

S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

VARIANTE TECNICA N°4

ai sensi dell'art. 176, comma 5, secondo periodo lettera "a" e lettera "b", del D.Lgs. N. 163/2006 e Art. 11 del CSA-NG

CONTRAENTE GENERALE



DIRETTORE DEI LAVORI

Ing. CARLO DAMIANI

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E DELLE SUE PARTI
RELAZIONE

Empedocle s.c.p.a.

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

6757-120

Codice Elaborato:

PA12_09 - V 0 0 0 G E 2 0 4 U P 0 5 M P M 0 0 1 B

Scala:

F						
E						
D						
C						
B	Aprile 2021	AGGIORNAMENTO CARTIGLIO	G. QUARANTA	S. QUARANTA	A. ANTONELLI	A. FINAMORE
A	Dicembre 2018	EMISSIONE	G. QUARANTA	A. ANTONELLI	A. ANTONELLI	P. PAGLINI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO

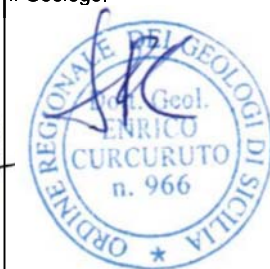
Il Progettista:



Il Consulente Progettista:



Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza:



Il Direttore dei Lavori:



Responsabile del procedimento: Ing. LUIGI MUPO

Sommario

1	Premesse	3
1.1	Articolazione del Piano di Manutenzione.....	4
1.2	Ubicazione e descrizione delle opere	5
1.2.1	Caratteristiche generali interventi	7
1.2.2	Paratie di pali.....	7
1.2.3	Muri di controripa e di sottoscarpa.....	9
1.2.4	Gabbionate	13
1.2.5	Tombini.....	14
2	Manuale d'uso	16
2.1	Generalità	16
2.2	Ispezioni periodiche e ispezioni annuali	16
2.2.1	Scheda esame visivo	16
2.2.2	Scheda dati storici	17
2.3	Procedure esame visivo dettagliato	17
2.3.1	Scheda difetti.....	18
2.4	Strumenti di Controllo	20
2.4.1	Prova diretta su carote	21
2.4.2	Prova di estrazione o pull-out test.....	21
2.4.3	Prova penetrometrica o metodo Windsor	21
2.4.4	Misure Sclerometriche	22
2.4.5	Metodo ad ultrasuoni.....	22
2.4.6	Misure combinate microsismiche e sclerometriche	22
2.4.7	Misura del potenziale di corrosione	22
2.4.8	Prelievo di polveri e microcarote per analisi chimiche	23
2.4.9	Rilevamento magnetico delle barre di armatura	23
2.4.10	Indagini radar.....	24
2.5	Risultati dei Controlli e Analisi dei dati – Criteri per l'intervento.....	25
2.5.1	Relazione sulle patologie e valori di soglia	25
2.5.2	Analisi delle cause del degrado	27
2.5.3	Analisi dei vincoli e delle priorità.....	28
3	Manuale d'uso	29
3.1	Generalità	29
3.2	Operazioni programmate di manutenzione periodica	29
3.3	Operazioni di manutenzione straordinaria	29

3.4	Interventi di manutenzione ordinaria	30
3.4.1	Fondazioni	30
3.4.2	Strutture in elevazione.....	30
3.4.3	Pavimentazione flessibili	31
3.4.4	Rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche	33
3.4.5	Gabbionate	33
3.4.6	Tombini.....	35
3.4.7	Barriere stradali	37
3.5	Interventi di manutenzione straordinaria	38
3.5.1	Miscela per ripristino e/o protezione di strutture degradate o soggette	38
3.5.2	Idrodemolizioni.....	39
3.5.3	Trattamenti prima del ripristino.....	39
3.5.4	Messa in opera delle miscele di ripristino	40
3.5.5	Requisiti delle miscele – controlli	44
3.5.6	Impermeabilizzazione di strutture	44
3.5.7	Guaine bituminose armate con non tessuti (Protezione media)	46
3.5.8	Membrane elastiche continue in materiale sintetico spruzzate in opera (alta protezione)	47
3.5.9	Dispositivi per lo smaltimento delle acque dagli impalcati delle opere d'arte	48
3.5.10	Deterioramento della pavimentazione stradale	49
3.5.11	Manutenzione e risanamento della pavimentazione stradale.....	50
3.5.12	Risanamento del manto stradale	51
3.5.13	Consolidamento strutturale	52
3.6	Scelta di interventi alternativi –analisi costi-benefici.....	53
3.7	Controllo degli interventi di manutenzione	53
4	Programma di manutenzione.....	53
4.1	Obiettivi del programma di manutenzione	53
4.2	Struttura dei programmi	54
4.3	Fasi di stesura	54
4.4	TIPOLOGIA DEI PROGRAMMI	55
4.4.1	Sottoprogramma dei controlli: Programma delle Ispezioni	55

1 Premesse

L'infrastruttura viaria, all'atto della sua progettazione ed esecuzione, deve essere considerata come un bene di durata limitata che necessita di un continuo controllo ed eventuale intervento affinché gli standard prestazionali previsti in progetto siano mantenuti nel tempo. Le pavimentazioni stradali, le opere d'arte, la segnaletica, gli impianti, i sistemi di smaltimento e deflusso delle acque meteoriche e quanto altro costituente l'opera nel suo complesso, dovranno essere dunque mantenuti in buono stato di conservazione e di efficienza in modo che risulti agevole e sicuro l'esercizio dell'infrastruttura in oggetto.

Il **Piano di Manutenzione delle opere pubbliche**, ai sensi dell'art. 33 del dpr 207/2010, è un **elaborato obbligatorio del progetto esecutivo**. Il piano di manutenzione deve essere redatto tenendo conto dell'opera effettivamente realizzata allo scopo di garantire nel tempo il **mantenimento delle caratteristiche di qualità e di efficienza**. La normativa richiede che vengano individuati i requisiti e le prestazioni del manufatto in corso di progettazione affinché tali caratteristiche possano essere stimate e garantite.

Nella redazione del piano vanno individuati puntualmente i requisiti prestazionali e i controlli previsti dai **Criteri Ambientali Minimi (CAM – dm 11 gennaio 2017)** secondo quanto disposto dal nuovo Codice degli appalti (dlgs 50/2016).

Anche le **Norme Tecniche per le Costruzioni** (dm 14 gennaio 2008-e nct 2018) hanno introdotto l'obbligo di allegare al progetto strutturale esecutivo il **"piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera"**.

Il piano di manutenzione è redatto quindi in ottemperanza alle sopra richiamate norme e descrive le metodologie di sorveglianza e manutenzione delle opere interessate dai lavori relativi al "lavori di risanamento della via Borremans del comune di Caltanissetta" ed è finalizzato ad ottenere gli strumenti idonei per operare in forma programmata.

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 che 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 di valutazione dei costi prevedibili e ripartibili fra le diverse attività.

Si tenga anche 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.

Sulla base dell'impostazione logica sopra esposta, gli obiettivi del "Piano di manutenzione" devono essere i seguenti:

- costituzione e gestione di una banca dati relativa alle caratteristiche strutturali delle opere e dei relativi materiali costituenti, alla loro vita, ai loro degradi, ai dati acquisiti dalle ispezioni periodiche e straordinarie e agli interventi di manutenzione;
- 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;

1.1 Articolazione del Piano di Manutenzione

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

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:

- Indicare gli elementi utili a limitare danni causati da un uso improprio del bene.
- consentire l'esecuzione delle operazioni necessarie alla conservazione del bene, che non richiedano "conoscenze specialistiche".
- 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 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.

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 vita 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 tal modo, inoltre, potranno essere individuate l'entità e le caratteristiche delle risorse occorrenti per ciascuna tipologia d'intervento di manutenzione.

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.

Il “Programma di Manutenzione” si articola in tre sottoprogrammi:

- Sottoprogramma delle Prestazioni, che definisce a livello programmatico lo stato d’uso, di conservazione e le prestazioni delle varie parti del bene nel corso del suo ciclo di vita.
- Sottoprogramma dei Controlli, che definisce il programma delle verifiche e dei controlli, al fine di rilevare lo stato delle opere in vari momenti della vita del bene, individuando i degni e la dinamica delle cadute prestazionali.
- Sottoprogramma degli Interventi di Manutenzione, che definisce la programmazione temporale e l’ordine dei vari interventi di manutenzione, da effettuare per una corretta conservazione del bene.

Infine, nel “Programma di Manutenzione” saranno preventivati i “costi della manutenzione” derivanti dal servizio d’ispezione, dalle operazioni di manutenzione programmata e da un’ipotesi sugli interventi di tipo straordinario.

Il programma di manutenzione, il manuale d'uso ed il manuale di manutenzione redatti in fase di progettazione saranno sottoposti a cura dei Direttore dei Lavori, al termine della realizzazione dell'intervento, al controllo ed alla verifica di validità, con gli eventuali aggiornamenti resisi necessari in corso d’opera.

1.2 Ubicazione e descrizione delle opere

Il progetto esecutivo “**LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA**” prevede la realizzazione di opere al fine di riqualificare e migliorare il tracciato stradale fortemente compromesso sia da fenomeni di natura geotecnica, tipiche delle formazioni geologiche attraversate, sia al mancato funzionamento dei presidi idraulici utili allo smaltimento delle acque di piattaforma e di quelle di versante (tombini, cunette e fossi) che ove presenti, allo stato risultano generalmente colme di sedimenti, tanto da inibirne completamente il funzionamento.



Figura 1 Tombino via Borremans



Figura 2 Dissesti

1.2.1 Caratteristiche generali interventi

1. Posa di Tappetino di usura previa scarifica del manto preesistente ed eventuale risagomatura con binder (tratti interessati da difettosità degli strati superficiali);
2. Risagomatura profonda della sezione stradale con asportazione e rifacimento del cassonetto stradale (tratti stradali interessati da avvallamenti e cedimenti di grado severo);
3. Realizzazione di opere d'arte (Muri, Paratie, e Gabbionate in pietrame) per la stabilizzazione dei versanti interessati da problemi geotecnici ed idrogeologici;
4. Manutenzione straordinaria, e in alcuni casi demolizione e ricostruzione dei presidi idraulici esistenti (tombini, canali e fossi);
5. Risagomatura delle scarpate interessate da problematiche di tipo idrogeologico e realizzazione di fossi di guardia e canali al piede dei rilevati;
6. Posa di cavidotti in corrispondenza dei tratti da risagomare onde facilitare gli interventi di risoluzione delle interferenze ed evitare futuri scavi per implementazione dei sistemi a rete.
7. Posa di guardrail, posa della segnaletica verticale e rifacimento della segnaletica orizzontale.

1.2.2 Paratie di pali

La via Borremans in progetto, si sviluppa per circa 3,5 chilometri lungo il tracciato sono previste la realizzazione di cinque paratie di pali in cemento armato trivellati gettati in opera.

Procedendo da Caltanissetta verso la S.S. 640 nel tratto compreso tra la sezione 56 e la sezione 69 circa, in sinistra è prevista la realizzazione di due paratie, la PA.01 che è costituita da nr.187 pali di diametro 540 millimetri posti ad interasse 700 millimetri ed infissi nel terreno per 12 metri e si sviluppa seguendo il tracciato per 132 metri, i pali saranno collegati tramite una trave di collegamento "cordolo" in cemento armato avente una lunghezza di base ed una altezza entrambe di 700 millimetri; e la PA.01 bis che è costituita da nr.34 pali di diametro 1000 millimetri posti ad interasse 1200 millimetri ed infissi nel terreno per 12 metri, la paratie avrà una lunghezza di 42 metri, i pali saranno collegati da una trave di collegamento avente una base di 1400 millimetri ed una altezza di 1500 millimetri.

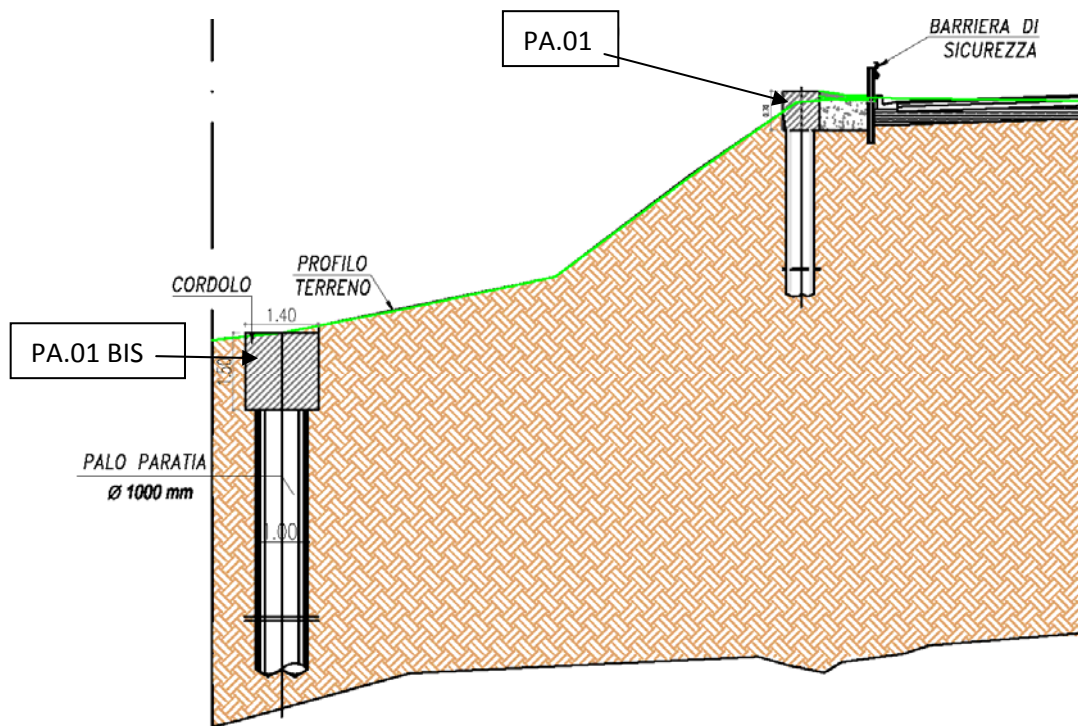


Figura 3 Paratie di pali PA.01 e PA.01 bis

Tra la sezione 208 e la sezione 237 sarà realizzata la paratia di pali denominata PA.02 di lunghezza 276 metri, costituita da nr.392 pali di diametro 540 millimetri e posti ad interasse di 700 millimetri ed infissi nel terreno per 12 metri, i pali saranno collegati tramite una trave di collegamento “cordolo” in cemento armato avente una lunghezza di base ed una altezza entrambe di 700 millimetri.

Procedendo sempre verso la S.S. 640 in sinistra tra la sezione 253 e la sezione 274 è prevista la realizzazione della paratia di pali denominata PA.03 che segue il tracciato della via Borremans per circa 202 metri è costituita da nr.283 pali di 540 millimetri di diametro e posti ad interasse di 700 millimetri ed infissi nel terreno per 12 metri i pali saranno collegati tramite una trave di collegamento “cordolo” in cemento armato avente una lunghezza di base ed una altezza entrambe di 700 millimetri .

Infine tra la sezione 288 e la sezione 301 in sinistra sarà realizzata una paratia di pali che si svilupperà per 120 metri di lunghezza, denominata PA.04, la paratia sarà costituita da nr. 169 pali di diametro 540 millimetri posti ad interasse i 700 millimetri e saranno infissi nel terreno per una profondità di 12 metri, i pali saranno collegati tramite una trave di collegamento “cordolo” in cemento armato avente una lunghezza di base ed una altezza entrambe di 700 millimetri.

1.2.3 Muri di controripa e di sottoscarpa

Al fine di proteggere il rilevato stradale saranno realizzati dei muri in cemento armato ed in particolare tra la sezione 57 e 67 è previsto in progetto, la realizzazione di un muro su pali, denominato MU.01 il muro sarà costituito da un paramento in c.a dello spessore di 70 cm e con altezza di 2.20 mt fondato su pali di lunghezza 7,80 ml posti ad interasse pari a 1,55 ml.

