



DIPARTIMENTO VII - VIABILITA' E INFRASTRUTTURE VIARIE

PRUSST ASSE TIBURTINO

RADDOPPIO VIA TIBURTINA FINO AL C.A.R.
ALLARGAMENTO VIA TIBURTINA A 4 CORSIE
DA ALBUCCIONE FINO AL C.A.R.

PROGETTO ESECUTIVO

1° LOTTO FUNZIONALE DAL Km 1+788 AL Km 3+227

**RELAZIONI SPECIALISTICHE
PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA**

ELABORATO

1.160

COD. ELABORATO:

ATEGERL09A

NOME FILE:

1.160_ATEGERL09A.doc

SCALA

-

**RESPONSABILE
DELL'ISTRUTTORIA**

Dott. Ing. ANDREA RUGGERI

PROGETTISTA



**COORDINATORE DEL GRUPPO
DI PROGETTAZIONE:**

ING. F. NICCHIARELLI

PROGETTISTI:

**ING. G. PIAZZA
ING. M. DI GIROLAMO
ARCH. M. ROSSI
ING. E. DI PLACIDO
ING. S. ZANNOTTI
ING. A. SCHIRRIPIA
DIS. A. MARONCELLI**

**GEOLOGIA:
DOTT. GEOL. M. LANZINI**

**IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO
RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO**
Dott. Ing. CLAUDIO DI BLAGIO

N.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
0	OTTOBRE-2018	EMISSIONE	COIA	SALVAGO	NICCHIARELLI
1	--.--	—	—	—	—
2	--.--	—	—	—	—
3	--.--	—	—	—	—
4	--.--	—	—	—	—

Sommario

1.	PREMESSE	4
1.1	BANCA DATI.....	5
1.2	ARTICOLAZIONE DEL PIANO DI MANUTENZIONE.....	6
1.3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
1.4	IDENTIFICAZIONE E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	9
1.4.1	Inquadramento generale	9
1.4.2	Descrizione del progetto	10
1.4.3	Opere d'arte.....	13
1.4.4	Opere di drenaggio della carreggiata e dei recapiti disponibili	14
1.4.5	Drenaggio esterno alla piattaforma stradale	14
1.4.6	Drenaggio interno alla piattaforma stradale.....	15
2.	MANUALE D'USO.....	16
2.1	GENERALITÀ.....	16
2.2	LE ISPEZIONI PERIODICHE.....	16
2.2.1	Rapporto di esame visivo	17
2.2.2	Scheda dati storici.....	18
2.2.3	Procedure di ispezione e individuazione dei difetti	18
2.3	STRUMENTI DI CONTROLLO.....	20
2.3.1	Prova diretta su carote	21
2.3.2	Prova di estrazione o pull-out test	22
2.3.3	Prova penetrometrica o metodo Windsor	22
2.3.4	Misure Sclerometriche	22
2.3.5	Metodo ad ultrasuoni.....	23
2.3.6	Misure combinate microsismiche e sclerometriche	23
2.3.7	Misura del potenziale di corrosione	23
2.3.8	Prelievo di polveri e microcarote per analisi chimiche.....	24
2.3.9	Rilevamento magnetico delle barre di armatura	24
2.3.10	Indagini radar.....	25
2.4	RISULTATI DEI CONTROLLI E ANALISI DEI DATI	27
2.4.1	Valori di soglia	27
2.4.2	Analisi delle cause di degrado.....	29
2.4.3	Individuazione degli interventi.....	30
2.4.4	Analisi dei vincoli e delle priorità.....	30
3.	MANUALE DI MANUTENZIONE	32
3.1	GENERALITÀ	32

3.2	<i>SCELTA DI INTERVENTI ALTERNATIVI</i>	34
3.3	<i>VERIFICA INTERVENTI DI MANUTENZIONE.....</i>	34
3.4	<i>PERIODICITÀ DELLA MANUTENZIONE ORDINARIA</i>	35
4.	MANUALE DI MANUTENZIONE - IMPIANTI.....	36
4.1	<i>ANOMALIE RISCONTRABILI PER GLI IMPIANTI TECNOLOGICI.....</i>	36
4.2	<i>RISORSE NECESSARIE PER GLI INTERVENTI MANUTENTIVI.....</i>	36
4.3	<i>MANUTENZIONI ESEGUIBILI DIRETTAMENTE DALL'UTENTE</i>	37
4.4	<i>MANUTENZIONI DA ESEGUIRE A CURA DI PERSONALE SPECIALIZZATO....</i>	38
4.4.1	<i>Vano tecnico.....</i>	38
4.4.1.1	<i>Apparecchiature elettriche.....</i>	38
4.4.1.2	<i>Quadri di BT</i>	38
4.4.1.3	<i>Apparecchiature elettriche di qualunque tipo.....</i>	39
4.4.1.4	<i>Impianti di messa a terra ed equipotenziale</i>	39
4.4.1.5	<i>Organi di sicurezza, protezione, regolazione automatica ed indicatori per impianti diversi.....</i>	40
4.4.2	<i>Impianti di illuminazione</i>	40
4.4.2.1	<i>Corpi illuminanti.....</i>	40
4.4.2.2	<i>Quadri elettrici.....</i>	41
4.4.3	<i>Frequenze d'intervento</i>	42
5.	MANUALE DI MANUTENZIONE – OPERE CIVILI	44
5.1.	<i>PREMESSA</i>	44
5.2.	<i>OPERAZIONI PROGRAMMATE DI MANUTENZIONE PERIODICA</i>	44
5.3.	<i>OPERAZIONI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA</i>	44
5.4.	<i>INTERVENTI DI MANUTENZIONE ORDINARIA SULLE OPERE DI PROGETTO</i>	45
5.4.1	<i>Strutture in c.a.</i>	45
5.4.1.1	<i>Fondazioni.....</i>	45
5.4.1.2	<i>Strutture in elevazione.....</i>	46
5.4.1.3	<i>Rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche.....</i>	47
5.4.2	<i>Opere minori.....</i>	49
5.4.2.1	<i>Opere in c.a.</i>	49
5.4.2.2	<i>Elementi in metallo</i>	50
5.4.2.3	<i>Grigliati metallici.....</i>	50
5.4.2.4	<i>Drenaggi</i>	51
5.4.3	<i>Smaltimento acque meteoriche</i>	51
5.4.4	<i>Opere a verde.....</i>	53
5.4.5	<i>Scarpate</i>	56
5.4.6	<i>Danneggiamenti.....</i>	56
5.4.7	<i>Strutture metalliche.....</i>	57
5.4.8	<i>Pavimentazioni flessibili</i>	57
5.4.9	<i>Segnaletica orizzontale e verticale</i>	59
5.4.10	<i>Barriere di sicurezza.....</i>	60
6.	PROGRAMMA DI MANUTENZIONE	63
6.1	<i>OBIETTIVI DEL PROGRAMMA DI MANUTENZIONE.....</i>	63

6.2	<i>STRUTTURA DEL PROGRAMMA DI MANUTENZIONE</i>	<i>64</i>
6.3	<i>CLASSIFICAZIONE DEI PROGRAMMI</i>	<i>65</i>
6.3.1	<i>Sottoprogramma dei controlli: Programma delle Ispezioni</i>	<i>65</i>
6.3.2	<i>Sottoprogramma degli interventi di manutenzione.....</i>	<i>67</i>
6.3.3	<i>Sottoprogramma delle prestazioni o di conduzione.....</i>	<i>70</i>
6.3.4	<i>Schede programma di manutenzione degli impianti tecnologici</i>	<i>71</i>
6.3.4.1	<i>SCHEDA PM.1 - IMPIANTO ELETTRICO UTILIZZATORE</i>	<i>72</i>
6.3.4.2	<i>SCHEDA PM.2 - IMPIANTO ELETTRICO UTILIZZATORE</i>	<i>73</i>
6.3.4.3	<i>SCHEDA PM.3 - IMPIANTO ELETTRICO UTILIZZATORE</i>	<i>75</i>
6.3.4.4	<i>SCHEDA PM.4 - IMPIANTO DI TERRA DI PROTEZIONE</i>	<i>76</i>
6.4	<i>ORGANIZZAZIONE E RESPONSABILITÀ DEL PERSONALE</i>	<i>78</i>

1. PREMESSE

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

Il presente “Piano di manutenzione”, descrive le metodologie di sorveglianza e manutenzione delle opere e degli impianti relativi ai lavori “*Prusst Asse Tiburtino – Raddoppio Via Tiburtina fino al CAR - Allargamento Via Tiburtina a 4 corsie da Albuccione fino al CAR - 1° lotto funzionale dal Km 1+788 AL Km 3+227*” nella Città Metropolitana di Roma Capitale, ed è finalizzato ad ottenere gli strumenti idonei per operare in forma programmata.

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

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

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

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 "Piano di manutenzione" devono essere i seguenti:

- costituzione e gestione di una *banca dati* relativa alle caratteristiche strutturali delle opere e dei relativi materiali costituenti, alla loro vita, ai loro degradi, ai dati acquisiti dalle ispezioni periodiche e straordinarie e agli interventi di manutenzione;
- messa a punto di *sistemi di controllo visivo e strumentale*, idonei a verificare lo stato delle strutture e ad evidenziare e misurare eventuali anomalie;
- messa a punto della *programmazione* di verifica delle opere, dell'eventuale monitoraggio di alcuni componenti, degli interventi di manutenzione periodica;
- 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

Un 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 ammaloramenti, per la valutazione della necessità e priorità di intervento in ripristino, 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 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, di ispezione, in maniera omogenea; allo scopo si possono prevedere 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 “Piano di Manutenzione” secondo quanto previsto dall’art. 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 “Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163”, è costituito dai tre documenti operativi di seguito richiamati, con le rispettive finalità sinteticamente descritte:

1) Il “**Manuale d’Uso**”: fornisce un insieme di informazioni che permettono di conoscere le modalità di fruizione e gestione del bene, al fine di evitarne il degrado anticipato.

Il “Manuale d’Uso”, pertanto, deve:

- 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.

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

2) Il “**Manuale di Manutenzione**”: fornisce le indicazioni necessarie alla corretta manutenzione delle opere e degli impianti, individuandole puntualmente per le diverse parti e componenti di essa e in relazione alle caratteristiche dei materiali costituenti.

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

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

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

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

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

- 3a) 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.
- 3b) Sottoprogramma dei Controlli, che definisce il programma delle verifiche e dei controlli, al fine di rilevare lo stato delle opere e degli impianti in vari momenti della vita del bene, individuando i degradi e la dinamica delle cadute prestazionali.
- 3c) 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.

Il programma di manutenzione, il manuale d'uso ed il manuale di manutenzione 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.

1.3 Normativa di riferimento

I riferimenti normativi specifici di cui si è tenuto conto nell'elaborazione del presente piano di manutenzione e dei quali si dovrà tener conto in fase gestionale delle opere, sono:

- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 “Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163”
- Circolare Ministero LL.PP. n°7938 del 6-12-1999 sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali con particolare riferimento ai veicoli che trasportano materiali pericolosi
- D.M. LL.PP. 9 giugno 1995 – 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.
- Direttive Ministero LL.PP. 24 ottobre 2000 sulla corretta e uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica e criteri per installazione e la manutenzione.
- D.Lgs. n°626 del 19-09-1994 e s.m.i. – manutenzione (art. 3 comma r)
- D.Lgs. n°494 del 14-08-1996 e s.m.i. (prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei e mobili (durante lo svolgimento della manutenzione – obbligo del POS)
- D.P.R. 24-11-2001 n° 474. D.Lgs (15-1-2002 n°9) (Nuovo Codice della Strada e Regolamento).
- Norma C.E.I. – 0-10 – 2002/02. Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.
- UNI 10144 Manutenzione – Classificazione dei servizi di manutenzione
- UNI 10145 Manutenzione – Definizione dei fattori di valutazione delle imprese fornitrici di servizi di manutenzione
- UNI 10146 Manutenzione – Criteri per la formulazione di un contratto
- UNI 10147 Manutenzione – Terminologia
- UNI 10148 Manutenzione – Gestione di un contratto di manutenzione
- UNI 10224 Manutenzione – Principi fondamentali della funzione della manutenzione
- UNI 10366 Manutenzione – Criteri di progettazione della manutenzione

- UNI 15341/2007 Manutenzione – Indici di manutenzione
- UNI 10449 Manutenzione – Criteri per la formulazione e gestione del permesso di lavoro
- UNI 10584 Manutenzione – Sistema informativo di manutenzione
- UNI 115331/2011 - Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi manutenzione di immobili
- UNI 10685 Criteri per la formulazione di contratti global service
- UNI 10874 Criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione

1.4 Identificazione e descrizione dell'intervento

1.4.1 Inquadramento generale

L'intervento in oggetto ricade nel territorio del Comune di Guidonia-Montecelio. Si tratta dell'adeguamento della S.R. 5 Tiburtina a 4 corsie nel tratto che va dalla "Rotatoria Zona Industriale", fino alla rotatoria esistente in zona Setteville nei pressi del C.A.R. al km 16+800.

La sezione di via Tiburtina è attualmente a 2 corsie (una per senso di marcia) con una larghezza di piattaforma che varia dagli 8 metri circa ai 12 m.

