MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DIREZIONE GENERALE PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

GESTIONE GOVERNATIVA

FERROVIA CIRCUMETNEA

# INFRASTRUTTURE CIVILI

# PIANO DI MANUTENZIONE OPERE D'ARTE LINEA FERROVIARIA

| REV. | DATA | DESCRIZIONE DELLA REVISIONE | REDATTO | | VERIFICATO | APPROVATO |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 20/10/2020 | Prima Emissione | R. Cutuli | G. Leotta | C. Coniglione | S. Fiore |
| 2 | 28/04/2023 | Osservazioni ANSFISA di cui alla nota prot. n. 0058083 del 19/12/2022 *Recepimento LL.GG. MIT* | R. Cutuli | | S. Bascetta | D. Zito |
| 3 | 12/10/2023 | Osservazioni ANSFISA di cui alla nota prot. n. 0048860 del 22/08/2023 | R. Cutuli | | S. Bascetta | D. Zito |
| 4 | 20/12/2024 | Osservazioni ANSFISA di cui alla nota prot. n. 0071926 del 09/10/2024 | R. Cutuli | | S. Bascetta | D. Zito |

# INDICE

1 – GENERALITA' ..... 3
2 - UNITÀ ORGANIZZATIVA INFRASTRUTTURE ..... 3
3 – TIPOLOGIE OPERE D'ARTE DELLA FERROVIA CIRCUMETNEA CATANIA ..... 13
4 – STRUTTURA DELL'APPROCCIO MULTILIVELLO ..... 15
4.1 - LIVELLO 0. CENSIMENTO DELLE OPERE ..... 16
4.2 - LIVELLO 1. ISPEZIONI VISIVE ..... 16
4.3 - LIVELLO 2. CLASSIFICAZIONE DELLE OPERE (VALUTAZIONE DELLA CLASSE DI ATTENZIONE) .. 17
4.4 – ULTERIORI LIVELLI DI APPROFONDIMENTO ..... 17
4.5 - _____ ..... 18
5 – SISTEMA DI SORVEGLIANZA DELLA FERROVIA CIRCUMETNEA CATANIA ..... 19
5.1 – GENERALITA' ..... 19
5.2 – ISPEZIONI ..... 19
5.2.1 –PIANIFICAZIONE/PROGRAMMAZIONE/ESECUZIONE DELLE ISPEZIONI ..... 19
5.2.2 – CLASSIFICAZIONE DELLE ISPEZIONI E FREQUENZA DI ESECUZIONE ..... 22
5.2.3 – CONTROLLI SUL RISPETTO DELLE FREQUENZE DELLE ISPEZIONI ..... 23
5.3 – MONITORAGGIO ..... 24
5.4 - ACCERTAMENTI SPECIALISTICI ..... 25
5.4.1 STRUTTURE AD ELEMENTI METALLICI ..... 25
5.4.1.1 Controlli magnetoscopici e ultrasonici ..... 25
5.4.2 STRUTTURE ED ELEMENTI IN CEMENTO ..... 25
5.4.2.1 Controllo della resistenza al distacco del rivestimento ..... 25
5.4.2.2 Endoscopie ..... 25
5.4.2.3 Prove non distruttive sui calcestruzzi ..... 25
5.4.2.4 Prove sclerometriche ..... 26
5.4.2.5 Metodo della penetrazione (W.P.T.) ..... 27
5.4.2.6 Metodo della velocità dell'impulso ultrasonico (P.V.T.) ..... 27
5.4.2.7 Prove di carbonatazione ..... 27
5.4.3 STRUTTURE ED ELEMENTI IN MURATURA ..... 28
5.4.3.1 Endoscopie ..... 28
5.4.3.2 Prove con martinetti piatti su murature ..... 28
5.4.4 INDAGINI SPECIALISTICHE PER ELEMENTI IN CLS E PER ELEMENTI IN MURATURA ..... 28
5.4.4.1 Analisi chimico-fisiche ..... 28
5.4.4.2 Presenza di efflorescenze ..... 28
5.4.4.3 Rilievo della presenza di cloruri ..... 29
5.4.5 INDAGINI DIAGNOSTICHE GENERALI ..... 29
5.4.5.1 Rilievo mediante laser scanner ..... 29
5.4.5.2 Rilievo mediante georadar ..... 29
5.5 - MANUTENZIONE ..... 30
5.5.1 Sorveglianza e Monitoraggio ..... 30
5.5.2 Manutenzione programmata ..... 31
6 – ELENCO MODULI ALLEGATI ..... 31
7 – ELENCO ISTRUZIONI OPERATIVE ALLEGATE ..... 32
8 – ELENCO PROCEDURE ALLEGATE ..... 33

## 1 – GENERALITA'

Il presente Piano di Manutenzione illustra, in accordo a quanto previsto dalle Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti di cui al DM 204 del 01/07/2022 per quanto riguarda i ponti e alle linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio delle gallerie esistenti di cui al DM 247 del 01/08/2022 per quanto riguarda le gallerie le procedure da attuare per una corretta gestione della sicurezza delle opere d'arte presenti lungo la linea ferroviaria della Ferrovia Circumetnea.

