

OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO DA SPROFONDAMENTO IN LOCALITA' TRELLO

1° LOTTO STRALCIO _ OPERE PRESSO SORGENTE BIFF

PROGETTO ESECUTIVO

Gruppo di Progettazione:

Gruppo di Progettazione:



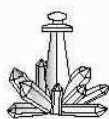
via Felice Cavallotti, n 1 tel 0331-549480 fax 0331-457130
20025 - LEGNANO (MI) e-mail: tecnico@ingarc-lab.com

progettista dell'opera, delle strutture e
coordinatore delle prestazioni specialistiche

Rolando ing. CRESPI
Ordine Ingegneri Milano nr A18035

progettista dell'opera architettoniche

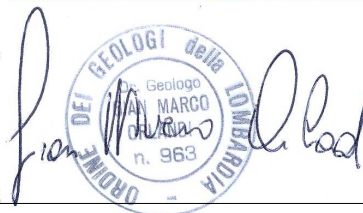
Simona arch. VISCONTI
Ordine Architetti Milano nr 13735



Studio Associato di Geologia Spada di Orlandi G.M. e Bianchi S.
Via Zuccala Locatelli 3 - Bergamo (BG)
Tel: 035/516090 - fax: 035/513738 - e-mail: info@studiogeospada.it



Swiss
Certified
ISO 9001



						per approvazione
02						
01						
00	08 - 2021	Emissione	--	--	--	
N°	DATA	REVISIONE	DIS	VER	APP	Responsabile del Procedimento

TITOLO:

PIANO DI MANUTENZIONE

DOC. N.

10

COMMESSA	FASE	DOC	PROGR.	REV.	SCALA
3 1 1	P E	G E	0 1 0	0 0	---

INDICE

1.0 PREMESSE E PRESCRIZIONI PARTICOLARI	3
2.0 OPERE DI PROGETTO	6
3.0 CONTROLLI E MANUTENZIONI	10
4.0 POZZI DRENANTI PROFONDI E TUBAZIONI DI SCARICO	10
5.0 PALI SALINI.....	22
6.0 SISTEMI DI TRATTAMENTO CHIMICO DELLE ACQUE.....	23
7.0 SISTEMI ED ATTIVITA' DI MONITORAGGIO GEOLOGICO.....	23
8.0 GESTIONE DELLE VERIFICHE E DELLE MANUTENZIONI	24
9.0 COSTI	25

1.0 PREMESSE E PRESCRIZIONI PARTICOLARI

Il Piano di Manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne, nel tempo, la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

Il piano di manutenzione assume contenuto differenziato in relazione all'importanza e alla specificità dell'intervento.

Nella fattispecie si tratta di opere di riduzione del rischio idrogeologico ai lavori di *“mitigazione del rischio idrogeologico da sprofondamento nei pressi dell'area del Trello – 1° LOTTO STRALCIO – opere presso la sorgente Biff”*, in Comune di Lovere (BG).

Il progetto rientra nell'ambito degli interventi di difesa del suolo, atti a mitigare il rischio da sprofondamento per sinkholes, nella zona urbanizzata del Trello.

L'area è classificata quale area a rischio idrogeologico molto elevato ex L. 267/98 ed è già stata oggetto in passato di interventi di consolidamento.

Il proseguire di alcune dinamiche di cedimento, concentrate lungo le viabilità principali, richiede ulteriori interventi, finalizzati a ridurre la formazione delle cavità sotterranee ed a garantire una maggiore protezione rispetto a cedimenti improvvisi, sia delle reti dei sottoservizi sia delle viabilità.

Lo scopo ultimo è quello di mitigare il rischio idrogeologico nella zona fortemente urbanizzata del Trello.

Il Trello è una porzione molto complessa e delicata del territorio Comunale, con la forma di un ampio avvallamento subpianeggiante, aperto verso il lago, legato

verosimilmente a dinamiche molteplici (fenomeni carsici nel substrato gessoso, fenomeni di rilascio tensionale, azione glaciale e post glaciale, ecc.).

La complessità dei fenomeni del Trello, è tale che non è ipotizzabile una soluzione univoca e definitiva ma saranno necessari interventi di mitigazione nel tempo, abbinati a monitoraggi e controlli.

Si tratta, come detto più volte, di opere delicate che devono essere approcciate e gestite con attenzione, tenendo conto del carattere fortemente sperimentale della soluzione adottata.

Le opere puntano a mitigare il fenomeno, a ridurre la velocità di sviluppo dei cedimenti, ma non è possibile ipotizzare una risoluzione del problema.

L'intervento è affiancato da un sistema di monitoraggio delle aree in grado di controllare diversi aspetti: idrogeologico, cedimenti del suolo e comportamento delle principali strutture nel tempo.