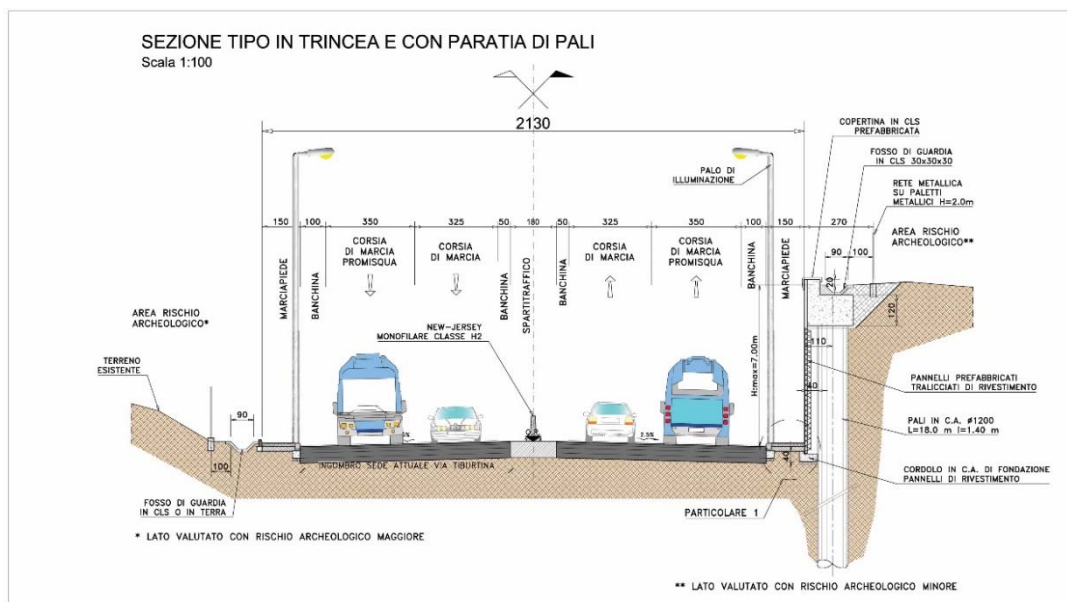
Il progetto ne prevede l'allargamento a 4 corsie (due per senso di marcia) con uno spartitraffico nel mezzo e un marciapiede di 1.50 m per lato; il tutto per una larghezza di piattaforma minima pari a 21.30 m.

La S.R. Tiburtina è attualmente riconducibile ad un tipo "C" strada extraurbana secondaria, tuttavia in considerazione del futuro assetto urbanistico dell'area, che prevede significative edificazioni a carattere sia residenziale che industriale e commerciale, e della vicinanza dei centri abitati di Setteville e Castell'Arcione ubicati agli estremi del tracciato, si è stabilito di adottare una configurazione geometrica conforme alla sezione tipo "D" strada urbana di scorrimento.

Si individuano di seguito le caratteristiche geometriche minime della sezione tipo adottata e dell'asse stradale:

- larghezza minima delle corsie 3,25 m
- larghezza minima dello spartitraffico 1,80 m
- larghezza minima delle banchine esterne 1,00 m
- larghezza minima delle banchine interne 0,50 m

- larghezza minima dei marciapiedi 1,50 m
- raggio planimetrico minimo 77 m
- pendenza longitudinale massima 6%.



La pavimentazione stradale, di spessore complessivo pari a 65 cm, è del tipo semirigido in grado di ottimizzare la ripartizione delle tensioni verticali ed orizzontale trasmesse dai veicoli, è costituita da uno strato anticapillare di sottofondazione in misto stabilizzato di spessore 20 cm; da fondazione in misto cementato di spessore 20 cm; uno strato di base in conglomerato bituminoso di spessore 14 cm; binder in conglomerato bituminoso di spessore 7 cm ed il tappetino di usura drenante e fonoassorbente di spessore 4 cm.

1.4.2 Descrizione del progetto

Il tracciato prevede l'allargamento in sede per uno sviluppo complessivo di circa 1.500 m.

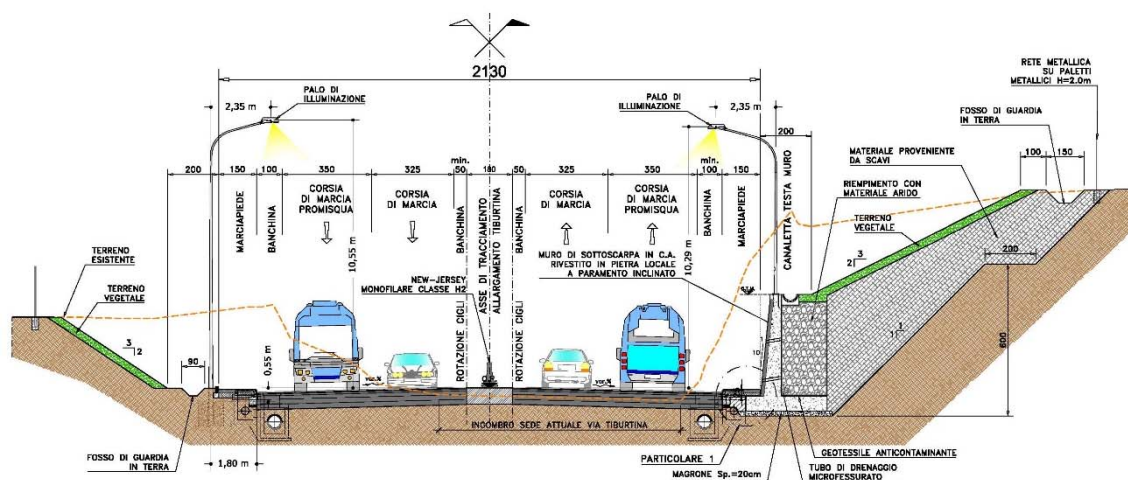
Il tracciato inizia al Km 1+752.90 ove è posizionata la rotonda che permette l'accesso alle zone industriali di S. Sinforosa (a nord e sud della Tiburtina), non inserita nel presente progetto.

La fermata mezzi pubblici direzione Roma, è prevista alla pk. 1+848.00.

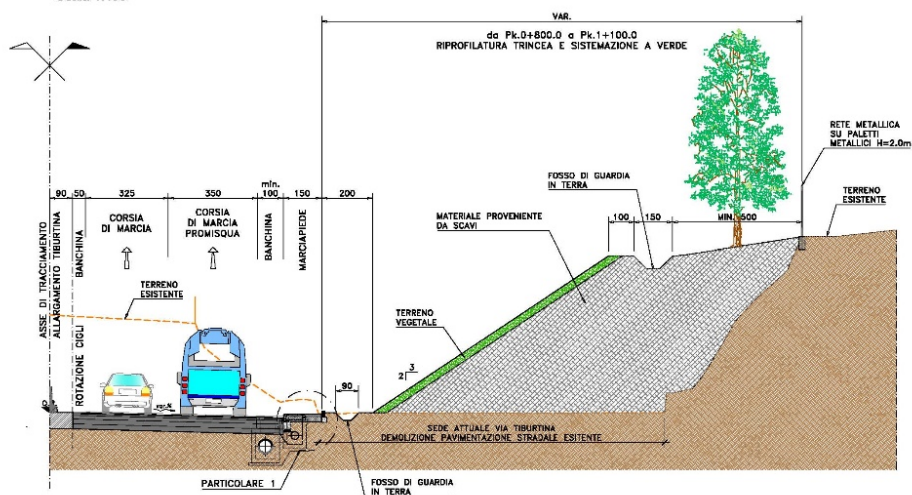
Di qui al Km 2+900 circa si mantiene l'allargamento in destra con muri in c.a. rivestiti in pietra locale, per limitare ove necessario, l'impronta degli scavi. È altresì prevista la naturalizzazione delle scarpate mediante idrosemina e la messa a dimora di filari di essenze arboree ed arbustive a compensazione della naturalità delle scarpate attuali di via Tiburtina come richiesto in sede

di verifica di esclusione da VIA e come riportato nelle apposite tavole delle opere di mitigazione.

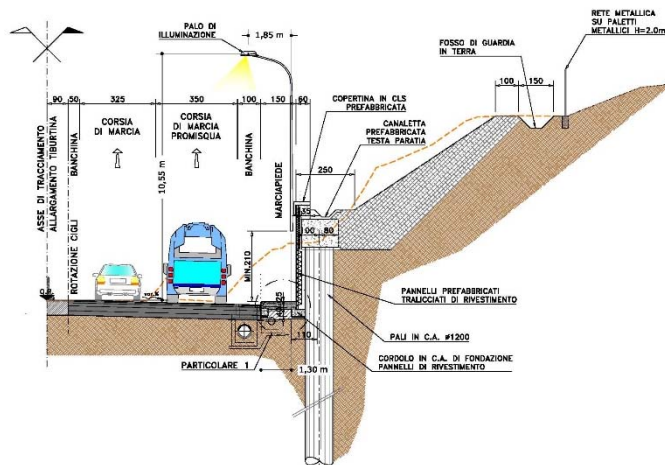
SEZIONE TIPO IN TRINCEA E CON MURI DI SOTTOSCARPA
Scala 1:100



SEZIONE TIPO IN TRINCEA CON RIPROFILATURA
Scala 1:100



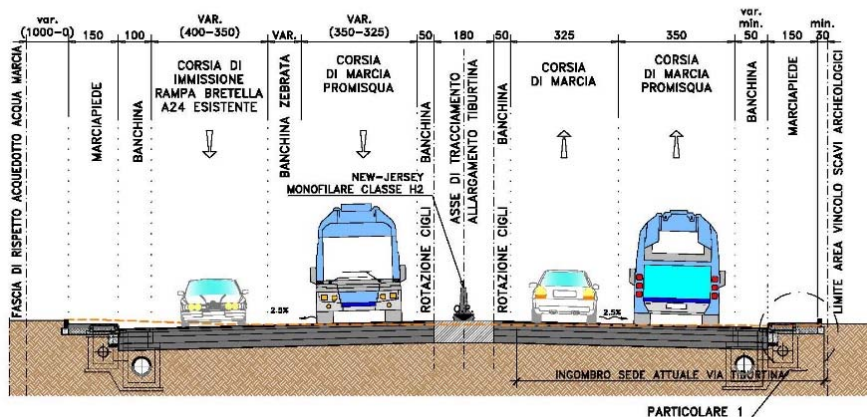
SEZIONE TIPO IN TRINCEA CON PARATIA DI PALI
Scala 1:100



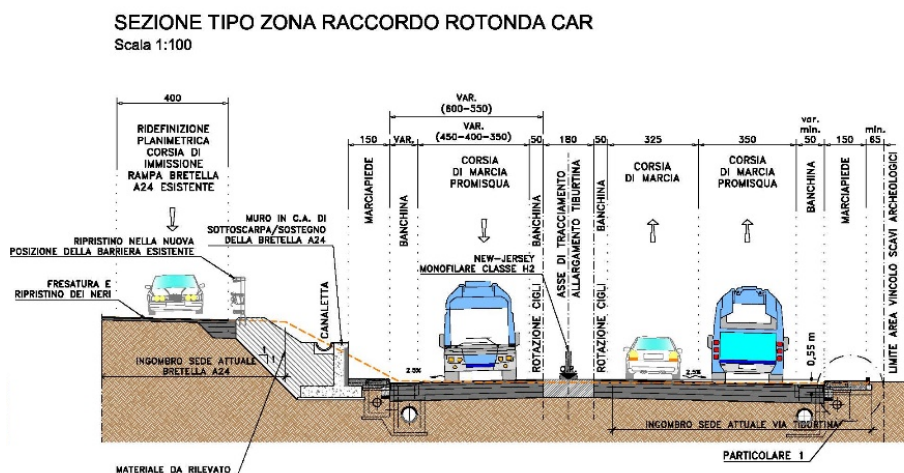
Al Km 2+200.35 è previsto il prolungamento, lato monte, del tombino esistente del fosso Albuccione con uno scatolare in c.a.

Infine l'ultimo tratto prevede l'allargamento della piattaforma esistente prima in destra per non entrare nella fascia di rispetto dell'Acquedotto dell'Acqua Marcia e subito dopo in sinistra per la presenza di una serie di importanti ritrovamenti archeologici venuti alla luce durante i lavori di realizzazione della rotonda CAR esistente e del tratto di immissione della Tiburtina; ciò comporta la realizzazione di un'opera di sostegno in c.a. della rampa proveniente dalla bretella di collegamento all'A24.

SEZIONE TIPO CON RAMPA DI INNESTO BRETELLA
ZONA RACCORDO ROTONDA CAR
Scala 1:100



Alla pk. 3+080.30 è previsto il prolungamento a valle del tombino esistente con uno scatolare in c.a.



1.4.3 Opere d'arte

Le opere d'arte presenti lungo il tracciato del nuovo asse viario, sono:

- Pk. 1+819.77 – 1+980.58 - Muro di sottoscarpa in c.a. a paramento inclinato in dx L = 165.0 m e H=var.(1.25-5.0 m);
- Pk. 1+890.40 – 2+013.85 - Muro di sottoscarpa in c.a. a paramento inclinato in sx L = 120.0 m e H=var.(1.25-2.0 m);
- Pk. 2+200.35 - Prolungamento tombino esistente;
- Pk. 2+250.00 – 2+331.50 - Muro di sottoscarpa in c.a. a paramento inclinato in dx L = 80.0 m e H=var.(1.25-3.0 m);
- Pk. 2+441.85 – 2+885.00 - Muro di sottoscarpa in c.a. a paramento inclinato in dx L = 445.0 m e H=var.(1.25-5.0 m);
- Pk. 2+636.60 – 2+775.00 - Muretto di pulizia in c.a. a paramento verticale in sx L = 140.0 m e H=var.(0.75-1.25 m);
- Pk. 3+010.00 – 3+064.80 - Muro di sostegno/sottoscarpa (rampa Bretella A24) in c.a. a paramento verticale in sx L = 55.0 m e H=var.;
- Pk. 3+080.30 - Prolungamento tombino esistente;

Le paratie sono costituite da pali di diametro 1200 mm, in un caso è stato necessario inserire un ordine di tiranti, i paramenti verticali delle paratie di pali sono rivestiti in pietra locale.

I muri in cemento armato sono tutti del tipo a mensola anch'essi con paramento rivestito in pietrame.

1.4.4 Opere di drenaggio della carreggiata e dei recapiti disponibili

Nelle opere oggetto del presente PE si prevede la realizzazione di un sistema aperto per lo smaltimento delle acque di drenaggio superficiale.

La rete di raccolta delle acque meteoriche è stata progettata tenendo in considerazione sia le caratteristiche plano-altimetriche del nuovo tracciato di progetto (che sostanzialmente ribatte le quote attuali di via Tiburtina trattandosi di un allargamento in sede), sia l'andamento morfologico dei terreni che esso attraversa.

L'attuale Tiburtina, nel tratto oggetto di allargamento, presenta una serie di interferenze con il reticolo idrografico esistente caratterizzato da fossi naturali (intubati per alcuni tratti) che fanno parte del bacino più esteso del fiume Aniene, al quale confluiscono in destra idrografica. Tali interferenze sono già state risolte in passato mediante opere idrauliche di sottoattraversamento stradale caratterizzate da tombini scatolari. Per alcuni di tali attraversamenti è stato previsto in tale sede il prolungamento, in adeguamento all'allargamento della sede stradale, ed in continuità con l'attuale stato delle conoscenze.