In accordo con quanto previsto dalle Linee guida (DM 204 del 01/07/2022) per ponti si intendono le costruzioni, aventi luce complessiva superiore ai 6,0 m, che permettono di oltrepassare una depressione del terreno o un ostacolo, sia esso un corso o uno specchio d'acqua, altro canale o via di comunicazione o una discontinuità naturale o artificiale.

Per Gallerie, in accordo con quanto previsto dalle Linee guida (DM 247 del 01/08/2022), si intendono opere in sotterraneo in cui una dimensione è prevalente sulle altre due, di lunghezza, superiore o uguale a 200 metri.

In particolare, si inquadra in un approccio generale su più livelli aventi grado di approfondimento e complessità crescenti.

La responsabilità dell'esecuzione di quanto previsto dal presente Piano di Manutenzione è in capo al Dirigente Tecnico, che effettua le attività previste tramite i soggetti che funzionalmente fanno parte dell'Unità Organizzativa Infrastrutture come meglio definito nel successivo capitolo.

## 2 - UNITÀ ORGANIZZATIVA INFRASTRUTTURE

### Dirigente Tecnico (DT)

Il Dirigente Tecnico è il Responsabile della Gestione dell'Infrastruttura e, in particolare, è:

- responsabile del procedimento di attuazione delle attività di manutenzione ordinaria e straordinaria dell'infrastruttura di proprietà della Gestione;
- responsabile della predisposizione della pianificazione e programmazione degli interventi di manutenzione delle opere civili e dell'armamento della linea ferroviaria e della linea metropolitana, evidenziando le necessarie priorità e criticità, sia in relazione ad attività che

possono essere affidate alle risorse aziendali interne, sia quelli che devono essere eseguiti ricorrendo a risorse esterne;

- responsabile delle attività di pianificazione e sviluppo dei vari livelli della progettazione degli interventi di manutenzione delle opere civili e dell'armamento della linea ferroviaria e della linea metropolitana;
- responsabile della redazione dei capitolati tecnici necessari per avviare le procedure concorsuali riferite agli interventi di manutenzione delle opere civili e dell'armamento della linea ferroviaria e della linea metropolitana;
- responsabile delle attività di direzione lavori e collaudo degli interventi di manutenzione delle opere civili e dell'armamento della linea ferroviaria e della linea metropolitana;
- responsabile della progettazione, attuazione, validazione ed attualizzazione dei piani di manutenzione della sovrastruttura ferroviaria della linea ferroviaria e della linea metropolitana;
- responsabile della progettazione, attuazione, validazione ed attualizzazione dei piani di manutenzione delle opere civili della linea ferroviaria e della linea metropolitana;
- responsabile della programmazione annuale degli interventi manutentivi e di adeguamento della sovrastruttura ferroviaria della linea ferroviaria e della linea metropolitana;
- responsabile della programmazione annuale degli interventi manutentivi e di adeguamento delle opere civili della linea ferroviaria e della linea metropolitana;

Supporta il Direttore Generale nella definizione dei piani di investimento e cura l'esecuzione di tali attività tramite i soggetti che funzionalmente hanno in carico la manutenzione del sistema e che operano in accordo alle indicazioni fornite al personale operativo della FCE.

Coordina gerarchicamente il capo unità organizzativa relativamente alle attività connesse alla manutenzione ed al rinnovo delle infrastrutture civili esistenti.

## Capo Unità Organizzativa Tecnica "Infrastrutture Civili" (CUOT) (230)

Lavoratore che gestisce, con margini di discrezionalità e autonomia, strutture organizzative e relative risorse, pianificando attività e interventi, controllando l'andamento degli stessi e dei relativi risultati con notevoli competenze in merito alla soluzione di problemi connessi alla gestione delle risorse umane, tecniche e/o finanziarie affidategli.

Assicura le condizioni di efficienza e sicurezza di tutte le infrastrutture civili destinate all'erogazione dei servizi di trasporto programmati dall'azienda, in coerenza con gli standard di sicurezza, regolarità, qualità ed efficienza prefissati.