Nel tempo sarà necessario:

- completare le opere per la salvaguardia dei sottoservizi e delle viabilità previste nel progetto di fattibilità globale;
- consolidare eventuali cedimenti puntuali con miscele cementizie permeabili e leggere;
- mantenere operativi i monitoraggi, per tenere sotto controllo l'evoluzione della situazione, l'efficacia delle opere e definire ulteriori necessità di intervento per il futuro.

La corretta manutenzione e gestione delle opere è quindi un elemento di fondamentale importanza, per garantirne la funzionalità, ma anche per verificare nel tempo, in

abbinamento al monitoraggio, l'evoluzione dei fenomeni, le criticità e le necessità di opere integrative.

Il presente intervento per la parte relativa al trattamento chimico ha una componente fortemente sperimentale e non vi sono esperienze pregresse.

La conoscenza sulle modalità di gestione dei sistemi di trattamento sia salino che con CO₂ delle acque verrà necessariamente acquisita durante i lavori (tempistiche delle manutenzioni, sostituzione dei pali salini, quantità e modalità di iniezione della CO₂, ecc. ecc.).

In questa fase, in assenza di tali conoscenze, le indicazioni di manutenzione riguarderanno fondamentalmente le opere, quali i pozzi drenanti profondi, le tubazioni di scarico ed i pali salini.

Il presente piano dovrà essere aggiornato dalla DL al termine dei lavori, con le procedure, le tempistiche e le modalità di gestione e manutenzione dei sistemi di trattamento chimico delle acque.

Successivamente al Collaudo dei lavori od all'emissione del Certificato di Regolare Esecuzione le opere verranno consegnate al Comune di Lovere che si avvarrà delle indicazioni del presente Piano di Manutenzione, integrato a seguito dell'ultimazione lavori, come sopra indicato, per la gestione delle attività.

Qualora venissero ravvisati deterioramenti gravi, importanti cedimenti, assestamenti anomali del suolo, perdita di funzionalità di alcune strutture, ecc., il Comune dovrà procedere a far eseguire immediatamente un controllo di dettaglio a personale tecnico qualificato.

2.0 OPERE DI PROGETTO

Il presente intervento comprende tre linee operative:

- 1) riduzione dei flussi dalla zona della Biff verso il Trello,*
- 2) trattamento chimico per ridurre l'aggressività delle acque*
- 3) monitoraggio dei parametri idrochimici e degli spostamenti nel tempo.*

Si tratta di concetti semplici in linea generale, ma certamente complessi da attuare nel caso specifico.

1) Riduzione dei flussi dalla zona della Biff verso il Trello

Un intervento di riduzione delle portate di deflusso dalla zona della sorgente Biff all'anfiteatro del Trello deve agire sulle oscillazioni a seguito delle precipitazioni.

La riduzione dei flussi potrà avvenire sia per gravità, compatibilmente con le quote dell'acqua, che, per la maggior parte, con emungimento in pozzo.

Per intercettare le acque si è prevista la realizzazione di una serie di pozzi di grande diametro, perforati fino a 12-16 metri di profondità (intestati nel gesso) e sostenuti ad un lamierino metallico, del tutto analoghi a quelli utilizzati per il drenaggio profondo dei pendii in frana.

In strutture di questo tipo, che non costituiscono ostacolo al flusso normale della falda per la loro natura permeabile, è possibile:

- realizzare un dreno di scarico per gravità delle acque verso il tubo di deflusso della sorgente Biff, alla minima quota possibile, per ridurre per gravità i picchi di innalzamento conseguenti alle piogge;
- inserire dei sistemi di pompaggio, controllati da un galleggiante, per emungere le acque in afflusso solamente nel momento in cui il livello delle stesse si inizia ad alzare nel sottosuolo, alle quote definite progettualmente.

Per il dreno a gravità la quota è condizionata da quella del recettore.

Per il sistema di pompaggio la regolazione dei galleggianti potrà essere modificata nel tempo, in base ai controlli ed ai monitoraggi.

Per l'emungimento delle acque e la regolazione dei flussi sarà possibile, in futuro, eventualmente utilizzare anche le opere già presenti, nello specifico i pozzi sostenuti da pali a grande diametro costruiti per realizzare i micropali suborizzontali.

L'attuale punto di recapito è rappresentato dalla grande tubazione interrata (diametro 800 mm) che già adesso scarica le acque della sorgente Biff verso il lago.

Tale tubazione è posata a profondità variabile da 2,5 ad oltre 4 metri dal p.c. nell'area del Trello e quindi può consentire lo scarico delle acque in parte per gravità.

2) Trattamento chimico per ridurre l'aggressività delle acque

L'effetto di dissoluzione chimica agisce verosimilmente nelle fasi iniziali del fenomeno di dissoluzione; nel seguito domina l'effetto di piping.