Tali fossi sono stati pertanto considerati come recapito finale delle acque di piattaforma, mediante adeguato allaccio della rete idraulica di progetto.

1.4.5 Drenaggio esterno alla piattaforma stradale

Allo scopo di preservare l'attuale regimazione del deflusso delle acque piovane esternamente alla sede viaria, è stata prevista una rete di fossi di guardia in terra alla base dei rilevati ed in testa alle trincee, e adeguamenti degli attuali tombini esistenti, dei quali si riporta il seguente elenco:

UBICAZIONE	NOME
PR. 2+201.90	Fosso Albuccione
PR. 3+083.30	Fosso del Cavaliere

I fossi di guardia previsti sono a sezione trapezoidale, con inclinazione delle sponde 1/1, e di due tipologie: 0.50x0.50x0.50 m al piede dei rilevati e in testa ai muri di controripa, e 0.30x0.30x0.30 m in testa alle paratie, adottati sulla base delle portate stimate al colmo da smaltire. In corrispondenza degli imbocchi di tali fossi ai corsi naturali esistenti si prevede l'inalveazione di questi ultimi mediante materassi Reno o cls, al fine di evitare fenomeni di erosione localizzati.

1.4.6 *Drenaggio interno alla piattaforma stradale*

Sia nei tratti in trincea che nei tratti a raso ed in rilevato si prevede un sistema di caditoie a bocca di lupo, disposte ai margini della carreggiata sotto il marciapiede, a passo variabile tra 10.0 m e 15.0 m. Il collettore principale di raccolta ha diametro variabile da 300 mm fino a 800 mm; le caditoie sono collegate tra loro in maniera continua quando il collettore di raccolta principale ha diametro 300 mm ed è quindi passante. Dal DN400 in su le caditoie sono collegate ogni due (nel caso di interasse 15 m) o ogni tre (nel caso di interasse 10 m) mediante DN300 PEAD, e scaricano in un collettore principale in PEAD affiancato (DN var. 400-800 mm) posto sotto banchina con pendenza pari generalmente a quella longitudinale del ciglio corrispondente, e con pozzetti di ispezione ad interasse 20/30 m.

Tale sistema risulta idoneo per la presenza dei marciapiedi laterali, che non consentono l'adozione di cunette alla francese in c.a. nei tratti in trincea, e scarico diretto nei fossi di guardia nei tratti in rilevato.

Come ausilio alle caditoie a bocca di lupo, sono state previste delle canalette longitudinali in cls a sezione rettangolare, poste in affiancamento ai new-jersey spartitraffico tra corsie a falda unica, al fine di limitare la superficie captante delle caditoie e di evitare allagamenti della piattaforma nel caso di ostruzione dei fori posti alla base dei NJ.

Lo scarico dei collettori è generalmente previsto in corrispondenza dei fossi esistenti, individuati come recapiti nel paragrafo precedente.

2. MANUALE D'USO

Nel presente documento, sono descritti i metodi e i criteri di sorveglianza e controllo, che dovranno costituire una guida per la gestione operativa della manutenzione programmata delle opere e degli impianti relativi ai lavori “*Prusst Asse Tiburtino – Raddoppio Via Tiburtina fino al CAR - Allargamento Via Tiburtina a 4 corsie da Albuccione fino al CAR*” nella Provincia di Roma.

2.1 Generalità

L'attività di sorveglianza oggetto del Piano di Manutenzione si dovrà svolgere, conformemente alle normative esistenti in Italia, sulla base di ispezioni periodiche visive eseguite con cadenza definita, condotte da personale tecnico incaricato specificatamente, e di controlli anche con l'ausilio di strumentazioni e analisi di laboratorio, da parte di personale specializzato.

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

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

2.2 Le ispezioni periodiche

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

Le ispezioni devono essere effettuate da tecnici diplomati, che poi redigono l'apposito “Rapporto di esame visivo” e, con i dati di quest'ultimo, aggiornano una “scheda dati storici” dei controlli, inserendo la data della visita e le eventuali nuove anomalie insorte.

Almeno una volta all'anno, è necessaria la verifica da parte di un ingegnere.

Pertanto, l'insieme della documentazione di base e di quella acquisita nel tempo dovrà andare

a costituire una banca-dati in grado di essere consultata con estrema semplicità, per ottenere in prima istanza, per ciascun impianto, l'insieme dei suddetti due documenti fondamentali:

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

2.2.1 *Rapporto di esame visivo*

Il rapporto dovrà contenere, nella sua parte generale, l'identificazione dell'elemento o dell'impianto esaminato, il numero d'ordine generale, la data di ispezione, l'indicazione dei nomi di chi ha effettuato la visita, i dati identificativi delle fotografie scattate, i dati generali dell'impianto e le successive sezioni allegate alla scheda, relative ai difetti riscontrati in corrispondenza delle singole parti.

Le parti da esaminare dovranno essere raggruppate in base alla loro dislocazione, come di seguito riportato, in modo che risultino facilmente identificabili mediante un codice di semplice estrazione (es: B1 – Apparecchi illuminanti):

A OPERE IN C.A.

- 1 Opere di fondazione
- 2 Muri in c.a.
- 3 Paratie in c.a.
- 4 Opere minori in c.a.

B IMPIANTI E OPERE CONNESSE

- 1 Apparecchi illuminanti
- 2 Cabine, quadri elettrici e apparati di potenza
- 3 Impianto di terra e protezione

C OPERE ESTERNE

Opere stradali

- 1 Pavimentazioni
- 2 Segnaletica
- 3 Barriere

Opere Idrauliche

- 4 Fossi di guardia, cunette, canali
- 5 Pozzetti e tubazioni
- 6 Tombini idraulici

Opere esterne

- 7 Opere a verde
- 8 Canalette
- 9 Vegetazione

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.

2.2.2 Scheda dati storici

La “scheda dati storici”, che come detto è finalizzata a reperire e raccogliere tutti i dati conoscitivi a partire dal progetto e dalle modalità di realizzazione dell’opera, sino allo stato attuale, è redatta e aggiornata periodicamente per ciascun elemento o impianto, e contiene le seguenti informazioni:

- individuazione dell’elemento o dell’impianto;
- periodo di costruzione e vicende ad esso collegate;
- materiali costituenti l’elemento o l’impianto;
- 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 dell’impianto i cui difetti hanno subito delle variazioni rispetto all’ispezione precedente, che cosa è effettivamente variato, il n° della scheda di rilevamento;
- successione cronologica degli interventi significativi di manutenzione, con la relativa data, tipologia e ubicazione.

2.2.3 Procedure di ispezione e individuazione dei difetti

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, le finiture e gli impianti, onde accertare ogni fatto nuovo e l'insorgere di eventuali anomalie esterne; in tal caso si dovranno annotare in maniera convenzionale tutti i difetti riscontrati.

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

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

1) *DIFETTI LEGATI ALL'ACQUA*

- infiltrazioni diffuse sulla superficie
- infiltrazioni in corrispondenza di punti singolari

2) *DIFETTI DEL CALCESTRUZZO*

- ammaloramento e/o distacchi superficiali del calcestruzzo
- copriferro insufficiente
- lesioni del calcestruzzo

3) *DIFETTI PARTI METALLICHE*

- ferri d'armatura: ossidazioni, riduzioni sezione resistente
- supporti di ancoraggio: allentamento e/o rottura perni o bulloni
- lesioni o "cricche" di saldatura
- svergolamento flessione, deformazione elementi strutturali
- sfogliamento vernice, ossidazione

4) *DIFETTI ELEMENTI VARI*

- ostruzione e/o rottura elementi di scarico e raccolta acque
- vegetazione eccessiva

5) *DIFETTI PAVIMENTAZIONI*

- lesioni longitudinali o trasversali
- avvallamenti o rigonfiamenti
- fessurazioni a blocchi, buche, deterioramenti, ecc.

6) *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

Per la valutazione corretta ed univoca dei risultati delle visite, effettuate anche da personale diverso, è di fondamentale importanza uniformare in maniera razionale le procedure di classificazione dei diversi tipi di ammaloramento e dei parametri più significativi per la loro descrizione ed il loro controllo, e riportare la descrizione del degrado rilevato e tutte le informazioni utili all'individuazione sia delle cause, sia degli eventuali interventi da eseguire successivamente, quali l'ubicazione, la sua estensione, la tipologia, l'ambiente e il tipo di struttura ove si sono manifestati ed eventuali altre osservazioni particolari a cura del rilevatore.

2.3 Strumenti di controllo

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

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

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

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

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

FUNZIONE	STRUMENTO
Determinazione resistenza a compressione cls	<ul style="list-style-type: none">➤ Prova diretta su carote➤ Prova di estrazione (Pull-out test)➤ Prova penetrometrica (Metodo Windsor)➤ Sclerometro
Determinazione modulo elastico	<ul style="list-style-type: none">➤ Rilevatori ultrasonori
Analisi stato corrosivo e classificazione del degrado	<ul style="list-style-type: none">➤ Misura del potenziale di corrosione➤ Prelievo di polveri e microcarote per analisi chimiche
Rilievo armature	<ul style="list-style-type: none">➤ Rilevamento magnetico delle barre di armatura (Pacometro)
Rilevo discontinuità, stratigrafie, umidità, difetti puntuali	<ul style="list-style-type: none">➤ Indagini radar

Prove in situ da eseguire per effettuare i controlli

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

2.3.1 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.

Nella fase di prelievo, è necessario ridurre al minimo il danneggiamento dovuto al prelievo stesso.

La prova di resistenza a compressione, viene eseguita in conformità alla UNI EN 12390-3/2009. Tali prove devono (legge n. 1086 del 5 novembre 1971, D.M. 9 gennaio 1996) essere eseguite presso i laboratori ufficiali o autorizzati, che garantiscono affidabilità, indipendenza e qualità.

2.3.2 *Prova di estrazione o pull-out test*

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

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

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

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

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

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

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

2.3.3 *Prova penetrometrica o metodo Windsor*

Consiste nell'infiggere nel calcestruzzo una sonda di dimensioni standard, “sparata” da una pistola mediante una carica calibrata. La correlazione fra la profondità di penetrazione e la resistenza, è fornita dalla ASTM C 803.

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

2.3.4 *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 cls.

2.3.5 *Metodo ad ultrasuoni*

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

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

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

2.3.6 *Misure combinate microsismiche e sclerometriche*

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

2.3.7 *Misura del potenziale di corrosione*

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

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

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

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

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

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

La normativa di riferimento per l'esecuzione prova, è l’ASTM C 876.

2.3.8 *Prelievo di polveri e microcarote per analisi chimiche*

Al fine di individuare e classificare il tipo di degrado, si possono eseguire analisi chimiche o diffrattometriche sui materiali prelevati dalla struttura ed effettuare prove colorimetriche in situ. Le analisi chimiche sono mirate alle determinazioni dei solfati, dei cloruri, degli alcali, alle variazioni di pH ed alla classificazione, insieme agli esami mineralogici, del degrado; pertanto, è necessario pianificare diffusi prelievi di polveri e di microcarote, da sottoporre alle analisi.

2.3.9 *Rilevamento magnetico delle barre di armatura*

Il rilevamento magnetico consente un’esatta determinazione - non distruttiva - della posizione e del diametro delle armature di un elemento strutturale in calcestruzzo armato e risulta della

massima utilità in ogni caso in cui occorra confrontare i dati di progetto con lo stato attuale e non sia consentito, o consigliabile, effettuare indagini di tipo distruttivo.

I «pacometri», o magnetoscopi sono strumentazioni che si basano su fenomeni elettromagnetici e consentono tali determinazioni con buona approssimazione, purché il copriferro delle barre non superi i 15-20 cm.

La valutazione del diametro dei ferri è possibile con un grado di approssimazione tanto più esatto, quanto minore è la copertura del ferro.

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

2.3.10 *Indagini radar*

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

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

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

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

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

profondità.

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

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

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

- 1) Array a 600 MHz, capace di acquisire due canali monostatici ed un canale bistatico (fondo scala di 96 nsec). Il sensore a media frequenza è quello che consente di ottenere le migliori prestazioni in termini di bilancio tra risoluzione (circa 15 cm per terreno medio), rapporto segnale/clutter e portata nel sito in esame
- 2) Singola antenna a 200 MHz. L'antenna a bassa frequenza, consente la massima portata ed un buon rapporto segnale/clutter su alcune anomalie (per "clutter" si definisce l'eco ricevuto dal terreno, sorgente primaria di disturbo nella rivelazione delle anomalie presenti nel sottosuolo). Ciò è ottenuto a spese di una minore risoluzione (circa 46 cm in un terreno medio, ove per terreno "medio" si intende un terreno in cui il segnale radar si propaghi con velocità di propagazione media, normalmente stimata a 106 m/s).
Devono essere effettuate scansioni (5 passate a distanza fissa di 1 m) con asse parallelo a quello della galleria.
- 3) Singola antenna a 1200 MHz L'antenna ad alta frequenza, è il sensore che consente la migliore risoluzione (circa 7.5 cm in un terreno medio) a spese di un minore range di indagine.
Devono essere effettuate scansioni (5 passate a distanza fissa di 1 m) con asse parallelo a quello della galleria.

