



ANAS S.p.A.

Direzione Generale

DG 41/08

LAVORI DI COSTRUZIONE DEL 3° MEGALOTTO DELLA S.S. 106 JONICA - CAT. B - DALL'INNESTO CON LA S.S. 534 (km 365+150) A ROSETO CAPO SPULICO (km 400+000)

PROGETTO ESECUTIVO

V-PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO E PIANO DI MANUTENZIONE

Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE

CONTRAENTE GENERALE:  
Società di Progetto

SIRJO S.C.p.A.

Presidente:  
Dott. Arch. Maria Elena Cuzzocrea

PROGETTAZIONE :



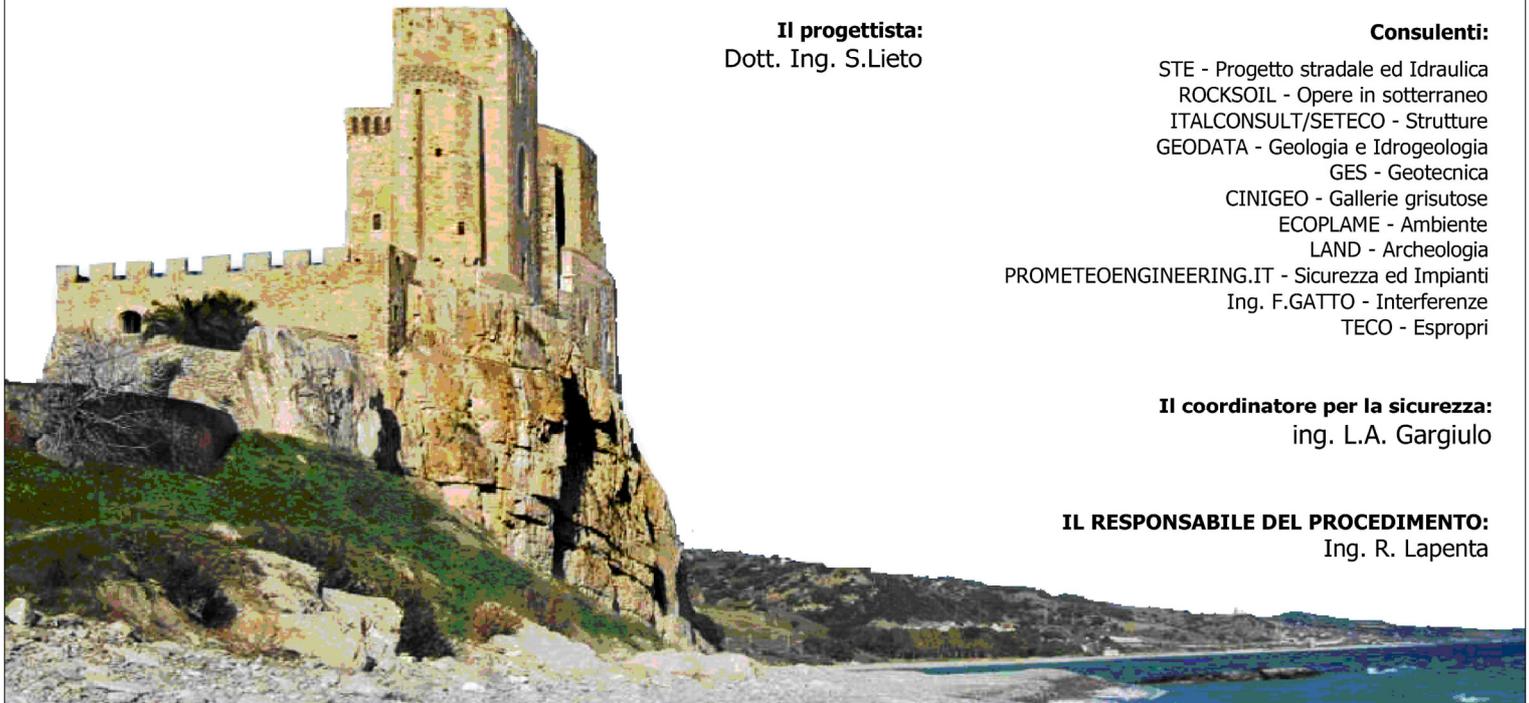
Il progettista:  
Dott. Ing. S.Lieto

Consulenti:

- STE - Progetto stradale ed Idraulica
- ROCKSOIL - Opere in sottterraneo
- ITALCONSULT/SETECO - Strutture
- GEODATA - Geologia e Idrogeologia
- GES - Geotecnica
- CINIGEO - Gallerie grisutose
- ECOPLAME - Ambiente
- LAND - Archeologia
- PROMETEOENGINEERING.IT - Sicurezza ed Impianti
- Ing. F.GATTO - Interferenze
- TECO - Espropri

Il coordinatore per la sicurezza:  
ing. L.A. Gargiulo

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:  
Ing. R. Lapenta



Rep.: FS.0001.00

Scala di rappresentazione: -

Codice Progetto:

Codice Elaborato:

L	O	7	1	6	C	E	1	9	0	1	T	0	0	E	G	0	0	M	A	N	R	E	0	1	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
A	15.04.2019	Emissione	-	-	Ing. S. Lieto

Codifica: LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	Data: 15/04/2019	Pag. 1 di 35
---	--	---------------------	-----------------

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
1.1	BANCA DATI.....	4
1.2	ARTICOLAZIONE DEL PIANO DI MANUTENZIONE .....	4
1.2.1	<i>Manuale d'Uso</i> .....	5
1.2.2	<i>Manuale di Manutenzione</i> .....	5
1.2.3	<i>Programma di Manutenzione</i> .....	5
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	6
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	6
2.2	DOCUMENTI REFERENZIATI.....	7
2.3	DOCUMENTI CORRELATI .....	8
3	UBICAZIONE, DESCRIZIONE DEL BENE E DELL'INTERVENTO .....	8
4	MANUALE D'USO.....	9
4.1	GENERALITÀ.....	9
4.2	ISPEZIONI PERIODICHE, ISPEZIONI ANNUALI .....	9
4.2.1	<i>Scheda esame visivo</i> .....	10
4.2.2	<i>Scheda dati storici</i> .....	12
4.3	PROCEDURE DI ESAME VISIVO DETTAGLIATO.....	13
4.3.1	<i>Scheda difetti</i> .....	14
4.4	STRUMENTI DI CONTROLLO.....	15
4.4.1	<i>Prova diretta su carote</i> .....	16
4.4.2	<i>Prova di estrazione (o pull-out test)</i> .....	17
4.4.3	<i>Prova penetrometrica (o metodo delle sonde di Windsor)</i> .....	17
4.4.4	<i>Misure sclerometriche</i> .....	17
4.4.5	<i>Metodo ad ultrasuoni</i> .....	17
4.4.6	<i>Misure combinate microsismiche e sclerometriche</i> .....	18
4.4.7	<i>Misura del potenziale di corrosione</i> .....	18
4.4.8	<i>Prelievo di polveri e micro-carote per analisi chimiche</i> .....	19

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 2 di 35
--	--	----------------------------	------------------------

4.4.9	<i>Rilevamento magnetico delle barre di armatura</i>	19
4.4.10	<i>Indagini GPR</i>	19
4.5	RISULTATI DEI CONTROLLI ED ANALISI DEI DATI – CRITERI PER L’INTERVENTO	20
4.5.1	<i>Relazione sulle patologie e Valori soglia</i>	20
4.5.2	<i>Analisi delle cause di degrado</i>	21
4.5.3	<i>Individuazione degli interventi</i>	22
4.5.4	<i>Analisi dei vincoli e delle priorità</i>	22
5	MANUALE DI MANUTENZIONE	22
5.1	GENERALITÀ	22
5.2	OPERAZIONI PROGRAMMATE DI MANUTENZIONE PERIODICA	23
5.3	OPERAZIONI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA	23
5.4	INTERVENTI PERIODICI DI MANUTENZIONE ORDINARIA	24
5.4.1	<i>Opere d’arte</i>	24
5.4.2	<i>Opere metalliche</i>	25
5.4.3	<i>Scarpate</i>	26
5.4.4	<i>Pulizia delle lampade in galleria</i>	26
5.4.5	<i>Sostituzione delle lampade</i>	26
5.4.6	<i>Porte tagliafuoco</i>	26
5.4.7	<i>Pulizia delle pareti in galleria</i>	27
5.4.8	<i>Pulizia e manutenzione della pavimentazione in galleria</i>	28
5.4.9	<i>Operazioni invernali in galleria</i>	28
5.4.10	<i>Smaltimento acque meteoriche</i>	28
5.4.11	<i>Grigliati metallici</i>	29
5.4.12	<i>Pavimentazioni flessibili</i>	29
5.4.13	<i>Altri aspetti della manutenzione ordinaria</i>	30
5.5	INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA	30
5.5.1	<i>Miscele per ripristino e/o protezione di strutture degradate o soggette a degrado</i>	30

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 3 di 35
--	--	----------------------------	------------------------

## 1 PREMESSA

L'infrastruttura viaria, all'atto della sua progettazione e successiva esecuzione, è concepita per mantenere un determinato livello prestazionale nell'ambito di un arco temporale limitato (vita nominale associata alla classe d'uso), così come prescritto dal Capitolato Speciale di Appalto (cfr. § 2.3) e dal quadro Normativo vigente (cfr. § 2.1).

È necessario, tuttavia al fine di garantire il summenzionato livello prestazionale nel tempo, esercitare un continuo controllo su tutte le parti componenti l'infrastruttura, che può essere o meno propedeutico ad un intervento.

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, devono essere dunque mantenuti in buono stato di conservazione e di efficienza in modo che risulti agevole e sicuro l'esercizio dell'infrastruttura in oggetto.

Nel presente documento sono descritte le metodologie di sorveglianza e manutenzione delle opere incluse nel progetto denominato "DG 41/08 - LAVORI DI COSTRUZIONE DEL 3° MEGALOTTO DELLA S.S. 106 JONICA - CAT. B - DALL'INNESTO CON LA S.S. 534 (km 365+150) A ROSETO CAPO SPULICO (km 400+000)".