L'idea progettuale è di agire su due fronti:

- 1) aumentare il contenuto di solfati nelle acque per ridurre l'aggressività nei confronti delle rocce gessose;
- 2) cercare di spingere il sistema idrochimico e depositare sul fondo dei canali di deflusso un sale insolubile, che possa aiutare a ridurre i fenomeni di erosione nel tempo.

Il primo intervento può essere attuato in maniera relativamente semplice in modalità analoga a quello utilizzato nel campo prove dall'Università Bicocca: realizzare delle perforazioni nel sottosuolo, a profondità tali da interferire con l'acqua presente (PALI SALINI), e riempirle con materiale con elevato contenuto di solfato di calcio (frammenti di gesso).

Le acque sotterranee nel loro naturale deflusso sciolgono il gesso, aumentano il loro carico di solfati e divengono, in conseguenza, meno aggressive nei confronti del substrato gessoso.

Per il secondo punto l'idea progettuale è quella di utilizzare e forzare artificialmente il fenomeno della dissoluzione incongruente e che permette il naturale deposito di carbonato di calcio.

L'idea progettuale è quindi quella di aggiungere l'acqua di CO₂ (anidride carbonica): all'aumentare del contenuto in solfato di calcio le stesse dovrebbero depositare naturalmente carbonato di calcio.

Il trattamento potrebbe essere attuato o nei pozzi di emungimento presso i sondaggi Sa2-Sa3, sia nel pozzo esistente nel parcheggio di via IV novembre.

Allo stato attuale non esistono esperienze specifiche di trattamento chimico analoghe a quelle sopra indicate ed anche le esperienze di laboratorio sono poco rappresentative, stante la complessità idrogeologica ed idrochimica dei sistemi naturali.

Il cantiere sarà quindi impostato come un grande campo prove, per il trattamento chimico, monitorando i parametri delle acque a monte ed a valle delle opere, al fine di verificare l'efficacia degli stessi.

La parte relativa alla cantierizzazione dell'impianto di alimentazione di CO₂ ed alla fornitura delle CO₂ stessa sono un'attività specialistica, che poche Ditte e realtà produttive sono in grado di curare e gestire con competenza.

Si tratta per altro di attività non usuali e generalmente non connesse alle opere di difesa del suolo.

Gli importi relativi a queste attività (stoccaggio, cantierizzazione, controllo, gestione e fornitura CO₂) sono quindi state inserite la tra somme a disposizione

dell'Amministrazione e potranno essere affidate ad una Ditta / Società con esperienza e comprovata esperienza nel settore.

Tali società specializzate potranno anche aiutare nella stesura del piano di manutenzione e gestione dei sistemi di addizione di CO2 nel sottosuolo al termine dei lavori.

3) Monitoraggio dei parametri idrochimici e degli spostamenti nel tempo.

Il tutto sarà accompagnato da un potenziamento delle attività e dei sistemi di monitoraggio idrogeologico e dei movimenti del suolo, già in atto anche oggi, per verificare la funzionalità delle opere e la possibilità di integrarle nel tempo.

Il tema dei monitoraggi in questo contesto è fondamentale per acquisire maggiori elementi conoscitivi sul comportamento del sistema geologico-idrogeologico, verificare l'evoluzione dei fenomeni di dissesto, l'efficacia delle opere, le possibili necessità di intervento aggiuntive e le possibili criticità per strutture ed infrastrutture.

Il monitoraggio riguarderà:

- assetto idrogeologico;
- assetto idrochimico;
- deformazioni del suolo.

I monitoraggi per la parte chimica ed idrogeologica, da gestire sia durante i lavori che per ulteriori 4 mesi al termine degli stessi.

Maggiori dettagli su questo aspetto sono contenuti nell'apposito documento "Piano di Monitoraggio" del presente progetto esecutivo.

3.0 CONTROLLI E MANUTENZIONI

Nel paragrafo seguente, per le diverse tipologie di opere sopra descritte, sono formulate le principali indicazioni in merito ai controlli ed alle manutenzioni da attuare, con un'indicazione temporale della tempistica.

Le tempistiche segnalate sono relative a condizioni medie ma trattandosi di opere di difesa del suolo, in un contesto delicato, è indispensabile procedere ad un controllo ad hoc della situazione anche nei seguenti casi:

- *eventi meteorologici particolarmente intensi e/o prolungati,*
- *eventi sismici,*
- *segnalazione di anomalie, cedimenti del suolo, assestamenti delle opere, perdita di funzionalità ecc.*

4.0 POZZI DRENANTI PROFONDI E TUBAZIONI DI SCARICO

4.1 Premessa

Il presente Piano relativo alla manutenzione ordinaria delle strutture metalliche e in cls costituenti il pozzo drenante ispezionabile è finalizzato al mantenimento della piena efficienza operativa ed all'attivazione delle procedure di controllo.