## Collocazione nella struttura

Riporta a:

- Dirigente Tecnico

A lui riportano:

- Capo Ufficio Infrastrutture Civili
- Capo unità tecnica Infrastrutture Civili metropolitana
- Capo unità tecnica Infrastrutture Civili ferrovia

## Aree di responsabilità

Attività generali:

- Programmazione annuale degli interventi manutentivi sulle infrastrutture civili aziendali;
- Progettazione degli interventi di adeguamento delle infrastrutture civili esistenti, avvalendosi delle singole Unità Operative ed Uffici;
- Collabora con le funzioni competenti, alla redazione dei Capitolati Tecnici necessari per l'attività contrattuale relativa ai lavori affidati a imprese esterne;
- Svolge l'analisi dei ritardi con particolare riferimento a quelli imputabili al settore civile;
- Cura l'implementazione, per la parte di competenza, delle attività connesse al rispetto della Carta dei Servizi;
- È responsabile, di norma, della Direzione dei Lavori di manutenzione, ordinaria e straordinaria, alle infrastrutture civili, coadiuvato dalle singole Unità Operative;
- Assiste la Dirigenza Aziendale nello sviluppo delle Relazioni Industriali relativamente alle trattative sindacali che coinvolgono il personale di pertinenza;
- Propone le eventuali necessità di ricorso a prestazioni esterne riguardanti lavori o consulenze;

Attività di controllo, analisi ed organizzazione del lavoro:

- Verifica che i turni del personale e il relativo carico di lavoro siano conforme alle previsioni normative;
- Supporta il responsabile della gestione e della manutenzione delle infrastrutture civili, attraverso il coordinamento gerarchico delle proprie strutture sottostanti;
- Assicura e gestisce la programmazione, attraverso il coordinamento delle proprie strutture, l'attuazione e il controllo dei processi previsti dal piano di manutenzione e degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria del patrimonio delle infrastrutture civili della rete ferroviaria;

- Cura il monitoraggio tecnico delle infrastrutture civili, analizzando il loro comportamento in esercizio e fornendo gli elementi tecnici di competenza per la valutazione di eventuali migliorie tecniche;
- Propone alla Direzione Tecnica il programma del piano di acquisizione/ristrutturazione/dismissione delle infrastrutture civili della rete ferroviaria di pertinenza;
- Provvede ad informare la Direzione Tecnica circa le prescrizioni e le disposizioni da emettere a seguito del processo di verifica e manutenzione delle infrastrutture civili;
- Controlla la tempistica e la qualità degli interventi manutentivi programmati;
- È responsabile per la completa e corretta attuazione degli interventi di manutenzione, ordinaria e straordinaria, alle infrastrutture civili, coadiuvato dalle singole Unità Operative, secondo le previsioni del Piano di Manutenzione;
- È responsabile degli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria e di rinnovo (ex lege 297/78) relativi alle infrastrutture civili aziendali in esercizio in relazione alle seguenti funzioni:
  - progettazione e realizzazione degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria;
  - progettazione e realizzazione degli interventi di rinnovo delle infrastrutture, da eseguire ai sensi dell'art. 10 della legge 297/78;
  - proposta degli interventi da eseguire ai fini della redazione dei programmi di manutenzione delle infrastrutture civili.
- Riceve avviso dal Capo Unità Tecnica (CUT) in merito alle gravi criticità rilevate e definisce tempestivamente tutte le necessarie attività per mitigare e, ove fosse possibile, eliminare l'evento pericoloso;
- Si coordina costantemente con il DT in merito allo stato del funzionamento dell'infrastruttura civile;
- Semestralmente convoca una riunione alla presenza del Coordinatore di Ufficio, dei Capi Unità Tecnica e dello Specialista Tecnico al fine di verificare il corretto andamento dei programmi di manutenzione.
- Verifica ed attesta la documentazione predisposta dal CU in merito alle richieste di deroghe alle distanze, di cui agli artt. 49-56, ai sensi dell'art. 60 del DPR 753/80 e trasmette la documentazione al Direttore di Esercizio per la relativa istruttoria.

**Coordina e Organizza:**

- Area Infrastrutture Civili.

## Coordinatore di Ufficio (CU) (205)

Lavoratore che, in possesso di adeguate competenze tecniche e gestionali relative alle infrastrutture civili in esercizio nonché agli interventi di rinnovo, svolge, con margini di discrezionalità e di iniziativa, attività di coordinamento degli specialisti e collaboratori. La funzione è caratterizzata da notevole complessità tecnica e opera sulla base delle direttive del Capo Unità Organizzativa fornendo un apporto significativo al raggiungimento degli incarichi assegnati.