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) generano un maggiore disagio e possibilità di rischio per gli utenti, oltreché presentare un costo nettamente superiore;
- minimizzare gli interventi legati al ripristino prestazionale di configurazioni irreversibili, per le quali gli interventi risultano più onerosi, in termini logistici, temporali ed economici.
- 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.

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.

Ad esempio, la gestione oculata di un centro di manutenzione, che non è certo posto a diretto contatto con l'utente, può essere percepito in via indiretta da detto utente ed è di sicuro indispensabile per l'operatività dell'intero bene.

Si trasforma così il concetto esclusivamente fisico, in quello più ampio di servizio, per il quale "manutenzione" non è più conservazione, protezione e riparazione delle sole strutture, ma il mantenimento in piena efficienza ed affidabilità della struttura in tutte le sue caratteristiche governabili, così come originariamente previste in progetto.

Sulla base dell'impostazione logica sopra esposta, gli obiettivi del presente documento devono essere i seguenti:

- costituzione e gestione di una banca dati relativa a:
  - caratteristiche strutturali delle opere e dei relativi materiali costituenti;

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 4 di 35
--	--	----------------------------	------------------------

- vita nominale e di riferimento;
  - degradi;
  - dati acquisiti dalle ispezioni periodiche e straordinarie;
  - 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;
  - costituzione di un archivio generale di tipologie di intervento da eseguire, in relazione ai possibili degradi delle opere interessate.

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

## 1.1 Banca Dati

Obiettivo della costituzione della banca dati è quello di raccogliere, già durante la costruzione - in maniera sistematica, tutte le informazioni che potranno essere utili per le manutenzioni future e, in particolare, per la valutazione delle cause di determinati degradi, per la valutazione della necessità e priorità di intervento in ripristino ed infine per la progettazione dello stesso.

In sintesi, le informazioni da acquisire possono così raggrupparsi:

- dati generali di identificazione dei manufatti;
- dati sull'andamento plano-altimetrico;
- dati sui terreni di fondazione e sull'ammasso;
- dati sulla tipologia delle strutture costituenti;
- dati sui sistemi di scavo e sulle caratteristiche costruttive delle strutture;
- dati sui sistemi di drenaggio, smaltimento acque, impermeabilizzazione;
- informazioni sulle caratteristiche ambientali;
- informazioni sull'ambiente interno e sugli impianti esistenti.

Tutti i dati devono essere raccolti dalle documentazioni di progetto, di collaudo e di ispezione in maniera omogenea. A tal fine, sono previsti appositi moduli ("*schede dati storici*"), ove le informazioni sono organizzate nella forma più idonea anche per il caricamento in banca dati.

## 1.2 Articolazione del Piano di Manutenzione

Il presente documento è costituito dai tre parti operative e per le quali sono richiamate le rispettive finalità, sinteticamente descritte nei paragrafi che seguono.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 5 di 35
--	--	----------------------------	------------------------

Il “Piano di manutenzione” e le sue parti operative, redatti in fase di progettazione, saranno sottoposti a cura del 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.

### **1.2.1 Manuale d'Uso**

Questo documento fornisce un insieme di informazioni che permettono di conoscere le modalità di fruizione e gestione del bene, al fine di evitarne il degrado anticipato. Esso, 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 e conoscerne costantemente lo stato di conservazione.

Questo documento, infine, definisce l'entità e le caratteristiche degli operatori, delle strumentazioni e delle tecnologie necessarie al monitoraggio dell'opera.

### **1.2.2 Manuale di Manutenzione**

Questo documento fornisce e definisce puntualmente le indicazioni necessarie alla corretta manutenzione dell'opera, individuandole 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, in questo documento possono 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, possono essere individuate l'entità e le caratteristiche delle risorse occorrenti per ciascuna tipologia d'intervento di manutenzione.

### **1.2.3 Programma di Manutenzione**

Questo documento 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. Esso si articola in tre sottoprogrammi:

- a. 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.
- b. 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 degradi e la dinamica delle cadute prestazionali.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 6 di 35
--	--	----------------------------	------------------------

c. 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.

In questo documento, infine, 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.

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Normativa di riferimento

- RIF [1]* L. 1086/71 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- RIF [2]* D.P.R. 474/01 – Regolamento di semplificazione del procedimento di autorizzazione alla circolazione di prova dei veicoli.
- RIF [3]* D. Lgs. 50/16 – Codice dei Contratti Pubblici, e successive modificazioni ed integrazioni.
- RIF [4]* D.lgs. 81/08 – testo coordinato con il D.Lgs. 106/09 – Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro.
- RIF [5]* D.lgs. 09/02 – Disposizioni integrative e correttive del nuovo codice della strada, a norma dell'articolo 1, comma 1, della legge 22 marzo 2001, n. 85.
- RIF [6]* D.M. 09/06/95 – Disciplinare tecnico sulle prescrizioni relative ad indumenti e dispositivi autonomi per rendere visibile a distanza il personale impegnato su strade in considerazioni di scarsa visibilità.
- RIF [7]* D.M. 14/01/08 – Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.
- RIF [8]* Circolare Ministero LL.PP. n. 7938/99 – Sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali con particolare riferimento ai veicoli che trasportano materiali pericolosi.
- RIF [9]* Direttiva Ministero LL.PP. 6688/00 – Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per la sua installazione e manutenzione.
- RIF [10]* UNI 10144:2006 – Classificazione dei servizi di manutenzione.
- RIF [11]* UNI 10145:2007 – Definizione dei fattori di valutazione delle imprese fornitrici di servizi di manutenzione.
- RIF [12]* UNI 10146:2007 – Criteri per la formulazione di un contratto per la fornitura di servizi finalizzati alla manutenzione.
- RIF [13]* UNI 10147:2013 – Manutenzione - Termini aggiuntivi alla UNI EN 13306 e definizioni.
- RIF [14]* UNI 10148:2007 – Manutenzione - Gestione di un contratto di manutenzione.
- RIF [15]* UNI EN 17007:2018 – Processo di manutenzione e indicatori associati.
- RIF [16]* UNI 10366:2007 – Manutenzione - Criteri di progettazione della manutenzione.
- RIF [17]* UNI EN 15341:2007 – Manutenzione - Indicatori di prestazione della manutenzione (KPI).
- RIF [18]* UNI 10449:2008 – Manutenzione - Criteri per la formulazione e gestione del permesso di lavoro.
- RIF [19]* UNI 10584:1997 – Manutenzione. Sistema informativo di manutenzione.
- RIF [20]* UNI EN 15331:2011 – Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione degli immobili.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 7 di 35
--	--	----------------------------	------------------------

- RIF [21]* UNI 10685:2007 – Manutenzione - Criteri per la formulazione di un contratto di manutenzione basato sui risultati (global service di manutenzione).
- RIF [22]* UNI 10874:2000 – Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione.
- RIF [23]* CEI 01-10/02 – Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.
- RIF [24]* UNI EN 12504-1:2009 – Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 1: Carote - Prelievo, esame e prova di compressione.
- RIF [25]* UNI EN 12504-2:2012 – Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 2: Prove non distruttive - Determinazione dell'indice sclerometrico.
- RIF [26]* UNI EN 12504-3:2005 – Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 3: Determinazione della forza di estrazione.
- RIF [27]* UNI EN 12504-4:2005 – Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici.
- RIF [28]* UNI EN 12390-3:2009 – Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini.
- RIF [29]* UNI EN ISO 12696:2017 – Standard Test Method for Corrosion Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete.

## **2.2 Documenti referenziati**

I documenti referenziati usati come input per la presente relazione sono i seguenti:

- RIF [30]* LO716CE1901T00EG00GENEE01A – Elenco Elaborati, datato 15/04/19;
- RIF [31]* LO716CE1901T00EG00GENRE01A – Relazione generale, datata 15/04/19;
- RIF [32]* LO716CE1901T00EG00GENCO01÷02B – Corografia generale del tracciato, datata 15/04/19;
- RIF [33]* LO716CE1901T00EG00GENPO01÷05B – Planimetria generale su foto aeree, datata 15/04/19;
- RIF [34]* LO716CE1901T00EG00GENFL01÷05B – Profilo longitudinale d'insieme, datato 15/04/19;
- RIF [35]* LO716CE1901T00ID01IDRPL01÷45B – Planimetria idraulica, datata 15/04/19;
- RIF [36]* LO716CE1901T00SG00ARCCT01÷04B e CT05÷08A – Carta del potenziale archeologico (rischio), datata 15/04/19;
- RIF [37]* LO716CE1901P00PS00TRAPP01÷22B e PP23÷45A – Planimetria di progetto, datata 15/04/19;
- RIF [38]* LO716CE1901P00PS00TRAFP01÷22B e PP23÷59A – Profilo di progetto, datato 15/04/19;
- RIF [39]* LO716CE1901P00PS00TRAPN01÷15B e PN16÷28A – Planimetrie della segnaletica, datata 15/04/19;
- RIF [40]* LO716CE1901P00PS00SICPL01÷45B e PL23÷76A – Planimetria delle barriere, datata 15/04/19;
- RIF [41]* LO716CE1901P00PS00TRAPP46÷47A – Planimetria delle precariche, datata 15/04/19;
- RIF [42]* LO716CE1901T00IA01AMBPP01B÷21B e PP22A÷45A – Planimetria opere a verde, datata 15/04/19;
- RIF [43]* LO716CE1901T00IA02AMBPP01÷13B e PP14÷24A – Planimetria di Localizzazione degli Interventi di Mitigazione Acustica, datata 15/04/19;
- RIF [44]* LO716CE1901T00IN00INTPL13A÷24A – Planimetria interferenze (RISOLUZIONE), datata 15/04/19;

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 8 di 35
--	--	----------------------------	------------------------

*RIF [45]* LO716CE1901T00IM00IMPRE01B - Relazione descrittiva degli impianti, datata 15/04/19;