Il piano di manutenzione stabilisce la prassi di utilizzo e manutenzione dell'opera e delle sue parti, in modo da evitarne il degrado anticipato.

A questo scopo, si pianificano il tipo e la cadenza dei controlli e degli interventi finalizzati al rispetto della dinamica prestazionale, definita in fase di progetto, che l'opera dovrà avere nel corso del suo ciclo di vita.

Per manutenzione ordinaria si intendono tutte le operazioni atte a mantenere globalmente efficiente il complesso di opere realizzate.

Ciò comprende la fornitura di mano d'opera, utensileria, materiali, mezzi per la conduzione e la manutenzione ordinaria e programmata delle opere.

4.2 Pozzi drenanti ispezionabili in acciaio ondulato e zincato a piastre multiple bullonate

Nel caso in esame i manufatti di nuova realizzazione necessitano di una periodica manutenzione da parte di personale specializzato; gli interventi da eseguire consistono prevalentemente in:

- a) verifica dell'integrità strutturale del manufatto;
- b) verifica periodica dello stato di conservazione delle parti costituenti il manufatto;
- c) verifica periodica sulla pulizia del manufatto che può rimanere ostruito o parzialmente intasato da materiale solido trasportato dalle acque correnti;
- d) verifica degli scarichi eventualmente ammessi al collettamento rispettando tassativamente le annotazioni relative agli obblighi e ai divieti previsti dalla normativa di settore per la rete delle acque reflue.

L'efficienza del manufatto va garantita nel tempo attraverso il controllo del presente "Piano di manutenzione" che descrive le metodologie di controllo e manutenzione delle opere interessate.

Le principali operazioni di manutenzione ordinaria sono di seguito elencate:

1. verifica dell'integrità strutturale del manufatto, consistente nella verifica visiva su processi ossidativi delle lamiere e della bulloneria, sulla carbonizzazione dei calcestruzzi se presenti, sullo stato del materiale costituente il blocco tecnico;
2. eventuali piccoli ritocchi con idonee vernici/resine sulle parti metalliche e in cls in vista;

3. pulizia e manutenzione in corrispondenza del manufatto e delle pertinenze con rimozione materiali e rifiuti eventualmente accumulati (fine estate – dopo eventi pluviometrici significativi);
4. taglio vegetazione sui tratti esterni al manufatto in terreno naturale (annuale);
5. interventi periodici di derattizzazione ed eventuale disinfestazione (se necessario);
6. compilazione di scheda riassuntiva degli interventi di manutenzione (sia ordinaria, che programmata, che straordinaria anche al fine di istituire un archivio storico).

Per quanto non specificatamente dettagliato, si fa riferimento a quanto suggerito dalla necessità di una corretta e razionale gestione di opere di difesa del suolo già in essere presso l'Ente destinato alla successiva manutenzione dell'opera realizzata.

I principali vantaggi di una corretta ed efficace organizzazione della manutenzione sono essenzialmente:

- consentire un'alta affidabilità delle opere, prevedendo e quindi riducendo i possibili disservizi che possono comportare notevoli disagi nella fase di esercizio;
- gestire l'opera durante tutto il suo ciclo di vita, con un favorevole rapporto fra costi e benefici, in quanto gli interventi in emergenza (più frequenti nei casi di cattiva conduzione e manutenzione) oltre ad avere una maggiore possibilità di rischio per gli utenti, sono notevolmente costosi;
- consentire una pianificazione degli oneri economici e finanziari connessi alla gestione del complesso, in virtù delle valutazioni dei costi prevedibili e ripartibili fra le diverse attività.

Tenendo presente che la manutenzione non deve essere confinata entro obiettivi esclusivamente strutturali, ma deve cogliere più ampiamente la funzionalità complessiva del bene, cioè l'affidabilità, percettibilità ed efficienza di tutte le sue parti componenti, anche di quelle non direttamente visibili od usufruibili da parte dell'utenza.

Gli obiettivi del "Piano di manutenzione" sono i seguenti:

- messa a punto di sistemi di controllo visivo e strumentale, idonei a verificare lo stato delle strutture e ad evidenziare e misurare eventuali anomalie;
- messa a punto della programmazione di verifica delle opere, dell'eventuale monitoraggio di alcuni componenti, degli interventi di manutenzione periodica;
- costituzione di un archivio generale di tipologie di intervento da eseguire, in relazione ai possibili degradi delle opere interessate.

Pertanto, a partire dall'analisi comparata delle diverse informazioni e dalla definizione razionale delle necessità di intervento, legate sia alla manutenzione programmata, sia derivanti da eventi di degrado riscontrati nel loro stato iniziale, si interviene secondo determinate priorità, al fine di conservare nel tempo le caratteristiche funzionali e strutturali dell'opera.

