



COMUNE DI PARMA

OPERE INFRASTRUTTURALI FUNZIONALI
AL POTENZIAMENTO E ALL'ACCESSIBILITÀ DELLE FIERE
NODO STRADALE ALL'USCITA DEL CASELLO DELL'AUTOSTRADA A1 DI PARMA
CUP: I94E22000520004 CUI: L00162210348202300088 CIG: B45A5886AC

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA:
GEOL. MARCO GHIRARDI

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA:
ING. CECILIA DAMONI

ARCHEOLOGIA:
DOTT.SSA BARBARA SASSI



AR/S ARCHEOSISTEMI Società Cooperativa

CONSULENZA TRASPORTISTICA:
ING. FABIO TORTA
ING. ESPEDITO SAPONARO
ING. CLAUDIO D'ANGELO



TRT Trasporti e Territorio srl

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO:
ING. MICHELE GADALETA

ASSISTENTE DEL RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO
ING. LUIGI ELIA

PROGETTAZIONE:
ING. FILIPPO VIARO
ING. PAOLO CORCHIA

AMBIENTE E PAESAGGIO
ARCH. SERGIO BECCARELLI

ACUSTICA
ING. GIOVANNI BRIANTI
Tecnico competente in Acustica Ambientale ENTECA n. 6042



Policreo Società di progettazione srl

COORDINAMENTO IN MATERIA DI SICUREZZA E DI SALUTE
DURANTE LA FASE DI PROGETTAZIONE DELL'OPERA:
ING. PAOLO CORCHIA



Policreo Società di progettazione srl

Elaborato

PIANO DI MANUTENZIONE
PIANO DI MANUTENZIONE PRELIMINARE

Tavola

PR51.25.A.PFTE.09.GES.PIM.001.R00

Scala

OTTOBRE 2025

Data

Rev.	Data	Descrizione
00	OTTOBRE 2025	EMISSIONE

INDICE

1. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI	4
1.1. STRUTTURA DEL PIANO DI MANUTENZIONE	4
1.2. DESCRIZIONE SINTETICA DELLA TIPOLOGIA DI OPERE DA REALIZZARE.....	5
1.3. BANCA DATI	7
2. MANUALE D'USO.....	9
2.1. ISPEZIONI PERIODICHE, ISPEZIONI ANNUALI	9
2.1.1. Scheda esame visivo.....	9
2.1.2. Scheda dati storici	10
2.2. PROCEDURE DI ESAME VISIVO DETTAGLIATO	10
2.2.1. Scheda difetti.....	11
2.3. STRUMENTI DI CONTROLLO.....	13
2.3.1. Prova diretta su carote	13
2.3.2. Prova di estrazione o pull-out test	14
2.3.3. Prova penetrometrica o metodo windsor	14
2.3.4. Misure sclerometriche	14
2.3.5. Metodo ad ultrasuoni	14
2.3.6. Misure combinate microsismiche e sclerometriche	14
2.3.7. Misura del potenziale di corrosione	15
2.3.8. Prelievo di polveri e microcarote per analisi chimiche	15
2.3.9. Rilevamento magnetico delle barre di armatura	15
2.4. RISULTATI DEI CONTROLLI ED ANALISI DEI DATI -CRITERI PER L'INTERVENTO	16
2.4.1. Relazione sulle patologie e valori di soglia	16
2.4.2. Analisi delle cause di degrado	17
2.4.3. Individuazione degli interventi	17
2.4.4. Analisi dei vincoli e delle priorità.....	18
3. MANUALE DI MANUTENZIONE	19
3.1. OPERAZIONI PROGRAMMATE DI MANUTENZIONE PERIODICA	19
3.2. OPERAZIONI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA	19
3.3. INTERVENTI PERIODICI DI MANUTENZIONE ORDINARIA	20
3.3.1. Corpo stradale	20
3.3.2. Pavimentazioni stradali.....	20
3.3.3. Opere in calcestruzzo armato e opere in carpenteria metallica	22
3.3.4. Rete di smaltimento acque meteoriche	23
3.3.5. Barriere di sicurezza.....	24
3.3.6. Segnaletica.....	24
3.3.7. Opere a verde	24
3.3.7.1 <i>Manutenzione delle piante.....</i>	<i>24</i>
3.3.7.2 <i>Manutenzione dei prati</i>	<i>25</i>
3.3.8. Impianti di irrigazione.....	26

3.3.9.	Altri aspetti della manutenzione ordinaria	27
3.4.	INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA	28
3.4.1.	Interventi sui calcestruzzi e opere in carpenteria metallica	28
3.4.2.	Interventi sulle pavimentazioni	28
3.4.3.	Interventi sulle opere idrauliche	28
4.	PROGRAMMA DI MANUTENZIONE	29
4.1.	SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI	30
4.2.	SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI	31
4.3.	SOTTOPROGRAMMA DELLE MANUTENZIONI	32
5.	PROGRAMMA DI MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE	33

1. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

Il presente documento costituisce il PIANO PRELIMINARE DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E DELLE SUE PARTI relativo alle Opere infrastrutturali funzionali al potenziamento e all'accessibilità delle Fiere: Nodo stradale all'uscita del casello dell'Autostrada A1 di Parma.

Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali, l'attività di manutenzione dell'opera e delle sue parti, al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza e il valore economico.

Le indicazioni in oggetto individuano gli elementi necessari alla previsione, pianificazione e programmazione degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere realizzate di cui all'oggetto.

1.1. STRUTTURA DEL PIANO DI MANUTENZIONE

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

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

Il "Manuale d'Uso", pertanto, deve:

- 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";
- permettere 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 periodiche ispezioni visive di controllo, pianificandone le modalità esecutive e normalizzando l'acquisizione e l'interpretazione dei dati riscontrati, al fine di tenere il manufatto sotto controllo con continuità e conoscerne costantemente lo stato di conservazione.

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

- 2) Il **"Manuale di Manutenzione"**, fornisce le indicazioni necessarie alla corretta manutenzione dell'opera, individuandole puntualmente in funzione delle parti e componenti e in relazione alle caratteristiche dei materiali che la costituiscono.

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

A completamento di quanto sopra, nel "Manuale di Manutenzione" potranno essere distinte le operazioni manutentive eseguibili direttamente da personale non specializzato appartenente all'ente gestore, 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 delle opere 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 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 da parte dell'Appaltatore che dovrà aggiornare il documento alle eventuali modifiche apportare alle opere nella fase realizzativa.

Il presente documento sarà elaborato nella sua versione completa nella fase della progettazione esecutiva; al termine della realizzazione dell'intervento sarà cura del Direttore dei Lavori aggiornarlo alle eventuali modifiche intercorse durante l'esecuzione dei lavori.

1.2. DESCRIZIONE SINTETICA DELLA TIPOLOGIA DI OPERE DA REALIZZARE

Gli interventi di progetto prevedono la rifunionalizzazione del Nodo stradale all'uscita del casello dell'Autostrada A1 di Parma, con la realizzazione di due nuove rotatorie e la modifica dell'attuale anello di circolazione che diventa a doppio senso di marcia.

La rotatoria R1, realizzata nell'attuale area di parcheggio avrà diametro esterno di 50 m, con anello di circolazione di larghezza pari a 9,00 m e banchine da 1,00 m. I bracci di accesso alla rotatoria avranno larghezza di 3,50 m quando caratterizzate da una corsia e 6,00 m quando composte da due corsie, mentre le corsie di uscita dalla rotatoria avranno una larghezza di 4,50 m.

La rotatoria R2, realizzata in corrispondenza dell'attuale intersezione a raso con via Carra avrà diametro esterno di 40 m, con anello di circolazione di larghezza pari a 9,00 m e banchine da 1,00 m. I bracci di accesso alla rotatoria avranno larghezza di 3,50 m quando caratterizzate da una corsia e 6,00 m quando composte da due corsie, mentre le corsie di uscita dalla rotatoria avranno una larghezza di 4,50 m.