### 2.3 Documenti correlati

I documenti correlati, la cui lettura è consigliata per allargare la conoscenza dell'ambito nel quale il presente documento si inquadra, sono i seguenti:

*RIF [46]* LO716CP0301T00CM01TAMET01A – “Lavori di Costruzione della S.S. 106 Jonica – CAT. B, Megalotto 3 – Dall’innesto con la S.S. 534 (km 365+150) a Roseto Capo Spulico (km 400+000)” – Progetto Preliminare – Capitolato Speciale d’Appalto: Norme Generali – datato Dicembre/2008;

*RIF [47]* LO716CP0301T00CM01TAMET05A – “Lavori di Costruzione della S.S. 106 Jonica – CAT. B, Megalotto 3 – Dall’innesto con la S.S. 534 (km 365+150) a Roseto Capo Spulico (km 400+000)” – Progetto Preliminare – Capitolato Speciale d’Appalto: Norme Tecniche Impianti – datato Dicembre/2008;

*RIF [48]* LO716CP0301T00CM01TAMET04A – “Lavori di Costruzione della S.S. 106 Jonica – CAT. B, Megalotto 3 – Dall’innesto con la S.S. 534 (km 365+150) a Roseto Capo Spulico (km 400+000)” – Progetto Preliminare – Capitolato Speciale d’Appalto: Norme Tecniche Opere Civili – datato Dicembre/2008;

*RIF [49]* LO716CP0301T00CM01TAMET01B – “Lavori di Costruzione della S.S. 106 Jonica – CAT. B, Megalotto 3 – Dall’innesto con la S.S. 534 (km 365+150) a Roseto Capo Spulico (km 400+000)” – Progetto Preliminare – Computi, Stime e Capitolati: Capitolato Prestazionale – datato Dicembre/2008;

*RIF [50]* F. Meneghetti, T. Meneghetti. "Pull Out", La prefabbricazione, Marzo 1986;

*RIF [51]* F. Meneghetti, T. Meneghetti. "Aspetti sperimentali ed applicativi sulla valutazione della qualità del calcestruzzo in situ", Università di Bologna;

*RIF [52]* ASTM C803 / C803M – 18 – Standard Test Method for Penetration Resistance of Hardened Concrete;

*RIF [53]* ASTM C876 – 15 – Standard Test Method for Corrosion Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete.

### 3 UBICAZIONE, DESCRIZIONE DEL BENE E DELL’INTERVENTO

Nell’ambito del progetto denominato “DG 41/08 - LAVORI DI COSTRUZIONE DEL 3° MEGALOTTO DELLA S.S. 106 JONICA - CAT. B - DALL'INNESTO CON LA S.S. 534 (km 365+150) A ROSETO CAPO SPULICO (km 400+000)”, il tracciato dell’infrastruttura viaria è suddiviso in due tratte contigue.

La tratta I (tratta “Piana”) si estende dalla progressiva chilometrica di progetto 0+000 alla 18+863, mentre la tratta II (tratta di monte) si sviluppa dalla progressiva chilometrica di progetto 18+863 alla 37+661.

Per una puntuale definizione delle opere e della loro ubicazione, si rimanda alla documentazione riportata nel § 2.2. Nel seguito si riportano sinteticamente le parti d’opera classificate per tipologia di intervento:

- realizzazione di scavi e movimento terra per formazione di rilevati e del corpo stradale, anche in zone caratterizzate da forti cedimenti;
- realizzazione di scavi in alveo, in alcuni casi protetti da opere provvisionali, per l’esecuzione delle fondazioni dei viadotti (pali di grande diametro);
- demolizione di strutture ed infrastrutture esistenti, interferenti con il tracciato;
- lavori di risoluzione delle interferenze con le aree archeologiche;

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 9 di 35
--	--	----------------------------	------------------------

- realizzazione di opere di sostegno permanenti (paratie e muri) eventualmente tirantate;
- realizzazione di sottovia e scatolari per la risoluzione di interferenze con viabilità esistenti;
- realizzazione di gallerie naturali e gallerie artificiali a doppia fornice, di lunghezza minore e maggiore di 500m, con interconnessioni trasversali (cross-passage);
- realizzazione di viadotti con pile piene in calcestruzzo ed impalcato a struttura mista, con travi in acciaio e soletta in calcestruzzo eseguita mediante utilizzo di predalles metalliche;
- realizzazione di viadotti con pile cave in calcestruzzo ed impalcato a piastra ortotropa;
- realizzazione di viadotti con pile in acciaio ed impalcato a piastra ortotropa;
- realizzazione di cavalcavia con spalle in cls e in terra armata;
- realizzazione di opere per la regimazione idraulica in materiale plastico, metallico e in calcestruzzo, quali tombini, fossi di guardia, caditoie, canalette, embrici, etc.;
- realizzazione di sovrastrutture stradali;
- realizzazione degli impianti di illuminazione stradale e degli impianti tecnologici per le gallerie (illuminazione, ventilazione, antincendio, SOS, TVCC, radio, piazzali tecnologici, trattamento delle acque, etc.);
- realizzazione delle opere di finitura e completamento dell'infrastruttura stradale (opere a verde, barriere di sicurezza, barriere acustiche, parapetti, segnaletica stradale orizzontale e verticale, etc.).

#### **4 MANUALE D'USO**

Nel presente capitolo, sono descritti i metodi e i criteri di sorveglianza e controllo, che deve costituire una guida per la gestione operativa della manutenzione programmata delle opere e degli impianti presenti lungo l'infrastruttura viaria.

##### **4.1 Generalità**

L'attività di sorveglianza delle opere oggetto del presente documento, si deve svolgere conformemente alle normative esistenti in Italia, sulla base di ispezioni periodiche visive (eseguite con cadenza definita) e di controlli anche con l'ausilio di strumentazioni e analisi di laboratorio.

Le attività di cui sopra devono essere condotte da personale tecnico specializzato ed incaricato specificatamente per questo scopo, sotto il coordinamento di un ingegnere responsabile.

L'obiettivo di questi controlli deve essere quello di individuare puntualmente tutti gli ammaloramenti presenti e soprattutto, nel caso non si tratti di problemi per i quali è necessaria una immediata risoluzione, monitorarli al fine di verificarne una probabile evoluzione nel tempo.

##### **4.2 Ispezioni periodiche, ispezioni annuali**

Su ciascuna parte componente l'infrastruttura viaria devono essere effettuate ispezioni periodiche, al fine di verificare lo stato dell'arte e di individuare l'eventuale presenza di degradi e/o difetti. La loro frequenza è stabilita, per ciascuna componente, nell'allegato "*programma delle ispezioni*".

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 10 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

Le ispezioni devono essere effettuate da tecnici diplomati i quali redigono l'apposito rapporto “*scheda esame visivo*”, propedeutico all’aggiornamento del documento “*scheda dati storici*” dei controlli specificando, alla data della visita, le eventuali nuove anomalie insorte.

È necessaria almeno una verifica annuale dello stato dell’arte da parte di un ingegnere.

I documenti su definiti concorrono alla realizzazione di una banca-dati che deve essere consultabile con estrema semplicità al fine di ottenere, in prima istanza e per ciascuna componente dell’infrastruttura viaria, un quadro dei fenomeni deteriorativi, sulla base di:

- Risultanze dell’ispezione periodica (a qualunque data);
- Caratteristiche strutturali fondamentali unitamente alla storia delle ispezioni, progressivamente e periodicamente aggiornate.

#### 4.2.1 Scheda esame visivo

Il documento deve presentare una struttura invariante al variare della componente ispezionata dell’infrastruttura viaria.

Esso 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 di eventuali fotografie scattate;
- i dati generali dell’opera;
- allegati alla scheda, relativi ai difetti riscontrati in corrispondenza delle singole parti strutturali.

Al fine di individuare immediatamente la parte strutturale a cui la scheda e gli allegati si riferiscono, per ciascuna componente dell’infrastruttura viaria viene definito un codice semplice, come segue:

<b><i>CODICE</i></b>	<b><i>COMPONENTE/PARTE DI COMPONENTE [nell’ambito dell’infrastruttura]</i></b>
<b>A</b>	<b>VIADOTTI e PONTI</b>
↳ A01	Pali di fondazione di grande diametro in c.a.
↳ A02	Plinti di fondazione in c.a.
↳ A03	Strutture in elevazione in c.a.
↳ A04	Strutture in elevazione in acciaio
↳ A05	Baggioli e dispositivi di appoggio
↳ A06	Giunti di dilatazione
↳ A07	Strutture portanti di impalcato in c.a.
↳ A08	Strutture portanti di impalcato in acciaio
↳ A09	Impalcati con piastra ortotropa in acciaio
↳ A10	Impermeabilizzazione della soletta in c.a.
↳ A11	Impermeabilizzazione della piastra ortotropa in acciaio
↳ A12	Marciapiedi, cordoli ed elementi secondari in c.a.
↳ A13	Barriere di sicurezza

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 11 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

↳ A14	Corrimano / parapetti / ringhiere in metallo
↳ A15	Barriere fonoassorbenti
↳ A16	Pozzetti d'ispezione per impianti in itinere e cavidotti correnti
↳ A17	Caditoie, collettori e tubi per la raccolta delle acque di pavimentazione stradale

<i><b>CODICE</b></i>	<i><b>COMPONENTE/PARTE DI COMPONENTE [nell'ambito dell'infrastruttura]</b></i>
<b>B</b>	<b>CAVALCAVIA</b>
↳ B01	Pali di fondazione di grande diametro in c.a.
↳ B02	Plinti di fondazione in c.a.
↳ B03	Fondazioni in terra armata
↳ B04	Strutture in elevazione in c.a.
↳ B05	Baggioli e dispositivi di appoggio
↳ B06	Giunti di dilatazione
↳ B07	Strutture portanti di impalcato in c.a.
↳ B08	Strutture portanti di impalcato in acciaio
↳ B09	Impermeabilizzazione della soletta in c.a.
↳ B10	Marciapiedi, cordoli ed elementi secondari in c.a.
↳ B11	Barriere di sicurezza
↳ B12	Barriere fonoassorbenti
↳ B13	Impianti in itinere e cavidotti correnti
↳ B14	Caditoie, collettori e tubi per la raccolta delle acque di pavimentazione stradale