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

2.4 Risultati dei controlli e analisi dei dati

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

- rilievo del sistema;
- acquisizione dei dati;

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

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

2.4.1 Valori di soglia

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

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

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

TIPO DI DEGRADO	SOGLIA D'INTERVENTO OTTIMALE	SOGLIA MINIMA D'INTERVENTO
1) DIFETTI LEGATI ALL'ACQUA		
infiltrazioni in corrispondenza di giunti	Segni di umidità in corrispondenza del giunto	Percolazioni e/o infiltrazioni
infiltrazioni diffuse sulla superficie	Segni di umidità in corrispondenza di una porzione di parete o soletta	Percolazioni e/o infiltrazioni
infiltrazioni in corrispondenza di punti singolari	Segni di umidità	Percolazioni e/o infiltrazioni
2) DIFETTI DEL CALCESTRUZZO		
ammaloramento e/o distacchi superficiali del calcestruzzo	Calcestruzzo con lievi lesioni visibili in superficie	Porzioni di calcestruzzo distaccate
copriferro insufficiente	Andamento dei ferri visibile dalla superficie	Ferro d'armatura scoperto e in vista
lesioni del calcestruzzo	Lesioni visibili < 1 mm	Lesioni visibili > 1 mm
3) DIFETTI PARTI METALLICHE		
ferri d'armatura: ossidazioni, riduzioni sezione resistente	Ferro d'armatura già visibile	Ferro d'armatura scoperto e in vista
supporti di ancoraggio: allentamento e/o rottura perni o bulloni	Elemento ancorato fisso, ma con allentamento di alcuni bulloni	Elemento ancorato non fisso
lesioni o "cricche" di saldatura	Presunti degradi della saldatura	Saldature non integre
svergolamento flessione, deformazione elementi strutturali	Deformazioni riscontrabili da incastri non perfetti	Deformazioni riscontrabili da esame visivo
sfogliamento vernice, ossidazione	Vernice con lesioni visibili superficialmente	Vernice sollevata su area > 10%

4) DIFETTI ELEMENTI DI FINITURA		
ostruzione e/o rottura elementi di scarico e raccolta acque		Formazione di ristagni d'acqua per mancato smaltimento
distacco/degrado cavi di messa a terra	Cavi scoperti	Cavi distaccati o non integri
5) DIFETTI PAVIMENTAZIONI		
lesioni e/o fessurazioni superficiali	Difetti visibili sulla pavimentazione in sito	Mancanza di parti della pavimentazione

2.4.2 *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 degradi significativi; tali diagrammi costituiscono anche la base per l'implementazione di sistemi informatizzati di gestione della manutenzione.

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

2.4.3 *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; in secondo luogo, occorre definire obiettivi e tecniche esecutive dei lavori.

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

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

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

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

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

deve essere eseguito con una certa urgenza.

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

3. MANUALE DI MANUTENZIONE

3.1 Generalità

Per manutenzione s'intende il complesso delle attività tecniche e amministrative, volte a conservare od a ripristinare la funzionalità e l'efficienza di un elemento strutturale, di finitura o di un impianto.

S'intende per funzionalità la sua idoneità ad adempiere le sue attività, ossia a fornire le prestazioni previste, e per efficienza la sua idoneità a fornire le predette prestazioni in condizioni accettabili sotto gli aspetti dell'affidabilità, della economia di esercizio, della sicurezza e del rispetto dell'ambiente esterno ed interno.

Per affidabilità s'intende l'attitudine di un elemento o di un impianto a conservare funzionalità ed efficienza per tutta la durata della sua vita utile, ossia per il periodo di tempo che intercorre tra la messa in funzione ed il momento in cui si verifica un deterioramento od un guasto irreparabile o per il quale la riparazione si presenta non conveniente.

Vita presunta è la vita utile che, in base all'esperienza, si può ragionevolmente attribuire ad un apparecchio o ad un impianto.

Per gli impianti, valgono le seguenti definizioni:

- Deterioramento, quando un apparecchio od un impianto presentano una diminuzione di funzionalità e/o di efficienza
- Disservizio, quando un apparecchio od un impianto vanno fuori servizio
- Guasto, quando un apparecchio od un impianto non sono più in grado di adempiere alla loro funzione
- Riparazione, quando si ristabilisce la funzionalità e/o l'efficienza di un apparecchio o di un impianto
- Ripristino, quando si ripristina un manufatto

- Controllo, quando si procede alla verifica della funzionalità e/o dell'efficienza di un apparecchio o di un impianto
- Revisione, quando si effettua un controllo generale, di un apparecchio o di un impianto, ciò che può implicare smontaggi, sostituzione di parti, rettifiche, aggiustaggi, lavaggi, ecc.

Manutenzione secondo necessità, è quella che si attua in caso di guasto, disservizio o deterioramento.

Manutenzione preventiva, è quella diretta a prevenire guasti e disservizi ed a limitare i deterioramenti.

Manutenzione programmata, è quella forma di manutenzione preventiva, in cui si prevedono operazioni eseguite periodicamente, secondo un programma prestabilito.

Manutenzione programmata preventiva, è un sistema di manutenzione in cui gli interventi vengono eseguiti in base ai controlli eseguiti periodicamente secondo un programma prestabilito.

Rapporti con la conduzione. La manutenzione deve essere in costante rapporto con la conduzione, la quale comprende necessariamente anche alcune operazioni e controlli, indipendenti od in collaborazione con il servizio di manutenzione.

Secondo le norme UNI 8364, la manutenzione è così definita:

- Ordinaria è la manutenzione che si attua in luogo, con strumenti ed attrezzi di uso corrente; si limita a riparazioni di lieve entità, con l'uso di sole minuterie; comporta l'impegno di materiali di consumo di uso corrente o la sostituzione di parti di modesto valore, espressamente previste (cinghiette, premistoppa, guarnizioni, fusibili, ecc.)
- Straordinaria è la manutenzione che non può essere eseguita in loco, o che, pure essendo eseguita in loco, richiede mezzi di particolare importanza (scavi, ponteggi, mezzi di sollevamento), oppure attrezzature o strumentazioni particolari, che necessitano di predisposizioni (prese, inserzioni sulle tubazioni, ecc.) ovvero comporta riparazioni e/o, qualora si rendano necessarie, parti di ricambio, ripristini, ecc. Essa prevede la revisione di apparecchi e/o la sostituzione di apparecchi e materiali per i quali non siano possibili o convenienti, le riparazioni.

Il manuale di manutenzione contiene le seguenti informazioni:

- a) Ubicazione e rappresentazione grafica

- b) risorse necessarie per gli interventi manutentivi
- c) livello minimo delle prestazioni
- d) anomalie riscontrabili
- e) manutenzione eseguibile direttamente dall'utente
- f) manutenzione da eseguire a cura di personale specializzato

3.2 Scelta di interventi alternativi

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

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

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

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

3.3 Verifica interventi di manutenzione

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

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

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

3.4 Periodicità della manutenzione ordinaria

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva degli interventi di manutenzione ordinaria da eseguire, con le relative cadenze periodiche.

OPERAZIONI	CADENZA
OPERE IN C.A., METALLICHE Copriferro, infiltrazioni, fessurazioni Verifica e interventi su carpenterie metalliche Giunti tra pannelli	 Annuale 3 anni Biennale
OPERE IDRAULICHE Pulizia pozzetti, imbocchi, sbocchi, canalette, ecc. Pulizia griglie fisse Ripristino danneggiamenti	 Semestrale Semestrale Semestrale
IMPIANTI ILLUMINAZIONE Pulizia lampade Sostituzione lampade Verifica spie luminose, impianto di terra, accensioni, ecc. con eventuale sostituzione delle parti deteriorate Controllo morsetteria e serraggio connessioni Controllo integrità ed efficienza alimentazione Esecuzione operazioni di manutenzione previste nei manuali dei costruttori	 Semestrale 15 anni Semestrale Semestrale Semestrale Secondo prescrizioni
VARIE Pavimentazione Barriere Corrimano e ringhiere in metallo Segnaletica	 Annuale Annuale Annuale Semestrale

4. MANUALE DI MANUTENZIONE - IMPIANTI

4.1 Anomalie riscontrabili per gli impianti tecnologici

- Collegamenti impropri, mancanza di tensione sui sistemi di controllo e supervisione, contrasto negli interblocchi elettromeccanici, perdita pressione negli interruttori di potenza, corto circuito, sovraccarico, dispersione verso terra, rottura di qualche particolare strumento e/o circuito ausiliario.
- Mancanza di pressione circuiti idraulici delle apparecchiature: perdite nei circuiti o valvole.
- Blocco apparecchiature di tipo diverso: intervento termico, intervento sicurezze, rottura apparecchiature.
- Interventi intempestivi sui quadri elettrici: apertura automatica di interruttori per sovraccarico di corrente, per cortocircuito o per dispersioni verso terra; infiltrazioni di acqua.
- Depotenziamento rete di terra, equipotenziale e contro le sovratensioni: mancata o difettosa connessione sui morsetti o rotture collegamenti per interventi accidentali, intervento degli scaricatori.
- Disalimentazione utenza periferica di tipo diverso: mancanza tensione normale e/o emergenza, anomalie nei circuiti di alimentazione, controllo e/o comando, errore nel software di sistema
- Spegnimento corpi illuminanti: interruzione circuito sul quadro di comando, anomalia regolatori di tensione, disfunzione software di controllo gestionale, disfunzione attuatori locali/remoti; rottura della lampada o del corpo illuminante

4.2 Risorse necessarie per gli interventi manutentivi

<ul style="list-style-type: none">• attrezzature:	attrezzi da meccanico/idraulico/elettricista (chiavi inglesi, grassi, lubrificanti, forbici, cacciaviti, morsetti, pinze isolate, lampade portatili, etc.)
---	--

• ricambi:	manicotti, rondelle, dadi, bulloni, filtri a perdere, guarnizioni, minuteria, interruttori, spezzoni di cavo nelle formazioni e con le sezioni in opera, prese, accessori vari di impianto, etc.
• strumentazione di controllo e di misura sui vari componenti dell'impianto:	termometri, misuratori di pressione, anemometri, pinze amperometriche, voltmetri, amperometri, ohmmetri, wattmetri, cosfimetri, chiavi dinamometriche, misuratori di vibrazioni, etc.
• Personale:	Personale abilitato ad operare sugli impianti elettrici di bassa tensione

Personale:

- Personale abilitato ad operare sugli impianti elettrici di bassa tensione
- Personale abilitato ad operare sugli impianti meccanici e/o idraulici
- Personale comunque preparato ed informato sulle tecnologie utilizzate per l'alimentazione e/o il controllo gestionale degli impianti speciali realizzati con le diverse opere (gallerie, svincoli, viadotti, edifici di servizio, ecc..) dell'infrastruttura stradale.

Si riportano di seguito alcune delle manutenzioni più importanti che si ritengono necessarie e di competenza di manodopera specializzata.

4.3 Manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente

- Pulizie costanti delle apparecchiature e dei locali di supervisione e controllo;
- ispezione giornaliera per controllo illuminazione;
- verifica mensile, nelle diverse fasce orarie, in rapporto alla circolazione e alle condizioni microclimatiche dei carichi elettrici sostenuti;
- verifica giornaliera dei reports relativi ai diversi impianti di sicurezza monitorati;
- sostituzione strumenti indicatori che non comportino fermate degli impianti base (amperometri, voltmetri, commutatori, termometri, termostati, pressostati);
- riarmo degli interruttori generali e/o locali per interventi intempestivi delle protezioni magnetotermiche, differenziali, dovute a cause transitorie;

- verifica settimanale degli indicatori di presenza delle alimentazioni di energia normale/emergenza/sicurezza;
- controlli stato di efficienza regolatori tensione, eventuali batterie di elementi soccorritori;

4.4 Manutenzioni da eseguire a cura di personale specializzato

Si riportano di seguito alcune liste indicative delle manutenzioni più importanti che si ritengono necessarie e di competenza di manodopera specializzata per mantenere efficacia ed efficienza degli impianti tecnologici al servizio dell'opera.

4.4.1 Vano tecnico

Si riportano di seguito le operazioni di manutenzione da eseguire nel vano tecnico a servizio dell'impianto di illuminazione.

4.4.1.1 Apparecchiature elettriche

- Pulizia di carattere generale e sulle singole apparecchiature
- Verifica a vista d'eventuale presenza di scariche elettriche e dell'integrità dei poli e degli isolatori
- Verifica delle tarature delle protezioni di c.c. e sovraccarico.
- Verifica dell'efficienza degli interblocchi elettro-meccanici.
- Verifica del serraggio di tutte le connessioni e dei circuiti ausiliari.
- Verifica dell'efficienza degli allarmi funzionali di tipo diverso.
- Verifica delle temperature a regime.
- Interventi di qualsiasi tipo da effettuare in base al libretto d'istruzioni rilasciato dalla casa costruttrice per mantenere in perfetta efficienza interruttori, sezionatori ed altre analoghe apparecchiature con particolare riguardo ai problemi di pressione eventuali gas e lubrificazioni snodi meccanici.
- Verifica della continuità dell'impianto di terra ed equipotenziale e, se presente, dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.

4.4.1.2 Quadri di BT

- Pulizia generale del locale che ospita il quadro, eliminazione della polvere, eliminazione di eventuali ossidazioni sulla carpenteria, detergendo con soluzioni appropriate e ripristinando

ove previsto l'eventuale strato protettivo.

- Controllo visivo delle apparecchiature di potenza ed ausiliarie, previa apertura delle portelle di protezione anteriori e posteriori.
- Soffiatura ad aria compressa di tutte le apparecchiature elettriche di potenza ed ausiliarie
- Controllo delle parti fisse e mobili degli interruttori, teleruttori e verifica funzionamento.
- Verifica e serraggio bulloneria e morsetteria.
- Verifica funzionamento degli interruttori e/o differenziali alle tarature indicate.
- Verifica dei segnali di stato da e per P.L.C. e P.C.C. e di segnali di allarme e di comando da P.C.C.
- Verifica dello stato di usura, di tracce di surriscaldamento e/o di scariche superficiali e/o di ossidazioni dei componenti meccanici ed elettromeccanici in movimento.
- Verifica dei blocchi elettro-meccanici di sicurezza e/o funzionali.
- Verifica della continuità dell'impianto di terra, equipotenziale e di protezione contro le sovratensioni.

4.4.1.3 Apparecchiature elettriche di qualunque tipo

- Corretta messa a terra di apparecchiature e masse metalliche secondo le norme CEI.
- Verifica della resistenza degli isolamenti degli apparecchi funzionanti a tensione di rete.
- Pulizia generale ed in particolare delle morsettiere.
- Controllo dello stato dei contatti mobili.
- Controllo dell'integrità dei conduttori e dei loro isolamenti.
- Controllo del serraggio dei morsetti.
- Controllo del funzionamento e della corretta taratura di tutti gli apparecchi di protezione provocando l'intervento e misurando il tempo necessario per l'intervento stesso.
- Controllo del corretto funzionamento apparecchi indicatori (voltmetri, amperometri, ecc.).
- Controllo del corretto funzionamento delle lampade spia.
- Verifica dei segnali di stato da e per il sistema di supervisione e di segnali di allarme e di comando dal sistema di supervisione. Questa verifica va fatta per tutte le apparecchiature controllate dal sistema di supervisione.