L'anello centrale delle rotatorie è circondato da cordolo prefabbricato in cls, così come le aiuole spartitraffico di progetto; la pendenza trasversale della rotatoria verso l'esterno è pari a 1,5%.

Il tratto di collegamento tra le rotatorie R1 e R2 è previsto a due corsie per senso di marcia di larghezza pari a 3,50 m e banchine da 1,00 m con spartitraffico di separazione delle direzioni contrapposte. Analogo spartitraffico separa le carreggiate a nord della rotatoria R2. La carreggiata che proviene dal casello autostradale è anch'essa gestita secondo le geometrie sopra descritte, mentre la carreggiata nord, in direzione Asolana nord/SPIP/Colorno, è costituita da una singola corsia di marcia di larghezza 4,00 m da cui sfiocca la corsia di diversione che consente l'ingresso in autostrada con un ramo di svincolo dedicato di larghezza minima pari a circa 5,50 m e banchine da 1,00 m.

Sulla rotatoria R1 si innesta anche la viabilità a doppio senso di marcia di collegamento alla rotatoria con viale delle Esposizioni, coincidente con Largo Maestà del Taglio e via Traversante Lupo; anche in questo caso le corsie di marcia sono previste di larghezza pari a 3,50 m e banchine laterali da 1,00 m. Dalla corsia con direzione verso la rotatoria con viale delle Esposizioni è possibile accedere all'area di parcheggio Scambiatore Nord.

Con la dismissione dell'accesso diretto tra il ramo di uscita dal casello autostradale e il parcheggio scambiatore Nord sarà inoltre necessario variare la viabilità perimetrale dell'area di parcheggio; tale modifica consente di compensare la perdita dei posti auto per l'inserimento della rotatoria R1.

Gli interventi riguardano lavori di fresatura e ripristino dell'attuale pavimentazione stradale e lavori di realizzazione dei nuovi cassonetti stradali nelle zone di allargamento della piattaforma stradale in aree attualmente a verde o a parcheggio.



FIGURA 1-1 PLANIMETRIA DI PROGETTO
(IN AZZURRO GLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI STRADALI ESCLUSI DAL PROGETTO)

La pavimentazione stradale esistente, così come desumibile dagli elaborati del progetto risalente alla costruzione dello svincolo nella sua configurazione attuale, risulta di tipologia "flessibile", di spessore complessivo pari a 47 cm, così formato:

- Tappeto di usura 3 cm;
- Binder in conglomerato bituminoso 4 cm;
- Strato di base in misto granulare bitumato 10 cm;
- Fondazione in misto granulare stabilizzato Ø40 30 cm.

Nei tratti stradali che insistono sulla sede stradale esistente si prevede il rifacimento degli strati superficiali di usura e binder, previo scarifica degli strati esistenti, adottando materiali conformi ai Criteri Ambientali Minimi (stesi a tiepido e contenenti le percentuali minime in peso di granulato di conglomerato bituminoso), avendo considerato una sovrastruttura stradale mantenuta nel tempo con strati sottostanti dotati di adeguata

portanza. In fase di progetto esecutivo, dovrà essere valutata l'effettiva portanza e il buono stato degli strati profondi, al fine di riguardare una vita teorica opportuna e razionalmente conseguibile.

In corrispondenza dei tratti stradali in allargamento alla sede pavimentata esistente, la sovrastruttura stradale è prevista con una stratigrafia più performante al fine di offrire prestazioni tecniche adeguate alle caratteristiche dei flussi nel nodo complesso, che prevedono un elevato transito di mezzi pesanti. In conformità ai Criteri Ambientali Minimi (CAM), il pacchetto è stato quindi predimensionato per una vita utile di riferimento di 20 anni, sulla base delle informazioni disponibili in fase di redazione del presente PFTE.

La pavimentazione stradale adottata, di spessore complessivo pari a 61 cm, si compone dei seguenti strati:

- | | |
|---|--------|
| ➤ Tappeto di usura tiepido | 4 cm; |
| ➤ Binder in conglomerato bituminoso tiepido | 7 cm; |
| ➤ Ecobase in conglomerato bituminoso riciclato miscelato a freddo | 15 cm; |
| ➤ Fondazione in stabilizzato granulometrico | 35 cm; |
| ➤ Sottofondazione con materiale da rilevato | 40 cm. |

Le caratteristiche del marciapiede adiacente la fermata del trasporto pubblico, interessato dalla permanenza di pedoni, in coerenza con le indicazioni Criteri Ambientali Minimi, prevede l'utilizzo della seguente pavimentazione:

- | | |
|--|--------|
| ➤ Tappeto di usura tiepido | 3 cm; |
| ➤ massetto in calcestruzzo con rete elettrosaldata | 10 cm; |
| ➤ Fondazione in stabilizzato granulometrico | 15 cm; |

Lo strato di usura sarà colorato superficialmente mediante resine con una tinta in grado di garantire sia il rispetto dell'indice di riflessione solare $SRI \geq 29$ che caratteristiche di aderenza/resistenza allo scivolamento.

Per gli altri marciapiedi è prevista la finitura con strato di usura tradizionale.

Come evidenziato nella Figura 1-1, alcuni tratti stradali saranno oggetto di interventi di competenza Parma Infrastrutture nell'ambito del programma di manutenzione delle strade comunali.

Completano l'intervento la rete di raccolta delle acque meteoriche, alcuni tratti di barriere di sicurezza, la segnaletica orizzontale e verticale e le opere a verde di mitigazione ambientale comprensive d'impianto di irrigazione.

L'impianto di illuminazione sarà realizzato da **City Green Light** nell'ambito delle somme a disposizione dell'intervento, pertanto esclusa dal presente piano preliminare di manutenzione.

1.3. BANCA DATI

La raccolta sistematica, già in fase di realizzazione delle opere, di tutte le informazioni utili per le manutenzioni future e, in particolare, per la valutazione delle cause di specifici ammaloramenti nonché per la valutazione della possibile necessità e priorità di intervento in ripristino, costituiscono un obiettivo prioritario della costituzione della specifica banca dati. In sintesi, le informazioni da acquisire possono essere così raggruppate:

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

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

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 in progetto.

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

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

2.1. ISPEZIONI PERIODICHE, ISPEZIONI ANNUALI

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

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

Almeno una volta all'anno, è necessaria la verifica da parte di un tecnico abilitato (preferibilmente ingegnere o architetto).

Pertanto, l'insieme della documentazione di base e di quella acquisita nel tempo andrà a costituire una banca-dati in grado di essere consultata con estrema semplicità, per ottenere in prima istanza, per ciascuna opera, l'insieme dei suddetti due documenti fondamentali:

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

2.1.1. Scheda esame visivo

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

A. OPERE STRADALI

- Strutture in c.a. (fondazioni segnali stradali e PMV) e relative opere in carpenteria metallica;
- Pavimentazioni stradali;
- Marciapiedi e relative pavimentazioni;
- Barriera di sicurezza e parapetti;
- Segnaletica orizzontale;
- Segnaletica verticale;

B. OPERE IDRAULICHE

- Collettori fognari acque bianche;
- Opere di attraversamento idraulico;
- Cunette, canali e canalette;
- Pozzetti e tubazioni;
- Sistemi di allarme.

C. OPERE A VERDE

- Piantumazioni;
- Impianto di irrigazione;

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.

2.1.2. Scheda dati storici

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

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

2.2. PROCEDURE DI ESAME VISIVO DETTAGLIATO

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

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

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

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

1) DIFETTI LEGATI ALL'ACQUA

- infiltrazioni 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;
- nodi strutturali: allentamento e/o rottura perni o bulloni;
- nodi strutturali: lesioni o "cricche" di saldatura degli elementi in carpenteria metallica;
- svergolamento flessione, deformazione elementi strutturali;
- sfogliamento vernice o danni alla zincatura, ossidazione;

4) DIFETTI ELEMENTI VARI

- ostruzione e/o rottura elementi di scarico e raccolta acque;
- scarpate: pendio dissestato o in erosione, vegetazione eccessiva;
- barriere di sicurezza: allentamento o rottura elementi di sostegno;
- guarnizioni deteriorate, non aderenti o ostruite da accumuli di agenti esterni;
- saracinesche: attrezzature varie o parti di esse mancanti o danneggiate.