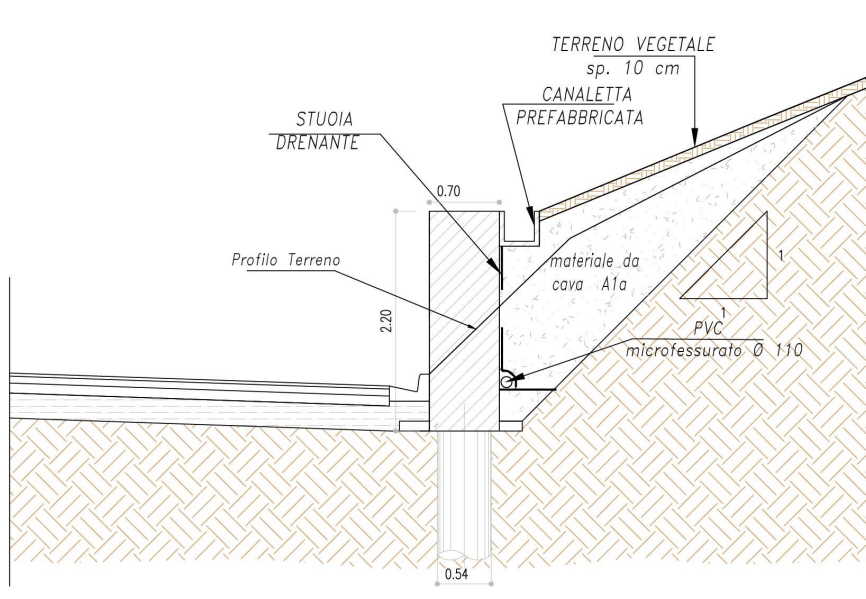


Figura 4 Particolare muro MU.01

Continuando a percorrere la via Borremans verso la S.S. 640, lato destro, tra la sezione 67 e la sezione 72 sarà realizzato il muro MU.02 di contenimento costituito da un paramento in c.a dello spessore di 40cm e con altezza di 1.50 mt fondato su fondazione diretta dello sviluppo di 1,70 mt e 50 cm, di lunghezza

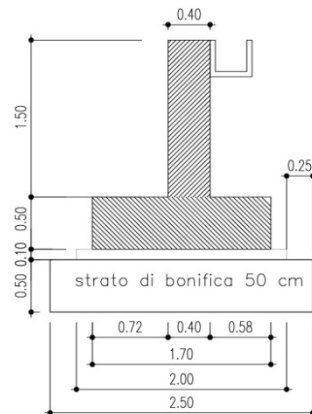


Figura 5 Particolare muro MU.02

Dalla sezione 236 lato sinistro sino alla sezione 1a della via Mangialasagne sarà realizzato il muro di sottoscarpa su pali denominato MP.01.

Il muro in oggetto si svilupperà tra la sezione n°236 dell'asse principale (progressiva 2370 lato sinistro p.c.) e la sezione 1a del profilo Mangialasagne, per uno sviluppo di circa 120,00 m, secondo due distinte tipologie, rispettivamente individuate con i codici: M.01 e M.02.

I muri di contenimento tipo M.01 saranno fondati su 3 pali di lunghezza 15,00ml posti ad interasse pari a 1,65 ml, la fondazione avrà spessore di 0.90 m, il paramento di altezza variabile avrà spessore di 60 cm per i primi due metri e di 30 cm per i successivi.

I muri di contenimento tipo M.02 saranno fondati su 2 pali di lunghezza 15,00 ml posti ad interasse pari a 1,60 ml, la fondazione avrà spessore di 0.65 m, il paramento di altezza variabile avrà spessore di 50 cm per una altezza di un metro e cinquanta centimetri e di 30 cm per i successivi.

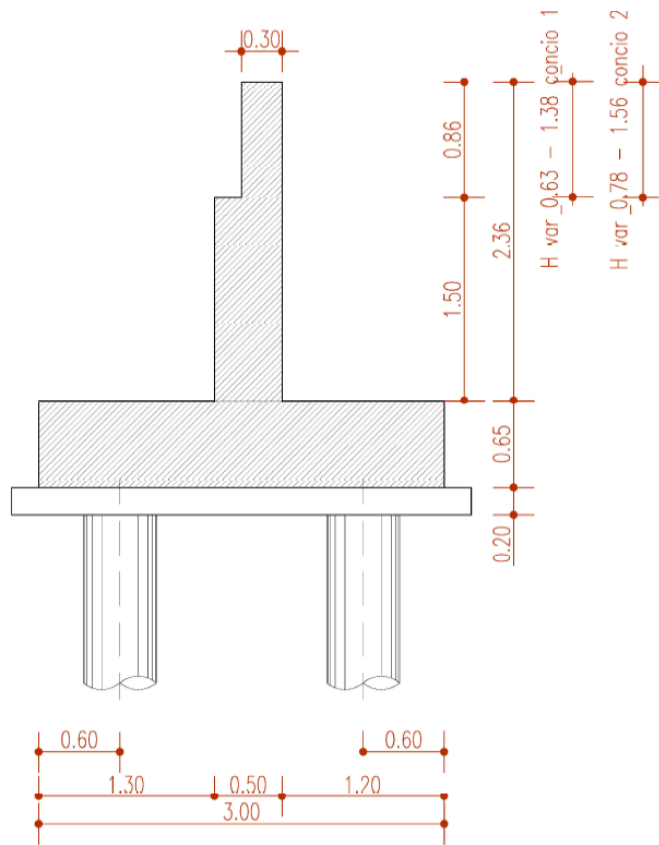


Figura 6 Particolare muro MP.01

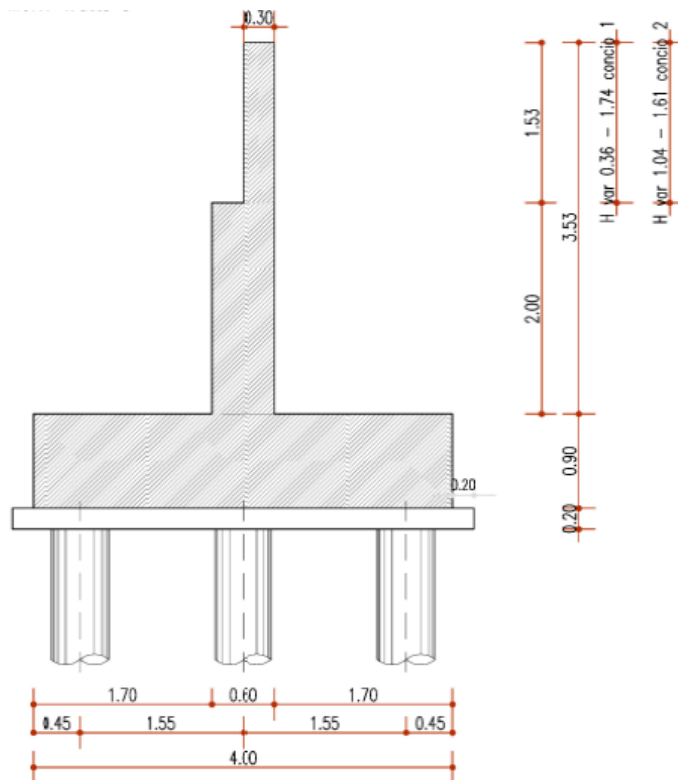


Figura 7 Particolare muro MP.01

dal lato opposto dell'incrocio di via Mangialasagne sarà realizzato un muro di controripa denominato MU.03 che si svilupperà circa dalla sezione n°1 dell'asse del muro MU.03 (progressiva 0+0,00 alla sezione 6 (progressiva 0+32.62), per uno sviluppo totale di circa 33,97 mt.

Il muro di contenimento tipo MU.03 sarà costituito da un paramento in c.a dello spessore di 40cm e con altezza di 1.50m fondato su fondazione diretta dello sviluppo di 1,70m e 50cm di spessore.

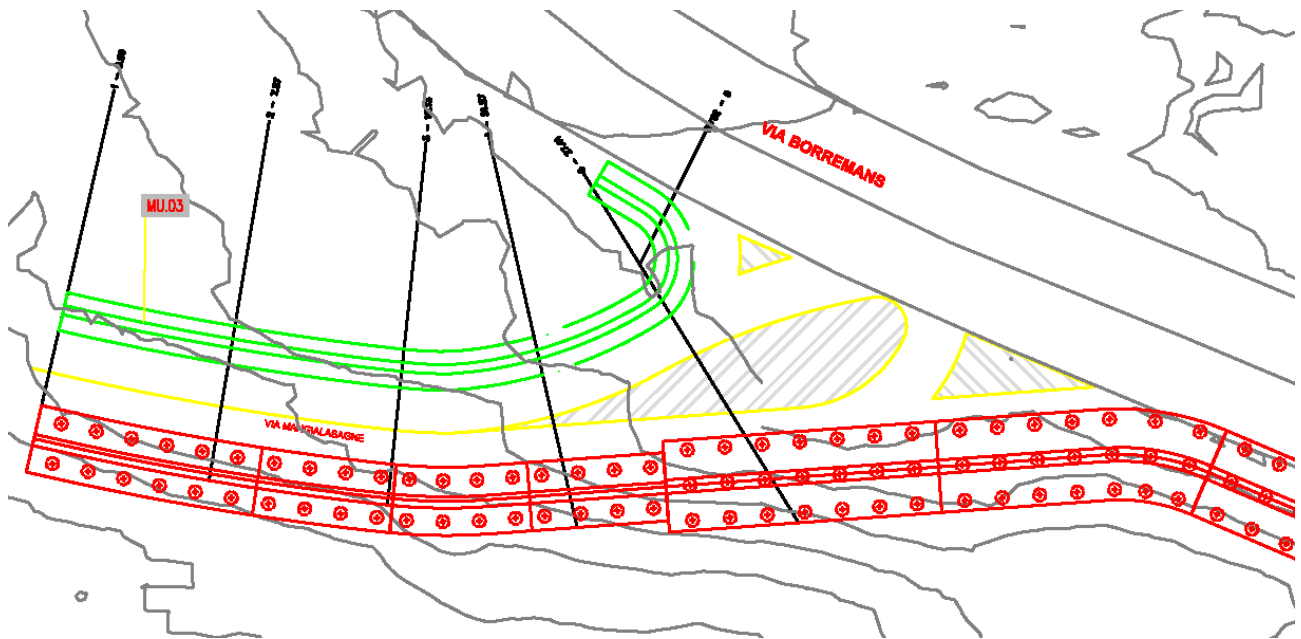


Figura 8 Planimetria incrocio Mangialasagne

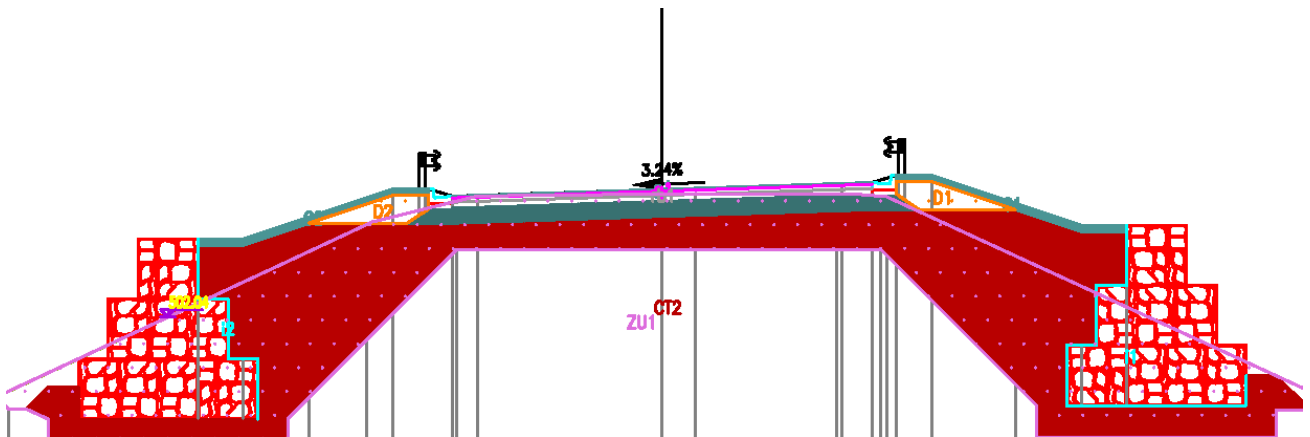


Figura 10 Sezione gabbionata GB.02 e GB.03

1.2.5 Tombini

Le opere idrauliche principali previste nel progetto esecutivo riguarderanno anche la demolizione e ricostruzione di 4 tombini denominati T.01, T.09, T.10 E T.08 bis.

In particolare le opere idrauliche T.01, T.09, T.10 saranno composte da due manufatti in cemento armato, indicati come pozzetto di monte e pozzetto di valle i quali saranno gettati in opera e collegati tramite un tubo armco da 800 millimetri, mentre il tombino T.08 bis sarà realizzato con due pozzetti prefabbricati, collegati tra loro con un tubo corrugato PeAD di diametro 630 millimetri, mentre l'imbocco di uscita saranno inseriti dei gabbioni metallici.

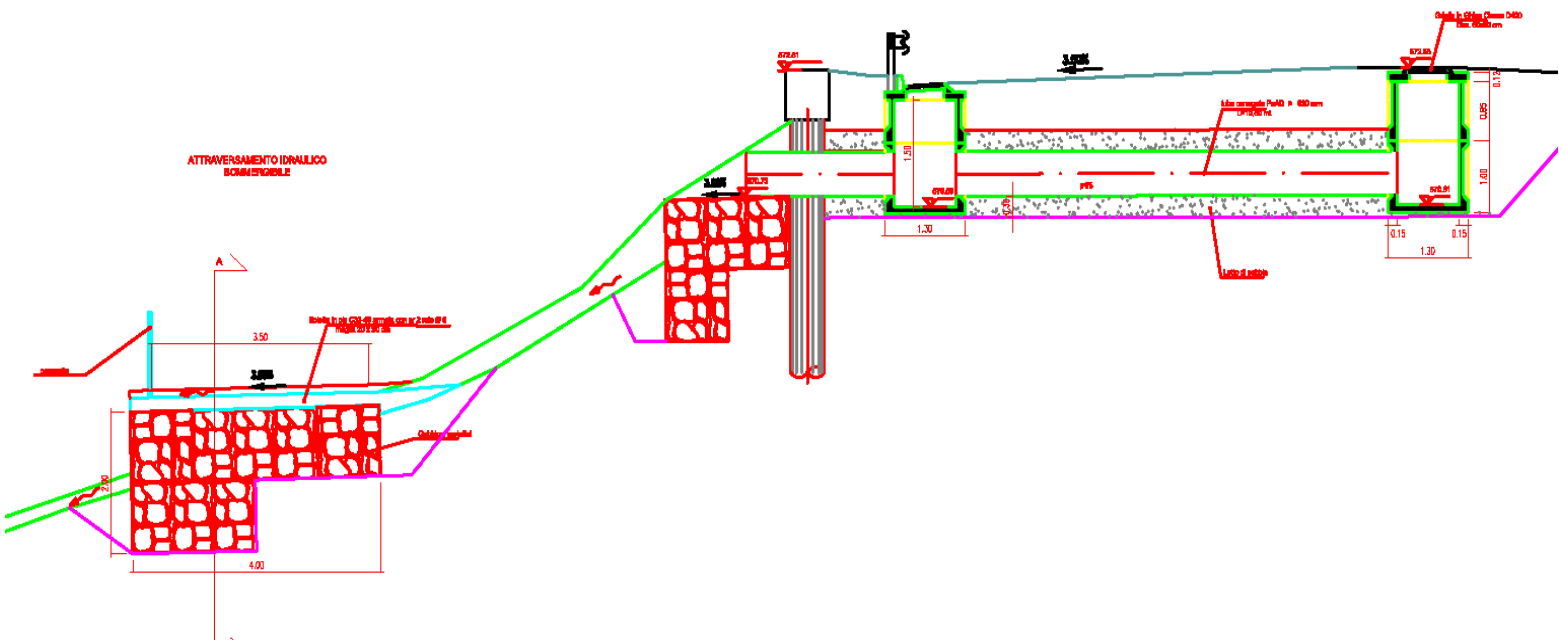


Figura 11 Sezione tombino T.08 bis

2 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 e degli impianti presenti lungo il tracciato della via Borremans.

2.1 Generalità

L'attività di sorveglianza delle opere oggetto del Piano di Manutenzione, si dovrà svolgere, conformemente alle normative esistenti in Italia, 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 e analisi di laboratorio, da parte di personale specializzato.

Le ispezioni, i controlli ed il personale addetto, dovranno essere coordinati da un ingegnere responsabile.

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.

2.2 Ispezioni periodiche e ispezioni annuali

Su ciascun manufatto devono 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 devono essere effettuate da tecnici diplomati, che poi redigono l'apposito rapporto "**scheda esame visivo**" e, con i dati di quest'ultimo, aggiornano una "**scheda dati storici**" dei controlli, inserendo la data della visita e le eventuali nuove anomalie insorte.

Almeno una volta all'anno, è necessaria la verifica da parte di un ingegnere. Pertanto, l'insieme della documentazione di base e di quella acquisita nel tempo, dovrà andare a costituire una banca-dati in grado di essere consultata con estrema semplicità, per ottenere in prima istanza, per ciascuna opera, l'insieme dei suddetti due documenti fondamentali:

- "**scheda esame visivo**": foglio di risultanza dell'ispezione periodica (a qualunque data);
- "**scheda dati storici**": foglio riportante le caratteristiche strutturali fondamentali e la storia delle ispezioni, da aggiornare periodicamente.

2.2.1 Scheda esame visivo

Il rapporto, la cui struttura è la medesima per ogni opera, contiene nella sua parte generale, l'identificazione dell'opera esaminata, il numero d'ordine generale, la data di ispezione, l'indicazione dei nomi di chi ha effettuato la visita, i dati identificativi del rollino e di eventuali fotografie scattate, i dati generali dell'opera e le successive sezioni allegate alla scheda, relative ai difetti riscontrati in corrispondenza delle singole parti strutturali.

