, una volta infiltratesi, defluiscono verso i terrazzi bassi contribuendo alla ricarica dell'acquifero di subalveo.

L'area oggetto di studio è caratterizzata dalla presenza di un substrato marino plio-pleistocenico, costituito principalmente da argille limose e limi argillosi con intercalazioni di livelli e lenti di sabbia, ricoperto da depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi di età quaternaria.

I depositi alluvionali presenti si distinguono in depositi alluvionali recenti e terrazzati. I depositi attuali affiorano in corrispondenza dell'alveo del fiume Chienti e sono costituiti da ghiaie e ciottoli con frazione interstiziale limoso-sabbiosa.

Depositati alluvionali terrazzati sono suddivisi in quattro ordini e in genere sono caratterizzati dalla presenza di uno strato di copertura superficiale di natura limoso-sabbioso-argilloso che presenta uno spessore variabile da 2 a 6 m circa, al di sotto del quale sono presenti lenti ghiaiose e sabbiose.

Attraverso l'analisi di tutti i dati è stato possibile ricostruire con buona attendibilità l'andamento della superficie piezometrica in corrispondenza del tracciato in progetto. Dal profilo geologico si osserva che la superficie di falda è posizionata all'interno dei depositi alluvionali, sostenuti alla base dalle argille plio-pleistoceniche caratterizzate da bassa permeabilità.

Il substrato marino rappresenta anche la base dell'acquifero di subalveo per il Fiume Chienti.

PROGETTAZIONE ATI:

Dalla ricostruzione della superficie di falda emerge inoltre la diretta relazione tra il corso d'acqua e la falda stessa; il Chienti costituisce infatti l'asse drenante dell'intera area di studio.

### **2.3. MODELLO DI RIFERIMENTO GEOTECNICO**

Sulla base dei rilievi geologici e dei risultati delle campagne di indagini geognostiche e geofisiche, è stato possibile ricostruire l'assetto litostratigrafico locale e valutarne le caratteristiche ai fini progettuali. In particolare, è stato possibile individuare le seguenti formazioni:

#### Terreni tipo T

Terreno vegetale costituito prevalentemente da sabbie limose ghiaiose, di colore bruno marrone, con clasti carbonatici sub-arrotondati di dimensioni centimetriche. Questa unità corrisponde allo strato più superficiale, con spessori variabili tra 30 e 100 cm.

#### Terreni tipo R

Terreno costituito da riporti antropici. Tale unità è presente in corrispondenza del sottopasso SS77.

#### Terreni tipo GSLA

Unità costituita principalmente da ghiaie eterometriche sabbiose limose e argillose ed è presente solamente nel TRATTO 1. Tale unità è suddivisa in 2 tipi:

- GSLA1 è caratterizzata da una maggior componente di materiale a grana grossa rispetto al GSLA2. È caratterizzata dalla presenza di clasti sub-angolari e sub-arrotondati, colore beige-avana, di natura prevalentemente carbonatica.;
- GSLA2, ghiaia sabbiosa argillosa limosa, caratterizzata. Presenza di clasti sub-arrotondati, colore marrone verdastro, di natura prevalentemente calcarea. Questa subunità appartiene alle alluvioni terrazzate di I ordine ed è tra gli strati superficiali.

#### Terreni tipo GS

Unità è costituita da ghiaie eterometriche in matrice con assortimento vario di sabbia, argilla e limo. È caratterizzata dalla presenza di clasti sub-angolari e sub-arrotondati di natura prevalentemente carbonatica ed è di colore grigio.

#### Terreni tipo SL

Questa unità è costituita prevalentemente da sabbia limosa debolmente argillosa. È di colore avana marroncino, variabile tra moderatamente addensata e addensata.

#### Terreni tipo LS

Unità costituita prevalentemente da limi sabbiosi argillosi e, ai fini progettuali, è stata differenziata in quattro subunità:

- LS1, limo con sabbia con argilla;
- LS2, limo con sabbia argilloso;
- LS3, limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso;
- LS4, limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso. Nel tratto compreso tra La Pieve e Mattei sono presenti delle zone di soliflusso che interessano l'unità geotecnica LS4. Le zone interessate da questo fenomeno, così come la zona situata subito dopo il Viadotto La Pieve, sono riportate nel profilo geotecnico con l'indicazione LS4s..

#### Terreni tipo AMA

Unità che costituisce il substrato, composta da depositi di argilla con limo, a tratti marnosa, e sabbiosa con intercalazioni di livelli sabbiosi addensati.