5) DIFETTI PAVIMENTAZIONI STRADALI

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

2.2.1. Scheda difetti

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

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

Le schede da predisporre saranno specifiche per particolari difetti così raggruppati:

- Scheda A -LESIONI E/O FESSURAZIONI
- Scheda B1 - FERRI DI ARMATURA (ferri scoperti)
- Scheda B2 - FERRI DI ARMATURA (ossidazione e rigonfiamenti macchie di ruggine)
- Scheda C1 - CALCESTRUZZO (scagliature e delaminazioni superficiali);
- Scheda C2 - CALCESTRUZZO (distacchi)
- Scheda D - INFILTRAZIONI, VENUTE D'ACQUA, UMIDITÀ;
- Scheda E - PAVIMENTAZIONI STRADALI

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

1. Macchie di umidità

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

2. Alterazioni superficiali del calcestruzzo

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

- a) *calcestruzzo residuo non degradato*: indica una superficie compatta a distacco avvenuto.
- b) *calcestruzzo residuo degradato*, senza pericolo incipiente di caduta di materiale: indica un conglomerato in cui esiste un iniziale processo di degradazione.
- c) *calcestruzzo con vespaio e inerti asportabili manualmente*: è presente una decomposizione generalizzata del cls; gli inerti si distaccano progressivamente dal legante e si notano efflorescenze dove sono presenti alterazioni del legante;
- d) *calcestruzzo con pericolo di distacco a blocchi*: indica un cls per il quale si possono verificare dei distacchi specialmente in presenza di fessure ramificate longitudinali e trasversali.

3. Lesioni

Le cause che determinano la nascita di lesioni possono essere individuate analizzando il loro andamento.

Tale considerazione ha portato a mettere l'accento sulla descrizione dell'andamento delle lesioni, che possono essere distinte in:

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

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

4. Alterazioni superficiali degli elementi di acciaio

5. Deformazioni anomale degli elementi strutturali

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.

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

Tali attrezzature devono essere gestite da tecnici specializzati 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 dell'intervento:

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
Rilevo 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

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.

È fondamentale nella fase di prelievo, il rispetto delle specifiche fissate dalla serie EC 1-2007 UNI EN 12390 e UNI EN 12504, per ridurre al minimo il danneggiamento dovuto al prelievo.

In particolare, la prova di resistenza a compressione viene eseguita in conformità alle UNI EN 12390-3 e UNI EN 12504-1.

Tali prove devono per legge (art. 59 D.P.R. 380/2001, art. 20 legge n. 1086 del 5 novembre 1971 e D.M. 17 gennaio 2018) essere eseguite presso i laboratori ufficiali 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).

La prova è normata dalla UNI EN 12504-3. 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 9189.

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

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

2.3.5. 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 50KHz. 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.

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:
- Protezione catodica con "anodi sacrificali" costituiti da metalli reattivi o collegati alla struttura da proteggere, in modo da rendere uniforme la corrente di protezione.
- Protezione catodica con "corrente impressa", più indicata per strutture in c.a. interrate vista la scarsa conducibilità del calcestruzzo.
- 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.

2.3.8. Prelievo di polveri e microcarote per analisi chimiche

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

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

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. È utile, in una campagna pacometrica, prevedere uno o più carotaggi campione per confrontare i dati relativi con l'osservazione diretta e, così, controllare la taratura della strumentazione.

2.4. RISULTATI DEI CONTROLLI ED ANALISI DEI DATI -CRITERI PER L'INTERVENTO

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

- rilievo del sistema;
- acquisizione dei dati.

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

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

2.4.1. Relazione sulle patologie e valori di soglia

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

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

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

TIPO DI DEGRADO	SOGLIA D'INTERVENTO OTTIMALE	SOGLIA MINIMA D'INTERVENTO
1) DIFETTI LEGATI ALL'ACQUA		
- infiltrazioni in corrispondenza di giunti	Segni di umidità in corrispondenza del giunto	Percolazioni e/o infiltrazioni
- infiltrazioni diffuse sulla superficie	Segni di umidità in corrispondenza di una porzione di parete o soletta	Percolazioni e/o infiltrazioni
- infiltrazioni in corrispondenza di punti singoli	Segni di umidità	Percolazioni e/o infiltrazioni
2) DIFETTI DEL CALCESTRUZZO		
- ammaloramento e/o distacchi superficiali del calcestruzzo	Calcestruzzo con lievi lesioni visibili in superficie	Porzioni di calcestruzzo distaccate
- copriferro insufficiente	Andamento dei ferri visibile dalla superficie	Ferro d'armatura scoperto e in vista
- lesioni del calcestruzzo	Lesioni visibili < 1 mm	Lesioni visibili > 1 mm
3) DIFETTI 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 per flessione, deformazione elementi strutturali	Deformazioni riscontrabili da incastri non perfetti	Deformazioni riscontrabili da esame visivo
4) DIFETTI ELEMENTI METALLICI		
- sfogliamento vernice, o danni alla zincatura, ossidazione	Vernice con lesioni visibili superficialmente	Vernice sollevata su area > 10%
5) DIFETTI O AVARIE DI TIPO MECCANICO		
- avarie chiusura saracinesche	Chiusura con lieve difficoltà	Chiusura lenta o non immediata
6) 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
7) DIFETTI PAVIMENTAZIONI STRADALI		
- lesioni e/o fessurazioni del conglomerato bituminoso superficiale	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 deterioramento 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

Gli interventi di manutenzione vanno distinti in operazioni periodiche su opere "funzionanti" ed in operazioni straordinarie su opere più o meno compromesse nel loro funzionamento o da adeguare strutturalmente in dipendenza di fattori esterni (come ad esempio nuove prescrizioni normative, variazione del grado di sismicità della zona, ecc.).

Tanto per le prime, quanto per le seconde occorre operare non solo nell'ottica della pura e semplice riparazione, ma anche e soprattutto in quella della prevenzione; vanno quindi considerati fondamentali quegli interventi necessari ad allungare la vita utile dell'opera, per realizzare i quali potrebbe essere anche necessario "sacrificare" delle parti ancora integre dell'opera.

3.1. OPERAZIONI PROGRAMMATE DI MANUTENZIONE PERIODICA

Sono così raggruppabili:

1. pulizia semplice con mezzi meccanici o con operazioni manuali; asportazione di materiali estranei come sporcizia o vegetazione parassite e attività similari;
2. sostituzione di elementi deteriorati con semplici operazioni di smontaggio e montaggio;
3. piccoli risarcimenti, stuccature, riparazioni con malte cementizie o malte sintetiche o malte bicomponenti;
4. riparazioni localizzate di pavimentazioni e impermeabilizzazioni con materiali bituminosi;
5. protezione contro la corrosione con verniciature localizzate;
6. operazioni di lubrificazione e ingrassaggio;
7. riparazioni localizzate e manutenzione dei sistemi di raccolta e trattamento delle acque;
8. manutenzione in efficienza delle barriere di sicurezza;
9. manutenzione in efficienza della segnaletica orizzontale e verticale;
10. manutenzione delle opere a verde e degli elementi di arredo;
11. verifica e/o sostituzione dei sistemi di allarme idrocarburi (sonde ad immersione, batterie tampone, anomalie sui quadri elettrici, filtri a coalescenza);
12. verifica dei sistemi di intercettazione (apertura/chiusura delle valvole di intercettazione sulle tubazioni);
13. pulizia semplice con mezzi meccanici o con operazioni manuali; asportazione di materiali estranei come sporcizia o vegetazione parassite e attività similari all'interno delle tubazioni e per le caditoie/canaline stradali.