4.4.1.4 Impianti di messa a terra ed equipotenziale

- Misura della resistenza di terra della cabina

- Controllo serraggio morsetti
- Controllo espletamento pratiche con ASL

4.4.1.5 Organi di sicurezza, protezione, regolazione automatica ed indicatori per impianti diversi

- Prova organi di sicurezza ad impianto inattivo con apertura manuale
- Controllo termostati e pressostati al valore di taratura
- Controllo termometri con termometro campione
- Controllo misuratori di pressione
- Controllo lettura sonde
- Verifica dei segnali di stato da e per p.l.c. e p.c.c. e dei segnali di allarme e di comando da p.c.c.

4.4.2 *Impianti di illuminazione*

Le operazioni di manutenzione ordinaria esposte nel presente paragrafo, dovranno essere attuate per gli impianti di illuminazione presenti nel tratto stradale oggetto del presente Piano di Manutenzione.

4.4.2.1 Corpi illuminanti

Sostituzione lampade

Le scelte gestionali possibili per organizzare il lavoro possono essere:

- 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 del riscontro.

Le prime tre ipotesi di lavoro sono maggiormente consigliabili; più di tutte la prima, che 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.

Pulizia, verifiche e misurazioni

Si indicano gli interventi di manutenzione ordinaria e preventiva volti ad un corretto e sicuro utilizzo degli impianti elettrici ed elettronici, con la relativa cadenza degli intervalli di intervento:

- eseguire la pulizia di tutti i corpi illuminanti;
- verificare il corretto funzionamento degli orari di intervento dei temporizzatori;
- controllare lo stato delle prese: assenza di abrasioni, sfiammate, "giochi" nelle giunzioni degli indebolii;
- controllare, mediante l'apposito pulsante di prova (test) l'intervento degli interruttori differenziali.
- eseguire un'ispezione visiva delle connessioni dei principali morsetti d'impianto: eventuali "aloni" evidenziano parti di impianto soggette a sovracorrenti o malfunzionamenti;
- controllare le principali connessioni dell'impianto di messa a terra (pozzetti, nodo collettore, nodi equipotenziali, ecc.);
- verificare il corretto funzionamento dei relè a fotocellula (crepuscolari);
- controllare il livello e la rigidità dell'olio isolante dei trasformatori MT/BT.
- eseguire la misura della resistenza dell'impianto di terra (da riportare nel registro);
- eseguire delle misure di conducibilità sulle principali linee;

Inoltre si ricorda che le Guide CEI-ISPEL forniscono prescrizioni per la verifica periodica degli impianti elettrici utilizzatori nei riguardi degli obblighi previsti dal D.M. dello Sviluppo Economico n.37 del 22/01/2008, "Norme per la sicurezza degli impianti" e da alcune norme impiantistiche (es. CEI 64.2, 64.4, 64.8).

4.4.2.2 Quadri elettrici

- Corretta messa a terra di apparecchiature e masse metalliche secondo le norme CEI.
- Verifica della resistenza degli isolamenti degli apparecchi funzionanti a tensione di rete.
- Pulizia generale ed in particolare delle morsettiere.
- Controllo dello stato dei contatti mobili.

- Controllo dell'integrità dei conduttori e dei loro isolamenti.
- Controllo del serraggio dei morsetti.
- Controllo del funzionamento e della corretta taratura di tutti gli apparecchi di protezione provocando l'intervento e misurando il tempo necessario per l'intervento stesso.
- Controllo del corretto funzionamento apparecchi indicatori (voltmetri, amperometri, ecc.).
- Controllo del corretto funzionamento delle lampade spia.
- Verifica dei segnali di stato da e per il sistema di supervisione e di segnali di allarme e di comando dal sistema di supervisione. Questa verifica va fatta per tutte le apparecchiature controllate dal sistema di supervisione.

4.4.3 *Frequenze d'intervento*

Di seguito, in forma sintetica, si riportano le categorie d'impianto con le relative frequenze principali d'intervento, con le quali si dovrà operare in ciascuna delle situazioni sopra riportate:

ELEMENTO	OPERAZIONE	FREQUENZA
corpi illuminanti	pulizia	semestrale
temporizzatori	verificare il corretto funzionamento degli orari di intervento	semestrale
prese	controllare assenza di abrasioni, sfiammate, giunzioni	semestrale
Interruttori differenziali	test	semestrale
morsetti d'impianto	ispezione visiva delle connessioni principali	annuale
impianto di messa a terra (pozzetti, nodo collettore, nodi equipotenziali, ecc.)	Controllo delle principali connessioni	annuale
impianto di terra	misura della resistenza	biennale
principali linee	misure di conducibilità	biennale
lampade	sostituzione	biennale

impianto elettrico utilizzatore	Sezione di consegna energia in BT	semestrale
impianto elettrico utilizzatore	Quadro elettrico generale in BT	semestrale
impianto elettrico utilizzatore	Impianto elettrico di distribuzione	annuale
impianto di terra di protezione		biennale

5. MANUALE DI MANUTENZIONE – OPERE CIVILI

5.1. Premessa

Gli interventi di manutenzione vanno distinti in operazioni periodiche su opere "funzionanti" e 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.).

5.2. Operazioni programmate di manutenzione periodica

Sono così raggruppabili:

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

5.3. Operazioni di manutenzione straordinaria

Sono raggruppabili nelle seguenti tipologie:

- operazioni di restauro e/o di adeguamento di parti strutturali in calcestruzzo (semplice o armato) da eseguire con tecnologie diverse (malte cementizie sempre speciali, malte sintetiche o bicomponenti, giunti, ecc.) previa protezione delle armature dalla corrosione,

se necessario;

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

5.4. Interventi di manutenzione ordinaria sulle opere di progetto

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

5.4.1 Strutture in c.a.

Di seguito si riportano le operazioni di manutenzione da eseguire, con le relative tempistiche.

5.4.1.1 Fondazioni

Le strutture di fondazione correttamente eseguite non prevedono alcun tipo di manutenzione. Eventuali anomalie potrebbero essere riscontrabili nelle solette di fondazione, nel caso di errato:

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

I principali sintomi di degrado sono:

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

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

CONTROLLI	PERIODICITÀ CONTROLLI	RISORSE	U.T. (UNA TANTUM) P.S. (PERIODO SPECIFICO)
Controllo visivo dell'opera di eventuali locali corrosioni dell'acciaio o di locali distacchi di copriferro.	Prima dell'esecuzione dei rinterri	Non necessarie	U.T.
Ripristino dell'armatura metallica	Prima dell'esecuzione dei rinterri	Vernici, malte e trattamenti specifici	U.T.
Consolidamento cls. Pulizia e bocciardatura	Prima dell'esecuzione dei rinterri	Malta antiritiro e trattamenti specifici.	U.T.

5.4.1.2 Strutture in elevazione

Le strutture in elevazione correttamente eseguite, non prevedono alcun tipo di manutenzione.

Eventuali anomalie potrebbero essere riscontrabili nel caso di errato:

- rapporto tra acqua e cemento:
- consistenza e granulometria degli inerti

- stagionatura (deve avvenire normalmente in ambiente umido con temperatura ideale di 15-20 °C)

I principali sintomi di degrado sono:

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

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

CONTROLLI	PERIODICITÀ CONTROLLI	RISORSE	U.T. (UNA TANTUM) P.S. (PERIODO SPECIFICO)
Controllo visivo dell'opera di eventuali locali corrosioni dell'acciaio o di locali distacchi di copriferro.	Ogni cinque anni	Ponteggi o cestelli elevatori	P.S.
Ripristino dell'armatura metallica	Quando necessario	Vernici, malte e trattamenti specifici	P.S.
Consolidamento cls. Pulizia e bocciardatura	Quando necessario	Malta antiritiro e trattamenti specifici.	P.S.

5.4.1.3 Rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche

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

- ispezione ordinaria

- sostituzione degli scarichi

ISPEZIONE ORDINARIA

Nell'ispezione ordinaria saranno controllate le seguenti funzionalità:

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

Tutte le ispezioni dovranno essere opportunamente registrate.

Sequenza delle Operazioni:

- Ispezione visiva del pozzetto per controllare la presenza di sporcizia o detriti
- Ispezione del pluviale mediante sonda per verificare l'occlusione, ed eventuale spurgo con l'uso di sonde in pressione
- Ispezione visiva dall'intradosso dell'impalcato verificando che il terminale del pluviale di scarico sia al di sotto dell'intradosso dell'impalcato (almeno 50 cm), e se necessario opportunamente ancorato
- Ispezione visiva dall'intradosso dell'impalcato per la verifica di presenza di danneggiamenti ai pluviali

Strumenti in dotazione ed attrezzature:

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

SOSTITUZIONE DEGLI SCARICHI

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

Sequenza delle Operazioni:

- Rimozione esistente e sostituzione
- Applicare sigillante negli opportuni alloggiamenti

ELEMENTO	FREQUENZA	CONTROLLI	AZIONI E STRUMENTI	LIVELLO DI ACCETTABILITÀ	AZIONI IN CASO DI NON CONFORMITÀ
pozzetto	semestrale	intasamento	Controllo visivo	Assenza di detriti	Asportazione dei detriti
scarichi	semestrale	ostruzione	spazzola	Assenza di ostruzioni	spurgo

5.4.2 Opere minori

5.4.2.1 Opere in c.a.

Operazioni ordinarie

Per tale categoria, le operazioni di manutenzione ordinaria di regola comprendono:

- pulizia delle varie parti dell'opera, 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;
- interventi localizzati contro la corrosione;

Ripristino 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.

5.4.2.2 Elementi in metallo

Le parti metalliche dovranno essere controllate al fine di verificare lo stato di conservazione delle protezioni superficiali.

Qualsiasi alterazione, compresi rigonfiamenti e fessurazioni, dovrà essere eliminata. La pulizia dovrà 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, dovrà 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.

5.4.2.3 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.

ELEMENTO	OPERAZIONE	FREQUENZA
Opere in c.a.	Pulizia e riparazioni localizzate	annuale
Opere in c.a.	Ripristino calcestruzzi	Quando necessario
Elementi metallici	Ripristini localizzati	Quando necessario
Grigliati metallici	Pulizie e ripristini	semestrale

5.4.2.4 Drenaggi

Le tubazioni di drenaggio possono presentare quali anomalie riscontrabili l'intasamento e l'otturazione delle tubazioni stesse o dei pozzetti di raccordo.

Per tale ragione, deve essere prevista un'operazione ordinaria di verifica e pulizia dei depositi con frequenza semestrale.

Le risorse necessarie per l'intervento manutentivo, si possono individuare, a livello di attrezzature e materiali, nella presenza di una macchina di spurgo, di una macchina con serbatoio dell'acqua e nell'uso di utensili a mano; la squadra richiesta per tali operazioni, sarà costituita da minimo 3 persone con furgone per il trasporto.

A fine intervento di spurgo e pulizia della tubazione di drenaggio e dei pozzetti, il tecnico incaricato dal gestore, dovrà verificare il corretto funzionamento del drenaggio.

5.4.3 *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).

La **pulizia dei pozzetti e delle caditoie** per la raccolta delle acque meteoriche lungo strada, deve essere effettuata almeno tre volte all'anno e comunque sempre dopo eventi meteorici intensi che generalmente causano un consistente deposito di sabbie, polveri, fogliame e comunque materiale pesante che, se in eccesso, potrebbe ostruire il sifone ed impedire lo scarico; quanto sopra in particolare dopo piogge che seguono lunghi periodi di siccità.

- **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.

L'espurgo dei condotti di fognatura deve essere effettuato da ditte in possesso delle richieste autorizzazioni regionali per l'espurgo, il trasporto ed il conferimento presso le

discariche dei reflui prelevati, catalogati in speciali o tossico-nocivi in funzione della loro composizione.

Le operazioni di espurgo vengono eseguite mediante l'impiego di apparecchiatura combinata montata su un autocarro provvisto di pompa, cisterna divisa in 2 scomparti, impianto oleodinamico e aspirante combinato, con attrezzatura per rifornimento idrico, naspo girevole con tubazione ad alta resistenza ed ugelli piatti e radioli per getti d'acqua ad alta pressione.

L'effettuazione dei lavori di espurgo si attua, in modo corretto, su ogni campata di fognatura iniziando da valle e risalendo il condotto con la sonda spinta da acqua in pressione (pertanto in senso contrario al flusso di scorrimento dei liquami), ritirando poi la tubazione di alimentazione della sonda; l'eventuale materiale presente nella condotta viene accumulato prima e aspirato poi dalla cameretta di ispezione utilizzata come stazione.

Per ogni autocarro attrezzato alle operazioni di espurgo dovranno essere previsti non meno di 2 operatori, di cui almeno uno specializzato alla manovra delle apparecchiature, ed entrambi attrezzati secondo quanto previsto dalle norme antinfortunistiche per eventuali lavori manuali di espurgo che si rendessero necessari all'interno del condotto di fognatura. Tutti i rifiuti asportati durante le operazioni di espurgo dovranno essere conferiti presso impianti e/o discariche autorizzate nel completo rispetto delle normative nazionali e regionali vigenti in materia. In particolare modo si evidenzia che il trasporto di detti rifiuti presso gli impianti e/o discariche deve essere eseguito da ditte autorizzate e iscritte in apposito albo, per la categoria del rifiuto da trasportare.

- 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.

ELEMENTO	FREQUENZA	CONTROLLI	AZIONI E STRUMENTI	LIVELLO DI ACCETTABILITA'	AZIONI IN CASO DI NON CONFORMITA'
pozzetto	semestrale	intasamento	Controllo visivo	Assenza di detriti	Asportazione dei detriti

scarichi	semestrale	ostruzione	spazzola	Assenza di ostruzioni	spurgo
cunette e fossi di guardia	annuale	Ostruzioni o intesamenti	Controllo visivo	Assenza di ostruzioni	Asportazione dei detriti
cunicoli	annuale	Piano calpestio e tenuta	Controllo visivo	Calpestio privo di accidentalità e tenuta idraulica	Ripristino cls e eliminazione infiltrazioni

5.4.4 Opere a verde

La manutenzione delle opere a verde, dovrà riguardare l'intero impianto vegetazionale, anche le eventuali piante preesistenti, presenti lungo rilevati e trincee, agli imbocchi delle gallerie, nei tratti a mezza costa e relativi agli interventi a salvaguardia dei corsi d'acqua e di rinaturalizzazione.