4.2.1 Articolazione del piano di manutenzione

Il "Piano di manutenzione" è costituito dai tre documenti operativi di seguito richiamati, con le rispettive finalità sinteticamente descritte:

1) Il "Manuale d'Uso", fornisce un insieme di informazioni che permettono di conoscere le modalità di fruizione e gestione del bene, al fine di evitarne il degrado anticipato. Il "Manuale d'Uso", pertanto deve:

1. Indicare gli elementi utili a limitare danni causati da un uso improprio del bene;

2. consentire l'esecuzione delle operazioni necessarie alla conservazione del bene, che non richiedano “conoscenze specialistiche”;
3. consentire di riconoscere con tempestività gli anomali fenomeni di deterioramento del bene, al fine di intervenire anche con operazioni di tipo “specialistico”.

Per il raggiungimento di tali obiettivi, il “Manuale d'Uso” prevede l'istituzione di ispezioni di controllo periodiche visive, pianificandone le modalità esecutive e normalizzando l'acquisizione e l'interpretazione dei dati riscontrati, al fine di tenere il bene sotto controllo con continuità e conoscerne costantemente lo stato di conservazione.

Il “Manuale d'Uso”, inoltre definisce l'entità e le caratteristiche degli operatori, delle strumentazioni e delle tecnologie necessarie al monitoraggio dell'opera.

2) Il “Manuale di Manutenzione”, fornisce le indicazioni necessarie alla corretta manutenzione dell'opera, individuandole puntualmente per le diverse parti e componenti di essa e in relazione alle caratteristiche dei materiali costituenti.

Dal punto di vista operativo, il “Manuale di Manutenzione” dopo aver individuato il livello minimo delle prestazioni che il bene deve assicurare e le anomalie prevedibili nel corso della sua vite utile, definisce quali debbano essere gli interventi necessari e le modalità di esecuzione degli stessi.

A completamento di quanto sopra, nel “Manuale di Manutenzione” potranno essere distinte le operazioni manutentive eseguibili direttamente dall'utente, da quelle per le quali sono necessarie attrezzature particolari e/o la partecipazione di personale specializzato.

In tali modi, inoltre, potranno essere individuate l'entità e le caratteristiche delle risorse occorrenti per ciascuna tipologia d'intervento di manutenzione.

3) Il “Programma di Manutenzione”, definisce temporalmente il sistema dei controlli e degli interventi da eseguire a cadenze prefissate, al fine di gestire correttamente e mantenere nel corso degli anni le caratteristiche funzionali e di qualità delle opere e delle loro parti.

4.3 Manuale d'uso

Nel presente documento, sono descritti i metodi e i criteri di sorveglianza e controllo, che dovranno costituire una guida per la gestione operativa della manutenzione programmata delle opere d'arte presenti.

4.3.1 Generalità

L'attività di sorveglianza delle opere oggetto del Piano di Manutenzione, si dovrà svolgere sulla base di ispezioni periodiche visive eseguite con cadenza definita, condotte da personale tecnico incaricato specificatamente, e di controlli anche con l'ausilio di strumentazioni, da parte di personale specializzato.

Tali controlli dovranno essere volti all'ubicazione, difetto per difetto, di tutti gli ammaloramenti riscontrati ed il loro obiettivo dovrà essere soprattutto quello di verificarne l'eventuale evoluzione nel tempo.

4.3.2 Ispezioni periodiche, ispezioni annuali

Su ciascun manufatto dovranno essere effettuate ispezioni periodiche, al fine di verificare lo stato dell'elemento esaminato e di individuare l'eventuale presenza di degradi e/o difetti; la loro frequenza è stabilita, per ciascun elemento strutturale, nell'allegato “programma delle ispezioni”.

Le ispezioni dovranno essere effettuate da tecnici diplomati, che redigeranno l'apposito rapporto "scheda esame visivo" e, con i dati di quest'ultimo, aggiorneranno una "scheda storica" dei controlli, inserendo la data della visita e le eventuali nuove anomalie insorte.

L'insieme della documentazione di base e di quella acquisita nel tempo, dovrà andare a costituire un archivio storico in grado di essere consultato con estrema semplicità, per ottenere in prima istanza, per ciascuna opera, l'insieme dei suddetti due documenti fondamentali:

- il foglio di risultanza dell'ispezione periodica a qualunque data, sinteticamente denominato nel seguito "scheda esame visivo";
- il foglio riportante le caratteristiche strutturali fondamentali e la storia delle ispezioni, da aggiornare periodicamente, sinteticamente denominato nel seguito "scheda storica".