3.2. 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 specifiche, malte sintetiche o bicomponenti, cavi esterni, chiodature, giunti, ecc.) previa protezione delle armature dalla corrosione, se necessario;
- protezione di calcestruzzi 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;
- sostituzione di elementi strutturali di acciaio eventualmente ammalorati da usure e/o danneggiamenti non previsti in sede di progetto;

- riparazione o ricostruzione o adeguamento dei sistemi di drenaggio (pozzetti di raccolta, tubi di scarico, ecc.);
- riparazione o ricostruzione di pavimentazioni ed impermeabilizzazioni;
- ripristino di barriere di sicurezza: il ripristino potrà interessare parti mancanti o danneggiate con altre di medesime caratteristiche;
- video-ispezione per la verifica del buono stato di conservazione e funzionamento delle tubazioni di scarico.

Per gli interventi straordinari è possibile una definizione particolareggiata delle tecniche d'intervento, dei criteri di scelta e delle caratteristiche tecnologiche dei materiali da utilizzare; tuttavia, anche in questo caso, è necessario tenere ben presente l'insieme dei fattori soggettivi legati alle diverse situazioni locali, per evitare pericolose generalizzazioni ed individuare l'effettiva necessità di interventi, che a volte non sono certamente fondamentali per la durabilità dell'opera, come in altri casi.

3.3. INTERVENTI PERIODICI DI MANUTENZIONE ORDINARIA

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

3.3.1. Corpo stradale

Poiché i movimenti di materia implicano la variazione della morfologia dei luoghi e l'alterazione di equilibri statici dei siti interessati dai lavori in argomento, è necessario periodicamente verificare che il terreno non presenti fenomeni di instabilità o dissesto.

Si dovrà avere particolare cura nella verifica del perfetto funzionamento degli elementi costituenti la regimentazione delle acque meteoriche, al fine di prevenire l'instaurarsi di fenomeni di dissesto perniciosi per la stabilità dei rilevati e delle scarpate, che dovranno essere sgombri da detriti e materiale esterno.

A tal fine, con gli interventi di manutenzione ordinaria si provvederà alla pulizia delle canalette in terra.

3.3.2. Pavimentazioni stradali

Le condizioni strutturali di una pavimentazione si riferiscono alla sua attitudine a sopportare i carichi di traffico per un predeterminato periodo di tempo senza rotture o degradazioni; i parametri strutturali sono quelli più direttamente connessi allo stato di salute della pavimentazione, ovvero alla sua principale causa di logoramento: la "fatica" dei materiali.

Le pavimentazioni stradali sono parte integrante dell'infrastruttura viaria ed il loro scopo primario è quello di fornire ad una vasta gamma di veicoli e di utenti una superficie regolare, durevole e sicura in tutte le condizioni meteorologiche e di traffico. Il dimensionamento della sovrastruttura stradale ha come obiettivo la costruzione di un'infrastruttura in grado di resistere strutturalmente alle sollecitazioni indotte dai veicoli nell'intero arco della sua vita utile, ovvero, senza evidenziare segnali di ammaloramento profondi. È possibile che gli strati superficiali quali usura e binder subiscano ammaloramenti superficiali in un arco temporale ridotto rispetto alla vita utile, compromettendone la funzionalità (perdita di aderenza) e pertanto 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. È causata dai fenomeni di ritiro del conglomerato bituminoso e dai cicli termici; indica un surriscaldamento del conglomerato in fase di miscelazione;

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

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

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

I ripristini dovranno essere effettuati con trattamenti, manti e materiali di adeguate caratteristiche e potranno riguardare sia il solo strato di usura che quelli sottostanti e dovranno risultare continui e uniformi sia nella qualità, che nello spessore dei manti.

I parametri che verranno monitorati, ai fini della pianificazione della manutenzione, sono:

- Tipologia di fessurazione

TIPOLOGIA DI FESSURAZIONE	INTERVENTO	INTERVALLI TEMPORALI DI CONTROLLO
Superficiale di tipo top down	<i>Risanamento superficiale dello strato di usura</i>	5 -10-20 anni
Superficiale di tipo bottom up	<i>Risanamento profondo a partire dagli strati di base</i>	20 anni in conformità alla vita utile

- Degradi superficiali della pavimentazione e analisi aderenza

PARAMETRI DA VALUTARE	VALORE LIMITE	INTERVENTO	INTERVALLI TEMPORALI DI CONTROLLO
Coefficiente di aderenza trasversale CAT	0,35	<i>Risanamento superficiale dello strato di usura</i>	5 -10-20 anni
Altezza in sabbia – misura della macrotestitura superficiale - HS	0,20	<i>Risanamento superficiale dello strato di usura</i>	5 -10-20 anni
Altezza in sabbia – misura della microtestitura superficiale - BPN	45	<i>Risanamento superficiale dello strato di usura</i>	5 -10-20 anni
Indice di regolarità del profilo longitudinale IRI	1,5	<i>Risanamento strati usura e binder</i>	5 –10–20 anni

Per quanto riguarda l'itinerario ciclopeditonale attrezzato si è studiata l'ammissibilità, in ambito statico, di passaggi di veicoli aventi asse standard da 80 kN, verificando che le deformazioni indotte fossero accettabili. Per tale ragione, l'eventuale passaggio eccezionale di mezzi d'emergenza o di mezzi per la manutenzione che inducano carichi dinamici superiori a 80 kN potrebbe determinare fenomeni di dissesto e/o degrado nella pavimentazione, che richiederebbero specifici interventi di ripristino e/o risanamento. In ragione della fruizione ordinaria dell'itinerario ciclo-pedonale, destinato prevalentemente alla percorrenza pedonale e ciclabile, si prescrive a casi eccezionali o strettamente necessari il passaggio di mezzi con asse superiore a 80 kN.

3.3.3. Opere in calcestruzzo armato e opere in carpenteria metallica

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;

Si analizzano in particolare alcune operazioni specifiche:

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;
- eventuale 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.

Strutture in carpenteria metallica

Si dovrà procedere secondo le seguenti fasi:

- rimozione delle zone di vernice ammalorata;
- eventuale sabbiatura di tutta la superficie messa a nudo, da portare a metallo bianco;
- trattamento superficiale dell'acciaio scoperto con primer ed anticorrosivo;

- eventuale applicazione sulla zona interessata di pitture con caratteristiche analoghe alle protezioni applicate sulle parti di carpenteria circostanti;
- per elementi zincati: verifica dello stato di zincatura e ripristino ove necessario.

3.3.4. Rete di smaltimento acque meteoriche

Per le opere idrauliche, considerato l'inevitabile trascinamento dall'acqua di sostanze solide, è necessario verificare periodicamente lo stato di pulizia di canalette grigliate, pozzetti, tubazioni, embrici, tombini, sifoni, vasche di laminazione, opere drenanti al fine di garantire il corretto e regolare deflusso delle acque meteoriche.

La mancata manutenzione del sistema idraulico causa inevitabilmente l'instaurarsi di fenomeni di dissesto, che a lungo tempo possono mettere in crisi la stabilità e l'integrità dell'opera stessa.

Gli impianti di trattamento delle acque necessitano i normali controlli di verifica in quanto esiste una diagnostica di controllo continua che segnala i guasti.

Nel caso in esame sono da intendersi come opere di **manutenzione ordinaria**:

- periodici sopralluoghi annuali e/o subito dopo un evento meteorico intenso, per la verifica dello stato delle opere e dei processi erosivi, di sedimentazione e ostruzione in atto, controllo di eventuali ostruzioni e controllo delle eventuali asportazioni di materiali e integrità delle opere idrauliche. Durante il sopralluogo si dovranno ispezionare i collettori, le canalette, i grigliati, i pozzetti, i raccordi in opera, le vasche di laminazione, gli impianti di depurazione, la trincea drenante, ecc.. e verificare che non vi siano depositi che ne possano ostruire la sezione di deflusso. In tal caso saranno da prevedere operazioni di spurgo e pulizia tali da ripristinare la funzionalità dell'opera. L'ispezione comprende la stesura del rapporto datato con l'esito dei controlli ed annotazione di eventuali anomalie;
- risarcimento di eventuali locali fallanze delle sponde dei fossi e dei canali e di tutte le opere idrauliche;
- ripristino periodico dell'efficienza idraulica delle sezioni di deflusso delle tubazioni, canalette, griglie intasate, fossi ostruiti, ecc...;
- lubrificazione degli organi costituenti le paratoie
- taglio della vegetazione che potrebbe parzializzare la sezione di deflusso delle opere di convogliamento idraulico.