2.2.2 Scheda dati storici

La "scheda dati storici", che come detto è finalizzata a reperire e raccogliere tutti i dati conoscitivi a partire dal progetto e dalle modalità di realizzazione dell'opera, sino allo stato attuale, è redatta ed aggiornata periodicamente per ciascuna parte strutturale di ogni opera, e contiene le seguenti informazioni:

1. individuazione dell'opera e della parte strutturale cui si riferisce;
2. periodo di costruzione e vicende ad esso collegate;
3. materiali costituenti la parte strutturale dell'opera e, per ciascuno di essi, indicazione delle caratteristiche, dimensioni, tipologia, ecc. (cls, acciaio, altro);
4. altre informazioni relative all'ubicazione, schema statico, data d'inizio del degrado, ecc.
5. successione cronologica delle ispezioni, per ciascuna delle quali è riportata la data, le parti della struttura i cui difetti hanno subito delle variazioni rispetto all'ispezione precedente, che cosa è effettivamente variato, il n° della scheda di rilevamento;
6. successione cronologica degli interventi significativi di manutenzione, con la relativa data, tipologia e ubicazione.

2.3 Procedure 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.

Durante l'ispezione, è opportuno esaminare le pavimentazioni, gli elementi strutturali e gli impianti, onde accertare ogni fatto nuovo e l'insorgere di eventuali anomalie esterne; in tal caso si dovranno annotare in maniera convenzionale tutti i difetti riscontrati, difetti della pavimentazione flessibile, distacchi del calcestruzzo, dall'usura al malfunzionamento degli impianti, ecct, il tutto adeguatamente supportato da un'accurata documentazione fotografica.

Nel caso in cui gli elementi visionati presentassero segni di gravi anomalie, il tecnico dovrà promuovere ulteriori controlli specialistici e nel frattempo adottare direttamente, in casi di urgenza, eventuali limitazioni all'esercizio dell'opera.

Al fine di uniformare le procedure di visita e di evidenziare agli occhi degli operatori addetti alle ispezioni tutti i possibili e probabili difetti riscontrabili, si sono individuati i possibili degradi da verificare, suddivisi per classi, come di seguito esposto:

- 1 DIFETTI LEGATI ALL'ACQUA
 - infiltrazioni in corrispondenza di giunti
 - infiltrazioni diffuse 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 PALIFICATE
 - diminuzione resistenza calcestruzzo, rottura del fusto, ecc.
- 4 DIFETTI PARTI METALLICHE
 - ferri d'armatura: 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 vernice, ossidazione
- 5 DIFETTI O AVARIE DI TIPO MECCANICO
 - Ventilatori: usura cuscinetti, mancanza lubrificazione, stato di pulitura inadeguato
 - avarie molla per chiusura automatica porte REI
 - 6 DIFETTI ELEMENTI VARI
 - giunto di dilatazione: usura, distacchi, cedimenti, degrado sezioni di attacco
 - ostruzione e/o rottura elementi di scarico e raccolta acque
 - scarpate: pendio dissestato o in erosione, vegetazione eccessiva
 - pareti galleria: pittura sporca o in distacco
 - guarnizioni deteriorate, non aderenti o ostruite da accumuli di agenti esterni
 - manichette, attrezzature varie o parti di esse mancanti o danneggiate
 - 7 DIFETTI PAVIMENTAZIONI FLESSIBILI
 - lesioni longitudinali o trasversali
 - avvallamenti o rigonfiamenti
 - fessurazioni a blocchi, buche, deterioramenti, ecc.
 - 8 DIFETTI DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI
 - lampada non funzionante e/o plafoniere sporche
 - componenti e spie dei quadri non funzionanti
 - distacco o degrado cavi di messa a terra
 - collegamenti non serrati / targhette dati mancanti o illeggibili

2.3.1 Scheda difetti

Per la valutazione corretta ed univoca dei risultati delle visite, effettuate anche da personale diverso, è di fondamentale importanza uniformare in maniera razionale le procedure di classificazione dei diversi tipi di ammaloramento e dei parametri più significativi per la loro descrizione ed il loro controllo; per raggiungere l'obiettivo, si devono utilizzare delle "schede difetti" (Vedi allegato "Piano di manutenzione – Schede dati di rilevamento e di manutenzione") dove tali caratteristiche risultano univocamente definite.

Tali "schede difetti", che come accennato in precedenza dovranno essere allegate alla "scheda esame visivo", saranno relative alle anomalie e/o difetti presenti nell'opera in corrispondenza delle singole parti, e in esse dovrà essere riportata la descrizione del degrado rilevato e tutte le informazioni utili all'individuazione sia delle cause, sia degli eventuali interventi da eseguire successivamente, quali l'ubicazione, la sua estensione, la tipologia, l'ambiente e il tipo di struttura ove si sono manifestati ed eventuali altre osservazioni particolari a cura del rilevatore.

Le schede predisposte, sono specifiche per particolari difetti così raggruppati:

- Scheda B - LESIONI E/O FESSURAZIONI
- Scheda C1 – FERRI DI ARMATURA (ferri scoperti)
- Scheda C2 – FERRI DI ARMATURA (macchie di ruggine)
- Scheda D1 – CALCESTRUZZO (delaminazioni superficiali)
- Scheda D2 – CALCESTRUZZO (distacchi)
- Scheda E – PAVIMENTAZIONI FLESSIBILI
- Scheda F – IMPIANTI TECNOLOGICI

Per quanto riguarda i tipi di ammaloramento sopra considerati, si riportano di seguito e si mettono in luce le informazioni da raccogliere nella fase di acquisizione.

Alterazioni superficiali del calcestruzzo

Per quanto riguarda gli ammaloramenti delle opere in calcestruzzo ove si siano verificati distacchi parziali, nella scheda relativa si distinguono le seguenti classi:

calcestruzzo residuo non degradato: indica una superficie compatta a distacco avvenuto.

calcestruzzo residuo degradato, senza pericolo incipiente di caduta di materiale: indica un conglomerato in cui esiste un iniziale processo di degradazione.

calcestruzzo con vespaio e inerti asportabili manualmente: è presente una decomposizione generalizzata del cls; gli inerti si distaccano progressivamente dal legante e si notano efflorescenze dove sono presenti alterazioni del legante;

calcestruzzo con pericolo di distacco a blocchi: indica un cls per il quale si possono verificare dei distacchi specialmente in presenza di fessure ramificate longitudinali e trasversali.

Lesioni

Le cause che determinano la nascita di lesioni, possono essere individuate analizzando il loro andamento. Tale considerazione, ha portato a mettere l'accento sulla descrizione dell'andamento delle lesioni, che possono essere distinte in:

- lesioni singole;
- lesioni ramificate;
- lesioni regolari/irregolari.

Le lesioni non ramificate, sono legate a deformazioni della sezione caricata da eccessive spinte dell'ammasso incassante.

In galleria, sarà opportuno tenere conto delle seguenti possibili tipologie di lesione:

- lesioni parallele o quasi all'asse della galleria;
- lesioni ortogonali a tale asse;
- lesioni inclinate.

Quelle parallele all'asse presenti in calotta, sono causate da spinte verticali simmetriche rispetto all'asse di simmetria della galleria.

Se presenti all'intradosso dei piedritti, potrebbero esistere problemi di spinte dissimmetriche della roccia incassante o movimenti del versante, o difetti di fondazione.

Lesioni ortogonali e a volte a forma di "Y", indicano deformazioni legate a sollecitazioni che variano lungo l'asse della galleria.

Lesioni inclinate, possono essere causate da eccessi di sollecitazione localizzati lungo l'asse della galleria, da cedimenti differenziati delle fondazioni e da movimenti del versante interessato dalla galleria.

Nei casi in cui vi fosse presenza di lesioni, la loro ampiezza dovrà essere verificata con regolarità e controllata nel tempo, tenendo presente che le lesioni ramificate, generalmente, si presentano come evoluzione di quelle singole.

2.4 Strumenti di Controllo

L'esecuzione sistematica di ispezioni visive e la conseguente analisi dei dati, non sono sempre sufficienti per individuare qualsiasi difetto o per comprendere chiaramente le cause di determinati degradi, né per valutare oggettivamente il grado di "pericolo" di una situazione ed il rimedio anche provvisorio più idoneo.

Gli approfondimenti diagnostici, che dal punto di vista operativo sono stati fatti rientrare fra le operazioni di manutenzione ordinaria, richiedono l'esecuzione di prove strumentali che possono essere sia di tipo puntuale (relative all'esame di punti "critici") che di tipo "globale" (relative all'esame generale della struttura), mediante le quali è possibile stimare e valutare caratteristiche e parametri sullo stato dei materiali costituenti le strutture.

Tali attrezzature devono essere gestite da tecnici specializzati nel loro utilizzo, da ingegneri ed eventualmente possono essere utilizzati sistemi informatizzati di analisi dei dati, che sappiano correttamente interpretare i dati raccolti.

Allo stato attuale vi è un notevole sviluppo di strumentazioni ad alto rendimento, in grado cioè di effettuare rilievi ad alta velocità.

Nella tabella che segue, sono riportati i principali strumenti di analisi che possono essere utilizzati per lo studio dello stato di consistenza delle opere pertinenti le strutture oggetto del Piano.

Funzione	Strumento
Determinazione resistenza a compressione cls	Prova diretta su carote Prova di estrazione (Pull-out test) Prova penetrometrica (Metodo Windsor) Sclerometro
Determinazione modulo elastico	Rilevatori ultrasonori
Analisi stato corrosivo e classificazione del degrado	Misura del potenziale di corrosione Prelievo di polveri e microcarote per analisi chimiche
Rilievo armature	Rilevamento magnetico delle barre di armatura (Pacometro)
Rilevo discontinuità, stratigrafie, umidità, difetti puntuali	Indagini radar

Nei paragrafi che seguono, si riportano le caratteristiche e le modalità esecutive delle varie prove citate, fermo restando che sia il loro eventuale utilizzo, sia la scelta delle possibili tipologie alternative a disposizione, saranno a cura del tecnico responsabile della manutenzione, in base alle specifiche caratteristiche del problema che si dovesse presentare.

2.4.1 Prova diretta su carote

Il prelievo di calcestruzzo indurito, costituisce sempre il miglior modo per conseguire una stima dell'effettiva resistenza del calcestruzzo. Un limite può essere costituito dal danneggiamento che si produce durante il prelievo, che fa classificare tale metodo come "localmente distruttivo", e dal costo, per tempo di esecuzione e usura dei materiali, superiore ad ogni altro metodo di prova non distruttiva.

E' fondamentale nella fase di prelievo, il rispetto delle specifiche fissate dalla UNI 6131, per ridurre al minimo il danneggiamento dovuto al prelievo.

La prova di resistenza a compressione, viene eseguita in conformità alla UNI 6132. Tali prove devono (legge n. 1086 del 5 novembre 1971, NTC2008) essere eseguite presso i laboratori ufficiali o autorizzati, che garantiscono affidabilità, indipendenza e qualità.

2.4.2 Prova di estrazione o pull-out test

La prova di estrazione, per brevità indicata spesso come "pull-out test", è una prova localmente distruttiva, classificata come semi-distruttiva.

Può essere prevista con inserti pre-inglobati nel getto in fase di progetto, oppure con inserti post-inseriti per strutture degradate, non conformi o per le quali si voglia procedere ad un aumento di capacità portante.

Le prove correlano la forza di estrazione P alla resistenza del conglomerato R mediante la formula sperimentale (F. Meneghetti - T. Meneghetti):

$R = 0.0427 P + 242.52$ tasselli pre-inglobati;

$R = 0.092 P + 93.1$ tasselli post-inseriti.

dove "P" è espresso in kg e "R" in kg/cm².

La prova è normata dalla UNI 9536 per i tasselli preinglobati e dalla UNI 10157 per tasselli postinseriti.

Il numero minimo di tasselli è di tre per ogni punto di prova.

2.4.3 Prova penetrometrica o metodo Windsor

Consiste nell'infiggere nel calcestruzzo una sonda di dimensioni standard, "sparata" da una pistola mediante una carica calibrata. La correlazione fra la profondità di penetrazione e la resistenza, è fornita dalla ASTM C803.

Il numero di sonde che si impiegano per una determinazione è di tre, poste ai vertici di un triangolo individuato mediante una dima di dimensioni standard.

2.4.4 Misure Sclerometriche

Il metodo dell'indice di rimbalzo sclerometrico consiste nel misurare l'entità del rimbalzo di una massa battente che, azionata da una molla, impatta sulla superficie del calcestruzzo con una energia nota. L'indice di rimbalzo permette di valutare la durezza superficiale del calcestruzzo e può essere utilizzato per valutare l'omogeneità del calcestruzzo in sito, la resistenza a compressione, per determinare regioni superficiali degradate e per stimare le variazioni nel tempo delle proprietà del calcestruzzo. In Italia il metodo sclerometrico è regolato, in via sperimentale, dalla Norma UNI 9189.

Poiché la risposta dello sclerometro risulta dipendere dall'inclinazione sull'orizzontale dell'asse dello stesso, si deve tenere conto dei diagrammi di correlazione che forniscono anche la dispersione media dei valori.

La prova sclerometrica, è un metodo di analisi molto pratico e rapido, ma ha lo svantaggio di saggiare solo strati superficiali che potrebbero essere alterati. I risultati sono inoltre sensibili ad alcuni parametri quali umidità, carbonatazione, presenza di armature e granulometria degli inerti. Tale metodo, per la normativa italiana, non può essere considerato alternativo per la determinazione della resistenza a compressione del cls.

2.4.5 Metodo ad ultrasuoni

Il metodo ad ultrasuoni, consiste essenzialmente nell'analisi della propagazione all'interno del calcestruzzo di onde elastiche longitudinali di compressione, di frequenza compresa tra 10 e 50 KHz. L'onda d'urto, generata da un opportuno emettitore in un punto dell'elemento, viene captata da un ricevitore posizionato in un altro punto e trasmessa, sotto forma di un segnale elettrico, ad un oscilloscopio che ne permette la visualizzazione e la misura del tempo t intercorso tra emissione e ricezione.

Dividendo la distanza tra i due punti per il tempo, si ricava la velocità delle onde elastiche nel materiale, che è funzione delle caratteristiche elastiche del mezzo (modulo di elasticità e rapporto di Poisson dinamici) e della sua densità. Eventuali disomogeneità (fessure, cavità, ecc.), variando la velocità di propagazione e assorbendo parzialmente, rifrangendo e riflettendo l'onda di vibrazione, possono essere indagate analizzando tali processi. In Italia, il metodo ultrasonico è regolato, dalla norma UNI 9524.

2.4.6 Misure combinate microsismiche e sclerometriche

Un sistema che valorizza i due metodi sperimentali sopra descritti, migliorandone l'interpretazione, è quello "combinato" ultrasuoni-sclerometro, che consente di calcolare la resistenza convenzionale di un calcestruzzo mediante varie relazioni sperimentali proposte in letteratura, che esprimono la resistenza cubica media del calcestruzzo R , in funzione della velocità delle onde longitudinali V e degli indici di rimbalzo sclerometrici N , ciascuna legata a particolari tipi di calcestruzzo e a differenti condizioni di maturazione.

2.4.7 Misura del potenziale di corrosione

Il principio del metodo è basato sulla verifica di valore del potenziale spontaneo di corrosione dei ferri di armatura nel conglomerato cementizio armato.

Tale controllo dovrà essere effettuato periodicamente mediante misurazione del “potenziale di protezione” in corrispondenza di celle già previste in fase di progetto in diversi punti dell’opera, collegate ad una rete distribuita di armature saldate ed elettricamente connesse fra loro.

Il “potenziale di protezione” è un valore limite in corrispondenza del quale la velocità di corrosione diventa trascurabile. Per strutture in cemento armato interrato, quali quelle oggetto del presente Piano, la letteratura fornisce valori di soglia del “potenziale di protezione” compresi tra 1 e 20 mA/mq.

Poiché al superamento di tali valori l’acciaio sarà soggetto a fenomeni di corrosione non più trascurabili, il responsabile della manutenzione dovrà predisporre immediati interventi di protezione da realizzare con uno dei seguenti sistemi, da scegliere e dimensionare in base alle specifiche condizioni e caratteristiche della struttura:

- 1 protezione catodica con “anodi sacrificali” costituiti da metalli reattivi opportunamente collegati alla struttura da proteggere, in modo da rendere uniforme la corrente.
- 2 Protezione catodica con “corrente impressa”, più indicata per strutture in c.a. interrate, vista la scarsa conducibilità del calcestruzzo.
- 3 Interventi di eliminazione / limitazione delle cause di dispersione.

La verifica si esegue misurando con un voltmetro ad alta impedenza (> 10 MW) e di classe 3 (errore < del 3% del F.S.), la tensione esistente in una pila i cui elettrodi sono l’interfaccia armatura-calcestruzzo e l’elettrodo di riferimento appoggiato sulla superficie del calcestruzzo.

Le normative di riferimento per l’esecuzione prova, sono UNI 9535 e ASTM C 876.

2.4.8 Prelievo di polveri e microcarote per analisi chimiche

Al fine di individuare e classificare il tipo di degrado, si possono eseguire analisi chimiche o diffrattometriche sui materiali prelevati dalla struttura ed effettuare prove colorimetriche in situ.

Le analisi chimiche sono mirate alle determinazioni dei solfati, dei cloruri, degli alcali, alle variazioni di pH ed alla classificazione, insieme agli esami mineralogici, del degrado; pertanto, è necessario pianificare diffusi prelievi di polveri e di microcarote, da sottoporre alle analisi.