4.3.3 Procedure di esame visivo dettagliato

L'esame visivo è la prima operazione da prevedere per un'indagine corretta, il cui scopo sia l'individuazione e la diagnosi dei fenomeni di degrado e la progettazione del conseguente intervento di restauro strutturale.

4.3.3.1 Attività ordinaria

- Pulizia e manutenzione in corrispondenza dei manufatti e delle pertinenze con rimozione materiale e rifiuti eventualmente accumulati (fine estate – dopo eventi pluviometrici significativi) al fine di mantenere la piena efficienza evitandone il degrado anticipato;
- verifica dello stato di consistenza degli elementi costituenti l'opera e dei punti critici determinati da fattori esterni;

- sfalcio e pulizia delle aree di pertinenza.

4.3.3.2 Attività straordinaria

Verifica dello stato di consistenza delle pareti e del fondo del manufatto e dell'eventuale presenza di punti critici determinati da fattori esterni (crolli, cedimenti del fondo, intasamenti, ecc.) in occasione di eventi meteorici significativi;

- verifica dello stato di consistenza degli elementi metallici e in cls in occasione di eventi meteorici significativi, ed in occasione della rimozione di elementi grossolani d'emergenza;
- verifica dello stato di consistenza ed efficienza della condotta di fondo, se presente, del rivestimento del fondo del fosso e delle pareti d'alveo ed eventuale ripristino degli stessi.

4.3.3.3 Matrice dei degradi

Al fine di uniformare le procedure di visita e nello stesso tempo evidenziare agli occhi degli operatori addetti alle ispezioni tutti i possibili e probabili difetti riscontrabili, si predispone la cosiddetta “matrice dei degradi possibili per ciascuna parte strutturale”, da utilizzare nel corso delle visite ispettive.

In tale Matrice, per ogni singolo elemento (riportato in ordinate) costituente l'opera, sono evidenziati i possibili degradi da verificare (riportati in ascisse) suddivisi per classi, come di seguito esposto:

1) DIFETTI LEGATI ALL'ACQUA

- infiltrazioni diffuse e fenomeni di erosione sulla superficie;
- infiltrazioni in corrispondenza di punti singolari;

2) DIFETTI DEL CALCESTRUZZO

- ammaloramento e/o distacchi superficiali del calcestruzzo;

- copriferro insufficiente;
- lesioni del calcestruzzo;

3) DIFETTI PARTI METALLICHE

- ossidazioni, riduzioni sezione resistente;
- supporti di ancoraggio: allentamento e/o rottura perni o bulloni;
- lesioni o “cricche” di saldatura;
- svergolamento flessione, deformazione elementi strutturali;
- sfogliamento rivestimento protettivo, ossidazione;

4) DIFETTI ELEMENTI VARI

- ostruzione e/o rottura elementi di scarico e raccolta acque;
- fessurazioni, buche deterioramenti, ecc;
- presenza di materiale di grosse dimensioni;

5) DIFETTI GEOMETRICI

- verticalità;
- ovalizzazione lamierino.

4.3.4 Risultati dei controlli e analisi dei dati – criteri per l'intervento

4.3.4.1 Individuazione degli interventi

In tale fase, devono essere individuati gli elementi sui quali intervenire e deve essere prevista e definita la tipologia dei lavori da eseguire, seguendo quanto previsto nel “Manuale di Manutenzione”.

4.4 Manuale di manutenzione

4.4.1 Generalità

Gli interventi di manutenzione vanno distinti in operazioni periodiche su opere “funzionanti” ed in operazioni straordinarie su opere più o meno compromesse nel loro

funzionamento o da adeguare strutturalmente in dipendenza di fattori esterni (nuove prescrizioni normative, variazioni del grado di sismicità della zona, ecc.).

Tanto per le prime, quanto per le seconde occorre operare non solo nell'ottica della pura e semplice riparazione, ma anche e soprattutto in quella della prevenzione; vanno quindi considerati fondamentali quegli interventi necessari ad allungare la vita utile dell'opera.

4.4.2 Operazioni programmate di manutenzione periodica

Sono così raggruppabili:

- pulizia semplice con mezzi meccanici o con operazioni manuali; asportazione di materiali estranei come sporcizia o vegetazione parassita, frazioni fini terreno (sabbie e limi) e attività similari;
- sostituzione di elementi deteriorati con operazioni di smontaggio e montaggio (se fattibile);
- riparazioni localizzate e impermeabilizzazioni con materiali bituminosi; protezione contro la corrosione con verniciature localizzate;
- riparazioni localizzate dei sistemi di raccolta acque;
- manutenzione in efficienza delle strutture di accesso per i controlli periodici;
- sfalciatura scarpate.

4.4.3 Operazioni di manutenzione straordinaria

La manutenzione straordinaria comporta interventi da attuare dopo ogni evento pluviometrico di una certa rilevanza che abbia evidenziato movimenti del suolo.