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

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

3.3.5. Barriere di sicurezza

Per le barriere di sicurezza e protezione è necessario un periodico controllo atto a verificarne sia l'integrità strutturale, ridotta da possibili urti di veicoli, sia lo stato della zincatura, per gli elementi metallici, in relazione alla possibile aggressione chimica dei sali antigelo.

Per le barriere laterali metalliche sui manufatti sarà necessario verificare il corretto stato di conservazione dei piantoni e il collegamento col cordolo dell'impalcato.

3.3.6. Segnaletica

Periodicamente è necessario pulire la superficie dei cartelli con spazzolatrici ad acqua, specialmente per asportare i residui dei sali antigelo sparsi nei mesi invernali.

Si dovrà inoltre verificare l'integrità della segnaletica, che potrebbe subire danneggiamenti a causa di urti di veicoli e la stabilità di eventuali collegamenti bullonati.

Mediante ispezioni periodiche, anche con strumenti di rilevazione automatica ad alto rendimento, dovrà essere assicurata la visibilità secondo normativa della segnaletica orizzontale.

3.3.7. Opere a verde

Di seguito sono descritti i principali interventi di manutenzione da eseguire sulle opere a verde. Gli interventi indicati saranno attuati per un periodo di cinque anni a partire dal termine dei lavori.

3.3.7.1 Manutenzione delle piante

Irrigazioni delle piante

Nella delicata fase post-impianto, si eseguiranno, ove necessari, adeguati adacquamenti alle piante sia con interventi manuali sia assistiti dall'impianto d'irrigazione. La durata della fase post-impianto di completo attecchimento vegetativo dipende dalla specie, dalla misura di fornitura, dalla criticità delle condizioni dei luoghi. In generale per piante arbustive e piccoli alberi (circ. < 20 cm) il periodo post impianto termina ad attecchimento avvenuto. Per piante esemplari e di grossa dimensione tale periodo può durare anche alcuni anni fin tanto che non si manifesta un apprezzabile allungamento vegetativo. Questa non è da confondersi con la garanzia di attecchimento che in genere termina 90 giorni dopo la prima fase vegetativa.

Per tutto il periodo post-impianto e fino al completo attecchimento vegetativo si dovranno eseguire frequenti controlli sullo stato vegetativo e soprattutto sull'umidità del terreno in prossimità delle piante, anche alla presenza d'impianto d'irrigazione automatico. E' noto come l'eventuale impianto d'irrigazione non costituisca sufficiente garanzia di corretta irrigazione per tutte le piante. Gli automatismi dovranno essere tarati, correttamente programmati ed adeguati all'andamento stagionale. Si dovranno evitare sia situazioni di prolungata siccità sia di eccesso idrico. Le conche d'invaso dovranno essere eventualmente ripristinate prima degli adacquamenti manuali. Nel caso non siano previste specifiche linee d'irrigazione per le piante e queste siano irrigate con l'irrigazione del prato o delle aiuole circostanti, si dovrà provvedere ad integrazioni manuali nei periodi siccitosi in misura non inferiore a 5/10 interventi annui.

Le principali operazioni manutentive ordinarie che dovranno essere eseguite sugli impianti di irrigazione automatici sono schematizzate secondo la seguente tabella:

Periodo	Operazione
Marzo	Apertura dell'impianto: - prova di funzionamento - taratura tempi adacquamento
Marzo - ottobre	- Verifiche periodiche di funzionamento - taratura stagionale - segnalazione tempestiva delle anomalie
Ottobre	Chiusura dell'impianto e svuotamento delle linee

Controllo delle infestanti

Si eseguiranno tutti gli interventi necessari per il controllo delle infestanti sia in prossimità del punto di piantagione degli alberi o cespugli isolati che nelle aiuole o siepi. Gli interventi possono contemplare sia l'uso di decespugliatori a filo, sia scerbature manuali e ove possibili sfalci con mezzo meccanico. La frequenza degli interventi dipende dalla condizione dei luoghi, dalla capacità competitiva delle piante e dalla modalità di costruzione. Nelle aiuole con pacciamatura e/o teli pacciamanti lo sviluppo delle infestanti è più contenuto e quindi richiede un numero di interventi inferiore, durante le operazioni manutentive sarà cura dell'impresa sostituire e/o integrare il telo e la pacciamatura che nel tempo tendono a deteriorarsi.

Concimazioni alle piante

Le lavorazioni di preparazione alla piantagione normalmente devono garantire un'adeguata fertilità per un periodo successivo all'impianto di 6/9 mesi.

Dopo questo primo periodo, la concimazione delle piante è importante per garantire lo sviluppo vegetativo e quindi il livello ornamentale. Le modalità di concimazione dipendono dalla specie e dalla condizione dei terreni. Salvo casi particolari, si ritiene utile eseguire almeno una concimazione annuale per le piante arboree, siepi e aiuole con fertilizzanti granulari a cessione programmata (6/8 mesi) o fertilizzanti granulari a lenta cessione, distribuiti alla base delle piante, per un periodo di cinque anni a partire dal termine dei lavori.

Potature

Per gli alberi e arbusti nei primi anni dopo l'impianto le potature di contenimento risultano trascurabili, mentre si rivelano importanti le potature di rimonda del secco e le potature di formazione della chioma.

Per le siepi sono da prevedere almeno una potatura al termine dello sviluppo vegetativo primaverile. Per le piante in aiuola dipende dalle specie: in generale per piante tappezzanti ed arbustive si dovrà prevedere almeno un intervento annuo o al termine dello sviluppo vegetativo primaverile (giugno/luglio) o a riposo vegetativo (novembre-marzo). Le piante erbacee possono richiedere interventi specifici anche 3-4 volte l'anno. Le potature devono essere eseguite da personale esperto e specializzato.

Controllo degli ancoraggi e manutenzione delle conche d'invaso

Gli ancoraggi e le conche di vaso dovranno essere mantenuti per la loro funzione per almeno 2 anni, quindi si rende necessario il controllo e la loro manutenzione almeno 2 volte all'anno.

Entro il termine del periodo manutentivo, dovranno essere rimossi gli ancoraggi esterni, le legature, i sistemi di protezione individuale e dovrà essere livellata la conca d'impianto

3.3.7.2 Manutenzione dei prati

Irrigazioni dei prati

Dopo la semina fino alla formazione dei prati (primi 4 tagli).

In questa fase transitoria di attecchimento, i prati devono essere irrigati maggiormente e più frequentemente fin tanto che lo sviluppo radicale non risulti adeguato. Questo modo d'irrigare è transitorio e si deve evitare l'errore di prolungarlo oltre il dovuto. L'irrigazione dovrà essere sospesa dopo le piogge fintanto che il terreno si sarà asciugato. Dopo i primi tagli, si procede all'aumento della frequenza (1/2 giorni) aumentando le dosi.

Dopo la formazione

La quantità e la frequenza irrigua deve essere regolata in relazione al tipo di terreno (maggiori per terreni sabbiosi), alle zone a diversa insolazione (inferiori in zone ombrose), alla presenza radicale delle piante arboree (maggiori in presenza di forte competizioni radicali di piante arboree o grandi arbusti) alle condizioni climatiche (temperatura, umidità, ventosità) e alle specie del miscuglio. Il terreno superficiale si deve ben asciugare prima di irrigare.

Controllo delle infestanti dei prati

Per le superfici a prato si prevedono sfalci periodici (2 – 3 / anno) eseguiti con mezzi meccanici o manuali, con funzione di rinforzo delle piante erbacee seminate (in particolare graminacee) ed eliminazione progressiva delle infestanti. Gli interventi possono essere anche solo localizzati e devono essere eseguiti da personale specializzato.

Concimazioni dei prati

La concimazione dei prati risulta importante per garantire lo sviluppo vegetativo e quindi il livello ornamentale. L'importanza della concimazione dipende molto dalla condizione dei terreni e soprattutto dal livello ornamentale desiderato.