2.4.9 Rilevamento magnetico delle barre di armatura

Il rilevamento magnetico consente un’esatta determinazione - non distruttiva - della posizione e del diametro delle armature di un elemento strutturale in calcestruzzo armato e risulta della massima utilità in ogni caso in cui occorra confrontare i dati di progetto con lo stato attuale e non sia consentito, o consigliabile, effettuare indagini di tipo distruttivo. I «pacometri», o magnetoscopi sono strumentazioni che si basano su fenomeni elettromagnetici e consentono tali determinazioni con buona approssimazione, purché il copriferro delle barre non superi i 15-20 cm. La valutazione del diametro dei ferri è possibile con un grado di approssimazione tanto più esatto, quanto minore è la copertura del ferro.

La pacometria, non è in grado di rilevare i diametri nelle zone di sovrapposizione di più ferri. E' utile, in una campagna pacometrica, prevedere uno o più carotaggi campione per confrontare i dati relativi con l'osservazione diretta e, così, controllare la taratura della strumentazione.

2.4.10 Indagini radar

Uno dei sistemi più interessanti per il controllo dei calcestruzzi di rivestimento e delle condizioni dell'ammasso circostante, è il radar: l'uso di tale tecnologia è consigliabile con una frequenza indicativamente decennale. Peraltro, poiché i fattori che possono determinare l'esecuzione di tale controllo sono estremamente variabili e difficilmente prevedibili, visto anche l'elevato costo di esecuzione, si dovrà comunque eseguire preventivamente un'approfondita analisi delle condizioni del rivestimento, prima di procedere all'indagine.

Il sistema si basa sull'emissione e la ricezione di onde elettromagnetiche ad alta frequenza, comprese tra i 100 MHz ed alcuni GHz e sulla verifica della velocità di propagazione degli impulsi nel dielettrico da indagare; tali impulsi vengono riflessi in corrispondenza delle discontinuità incontrate e successivamente ricevute dalla antenna trasmittente; poiché le velocità di propagazione sono funzione delle caratteristiche del dielettrico attraversato, il sistema può fornire informazioni sulle caratteristiche e sullo stato di un rivestimento in galleria, dei vuoti tra ammasso e rivestimento, dell'omogeneità del calcestruzzo di rivestimento.

Le antenne a bassa frequenza (80-120 MHz), presentano una maggiore capacità di penetrazione, ma possiedono un basso potere risolutivo, mentre le antenne con frequenza intermedia (300-500 MHz) sono caratterizzate da un maggior dettaglio.

Solo in alcuni casi in cui risulta necessario un alto potere risolutivo, ma è sufficiente un limitato potere di penetrazione, si possono utilizzare antenne ad alta frequenza (1-5 GHz).

Si utilizzano antenne di superficie per la verifica dell'esistenza di cavità sotterranee; con terreni di media consistenza, si può giungere a rilevare importanti anomalie sino ad una certa profondità.

L'indagine radar può essere effettuata utilizzando un'unità di acquisizione campale composta da:

- Ruota metrica per l'esatta misura delle coordinate dei dati acquisiti;
- Unità di acquisizione radar costituita da:
 - PC Pentium 133 Mhz alimentato da batteria a 12 V;
 - Scheda di controllo dei dati radar, di conversione A/D e di alimentazione;
 - Dispositivo magnetico DAT;
 - Software di acquisizione;
 - Unità di distribuzione.

I sensori utilizzati nell'indagine, possono essere i seguenti:

- Array a 600 MHz, capace di acquisire due canali monostatici ed un canale bistatico (fondo scala di 96 nsec). Il sensore a media frequenza è quello che consente di ottenere le migliori prestazioni in termini di bilancio tra risoluzione (circa 15 cm per terreno medio), rapporto segnale/clutter e portata nel sito in esame

- Singola antenna a 200 MHz. L'antenna a bassa frequenza, consente la massima portata ed un buon rapporto segnale/clutter su alcune anomalie (per "clutter" si definisce l'eco ricevuto dal terreno, sorgente primaria di disturbo nella rivelazione delle anomalie presenti nel sottosuolo). Ciò è ottenuto a spese di una minore risoluzione (circa 46 cm in un terreno medio, ove per terreno "medio" si intende un terreno in cui il segnale radar si propaghi con velocità di propagazione media, normalmente stimata a 106 m/s). Devono essere effettuate scansioni (5 passate a distanza fissa di 1 m) con asse parallelo a quello della galleria.
- Singola antenna a 1200 MHz L'antenna ad alta frequenza, è il sensore che consente la migliore risoluzione (circa 7.5 cm in un terreno medio) a spese di un minore range di indagine. Devono essere effettuate scansioni (5 passate a distanza fissa di 1 m) con asse parallelo a quello della galleria.

La tecnica da utilizzare per l'acquisizione dati, consiste nel montaggio dell'attrezzatura su un carrello che, in orario di sospensione del traffico, percorre i tratti da esaminare, individuando e localizzando le caratteristiche puntuali della struttura e del terreno circostante.

2.5 Risultati dei Controlli e Analisi dei dati – Criteri per l'intervento

La fase propedeutica alla manutenzione, è l'analisi dei dati che consentono la conoscenza dell'opera, sia dal punto di vista morfologico che prestazionale, effettuata attraverso le seguenti operazioni:

- rilievo del sistema;
- acquisizione dei dati;

I due punti trattati nei paragrafi precedenti, consentono la creazione di una banca dati relativa a ciascun elemento strutturale e formata da dati inseriti con criteri standardizzati.

Nel presente capitolo, saranno individuati ulteriori elementi di valutazione (valori di soglia, cause del degrado, possibili interventi, vincoli, priorità d'intervento), mediante i quali sarà possibile avere un quadro completo di informazioni, con il quale definire la tipologia dell'intervento ed i tempi per la sua realizzazione.

L'allegata "**scheda criteri per l'intervento**", raccoglie tutte le informazioni e conduce alla citata scelta definitiva.

2.5.1 Relazione sulle patologie e valori di soglia

Il rilievo dati è anzitutto integrato da una relazione sulle patologie, derivante dal confronto tra stato rilevato e stato ottimo, con individuazione dei risultati da ritenere patologici; ciò presuppone la definizione di valori di soglia per i parametri misurati; è possibile individuare, per uno stesso indicatore di stato, anche più di un valore di soglia.

Tra i molteplici valori di soglia individuabili al fine di evidenziare i minimi livelli prestazionali da preservare, si segnalano:

- **soglia d'intervento ottimale**, che definisce i valori degli indicatori di stato al di sotto dei quali occorre prendere in considerazione l'eventualità di eseguire interventi di manutenzione straordinaria;
- **soglia minima di intervento**, che definisce i valori degli indicatori di stato al di sotto dei quali occorre senz'altro eseguire interventi di manutenzione straordinaria.

TIPO DI DEGRADO	SOGLIA D'INTERVENTO OTTIMALE	SOGLIA MINIMA D'INTERVENTO
1) DIFETTI LEGATI ALL'ACQUA		
- infiltrazioni in corrispondenza di giunti	Segni di umidità in corrispondenza del giunto	Percolazioni e/o infiltrazioni
- infiltrazioni diffuse sulla superficie	Segni di umidità in corrispondenza di una porzione di parete o soletta	Percolazioni e/o infiltrazioni
- infiltrazioni in corrispondenza di punti singoli	Segni di umidità	Percolazioni e/o infiltrazioni
2) DIFETTI DEL CALCESTRUZZO		
- ammaloramento e/o distacchi superficiali del calcestruzzo	Calcestruzzo con lievi lesioni visibili in superficie	Porzioni di calcestruzzo distaccate
- copriferro insufficiente	Andamento dei ferri visibile dalla superficie	Ferro d'armatura scoperto e in vista
- lesioni del calcestruzzo	Lesioni visibili < 1 mm	Lesioni visibili > 1 mm
3) DIFETTI PALIFICATE		
- diminuzione resistenza calcestruzzo, rottura del fusto, ecc.	Riscontro irregolarità del fusto	Riscontro di rotture diminuzione resistenza
4) DIFETTI PARTI METALLICHE		
- ferri d'armatura: ossidazioni, riduzioni sezione resistente	Ferro d'armatura già visibile	Ferro d'armatura scoperto e in vista
- supporti di ancoraggio: allentamento e/o rottura perni o bulloni	Elemento ancorato fisso, ma con allentamento di alcuni bulloni	Elemento ancorato non fisso
- lesioni o "cricche" di saldatura	Presunti degradi della saldatura	Saldature non integre

TIPO DI DEGRADO	SOGLIA D'INTERVENTO OTTIMALE	SOGLIA MINIMA D'INTERVENTO
- svergolamento flessione, deformazione elementi strutturali	Deformazioni riscontrabili da incastri non perfetti	Deformazioni riscontrabili da esame visivo
- sfogliamento vernice, ossidazione	Vernice con lesioni visibili superficialmente	Vernice sollevata su area > 10%
4) DIFETTI O AVARIE DI TIPO MECCANICO		
- avarie molla per chiusura automatica porte REI	Chiusura con lieve difficoltà	Chiusura lenta o non immediata
5) DIFETTI ELEMENTI DI FINITURA		
- ostruzione e/o rottura elementi di scarico e raccolta acque		Formazione di ristagni d'acqua per mancato smaltimento
- distacco/degrado cavi di messa a terra	Cavi scoperti	Cavi distaccati o non integri
6) DIFETTI PAVIMENTAZIONI FLESSIBILI		
- lesioni e/o fessurazioni del conglomerato bituminoso superficiale	Difetti visibili sulla pavimentazione in sito	Mancanza di parti della pavimentazione

2.5.2 Analisi delle cause del degrado

L'analisi delle cause di degrado, è finalizzata all'individuazione e alla diagnosi delle patologie. In molti casi, l'esecuzione d'interventi di manutenzione senza l'individuazione e la rimozione delle cause di degrado, risulterebbe poco efficace, portando miglioramenti prestazionali di durata molto limitata nel tempo.

La diagnosi avviene attraverso le seguenti fasi:

- si prendono in considerazione gli stati del sistema ritenuti patologici;
- nel caso in cui per un elemento coesistano più patologie, si individuano quelle più significative;
- per ogni patologia si redigono dei diagrammi causa-degrado;
- si individuano le cause principali;
- se l'individuazione delle cause appare incerta, si provvede alla raccolta di dati più approfonditi.

I diagrammi causa-degrado, possono essere eseguiti per ogni elemento e per i degradi significativi; tali diagrammi costituiscono anche la base per l'implementazione di sistemi informatizzati di gestione della manutenzione.

In base alle esperienze maturate nella manutenzione, l'Amministrazione può compilare un manuale in cui siano raccolti e riportati i diagrammi causa-degrado con riferimento alle principali tipologie di ciascun elemento tecnico, con le principali patologie che possono verificarsi per essi (sarebbe auspicabile che tale raccolta dati fosse realizzata dall'insieme degli Enti gestori, al fine di ottenere una casistica soddisfacentemente ampia ed esauriente).

In tale fase, devono essere individuati gli elementi sui quali intervenire e deve essere prevista e definita la tipologia dei lavori da eseguire. La scelta da attuare deve prevedere in primo luogo, quando possibile, la rimozione delle cause di degrado; in secondo luogo, occorre definire obiettivi e tecniche esecutive dei lavori.

Poiché le conoscenze e le tecnologie disponibili consentono più alternative tecniche per ogni tipo di intervento, il confronto tra diverse soluzioni va eseguito tenendo presenti sia le condizioni di fattibilità dello specifico intervento, sia la sua efficacia.

Tale efficacia deve essere valutata non solo in relazione alle prestazioni del sistema subito dopo le operazioni di manutenzione, ma anche in relazione alle sue prestazioni nel tempo.

Diventano allora essenziali i requisiti di affidabilità, capacità del sistema di mantenere le proprie prestazioni entro un range di valori prefissato, per un dato periodo di tempo ed in determinate condizioni d'uso, di sollecitazione, di manutenibilità e di attitudine ad essere oggetto di manutenzione.

2.5.3 Analisi dei vincoli e delle priorità

L'esecuzione degli interventi può essere soggetta a vincoli di varia natura, ossia a condizioni che devono essere rispettate e opportunamente valutate.

I principali vincoli sono dovuti all'interferenza tra le attività di manutenzione, al clima e, più in generale, alla circostanza di dover intervenire su di un sistema che offre un servizio che è sempre preferibile non interrompere.

Le operazioni di manutenzione, vanno classificate secondo una lista di priorità che tenga conto del livello e delle conseguenze del degrado e, talvolta, anche di particolari esigenze dell'Amministrazione; in tal modo, si possono distinguere tre classi principali di interventi:

- 1 il degrado di un elemento non comporta innesco di fenomeni di degrado in altri componenti e pericoli per la sicurezza: l'intervento può essere dilazionato nel tempo in funzione della severità e dell'estensione del degrado.
- 2 Il degrado di un elemento comporta l'innesco di fenomeni patologici in altri componenti (senza la compromissione immediata del requisito di sicurezza), con conseguente aumento dei costi di manutenzione nel caso in cui non si intervenga tempestivamente: l'intervento deve essere eseguito con una certa urgenza.
- 3 Il degrado porta alla compromissione del requisito di sicurezza: l'intervento deve essere eseguito al più presto.

3 Manuale d'uso

3.1 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, variazione 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, per realizzare i quali potrebbe essere anche necessario "sacrificare" delle parti ancora integre dell'opera.

3.2 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 parassite e attività similari;
- sostituzione di elementi deteriorati con semplici operazioni di smontaggio e montaggio;
- piccoli risarcimenti, stuccature, riparazioni con malte cementizie o malte sintetiche o malte bicomponenti;
- riparazioni localizzate di pavimentazioni e impermeabilizzazioni con materiali bituminosi;
- protezione contro la corrosione con verniciature localizzate;
- operazioni di lubrificazione e ingrassaggio;
- riparazioni localizzate dei sistemi di raccolta acque;
- manutenzione in efficienza delle strutture di accesso per i controlli periodici.

3.3 Operazioni di manutenzione straordinaria

Sono raggruppabili nelle seguenti tipologie:

- 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;
- protezione di calcestruzzi o di murature dalle azioni disgreganti del gelo, dai sali fondenti e dalle aggressioni atmosferiche, con operazioni di verniciatura (film protettivi), d'impregnazione, ecc.
- iniezioni di fessure in strutture in cemento armato semplice, con boiacche cementizie o resine termoindurenti;
- manutenzione delle bullonature o delle saldature di strutture metalliche. Pulizia, ingrassaggio e sostituzioni di parti di usura delle stesse;
- protezione contro la corrosione di strutture metalliche con operazioni di sverniciatura e riverniciatura complete su di una parte o sulla totalità delle superfici;
- riparazione o ricostruzione o adeguamento dei sistemi di drenaggio (pozzetti di raccolta, tubi di scarico, ecc.);
- riparazione o ricostruzione di pavimentazioni ed impermeabilizzazioni; prima esecuzione di impermeabilizzazione.

Per gli interventi straordinari è possibile una definizione particolareggiata delle tecniche d'intervento, dei criteri di scelta e delle caratteristiche tecnologiche dei materiali da utilizzare; tuttavia, anche in questo caso,

è necessario tenere ben presente l'insieme dei fattori soggettivi legati alle diverse situazioni locali, per evitare pericolose generalizzazioni ed individuare l'effettiva necessità di interventi, che a volte non sono certamente fondamentali per la durabilità dell'opera, come in altri casi.

3.4 Interventi di manutenzione ordinaria

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

3.4.1 Fondazioni

Le strutture di fondazione correttamente eseguite non prevedono alcun tipo di manutenzione.

Eventuali anomalie potrebbero essere riscontrabili nelle solette di fondazione, nel caso di errato:

- rapporto tra acqua e cemento;
- consistenza e granulometria degli inerti
- stagionatura (deve avvenire normalmente in ambiente umido con temperatura ideale di 15- 20 °C)

I principali sintomi di degrado sono:

- efflorescenze e le macchie;
- fessurazioni e crepe causate da ritiro plastico per essiccamento rapido, corrosione delle armature per carbonatazione (verticale) o per cloruri (orizzontale, ritiro igrometrico, scrostatura per azione espansiva dell'armatura ossidata, macchie per flusso di sali, polveri, inquinanti vari;
- la disgregazione (deterioramento con perdita di cemento e liberazione di aggregati).

Il fenomeno più dannoso è l'alternanza di penetrazione e di ritiro dell'acqua nella rete capillare che dipende in larga misura dalla differenza tra la temperatura esterna e quella del cls e dall'umidità relativa.

Controlli	Periodicità controlli	Risorse	U.T. (una tantum) P.S. (periodo specifico)
Controllo visivo dell'opera di eventuali locali corrosioni dell'acciaio o di locali distacchi di copriferro.	Prima dell'esecuzione dei rinterri	Non necessarie	U.T.
Ripristino dell'armatura metallica	Prima dell'esecuzione dei rinterri	Vernici, malte e trattamenti specifici	U.T.
Consolidamento cls. Pulizia e bocciardatura	Prima dell'esecuzione dei rinterri	Malta antiritiro e trattamenti specifici.	U.T.

3.4.2 Strutture in elevazione

Le strutture in elevazione quali muri di controripa, muri di sottoscarpa, travi di cordolo, correttamente eseguite, non prevedono alcun tipo di manutenzione.