PROGETTAZIONE ATI:

### 3. CRITERI GENERALI PER IL PROGETTO DI MONITORAGGIO

Il piano di monitoraggio proposto si prefigge lo scopo di:

- verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e il comportamento osservato;
- verificare lo stato di attività degli elementi geomorfologici osservati e controllare la validità della soluzione progettuale proposta;
- controllare la possibilità di riattivazione di fenomeni definiti "quiescenti";
- 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.

	<b>Grandezza da misurare</b>	<b>Strumentazione prevista</b>
<i>Regime idraulico</i>	Misura di pressioni interstiziali	Piezometri elettrici Piezometri a tubo aperto
<i>Movimenti superficiali</i>	Spostamenti di punti significativi del pendio, in superficie	Capisaldi topografici
<i>Fenomeni di instabilità</i>	Spostamenti del terreno	Inclinometri
<i>Comportamento delle strutture (paratie, opere di sostegno scavi provvisionali)</i>	Spostamenti della struttura Carico su centine e tiranti	Mire ottiche, inclinometri Celle di carico
<i>Comportamento delle strutture (fondazioni viadotti)</i>	Spostamenti della struttura Deformazione pali	Mire ottiche, clinometri Barrette estensimetriche

Gli strumenti di monitoraggio dovranno essere installati:

- all'esterno, almeno tre mesi prima dell'inizio dei lavori, in modo da poter acquisire un numero di dati significativi ai fini della valutazione della situazione "ante-operam";
- all'interno delle parti componenti l'opera, durante le fasi realizzative.



## 4. PIANO DI MONITORAGGIO

### 4.1. UBICAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

Di seguito si riporta nel dettaglio la strumentazione da installare. Per l'ubicazione si rimanda all'elaborato LO703.MC.D.P.GENER.00.GET.PDP.001 (*Piano di monitoraggio strutturale e geotecnico – Planimetria e sezioni*).

#### 4.1.1. PIEZOMETRI

Nel progetto sono previsti interventi di drenaggio (trincee e dreni sub-orizzontali) per i quali è necessario controllare l'efficacia. Si prevede quindi l'installazione di piezometri elettrici di profondità pari a 2,0 m per misurare la pressione neutra in corrispondenza della potenziale superficie di scorrimento. Anche in corrispondenza della paratia al piede del rilevato, di consolidamento dell'area in frana, è prevista l'installazione di piezometri per il controllo del livello di falda.

Nel progetto di monitoraggio è, inoltre, prevista l'installazione di un piezometro a tubo aperto nell'area del Ponte Chienti, per il controllo del livello di falda in fase di realizzazione dell'opera.

**Tabella 4-1 Strumentazione per il controllo del regime idraulico.**

Ubicazione	Tipologia	N° strum.	Profondità (m)
Intervento di drenaggio dalla pr. 3+175 alla pr. 3+206,94	PZ elettrico	1	2,3
Intervento di drenaggio dalla pr. 4+070 alla pr. 4+150	PZ elettrico	2	2,3
Intervento di drenaggio dalla pr. 4+325 alla pr. 4+425	PZ elettrico	2	2,3
Intervento di drenaggio dalla pr. 4+525 alla pr. 4+725	PZ elettrico	3	2,3
Paratia al piede del rilevato dalla pr. 3+525 alla pr. 3+826	PZ elettrico	2	15,0
Ponte sul Chienti	PZ tubo aperto	2	15,0

#### 4.1.2. MONITORAGGIO DEGLI SPOSTAMENTI SUPERFICIALI

Per il monitoraggio degli spostamenti superficiali nelle aree interessate da fenomeni di soliflusso si prevede l'installazione di capisaldi topografici solidali con il terreno e un controllo cadenzato degli spostamenti, mediante tecnologia satellitare GPS.

I capisaldi devono essere ubicati in luoghi facilmente accessibili, di norma su manufatti in calcestruzzo aventi dimensioni, consistenza e destinazione d'uso tali da garantire un'adeguata stabilità e permanenza nel tempo. Il punto deve avere una posizione tale da consentire la realizzazione di una valida stazione GPS (assenza di ostacoli stabili e di disturbi elettromagnetici che impediscano o che rendano difficoltosa la ricezione dei segnali satellitari e in zona preferibilmente non interessata da movimentazione di mezzi pesanti). Qualora non sia possibile individuare nella zona prescelta un manufatto di caratteristiche appropriate, la sede del contrassegno deve essere realizzata appositamente mediante uno scavo di dimensioni e profondità, dipendenti dalla natura del terreno, adeguate a garantirne la stabilità e la permanenza nel tempo.