Vanno preferite concimazioni con fertilizzanti organici limitando l'impiego di concimi chimici complessi.

La frequenza prevista delle concimazioni sarà annuale, e sarà eseguita per un periodo pari a cinque anni a partire dal termine dei lavori.

Sfalci dei prati

I tagli dei prati dovranno essere eseguiti con macchine adatte per tipologia, dimensione e peso alle condizioni e allo stato dei prati senza arrecare danni alla superficie erbosa.

La lama di taglio delle macchine tosaerba deve essere ben affilata e non deve arrecare danni al prato. L'altezza del taglio non deve essere mai inferiore a 5 cm, con altezza ottimale di 6 cm nei periodi di forte crescita e di 7 cm nei periodi di rallentamento vegetativo. L'altezza media del prato da sfalciare non deve superare i 15 cm per prati estensivi e 12 cm per prati ornamentali.

La Direzione Lavori può decidere di eseguire il taglio "mulching" al posto del taglio con raccolta. In questo caso il taglio "mulching" avrà una frequenza doppia rispetto al taglio con asporto.

Nel caso del progetto all'esame il calendario dei tagli deve prevedere n.3 sfalci all'anno per i primi due anni, n.2 sfalci per i terzo e il quarto anno ed infine n.1 intervento per il quinto anno.

L'asporto o meno della biomassa recisa sarà decisa dalla Stazione Appaltante in relazione alle indicazioni di progetto ed ai risultati da ottenere.

3.3.8. Impianti di irrigazione

La manutenzione degli impianti in oggetto dovrà essere affidata a personale qualificato in base alla diversa tipologia di impianto da mantenere. Anche gli impianti dovranno essere oggetto di ispezione periodica di sorveglianza, atta a verificare sia il loro corretto funzionamento, sia la loro integrità e stabilità.

Al fine di una corretta gestione della struttura gli interventi di manutenzione dovranno seguire delle scadenze e dei programmi temporali.

Nelle tabelle seguenti sono indicate le tempistiche previste per le manutenzioni ed i controlli.

Sarà da prevedere un sistema di controlli che aggiornerà e verificherà il programma attualmente previsto.

I controlli dovranno essere effettuati mediante ispezioni periodiche alle strutture mirate alla verifica della stabilità dell'opera ed al funzionamento di tutte le sue parti.

Nella **manutenzione ordinaria** s'intendono ricompresi i seguenti interventi:

- a - accertamento periodico che tutte le parti dell'impianto di irrigazione siano regolarmente funzionanti eliminando immediatamente cause che ne impediscano il funzionamento. Qualora circostanze di tempo, di materiali ed altri giustificati motivi impediscano la riattivazione, dovrà provvedersi alla messa fuori servizio della parte difettosa, onde consentire il regolare funzionamento della restante parte;
- b - sostituzione immediata di propria iniziativa delle valvole di qualsiasi tipo, dei tratti di tubazioni occlusi, dei filtri o raccordi con difetti di funzionamento, indipendentemente dalla frequenza delle rotture, con pezzi di ricambio dello stesso tipo delle attrezzature in opera o di quelle sostituite;
- c - sostituzione delle tubazioni di distribuzione e di tratti di adacquatori qualora siano rotti, occlusi, schiacciati, o che comunque provochino l'irregolare funzionamento dell'impianto di irrigazione;
- d - mantenimento in condizioni di pulizia delle centrali di controllo, regolazione e comando delle elettrovalvole;
- e - manutenzione e verifica funzionale dei programmi impostati di funzionamento dei vari settori di irrigazione;
- f - conservazione in perfetto stato di manutenzione e di efficienza del totale dei pozzetti di contenimento delle apparecchiature.

Nella **manutenzione programmata-preventiva** s'intendono ricompresi le seguenti tipologie d'intervento ed azioni:

Per quanto riguarda le parti idrauliche

- g - controllo ed eventuale pulizia dei pozzetti di contenimento delle elettrovalvole di comando e della centralina;
- h - verifica della prevalenza e portata generale dell'acqua al collettore delle valvole;
- i - controllo e pulizia dei filtri e delle valvole di ciascun settore di irrigazione;
- j - verifica della corretta alimentazione elettrica ed eventuale sostituzione delle batterie 9 V;
- k - controllo valvole a solenoide ed eventuale pulizia generale;
- l - controllo generale con comando manuale del corretto funzionamento dei singoli ugelli posti sulle tubazioni e pulizia delle incrostazioni. Nel caso valutare sostituzione ugelli o tratti di tubazione con ugelli;
- m - controllo corretto funzionamento sequenza programmazione;
- n - controllo corretto funzionamento centralina di irrigazione nella modifica/integrazione della programmazione oraria/giornaliera/settimanale;
- o - verifica della corretta tenuta delle reti di distribuzione dell'acqua e controllo sull'integrità delle tubazioni.

3.3.9. Altri aspetti della manutenzione ordinaria

Ulteriori operazioni di manutenzione ordinaria, dovranno riguardare inoltre il ripristino di strutture ed impianti danneggiati da incidenti; a monte di tale attività è anche molto spesso necessario svolgere un'azione di ispezione per il rilevamento di danni alle strutture ed agli impianti (per questi ultimi è necessaria anche una verifica di funzionamento).

3.4. INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA

3.4.1. Interventi sui calcestruzzi e opere in carpenteria metallica

Stante la grande variabilità ed eterogeneità dei danneggiamenti e/o dei malfunzionamenti che è possibile prevedere sulle parti strutturali realizzate in carpenteria di acciaio e sui relativi dispositivi di vincolamento, per il loro ripristino occorrerà volta per volta definire una metodologia di intervento che sia la più adatta agli specifici casi riscontrati. Le suddette metodologie saranno comunque definite anche in base ai criteri esposti nei precedenti paragrafi del presente documento.

Per il ripristino dei calcestruzzi armati si sceglierà la tecnica e/o i materiali più adatti, fissandone i limiti e le caratteristiche per lo specifico lavoro, possibilmente facendo riferimento anche a quanto esposto nel seguito riguardo alle problematiche ordinarie.

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

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

3.4.2. Interventi sulle pavimentazioni

La manutenzione straordinaria riguarderà **interventi più significativi**, come la riparazione di grandi crepe o buche generate da ammaloramenti di degli strati profondi al termine della loro vita utile. La completa sostituzione, mediante fresatura, degli strati superficiali dovrà essere contestuale ad una verifica della portanza degli strati profondi e alla valutazione di fessurazioni estese nello strato di eco-base e misto cementato. Questi interventi sono necessari per ripristinare la strada quando l'entità e la dimensione del danno sono troppo estesi per consentire la sola manutenzione ordinaria. Si considera inoltre un intervento di manutenzione straordinaria la trasformazione di un fondo stradale sia esso in rilevato o trincea, degradato o indebolito da eventi meteorologici estremi e/o dissesti territoriali.

3.4.3. Interventi sulle opere idrauliche

Sono, invece, interventi di **manutenzione straordinaria** (manutenzione, potenziamento e ampliamento) quegli interventi che, pur finalizzati al ripristino della funzionalità dell'opera, presentino modifiche tali da comportare un miglioramento qualitativo e/o quantitativo delle opere stesse e richiedano, quindi, un nuovo progetto anche se parziale. Per l'opera in progetto, sono da considerarsi interventi di manutenzione straordinaria quelli da eseguirsi per ripristinare la completa funzionalità strutturale e idraulica dell'opera a seguito di sifonamenti, cedimenti, crepe, ammaloramenti o asportazioni di materiale di entità tale da pregiudicare la sicurezza ed il buon funzionamento dell'opera, funzionalità delle opere in materiale drenante, vasche di laminazione, scarichi e opere di regolazione del flusso, in particolare: Sistemazione e ripristino degli scatolari, canalette, tubazioni, manufatti in opera, fossi, risarcimento di materiale, pulizia e lavaggio delle opere in materiale drenante; vasche di laminazione, impianti di depurazione e ogni opera idraulica presente nel progetto.

4. PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Al fine di una corretta gestione delle strutture e degli impianti tecnologici, gli interventi di manutenzione dovranno seguire dei programmi a cadenza temporale o comunque determinati dalle condizioni effettive degli oggetti e quindi dalla loro capacità di fornire la funzione richiesta (di progetto).

L'insieme dei programmi definiti costituiscono il "Programma di Manutenzione" per l'infrastruttura a cui si riferiscono, e sono parte integrante del manuale di uso e manutenzione.

In dettaglio, il Programma di Manutenzione si articola in tre sottoprogrammi non disgiunti ma correlati tra di loro:

- Il sottoprogramma delle prestazioni, teso a identificare per i singoli elementi le funzioni che devono essere monitorate e garantite
- Il sottoprogramma dei controlli, che identifica le modalità di verifica delle funzioni esplicitate con il sottoprogramma precedente
- Il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, che sulla base di scadenze temporali e/o sulla base dei controlli e della eventuale valutazione dell'andamento dei degradi, definisce le azioni manutentive ordinarie che devono essere attuate al fine di garantire le prestazioni (affidabilità) dei beni.

Operativamente il programma di manutenzione ha origine dalla scomposizione delle strutture o degli impianti che compongono l'infrastruttura in generale. Ogni singola struttura o impianto è a sua volta scomposto tipicamente a tre livelli, in modo da individuare il livello funzionale più basso degli oggetti su cui sono definiti e eseguiti i sottoprogrammi di manutenzione.

In particolare, la scomposizione, distinta base, definita è:

- • Struttura / impianto (Insieme di più parti)
- • Parte (Insieme di più elementi)
- • Elemento (Bene su cui viene effettuata la manutenzione)

La scomposizione a tre livelli delle strutture e degli impianti fino al livello dell'elemento, oggetto di manutenzione, è coerente con quanto previsto dalle metodologie maggiormente utilizzate per la definizione dei programmi di manutenzione il cui primo passo consiste nella scomposizione WBS (sulla base di logiche fisiche e funzionali) del bene oggetto di manutenzione e nella individuazione delle funzioni collegate ad ogni singolo elemento.

Complessivamente, quindi, l'infrastruttura è rappresentata da un insieme di strutture e impianti, ognuno dei quali ha associata la sua distinta di scomposizione con i relativi sottoprogrammi di manutenzione definiti.

I sottoprogrammi di cui sopra sono quindi costruiti per ogni singolo elemento funzionale individuato. Quindi in fase di progettazione dell'infrastruttura ad ogni elemento di progetto è associato il generico programma di manutenzione previsto che dovrà essere eventualmente dettagliato a seguito della realizzazione fisica e quindi del costruito.

In dettaglio per ciascun elemento funzionale sono state identificate le funzioni, i controlli e le azioni manutentive da attivare.

Come abbiamo già evidenziato, il programma di manutenzione ha in sé tre sottoprogrammi i quali però non sono entità disgiunte, ma correlate.

Pertanto, anche dal punto di vista tabellare, i tre sottoprogrammi sono stati integrati, e la radice di lettura comune è sempre la scomposizione tecnica del bene.

Il programma di manutenzione non è un oggetto statico, per cui durante il ciclo di vita del bene le esperienze maturate nelle fasi di esercizio e di manutenzione concorrono a modificare il programma iniziale, sia per quanto riguarda i controlli sia per quanto riguarda le attività manutentive da eseguire (in tipologia, frequenza e estensione).

4.1. SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI

Prende in esame le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita. Si prevede il decadimento delle prestazioni fornite da ciascun elemento nel tempo secondo leggi variabili per tipologia di opera ed in funzione dell'aggressività ambientale, dei carichi e dei volumi di traffico. Il livello prestazionale raggiunto dagli elementi in esame rilevato tramite le ispezioni di controllo e la vita utile residua stimata, concorrono a definire le eventuali necessità manutentive.

SOTTOPROGRAMMA PRESTAZIONI			
DESCRIZIONE	OGGETTO	PRESTAZIONI RICHIESTE	CICLO DI VITA UTILE (anni)
Fondazioni in calcestruzzo e portali in carpenteria metallica della segnaletica stradale	<i>Plinti di fondazione</i>	Protezione delle armature	50
	<i>Elementi metallici</i>	Protezione superfici (zincatura)	50
	<i>Bullonature</i>	Mantenimento del serraggio	50
Rete e manufatti di drenaggio acque meteoriche	<i>Canalette e caditoie a griglia per il drenaggio delle acque</i>	Protezione ed integrità delle strutture	>50anni
	<i>Pozzetti prefabbricati in CAV per ispezione sulle tubazioni</i>	Integrità delle strutture ed assenza di materiale di deposito	>50anni
	<i>Tubazioni plastiche per il trasporto delle acque meteoriche</i>	Efficacia della sezione di deflusso senza ostruzioni	>50anni
	<i>Tubazione in calcestruzzo armato per il contenimento dei volumi idrici e per il deflusso degli stessi</i>	Efficacia della sezione di deflusso senza ostruzioni	>50 anni
	<i>Manufatto per la regolazione delle portate scaricate nel recettore dotato di bocca tarata per portate laminate, soglia sfiorante per le portate eccezionali e paratoia manuale di sezionamento</i>	Integrità delle strutture ed assenza di materiale ostruttivo	Presumibilmente >25 anni
Sovrastruttura	<i>Pavimentazione</i>	Complanarità, resistenza all'usura, resistenza a compressione, drenaggio	10
	<i>Impermeabilizzazione</i>	Protezione del calcestruzzo di soletta dalla permeazione di acque meteoriche	10
	<i>Segnaletica orizzontale</i>	Visibilità della segnaletica	10
	<i>Segnaletica verticale</i>	Visibilità e integrità della segnaletica	10
Barriere di sicurezza	<i>Struttura in acciaio zincato</i>	Resistenza meccanica alla corrosione. E' accettabile una leggera fioritura di corrosione se gli anni di servizio sono maggiori di 10 e se non interessa la parte inferiore dei montanti.	30
	<i>Montanti e lame</i>	Integri ed allineati. Sono accettabili alterazioni di allineamento e di quota di massimo cm 10. Deflessioni superiori richiedono un intervento tempestivo di ripristino.	30
	<i>Bulloneria</i>	Serraggio alla coppia di progetto.	30
	<i>Elementi di ancoraggio</i>	Integrità del vincolo montanti/terreno; Integrità saldature piastra/montante.	30
Impianto illuminazione	<i>Pali illuminazione</i>	Integrità, resistenza meccanica alla corrosione e stabilità.	20
	<i>Quadri di servizio impianti</i>	Gestione impianto	20
	<i>Lampade a led</i>	Funzionalità secondo i parametri di progetto	55 mesi

4.2. SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI

Il sottoprogramma dei controlli definisce il programma delle verifiche e delle ispezioni al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita del bene, individuando la dinamica caduta del decadimento delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma.

La maggiore difficoltà che si incontra è stabilire a priori l'andamento nel tempo del degrado delle opere in quanto questo dipende da differenti fattori come la qualità dell'esecuzione e dei materiali, l'intensità delle azioni, sia ambientali (chimico-fisiche) che meccaniche (il traffico), fattori dei quali solo una certa quota parte può essere conosciuta e valutata in fase progettuale.

Il degrado può tuttavia essere previsto da programmi di simulazione statistici, a partire dai dati raccolti durante le ispezioni di anni precedenti. In questo modo è possibile programmare in modo più razionale i controlli, assegnando precedenza alle opere o elementi che si ritiene possano degradare più rapidamente.

Il sottoprogramma ispezioni indica quali controlli effettuare e con quale frequenza.