Eventuali anomalie potrebbero essere riscontrabili nel caso di errato:

- rapporto tra acqua e cemento:
- consistenza e granulometria degli inerti
- stagionatura (deve avvenire normalmente in ambiente umido con temperatura ideale di 15- 20 °C)

I principali sintomi di degrado sono:

- efflorescenze e le macchie;
- fessurazioni e crepe causate da ritiro plastico per essiccamento rapido, corrosione delle armature per carbonatazione (verticale) o per cloruri (orizzontale, ritiro igrometrico, scrostatura per azione espansiva dell'armatura ossidata, macchie per flusso di sali, polveri, inquinanti vari;
- la disgregazione (deterioramento con perdita di cemento e liberazione di aggregati).

Il fenomeno più dannoso è l'alternanza di penetrazione e di ritiro dell'acqua nella rete capillare che dipende in larga misura dalla differenza tra la temperatura esterna e quella del cls e dall'umidità relativa.

Controlli	Periodicità controlli	Risorse	U.T. (una tantum) P.S. (periodo specifico)
Controllo visivo dell'opera di eventuali locali corrosioni dell'acciaio o di locali distacchi di copriferro.	Ogni cinque anni	Ponteggi o cestelli elevatori	P.S.
Ripristino dell'armatura metallica	Quando necessario	Vernici, malte e trattamenti specifici	P.S.
Consolidamento cls. Pulizia e bocciardatura	Quando necessario	Malta antiritiro e trattamenti specifici.	P.S.

3.4.3 Pavimentazione flessibili

Tra le operazioni di manutenzione più frequenti e significative, rientrano quelle relative alle pavimentazioni, il cui degrado, oltre a comportare problemi al normale scorrimento del traffico, costituisce un reale pericolo per la sicurezza del traffico veicolare. Ai fini della gestione della manutenzione, è importante disporre di un idoneo inquadramento sulla natura dei possibili degradi e sulle cause origine degli stessi; a tal fine appare adatta la seguente classificazione:

- **risalita di bitume**: si tratta di uno strato sottile di bitume che si raccoglie sulla superficie della pavimentazione, in chiazze di colore scuro; tale fenomeno è causato da una cattiva formulazione del conglomerato bituminoso;

- **fessurazione a blocchi**: si presenta con lesioni che dividono la pavimentazione in blocchi della superficie di circa 1 mq. E' causata dai fenomeni di ritiro del conglomerato bituminoso e dai cicli termici; indica un surriscaldamento del conglomerato in fase di miscelazione;
- **avvallamenti**: sono zone della pavimentazione con un livello più basso rispetto a quello delle aree circostanti causati da cattiva esecuzione o da intervenuti assestamenti del piano di posa;
- **lesioni da richiamo di giunti**: tale degrado si ha solo nel caso di pavimentazioni rigide ricoperte con uno strato di conglomerato bituminoso, esso è originato dalla risalita delle lesioni innescate in corrispondenza dei giunti delle lastre in cls.
- **distacco o dislivello dal cordolo**: è la lesione che si determina per la differente capacità portante solitamente presente tra le due oppure è causata dall'assestamento del sottofondo della pavimentazione o dall'azione del gelo o dalla variazione di volume del sottofondo;
- **lesioni longitudinali e trasversali**: per tali si intendono le lesioni parallele all'asse o perpendicolari, dovute a contrazione del conglomerato bituminoso alle basse temperature, richiamo di lesioni sottostanti delle lastre di cls non corrispondenti dei giunti;
- **deterioramento dei rappezzati**: consiste nel degrado più o meno rapido degli interventi di ripristino effettuati sulla pavimentazione, errata scelta dei materiali e/o cattiva esecuzione della riparazione;
- **buche**: consistono nella asportazione di materiale di uno più strati della pavimentazione a seguito del mancato rispetto degli intervalli di manutenzione;
- **rigonfiamenti**: tale degrado consiste nel sollevamento di una parte piccola o estesa della pavimentazione derivante, usualmente, dall'azione del gelo; può anche conseguire dall'incurvatura delle lastre in cls sottostanti.

Qualsiasi alterazione della pavimentazione stradale, dovrà essere eliminata mediante interventi che potranno anche essere di tipo puntuale (intendendo comunque aree regolari pur se ristrette e circoscritte). Qualora si superi il "valore di soglia", l'intervento deve essere più ampio. Nel caso specifico, si può determinare quale "valore di soglia" oltre il quale è obbligatorio un intervento di rifacimento, la condizione di degrado che può generare una situazione di pericolo nel transito. In tale evenienza, si provvederà ad asportare il tratto completo deteriorato e a porre in opera un nuovo tappeto o strati di sovrastruttura, a seconda dell'ammaloramento riscontrato. I ripristini dovranno essere effettuati con trattamenti, manti e materiali di adeguate caratteristiche e potranno riguardare sia il solo strato di usura che quelli sottostanti. I ripristini dovranno risultare continui e uniformi sia nella qualità, che nello spessore dei manti.

3.4.4 Rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche

Si definiscono due livelli d'ispezione di cui in seguito si riportano le modalità:

- ispezione ordinaria
- sostituzione degli scarichi

Ispezione ordinaria

Nell'ispezione ordinaria saranno controllate le seguenti funzionalità:

- Pozzetti intasati
- Scarichi ostruiti
- Scarichi corti
- Scarichi danneggiati

Tutte le ispezioni dovranno essere opportunamente registrate.

Sequenza delle Operazioni:

- Ispezione visiva del pozzetto per controllare la presenza di sporcizia o detriti
- Ispezione del pluviale mediante sonda per verificare l'occlusione, ed eventuale spurgo con l'uso di sonde in pressione

-

Strumenti in dotazione ed attrezzature:

- Pompa per acqua in pressione
- Utensili per controllo occlusioni nei pluviali (sonde, barre metalliche)

Sostituzione degli scarichi

La sostituzione integrale degli scarichi si rende necessaria qualora gli scarichi siano corti o danneggiati.

Sequenza delle Operazioni:

- Rimozione del pluviale esistente
- Sostituzione con uno nuovo in acciaio inox
- Posa di collari per il sostegno del pluviale
- Applicare sigillante negli opportuni alloggiamenti

3.4.5 Gabbionate

MANUALE D'USO

La realizzazione delle gabbionate è descritta nel progetto esecutivo, dove vengono precisati i metodi per realizzare le gabbie in acciaio zincato e il tipo di pietrame da utilizzare per il riempimento.

MANUALE DI MANUTENZIONE

La corretta valutazione delle problematiche degli interventi (e la loro relativa programmazione), hanno una sicura ricaduta non solo sotto il profilo della godibilità del bene, ma anche sotto quello della sua durevolezza e della sua funzionalità. Di conseguenza appare opportuno, prevedere al meglio la tipologia e

la cadenza delle operazioni di manutenzione, che consentiranno di mantenere le sue caratteristiche strutturali e funzionali delle opere.

L'obiettivo principale di tali sforzi è quello di mettere a punto una serie di interventi coordinati ed organizzati che consenta di mantenere i muri di protezione delle strade e dell'alveo ad un livello di efficienza tale da consentire la più ampia fruibilità e godibilità da parte dell'utenza; ciò anche in considerazione del fatto che la costanza nell'effettuazione delle operazioni di manutenzione allontana fenomeni di rottura delle reti metalliche che costituiscono l'involucro esterno dei gabbioni.

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Prevede un sistema di controlli e di interventi da eseguire a cadenze 8 temporalmente prefissate, al fine di una corretta gestione dell'opera e delle sue parti nel corso degli anni di esercizio. Il programma è stato diviso in tre sottoprogrammi:

A) sottoprogramma delle prestazioni.

Prende in considerazione le prestazioni fornite dalle briglie nel corso del ciclo di vita. Avviamento dell'esercizio. Verifica di tutte le gabbionate che sono state poste in opera, con il controllo degli agganci fra una struttura e l'altra e l'esame accurato del loro posizionamento secondo il progetto esecutivo. Esercizio. Verifica periodica di tutte le gabbionate, per esaminare se la forza delle acque che provengono da monte abbiano creato degli spostamenti e dei cedimenti differenziali.

B) sottoprogramma dei controlli.

Definisce il programma delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita dei muri di protezione dell'alveo.

C) sottoprogramma degli interventi di manutenzione.

Si riporta nella successiva tabella operativa gli interventi di manutenzione in ordine temporale, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione delle gabbionate

CONTROLLI PERIODICI (anni)	OGGETTO	INTERVENTI
2	Esame della posizione dei gabbioni, rispetto alla configurazione di progetto; controllo dello stato del materiale costituente le gabbie	Riposizionamento di eventuali gabbioni spostati dalla forza dell'acqua-terreno; ripristino del filo di acciaio zincato che contiene il pietrame.

3.4.6 Tombini

MANUALE D'USO

La scelta dei materiali costituenti i tombini è caduta sui manufatti in c.a. prefabbricati per un tombino mentre per gli altri tre la realizzazione di tombini in cemento armato gettati in opera.

MANUALE DI MANUTENZIONE

La corretta valutazione delle problematiche degli interventi (e la loro relativa programmazione), hanno una sicura ricaduta non solo sotto il profilo della godibilità del bene, ma anche sotto quello della sua durevolezza e della sua funzionalità. Di conseguenza appare opportuno, in sede di progettazione di un'opera del tipo di quella in esame, prevedere al meglio la tipologia e la cadenza delle operazioni di manutenzione che consentiranno di mantenere le sue caratteristiche strutturali e funzionali. L'obiettivo principale di tali sforzi è quello di mettere a punto una serie di interventi coordinati ed organizzati che consenta di mantenere i tombini stradali ad un livello di efficienza tale da consentire la più ampia fruibilità e godibilità da parte dell'Utenza; ciò anche in considerazione del fatto che la costanza nell'effettuazione delle operazioni di manutenzione, allontana fenomeni di decadimento fisiologico che possono, se trascurati, portare in breve tempo il prodotto al degrado più totale ed alla conseguente inutilizzabilità.

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

L'obiettivo dell'efficienza dell'opera, appare conseguibile in prima battuta, mediante attività, prevalentemente di controllo, espletabili con risorse interne;

tali attività possono essere così riassunte:

- ispezioni frequenti dello stato dei tombini scatolari in c.a. prefabbricati;
- interventi sui tombini, prevalentemente di pulizia, atti a mantenerne nel tempo la massima efficienza;

In tale ottica si colloca il presente studio, che si articola, di conseguenza, in due distinte categorie di opere:

- opere di manutenzione ordinaria;
- opere di manutenzione straordinaria.

La prima con caratteristiche di routine, la seconda con caratteristiche di periodicità non predeterminabili, ma solo ipotizzabili.

La manutenzione ordinaria, comprendendo essenzialmente opere di profilo medio – basso e comunque non specialistico, può essere prevista a carico di una struttura operativa interna dell'A.C.; ciò appare oltretutto ancor più possibile, in quanto le attività rivestono un carattere essenzialmente continuativo nell'arco dell'anno.

La manutenzione straordinaria, invece appare destinata ad essere affidata all'esterno, in quanto caratterizzata da interventi specialistici, anche di notevole entità, e, comunque, tali da non giustificare l'investimento, per l'Amministrazione comunale, in mezzi d'opera specialistici indispensabili.

A) sottoprogramma delle prestazioni.

Ad ogni problema manutentivo è possibile associare una o più soluzioni ben definite sotto il profilo tecnico, le quali potranno avere carattere di tipo definitivo ovvero provvisorio, a seconda dell'equilibrio che si vuole conseguire tra l'esigenza di assicurare la continuità dello smaltimento delle portate pluviali, quella di operare con i mezzi a disposizione, i costi da sostenere ed ulteriori eventuali variabili da considerare di volta in volta. Lo scopo della manutenzione, infatti, è quello di operare soluzioni durevoli di ripristino del servizio, ovvero di prevenzione del disservizio.

B) sottoprogramma dei controlli.

Nel presente paragrafo saranno indicate le principali attività di manutenzione ordinaria individuate per i tombini stradali. Le principali operazioni di manutenzione ordinaria individuate per i tombini, sono quelle riportate di seguito: - controllo della integrità del materiale; - controllo della pulizia dello scatolare; Il controllo della integrità del materiale è un'attività che dovrà avvenire con personale incaricato di osservare all'interno del tombino eventuali rotture; La disostruzione del manufatto scatolare è un ulteriore evento che accadrà con probabilità casuale anche dall'inizio della gestione;

C) sottoprogramma degli interventi di manutenzione.

Nel presente paragrafo saranno indicate le principali attività di manutenzione ordinaria e straordinaria individuate per i tombini stradali; esse saranno brevemente illustrate, indicando nel contempo, i tempi e le cadenze previsti per ognuna; tali valori, sono successivamente riportati su base annua, nello schema allegato. Gli interventi di controllo delle eventuali lesioni, dovranno avere carattere almeno semestrale. Essi non rivestono una importanza fondamentale nell'immediato, ma possono essere di importanza strategicamente rilevante. L'analisi andrà fatta in campo, mediante sopralluoghi visivi. Le osservazioni effettuate dal personale in campo, appare opportuno che vengano relazionate ai responsabili del servizio con metodicità, (anche per assicurarsi dell'avvenuto controllo da parte degli operatori), anche nella ricorrente evenienza che non vi sia nulla di rilevante da segnalare. Per quanto riguarda gli interventi per fronteggiare eventuali disostruzioni a carico delle tubazioni dovranno avere cadenza annuale. Si riporta nella successiva tabella operativa gli interventi di controllo e manutenzione in ordine temporale.

CONTROLLI PERIODICI (anni)	OGGETTO	INTERVENTI
0.5	Verifica integrità sia dello scatolare in c.a. che dei pozzetti gettati in opera.	Ripristino delle parti fessurate e/o danneggiate;
1	Verifica pulizia.	Pulizia dei tombini.

3.4.7 Barriere stradali

Livello minimo delle prestazioni Per le barriere stradali in acciaio, presenti lungo la strada, il livello minimo delle prestazioni è senza dubbio costituito:

- dal livello di prestazione garantite dall'omologazione;
- dalla loro stabilità geometrica.

Anomalie riscontrabili

- Deformazioni e cedimenti strutturali;
- Corrosione.

Verifiche e controlli eseguibili

Controllo visivo dello stato d'integrità e di conservazione, percorrendo la strada a piedi.

Interventi di manutenzione eseguibili

Gli interventi di manutenzione sulle barriere stradali presenti lungo la strada dovranno essere eseguiti esclusivamente da manodopera specializzata e potranno consistere nella:

- riparazione o sostituzione delle barriere in acciaio;
- serraggio bulloni;
- applicazione di anticorrosivi sulle barriere.

3.5 Interventi di manutenzione straordinaria

(ripristino calcestruzzi, impermeabilizzazioni, smaltimento acque)

Il progetto del ripristino, sceglierà la tecnica e/o i materiali più adatti, fissandone i limiti e le caratteristiche per lo specifico lavoro.

3.5.1 Miscele per ripristino e/o protezione di strutture degradate o soggette

Scopo del ripristino dei calcestruzzi, è ricreare la sagoma di progetto del manufatto in corrispondenza dei punti degradati o ricostituire i coprifermo che si sono carbonatati. Questo ripristino, dove manchino precise indicazioni di progetto, potrà essere eseguito sia con malta legante in resina epossidica, sia con malte cementizie premiscelate (prefabbricate) a ritiro compensato (reoplastiche), sia con malte predosate a due componenti a base di leganti cementizi modificati con resine sintetiche; infine con malte cementizie premiscelate reoplastiche fibrorinforzate, senza ritiro, resistenti ai solfati.

Indicativamente, sarà sempre preferibile usare le malte a legante cementizio o prevalentemente cementizie, rispetto a quelle a matrice sintetica, da usare solo in casi particolari quando si richiedono resistenze molto elevate in tempi brevi, per quantità molto limitate (l'uso di malte a legante totalmente sintetico è sconsigliato perché i coefficienti di dilatazione di queste malte sono molto diversi da quelli del calcestruzzo di cemento; inoltre, in caso di applicazione in ambiente esterno, l'azione degli u.v. invecchia rapidamente, infragilendo molte malte sintetiche).

Nell'ambito delle miscele a base cementizia i campi d'impiego prevalenti sono:

- *malte premiscelate reoplastiche a ritiro compensato:*
placcature a sbruffo a basso spessore (fino a 3-4 cm) su strutture massicce e soggette prevalentemente a compressione (esempio tipico: pareti, giunti di plac-catura in galleria) da usare con rete elettrosaldata per compensare le espansioni;
- *betoncini reoplastici a ritiro compensato:*
ottenuti per miscelazione di una malta o boiaccia reoplastica con inerti selezionati: ripristini di solette, getti in cassaforma di dimensioni ridotte (fino a 10 cm);
- *malte predosate a 2 componenti a base di leganti cementizi modificati con resine sintetiche:*
a basso modulo elastico, per il ripristino corticale o la rifinitura di strutture soggette a forti deformazioni per flessione e/o trazione, con bassi spessori di ricoprimento di massimo 2 cm di spessore, da posarsi senza rete elettrosaldata di compensazione;
a modulo elastico normale, per il ripristino corticale di strutture a deformazione di flessione medio basse (travi ad armatura lenta, in c.a.o.) o anche per strutture compresse di tipo snello;
- *malte premiscelate reoplastiche a ritiro compensato, fibrorinforzate ad alta duttilità, da usare per colaggio in cassaforma per strutture o porzioni di esse soggette a concentrazioni di sforzi, urti, azioni di trazione (per impedire la trasmissione di fessure).*

Tra i materiali speciali per il ripristino possono essere annoverati anche i calcestruzzi ad alta durabilità, purché ad essi vengano conferite le caratteristiche di compensazione del ritiro con agenti espansivi che operino in fase d'indurimento della miscela (indicativamente a base di ossido di calcio). L'utilizzazione di questi materiali, è prescritta per grossi getti di ripristino comunque di dimensioni non inferiori a 10 cm di spessore (salvo diversa prescrizione di progetto) e deve essere preceduta da una serie di prove di laboratorio per la determinazione della miscela da usare.