Questi interventi sono raggruppabili nelle seguenti tipologie:

- riparazione o ricostruzione o adeguamento degli elementi strutturali del manufatto e delle relative pertinenze (pozzetti di ispezione, tubi di scarico, ecc., se presenti);

- operazioni di restauro e/o di adeguamento di parti strutturali in calcestruzzo (semplice o armato) da eseguire con tecnologie diverse (malte cementizie sempre speciali, malte sintetiche o bicomponenti, cavi esterni, chiodature, giunti, ecc.) previa protezione delle armature dalla corrosione, se necessario;
- manutenzione delle bullonature o delle saldature;
- spurgatura condotta di fondo e/o sostituzione tubazione in polietilene;
- rimozione materiale solido accumulato sul fondo pozzo;
- protezione contro la corrosione con operazioni di riverniciatura complete su di un'area o sulla totalità della superficie interna.

4.4.4 Interventi periodici di manutenzione ordinaria

Nel presente paragrafo, sono descritte dettagliatamente le operazioni da eseguire sugli elementi caratteristici dell'opera in esame, nell'ambito degli interventi periodici di manutenzione ordinaria.

4.4.4.1 Pozzo drenante ispezionabile

Il tratto di fosso intubato oggetto di ripristino dovrà essere tenuto sotto controllo, onde verificare il suo stato di conservazione con particolare riguardo a:

- verifica dello stato di conservazione delle parti costituenti il manufatto;
- pulizia dei manufatti da materiale flottante e/o incrostazioni effettuata sia a mezzo di tubazioni d'acqua a forte pressione, sia con strumenti idonei per l'asportazione di ogni incrostazione o residuo;
- verifica della funzionalità del manufatto, al fine di controllarne la stabilità e la tenuta.
- A tal fine, con gli interventi di manutenzione ordinaria si provvederà a ripristini localizzati di eventuali punti soggetti a fenomeni di erosione.

4.5 Programma di manutenzione

4.5.1 Obiettivi del programma di manutenzione

La caratteristica essenziale della programmazione manutentiva consiste nella sua capacità di prevedere le avarie e di predisporre un insieme di procedure per la prevenzione dei guasti e l'eventuale rettifica degli stessi.

Il programma di manutenzione dovrebbe inoltre prevedere la possibile eventualità di eventi accidentali e stabilire le modalità con cui far fronte a situazioni eccezionali.

L'obiettivo fondamentale di un programma di manutenzione, pertanto è di realizzare un equilibrio economico e tecnico tra due sistemi complementari e interconnessi:

- 1) il sistema di manutenzione preventiva;
- 2) il sistema di manutenzione a guasto.

In particolare, gli obiettivi da perseguire con la stesura dei programmi di ispezione e manutenzione, si possono sintetizzare come di seguito indicato:

- prolungare il ciclo di vita utile del bene;
- costruire un sistema di raccolta delle informazioni di base e di aggiornamento, con le informazioni di ritorno dagli interventi eseguiti, che consenta l'implementazione e il costante aggiornamento dell'archivio storico, al fine di conoscere e mantenere correttamente la struttura;
- individuare le strategie di manutenzione più adeguate, in relazione alle caratteristiche del bene ed alla più generale politica di gestione;
- individuare la migliore sequenza temporale di esecuzione degli interventi, soprattutto per quelli interdipendenti che comportano specializzazioni professionali diverse;

- ridurre i costi improduttivi dovuti alla dispersione territoriale, raggruppando l'esecuzione degli interventi in base all'ubicazione degli stessi;
- ridurre le cause di interruzione del normale svolgimento degli interventi manutentori, attraverso una programmazione attenta a specializzazioni e manodopera disponibile, e alla preventiva verifica di disponibilità in magazzino di materiali e attrezzature;
- individuare le competenze per l'espletamento delle singole operazioni manutentorie, (anche in relazione alle responsabilità civili e penali), con la definizione dei rapporti tra i vari operatori che intervengono nel processo.

5.0 PALI SALINI

In questa fase vengono indicate solo alcune semplici procedure di controllo e di verifica da adottare.

Maggiori indicazioni su questo delicato aspetto verranno fornite con l'integrazione del presente piano a seguito dei lavori, come evidenziato al par. 1.0.

Controlli

Le verifiche dovranno avere cadenza MENSILE.

E' necessario verificare il materiale salino presente all'interno del palo, valutare il grado di dissoluzione.

E' necessario inoltre estrarre le sacche contenenti il materiale salino, verificare la funzionalità del palo, la verticalità dello stesso e l'assenza di lesioni, rotture, cedimenti del terreno nell'intorno ecc.