Gli interventi di manutenzione, saranno nel presente capitolo quantificati anche nella loro entità economica, individuando un piano di spesa decennale.

La manutenzione ordinaria dell'impianto vegetazionale, dovrà comprendere le seguenti operazioni:

- 1) irrigazioni;
- 2) ripristino conche e ricalzo delle alberature
- 3) falciature, diserbi e sarchiature delle alberature;
- 4) concimazioni;
- 5) potature;
- 6) eliminazione e sostituzione delle piante morte;
- 7) rinnovo delle parti difettose dei tappeti erbosi;
- 8) difesa dalla vegetazione infestante;
- 9) sistemazione dei danni causati da erosione;
- 10) ripristino della verticalità delle piante;
- 11) controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere;
- 12) controllo, risistemazione e riparazione pali di sostegno, ancoraggi e legature.

La manutenzione delle opere a verde dovrà avere inizio immediatamente dopo la messa a dimora (o la semina) di ogni singola pianta e di ogni parte di tappeto erboso. Ogni nuova piantagione dovrà essere curata con particolare attenzione fino a quando non sarà verificato che le piante, superato il trauma del trapianto (o il periodo di germinazione per le semine), siano ben attecchite e siano in buone condizioni vegetative.

1) Irrigazioni

Le irrigazioni dovranno riguardare tutte le piante messe a dimora e i tappeti erbosi ed essere ripetute e tempestive nonché variare in quantità e frequenza, in relazione alla natura del terreno, alle caratteristiche specifiche delle piante, al clima e all'andamento stagionale. Nel caso fosse predisposto un impianto di irrigazione automatico, la manutenzione dovrà controllare che questo funzioni regolarmente.

2) Ripristino conche e rincalzo

Le conche di irrigazione eseguite durante i lavori di impianto delle alberature devono essere, se necessario, ripristinate. A seconda dell'andamento stagionale, delle zone climatiche e delle caratteristiche di specie, si dovrà provvedere alla chiusura delle conche e al rincalzo delle piante, oppure alla riapertura delle conche.

3) Falcature, diserbi e sarchiature

Oltre alle cure colturali normalmente richieste, si dovrà provvedere, durante lo sviluppo delle specie prative e quando necessario, alle varie falcature del tappeto erboso. L'erba tagliata dovrà essere immediatamente rimossa, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori. Tale operazione dovrà essere eseguita con la massima tempestività e cura, evitando la dispersione sul terreno dei residui rimossi.

I diserbi dei vialetti, dei tappeti erbosi e delle altre superfici interessate dall'impianto, devono essere eseguiti preferibilmente a mano o con attrezzature meccaniche. L'eventuale impiego di diserbanti chimici dovrà attenersi alle normative vigenti. Le superfici di impianto interessate da alberi, arbusti e cespugli perenni, biennali, annuali, ecc. e le conche degli alberi devono essere oggetto di lavorazioni periodiche.

4) Concimazioni

Le concimazioni devono essere effettuate nel numero e nelle quantità stabilite dal piano di concimazione approvato preventivamente dalla D.L..

5) Potature

Le potature di formazione e di rimonda, devono essere effettuate nel rispetto delle caratteristiche ed esigenze delle singole specie. Il materiale vegetale di risulta dovrà essere immediatamente rimosso e depositato secondo gli accordi presi con la Direzione Lavori.

6) Eliminazione e sostituzione delle piante morte

Le eventuali piante morte dovranno essere sostituite con altre identiche a quelle fornite in origine; la sostituzione deve, in rapporto all'andamento stagionale, essere inderogabilmente effettuata nel più breve tempo possibile dall'accertamento del mancato attecchimento.

7) Rinnovo delle parti difettose dei tappeti erbosi

Epoca e condizioni climatiche permettendo, l'Impresa dovrà riseminare o reimpiantare ogni superficie a tappeto erboso che presenti una crescita irregolare, difettosa, che non rientri nei limiti di tolleranza previsti per le qualità dei prati oppure sia stata giudicata per qualsiasi motivo insufficiente dalla Direzione Lavori.

8) Difesa dalla vegetazione infestante

Durante l'operazione di manutenzione si dovranno estirpare le specie infestanti e reintegrare lo strato di pacciamatura come previsto dal progetto.

9) Sistemazione dei danni causati da erosione

Si dovrà provvedere alla sistemazione dei danni causati da erosione per difetto di esecuzione degli interventi.

10) Ripristino della verticalità delle piante

Ripristino della verticalità e degli ancoraggi delle piante.

11) Controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere

Controllo delle manifestazioni patologiche sulla vegetazione delle superfici sistemate, provvedendo alla tempestiva eliminazione del fenomeno patogeno onde evitarne la diffusione e rimediare ai danni accertati.

12) Controllo, risistemazione e riparazione dei pali di sostegno, degli ancoraggi e delle legature, con ripristino degli ancoraggi delle piante qualora ve ne sia la necessità.

Controllo periodico delle legature per prevenire ferite al fusto e rimozione almeno una volta all'anno, rifacendo la legatura in posizione diversa dal precedente punto di contatto con la pianta.

ELEMENTO	OPERAZIONE	FREQUENZA
Tappeti erbosi Vegetazione a basso, medio e alto fusto	Irrigazioni, potature, concimazioni, ripristini, ecc.	Dipendente dalle tipologie dei singoli impianti vegetazionali e dall'andamento stagionale

5.4.5 *Scarpate*

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

- verifica della stabilità dei pendii;
- verifica dello stato delle opere per il deflusso delle acque.

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 e canalette.

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

ELEMENTO	OPERAZIONE	FREQUENZA
Scarpate delle rampe	Ripristini localizzati.	annuale
Elementi idraulici	pulizia	semestrale
Vegetazione su scarpata	taglio	Dipendente dalle tipologie dei singoli impianti vegetazionali e dall'andamento stagionale

5.4.6 *Danneggiamenti*

A monte dell'attività di ripristino di strutture ed impianti danneggiati da incidenti, è necessario svolgere un'azione di ispezione per il rilevamento di danni alle strutture e agli impianti (per

questi ultimi é necessaria anche una verifica di funzionamento) che consenta di definire la tipologia delle riparazioni da effettuare a seconda delle effettive necessità.

5.4.7 *Strutture metalliche*

Le parti metalliche dovranno essere controllate al fine di verificare lo stato di conservazione delle protezioni superficiali.

Qualsiasi alterazione, compresi rigonfiamenti e fessurazioni, dovrà essere eliminata. La pulizia dovrà essere effettuata con mezzi adeguati, con eliminazione di tutte le parti staccate e applicazione di un sottofondo e di un trattamento di protezione.

L'applicazione degli opportuni materiali utilizzati per la manutenzione, dovrà 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.

5.4.8 *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 origine degli stessi; a tal fine appare adatta la seguente classificazione:

- risalita di bitume: si tratta di uno strato sottile di bitume che si raccoglie sulla superficie della pavimentazione, in chiazze di colore scuro; tale fenomeno è causato da una cattiva formulazione del conglomerato bituminoso;
- fessurazione a blocchi: si presenta con lesioni che dividono la pavimentazione in blocchi della superficie di circa 1 mq. E' causata dai fenomeni di ritiro del conglomerato bituminoso e dai cicli termici; indica un surriscaldamento del conglomerato in fase di miscelazione;
- avvallamenti: sono zone della pavimentazione con un livello più basso rispetto a quello delle aree circostanti causati da cattiva esecuzione o da intervenuti assestamenti del piano

di posa;

- lesioni da richiamo di giunti: tale degrado si ha solo nel caso di pavimentazioni rigide ricoperte con uno strato di conglomerato bituminoso, esso è originato dalla risalita delle lesioni innescate in corrispondenza dei giunti delle lastre in cls.
- distacco o dislivello dal cordolo: è la lesione che si determina per la differente capacità portante solitamente presente tra le due oppure è causata dall'assestamento del sottofondo della pavimentazione o dall'azione del gelo o dalla variazione di volume del sottofondo;
- lesioni longitudinali e trasversali: per tali si intendono le lesioni parallele all'asse o perpendicolari, dovute a contrazione del conglomerato bituminoso alle basse temperature, richiamo di lesioni sottostanti delle lastre di cls non corrispondenti dei giunti;
- deterioramento dei 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 nella asportazione di materiale di uno più strati della pavimentazione a seguito del mancato rispetto degli intervalli di manutenzione;
- rigonfiamenti: tale degrado consiste nel sollevamento di una parte piccola o estesa della pavimentazione derivante, usualmente, dall'azione del gelo; può anche conseguire dall'incurvatura delle lastre in cls sottostanti.

Qualsiasi alterazione della pavimentazione stradale, dovrà essere eliminata mediante interventi che potranno anche essere di tipo puntuale (intendendo comunque aree regolari pur se ristrette e circoscritte).

Qualora si superi il “valore di soglia”, l'intervento deve essere più ampio. Nel caso specifico, si può determinare quale “valore di soglia” oltre il quale è obbligatorio un intervento di rifacimento, la condizione di degrado che può generare una situazione di pericolo nel transito. In tale evenienza, si provvederà ad asportare il tratto completo deteriorato e a porre in opera un nuovo tappeto o strati di sovrastruttura, a seconda dell'ammaloramento riscontrato.

I ripristini dovranno essere effettuati con trattamenti, manti e materiali di adeguate caratteristiche e potranno riguardare sia il solo strato di usura che quelli sottostanti.

I ripristini dovranno risultare continui e uniformi sia nella qualità, che nello spessore dei manti.

Per la verifica delle condizioni del manto stradale, una volta al mese occorre che il personale tecnico del Servizio Viabilità esegua un sopralluogo per verificare le condizioni di manutenzione del manto d'usura della carreggiata allo scopo di verificare eventuali anomalie, perdita di consistenza, deformazioni, buche e quanto altro.

Occorre che il tecnico rediga specifico rapporto nel quale specifichi le caratteristiche di tali difetti del manto stradale, l'ubicazione di tali elementi e la loro consistenza in termini di dimensioni e gravità della situazione generale.

CONTROLLI	PERIODICITÀ	TIPO DI CONTROLLO	INTERVENTO
Pavimentazione stradale	Semestrale	Stato di conservazione	Eventuale ripristino

5.4.9 *Segnaletica orizzontale e verticale*

La segnaletica orizzontale comprende linee longitudinali, frecce direzionali, linee trasversali, attraversamenti pedonali, iscrizioni e simboli posti sulla superficie stradale, eventuali strisce di delimitazione degli stalli di sosta, isole di traffico o di presegnalamento di ostacoli entro la carreggiata, ecc.

Le attività di manutenzione rivolte alla segnaletica stradale orizzontale interessano il controllo dello stato e il rifacimento delle linee e della simbologia convenzionale.

Per ragioni di sicurezza è importante che almeno una volta ogni due anni o con frequenza maggiore (eventualmente stabilita da verifiche eseguite da tecnici dell'Amministrazione) venga rinnovata la simbologia stradale con materiali appropriati (pitture, materiali plastici, ecc.) che tengano conto delle condizioni ambientali.

La segnaletica verticale si divide nelle seguenti categorie:

- di pericolo;
- di prescrizione;
- di indicazione.

Le attività di manutenzione rivolte alla segnaletica stradale verticale sono riconducibili al controllo dello stato generale, al ripristino delle protezioni anticorrosive ed alla sostituzione degli elementi usurati.

In generale, per tutta la segnaletica, si definisce una periodicità di controllo semestrale ed un tipo di controllo che porti a verificare la segnaletica stradale nei seguenti punti:

- chiarezza ed inequivocabilità delle indicazioni fornite;
- completezza delle informazioni e/o dei divieti espressi;
- aggiornamento secondo la normativa in materia;
- leggibilità anche in condizioni di scarsa illuminazione sia per quanto attiene la segnaletica verticale che la segnaletica orizzontale (strisce di mezzera, indicazioni di precedenza, delimitazione banchine, attraversamenti pedonali);
- staticità di fissaggio ed assenza di manomissioni e/o alterazioni.

CONTROLLI	PERIODICITÀ	TIPO DI CONTROLLO	INTERVENTO
Segnaletica orizzontale e verticale	Mensile	Stato di conservazione	Eventuale ripristino o sostituzione

5.4.10 *Barriere di sicurezza*

Le operazioni di manutenzione dei sistemi di ritenuta installati saranno suddivise in:

- Lavori di manutenzione.
- Lavori di riparazione.

Ogni attività di manutenzione dovrà essere eseguita previa consultazione del presente "Piano di Manutenzione" e del "Fascicolo delle Caratteristiche dell'Opera"

Lavori di manutenzione

Le barriere di sicurezza, che sono costituite da parti metalliche protette da zincatura contro le azioni corrosive e non soggetti a movimento, in condizioni normali di utilizzo non necessitano di manutenzione ordinaria perché ne venga conservato il previsto stato di buon funzionamento in caso d'urto.

Le attività di manutenzione saranno gestite in funzione delle risultanze delle ispezioni periodiche effettuate dal gestore, mirate a rilevare lo stato di conservazione delle installazioni (sorveglianza).

Per le opere di protezione stradale, si definisce una periodicità di controllo semestrale ed un tipo di controllo che porti a verificare i seguenti elementi:

- a) tutti gli ancoraggi, le staffature e gli elementi verticali (ritti e traversi) di parapetti e guard-rail devono essere verificate nella loro staticità e solidità riferita alle sollecitazioni e ai carichi cui sono sottoposti e riferite agli eventi massimi di sollecitazione in caso di urto;
- b) va verificata l'integrità degli elementi oltre che dal punto di vista statico anche per quanto attiene alla finitura (verniciature, corrosioni, elementi riflettenti).

Il Gestore, pertanto, sarà tenuto ad intervenire con ripristini localizzati, sulla base delle risultanze della predetta sorveglianza, con opportuni approfondimenti, laddove necessari in funzione delle specificità dei luoghi.