Le superfici ottenute con la demolizione delle parti degradate, dovranno essere preparate prima del ripristino, sia che si usino malte sintetiche che malte cementizie, salvo nel caso si impieghino idrodemolizioni e malte cementizie.

3.5.2 Idrodemolizioni

Tecnica speciale di demolizione delle superfici in cls (solette ed anche pareti verticali) di qualsiasi resistenza, effettuata con impiego di idonei idrodemolitori capaci di getti d'acqua fino a pressione in uscita di 1.200/1.500 bar e con portata compresa tra 100 e 300 litri/minuto. Tale tecnica è particolarmente vantaggiosa perché veloce, non genera microlesioni nel cls non demolito e prepara perfettamente superfici e ferri da ripristinare.

Gli idrodemolitori dovranno essere corredati da idonee attrezzature per la demolizione, anche con comando a distanza, sistemi di prerogolazione e metodi per la compensazione dei rinculi; dovranno inoltre essere corredati da sistemi di sicurezza e protezione dagli elementi di calcestruzzo demolito. Saranno preferiti i sistemi tarabili sulla resistenza massima del calcestruzzo da demolire, in modo da eliminare automaticamente il solo materiale degradato, per esempio quello al di sotto di Rck 200 kg/mc o altra classe che si vuole asportare.

Sarà preferibile, ai fini dell'economia dell'intervento, definire a priori lo spessore medio del calcestruzzo da asportare (perché degradato o perché da eliminare per esempio per ricostituire un copriferro carbonatato) in modo da non spingere troppo le demolizioni, senza un miglioramento del risultato di ripristino, ma con incremento notevole del costo dell'intervento.

3.5.3 Trattamenti prima del ripristino

Preparazione delle superfici da ripristinare

Le superfici da ripristinare, verranno preparate asportando il calcestruzzo degradato e trattandole successivamente, se non si è usata la tecnica dell'idrodemolizione, con sabbiatura a secco, idrosabbiatura, spazzolatura, oppure con un getto di vapore d'acqua a 100°C ad una pressione di 7-8 bar, per asportare piccole parti residue in fase di distacco, l'ossido eventualmente presente sui ferri di armatura, allontanare polveri, impurità, tracce di grassi, oli e sali aggressivi ed ottenere quindi un calcestruzzo sano, pulito e compatto.

Il sistema di pulizia del sottofondo verrà scelto in funzione delle condizioni con cui questo si presenta e/o della sua ubicazione nell'ambito della struttura, o della tecnica di demolizione usata.

I ferri di armatura del cemento armato, messi a nudo nella fase di asportazione del calcestruzzo ammalorato, potranno essere ulteriormente ripuliti a metallo quasi bianco con la sabbiatura (ciò viene fatto se non è necessaria un'armatura aggiuntiva o se questa non può essere posta in opera) e dovranno essere trattati con opportuno inibitore di corrosione, avente la specifica funzione di impedire o ritardare la nuova formazione dell'ossido; l'inibitore usato non deve alterare l'aderenza malta di ripristino -ferro trattato.

Mano di attacco per malte di resine epossidiche

La mano di attacco sarà costituita da una sottile pellicola di resina epossidica pura, composta da una base più un indurente e compatibile con fondi umidi. Le applicazioni dovranno essere fatte su supporto privo di tracce di solventi e/o di disarmanti.

Si dovrà tenere presente l'influenza della temperatura e dello stato fisico del prodotto, perché ciascuna resina epossidica ha una temperatura minima di utilizzazione indicata dalle case produttrici (in genere si aggira intorno ai 5°C), al di sotto della quale la polimerizzazione avviene lentamente ed in modo incompleto. La miscelazione dei due componenti dovrà essere fatta solo con strumenti a lenta velocità di rotazione, al fine di evitare ogni inclusione di aria.

Prima della posa in opera, l'impasto si lascerà maturare per evitare che le sue caratteristiche meccaniche diminuiscano in seguito ad un possibile principio di separazione di fase, il quale si manifesta con mazzature della superficie.

Si procederà alla messa in opera della mano d'attacco usando pennelli o spazzole; solo quando la resina sarà divenuta pastosa per un principio di gelificazione, si potrà passare alla lavorazione successiva.

3.5.4 Messa in opera delle miscele di ripristino

Uso di malte e calcestruzzi cementizi premiscelati a ritiro compensato

Le miscele reoplastiche a ritiro compensato, fornite già premiscelate a secco, dovranno essere impastate in idonei miscelatori con il minimo quantitativo di acqua indicato dalla casa produttrice; saranno mescolate fino ad ottenere un impasto privo di grumi, aggiungendo eventualmente altra acqua qualora l'impasto non si presentasse di consistenza plastica, ma comunque senza superare i quantitativi massimi di acqua indicati dalla stessa casa produttrice.

La temperatura ottimale di impiego di dette malte, è di circa 20°C; sono tuttavia accettabili temperature comprese tra 10° e 35°C. Al di fuori di tale intervallo, l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo previa valutazione di funzionamento (prova in opera su superfici limitate).

Le malte saranno armate usando rete d'acciaio elettrosaldata delle dimensioni (sezioni del filo e larghezza di maglia) stabilite in progetto, per compensare il ritiro igrometrico e le azioni espansive della malta stessa; esse potranno contenere inoltre (per lavorazioni in zone particolarmente ventilate, con bassa umidità atmosferica e comunque su richiesta del progetto) microfibre di plastica (poliestere, o altre, comunque non attaccabili dagli alcali del cls) uniformemente distribuite nell'impasto al fine di evitare il ritiro plastico.

Data l'influenza del tenore d'acqua sulle proprietà delle malte, si eviterà con la massima cura che esso si modifichi durante la maturazione del getto. Siccome i pori del calcestruzzo di supporto vengono saturati dalla pulizia con acqua, è necessario che a quest'ultima faccia seguito tempestivamente l'applicazione della malta. Quando non viene impiegato il vapore per la pulizia del sottofondo, lo stesso sottofondo dovrà essere bagnato a rifiuto con acqua prima dell'applicazione del rivestimento.

Le malte dovranno essere messe in opera senza casseforme, quando lo spessore del ripristino non supera i 3-5 cm o quando ciò è espressamente previsto in progetto. Per getti di maggiori dimensioni o nei quali si richiedono resistenze di minore entità, potranno essere usati betoncini reoplastici ottenuti da miscele di malte reoplastiche ed inerti selezionati di maggiore pezzatura (massima 25 mm).

Nel caso delle malte pure, la posa in opera avverrà tramite sbruffatura (a cazzuola o con idonea attrezzatura di spruzzo). Dopo un certo tempo dipendente dalle condizioni climatiche, seguirà la fratazzatura. Indicativamente, la malta verrà fratazzata quando non aderisce più a mano che la tocchi leggermente (ciò al fine di evitare fessure di ritiro dovute ad eccesso d'acqua superficiale).

Tutte le volte che sarà possibile si dovrà evitare la fratazzatura.

Nel caso di impiego di casseforme, ove richiesto, si eviteranno quelle di legno per la loro porosità, a meno che non siano state rese impermeabili con idonee sostanze o trattamenti.

Le malte saranno protette dall'evaporazione con una mano di agenti di protezione antievaporazione (curing) subito dopo terminata l'operazione di messa in opera della malta; la copertura con l'antievaporante sarà tanto più rapida quanto più caldo e secco è il clima (l'antievaporante potrà essere evitato se si usano malte con microfibre di plastica).

Non sarà consentito l'impiego di fogli di polietilene trasparente per impedire l'evaporazione dell'acqua, in quanto questi ultimi impediscono la dispersione del calore di idratazione che può provocare fessure per dilatazione termica.

Uso di malte di resina epossidica

Nel caso in cui il ripristino sia eseguito interamente con malta di resina epossidica, si aggiungerà alla prima mano di attacco, a giudizio della D.L., uno strato di due o tre millimetri della stessa resina mista a filler.

Quando questa seconda mano avrà raggiunto consistenza plastica, si potrà mettere in opera la malta di resina epossidica.

Per preparare la malta, si mescoleranno i due componenti della resina con le stesse precauzioni precedentemente descritte per la mano d'attacco. In seguito, si introdurranno resina ed aggregati nel miscelatore e si mescolerà fino ad ottenere un impasto omogeneo.

Potranno essere accettati prodotti premiscelati, per esempio di resina ed inerti, cui è sufficiente aggiungere il solo induritore. Si eviterà in ogni modo, che rimangano granuli di resina pura nella malta e di conseguenza si sconsiglia l'uso di comuni betoniere da calcestruzzo. Indicativamente, un miscelatore

con tazza mobile ruotante nel senso inverso a quello delle pale, dovrebbe consentire una più intima adesione fra la resina e gli inerti.

Questi ultimi saranno preferibilmente costituiti da sabbia calcarea di granulometria continua, asciutta e conservata al riparo dall'acqua; la sabbia calcarea è preferibile alla silicea per questi lavori, in quanto conferisce alla malta un coefficiente di dilatazione termica più vicino a quello del calcestruzzo tradizionale. La pezzatura massima degli inerti sarà proporzionale alla dimensione del ripristino, in ogni caso non supererà i 5 mm.

La messa in opera avverrà con spatole e si avrà cura di evitare ogni vibrazione del materiale una volta posto in opera. Il materiale a legante sintetico, infatti, è molto più sensibile alle vibrazioni delle miscele a legante cementizio.

Per lavori da fare in fase di esercizio o in presenza di traffico, data la presenza di vibrazioni con frequenza variabile secondo il tipo di traffico ed il tipo di opera, dovrà essere presentato uno studio sul materiale di ripristino per verificarne la sensibilità alle vibrazioni.

Malte predosate a due componenti a base di leganti cementizi modificati con resine sintetiche

Le malte cementizie predosate a due componenti, sono fornite complete di parte liquida (A) e polvere (B) che vanno miscelate fra di loro all'atto dell'impiego, senza aggiungere acqua od altri ingredienti, escludendo quindi la possibilità di errori sul cantiere con assoluta certezza e costanza dei risultati.

La miscelazione dei due componenti, dovrà essere protratta sino ad ottenere un impasto ben amalgamato, privo di grumi. I diversi tipi di malte cementizie predosate a due componenti, si differenziano per il loro modulo elastico e si distinguono in:

- malte a basso modulo elastico
- malte a modulo elastico normale

La temperatura ottimale di impiego per le malte cementizie predosate a due componenti è di 20°C; tuttavia, sono accettabili temperature comprese tra 5° e 40°C. Fuori da tali intervalli, l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo previo esami di verifica e con l'adozione di particolari accorgimenti indicati dal produttore dei materiali.

Le malte potranno essere messe in opera anche senza cassaforma, quando lo spessore del ripristino non superi i 3 cm o quando ciò sia espressamente previsto in progetto.

Il sottofondo dovrà essere saturato con acqua fino a rifiuto, applicando la malta a strati successivi, nello spessore indicato dalle schede tecniche della casa produttrice, direttamente con rinzaffo a cazzuola o con idonea attrezzatura a spruzzo, oppure con fratazzo metallico esercitando una buona pressione e compattazione sul sottofondo.

Per la realizzazione di spigoli, è opportuno aiutarsi posizionando una tavola su un lato. La rifinitura superficiale potrà essere ottenuta con fratazzo di spugna da passare alcuni minuti dopo l'applicazione, oppure con lisciatura a spatola metallica o dorso di cazzuola.

È assolutamente necessario mantenere umida la superficie della malta dopo l'applicazione e per alcune ore, impiegando acqua nebulizzata, oppure con specifico antievaporante da applicarsi a spruzzo.

L'antievaporante potrà essere impiegato solo quando non sono previsti rivestimenti successivi; nel caso, si dovrà accertare se il successivo rivestimento sia in grado di aderire allo strato antievaporazione.

Quanto sopra per evitare la formazione di fessure dovute all'immediata evaporazione del liquido di impasto sotto l'azione del sole e del vento; l'eventuale verniciatura delle strutture ripristinate, potrà essere eseguita qualche giorno dopo l'esecuzione dei ripristini stessi in funzione delle condizioni ambientali.

Malte premiscelate reoplastiche fibrorinforzate, a ritiro compensato e resistenti ai solfati

Le malte premiscelate reoplastiche fibrorinforzate, sono fornite sotto forma di polvere contenente fibre di acciaio trattate con antiossidante, preconfezionate in pacchetti. Legati con colle idrosolubili o altri sistemi che permettano la loro omogenea distribuzione nell'impasto, che richiede solo l'aggiunta d'acqua per ottenere in betoniera una malta reoplastica fluida e non segregabile, tixotropica, priva di ritiro, di elevato potere adesivo all'acciaio e al calcestruzzo, durevole anche in ambienti aggressivi.

La temperatura ottimale d'impiego per le malte reoplastiche fibrorinforzate è di 20°C; tuttavia sono accettabili temperature comprese tra 5° e 40°C.

Nel caso in cui la temperatura dell'ambiente sia molto bassa (5°-10°C), lo sviluppo delle resistenze meccaniche è più lento.

Qualora si richieda ugualmente un'elevata resistenza meccanica alle brevi stagionature, si devono adottare i seguenti provvedimenti:

- conservare il prodotto in ambiente riparato dal freddo;
- impiegare acqua calda (35°-50°C) per l'impasto;
- iniziare i getti nella mattinata;
- proteggere dall'ambiente freddo il getto coprendolo con teli impermeabili.

Se la temperatura dell'ambiente è molto elevata (30°C), l'unico problema esistente è la perdita di lavorabilità. Qualora la perdita di lavorabilità sia eccessiva in relazione allo specifico tipo d'impiego, si consiglia di adottare i seguenti provvedimenti:

- conservare il prodotto in luogo fresco;
- impiegare acqua fresca, eventualmente raffreddata con ghiaccio tritato;
- preparare la malta nelle ore meno calde della giornata.

Nei climi caldi, asciutti e ventilati, si raccomanda di porre particolare attenzione alla stagionatura applicando una pellicola di prodotto antievaporante sulla parte di malta esposta all'aria, subito dopo la rifinitura della superficie.

A seconda del tipo di lavoro, si riportano nella tabella che segue, le consistenze suggerite, i relativi valori di spandimento ed il dosaggio di acqua. Queste malte non devono essere sensibili alle vibrazioni in fase di presa, per poter essere impiegate in presenza di traffico.

TIPO DI LAVORO	CONSISTENZA SUGGERITA	SPANDIMENTO ASTM C 230 (%)	LITRI DI ACQUA PER SACCO DI MALTA
Applicazione per colaggio	fluida	90 - 120	3,7 - 4,3
Applicazione a rinzaffo	plastica	30 - 50	2,8 - 3,2

Calcestruzzi a ritiro compensato, ad alta durabilità, confezionati in cantiere

I calcestruzzi possono divenire “calcestruzzi per ripristino ad impiego speciale” se si opera, oltre che con i superfluidificanti, anche con gli espansivi ad azione ritardata. L'impiego in manutenzione potrà avvenire solo se espressamente previsto in progetto e con valutazione preventiva all'inizio delle lavorazioni della composizione delle miscele che si intende adottare, basata su specifiche normative e su indicazioni di progetto; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali.

Una volta definita la composizione dei calcestruzzi, ci si dovrà ad essa attenere rigorosamente, comprovando questa osservanza con esami periodici commisurati alle quantità di materiale prodotto.

3.5.5 Requisiti delle miscele – controlli

Tutte le malte sintetiche, cementizie e reoplastiche fibro-rinforzate impiegate per il ripristino, dovranno avere le seguenti caratteristiche meccaniche minime:

- ritiro nullo e/o leggero effetto espansivo da controllare con norma UNI 8147.
- Le azioni di espansione per il controllo del ritiro, dovranno avvenire in fase di indurimento del materiale e non quando esso ha consistenza plastica.
- Per malte fibrorinforzate, l'espansione deve risultare, alla prova di espansione contrastata (ASTM C878), pari a circa lo 0,08% nelle 24 ore.
- Per i betoncini, in casi particolari e previo controllo di laboratorio, sarà tollerato un ritiro di 50 micron per metro.
- Per lavori da effettuare in fase di esercizio e/o in presenza di traffico, è prescritta una prova aggiuntiva con campioni del tipo a cuneo descritti nel seguito, maturati su tavoli che vibrano con gli stessi spettri di frequenza rilevati sulle opere da ripristinare o su tipi ad esse simili. I risultati delle rotture di questi provini, verranno confrontati con quelli ottenuti da provini uguali, preparati con lo stesso materiale, ma maturati in condizioni di riposo. Saranno tollerate riduzioni di resistenza del 20% rispetto ai provini statici.
- Resistenze minime nel rispetto della progettazione esecutiva dello specifico intervento.