**Tabella 4-2 Capisaldi topografici per GPS.**

Ubicazione	n. capisaldi topografici
Intervento di drenaggio dalla pr. 3+175 alla pr. 3+206,94	3
Intervento di drenaggio dalla pr. 4+070 alla pr. 4+150	5
Intervento di drenaggio dalla pr. 4+325 alla pr. 4+425	5
Intervento di drenaggio dalla pr. 4+525 alla pr. 4+725	14

#### 4.1.3. MONITORAGGIO DEL CORPO DI FRANA (PROG. 3+475 – 3+825)

Per il monitoraggio del corpo di frana quiescente individuato tra la prog. 3+475 e la prog. 3+825, si prevede l'installazione di idonea strumentazione. Il monitoraggio di quest'area è finalizzato al controllo della stabilità e dell'efficacia dell'intervento previsto, di realizzazione al piede del rilevato di una paratia di pali.

**Tabella 4-3 Strumentazione per il monitoraggio del corpo di frana.**

Strumentazione	N° strum.	Profondità (m)
Capisaldi topografici (sul cordolo della paratia)	5	-
Inclinometri	4	15,0
Piezometri ( <i>parag. 4.1.1</i> )	2	15,0

#### 4.1.4. OPERE D'ARTE – PARATIE DI PALI

Per i ponti e viadotti, si prevede per ogni pila, la predisposizione della seguente attrezzatura:

- Inclinometro tradizionale, per il monitoraggio degli spostamenti del terreno in profondità;
- Mire ottiche sul cordolo di testa;
- Mire ottiche lungo il fusto dei pali e sul rivestimento della paratia;
- Celle di carico per tiranti

Il numero e la tipologia degli strumenti installati è riportato nella tabella seguente.

**Tabella 4-4 Strumenti installati sulle paratie.**

Opera	n. inclinometri	n. mire ottiche	n. mire ottiche cordolo	n. celle carico tiranti
Paratia Rotatoria S.P.77	1 (15,0 m)	2	4	2
Paratia Via di Fontescodella	1 (15,0 m)	2	5	2
Paratia Rotatoria Mattei	1 (15,0 m)	2	4	2

#### 4.1.5. OPERE D'ARTE – PONTI E VIADOTTI

Per le pile e le fondazioni dei viadotti è prevista l'installazione della seguente strumentazione:

- mire ottiche per ogni pila installate sul fusto, una in prossimità del pulvino e una alla base (ad eccezione della pila del Ponte Chienti, in cui si ha una sola mira, vista l'altezza contenuta fuori terra del fusto pila);
- clinometro (ad eccezione della Pila del Ponte Chienti);
- barretta estensimetrica su un palo di ogni struttura di fondazione;

La fondazione della Pila del Ponte Chienti è realizzata ad una profondità di circa 7,0 dal p.c., all'interno di uno scavo sostenuto da una coronella di pali.

Per il monitoraggio della struttura di sostegno si prevede l'installazione della seguente strumentazione:

- mire ottiche sul cordolo di testa;
- celle di carico per la centina;

Il numero e la tipologia degli strumenti installati è riportato nella tabella seguente.

**Tabella 4-5 Strumenti installati sulle paratie.**

Opera	n. mire ottiche	n. celle carico centina	n. barrette estensimetriche	n. clinometri
Pozzo Pila 1 Ponte Chienti	4	2	-	-
Ponte sul Chienti (1 pila + spalle)	1	-	1+2	-
Viadotto Pieve (4 pile + spalle)	2 x 4	-	4+2	4

## 4.2. FREQUENZA DELLE LETTURE

### 4.2.1. REGIME IDRAULICO

Si prevede la lettura dei piezometri installati con la seguente frequenza:

Per il piezometro a tubo aperto, in corrispondenza della pila 1 del Ponte Chienti

- 1 volta al mese per almeno tre mesi prima dell'inizio dei lavori;
- 1 volta al mese prima della realizzazione della fondazione e 1 volta ogni 15 gg per la durata dei lavori
- 1 volta ogni 2 mesi, per 1 anno dopo il termine dei lavori.