La sorveglianza dovrà anche riguardare lo stato di conservazione del margine stradale (banchina), su cui il gestore dovrà, se necessario, operare con riprofilature e ricariche, e le parti in materiale plastico degli assorbitori d'urto per cui, in caso di degrado dovuto agli agenti atmosferici, si dovrà intervenire con la sostituzione dei componenti degradati.

A titolo indicativo si riportano nel seguito le schede di manutenzione per le principali categorie di lavori compresi nell'appalto. L'Impresa appaltatrice dovrà allegare al "fascicolo delle caratteristiche dell'opera" le schede di manutenzione aggiornate, integrate o modificate nei contenuti in relazione alle caratteristiche degli elementi prefabbricati posti in opera.

Manufatti di supporto, in calcestruzzo, delle barriere di sicurezza

ELEMENTO COSTITUTIVO DELL'OPERA	ISPEZIONI PERIODICHE	MANUTENZIONE	
	Principali Aspetti da valutare	Attività	Cadenza
Cordoli e solette in c.a.	Condizioni superficiali del calcestruzzo Altri aspetti non conformi	Interventi di ripristino del copriferro Da definire caso per caso secondo le risultanze della sorveglianza	In base alle risultanze del monitoraggio

Barriere metalliche.

ELEMENTO COSTITUTIVO DELL'OPERA	ISPEZIONI PERIODICHE	MANUTENZIONE	
	Principali Aspetti da valutare	Attività	Cadenza
Barriere Metalliche	Ossidazione visibile	Sostituzione elementi ossidati (con ossidazione diffusa e non superficiale)	In base alle risultanze delle ispezioni
	Assenza di “gioco” nelle giunzioni bullonate	Serraggio bulloni	In base alle risultanze delle ispezioni
	Elementi della barriera mancanti	Ripristino componenti mancanti	In base alle risultanze delle ispezioni
	Assenza di “giochi” negli ancoraggi ai cordoli	Serraggio bulloni	In base alle risultanze delle ispezioni
	Disallineamenti Localizzati (dilavamento/cedimento della banchina)	Riprofilatura e ricarica del rilevato	In base alle risultanze delle ispezioni
	Altri aspetti non conformi	Da definire caso per caso secondo le risultanze della sorveglianza	In base alle risultanze delle ispezioni

Lavori di riparazione

Trattasi dei lavori di riparazione e di sostituzione di elementi componenti il sistema protettivo conseguenti a urti con veicoli in svio dalla sede stradale. Le operazioni di riparazione e sostituzione dovranno essere condotte, per ciascuna delle tipologie di barriere impiegate nei lavori di riqualifica, secondo quanto specificato nel manuale di utilizzo e installazione.

CONTROLLI	PERIODICITÀ	TIPO DI CONTROLLO	INTERVENTO
Barriere laterali, cordonature ed elementi di finitura	In caso di urto (mezzi in svio)	Stato di conservazione	Eventuale ripristino

6. PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

6.1 Obiettivi del programma di manutenzione

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

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

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

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

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

- prolungare il ciclo di vita utile del bene immobile;
- costruire un sistema di raccolta delle informazioni di base e di aggiornamento, con le informazioni di ritorno dagli interventi eseguiti, che consenta l'implementazione e il costante aggiornamento della banca dati, al fine di conoscere e mantenere correttamente la struttura;
- individuare le strategie di manutenzione più adeguate, in relazione alle caratteristiche del bene ed alla più generale politica di gestione;
- individuare la migliore sequenza temporale di esecuzione degli interventi, soprattutto per quelli interdipendenti che comportano specializzazioni professionali diverse;
- ridurre i costi improduttivi dovuti alla dispersione territoriale, raggruppando l'esecuzione degli interventi in base all'ubicazione degli stessi;
- ridurre le cause di interruzione del normale svolgimento degli interventi manutentori, attraverso una programmazione attenta a specializzazioni e manodopera disponibile, e alla

preventiva verifica di disponibilità in magazzino di materiali e attrezzature;

- individuare le competenze per l'espletamento delle singole operazioni manutentorie, (anche in relazione alle responsabilità civili e penali), con la definizione dei rapporti tra i vari operatori che intervengono nel processo.

6.2 Struttura del programma di manutenzione

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

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

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

La redazione operativa del programma di manutenzione è costituita da quattro fasi principali, di seguito illustrate.

Fase 1 – Individuazione degli elementi da sottoporre a manutenzione

In questa fase si è tenuto conto delle omogeneità per ciò riguarda gli interventi di manutenzione programmata, identificando componenti oggetto di manutenzione e controlli.

Fase 2 – Individuazione dei difetti e degli interventi programmabili

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

superato una determinata soglia di accettabilità.

Fase 3 - Stesura della struttura complessiva del Programma di Manutenzione

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

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

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

Fase 4 - Strumenti di gestione operativa del programma di manutenzione

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

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

6.3 Classificazione dei programmi

6.3.1 *Sottoprogramma dei controlli: Programma delle Ispezioni*

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

I componenti della struttura oggetto d'ispezione saranno raggruppati in base a criteri del tipo:

- 1) *ubicazione*, per ottimizzare gli itinerari dell'ispezione in modo da minimizzare i tempi di spostamento e i relativi costi del personale ispettivo;

- 2) *periodicità delle ispezioni*: mentre considerando il ritmo di usura degli elementi e dei materiali, potrebbe essere sufficiente effettuare un sopralluogo a cadenza annuale, più frequenti devono essere i sopralluoghi per la verifica d'efficienza di elementi soggetti ad usura o ostruzione;
- 3) *requisiti professionali* degli incaricati alle ispezioni, ovvero:
- per gli **operai**, nel caso in cui la verifica e la riparazione sono operazioni previste all'interno della stessa mansione; si procederà tramite un'ispezione diretta che rientra nelle competenze dell'operaio, che prevede l'esecuzione immediata dell'intervento correttivo senza bisogno di alcuna istruzione particolare; successivamente dovranno essere effettuate altre ispezioni di controllo per accertare che il lavoro sia stato eseguito correttamente;
 - per i **tecnici**, in possesso di appropriate conoscenze e di un'ampia esperienza pratica a cui è affidata la responsabilità della gestione complessiva delle ispezioni; si richiede normalmente un corso particolare di addestramento sull'individuazione di guasti e/o difetti, sulla diagnostica e sulla capacità di indicare gli interventi correttivi necessari;
 - per gli **specialisti**, per quanto concerne le ispezioni che comportano l'impiego di particolari strumenti o l'interpretazione di normative e aspetti assicurativi; occorrerà individuare le responsabilità nella definizione dei cicli di ispezione, nell'esecuzione dei controlli e nell'esame diretto dei difetti più gravi.

Le ispezioni vengono effettuate per diversi scopi o finalità quali:

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

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

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

Sulla base delle indicazioni del piano delle ispezioni si può stabilire il **percorso ispettivo** cioè il percorso che l'ispettore deve compiere per poter visionare gli elementi che devono essere esaminati periodicamente: la sua progettazione, consente di ottimizzare tempi e risorse.

Dall'insieme delle attività di ispezione, si trarranno i dati utili alla definizione dello stato d'uso e conservazione degli impianti, formulato sulla base di una diagnosi il più possibile corretta ed esaustiva. La diagnosi dovrà essere fondata sull'interpretazione dei dati, alla luce delle conoscenze tecniche specifiche.

È fondamentale sottolineare l'importanza della scelta e del coinvolgimento delle squadre di ispezione e manutenzione sin dalla messa in opera degli impianti, in quanto la conoscenza approfondita della tratta oggetto di manutenzione fa sì che i tempi di controllo e di intervento possano poi essere tempestivi e le modalità le più adeguate.

6.3.2 *Sottoprogramma degli interventi di manutenzione*

Il sottoprogramma degli interventi di manutenzione costituisce il documento fondamentale per la pianificazione degli interventi manutentori, attraverso la definizione degli intervalli temporali previsti per le azioni, nel rispetto della strategia adottata.

Il “**programma degli interventi**” è elaborato per ogni elemento e impianto oggetto del servizio di manutenzione ed è comprensivo di informazioni relative a:

- 1) *tempo dell'intervento*: individua la collocazione temporale (a volte anche l'eventuale periodo o stagione dell'anno in cui effettuare gli interventi) e la frequenza dell'intervento

(periodicità dell'intervento), nell'ipotesi di un piano quinquennale degli interventi manutentivi. L'individuazione delle periodicità d'intervento dipende da vari fattori distinti: in alcuni casi, la frequenza del guasto può essere prevista con una certa precisione; in altri casi, la periodicità degli interventi manutentori può essere stabilita a livello normativo e/o contrattuale; oppure gli intervalli potrebbero adeguarsi alle circostanze d'uso del bene (stato di usura connesso all'uso), al decadimento naturale delle prestazioni, all'invecchiamento naturale dei materiali, all'insorgere di patologie.

- 2) *tipologia dell'intervento*: individua il carattere dell'intervento (sostituzione, pulizia, prova con strumento, ecc.) e la specializzazione professionale occorrente;
- 3) *collocazione e dimensione dell'intervento*: individua l'elemento strutturale o l'elemento tecnico interessato dall'intervento di manutenzione.

I suddetti elementi saranno poi essenziali per determinare il costo dell'intervento, comprensivo di materiali, attrezzature e risorse umane.

Allo scopo di ottimizzare i risultati perseguibili, si pone come obiettivo la ricerca di possibili relazioni tra le attività manutentive periodiche e alcuni altri servizi che, pur non avendo un immediato riscontro con le condizioni fisiche dei materiali e degli elementi strutturali, potrebbero costituire un sistema di monitoraggio aggiunto, rendendo immediato l'eventuale intervento di manutenzione su apposite segnalazioni.

Il programma degli interventi, oltre al calendario, definisce gli operatori addetti in considerazione anche della necessità di strumentazioni idonee per il controllo.

Anche in tal caso, si evidenzia la già sottolineata importanza del coinvolgimento delle squadre di manutenzione sin dalla messa in opera degli impianti. La conoscenza approfondita della tratta in manutenzione fa sì che i tempi d'intervento siano tempestivi e le modalità più adeguate.

Si riporta di seguito il quadro riassuntivo degli interventi di manutenzione ordinaria da eseguire, con le relative cadenze periodiche.

ELEMENTO	OPERAZIONE	FREQUENZA
Impiantistica		
Apparecchi illuminanti	Pulizia	annuale

Elementi metallici	Ripristini localizzati	Quando necessario
Grigliati metallici	Pulizie e ripristini	semestrale
corpi illuminanti	pulizia	semestrale
temporizzatori	verificare il corretto funzionamento degli orari di intervento	semestrale
Interruttori differenziali	test	semestrale
morsetti d'impianto	ispezione visiva delle connessioni principali	annuale
impianto di messa a terra (pozzetti, nodo collettore, nodi equipotenziali, ecc.)	Controllo delle principali connessioni	annuale
impianto di terra	misura della resistenza	biennale
principali linee	misure di conducibilità	biennale
lampade	sostituzione	biennale
impianto elettrico utilizzatore	Sezione di consegna energia in BT	semestrale
impianto elettrico utilizzatore	Quadro elettrico generale in BT	semestrale
impianto elettrico utilizzatore	Impianto elettrico di distribuzione	annuale
impianto di terra di protezione		biennale

Opere in c.a. e strutture metalliche		
Copriferro, infiltrazioni, fessurazioni		annuale
Verifica e interventi su carpenterie metalliche		3 anni
Opere idrauliche		

Pozzetti, imbocchi, sbocchi, canalette	pulizia	semestrale
Griglie fisse	pulizia	semestrale
danneggiamenti	Ripristino	semestrale
Opere varie		
Pavimentazioni		annuale
Corrimano e ringhiere in metallo		annuale

6.3.3 *Sottoprogramma delle prestazioni o di conduzione*

Costituisce un documento fondamentale per la programmazione delle azioni di conduzione, in particolare per i sistemi impiantistici.

Si riporta di seguito, per ciascuna tipologia d'impianto tecnologico a servizio della struttura stradale, una tabella indicativa nella quale si evidenzia, per tipo di impianto o suo significativo componente, la "vita attesa" per le specifiche prestazioni tecnico-funzionali che ne identificano l'affidabilità e l'efficienza.

OGGETTO	PRESTAZIONI	VITA UTILE
Lampade, accessori elettrici corpi illuminanti	Salvo danneggiamenti meccanici devono restare efficienti per la vita attesa	10000÷12000 ore
Apparecchiature elettriche ed elettromeccaniche in generale	Affidabilità e precisione di funzionamento	15÷20 anni
Impianti di terra	Devono collegare a terra le masse estranee	30 anni
Prese	Ogni punto di corrente, servito da prese, deve essere idoneo al servizio per il quale è stato destinato	20 anni
Interruttori, teleruttori	Aperture e chiusure affidabili	20 anni

Passerelle, cavidotti	Stabilità e sfilabilità delle condutture	30 anni
Quadri elettrici	Devono contenere tutte le apparecchiature di controllo e di comando dell'impianto elettrico.	30 anni
Strumenti indicatori	Devono garantire la corretta indicazione dei parametri controllati (temperatura, pressione, umidità, livelli, etc.)	10÷15 anni
Impianto di supervisione	Devono corrispondere in modo continuativo ai dati progettuali e costruttivi ed essere adattabili alle eventuali nuove esigenze di gestione	10 anni
Organi di taratura e regolazione	Devono garantire il rispetto delle caratteristiche stabilite (portata di carico temperatura, umidità) con la precisione richiesta	15÷20 anni
Apparecchi di misura e di controllo	Devono garantire la correttezza delle misure e dei controlli richiesti nel campo delle tolleranze stabilite	15÷25 anni

6.3.4 Schede programma di manutenzione degli impianti tecnologici

In riferimento al programma di manutenzione degli impianti tecnologici, la sintesi delle informazioni relative alle ispezioni e agli interventi su alcuni impianti o parti di questi, è riportata nelle apposite “**Schede programma di manutenzione**” allegate al presente documento.