Manutenzione

In condizioni normali si dovrà procedere, ogni qualvolta i controlli ne evidenziassero la necessità a:

- sostituire il materiale salino presente all'interno,
- sistemare i pozzetti di testa,

Nel caso in cui venissero ravvisati dissesti presso il palo salino o dell'opera stessa si dovranno immediatamente contattare dei Tecnici specifici per una verifica accurata della situazione e per definire le tipologie più opportune di intervento.

6.0 SISTEMI DI TRATTAMENTO CHIMICO DELLE ACQUE

Il presente intervento per la parte relativa al trattamento chimico ha una componente fortemente sperimentale e non vi sono esperienze pregresse.

La conoscenza sulle modalità di gestione dei sistemi di trattamento sia salino che con CO₂ delle acque verrà necessariamente acquisita durante i lavori (tempistiche delle manutenzioni, sostituzione dei pali salini, quantità e modalità di iniezione della CO₂ ecc. ecc.).

Il presente piano dovrà essere aggiornato dalla DL al termine dei lavori, con le procedure, le tempistiche e le modalità di gestione e manutenzione dei sistemi di trattamento chimico delle acque.

Un supporto ad una corretta stesura di questa parte, estremamente specialistica e sperimentale, potrà essere fornito dalla Ditta, altamente specializzata che si occuperà di questa parte e che potrà supportare la DL, al termine dei lavori, nell'individuazione di un protocollo di gestione e manutenzione dei sistemi di trattamento chimico delle acque.

7.0 SISTEMI ED ATTIVITA' DI MONITORAGGIO GEOLOGICO

Al tema del monitoraggio geologico è dedicato un documento specifico: il Piano di manutenzione, cui si rimanda.

Al momento è fondamentale che vengano tenuti attivi tutti i monitoraggi idrogeologici e sulle deformazioni del suolo gestiti dal Comune di Lovere, con incarichi al di fuori del presente intervento.

Nel progetto in esame sono previsti costi per la realizzazione di nuove opere di monitoraggio (piezometri ed estensimetri multibase) e per le attività relative alle misure ed alle analisi idrochimiche per tutta la durata dei lavori e per 4 mesi al termine degli stessi.

Anche in questo caso, al termine dei lavori, nell'aggiornamento del presente piano, si integreranno le indicazioni relative al monitoraggio, al suo proseguo ed all'eventuale automazione di alcune componenti, ad integrazione del sistema già esistente.

8.0 GESTIONE DELLE VERIFICHE E DELLE MANUTENZIONI

Tutte le operazioni di verifica e di manutenzione dovranno essere affidate ad un Responsabile della Manutenzione, che si occuperà delle verifiche e delle manutenzioni ordinarie e che terrà un apposito registro su cui segnare tutte le operazioni.

Il Responsabile dovrà affidare tutte le operazioni di verifica, manutenzione e riparazione particolari, a personale specializzato ed in possesso dei requisiti tecnici idonei del caso.

Tale personale, al termine dell'intervento, dovrà fornire un report contenente le operazioni effettuate, i problemi osservati, ed eventuali ulteriori indicazioni per la gestione delle opere.

Tutte le verifiche e le manutenzioni riportate nel presente piano devono essere opportunamente integrate, a cura dell'Amministrazione Committente e del Responsabile della manutenzione nel tempo.

Qualora venissero ravvisati deterioramenti gravi, importanti cedimenti, assestamenti anomali del suolo, perdita di funzionalità di alcune strutture, ecc., il Responsabile della

Manutenzione dovrà avvisare immediatamente il Comune il quale, a sua volta, dovrà far eseguire immediatamente un controllo di dettaglio a personale tecnico qualificato, in relazione alla specifica problematica da affrontare.

9.0 COSTI

Le opere di manutenzione per gli interventi di difesa del suolo sono difficilmente quantificabili a priori, in relazione all'incertezza che comporta il degrado delle opere nel tempo, in un contesto geologico ed ambientale delicato come quello oggetto dell'intervento.

Le semplici operazione di manutenzione ordinaria, per i pozzi drenanti profondi, le tubazioni di scarico ed i pali salini, come in precedenza indicate, da parte di personale qualificato, possono comportare una spesa annuale di circa € 2.000,0-4.000,00, in base alle necessità del momento.

Interventi specifici e particolari, che dovessero rendersi necessari, legati a fenomeni evolutivi dei dissesti, possono comportare oneri anche nettamente superiori, da valutare caso per caso da parte di Tecnici specifici qualificati, che devono sempre operare in massima sicurezza.

Per la parte del trattamento chimico, una valutazione economica delle attività di manutenzione e gestione potrà essere effettuata al termine dei lavori, nella fase di aggiornamento del presente piano in base alle esperienze acquisite proprio nell'ambito dei lavori stessi.