<i><b>CODICE</b></i>	<i><b>COMPONENTE/PARTE DI COMPONENTE [nell'ambito dell'infrastruttura]</b></i>
<b>C</b>	<b>GALLERIE NATURALI E ARTIFICIALI – Opere Civili</b>
↳ C01	Rivestimento definitivo in c.a.
↳ C02	Giunti di getto
↳ C03	Impermeabilizzazione
↳ C04	Finitura superfici intradosso rivestimento definitivo di calotta
↳ C05	Caditoie, pozzetti, collettori e tubi per la raccolta delle acque di drenaggio e di pavimentazione stradale
↳ C06	Marciapiedi, pavimenti, elementi secondari in c.a.
↳ C07	Pavimentazioni in galleria
<b>C</b>	<b>GALLERIE NATURALI E ARTIFICIALI – Impianti e opere connesse</b>
↳ C08	Apparecchi illuminanti
↳ C09	Segnaletica luminosa – semafori – pannelli a messaggio variabile (PMV)
↳ C10	Cabine, quadri elettrici ed apparati di potenza (rifasamento, UPS, regolatori, etc.)
↳ C11	Impianto di terra e protezione
↳ C12	Ventilatori
↳ C13	Gruppi elettrogeni
↳ C14	Impianto Radio
↳ C15	Impianto rilevazione incendi

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 12 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

↳ C16	Impianto SOS
↳ C17	Impianto TVCC
↳ C18	Porte Tagliafuoco

<b>CODICE</b>	<b>COMPONENTE/PARTE DI COMPONENTE [nell'ambito dell'infrastruttura]</b>
<b>E</b>	<b>SCATOLARI, SOTTOPASSI E OPERE VIARIE IN C.A.</b>
↳ E01	Pali di fondazione di grande diametro in c.a.
↳ E02	Pareti verticali e/o muri in c.a.
↳ E03	Soletta inferiore in c.a.
↳ E04	Soletta superiore in c.a.
↳ E05	Impermeabilizzazione
↳ E06	Pavimentazione

<b>CODICE</b>	<b>COMPONENTE/PARTE DI COMPONENTE [nell'ambito dell'infrastruttura]</b>
<b>F</b>	<b>OPERE ESTERNE – Opere flessibili</b>
↳ F01	Segnaletica orizzontale
↳ F02	Segnaletica verticale
<b>F</b>	<b>OPERE ESTERNE – Opere idrauliche</b>
↳ F03	Cunette, canali e canalette
↳ F04	Pozzetti e tubazioni
<b>F</b>	<b>OPERE ESTERNE – Scarpate</b>
↳ F05	Pendici
↳ F06	Embrici e canalette
↳ F07	Vegetazione
<b>F</b>	<b>OPERE ESTERNE – Impianti di illuminazione, etc.</b>
↳ F08	Apparecchi illuminanti
↳ F09	Cabine, quadri elettrici e componentistica
↳ F10	Impianti di terra e protezione
↳ F11	Colonnine SOS
↳ F12	Impianto TVCC
↳ F13	Segnaletica luminosa, pannelli a messaggio variabile (PMV)

La necessità di segnalazione del difetto riveste particolare importanza, perché si crea la possibilità di estrarre dalla banca-dati tutte e sole le situazioni in cui la risposta è stata affermativa e che comportano una "priorità" di intervento.

#### 4.2.2 Scheda dati storici

Il documento è redatto ed aggiornato periodicamente per ciascuna parte strutturale, di ogni opera, e contiene le seguenti informazioni:

- individuazione dell'opera e della parte strutturale cui si riferisce;

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 13 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

- periodo di costruzione e vicende ad esso collegate;
- materiali costituenti la parte strutturale dell'opera e, per ciascuno di essi, indicazione delle caratteristiche, dimensioni, tipologia, ecc. (cls, acciaio, altro);
- altre informazioni relative all'ubicazione, schema statico, data d'inizio del degrado, ecc.
- 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 numero della scheda di rilevamento;
- successione cronologica degli interventi significativi di manutenzione, con la relativa data, tipologia e ubicazione.

### 4.3 Procedure di esame visivo dettagliato

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

Durante l'ispezione, è opportuno esaminare gli elementi strutturali e gli impianti, onde accertare ogni fatto nuovo e l'insorgere di eventuali anomalie esterne; in tal caso si devono annotare in maniera convenzionale tutti i difetti riscontrati, dalle microfessurazioni alle macchie di ruggine, dallo stato di ossidazione del ferro alle delaminazioni ed ai distacchi del calcestruzzo, dall'usura al malfunzionamento degli impianti, il tutto adeguatamente supportato da un'accurata documentazione fotografica.

Nel caso in cui gli elementi visionati presentassero segni di gravi anomalie, il tecnico deve 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, sono individuati i possibili degradi da verificare, suddivisi per classi, come di seguito esposto:

#### a. Difetti legati all'acqua

- Infiltrazioni in corrispondenza dei giunti;
- Infiltrazioni diffuse sulla superficie;
- Infiltrazioni in corrispondenza di punti singolari.

#### b. Difetti del calcestruzzo

- Ammaloramento e/o distacchi superficiali del calcestruzzo;
- Copriferro insufficiente;
- Lesioni del calcestruzzo.

#### c. Difetti palificate

- Diminuzione resistenza calcestruzzo, rottura del fusto, etc.

#### d. Difetti parti metalliche

- Ferri d'armatura: ossidazioni, riduzioni sezione resistente;
- Supporti di ancoraggio e giunzioni bullonate: allentamento e/o rottura di perni o bulloni;
- Lesioni o "cricche" di saldatura;
- Instabilità flesso-torsionale, deformazione elementi strutturali;

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 14 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

- Sfogliamento della vernice, ossidazione.

*e. Difetti o avarie di tipo meccanico*

- Ventilatori in galleria: usura dei cuscinetti, mancanza di lubrificazione, stato di pulitura non idoneo;
- Avaria molla per chiusura automatica porte REI;
- Avaria dell'impianto di pressurizzazione zone filtro in galleria.

*f. Difetti elementi vari*

- Giunto di dilatazione: usura, distacchi, cedimenti, degrado delle sezioni di attacco;
- Ostruzione e/o rottura elementi di scarico e raccolta acque;
- Riduzione della portata di progetto per intasamento dei tombini idraulici, a causa del trasporto solido;
- 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.

*g. Difetti pavimentazioni flessibili*

- Lesioni longitudinali o trasversali;
- Avvallamenti o rigonfiamenti;
- Fessurazioni a blocchi, buche, deterioramenti, ecc.

*h. 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;
- Sistemi di segnalamento (Semafori, PMV, rilevazione incendi) e di trasmissione dati (SOS, Radio, TVCC).

#### **4.3.1 Scheda difetti**

Facendo seguito a quanto specificato nel §4.2, il personale che fisicamente effettua le ispezioni può cambiare nel tempo. In tal senso, è necessario garantire che il risultato dell'ispezione sia assolutamente oggettivo, uniformando 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 il raggiungimento di questo obiettivo, si devono utilizzare delle “*schede difetti*” (Vedi elaborato “Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti – Schede dati di rilevamento e di manutenzione”).

Questi documenti che, come accennato in precedenza, devono essere allegati alla “*scheda esame visivo*”, individuano anomalie e/o difetti presenti nell'opera in corrispondenza delle singole parti e in esse deve essere riportata la descrizione del degrado rilevato (la sua localizzazione nell'ambito della parte d'opera, la sua estensione e la tipologia), le informazioni utili all'individuazione delle cause (ad esempio il tipo di ambiente, il tipo di struttura, etc.), l'individuazione degli interventi da eseguire successivamente 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;

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 15 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

- SCHEDA C1 – Ferri di armatura (barre scoperte);
- SCHEDA C2 – Ferri di armatura (presenza di macchie di ruggine);
- SCHEDA D1 – Calcestruzzo (delaminazioni superficiali, con o senza coinvolgimento delle armature);
- SCHEDA D2 – Calcestruzzo (distacchi - spalling);
- SCHEDA E – Infiltrazioni, venute d’acqua, umidità;
- SCHEDA F – Pavimentazioni flessibili;
- SCHEDA G – Impianti tecnologici.

#### 4.3.1.1 Scheda per l’individuazione trasversale del difetto in galleria

Nel caso in cui il difetto si manifestasse in galleria, esso deve essere localizzato trasversalmente. A tal fine viene predisposta la “*scheda per l’individuazione trasversale del difetto in galleria*” (Vedi elaborato “Piano di manutenzione dell’opera e delle sue parti – Schede dati di rilevamento e di manutenzione”), nella quale il profilo dell’intradosso della galleria è suddiviso in campi di opportune dimensioni. Nelle gallerie in calcestruzzo, per tutti gli ammaloramenti riscontrati, è necessario definire la localizzazione rispetto al giunto di costruzione, in quanto tipicamente si riscontra come le maggiori degradazioni siano localizzate proprio in corrispondenza o vicinanza dei giunti.

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

##### a. Macchie di umidità

Tra le possibili macchie d’umidità, devono essere distinte le concrezioni dovute a depositi di sali come la calcite e i solfati e quelle dove la presenza dell’acqua ha provocato delle degradazioni della struttura.

Si distingue ulteriormente tra macchie in cui è presente una percolazione diretta sulla pavimentazione e quelle per percolazione lungo il rivestimento.

Tale indicazione è fondamentale, in quanto può dare una valutazione sulle quantità di acqua in gioco.

##### b. 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 ulteriore 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 calcestruzzo. In particolare, 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 calcestruzzo per il quale si possono verificare dei distacchi, specialmente in presenza di fessure ramificate longitudinali e trasversali.

## **4.4 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.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 16 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

I necessari approfondimenti diagnostici, che dal punto di vista prettamente 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, relativi allo stato dei materiali costituenti le strutture.