Le prove delle malte verranno svolte secondo le norme UNI vigenti e potranno essere eseguite sia su campioni prima della posa in opera che in corso d'opera. In caso di non rispondenza dei materiali, si dovrà provvedere alla revisione delle formulazioni delle miscele e/o dei leganti e si potrà anche richiedere la rimozione dei materiali già posti in opera che non rispondano ai requisiti fissati.

3.5.6 Impermeabilizzazione di strutture

Si descrivono di seguito alcune tipologie di impermeabilizzazione per impalcati o opere d'arte, la cui applicazione potrà eventualmente ed alternativamente essere scelta dal tecnico responsabile della manutenzione, in dipendenza delle particolari condizioni locali e della specifica problematica presente.

L'impermeabilizzazione delle parti di struttura delle opere d'arte, eventualmente soggette a traffico veicolare, potrà essere realizzata mediante applicazione per colata di cappe di mastice di asfalto sintetico di spessore finito non inferiore a 10 mm, nei casi di opere a ridotta importanza, non soggette al gelo o per motivi di insufficiente disponibilità finanziaria per i lavori di cui si tratta.

L'impresa dovrà presentare prima dell'inizio dei lavori, per le necessarie approvazioni, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie, nonché campioni del prodotto finito e dei materiali componenti compresi quelli di appretto e di ancoraggio ("primer"), in modo che su di essi possano essere effettuate preventivamente le prove previste nelle norme.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo ed uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm e max di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

Dovrà avere una resistenza meccanica tale che, se sottoposta ad eventuale transito temporaneo degli automezzi gommati di cantiere, non si verificano schiacciamenti (a tale scopo, una idonea prescrizione può essere stabilita con riferimento al metodo di prova CNR "determinazione delle deformazione (impronta) di miscele di aggregati lapidei e bitume sotto carico statico"), fessurazioni o abrasioni sul manto.

Modalità di applicazione

Le superfici di calcestruzzo da impermeabilizzare, dovranno essere stagionate e presentarsi sane e asciutte, esenti da oli, grassi e polvere e prive di residui di boiaccia (o di malta cementizia); prima dell'applicazione del mastice, si dovrà procedere ad una accurata pulizia mediante spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

I punti singolari (fessure, spigoli, luoghi dove l'acqua può stagnare, etc.) dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici. Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito da emulsione bituminosa al 50-55% o, meglio, da soluzione di bitume modificato, a medio punto di rammollimento, al fine di avere una buona facilità di stesa a caldo del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Sul primer verrà posto in opera, dopo l'evaporazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto sintetico, mediante colamento del materiale a temperatura di 200°C (+/- 10°C); la sua distribuzione ed il livellamento, saranno eseguiti con frattazzi di legno.

La posa in opera del mastice non dovrà essere effettuata quando le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro, e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 8°C. Il mastice d'asfalto deve essere steso, per quanto possibile, con uno spessore costante, per cui tutte le irregolarità della soletta che si riproducono sulla cappa impermeabilizzante, dovranno essere portate a livello, se di spessore elevato, dopo il completamento dell'impermeabilizzazione; a questo fine si dovrà procedere ad una risagomatura della soletta mediante stesa di un sottile strato di conglomerato

bituminoso realizzato con inerti calcarei di granulometria appropriata; dopodiché si procederà con la posa del rivestimento di protezione, costituito da uno strato di malta cementizia di spessore non inferiore a 3 cm.

3.5.7 Guaine bituminose armate con non tessuti (Protezione media)

Modalità di messa in opera

Il manto impermeabilizzante potrà essere realizzato con guaine preformate (membrane bitume- polimero termoplastico armate con geotessile non tessuto) di larghezza non inferiore a un metro, (preferibilmente di 2 metri).

Per le modalità di preparazione delle solette, valgono le prescrizioni del precedente paragrafo.

Tali guaine, previa fusione superficiale con fiamma all'intradosso, saranno ancorate al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione. Il manto impermeabile potrà anche essere realizzato con guaine costruite in opera, dopo la stesa del primer, spruzzando il legante a temperature non inferiori ai 180° o 210°C, secondo la stagione e il tipo di legante, con idonei fusori, prima e dopo la messa in opera del non tessuto; in questo caso le strisce di non tessuto dovranno avere una larghezza non inferiore ai 2 metri per ridurre il numero dei giunti.

Si adotteranno le masse bituminose impermeabilizzanti ed i non tessuti di armature di volta in volta adatti, a seconda delle caratteristiche della struttura e delle condizioni climatiche presenti al momento dell'esecuzione dei lavori.

Nel caso di impiego delle guaine preformate, si potrà porre in opera la guaina direttamente sul primer (solette lisce regolari, ben asciutte e stagionate, con temperature medie diurne dell'aria non minori di 10°C) oppure previa spalmatura a caldo della stessa massa bituminosa che la costituisce (soletta con superfici scabre o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate, con temperatura diurna dell'aria minore di 10°C)

La stesa potrà essere effettuata a mano o, preferibilmente, con apposita attrezzatura che porti un rotolo di almeno due metri di larghezza, con batterie di almeno 3 bruciatori poste a 20 cm dall'intradosso della guaina; a ciò si deve aggiungere un rullo gommato che comprime la guaina sulla soletta (carico non inferiore a 1 kg/cm²).

In ambedue i casi, lo spessore del manto finito sarà dell'ordine dei 4-5 mm e la sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile, dopo la posa del rivestimento protettivo costituito da uno strato di malta cementizia con spessore > 3 cm.

3.5.8 Membrane elastiche continue in materiale sintetico spruzzate in opera (alta protezione)

Tale impermeabilizzazione, adatta in zone ove si manifestano azioni fortemente aggressive, deve essere realizzata con membrana continua ed omogenea su tutta la superficie superiore della soletta, con piccolo risvolto (3-5 cm) su eventuali paramenti verticali esterni.

Anche eventuali canalette per cavi, devono essere integralmente rivestite così da garantire una perfetta adesione al supporto in calcestruzzo esistente.

Il ciclo di impermeabilizzazione dovrà sempre essere preceduto da un primer bicomponente senza solvente, di natura epossidica, reagente in presenza di umidità, al fine di garantire una perfetta compatibilità ed adesione al supporto.

La superficie in calcestruzzo da trattare, dovrà risultare priva di prodotti disarmanti, materiali incoerenti (residui di boiaccia), ferri di armatura emergenti e qualsiasi altro residuo di impermeabilizzazione preesistente; a questo fine la superficie dovrà, in funzione dello stato del supporto e del microclima interessante la struttura, essere trattata con interventi preparatori, per l'eliminazione di tutte le parti aventi una scarsa coesione ed aderenza in presenza di calcestruzzi stagionati e per l'apertura dei pori superficiali ed eliminazione dei disarmanti, sui calcestruzzi di nuova posa in opera.

A questi interventi preparatori, dovrà seguire un'accurata pulizia delle superfici interessate anche mediante idrolavaggio (preferibilmente in periodi caldi e o asciutti).

Potranno essere richiesti trattamenti di preparazione di:

- bocciardatura;
- sabbiatura e/o idrosabbiatura;
- idroscarifica con acqua in pressione.

Nel caso risultassero presenti sulla superficie del supporto preparato, con le tecniche sovraesposte, delle degradazioni localizzate (vespai, lesioni, etc.) o ferri di armatura scoperti o terminali di cavi di precompressione, nonché riprese di getto, discontinuità e fessure, si dovrà provvedere al risanamento o alla protezione di tali punti singolari, mediante stuccatura con adeguate paste epossidiche bicomponenti senza solvente.

Nel caso risultassero presenti dopo la fase di pulitura zone degradate per spessori superiori ai 3 cm di profondità, potrà essere necessario un ripristino con malte a ritiro compensato sintetiche o cementizie.

La stesa del ciclo protettivo impermeabile dello spessore di 3 mm, verrà effettuata con idonee attrezzature con caratteristiche "airless" o pompa volumetrica, purché permettano lo spruzzo del materiale partendo da componenti separati e miscelati in modo automatico. Dovrà essere possibile il trattamento continuo di superfici verticali ed angoli.

Le riprese di lavoro dovranno essere ridotte al minimo, salvo le esigenze particolari (lavoro a campioni, zona di attacco tra prodotti diversi, cordolo e soletta); in ogni caso dovrà essere assicurata una perfetta

adesione tra vecchia e nuova membrana con pulizia, uso di primer e quant'altro occorra per dare perfetta continuità impermeabile ed aderente alla zona di ripresa.

Le resistenze a 8 ore dalla stesa della membrana finita, dovranno essere tali da permettere l'eventuale transito dei mezzi di cantiere sulla sola impermeabilizzazione.

3.5.9 Dispositivi per lo smaltimento delle acque dagli impalcati delle opere d'arte

Norme generali sui dispositivi

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche, deve essere tale da evitare ristagni sulla sede stradale, deve drenare le acque di pavimentazione ed allontanarle dall'opera senza percolazioni e/o stillicidi sulle strutture; esso consiste in una serie di pluviali e tubi; è definito pluviale l'insieme del bocchettone di collegamento all'opera e del tubo di allontanamento acque e della griglia di protezione.

I vari bocchettoni cui resta affidata la funzione di raccolta ed evacuazione di cui sopra, sono disposti in numero ed in posizioni dipendenti dalla geometria plano-altimetrica della sede autostradale e di regola devono presentare sezione libera per il deflusso di almeno 75 cm².

Ogni bocchettone dovrà essere costituito da una parte tubolare eduttiva saldata in pezzo unico ad una piastra direttamente poggiata in un incavo predisposto dell'estradosso della soletta, regolarmente stuccata con stucchi epossidici, al di sopra della quale è distesa la impermeabilizzazione e successivamente la pavimentazione stradale. Il tubo di eduazione, dovrà sporgere dall'intradosso della soletta di almeno 15 cm e ad esso dovrà essere infilato ed incollato un tubo verticale in PVC tipo 302 di almeno 3.0 mm di spessore, discendente in ogni caso almeno per 30 cm al di sotto del bordo del bulbo inferiore delle travi longitudinali, sempre facendo in modo che non si abbia stillicidio su eventuali strutture sottostanti (pulvini, pile, etc.).

Nel caso in cui le acque di eduazione o di percolamento possano produrre danni ed inconvenienti, è prescritto che i tubi di cui sopra proseguano fino a terra e siano immessi in un sistema fognante o in vasche di predecantazione (liquidi pericolosi riversati dai veicoli) prima di essere smaltiti definitivamente. Detti tubi saranno collegati all'opera con collari e zanche di acciaio inossidabile AISI 304; il tubo non dovrà scorrere dentro al collare: ciò si otterrà con guarnizioni in neoprene o altri accorgimenti. Nelle strutture a cassone, devono praticarsi dei fori di evacuazione di eventuali acque di infiltrazione nei punti di possibile accumulo, verso i quali devono essere indirizzate le pendenze interne delle strutture.

Si devono dotare tali fori di tubi di evacuazione sempre in PVC pesante del diametro di 5 cm, stuccati con stucchi epossidici al calcestruzzo ed eventualmente collegati ai tubi principali di discesa, ove presenti.

Allo stesso modo dovranno essere trattati gli scarichi dei dispositivi di drenaggio dei giunti, se le distanze dai tubi di discesa non sono eccessive.

Interventi di ripristino su dispositivi esistenti

In aggiunta alle prescrizioni di cui al punto precedente, nei lavori di ripristino di pluviali esistenti potrà essere necessario operare:

- per sostituire bocchettoni ammalorati o per metterli ove mancano;

- per sagomare fori di scarico irregolari e dotarli di bocchettoni: è auspicabile ottenere fori compresi da un minimo di 100 ad un massimo di 150 mm di diametro; se sono necessarie aperture maggiori, si dovrà aumentare la frequenza degli scarichi, forando la soletta ed attrezzando il foro con elemento parafovia ed idonea impermeabilizzazione;
- per chiudere i fori esistenti in luoghi dove lo stillicidio provoca o ha provocato danni alle strutture sottostanti (specialmente nella mezzeria delle opere in c.a.p.);
- per dotare il bocchettone esistente di griglia protettiva (zincata a caldo dopo saldatura), oppure di griglia parafovia in materiale sintetico, che non fuoriesca dalla pavimentazione, anzi sia a quota inferiore rispetto a quest'ultima e che permetta il drenaggio delle acque di filtrazione dentro la pavimentazione oltre allo smaltimento di quelle di scorrimento superficiale; la scelta del tipo di griglia, in funzione della sua posizione rispetto alla fascia battuta dal traffico, sarà effettuata di volta in volta nel progetto di ripristino;
- per allontanare le acque almeno oltre il bulbo inferiore delle travi di bordo.

3.5.10 Deterioramento della pavimentazione stradale

Le pavimentazioni stradali si logorano per diverse ragioni;

le due cause più importanti sono rappresentate dai fattori ambientali e dal carico del traffico.

I raggi ultravioletti del sole provocano, in modo continuo, un lento indurimento del bitume; questo a sua volta causa una riduzione dell'elasticità con la formazione di fessure nel momento in cui il manto si contrae in seguito al raffreddamento.

Una volta che il manto ha perso la propria capacità strutturale a causa delle suddette fessure, la pavimentazione tende a deteriorarsi ad un ritmo sempre crescente per effetto della penetrazione dell'acqua.

Gli effetti del carico impartito dal traffico causano lo sviluppo di solchi e d'incrinature all'interno della struttura della pavimentazione.

Ogni veicolo in transito genera una lieve deformazione temporanea alla struttura della pavimentazione.

La deformazione indotta da un veicolo leggero è talmente piccola da essere irrilevante mentre i veicoli ad elevato carico provocano deformazioni relativamente ampie.

Il passaggio di numerosi automezzi ha un effetto cumulativo che genera gradualmente deformazioni permanenti e/o incrinature da fatica.

Assali sovraccaricati causano un numero sproporzionato di danni alla struttura della pavimentazione, accelerando così il fenomeno di deterioramento.

Una volta che l'incrinatura s'insinua attraverso il manto protettivo, l'acqua penetra nella struttura sottostante della pavimentazione.

L'effetto d'ammorbidimento dell'acqua comporta una riduzione della resistenza che a sua volta provoca un aumento del grado di deterioramento.

Inoltre, l'acqua trasmette prevalentemente carichi ruota verticali sotto forma di pressioni che erodono rapidamente la struttura del materiale granulare e conducono alla separazione del bitume dall'aggregato d'asfalto.

In queste condizioni le frazioni fini del materiale della pavimentazione sono espulse verso l'altro attraverso le incrinature, con il conseguente sviluppo di vuoti d'ampie dimensioni all'interno della pavimentazione. La formazione di buche e il rapido deterioramento della pavimentazione sono l'immediata conseguenza del logorio della sede stradale. In quei casi in cui la temperatura scende sotto i 4° C, l'eventuale acqua presente nella pavimentazione, si espande creando pressioni idrauliche, persino in assenza dei carichi delle ruote. La deformazione causata da ripetuti cicli gelo/disgelo rappresenta l'aspetto più grave per una pavimentazione caratterizzata da fessure; ne consegue il disfacimento.

Un'ulteriore causa della fessurazione superficiale, in modo particolare dei manti sottili d'asfalto, è legata alla mancanza di traffico.

Un'azione di "impastamento" del traffico mantiene "vivo" il bitume. Un'ossidazione ed il conseguente indurimento di tale materiale, provocano la formazione di fessure termiche a livello della superficie bitumata. La continua esposizione a sollecitazioni del bitume produce una tensione tale da chiudere queste fessure non appena si formano, evitandone così la propagazione.

3.5.11 Manutenzione e risanamento della pavimentazione stradale

Gli interventi di manutenzione della pavimentazione consistono solitamente nell'evitare che l'acqua penetri all'interno della struttura della strada.

A tale scopo, è necessario che il manto sia sempre impermeabile e che i provvedimenti di drenaggio siano efficaci al fine di impedire che l'acqua non si depositi lungo il ciglio stradale.

Le fessure, devono essere sigillate non appena compaiono e i margini della strada devono essere rifilati per consentire lo scolo dell'acqua.

Affrontati con un certo anticipo, gli effetti dell'invecchiamento possono essere trattati efficacemente mediante la nebulizzazione d'emulsione bituminosa.

In caso di condizioni più gravi si può applicare un impermeabilizzante d'emulsione e graniglia, qualora il volume del traffico sia ridotto, oppure un sottile rivestimento tradizionale d'asfalto miscelato a caldo.

Tali provvedimenti, che mirano a conservare la flessibilità e la durata del manto stradale, risolvono, in realtà, soltanto il deterioramento dovuto alle condizioni ambientali.

Le deformazioni e le incrinature da fatica causate dal carico del traffico non possono essere trattate in modo efficace mediante trattamenti superficiali di manutenzione ma richiedono interventi di risanamento più profondo.

La decisione sul tipo d'intervento cui ricorrere per migliorare la pavimentazione stradale, o semplicemente per garantirne le condizioni di transitabilità, è spesso dettata da vincoli legati al budget.