SOTTOPROGRAMMA CONTROLLI				
DESCRIZIONE	CONTROLLO	VISITA ISPETTIVA APPROFONDITA	VISITA ISPETTIVA DI SORVEGLIANZA	RILIEVO STRUMENTALE
Fondazioni in calcestruzzo e portali in carpenteria metallica della segnaletica stradale	<i>Ispezione visiva delle strutture</i>	annuale	mensile	
	<i>Verifica stato di conservazione e di ancoraggio dei vari elementi</i>	annuale	mensile	5 anni
Rete e manufatti di drenaggio acque meteoriche	<i>Ispezione visiva dello stato delle opere per verificare eventuali danneggiamenti e per la verifica della presenza di materiale depositato nei pozzetti di ispezione</i>	annuale	Annuale	
	<i>Ispezione per controllo visivo dello stato delle opere per verificare la presenza di materiale depositato nella tubazione di laminazione</i>	Dopo ogni evento meteorico intenso	Annuale	
	<i>Controllo visivo del manufatto regolatore con limitatore di portata per verificare lo stato delle opere e soprattutto per verificare la presenza di materiale depositato nel pozzetto e la presenza di eventuale materiale ostruente la bocca tarata</i>	Dopo ogni evento meteorico intenso	trimestrale	
Sovrastruttura	<i>Caratteristiche superficiali</i>		annuale	
	<i>Caratteristiche geometriche</i>		annuale	
	<i>Degradi superficiali della pavimentazione</i>		annuale	
	<i>Profondità delle ormaie presenti sulla superficie stradale</i>		annuale	
	<i>Segnaletica orizzontale</i>		trimestrale	
	<i>Segnaletica verticale</i>		trimestrale	
Barriere di sicurezza	<i>Rilievo danneggiamento</i>		trimestrale	
	<i>Verifica stato di conservazione e di ancoraggio dei vari elementi</i>	annuale	mensile	5 anni

4.3. SOTTOPROGRAMMA DELLE MANUTENZIONI

Riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione necessari ad una corretta conservazione del bene.

In accordo con l'approccio manutentivo prescelto, le attività sotto-elencate rientrano nei criteri d'intervento "a vita sicura" (con la definizione di intervalli temporali) o "a guasto" (l'intervento è conseguente al danneggiamento dell'elemento considerato).

La cadenza ottimale delle manutenzioni potrà essere determinata sulla base delle risultanze delle ispezioni e dei risultati forniti da modelli previsionali di calcolo del degrado e ottimizzazione dei costi di manutenzione basati su analisi costi/benefici.

SOTTOPROGRAMMA MANUTENZIONI			
DESCRIZIONE	TIPOLOGIA INTERVENTO	PROGRAMMAZIONE	ESTENSIONE INTERVENTO
Fondazioni in calcestruzzo e portali in carpenteria metallica della segnaletica stradale	<i>Sostituzione/riparazione</i>	a guasto	Secondo necessità
	<i>Sostituzione di elementi semplicemente imbullonati lievemente danneggiati</i>	ogni 5 anni	5%
Rete e manufatti di drenaggio acque meteoriche	<i>Pulizia e asportazione di materiale depositato nelle caditoie, nelle griglie e nei pozzetti di ispezione mediante spurgo con aspirazione e/o pulizia manuale</i>	Annuale	
	<i>Pulizia e asportazione di materiale depositato nella tubazione di laminazione mediante spurgo con aspirazione e mediante ausilio di robot in caso di sedimenti non rimovibili</i>	quinquennale	100%
	<i>Pulizia e asportazione di materiale depositato mediante spurgo con aspirazione e/o pulizia manuale del manufatto regolatore con limitatore di portata</i>	annuale	
Sovrastruttura	<i>Spargimento sale</i>	secondo necessità	-
	<i>Operazioni sgombraneve</i>	secondo necessità	-
	<i>Rifacimento manto di usura</i>	5 - 10 anni	100%
	<i>Rifacimento strato di collegamento</i>	5-10 anni	100%
	<i>Rifacimento strati profondi</i>	20 anni	100%
	<i>Rifacimento strato di impermeabilizzazione</i>	20 anni	100%
	<i>Rifacimento colorazione superficiale</i>	secondo necessità	100%
Segnaletica orizzontale	<i>Rifacimento</i>	secondo necessità	100%
Segnaletica verticale	<i>Sostituzione</i>	5 anni	10%
	<i>Pulizia</i>	annuale	100%
Barriere di sicurezza	<i>Sostituzione/riparazione</i>	a guasto	Secondo necessità
	<i>Sostituzione di elementi semplicemente imbullonati lievemente danneggiati</i>	ogni 5 anni	5%
	<i>Sostituzione montanti</i>	ogni 10 anni	5%
	<i>Sostituzione/ricollocazione accessori catarifrangenti</i>	ogni 3 anni	10%

5. PROGRAMMA DI MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE

Viene prevista una serie di interventi volti a mantenere la periodicità di esecuzione delle verifiche, monitoraggi e manutenzioni nei primi 5 anni a partire dal termine dei lavori.

I anno:

- Sfalcio delle superfici a prato (3 volte);
- irrigazioni di soccorso (2 volte);
- concimazioni (1 volta);
- eradicazione delle specie erbacee infestanti e ruderali;
- sostituzione delle fallanze;
- risistemazione/sostituzione dei presidi antifauna, dei pali tutori, dei dischi pacciamanti e sostituzione delle specie deperienti;
- eliminazione delle specie legnose non pertinenti con gli habitat vegetali climax;
- allontanamento a discarica di tutto il materiale vegetale derivante dagli sfalci e potature.

II anno:

- Sfalcio delle superfici a prato (3 volte);
- irrigazioni di soccorso (2 volte);
- concimazioni (1 volta);
- eradicazione delle specie erbacee infestanti e ruderali;
- sostituzione delle fallanze residue;
- eventuale risistemazione/sostituzione dei presidi antifauna, dei pali tutori e dei dischi pacciamanti;
- eventuali potature di irrobustimento;
- eventuali infoltimenti per determinate specie;
- allontanamento a discarica di tutto il materiale vegetale derivante dagli sfalci e potature.

III anno:

- Sfalcio delle superfici a prato (2 volte);
- irrigazioni di soccorso (2 volte);
- concimazioni (1 volta);
- eventuale infittimento delle aree ripristinate a verde tramite ulteriore piantagione di specie legnose autoctone;
- eventuale piantagione/riassetto dei presidi di mascheramento visuale al fine di ottenere l'effetto "cortina verde" desiderato;
- interventi di potatura;
- rimozione e messa a discarica degli shelter di protezione;
- allontanamento a discarica di tutto il materiale vegetale derivante dagli sfalci e potature.

IV anno:

- Sfalcio delle superfici a prato (2 volte);
- irrigazioni di soccorso (1 volta);
- concimazioni (1 volta);
- eventuale infittimento delle aree ripristinate a verde tramite ulteriore piantagione di specie legnose autoctone;
- eventuale piantagione/riassetto dei presidi di mascheramento visuale al fine di ottenere l'effetto "cortina verde" desiderato;
- interventi di potatura;
- rimozione e messa a discarica degli shelter di protezione;
- allontanamento a discarica di tutto il materiale vegetale derivante dagli sfalci e potature.

V anno:

- Sfalcio delle superfici a prato (1 volta);
- irrigazioni di soccorso (1 volta);
- concimazioni (1 volta);
- eventuale infittimento delle aree ripristinate a verde tramite ulteriore piantagione di specie legnose autoctone;

- eventuale piantagione/riassetto dei presidi di mascheramento visuale al fine di ottenere l'effetto "cortina verde" desiderato;
- interventi di potatura;
- rimozione e messa a discarica degli shelter di protezione;
- allontanamento a discarica di tutto il materiale vegetale derivante dagli sfalci e potature.

Verrà nominato un responsabile del programma di manutenzione che avrà i seguenti compiti:

- effettuare i monitoraggi botanici, biometrici e naturalistici in genere sopraccitati con lo scadenziario previsto;
- in base alle risultanze delle verifiche e delle necessità di interventi di manutenzione redigere un elenco di attività da svolgere a carico di ditta specializzata;
- controllare la corretta esecuzione di tali interventi, identificare eventuali misure correttive non previste;
- redigere in tal senso rapporti periodici da sottoporre all'Amministrazione appaltante.