Per i piezometri elettrici in corrispondenza degli interventi di drenaggio e dell'area in frana

- 1 volta al mese prima della realizzazione degli interventi e 1 volta ogni 15 gg per la durata dei lavori
- 1 volta ogni 2 mesi, per 1 anno dopo il termine dei lavori.

### 4.2.2. SPOSTAMENTI SUPERFICIALI

Si prevede il controllo cadenzato degli spostamenti della rete di capisaldi con n.1 lettura / 30 gg, per tutta la durata dei lavori (dopo la realizzazione delle opere) e con letture trimestrali per 1 anno dopo la fine dei lavori.

### 4.2.3. AREA IN FRANA

Si prevede il controllo cadenzato degli spostamenti della rete di capisaldi con n.1 lettura / 30 gg, per tutta la durata dei lavori (dopo la realizzazione della paratia di pali al piede del rilevato) e con letture trimestrali per 1 anno dopo la fine dei lavori.

Per gli inclinometri installati si prevede la lettura con la seguente frequenza:

- 1 volta al mese per almeno tre mesi prima dell'inizio dei lavori;
- 1 volta al mese prima della realizzazione della fondazione e 1 volta ogni 15 gg per la durata dei lavori
- 1 volta ogni 2 mesi, per 1 anno dopo il termine dei lavori.

### 4.2.4. PARATIE DI PALI

Il piano di monitoraggio previsto per la lettura della strumentazione sulle paratie può essere sintetizzato come segue:

- lettura di zero effettuata al momento dell'installazione (dopo il tempo minimo per il fissaggio dei target);
- n.1 lettura / 30 gg per tutta la durata dei lavori (dopo la realizzazione delle opere);
- n.1 lettura / 3 mesi per 1 anno dopo il termine dei lavori.

### 4.2.5. PONTI E VIADOTTI

Il piano di monitoraggio previsto per la lettura della strumentazione sulle fondazioni e le sottostrutture dei viadotti può essere sintetizzato come segue:

- lettura di zero effettuata al momento dell'installazione (dopo il tempo minimo per il fissaggio dei target);
- n.1 lettura / 30 gg per tutta la durata dei lavori;
- n.1 lettura / 3 mesi per 1 anno dopo il termine dei lavori.

#### 4.1. CAMPAGNE DI MISURA

Per una durata complessiva dei lavori di 850 giorni, si sintetizzano nella tabella seguente, il numero di letture complessive.

Tabella 4-6 Campagne di misura su apparecchiatura in opera.

	Tipologia	ANTE OPERAM (3 mesi)	CORSO D'OPERA (25 mesi)	POST OPERAM (12 mesi)
<i>Regime idraulico</i>	Lettura piezometri T.A.	3 letture	49 letture	6 letture
	Lettura piezometri int.drenaggio	-	43 letture	6 letture
	Lettura piezometri area in frana	-	41 letture	6 letture
<i>Spostamenti superficiali</i>	Rilievo topografico	-	15 letture	4 letture
<i>Area in frana</i>	Rilievo topografico	-	12 letture	4 letture
	Inclinometri	3	41 letture	6 letture
<i>Paratie di pali</i>	Livellazione geometrica	-	11 letture	4 letture
	Celle di carico	-	11 letture	4 letture
	Inclinometri	-	11 letture	4 letture
<i>Pozzo pila 1 Ponte Chienti</i>	Livellazione geometrica	-	15 letture	-
	Celle di carico	-	15 letture	-
<i>Ponti e Viadotti</i>	Livellazione geometrica	-	16 letture (Ponte Chienti) 10 letture (Viad. Pieve)	4 letture
	Clinometri	-	10 letture (Viad. Pieve)	4 letture
	Barrette estensimetriche	-	18 letture (Ponte Chienti) 12 letture (Viad. Pieve)	4 letture

## **5. 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. 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, dovrà essere pensato per gestire in tempo reale su sito Web i dati generati con macchine di scavo meccanizzate.

### **5.1. ARCHITETTURA DEL SISTEMA**

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

- 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 datalogger 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.

## 5.2. 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.

## 5.3. 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...).

## **6. CONCLUSIONI**

Nella presente relazione è stato esposto il programma di monitoraggio previsto nell'ambito del Progetto Definitivo dell'intervento di adeguamento della S.S. 182 "Trasversale delle Serre", Tronco 1°, Lotto 1° Stralcio 2° (attraversamento del Colle Scornari).

Tale programma prevede la posa in opera e la lettura programmata delle strumentazioni 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.

PROGETTAZIONE ATI: