

PNC - PNRR: Piano Nazionale Complementare al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza nei territori colpiti dal sisma 2009-2016, Sub-misura A4, "Investimenti sulla rete stradale statale"

S.S. 502 - S.S. 78 - Belforte del Chienti - Sarnano - Lavori di adeguamento e/o miglioramento tecnico funzionale della sezione stradale in t.s. e potenziamento delle intersezioni. 2° Stralcio. Cod. SIL ACNOAN00114 - Codice CUP F71B22001170001

PROGETTAZIONE DEFINITIVA, ESECUTIVA ED ESECUZIONE LAVORI

cod. **PSL10/22**

PROGETTO DEFINITIVO

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Prof. Ing. Franco BRAGA
Ordine Ingegneri di Roma n. 7072/A

GEOLOGO:

Dott. Geol. Andrea RONDINARA
Albo regionale del Lazio n. 921

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Davide TALIA
Ordine Ingegneri di Roma n. 29001/B

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Marco MANCINA

PROTOCOLLO

DATA

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE:

Mandataria



Mandanti



RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI:

Mandataria



Mandanti



Dott. Geol. Andrea Rondinara

Prestatore del servizio di PMA



MONITORAGGIO GEOTECNICO E STRUTTURALE

Monitoraggio Viadotto VI.01

Relazione di monitoraggio

CODICE PROGETTO

NOME FILE

T01GE01MOGRE01A.dwg

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

CODICE ELAB. T 0 1 G E 0 1 M O G R E 0 1

A

-

A

EMISSIONE

Agosto 2023

Petrucci

Orsini

Braga

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

S.S. 502 – S.S. 78 Belforte del Chienti – Sarnano – Lavori di adeguamento e/o miglioramento tecnico funzionale della sezione stradale in t.s. e potenziamento intersezioni – 2° stralcio. Cod. SIL ACNOAN00114 - Codice CUP F71B22001170001 CIG 95039446B1

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Monitoraggio

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE E DELLE FASI ESECUTIVE	4
3	DEFINIZIONE LIMITI ATTENZIONE/ALLARME E FREQUENZE LETTURE.....	6
4	MONITORAGGIO DELLE STRUTTURE E DEL TERRENO	7
	4.1 FREQUENZE DELLE MISURE	7
	4.2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E MODALITA' DI INSTALLAZIONE	8
	4.3 TUBO INCLINOMETRICO	8
	4.4 CONTROLLI TOPOGRAFICI E MIRE OTTICHE	9
	4.5 BARRETTE ESTENSIMETRICHE	10
	4.6 FESSURIMETRI	11
5	PIATTAFORMA GESTIONE DATI E CONTROMISURE IN CASO DI SUPERAMENTO DELLE SOGLIE DI ALLERTA	12
	5.1 SISTEMA RACCOLTA/GESTIONE DATI SU PIATTAFORMA WEB-GIS	16

1 PREMESSA

La seguente relazione è inserita nell'ambito del Progetto Definitivo del 2° Stralcio dei lavori di adeguamento e/o miglioramento tecnico funzionale della sezione stradale in T.S. e potenziamento delle intersezioni lungo la S.S. n. 502 "Cingoli" – S.S.n. 78 "Picena" – Belforte del Chienti – Sarnano (Lotto 1).

Il documento illustra il piano di monitoraggio geotecnico strutturale, progettato per la verifica ed il controllo nel tempo della risposta tenso-deformativa delle opere strutturali per il **Viadotto Fiastrone VI.01**.

Poiché l'effettiva entità dei fenomeni deformativi che si manifestano durante la realizzazione delle opere dipende in maniera considerevole dalle variabilità locali delle condizioni geologico-geotecniche e dalle reali modalità esecutive adottate, è necessario prevedere l'implementazione di un adeguato sistema di monitoraggio, caratterizzato dalla messa in opera di una strumentazione sia di misura degli spostamenti superficiali e delle strutture esistenti che di un controllo deformativo e tensionale del terreno e delle opere in esecuzione, da mantenersi in opera con riferimento alle successive fasi realizzative sino al completamento dell'opera.

Tale sistema permetterà il confronto della situazione teorica progettuale con le reali condizioni che si manifesteranno in corso d'opera attraverso:

- la verifica dell'efficacia delle soluzioni progettuali adottate in relazione alle effettive condizioni geologiche, idrogeologiche e geotecniche attraverso le misure dello stato deformativo e tensionale delle strutture in corso di realizzazione;
- la misura degli effetti deformativi indotti sulle strutture a seguito dell'esecuzione e dell'esercizio delle opere.

I parametri rilevati verranno confrontati con opportuni valori Soglia di Attenzione e di Allarme definiti sulla base delle previsioni progettuali, consentendo la conferma delle assunzioni effettuate in fase di progetto e la tempestiva adozione di opportune contromisure in caso di deviazione dai comportamenti attesi, al fine di garantire l'avanzamento in sicurezza delle opere, in relazione sia alle opere stesse che alle strutture preesistenti.

Per la geometria delle opere, la caratterizzazione geotecnica, la descrizione dei carichi e delle fasi di esecuzione si rimanda agli elaborati specifici.

La seguente relazione risulta redatta in conformità alle "Linee guida del Monitoraggio Geotecnico" Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori ANAS.

2 DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE E DELLE FASI ESECUTIVE

Per il superamento del fiume Fiastrone, in progetto, è previsto un nuovo viadotto. La nuova struttura parte dalla progressiva 0+237.00km (asse appoggi spalla A) fino alla progressiva 0+429.00km (asse appoggi spalla B). Planimetricamente il viadotto è in rettilineo.

Le sottostrutture sono costituite dalle due spalle e da tre pile.

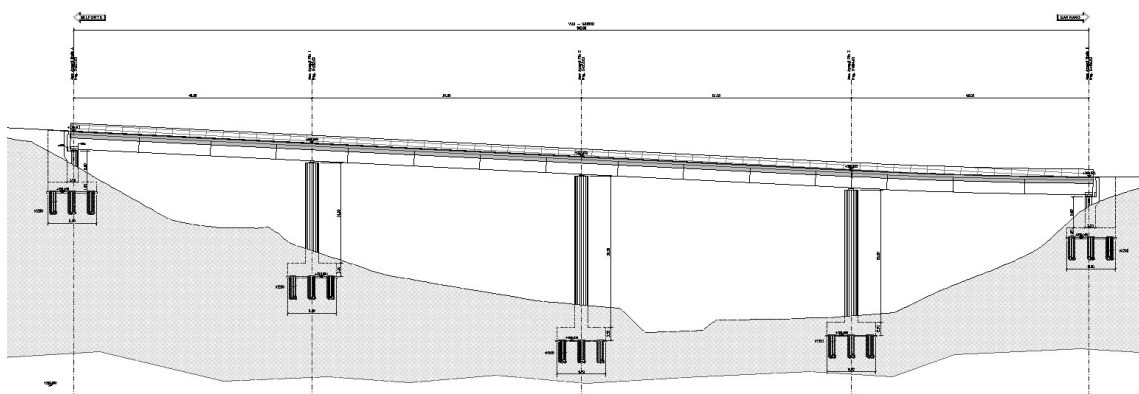


Figura 1: Profilo longitudinale dell'opera

L'impalcato è costituito da una struttura mista acciaio-calcestruzzo di lunghezza complessiva pari a 193.40m (192.00m misurato asse appoggio-asse appoggio), suddivisa in quattro campate di luce appoggi – appoggi pari a 45m (due campate esterne spalla-pila) e 51m (due campate pila-pila).

L'impalcato in acciaio presenta inoltre degli irrigidimenti trasversali e longitudinali ed è dotata di controventi superiori e inferiori a croce di S. Andrea.

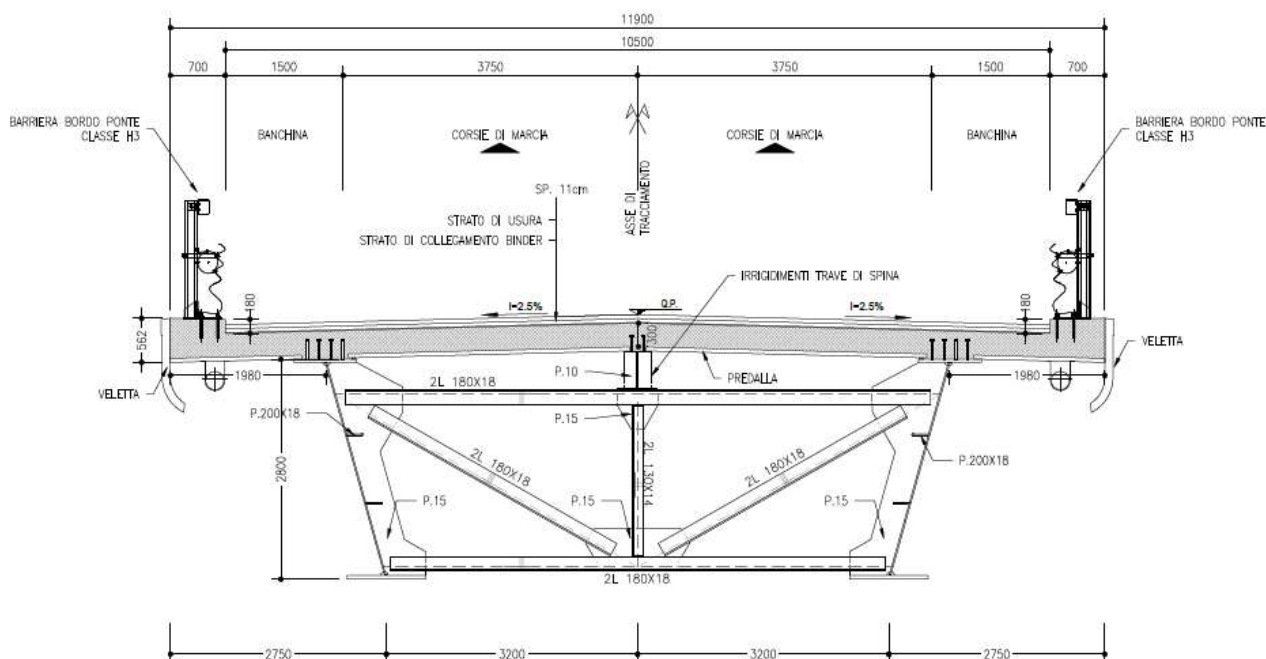


Figura 2: Sezione trasversale impalcato

Il sistema di vincolo della sovrastruttura è costituito da isolatori in gomma a mescola dura ("H").

Il varo dell'impalcato avverrà "a spinta" dal lato della spalla B.

Le macrofasi di realizzazione dell'opera sono costituite da:

- Scavi di sbancamento ed opere provvisori, nelle zone "impervie" e/o con fronti instabili (possibile riattivazione di frane) per la realizzazione dei pali Ø1200 e delle relative fondazioni;
- Realizzazione delle opere di presidio necessarie ad assicurare i fronti provvisori e definitivi;
- Esecuzione delle strutture in elevazione;
- Assemblaggio lato spalla B dell'impalcato in acciaio, comprensivo per le campate centrali delle predalle, e varo "a spinta";
- Getto della soletta di impalcato e delle relative finiture.

3 DEFINIZIONE LIMITI ATTENZIONE/ALLARME E FREQUENZE LETTURE

La possibilità di controllo della situazione reale si basa principalmente sulla definizione di soglie aventi lo scopo di segnalare l'instaurarsi di una particolare situazione tensio-deformativa.

Sulla base di queste soglie è messa in opera tutta una serie di azioni e contromisure.

I valori di soglia fissati sono funzione dei risultati previsti (in termini di spostamento, deformazione, tensioni, ecc.) in fase progettuale.

Questi limiti sono definiti come:

- **limite di attenzione:** è definito come una quota parte delle risultanze dei calcoli in progetto. Il superamento di questo limite implica l'incremento della frequenza delle misure, allo scopo di stabilire e monitorare la velocità con la quale il fenomeno si evolve in modo da valutare il potenziale instaurarsi di fenomeni ad evoluzione rapida;
- **limite di allarme:** è definito in funzione del livello deformativo più gravoso per una determinata situazione di scavo.

Al raggiungimento della soglia di allarme, sentito il Progettista e la Direzione Lavori, sarà necessaria la valutazione dell'attuazione di opportune contromisure.

4 MONITORAGGIO DELLE STRUTTURE E DEL TERRENO

Per l'opera in oggetto, sono stati monitorati i seguenti elementi:

- **Pile:** spostamenti e stati tensionali
- **Spalle:** spostamenti assoluti e relativi rispetto all'impalcato e spostamenti del terreno limitrofo (possibili movimenti franosi);
- **Impalcato:** spostamenti assoluti e relativi rispetto alle sottostrutture.

Per il posizionamento della strumentazione e i dettagli costruttivi vedere elaborati specifici.

Il monitoraggio sarà eseguito per mezzo dei seguenti dispositivi:

- **inclinometri verticali (IN)** disposti in adiacenza alle spalle, al fine di controllare con precisione l'evoluzione dei cedimenti/spostamenti e confrontarla con i risultati delle analisi progettuali nelle varie fasi esecutive;
- **punti di controllo topografico di precisione (CTC)** posizionati sulle sottostrutture e alla testa degli inclinometri;
- **mire ottiche per letture 3D (CTC)**, ancorate sulle strutture in elevazione a diverse altezze, al fine di monitorare l'evoluzione delle deformazioni delle strutture in relazione ai risultati dei calcoli progettuali;
- **coppie di barrette estensimetriche (BE)** a corda vibrante fissate sulle gabbie d'armatura dei fusti pila e nei pali per il controllo dello stato di tensione dell'acciaio e del calcestruzzo;
- **barrette di riferimento "no stress strain gauge" (BEA)** annegate all'interno del getto delle strutture al fine di valutare le deformazioni legate al ritiro del calcestruzzo;
- **punti di livellazione superficiale (CPL)** per il controllo dei cedimenti del terreno.

4.1 FREQUENZE DELLE MISURE

Nella Tabella seguente, sono riportate le tabelle riassuntive della frequenza di lettura di tutti gli strumenti installati.

STRUMENTI	ANTE OPERAM	CORSO D'OPERA	POST OPERA
Capisaldi/mire	1 volta ogni 15 gg	1 volta al giorno	1 volta al mese
Barrette estensimetriche	1 volta ogni 15 gg	1 volta a settimana	1 volta al mese
Inclinometri	1 volta ogni 15 gg	1 volta a settimana	1 volta ogni due mesi

Tabella 1: Frequenza di lettura della strumentazione

La data di installazione della strumentazione dovrà consentire, in funzione delle tempistiche operative rilevate in cantiere, la realizzazione di una serie di letture di riferimento atte a riconoscere l'oscillazione naturale delle grandezze misurate ed il grado di errore (strumentale, di lettura, ambientale, ecc.) degli strumenti.

4.2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E MODALITA' DI INSTALLAZIONE

Il monitoraggio delle opere è finalizzato principalmente a conseguire i seguenti scopi:

- valutare durante le fasi esecutive lo stato tensio-deformativo delle singole parti dell'opera;
- verificare la rispondenza delle grandezze definite e segnalare eventuali anomalie e situazioni di rischio potenziali in fase di esercizio.

A tali scopi, oltre all'installazione della strumentazione suddetta è prevista anche la messa in opera di **sistemi di acquisizione dati e pannelli di centralizzazione** a cui cablare tutti gli strumenti elettrici dell'opera al fine di facilitare la lettura.

4.3 TUBO INCLINOMETRICO

L'installazione di un tubo inclinometrico in un foro di sondaggio consente attraverso misure ripetute nel tempo il rilievo dello spostamento orizzontale del terreno durante tutte le fasi di lavorazione.

Tali misure vengono effettuate introducendo nel tubo una opportuna sonda inclinometrica che, dotata di sensori servoacceleratori di elevata precisione, consente di misurare l'inclinazione del tubo in corrispondenza di una determinata sezione.

I tubi inclinometrici ($\Phi_{int} = 76$ mm) dovranno essere in alluminio o in ABS e avere una sezione circolare provvista di quattro scanalature con funzione di guida per la sonda inclinometrica.

I tubi inclinometrici dovranno essere disponibili in spezzoni di 3.0 m e dotati di assoluta perpendicolarità rispetto all'asse con tolleranza di 1°.

La perforazione a carotaggio continuo del foro di sondaggio in cui verrà installato il tubo inclinometrico dovrà essere verticale e di diametro non inferiore a 101 mm e non superiore a 127 mm con una deviazione globale dalla verticale non superiore al 2%.

La installazione dei tubi inclinometrici dovrà avvenire in accordo alle seguenti modalità:

- Lavaggio accurato con acqua pulita del foro di sondaggio;
- Preassemblaggio dei tubi inclinometrici in spezzoni di 6.0 m terminanti a un estremo con un manicotto;
- Inserimento del primo spezzone di tubo nel foro;
- Bloccaggio del tubo mediante apposita morsa;
- Inserimento dello spezzone successivo, incollaggio, rivettatura e sigillatura dei giunti;
- Proseguimento delle operazioni descritte fino al completamento della colonna;
- Cementazione del tubo inclinometrico da fondo foro da eseguire a bassissima pressione non superiore a 200 kPa attraverso il tubo di iniezione o attraverso la valvola di fondo osservando la risalita della miscela cementizia all'esterno del tubo inclinometrico. Il rivestimento di perforazione dovrà essere estratto appena la miscela appare in superficie;
- Accurato lavaggio e installazione a testa foro di un chiusino di protezione;

- Controllo della funzionalità della tubazione mediante il calaggio nel foro di una sonda testimone che dovrà passare e quattro le guide senza incontrare ostacoli sia in discesa che in risalita;
- Al termine dell'installazione dovrà essere eseguito un rilievo topografico fornendo le coordinate piano altimetriche della testa dello strumento.

Ciascuna sonda inclinometrica sarà collegata a una unità automatica di acquisizione dati, dotata di sistema di trasmissione da remoto.

Le singole UAD (unità d'Acquisizione Dati) saranno alloggiati nei pozzetti predisposti a piano campagna.

Si prevedono le seguenti limitazioni:

- Deviazione dalla verticale dei tubi < 1.5%;
- Spiratura < 0.3°/m.

4.4 CONTROLLI TOPOGRAFICI E MIRE OTTICHE

L'installazione di mire ottiche e mini-prismi permette attraverso l'esecuzione di rilievi topografici di precisione, eseguiti periodicamente, di valutare le condizioni deformative e di controllo degli spostamenti dell'opera durante le lavorazioni.

L'acquisizione dei dati consentirà di intervenire preventivamente e valutare al meglio gli eventuali effetti indotti.

I riscontri topografici possono essere rilevati con sistema manuale tradizionale o con sistema automatico robotizzato e in generale l'utilizzo di mini-prismi in luogo dei targets permette una maggiore precisione di letture.

Le **mire ottiche** (target topografico) presentano le seguenti caratteristiche:

Tipologia: Target adesivo riflettente con croce di mira;

Dimensione: 40x40 mm;

Campo di temperatura: da -30° a 80°.

I **mini-prismi** presentano le seguenti caratteristiche:

Dotato di protezione metallica dagli agenti atmosferici e dai raggi del sole in quarzo con supporto metallico in alluminio;

Dimensione del quarzo: 32 mm.

L'installazione dei targets e dei mini-prismi dovrà essere realizzata secondo le seguenti modalità:

- tracciamento topografico delle posizioni di installazione;
- fissaggio della staffa di supporto all'opera mediante tassellatura su cls o saldatura su struttura metallica;
- installazione del mini-prisma o del target adesivo alla staffa di supporto.

Al termine delle operazioni di posa potrà essere realizzato il primo rilievo topografico di riferimento per i successivi rilievi (lettura di zero).

La documentazione relativa all'installazione dovrà comprendere:

- informazioni generali quali commessa, cantiere, ubicazione, data, nome dell'operatore;
- quota del piano campagna, quota assoluta o relativa e coordinate planimetriche di ogni target topografico o mini-prisma;
- stralcio planimetrico con ubicazione della strumentazione installata;
- caratteristiche dei target installati;
- lettura topografica di riferimento.

4.5 BARRETTE ESTENSIMETRICHE

Tali misure consistono nel rilevamento e nella restituzione grafica e numerica dello stato tensionale entro i rivestimenti definitivi.

Le tensioni nel rivestimento definitivo verranno misurate con coppie di barrette estensimetriche a corda vibrante saldate all'armatura di estradosso ed intradosso della sezione da monitorare.

Il sistema di rilevamento dei dati avviene mediante barrette estensimetriche, in funzione dello stato tensionale che si vuole rilevare, con gli accorgimenti necessari per una perfetta installazione e funzionamento.

Le barrette estensimetriche a corda vibrante sono costituite da un cavo in acciaio armonico teso tra due blocchi, fissati a loro volta all'armatura, mediante resinatura o saldatura. Ogni deformazione della struttura comporterà uno spostamento relativo tra i due blocchetti e una conseguente variazione di tensione della corda di acciaio. Tale tensione viene misurata eccitando la corda mediante un elettromagnete e rilevandone la frequenza di risonanza.

La procedura di installazione consiste:

- Preparare in cantiere un telaio metallico con tondini di ferro e fissarla nella orientazione desiderata in maniera stabile al getto;
- Fissare sul telaio l'estensimetro con filo di ferro tesato, realizzare due spirali di filo di ferro sui braccetti dello strumento e fissarli ai tondini della struttura metallica;
- Fissare i cavi di segnale dell'estensimetro fino a un pannello di centralizzazione.

La documentazione relativa alla installazione dovrà comprendere:

- Informazioni generali (commessa, cantiere, opera ..);
- Codifica dei singoli strumenti;
- Schema grafico di installazione degli strain meters con indicazione dell'orientazione e della posizione;
- Documentazione tecnica relativa agli strumenti installati;
- Certificato di taratura dei singoli strumenti utilizzati in data non inferiore a 6 mesi;
- Risultati della tesatura iniziale delle barrette estensimetriche (frequenza di zero);
- Risultati della lettura di controllo degli strumenti almeno 3 dopo l'esecuzione del getto;

- Schema grafico del cablaggio alla centralina di lettura.

Ciascuna coppia di barrette estensimetriche sarà collegata a una unità automatica di acquisizione dati, dotata di sistema di trasmissione da remoto.

Le singole UAD (unità d'Acquisizione Dati) saranno alloggiare nei pozzetti predisposti a piano campagna.

4.6 FESSURIMETRI

Tali misure consistono nel rilevamento degli spostamenti in tre direzioni prestabilite (asse longitudinale, trasversale e verticale) di un punto e nella restituzione grafica e numerica dei risultati.

Il fessurimetro elettrico è costituito da un sensore di spostamento di tipo potenziometrico che rileva le variazioni di posizione tra due punti posti a cavallo di due strutture. E' costruito completamente in alluminio, nylon ed acciaio inossidabile ed è dotato di snodi autoallineanti e di tutta una serie di accessori opzionali per una corretta installazione anche nelle situazioni più difficili.

La lettura dei dati può avvenire mediante l'utilizzo di una centralina portatile o tramite un sistema automatico di acquisizione dati progettato per realizzare il monitoraggio in continuo.

CARATTERISTICHE TECNICHE

- Tipo di sensore: potenziometrico
- Campo di misura: da 50 mm a 1250 mm
- Risoluzione: infinita
- Linearità: < 0.25% F.S.
- Accuratezza totale: < 0.5% F.S.
- Temperatura di esercizio: -20.....+80 °C
- Segnale di uscita: potenziometrico o 4-20 mA a 2 fili
- Tensione di alimentazione: 5-30 Vdc
- Protezione: IP65
- Dimensioni: 150X60X60 mm
- Materiale: alluminio

5 PIATTAFORMA GESTIONE DATI E CONTROMISURE IN CASO DI SUPERAMENTO DELLE SOGLIE DI ALLERTA

La necessità di un sistema di monitoraggio in grado di tenere sotto controllo gli effetti dell'avanzamento dei lavori in un intorno significativo dell'opera comporta la realizzazione di un sistema complesso, proporzionale alla complessità dell'opera da realizzare e si traduce in grandi moli di dati da archiviare, valutare ed interpretare.

In quest'ottica, un valido supporto alle decisioni è rappresentato dai Sistemi Informativi, ovvero sistemi in grado di gestire ed elaborare grandi quantità di dati e da essi produrre informazione che possa essere riutilizzata a scopo di pianificazione.

Nello specifico, risultano particolarmente indicati i Sistemi Informativi Geografici (abbreviati in GIS), che sono speciali sistemi informativi adatti alla manipolazione e visualizzazione di dati spazialmente distribuiti riferiti ad elementi (territoriali), attività, eventi o valori.

Il Sistema Informativo Geografico per il Monitoraggio 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 inclusi i dati relativi al territorio e alle opere dell'uomo che in un intorno significativo dall'opera in oggetto possono essere da quest'ultima influenzati, fornendo così un supporto alle decisioni in tempo reale.

In generale, il sistema informativo di supporto al monitoraggio di opere di ingegneria civile che dovrà essere previsto dovrà essere consultabile:

- al momento desiderato e con la frequenza desiderata;
- da tipologie di utenti diversi con modalità diverse;
- da luoghi diversi.