Tali attrezzature devono essere gestite da tecnici specializzati e 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 tipi di prova che possono essere utilizzati per lo studio dello stato di consistenza delle opere pertinenti le strutture oggetto del Piano.

<i>SCOPO</i>	<i>PROVA</i>
Determinaz. resistenza a compressione del calcestruzzo	• Prova diretta su carote;
	• Prova di estrazione (pull-out test);
	• Prova penetrom. (metodo delle sonde di Windsor);
	• Sclerometro;
Determinaz. modulo elastico	• Rilevatori ad ultrasuoni;
	• Prova su carote (uso di strain-gauges)

<i>SCOPO</i>	<i>PROVA</i>
Analisi dello stato corrosivo e classificazione del degrado	• Misura del potenziale di corrosione;
	• Prelievo di polveri e micro-carote per analisi chimiche
Rilievo armature	• Rilevam. Magnetico delle barre di armatura (pacometro)
Rilievo discontinuità, stratigrafie, umidità, difetti puntuali	• Indagini GPR

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

#### **4.4.1 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 EN 12504-1:2009, per ridurre al minimo il danneggiamento dovuto al prelievo.

La prova di resistenza a compressione, viene eseguita in conformità alla UNI EN 12390-3:2009 (e relativa errata corrige). Tali prove devono essere eseguite presso i laboratori ufficiali o autorizzati, che garantiscono affidabilità, indipendenza e qualità (L. 1086/71, D.M. 14/01/08).

I provini di calcestruzzo possono essere attrezzati mediante strain-gauges (adesivi o di altra tipologia) attraverso i quali è possibile costruire, durante la fase di compressione in laboratorio, la curva [Forza-

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 17 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

Spostamento]. Tale curva permette in definitiva di ottenere i valori del modulo elastico tangente e secante del calcestruzzo.

#### **4.4.2 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):

$$R = 0.0427 P + 242.52 \text{ [tasselli pre-inglobati];}$$

$$R = 0.092 P + 93.1 \text{ [tasselli post-inseriti];}$$

dove "P" è espresso in kg e "R" in kg/cm<sup>2</sup>.

La prova è normata dalla UNI EN 12504-3:2005. Il numero minimo di tasselli è di tre per ogni punto di prova.

#### **4.4.3 Prova penetrometrica (o metodo delle sonde di 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 / C803M - 18.

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.

#### **4.4.4 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 EN 12504-2:2012.

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 calcestruzzo.

#### **4.4.5 Metodo ad ultrasuoni**

Il metodo sfrutta la propagazione di onde elastiche longitudinali di compressione all'interno di provini di calcestruzzo. L'onda viene generata attraverso un emettitore applicato su una superficie del provino e captata da un ricevitore posto normalmente sul lato opposto a quello dell'emettitore.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 18 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

I segnali elettrici, associati all'onda trasmessa e a quella captata, sono graficizzati attraverso un oscilloscopio. Nota la distanza tra i due trasduttori (emettitore e ricevitore), viene misurato il ritardo temporale tra il segnale ricevuto e quello emesso.

Resta, dunque, univocamente definita la velocità di propagazione delle suddette onde all'interno del materiale che, correlata al coefficiente di Poisson e alla densità, permette di determinare il modulo elastico dinamico del materiale attraversato.

Eventuali disomogeneità (fessure, cavità, ecc.) sono, quindi, determinabili analizzando la variabilità della velocità di propagazione delle onde.

In Italia, il metodo ultrasonico è regolato, in via sperimentale, dalla norma UNI EN 12504-4:2005.

#### **4.4.6 Misure combinate microsismiche e sclerometriche**

Un sistema che valorizza i metodi descritti nei §§4.4.4 e 4.4.5, 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.

#### **4.4.7 Misura del potenziale di corrosione**

Il principio del metodo è basato sulla verifica del 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. La normativa (UNI EN ISO 12696:2017) fornisce valori di soglia del "potenziale di protezione" compresi tra 0,2 e 2 mA/m<sup>2</sup> (intervallo valido per strutture nuove).

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:

- Protezione catodica con "anodi sacrificali" costituiti da metalli reattivi opportunamente collegati alla struttura da proteggere, in modo da rendere uniforme la corrente e di protezione. Essi sono generalmente inglobati nel getto di calcestruzzo. Nell'ambito del presente progetto, questo metodo di protezione può essere contemplato in caso di interventi di recupero di parti d'opera in calcestruzzo caratterizzate da elevato grado di ammaloramento.
- Protezione catodica con "corrente impressa", più indicata per strutture che presentano una discreta continuità nello spazio (es. gallerie, tubazioni in calcestruzzo, muri di sostegno di notevole lunghezza). Il metodo richiede di installare un sistema fisso di generazione del potenziale elettrico che, quindi, deve essere periodicamente verificato.
- 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. – fondo scala), la tensione esistente in una pila i cui elettrodi sono l'interfaccia armatura-calcestruzzo e l'elettrodo di riferimento appoggiato sulla superficie del calcestruzzo.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 19 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

Le normative di riferimento, sono la UNI EN ISO 12696:2017 e ASTM C876 - 15.

#### **4.4.8 Prelievo di polveri e micro-carote per analisi chimiche**

Al fine di individuare e classificare il tipo di degrado, si possono eseguire delle analisi chimiche o diffrattometriche sui materiali prelevati dalla struttura ed effettuare delle 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 micro-carote, da sottoporre alle analisi.

#### **4.4.9 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 15-20cm.

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, dunque, controllare la taratura della strumentazione.

#### **4.4.10 Indagini GPR**

Il Ground Penetrating Radar (GPR) è una tecnica elettromagnetica ad alta frequenza (da 100 MHz ed alcuni GHz) che si basa sul segnale radar, emesso da un'antenna, in grado di penetrare nel materiale oggetto di indagine, il quale una volta riflesso per un processo di *scattering*, che si verifica all'interfaccia dei materiali caratterizzati da proprietà elettriche tra loro differenti, torna in superficie e viene rilevato da un'antenna ricevente. L'effettiva penetrazione delle onde GPR è funzione della frequenza delle stesse, che si propagano nel mezzo, e delle caratteristiche fisiche del materiale attraverso (conduttività elettrica, permeabilità magnetica e dielettrica). 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'elaborazione dei segnali riflessi relativi alle diverse posizioni di avanzamento dell'antenna consente di ottenere un'immagine della sezione, perpendicolare alla direzione di scorrimento dell'antenna, che viene chiamata *radargramma*. Dalla corretta interpretazione del *radargramma*, l'operatore può ricavare la profondità dell'oggetto (target) che ha provocato la riflessione e ricostruire la morfologia interna del mezzo analizzato.

Le applicazioni georadar nel campo dell'ingegneria civile consistono nel controllo di elementi in calcestruzzo e muratura. E' infatti possibile monitorare la presenza e la posizione di armature metalliche e localizzare fondazioni ed eventuali strutture di rinforzo interne alle murature.

Un'altra applicazione del metodo GPR, nel campo dell'ingegneria civile, è il monitoraggio dei tunnel ferroviari e stradali nonché quelli finalizzati all'adduzione idrica per la definizione di spessori del rivestimento

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 20 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

in modo continuo e su ogni parte della sagoma, presenza di vuoti ed altre anomalie, presenza di fratture, cavità e infiltrazioni nella roccia incassante, eventuale presenza di rivestimenti, centine, armature, etc.

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.

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:
  - Personal Computer;
  - Scheda di controllo dei dati radar, di conversione A/D e di alimentazione;
  - Dispositivo magnetico DAT;
  - Software di acquisizione;
  - Unità di distribuzione.

La tecnica da utilizzare per l'acquisizione dei dati, può consistere 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.

#### **4.5 Risultati dei controlli ed analisi dei dati – criteri per l'intervento**

La fase propedeutica alla manutenzione, è l'analisi dei dati che consentono di conoscere l'opera, sia dal punto di vista morfologico che prestazionale. Sulla base delle operazioni descritte nei §§4.2, 4.3 e 4.4 è possibile creare una banca dati, relativa a ciascun elemento strutturale, costituita dai dati inseriti secondo dei criteri standardizzati.

Nel presente capitolo, sono individuati ulteriori elementi di valutazione (valori di soglia, cause del degrado, possibili interventi, vincoli, priorità d'intervento, etc.), mediante i quali è possibile avere un quadro completo di informazioni finalizzato a definire la tipologia dell'intervento ed i tempi per la sua realizzazione. Il risultato di questa raccolta costituisce il documento "*scheda criteri per l'intervento*" (Vedi elaborato "Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti – Schede dati di rilevamento e di manutenzione").

##### **4.5.1 Relazione sulle patologie e Valori 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. Per stabilire lo "stato ottimo" è necessaria 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 che stabilisce dei ranges di attenzione (livelli semaforici):

- *soglia d'intervento ottimale*: 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*: definisce i valori degli indicatori di stato al di sotto dei quali occorre senz'altro eseguire interventi di manutenzione straordinaria.