6.3.4.1 SCHEDA PM.1 - IMPIANTO ELETTRICO UTILIZZATORE

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE
IMPIANTO ELETTRICO UTILIZZATORE

ELEMENTI	OPERAZIONI PREVISTE	FREQUENZA
<i>Sezione di consegna energia in BT</i>		
Sezionatore	Controllo integrità ed efficienza alimentazione	Semestrale
	Controllo morsetteria e serraggio connessioni varie	Semestrale
Interruttore	Controllo integrità ed efficienza alimentazione	Semestrale
	Controllo morsetteria e serraggio connessioni varie	Semestrale
	Prova di intervento dell'eventuale dispositivo differenziale	Semestrale
Scaricatore di sovratensione	Controllo integrità ed efficienza alimentazione	Semestrale
	Controllo morsetteria e serraggio connessioni varie	Semestrale
Fusibile	Verifica integrità ed eventuale sostituzione	Semestrale
	Controllo ed eventuale integrazione dei fusibili di scorta	Semestrale
Trasformatore di isolamento	Pulitura generale della macchina compresi i cavi in arrivo e in partenza.	Semestrale
	Verifica stato isolatori con rilevazione di eventuali tracce di scariche incrinature ecc..	Semestrale
	Controllo efficienza dei limitatori di sovratensione	Semestrale
	Controllo isolamento avvolgimenti tra loro e con lo schermo elettrostatico con megaohmetro, verificando che i valori siano quelli previsti dal costruttore trascrizione dei valori anomali su foglio prestazioni	Semestrale
	Verifica efficienza e serraggio connessioni varie del collegamento di terra dei limitatori di sovratensione e dello schermo elettrostatico	Semestrale
Linee di alimentazione	Verifica integrità ed efficienza, verifica isolamento, verifica serraggio dei terminali e della morsetteria di attestazione	Semestrale
Struttura Autoportante	Pulitura interna ed esterna con solventi specifici compresi tutti i componenti ed eventuale ripristino sigillature.	Semestrale
	Lubrificazione serrature e cerniere	Semestrale
	Verifica corretta chiusura portello con eventuale ripristino	Semestrale

6.3.4.2 SCHEDA PM.2 - IMPIANTO ELETTRICO UTILIZZATORE

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE
IMPIANTO ELETTRICO UTILIZZATORE

ELEMENTI	OPERAZIONI PREVISTE	FREQUENZA
<i>Quadro elettrico generale in BT</i>		<i>pag. 1/2</i>
Sezionatore	Controllo integrità ed efficienza alimentazione	Semestrale
	Controllo morsetteria e serraggio connessioni varie	Semestrale
Interruttore	Controllo integrità ed efficienza alimentazione	Semestrale
	Controllo morsetteria e serraggio connessioni varie	Semestrale
	Prova di intervento dell'eventuale dispositivo differenziale	Semestrale
Trasformazioni di misura	Controllo morsetteria e serraggio connessioni varie	Semestrale
	Controllo resistenza di isolamento	Semestrale
Strumento di misura	Controllo integrità ed efficienza alimentazione	Semestrale
	Controllo corretto azzeramento ed eventuale ripristino	Semestrale
	Controllo morsetteria e serraggio connessioni varie.	Semestrale
	Controllo efficienza commutatori di misura	Semestrale
Fusibile	Verifica integrità ed eventuale sostituzione	Semestrale
	Controllo ed eventuale integrazione dei fusibili di scorta	Semestrale
Protezione di circuito	Controllo integrità ed efficienza alimentazione	Semestrale
	Controllo morsetteria e serraggio connessioni varie	Semestrale
	Controllo taratura con trascrizione delle anomalie su foglio prestazioni..	Semestrale
	Controllo segnalazioni d'allarme inserzione e disinserione utenza	Semestrale
Teleruttore	Controllo integrità ed efficienza alimentazione	Semestrale
	Controllo morsetteria e serraggio connessioni varie	Semestrale
	Verifica efficienza contatti fissi e mobili	Semestrale
Segnalatore	Controllo integrità ed efficienza alimentazione	Semestrale
	Controllo morsetteria e serraggio connessioni varie	Semestrale
	Controllo lampade spia ed eventuale loro sostituzione	Semestrale
Trasformatori ausiliari	Controllo integrità ed efficienza alimentazione	Semestrale
	Controllo morsetteria e serraggio connessioni varie	Semestrale

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

IMPIANTO ELETTRICO UTILIZZATORE

ELEMENTI	OPERAZIONI PREVISTE	FREQUENZA
<i>Quadro elettrico generale in BT.</i>		<i>pag. 2/2</i>
Linee di Alimentazione	Verifica serraggio dei terminali e della morsetteria di attestazione	Semestrale
	Verifica isolamento	Semestrale
Struttura autoportante	Pulitura interna ed esterna con solventi specifici compresi tutti i componenti ed eventuale ripristino sigillature	Semestrale
Targhetta Identificativa	Verifica corretta applicazione apparecchiature in relazione al circuito alimentato.	Semestrale
	Eventuale identificazione dei circuiti e conseguente applicazione targhetta mancante	Quando necessario
Schema elettrico	Controllo rispondenza dello schema elettrico alle reali situazioni impiantistiche	Quando necessario
	Eventuale aggiornamento dell'elaborato con le modifiche riscontrate in fase di verifica.	Quando necessario
<i>Impianto elettrico di distribuzione</i>		
Cassette Di derivazione	Controllo integrità ed efficienza alimentazione	Annuale
	Controllo morsetteria e serraggio connessioni varie	Annuale
	Verifica ed eventuale aggiornamento targhetistica interna ed esterna (da effettuarsi solo dove la targhetta è già presente).	Annuale
	Eventuale sostituzione coperchio	Quando necessario
Tubazioni	Verifica integrità e fissaggio con eventuale ripristino	Annuale
Canalizzazioni	Verifica integrità e fissaggio con eventuale ripristino	Annuale
	Verifica posa conduttori con eventuale ripristino nella sede e chiusura dei coperchi con fornitura di pezzi mancanti	Annuale
Presa/spina di tipo civile	Controllo integrità ed efficienza alimentazione	Annuale
	Controllo morsetteria e serraggio connessioni varie	Annuale
	Eventuale sostituzione di spina/presa di utilizzazione mobile non conforme alla rispettiva presa/spina	Quando necessario
Presa/spina di tipo industriale	Controllo integrità ed efficienza alimentazione	Annuale
	Controllo morsetteria e serraggio connessioni varie	Annuale
	Controllo efficienza dispositivo di protezione della presa ed eventuale ripristino	Annuale
Corpi illuminanti	Verifica stato di conservazione del corpo illuminante interno ed esterno all'immobile e corretto funzionamento del relativo dispositivo di accensione	Annuale
	Eventuale sostituzione di componente inefficiente quale lampada starter condensatore reattore accenditore, fusibili dispositivo antidisturbo	Quando necessario

6.3.4.3 SCHEDA PM.3 - IMPIANTO ELETTRICO UTILIZZATORE

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE IMPIANTO ELETTRICO UTILIZZATORE

ELEMENTI	OPERAZIONI PREVISTE	FREQUENZA
<i>Sezione di media tensione</i>		<i>pag. 1/2</i>
Scaricatori di tensione	Controllo integrità ed efficienza	Semestrale
Segnalatore presenza rete	Verifica efficienza ed eventuale sostituzione	Semestrale
Sezionatori di linea di messa a terra	Pulizia generale e serraggio di tutti i bulloni e/o morsetti	Semestrale
	Lubrificazione con vaselina pura dei contatti, pinze e delle lame.	Semestrale
	Lubrificazione con olio grafitato di tutti gli ingranaggi e manovellismi	Semestrale
	Controllo corretta pressione di serraggio lame	Semestrale
Interruttore di Manovra Sezionatore	Prova manovra di apertura chiusura	Semestrale
	Controllo corretto funzionamento interblocchi	Semestrale
	Verifica corretta segnalazione grafica/optica di apertura e chiusura	Semestrale
	Verifica efficienza	Semestrale
Fusibile	Verifica corretto intervento meccanismo di sgancio	Semestrale
	Controllo morsetteria e serraggio connessioni varie	Semestrale
	Verifica scorte (almeno tre per tipo e portata)	Semestrale
	Verifica del corretto serraggio delle connessioni dei conduttori	Semestrale
Interruttore in SF6	Verifica ove possibile della corretta corsa del polo mobile	Semestrale
	Verifica regolare funzionamento del motore, relè apertura, blocchi a chiave elettrica	Semestrale
	Controllo efficienza comando dell'interruttore e dei contatti ausiliari che devono essere sostituiti se presentano tracce di perlinatura e/o riscaldamento	Semestrale
Protezione di circuito	Controllo pressione SF6 ed eventuale reintegro	Semestrale
	Controllo integrità ed efficienza alimentazione	Semestrale
	Controllo morsetteria e serraggio connessioni varie	Semestrale
Trasformatore di misura	Controllo corretta taratura ed eventuale ripristino	Semestrale
	Controllo efficienza e serraggio connessioni varie	Semestrale
	Verifica resistenza di isolamento	Semestrale

6.3.4.4 SCHEDA PM.4 - IMPIANTO DI TERRA DI PROTEZIONE

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE IMPIANTO DI TERRA DI PROTEZIONE		
ELEMENTI	OPERAZIONI PREVISTE	FREQUENZA
<i>Pag. 1/2</i>		
Dispensore ispezionabile	Verificare che il tipo di giunzione di contatto con il conduttore di terra sia conforme alle norme vigenti ed in particolare a quanto disposto dalla specifica tecnica aziendale	Ogni due anni
	Verificare che il dispersore non presenti tracce di corrosione e/o alterazioni meccaniche	Ogni due anni
	Ripristinare quelle parti che non dovessero risultare in condizioni ottimali per il buon funzionamento dell'impianto.	Ogni due anni
	Verifica pulizia e serraggio delle giunzioni e capricorda ricoprire con pasta neutralizzante tutte le connessioni	Ogni due anni
Misura della resistenza di terra	Misurare il valore della resistenza di terra come previsto dalle norme CEI vigenti all'atto della verifica	Ogni due anni
	Verifica delle tensioni di passo di contatto (se necessario)	Ogni due anni
	Verifica dei conduttori interrati, collettori di terra e masse metalliche	Ogni due anni
Collettore equipotenziale	Verifica dello stato di conservazione di tutti i conduttori in partenza ed in arrivo e serraggio dei relativi capicorda e bulloni	Ogni due anni
Le operazioni di seguito elencate devono essere effettuate sul 20% delle connessioni di protezione e di equipotenzialità per ciascun collettore principale e secondario e per ciascun attestato su quadro elettrico in modo da completare la verifica di tutte le connessioni nell'arco di 5 anni.		
Collegamenti alle utenze	Verifica di continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari. La prova di continuità deve essere effettuata con una corrente di almeno 0,2 A impiegando una sorgente di tensione alternata o continua compresa tra 4 e 24 V a vuoto.	Ogni due anni
	Eliminare le cause di guasto ripristinando il buon funzionamento dello impianto qualora si riscontrassero anomalie impiantistiche di modesta rilevanza quali : - distacco di tracce di conduttori di protezione per il collegamento a terra di tratte di utilizzatori elettrici e prese di distribuzione - distacco di tratte di conduttori equipotenziali per le connessioni di masse estranee	Ogni due anni
	Verificare che la colorazione dell'isolante dei conduttori di protezione e di equipotenzialità sia conforme a quanto indicato nella Norma CEI	Ogni due anni

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE
IMPIANTO DI TERRA DI PROTEZIONE

ELEMENTI	OPERAZIONI PREVISTE	FREQUENZA
<i>Pag. 2/2</i>		
Documentazione	Verificare la rispondenza dell'impianto esistente con i dati riportati sulla documentazione presente sul posto (disegni e scheda ITP); Aggiornare la scheda ITP presente presso l'impianto con gli elementi rilevati in sede di verifica tecnica controllando che tutti i dati richiesti siano correttamente indicati, compresa l'indicazione in chiaro del nominativo del soggetto verificatore e la firma in calce dello stesso o di un suo legale rappresentante a riprova di quanto accertato	Ogni due anni
	Aggiornare e/o eseguire disegni e documentazioni tecniche che si rendessero necessari per una corretta gestione degli impianti, tenendo presente che una copia dovrà essere a disposizione presso l'impianto.	Ogni due anni
Relazione tecnica	Per ogni impianto verificato dovrà essere redatta una relazione tecnica in cui dovranno essere riportate : le considerazioni sullo stato generale di conservazione dell'impianto; le modalità operative di esecuzione delle verifiche tecniche, nonché il tipo e le caratteristiche della strumentazione usata; i risultati di tutte le verifiche effettuate; eventuali difformità impiantistiche e di funzionamento riscontrate nel corso delle verifiche stesse; i provvedimenti da adottare per la normalizzazione dell'impianto allo scopo di ripristinare o mantenere le condizioni di sicurezza e la corretta funzionalità degli apparati ad esso connessi.	Ogni due anni

6.4 Organizzazione e responsabilità del personale

Nell'individuazione delle visite ispettive e degli interventi da pianificare, occorre porre particolare attenzione ai soggetti responsabili dell'esecuzione e alle relative responsabilità.

In linea generale, si può pensare all'adozione di due unità operative, una per l'attività di controllo, una per la manutenzione, le quali possono operare in coordinamento tra loro e con eventuali organismi esterni di tipo specializzato.

E' evidente la necessità di una chiara e precisa definizione delle procedure di routine per entrambe le unità operative ipotizzate e, particolare ancora più importante, delle responsabilità dei singoli addetti; riguardo alle responsabilità ed alle competenze dei singoli, è molto importante chiarirne i termini, soprattutto per tutti quei casi che comportano interventi congiunti delle due unità: infatti, vanno assolutamente evitate confusioni di ruolo, che potrebbero comportare disfunzioni e ritardi nelle operazioni.

L'unità ispettiva potrà avere prevalentemente le seguenti responsabilità:

- assicurarsi delle condizioni e dello stato di ogni elemento strutturale e intervenire per piccole e brevi riparazioni;
- verificare il mantenimento delle condizioni di sicurezza;

L'unità manutenzione, invece, potrà avere prevalentemente la responsabilità di attuare tutte le procedure di intervento di routine che costituiscono la condizione indispensabile per la garanzia di un livello di servizio adeguato agli standard definiti nel presente Piano; poiché tale attività potrà essere condotta parzialmente o integralmente con appalti a imprese esterne, avrà anche compiti amministrativi e di controllo tecnico nei confronti delle stesse (Direzione lavori, preparazione degli ordinativi di lavoro, ecc.