Inoltre, data la differenziazione notevole di utenti che possono accedere al sistema, l'interfaccia GIS- Utente dovrà essere realizzata affinché possa essere il più possibile amichevole.

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.

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.

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.

In funzione dell’importanza dell’Opera e delle difficoltà, si dovrà prevedere all’interno della struttura organizzativa una figura professionale tipo “Responsabile Scientifico” esperto in materia di Monitoraggio geotecnico applicato alle Opere che possa garantire una corretta valutazione di tutti i dati, dei risultati e che determini, insieme alle altre figure professionali coinvolte nei lavori i valori di soglia di attenzione e di allarme.

Le attività di monitoraggio, in generale, dovranno essere definite secondo la seguente modalità:

- progettazione del monitoraggio di dettaglio (verifica delle posizioni di progetto, verifica della funzionalità degli strumenti installati durante le precedenti fasi progettuali, del PD e PE; prese in carico ed attivazione degli strumenti già in posto; redazione dei diagrammi di flusso; ecc..
- identificazione dei vari responsabili operativi;
- attivazione delle procedure;
- redazione ed attivazione della Piattaforma informatica per elaborazione, distribuzione e stampa dei dati di monitoraggio;
- redazione di una relazione di installazione o Norme;
- acquisizione dati in manuale;
- acquisizione dati in automatico;
- verifica del corretto funzionamento del sistema di misura ed eventualmente elaborazione dati giornaliera con notifica di superamento soglie di allerta;

- elaborazione dati periodica secondo le cadenze prefissate, variabile in funzione dei risultati e/o secondo le richieste della D.L., con trasmissione del report di monitoraggio mensile.

Per l'esecuzione dei lavori in sicurezza assume particolare importanza nell'ambito del monitoraggio in corso d'opera l'esecuzione di controlli al fine di verificare tempestivamente la sicurezza sia dell'opera e del personale addetto alla sua realizzazione, sia dei fabbricati prossimi alle aree interessate dagli scavi.

Il sistema di monitoraggio dovrà essere progettato in modo da fornire all'Ufficio Centrale di Gestione Dati, nel modo più completo e rapido, tutti gli elementi atti e necessari ad una corretta valutazione della effettiva situazione in corso d'opera e della sua possibile evoluzione.

L'Ufficio di gestione del monitoraggio avrà i seguenti compiti:

- raccolta di tutti i dati utili esistenti (bibliografia, progetto...);
- raccolta dei dati provenienti dalle indagini e dai rilevamenti puntuali;
- coordinamento dell'attività di raccolta dei dati del monitoraggio;
- verifica e controllo in tempo reale dei dati rilevati prima dell'inserimento nel database, valutazione e validazione dei dati;
- elaborazione dei dati e successiva restituzione in forma grafica e numerica;
- organizzazione del database da inserire nel GIS di riferimento.

L'Ufficio di gestione del monitoraggio, inseriti i dati, eseguirà le seguenti operazioni:

- verranno vagliati e filtrati (Ufficio di monitoraggio, Direzione di progetto) i dati ricevuti in maniera che tutte le variazioni misurate siano riconducibili univocamente a reali comportamenti del terreno e delle strutture, quindi, qualora non vengano raggiunti valori di soglia, si attiverà la procedura di modulistica standard. I dati relativi saranno consultabili tramite GIS dagli attori dell'ufficio di gestione del monitoraggio (Appaltatore - Direzione di progetto, Direzione di cantiere, Ufficio del monitoraggio, Responsabile Scientifico – ufficio tecnico, progettisti, Direzione Lavori);
- una volta evidenziato il superamento della soglia di "attenzione", oltre alla pubblicazione automatica tramite GIS agli stessi soggetti del punto precedente, si provvederà ad un incremento della frequenza delle misure e ad un approfondimento dei dati da parte della Direzione di Progetto e della D.L.. A questo punto, la procedura da seguire dipende da quanto registrato:
 - o il fenomeno evidenziato risulta puntuale o abituale (valori già sperimentati in corso di costruzione dell'opera senza problemi di rilievo). Si predispongono eventuali controlli e quindi si prosegue con l'attivazione della procedura di reportistica standard;
 - o il fenomeno evidenziato evolve ulteriormente senza però raggiungere i valori di relativi alla soglia d'allarme: la soglia di "attenzione", quindi, resta fino al raggiungimento dei valori asintotici e si mantengono in atto le procedure di allerta precedentemente descritte;
 - o il fenomeno evidenziato può aggravarsi, i dati sono prossimi alla soglia di "allarme": Oltre alla pubblicazione tramite GIS dell'allarme ai soggetti indicati, si provvederà ad attivare la procedura di allarme e alla convocazione "dell'unità di crisi" composta da D.L. - Appaltatore - Direzione di