Nella tabella che segue, in funzione del tipo di degrado/patologia, sono individuate le soglie appena definite:

<i><b>TIPO DI DEGRADO</b></i>	<i><b>SOGLIA INTERV. OTTIMALE</b></i>	<i><b>SOGLIA MIN. INTERVENTO</b></i>
<b>1. Difetti legati all'acqua</b>		
Infiltrazioni in corrispondenza dei giunti	Segni di umidità in corrisp. del giunto	Percolazioni e/o infiltrazioni

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 21 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

Infiltrazioni diffuse sulla superficie	Segni di umidità in corrisp. di una porzione di parete o soletta	Percolazioni e/o infiltrazioni
Infiltrazioni in corrispondenza di punti singoli	Segni di umidità	Percolazioni e/o infiltrazioni
<b>2. Difetti del calcestruzzo</b>		
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 di ampiezza $\leq$ 1mm	Lesioni visibili di ampiezza $>$ 1mm
<b>3. Difetti delle Palificate</b>		
Diminuzione della resistenza del calcestruzzo, rottura del fusto, etc.	Riscontro irregolarità del fusto	Riscontro di rotture, diminuzione della resistenza
<b>4. Difetti parti metalliche</b>		
Ferri d'armatura: ossidazioni, riduzioni di sezione resistente	Ferro d'armatura già visibile	Ferro d'armatura scoperto e in vista
Supporto di ancoraggio: allentamento e/o rottura di perni e/o bulloni	Elemento ancorato fisso, ma con allentamento di alcuni bulloni	Elemento ancorato non fisso
Lesioni o "cricche" di saldatura	Presunti degni della saldatura	Saldature non integre
Instabilità flesso-torsionale, 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%
<b>5. Difetti o avarie di tipo meccanico</b>		
Avarie molla per chiusura automatica porte REI	Chiusura con lieve difficoltà	Chiusura lenta o non immediata
<b>6. Difetti elementi di finitura</b>		
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
<b>7. Difetti Pavimentazioni Flessibili</b>		
Lesioni e/o fessurazioni del conglomerato bituminoso superficiale (strato di usura)	Difetti visibili sulla pavimentazione in sito	Mancanza di parti della pavimentazione

#### 4.5.2 Analisi delle cause di 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 degni significativi. Essi costituiscono anche la base per l'implementazione di sistemi informatizzati di gestione della manutenzione.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 22 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

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 esaustiva).

#### **4.5.3 Individuazione degli interventi**

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

#### **4.5.4 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, devono essere 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 senso, si possono distinguere tre classi principali di interventi:

- 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.
- 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.
- il degrado porta alla compromissione del requisito di sicurezza: l'intervento deve essere eseguito al più presto.

## **5 MANUALE DI MANUTENZIONE**

### **5.1 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. Pertanto, devono essere considerati prioritari quegli

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 23 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

interventi necessari ad allungare la vita utile dell'opera, per realizzare i quali potrebbe essere anche necessario "sacrificare" delle parti ancora integre dell'opera.

## 5.2 Operazioni programmate di manutenzione periodica

Si possono individuare i seguenti raggruppamenti di operazioni:

- pulizia semplice con mezzi meccanici o con operazioni manuali: asportazione di materiali estranei come sporcizia o vegetazione parassite e attività similari;
- rimozione, in alveo, di eventuali materiali estranei trasportati dalle correnti durante gli eventi piovosi ordinari, che possono alterare il flusso delle acque eventualmente incidendo sul cinematismo di esondazione. A tal fine, la necessità dell'intervento deve essere valutata preventivamente mediante analisi di compatibilità idraulica mirate ed eseguite sulla base di rilievi topografici aggiornati allo stato dei luoghi;
- sostituzione di elementi deteriorati con semplici operazioni di smontaggio e montaggio;
- piccoli rifacimenti, 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 e mediante l'utilizzo di correnti impresse/galvaniche;
- operazioni di lubrificazione e ingrassaggio;
- riparazioni localizzate dei sistemi di raccolta acque;
- manutenzione in efficienza delle strutture di accesso per i controlli periodici.

## 5.3 Operazioni di manutenzione straordinaria

Si possono individuare i seguenti raggruppamenti di operazioni:

- operazioni di restauro e/o di adeguamento di parti strutturali in calcestruzzo (semplice o armato) da eseguire con tecnologie diverse (malte cementizie 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 disagreganti del gelo, dai sali fondenti e dalle aggressioni atmosferiche, con operazioni di verniciatura (film protettivi), d'impregnazione, ecc.
- iniezioni di boiacche cementizie o resine termoindurenti all'interno delle fessure su strutture in cemento armato;
- 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 od eventuale prima esecuzione di impermeabilizzazione;
- ripristino della sezione di progetto degli alvei delle fiumare, in cui è previsto un trasporto solido sotto forma di coltri, anche con spessore metrico, in corrispondenza di eventi piovosi non ordinari. Tale ripristino consiste nella rimozione di materiale d'alveo (tipicamente ciottolame e massi da decimetrici a metrici) e di materiale esterno (fusti arborei o altro elemento di grande dimensione) trasportato dalle correnti, che genera una modifica sostanziale del flusso delle acque, rispetto a quanto previsto da progetto, comportando una modifica delle aree di esondazione e riducendo il franco idraulico di progetto dei viadotti.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 24 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

- 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.

## 5.4 Interventi periodici di manutenzione ordinaria

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

### 5.4.1 Opere d'arte

Le operazioni di manutenzione ordinaria di regola sono individuabili come segue:

- pulizia delle varie parti dell'opera compresi gli appoggi, anche con mezzi meccanici, al fine di asportare tutti i materiali estranei;
- sostituzione di elementi accessori deteriorati con operazioni di semplice smontaggio e montaggio;
- riparazioni localizzate superficiali di parti strutturali, da effettuare anche con materiali speciali;
- riparazioni localizzate di impermeabilizzazione e pavimentazione;
- interventi localizzati contro la corrosione;
- operazioni di riparazione dei giunti di dilatazione.

Nello specifico, per le seguenti componenti, si individuano alcune operazioni specifiche:

#### Giunti

I giunti nei ponti e nei viadotti, devono essere sostituiti quando sono verificate le seguenti condizioni:

- gli spostamenti previsti fra le strutture adiacenti devono verificarsi senza creare apprezzabili discontinuità, risalti ed avvallamenti del piano viabile, al fine di limitare le sollecitazioni di urto alle strutture e disturbi di traffico;
- l'operazione di sostituzione di parti danneggiate od usurate deve poter avere luogo possibilmente senza provocare la totale chiusura del ponte al traffico;
- devono essere adottati tutti gli accorgimenti utili ad evitare l'asportazione ed il refluo del materiale costituente la pavimentazione a contratto con il giunto;
- i materiali impiegati devono presentare caratteristiche meccaniche e chimiche tali da assicurare una adeguata durabilità;
- garantire un'adeguata impermeabilità nei confronti dell'infiltrazione delle acque piovane.

#### Impermeabilizzazione

Gli strati impermeabilizzanti, oltre che possedere permeabilità all'acqua praticamente nulla, devono essere eseguiti in modo da avere:

- elevata resistenza meccanica, specie alla perforazione in relazione sia al traffico di cantiere che alle lavorazioni che seguiranno alla stesa dello strato impermeabilizzante;
- capacità di seguire le deformazioni della struttura senza fessurarsi o distaccarsi dal supporto, mantenendo praticamente inalterate tutte le caratteristiche di impermeabilità e di resistenza meccanica;
- resistenza chimica alle sostanze che possono trovarsi in soluzione o sospensione nell'acqua di permeazione. In particolare dovrà tenersi conto della presenza in soluzione dei cloruri impiegati per uso antigelo;

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 25 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

- durabilità, nel senso che il materiale impermeabilizzante dovrà conservare le sue proprietà per una durata non inferiore a quella della pavimentazione, tenuto conto dell'eventuale effetto di fatica per la ripetizione dei carichi;
- compatibilità ed adesività sia nei riguardi dei materiali sottostanti sia di quelli sovrastanti (pavimentazione);
- altre caratteristiche che si richiedono sono quelle della facilità di posa in opera nelle più svariate condizioni climatiche e della possibilità di un'agevole riparazione locale.
- Le citate caratteristiche dell'impermeabilizzazione, devono conservarsi inalterate:
  - tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade, comunque non al di fuori dell'intervallo (-10°C) ÷ (+60°C);
  - sotto l'azione degli sbalzi termici e sforzi meccanici che si possono verificare all'atto della stesa delle pavimentazioni o di altri strati superiori.

Devono prevedersi prove e controlli di qualità e possibili prove di efficienza. In ogni caso si raccomanda la massima cura nella finitura delle superfici da proteggere.

Si devono utilizzare materiali e trattamenti per i quali si disponga di un'adeguata documentazione sperimentale, in particolare per ciò che riguarda la permanenza nel tempo delle caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche.

Gli spessori degli strati da stendere dovranno essere comunque tali da coprire con sicurezza ed efficacia le eventuali irregolarità superficiali e consentire la sicura continuità degli strati. Inoltre, particolare cura dovrà essere rivolta alla protezione delle zone singolari dei ponti (marciapiedi, cordoli, bocchettoni per acqua piovana, ecc.) che costituiscono potenziali vie di penetrazione delle acque.

#### Calcestruzzi

In caso vi siano fenomeni di carbonatazione in atto, occorre rimuovere le parti ammalorate, pulire e trattare le eventuali armature scoperte e ripristinare le superfici con malte o betoncini ad alta resistenza e rapido indurimento. In particolare, si dovrà procedere secondo le seguenti fasi:

- demolizione mediante picchettatura manuale delle zone ammalorate;
- sabbiatura di tutta la superficie messa a nudo compresi i ferri di armatura che saranno portati a metallo bianco;
- trattamento superficiale dei ferri scoperti con vernici contenenti inibitori di corrosione, applicate a pennello;
- applicazione sulla zona interessata di malte al ritiro compensato, fortemente adesive e ad elevata resistenza, fibro-rinforzate per il ripristino di copriferro.

#### **5.4.2 Opere metalliche**

Le parti metalliche devono essere controllate al fine di verificare lo stato di conservazione delle protezioni superficiali. Qualsiasi alterazione, compresi rigonfiamenti e fessurazioni, deve essere eliminata. La pulizia deve essere effettuata con mezzi adeguati, con eliminazione di tutte le parti staccate ed applicazione di un sottofondo e di un trattamento di protezione.

L'applicazione degli opportuni materiali utilizzati per la manutenzione, deve essere eseguita in maniera tale da ottenere superfici che all'esame visivo dovranno risultare lisce, continue, uniformi in colore e spessore senza difetti come colature o bolle. Il trattamento dopo essiccamento, se strofinato non deve rammollire, deve resistere al graffio senza raggrinzature e rigonfiamenti.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 26 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

### **5.4.3 Scarpate**

Le scarpate devono essere tenute sotto controllo, onde verificare il loro stato di conservazione con particolare riguardo a:

- verifica della stabilità dei pendii;
- verifica dello stato delle canalette per il deflusso delle acque stradali e di eventuali elementi di drenaggio previsti da progetto.