Provvedimenti di conservazione a breve termine sono indispensabili. Lasciare che la pavimentazione si deteriori ulteriormente è generalmente la decisione peggiore a causa dell'aumento esponenziale di deterioramento col trascorrere del tempo.

3.5.12 Risanamento del manto stradale

Interventi di risanamento a livello del manto stradale risolvono quei problemi che sono limitati agli strati superiori della pavimentazione (primi 70 / 150 mm) e che sono solitamente causati dall'invecchiamento del bitume e dalle fessure che si formano sul manto a causa degli sbalzi termici. I metodi più comunemente usati per risolvere questo tipo di problema includono le operazioni di seguito indicate:

- Applicare un sottile rivestimento (40 mm) d'asfalto miscelato a caldo sul manto preesistente.

Questa è la soluzione più semplice per un problema di carattere superficiale poiché il tempo richiesto per completare l'opera è breve e l'impatto sull'utente è minimo. Leganti modificati sono spesso utilizzati nell'asfalto per migliorare le prestazioni, aumentando così la vita del rivestimento. Ripetuti rivestimenti, tuttavia, aumentano l'innalzamento del manto stradale in seguito al quale possono sorgere problemi di drenaggio e d'accesso.

- Rimuovere mediante fresatura dello strato incrinato dell'asfalto e sostituirlo con materiale fresco miscelato a caldo, abbinato spesso con un legante modificato. Il processo è relativamente rapido grazie alle elevate capacità produttive delle moderne frese.

Il problema è così risolto e i livelli dello strato d'asfalto e della pavimentazione rimangono inalterati.

- Riciclare il materiale nella pavimentazione preesistente (riciclaggio superficiale) che può essere fatto sia in un impianto, sia in loco con il processo a freddo.

Questo tipo di riciclaggio mira principalmente a "ringiovanire" il legante bituminoso "invecchiato" presente nell'asfalto preesistente.

Inoltre, le proprietà dell'asfalto che è riciclato possono essere modificate mediante l'aggiunta di nuovi materiali.

3.5.13 Consolidamento strutturale

I provvedimenti di risanamento volti a risolvere problemi che interessano la parte interna della struttura di una pavimentazione sono in genere considerati soluzioni a lungo termine. Nell'affrontare problemi di carattere strutturale occorre ricordare che è la struttura della pavimentazione che si è deteriorata e non necessariamente i materiali in essa contenuti. Il consolidamento dei sottofondi è una forma di miglioramento; maggiore è la densità del materiale e superiori saranno le caratteristiche di resistenza. Tuttavia, per permettere la compattazione è necessario demolire gli strati costruiti con materiale legato.

Di regola, il risanamento strutturale dovrebbe mirare a massimizzare il valore di recupero della pavimentazione preesistente. Di seguito sono indicate le varie possibilità di risanamento strutturale:

- Rifacimento totale.

Questa è la scelta spesso preferita quando il risanamento abbinato ad un progetto di miglioramento richiede variazioni notevoli dell'allineamento della strada.

Laddove il volume del traffico è elevato, spesso si preferisce costruire un nuovo impianto su un allineamento separato evitando in tal modo problemi d'accoglimento del traffico.

- Costruzione di strati supplementari (di materiale granulare e / o asfalto) sulla parte alta del manto preesistente.

Rivestimenti di asfalto di elevato spessore sono di frequente la soluzione più semplice per un problema di carattere strutturale se il volume del traffico è elevato.

Come descritto sopra, un aumento dell'innalzamento del manto spesso causa problemi di drenaggio e d'accesso.

- Riciclaggio nella profondità della pavimentazione nella quale si verifica il problema.

Si crea così un nuovo strato spesso e omogeneo con caratteristiche di resistenza superiori.

Strati supplementari possono essere aggiunti nel caso in cui la pavimentazione debba essere migliorata in modo significativo.

Sostanze stabilizzanti sono spesso aggiunte al materiale riciclato, specialmente nel caso in cui la pavimentazione preesistente sia di qualità inferiore e richieda un intervento di consolidamento.

Il riciclaggio mira a recuperare il più possibile la pavimentazione preesistente, senza andare ad intaccare la struttura posta sotto il livello di riciclaggio.

3.6 Scelta di interventi alternativi –analisi costi-benefici

All'atto pratico, per alcune patologie, potrebbero essere ipotizzate più alternative d'intervento, comunque valide dal punto di vista tecnico.

Poiché tali alternative si differenzieranno tra loro per il costo, la durata e l'efficacia, potrà essere necessario un confronto economico che si effettua mediante un'analisi dei costi unitari e una definizione quantitativa del lavoro relativo a ciascuna soluzione, al fine di ottenere un elemento utile alla scelta definitiva.

Questo modo di operare, tra l'altro, mette in luce due aspetti essenziali: si evidenziano sia le attività che incidono maggiormente sui costi, sia il legame tra qualità e costi, rappresentato dalla variazione dei costi in funzione delle alternative d'intervento.

Il criterio di valutazione esposto, può eventualmente essere implementato tenendo conto dei benefici e dei costi sociali connessi alle operazioni di manutenzione (analisi benefici-costi); le implicazioni sulla collettività dovute alle attività di manutenzione, consistono nel calcolare i benefici ed i costi attualizzati connessi a ciascuna alternativa progettuale, con riferimento al periodo di tempo cui è riferita la programmazione; in tal modo è possibile valutare con maggior completezza la convenienza economica di un investimento e confrontare tra loro più alternative.

3.7 Controllo degli interventi di manutenzione

I risultati degli interventi di manutenzione, devono essere controllati verificando che siano conformi con gli obiettivi prestazionali prestabiliti; in caso di difformità, è opportuno prevedere la pianificazione ed esecuzione di azioni correttive.

Occorre segnalare che tutti i dati relativi all'esecuzione delle operazioni di manutenzione eseguite (dai risultati delle analisi, ai risultati dei controlli), costituiscono il feedback necessario per la programmazione dei futuri interventi.

Si innesca, con ciò, un processo interattivo che porta ad un'azione sempre più completa ed efficace.

4 Programma di manutenzione

4.1 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 immobile;
- 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 della banca dati, 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.

4.2 Struttura dei programmi

I programmi dovranno contenere le informazioni necessarie per l'esecuzione nel tempo dei controlli periodici e degli interventi di manutenzione preventiva.

Dall'esame degli elaborati progettuali, è stata definita la lista delle opere da inserire nel programma manutenzione. Tale operazione, è proseguita con l'individuazione delle singole parti strutturali e poi dei relativi elementi, per i quali è possibile prevedere la tipologia, le frequenze e le modalità di esecuzione di:

- operazioni di controllo e ispezione, finalizzate all'individuazione dei degradi;
- operazioni di manutenzione programmata, da eseguirsi a intervalli predeterminati, finalizzati a prevenire e ridurre le probabilità di degrado o a riportare ai livelli qualitativi prescritti il funzionamento di elementi caratterizzati da un progressivo prevedibile degrado;
- operazioni di manutenzione a rottura, che consistono in interventi non programmabili da effettuarsi in presenza di un guasto rilevato durante il controllo e che quindi vanno definiti sulla base del tipo di avaria riscontrata.

4.3 Fasi di stesura

Come accennato, la redazione operativa del programma di manutenzione è stata messa a punto in quattro fasi principali, di seguito illustrate.

Fase 1 – Individuazione degli elementi da sottoporre a manutenzione

In questa fase, si è proceduto alla scomposizione dell'opera in sottosistemi, tenendo conto delle omogeneità per ciò riguarda gli interventi di manutenzione programmata, identificando componenti oggetto di manutenzione e controlli.

Fase 2 – Individuazione dei difetti e degli interventi programmabili

Nella seconda fase, per ogni elemento strutturale, sono stati esaminati i possibili difetti o le patologie più frequenti, le procedure di ispezione per rilevare tempestivamente il manifestarsi di un difetto, la frequenza delle ispezioni, le procedure da attivare (intervento manutentivo o, nei casi più complessi, analisi diagnostica del difetto) quando la gravità o l'estensione del rilevato ha superato una determinata soglia di accettabilità.

Fase 3 - Stesura della struttura complessiva del Programma di Manutenzione

L'acquisizione di tutti i dati relativi alle caratteristiche degli elementi, ha consentito di completare i quadri degli interventi programmabili, di elaborare la struttura complessiva del programma, di calibrare le scadenze relative agli interventi manutentori e ai controlli.

Nella fase di completamento del Programma di Manutenzione, si dovrà procedere a valutare i costi di manutenzione, suddivisi nelle seguenti voci di costo:

- costi annuali relativi al Programma delle Ispezioni;
- costi annuali di Manutenzione Programmata;
- costi annuali di Manutenzione Straordinaria e relativi agli interventi d'urgenza da attivare nel caso di guasti accidentali.

Fase 4 - Strumenti di gestione operativa del programma di manutenzione

L'acquisizione dei dati relativi al comportamento in esercizio dei componenti registrati nei primi anni di gestione, dovrà consentire una costante verifica e un definitivo affinamento delle frequenze, della tipologia e delle modalità di esecuzione degli interventi manutentivi.

Questa operazione è molto importante, perché già da un medio termine consentirà una più precisa valutazione dei costi effettivi.

4.4 TIPOLOGIA DEI PROGRAMMI

4.4.1 Sottoprogramma dei controlli: Programma delle Ispezioni

La complessità delle strutture, la necessità di tenere sotto costante controllo ogni elemento e di individuare con immediatezza eventuali degradi o difetti che si possono manifestare in momenti diversi, la necessità di tenere in efficienza alcune parti soggette a deterioramento, ostruzione, ecc., rendono indispensabile, oltre alla programmazione degli interventi manutentivi, la pianificazione preventiva di un insieme di ispezioni periodiche,

I componenti della struttura oggetto dell'ispezione, dovranno essere raggruppati in base a criteri del tipo:

- 1 *ubicazione*, per ottimizzare gli itinerari delle ispezione in modo da minimizzare i tempi di spostamento e i relativi costi del personale ispettivo;
- 2 *periodicità delle ispezioni*: mentre considerando il ritmo di usura degli elementi e dei materiali, potrebbe essere sufficiente effettuare un sopralluogo a cadenza annuale, più

frequenti devono essere i sopralluoghi per la verifica d'efficienza di elementi soggetti ad usura o ostruzione;

3 *requisiti professionali degli incaricati alle ispezioni, ovvero:*

- per gli **operai**, nel caso in cui la verifica e la riparazione sono operazioni previste all'interno della stessa mansione; si procederà tramite un'ispezione diretta che rientra nelle competenze dell'operaio, che prevede l'esecuzione immediata dell'intervento correttivo senza bisogno di alcuna istruzione particolare; successivamente dovranno essere effettuate altre ispezioni di controllo per accertare che il lavoro sia stato eseguito correttamente;
- per i **tecnici**, in possesso di appropriate conoscenze e di un'ampia esperienza pratica a cui è affidata la responsabilità della gestione complessiva delle ispezioni; si richiede normalmente un corso particolare di addestramento sull'individuazione di guasti e/o difetti, sulla diagnostica e sulla capacità di indicare gli interventi correttivi necessari;
- per gli **specialisti**, per quanto concerne le ispezioni che comportano l'impiego di particolari strumenti o l'interpretazione di normative e aspetti assicurativi; occorrerà individuare la responsabilità nella definizione dei cicli di ispezione, nell'esecuzione dei controlli e nell'esame diretto dei difetti più gravi.

Le ispezioni vengono effettuate per diversi scopi o finalità quali:

- la conoscenza delle condizioni d'uso e conservazione delle varie parti da sottoporre a manutenzione periodica;
- la determinazione degli eventuali scostamenti dagli standard prestabiliti e dei guasti incipienti che possono provocare ulteriori scostamenti prima dell'ispezione successiva;
- l'accertamento delle cause di tali scostamenti e l'entità dell'intervento manutentivo occorrente, per ristabilire gli standard qualitativi richiesti e per evitare che l'inconveniente si riproduca, nonché la relativa urgenza del lavoro;
- la possibilità di controllare che il lavoro precedente sia stato eseguito in conformità alle istruzioni e, di verificare l'adeguatezza dell'intervento al difetto riscontrato.

I principali vantaggi che derivano dalle ispezioni programmate si possono così sintetizzare:

- valutazione aggiornata delle condizioni complessive della struttura con un corrispondente miglioramento dei profili di manutenzione;
- previsione più esatta degli interventi manutentori occorrenti e, di conseguenza, un miglior controllo sul bilancio preventivo;
- possibilità di programmare una maggiore quantità d'interventi omogenei;
- riduzione del rischio di difetti che potrebbero compromettere l'efficienza della struttura e provocare danni o inconvenienti dal punto di vista economico;
- tempestiva esecuzione degli interventi di manutenzione che consente di prolungare la durata di alcuni elementi e ridurre il rischio del danneggiamento degli elementi adiacenti.

	Oggetto del controllo	Modalità del controllo	Frequenza del controllo
	1	2	3
1)	OPERE STRADALI		
	Controllo funzionalità		
a.1	Corpo e sovrastruttura stradale Strato di binder e di fondazione – scarpate in scavo Rilevati	Visivo con ispezione, percorrendo la strada a piedi Visivo con ispezione, percorrendo lo sviluppo delle scarpate a valle del rilevato	1 volta all'anno 1 volta all'anno
a.2	Opere strutturali e rivestimenti Muri di contenimento Paramento faccia a vista in pietrame	Visivo con verifica della possibile presenza di deformazioni, cedimenti e lesioni Visivo con verifica dello stato di degrado dei materiali	1 volta all'anno 1 volta all'anno
a.3	Opere idrauliche Caditoie e pozzetti Cigli e cunette	Visivo con apertura delle griglie e dei chiusini, e ispezione dei manufatti Visivo con verifica regolarità del deflusso delle acque meteoriche	1 volta all'anno 1 volta all'anno
a.4	Barriere stradali Guard-rail in acciaio	Visivo con verifica dello stato d'integrità e di conservazione, percorrendo la strada a piedi	Ogni 3 mesi ed in seguito ad urti dovuti ad incidenti

	Oggetto del controllo	Modalità del controllo	Frequenza del controllo
a.5	Opere a verde Inerbimento scarpate	Visivo con verifica dello stato d'integrità e di conservazione, percorrendo la strada a piedi	Ogni 3 mesi
a.6	Segnaletica stradale Segnaletica orizzontale Segnaletica verticale	Visivo con verifica dello stato d'integrità e di conservazione (eseguito anche di notte per verifica della rifrangenza)	Ogni 6 mesi

	Oggetto dell'intervento	Modalità dell'intervento	Frequenza dell'intervento
	1	2	3
1)	OPERE STRADALI		
	Interventi di ripristino funzionale		
a.1	Corpo e sovrastruttura stradale	<p>Sigillatura delle lesioni nella pavimentazione stradale con emulsioni bituminose, bitumi liquidi o conglomerati bituminosi a seconda delle dimensioni delle lesioni.</p> <p>Esecuzione di rappezzi o sostituzione di porzioni ammalorate di pavimentazione stradale.</p> <p>Rifacimento binder in conglomerato bituminoso</p>	<p>5 anni o quando necessario</p> <p>Quando necessario</p> <p>20 anni o quando necessario</p>
a.2	Opere strutturali e rivestimenti	<p>Sigillatura fessurazioni e ripristini localizzati nelle opere strutturali con l'impiego di malte specifiche.</p> <p>Pulitura dei paramenti faccia a vista in pietrame con acqua o detergenti o prodotti chimici specifici e sigillatura dei giunti con malte cementizie;</p> <p>Sostituzioni di porzioni e/o elementi del paramento faccia a vista in pietrame.</p>	<p>Quando necessario</p> <p>5 anni o quando necessario</p> <p>Quando necessario</p>

	Oggetto dell'intervento	Modalità dell'intervento	Frequenza dell'intervento
a.3	Opere idrauliche	<p>Pulitura di caditoie e pozzetti da fogliame e detriti di vario genere.</p> <p>Pulitura condotte acque meteoriche da sedimenti e ostruzioni mediante getto di acqua in pressione.</p> <p>Sostituzione e ripristino di tratti di condotte acque meteoriche;</p> <p>Sigillatura fessurazioni e ripristini localizzati nei tombini con malte specifiche.</p>	<p>1 anno o quando necessario</p> <p>1 anno o quando necessario</p> <p>Quando necessario</p> <p>Quando necessario</p>
a.4	Barriere stradali	<p>Riparazione o sostituzione delle barriere in acciaio.</p> <p>Serraggio bulloni.</p> <p>Applicazione di anticorrosivi sulle barriere.</p>	<p>In seguito ad urti dovuti ad incidenti o per adeguamenti normativi</p> <p>Quando necessario</p> <p>Quando necessario</p>
a.5	Opere a verde	<p>Taglio della vegetazione in eccesso sulle scarpate.</p> <p>Innaffiamento, concimazione ed impiego di sostanze utili al mantenimento di un inerbimento ottimale.</p>	<p>6 mesi o quando necessario</p> <p>Quando necessario</p>
a.6	Segnaletica stradale Segnaletica orizzontale Segnaletica verticale	<p>Riparazione o sostituzione della segnaletica verticale.</p> <p>Ripresa e/o rifacimento segnaletica orizzontale</p>	<p>Quando necessario</p>