progetto (eventualmente i progettisti, Direzione di cantiere, ufficio del monitoraggio – ufficio tecnico).

Tale struttura sarà attivata direttamente dal direttore dell'Ufficio di gestione del monitoraggio, sentite la Direzione di Progetto o la Direzione di Cantiere e/o la Direzione dei Lavori.

5.1 SISTEMA RACCOLTA/GESTIONE DATI SU PIATTAFORMA WEB-GIS

Per il salvataggio, la condivisione ed il trattamento dei dati (strumentali e non) acquisiti in fase di monitoraggio, si farà riferimento ad un portale informatico WEB-GIS, strutturato in modo da poter raccogliere, memorizzare, elaborare e visualizzare tutte le misure effettuate in cantiere e le diverse fasi di avanzamento dei lavori.

Il software utilizzato sarà in grado, attraverso un front-end di driver completamente trasparenti all'utente, di acquisire, a qualsiasi frequenza, misure automatiche provenienti da qualsiasi tipologia di sensore o acquisitore, noto il protocollo di comunicazione, attraverso differenti tipi di collegamento quali linea seriale, fibra ottica, GSM/GPRS, cavo coassiale, sistemi WiFi, anche simultanei. Il portale web sarà dotato di un driver di lettura di dati acquisiti mediante le proprie Unità di Acquisizione Dati. Mediante questo driver l'inserimento dei dati nel database sarà automatico.

La piattaforma inoltre potrà ricevere misure manuali raccolte nei più comuni formati di scambio dati (modalità semi-automatica) o direttamente introdotte dall'utente, tramite un'interfaccia completamente manuale di inserimento dati.

Tutti i dati raccolti saranno organizzati in una banca dati SQL server, georeferenziabile e comunque completamente compatibile con banche dati georeferenziate (ad esempio GIS).

La banca dati sarà completamente personalizzabile per le esigenze del particolare cantiere con la creazione di viste veloci o tabelle dinamiche rapidamente consultabili.

Inoltre, il portale potrà permettere la consultazione della documentazione di cantiere, opportunamente digitalizzata, così come la visualizzazione delle immagini provenienti dalle eventuali postazioni WEB-CAM se installate in cantiere.

Sarà inoltre opportuno prevedere un applicativo per telefonia mobile che permette la consultazione del sistema anche via smartphone.

L'indagine e la ricerca dei dati e delle misure potranno essere svolte in modo intuitivo dall'utenza. La schermata principale del programma riporterà la mappa dell'intera zona di interesse con l'ubicazione di tutti i sensori.

Ogni strumento avrà una schermata dedicata corredata da foto, descrizione, note sintetiche sullo stato di funzionamento e visualizzazione immediata delle ultime misure.

Esse saranno fornite nei comuni formati di interscambio (ad esempio Excel) e sotto forma di diagramma. Lo schema di navigazione, gli strumenti, le descrizioni, le fotografie e ogni elemento della vista/strumento/grafico saranno interamente personalizzabili dall'amministratore per via grafica.

L'utente-amministratore sarà dunque in grado di personalizzare l'interfaccia del sistema. Nella pagina principale, l'utente potrà automaticamente visualizzare lo stato dei sensori ritenuti più importanti, costruire

un'agenda delle ricerche e visualizzazioni preferite e procedere con una ricerca per tipologia di sensore visualizzando tutti i sensori di un tipo piuttosto che di un altro. Inoltre, il sistema potrà gestire il superamento delle soglie di allerta/allarme dando immediata comunicazione (via SMS od e-mail) ai soggetti coinvolti. Il sistema di gestione dei dati di monitoraggio sarà ovviamente accessibile a tutti i soggetti interessati dalle attività. Si potranno configurare diversi "livelli" di utenza, in base ai quali l'accesso a certi dati potrà essere limitato.