A tal fine, con gli interventi di manutenzione ordinaria si provvederà a ripristini localizzati delle scarpate soggette a fenomeni di erosione, alla pulizia di embrici, canalette, tubazioni.

Inoltre, occorre procedere al taglio della vegetazione presente, da effettuarsi più volte all'anno dipendentemente dall'andamento stagionale.

### **5.4.4 Pulizia delle lampade in galleria**

Le operazioni di pulizia non dovrebbero interessare le superfici interne delle plafoniere che sono realizzate in modo tale da evitare infiltrazioni all'interno della lampada. Le attività devono essere gestite per la superficie esterna delle plafoniere, per ovvi motivi legati all'abbassamento del livello di illuminazione. A riguardo, è evidente che una corretta determinazione della periodicità delle operazioni di pulizia, deve tenere conto dei fattori riportati nel seguito:

- livelli minimi di sicurezza da preservare;
- caratteristiche geometriche dei luoghi, collegate alla "potenzialità" di inquinamento.

A livello generale, le operazioni di pulizia periodica delle lampade dovrebbero avere, approssimativamente, una cadenza annuale fermo restando che tale cadenza non può che intendersi indicativa.

### **5.4.5 Sostituzione delle lampade**

L'attività può essere gestita come segue al fine di una migliore organizzazione del lavoro:

- sostituzione programmata, con periodicità determinata dalla durata presunta di funzionamento;
- sostituzione condizionata da misure fotometriche periodiche;
- sostituzione condizionata dalla percentuale di lampade "guaste";
- sostituzione della/e lampada guasta/e all'atto dei riscontro.

Le prime tre ipotesi di lavoro sono maggiormente consigliabili. In particolare la prima riduce di molto la probabilità di cali significativi dei livelli di sicurezza e di servizio offerti.

Scegliendo la prima ipotesi di lavoro, la periodicità della sostituzione è ovviamente condizionata anche dal tipo di lampade, la cui durata è comunque indicativamente pari a due anni.

### **5.4.6 Porte tagliafuoco**

Non richiedono, di per sé, interventi particolari di manutenzione, ma solo un insieme di controlli periodici sullo stato di conservazione e una pulizia periodica di tipo ordinario. L'unico accorgimento da usare è l'utilizzo di prodotti detergenti non aggressivi, che possono danneggiare in qualche modo gli strati protettivi.

Le operazioni da effettuare, sono:

- controllo dell'ortogonalità del telaio, con regolazione e relativo fissaggio, verificando l'ortogonalità anche avvalendosi di una livella torica;

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 27 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

- controllo del fissaggio del telaio al vano e/o al controtelaio;
- pulizia del telaio fisso con detergenti non aggressivi;
- controllo dell'efficacia dei sistemi di auto-chiusura e delle cerniere, con eventuale regolazione, verificando la perfetta chiusura dell'anta col telaio fisso;
- controllo organi di serraggio;
- controllo efficacia guarnizioni e della loro adesione ai profili di contatto dei telai;
- controllo del perfetto inserimento nelle proprie sedi delle guarnizioni;
- controllo ed eventuale riposizionamento delle guarnizioni tramite ruota di inserimento;
- verifica dell'elasticità delle guarnizioni e delle proprietà meccaniche;
- pulizia delle guarnizioni tramite prodotti non aggressivi per liberarle da eventuali adesioni o accumuli di agenti che ne impediscono il buon funzionamento;
- controllo di serrature, cardini, elementi di scorrimento, ferramenta accessorie ed eventuale ingrassaggio e/o grafitaggio di serrature e cerniere;
- controllo funzionamento dei dispositivi di sicurezza.

#### **5.4.7 Pulizia delle pareti in galleria**

Lo stato di pulizia delle pareti in galleria è di fondamentale importanza in relazione all'efficienza del livello di "lettura del tracciato" e contribuisce significativamente con la luminosità dell'ambiente, comportando anche risparmi energetici in relazione all'impianto di illuminazione.

Le modalità operative sono strettamente connesse al tipo di vernice applicata all'atto dell'esecuzione dell'opera, in particolare:

- Superfici trattate con vernici particolarmente adatte a limitare l'adesione dei prodotti della combustione, ad esempio quelli dei diesel): in questo caso ci si può limitare a lavaggi periodici, mentre la ripetizione del trattamento presenta intervalli di tempo più lunghi.
- Calcestruzzi a vista: in questo caso sono consigliabili trattamenti di imbiancamento periodico con prodotti di costo compatibile con quello di un'operazione di lavaggio (calce). Questa soluzione è particolarmente indicata nei casi in cui il manufatto è soggetto ad infiltrazioni d'acqua dall'ammasso al contorno (che contribuiscono a "fissare" polveri ed altri residui della combustione).

In considerazione dell'ampiezza delle superfici da trattare e della necessità di eseguire con regolarità l'operazione, è opportuno lavorare con mezzi speciali attrezzati con serbatoio e spruzzatori fissi idonei per trattare una fascia di parete a partire da terra o, meglio, da 1 a 4 metri da terra. In tal modo si può operare sempre in regime di "riduzione" del traffico, garantendo quindi una funzionalità dell'arteria, seppur limitata.

Il mezzo attrezzato deve essere idoneo a spruzzare calce o detergenti (con evidente variazione di pressione agli ugelli).

Per quel che riguarda la periodicità, anche in questo caso condizionata dalla tipologia di trattamento delle pareti, 1 anno può costituire una situazione media, 3 anni un tempo massimo da non superare.

Un aspetto operativo da non sottovalutare, riguarda lo smaltimento dei detergenti da utilizzare: le caratteristiche di tali prodotti devono essere preventivamente vagliate per non innescare problematiche di tipo ecologico.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 28 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

#### **5.4.8 Pulizia e manutenzione della pavimentazione in galleria**

Questa operazione, quando prevista, è preferibile che venga eseguita in occasione di chiusure temporanee, anche parziali, della galleria per lavori o dopo incidenti. In rapporto alla effettiva situazione ed estensione dell'area da trattare, si potrà operare manualmente o con motospazzatrici ed autobotte.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alle situazioni in cui dovesse essere necessario rimuovere materiali pericolosi, sia per la perdita di aderenza che potrebbero comportare per i veicoli in transito, che per problemi di smaltimento.

Una pulizia periodica delle cunette e/o dei marciapiedi, sarebbe comunque opportuna con una cadenza non superiore ai sei mesi, alla quale si potrebbe unire il lavaggio della pavimentazione. In ogni caso, è una buona regola provvedere a tale operazione preventivamente a quella del trattamento delle pareti (cfr. §5.4.7), per evitare che i detriti (ad esempio la fanghiglia) relativi a quest'ultima lavorazione, che si accumulano generalmente alla base dei piedritti, possano intasare i condotti di scarico.

#### **5.4.9 Operazioni invernali in galleria**

Si premette che si tratta di operazioni non strettamente connesse con la specifica zona geografica in cui si inserisce l'infrastruttura, tuttavia devono essere previste qualora dovessero verificarsi condizioni atmosferiche invernali rare (clima estremamente rigido).

A situazioni per le quali si osservano infiltrazioni d'acqua non captate e convogliate in cunetta, in condizioni di clima rigido (temperatura al di sotto dello zero per diverse ore), corrisponde la probabilità di formazione di stalattiti di ghiaccio.

Tali formazioni devono essere demolite prima che possano distaccarsi, per peso o temperatura, causando direttamente o indirettamente, danni all'utenza.

Indipendentemente dalla captazione o meno dell'acqua in calotta, esiste comunque il problema di rimuovere l'accumulo di ghiaccio in cunetta alla base dei piedritti prima che il fenomeno vada ad interessare la carreggiata.

Inoltre, l'eventuale presenza d'acqua in carreggiata (sempre possibile in prossimità degli ingressi) con basse temperature esterne, comporta l'uso di sali fondenti come all'esterno.

#### **5.4.10 Smaltimento acque meteoriche**

La pulizia e gli eventuali lavori di prevenzione e di riparazione che si rendessero necessari, dei pozzetti e degli scarichi orizzontali, possono comprendere:

- scoperchiatura dei pozzetti, effettuata con attrezzature d'uso idonee e con ogni cura per non danneggiare i chiusini stessi, i telai o la zona di pavimentazione circostante.
- spurgo e lavaggio dei pozzetti compresi i raccordi di immissione e le bocchette (si consiglia l'immissione di acqua a forte pressione e contemporaneamente l'aspirazione del materiale melmoso).
- pulizia di cunette, fossi di guardia, fognature orizzontali, effettuata sia a mezzo di tubazioni d'acqua a forte pressione, sia con strumenti idonei per l'asportazione di ogni incrostazione o residuo.
- accurata verifica per controllare la perfetta efficienza e la funzionalità dei manufatti di canalizzazione orizzontale per lo smaltimento delle acque in modo da eliminare, ove possibile, ogni infiltrazione di acqua e difetto di tenuta.
- verifica del piano di calpestio e della impermeabilizzazione dei cunicoli, al fine di controllarne la stabilità e la tenuta.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 29 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

#### **5.4.11 Grigliati metallici**

Si riportano di seguito le operazioni da eseguire, in sede di manutenzione ordinaria, di tali elementi:

- ispezione ed eventuale pulizia delle griglie;
- verifica e sistemazione delle giunzioni, mediante l'utilizzo di materiali analoghi a quelli preesistenti;
- ispezione e verifica degli ancoraggi e dei collegamenti dei grigliati metallici, con sistemazione e ripristino degli stessi, ove mancanti o deteriorati.

#### **5.4.12 Pavimentazioni 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 che originano gli stessi. A tal fine, nel seguito è riportata una 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. Questo fenomeno è causato da fenomeni di ritiro del conglomerato bituminoso e dai cicli termici ed è dipendente da 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. In casi particolari, gli avvallamenti possono essere ricondotti a fenomeni di instabilità di versante sui quale è necessario;
- 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 elementi contigui oppure è causata dall'assestamento del sottofondo della pavimentazione o dall'azione del gelo o ancora dalla variazione di volume del sottofondo;
- lesioni longitudinali e trasversali: per tali si intendono le lesioni parallele all'asse e perpendicolari rispettivamente. Esse sono dovute alla contrazione del conglomerato bituminoso, che si genera alle basse temperature, o al richiamo di lesioni sottostanti delle lastre di cls non corrispondenti dei giunti;
- deterioramento dei rappezzi: 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 nell'asportazione di materiale di uno o 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, deve essere eliminata mediante interventi che possono 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

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 30 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

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 del grado 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.

#### **5.4.13 Altri aspetti della manutenzione ordinaria**

Ulteriori operazioni di manutenzione ordinaria, dovranno riguardare inoltre:

- segnaletica orizzontale e verticale: nelle gallerie è necessario prevedere pulizie più frequenti rispetto all'esterno per la segnaletica verticale ed è necessario prevedere rifacimenti più frequenti e/o con diversa tecnologia per la segnaletica orizzontale.
- ripristino di strutture ed impianti danneggiati da incidenti: a monte di tale attività è, anche molto spesso, necessario svolgere una azione di ispezione per il rilevamento di danni alle strutture, agli impianti ed ai dispositivi di sicurezza ed altri elementi della sede stradale. Per gli impianti è necessaria anche una verifica del corretto funzionamento.

### **5.5 Interventi di manutenzione straordinaria**

Nell'ambito del progetto di ripristino, deve essere scelta la tecnica e/o i materiali più adatti, fissandone i limiti e le caratteristiche per lo specifico lavoro.

#### **5.5.1 Miscela per ripristino e/o protezione di strutture degradate o soggette a degrado**

Scopo del ripristino dei calcestruzzi, è ricreare la sagoma di progetto del manufatto in corrispondenza dei punti degradati o ricostituire i copriferri per effetto dei fenomeni di attacco corrosivo del calcestruzzo. Questo ripristino, dove manchino precise indicazioni di progetto, può essere eseguito con: malta legante in resina epossidica, malta cementizia premiscelata (prefabbricata) a ritiro compensato (reo-plastica), con malta predosata bicomponente a base di leganti cementizi modificati con resine sintetiche, con malta cementizia premiscelata reoplastica fibrorinforzata, senza ritiro, resistente ai solfati.

Indicativamente, è sempre preferibile usare le malte a legante cementizio o prevalentemente cementizie, rispetto a quelle a matrice sintetica, queste ultime da usare solo in casi particolari ovvero quando si richiedono resistenze molto elevate in tempi brevi, per quantità molo limitate.

L'uso di malte a legante totalmente sintetico è sconsigliato poiché i coefficienti di dilatazione di questi materiali sono molto diversi rispetto a quelli del calcestruzzo. È necessario, inoltre, sottolineare che, in caso di applicazione in ambiente esterno, l'azione degli U.V. invecchia rapidamente ed rende fragili molte tipologie di malte sintetiche.

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

- malte premiscelate reo-plastiche a ritiro compensato:
  - placcature a sbruffo, a basso spessore (fino a 3-4cm), su strutture massicce e soggette prevalentemente a compressione (esempio tipico: pareti, giunti di placcatura in galleria) da usare con rete elettrosaldata per compensare le espansioni;
- betoncini reo-plastici a ritiro compensato:

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 31 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

- ottenuti per miscelazione di una malta o boiaccia reoplastica con inerti selezionati: ripristini di solette, getti in cassaforma di dimensioni ridotte (fino a 10cm);
- malte predosate bicomponenti 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 (intonaco protettivo) di massimo 2cm 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 reo-plastiche a ritiro compensato, fibrorinforzate ad alta duttilità, da usare per collaggio 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'utilizzo di questi materiali è prescritto per grossi getti di ripristino, comunque di spessori non inferiori a 10cm 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.

#### 5.5.1.1 Idro-demolizione

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

Gli idro-demolitori devono essere corredati da idonee attrezzature per la demolizione, anche con comando a distanza, sistemi di prerogolazione e metodi per la compensazione dei rinculi. Devono, inoltre, essere corredati da sistemi di sicurezza e protezione dagli elementi di calcestruzzo demolito.

Sono da preferire i sistemi tarabili sulla resistenza massima del calcestruzzo da demolire, in modo da eliminare automaticamente il solo materiale degradato (ovvero al di sotto di una certa classe di resistenza a compressione caratteristica).

Al fine di dimensionare correttamente l'intervento e di gestire conseguentemente i costi, definire a priori lo spessore medio del calcestruzzo da asportare (perché degradato o perché da eliminare per esempio per ricostituire un copriferro deteriorato) in modo da non spingere troppo le demolizioni, senza nessun miglioramento del risultato di ripristino, tuttavia con incremento notevole del costo dell'intervento.

#### 5.5.1.2 Trattamenti prima del ripristino

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

#### Preparazione delle superfici da ripristinare

Le superfici da ripristinare, vengono preparate asportando preliminarmente il calcestruzzo degradato. Nel caso in cui non si utilizzi la tecnica dell'idro-demolizione, al fine di ottenere un calcestruzzo sano, pulito e compatto e portare le armature al bianco, è necessario: asportare piccole parti residue in fase di distacco, rimuovere

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 32 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

l'ossido eventualmente presente sui ferri di armatura, rimuovere le polveri e le impurità, le tracce di grassi e oli, i sali aggressivi. A tal fine, le superfici vengono trattate con le seguenti tecniche: sabbiatura a secco, idro-sabbiatura, spazzolatura, getto di vapore d'acqua a 100°C ad una pressione di 7-8 bar.

Il sistema di pulizia del sottofondo viene 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, devono essere trattati con opportuno inibitore di corrosione, avente la specifica funzione di impedire o ritardare la formazione di nuovo ossido. L'inibitore usato non deve alterare l'aderenza tra la malta di ripristino ed il ferro trattato.

#### Mano di attacco per malte di resine epossidiche

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

Si deve tenere presente l'influenza della temperatura e dello stato fisico del prodotto, poiché 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 deve essere lasciato 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 procede successivamente alla messa in opera della mano d'attacco usando pennelli o spazzole. Solo quando la resina diviene pastosa per un principio di gelificazione, è possibile passare alla lavorazione successiva.

#### 5.5.1.3 Messa in opera delle miscele di ripristino

##### Uso di malte e calcestruzzi cementizi premiscelati a ritiro compensato

Le miscele reo-plastiche a ritiro compensato, fornite già premiscelate a secco, devono essere impastate in idonei miscelatori con il minimo quantitativo di acqua indicato dalla casa produttrice. Esse devono essere 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, tuttavia sono accettabili anche temperature comprese tra 10°C 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 devono essere armate usando rete metallica elettrosaldata delle dimensioni (sezioni del filo e larghezza di maglia) stabilite nel progetto di ripristino, per compensare il ritiro igrometrico e le azioni espansive della malta stessa. Esse possono 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.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 33 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

Data l'influenza del tenore d'acqua sulle proprietà delle malte, è necessario evitare con la massima cura che esso si modifichi durante la maturazione del getto. Poiché 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 deve essere bagnato a rifiuto con acqua prima dell'applicazione del rivestimento.

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

Nel caso delle malte pure, la posa in opera avviene tramite sbruffatura (a cazzuola o con idonea attrezzatura di spruzzo). Dopo un certo tempo, dipendente dalle condizioni climatiche, segue la fratazzatura. Indicativamente, la malta viene fratazzata quando non aderisce più al leggero tocco di mano (ciò al fine di evitare fessure di ritiro dovute ad eccesso d'acqua superficiale). In generale la fratazzatura è da evitare quando possibile.

Nel caso di impiego di casseforme, ove richiesto, devono essere evitate quelle di legno a causa della loro porosità, a meno che non siano state rese impermeabili con idonee sostanze o trattamenti.

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

Non è 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 deve aggiungere 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 raggiunge consistenza plastica, è possibile mettere in opera la malta di resina epossidica.

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

Possono essere accettati prodotti premiscelati, per esempio di resina ed inerti, cui è sufficiente aggiungere il solo catalizzatore. È necessario evitare, 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 deve essere proporzionale alla dimensione del ripristino e non deve, in ogni caso, superare i 5mm.

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 34 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

La messa in opera avviene con spatole avendo 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, deve essere protratta sino ad ottenere un impasto ben amalgamato, privo di grumi. I diversi tipi di malte cementizie predosate bicomponente, 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°C e 40°C. Fuori da tali intervalli, l'applicazione del prodotto può avvenire solo previo esami di verifica e con l'adozione di particolari accorgimenti indicati dal produttore dei materiali.

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

Il sottofondo deve 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 può 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 anti-evaporante da applicarsi a spruzzo.

L'anti-evaporante può essere impiegato solo quando non sono previsti rivestimenti successivi. Diversamente, si dovrà accertare se il successivo rivestimento sia in grado di aderire allo strato anti-evaporazione.

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, può essere eseguita qualche giorno dopo l'esecuzione dei ripristini stessi, in funzione delle condizioni ambientali.

*Malte premiscelate reo-plastiche 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 e preconfezionate in pacchetti legati con colle idrosolubili o altri sistemi che

<i>Codifica:</i> LO716CE1901T00EG00MANRE01A	Affidamento a CG - PIANO DI MANUTENZIONE	<i>Data:</i> 15/04/2019	<i>Pag.</i> 35 di 35
--	--	----------------------------	-------------------------

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°C e 40°C.

Nel caso in cui la temperatura dell'ambiente sia molto bassa (5°C-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°C-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 anti-evaporante 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.

<i><b>TIPO DI LAVORO</b></i>	<i><b>CONSISTENZA SUGGERITA</b></i>	<i><b>SPANDIMENTO ASTM C 230 (%)</b></i>	<i><b>LITRI DI ACQUA PER SACCO DI MALTA</b></i>
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 può 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 normate e su indicazioni di progetto; ogni composizione proposta deve 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 deve ad essa attenere rigorosamente, comprovando questa osservanza con esami periodici commisurati alle quantità di materiale prodotto.