### Collocazione nella struttura

Riporta a:

- Capo Unità Organizzativa Tecnica Civile

A lui riportano:

- Collaboratori Infrastrutture Civili

### Aree di responsabilità

Attività generali:

- Collabora con il Responsabile Infrastrutture alla impostazione e definizione delle politiche manutentive, degli indirizzi tecnici e degli obiettivi generali dell'Azienda;
- Assicura la disponibilità, la sicurezza e la manutenzione delle infrastrutture civili, approva i piani e le politiche manutentive sullo stesso, accerta l'esecuzione ed i risultati rispetto agli obiettivi aziendali;
- Predispone il piano annuale delle attività di manutenzione delle infrastrutture civili attraverso la definizione di: programma di manutenzione preventiva, programma revisioni, modalità di intervento sui guasti, programma interventi migliorativi, miglioramento nell'organizzazione del lavoro, nuove attrezzature, fabbisogni di materiali (consumi previsti ed esigenze particolari), programmi di addestramento e/o formazione del personale, evidenziando le necessarie priorità e criticità, sia in relazione a lavori che possono essere affidati alle risorse aziendali interne, sia quelli che devono essere eseguiti ricorrendo ad imprese esterne;
- Assicura che le procedure previste dal SGS attinenti alle infrastrutture civili siano predisposte, attuate e tenute aggiornate;
- Supporta il CUOT nelle sue attività di competenza;
- Predispone la documentazione da sottoporre al CUOT in merito alle richieste di deroghe alle distanze, di cui agli artt. 49-56, ai sensi dell'art. 60 del DPR 753/80.

- Supporta la progettazione e realizzazione degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria delle infrastrutture civili;
- Supporta la progettazione e realizzazione degli interventi di rinnovo delle infrastrutture, da eseguire ai sensi dell'art. 10 della legge 297/78;

Attività di controllo e analisi:

- Organizza le attività di monitoraggio, controllo e rilievo delle condizioni plano-altimetriche e di stabilità della sede ferroviaria, dell'armamento, delle opere d'arte e dei fabbricati di linea;
- Valuta la necessità e/o convenienza di rinnovamento e sostituzione delle infrastrutture civili nel rispetto delle norme e degli obiettivi dell'Azienda;
- Svolge attività di registrazione, classificazione e analisi statistica degli interventi di manutenzione, al fine di ridurre quelli di tipo accidentale e favorire quelli di tipo preventivo;
- Definisce e propone, in collaborazione con l'Unità Operativa Infrastrutture Civile, modifiche e miglioramenti sulla rilevazione dei fenomeni di manutenzione e sulle varie registrazioni;
- Verifica la scadenza ed invia le comunicazioni agli organi competenti delle verifiche periodiche delle infrastrutture civili;
- Bimestralmente convoca una riunione alla presenza, del Capo Unità Tecnica e dello Specialista Tecnico per verificare il rispetto del programma di manutenzione, apportando eventuali modifiche in funzione di sopraggiunte necessità aziendali;

Organizzazione del lavoro:

- Cura l'impostazione e la formulazione di proposte in materia di organizzazione del lavoro, turni, modifiche e migliorie ai metodi di lavoro ed ai mezzi;
- Provvede alla definizione degli standard produttivi, a supporto dell'Unità Operativa Infrastrutture Civile, in termini di cicli di lavoro, tempi standard, attrezzature e fabbisogni di materiali (consumi previsti ed esigenze particolari), in funzione della realtà organizzativa in atto o prevista;
- Cura il rilievo ed il controllo delle presenze del personale dell'ufficio di pertinenza;
- Controlla la conformità alla normativa vigente della strumentazione ad uso del personale per gli interventi manutentivi;
- Monitora il possesso dei requisiti psico-fisici attitudinali del personale del settore infrastrutture civili che svolge attività di sicurezza attraverso il registro del personale. Il registro del personale contiene le abilitazioni e i certificati d'idoneità degli agenti che svolgono mansioni di sicurezza compreso lo

storico delle visite di prima assunzione e di revisione periodica. Tale registro gestito e costantemente aggiornato dal Capo Unità Organizzativa Risorse Umane (CUORU), viene trasmesso ai Responsabili di Sicurezza per ambito di competenza;

Gestione diretta ditte esterne:

- Redige ordinativi per lavori e/o forniture effettuate da ditte esterne e cura la pratica fino alla trasmissione delle fatture per il pagamento;
- Collabora con le funzioni competenti alla stesura dei capitolati per l'acquisto dei materiali e per l'appalto delle lavorazioni affidate all'esterno, fornendo il supporto tecnico, gli indirizzi e le caratteristiche tecniche;
- Mantiene e coordina i contatti con i fornitori di ricambi ed attrezzature per il continuo miglioramento della manutenibilità e sicurezza delle infrastrutture civili;
- Gestisce il sospeso cassa per il pagamento in contanti di piccoli importi necessari alle Infrastrutture Civili;

Formazione e Informazione del Personale:

- Definisce le esigenze formative dei dipendenti dell'impianto;
- Svolge attività di formazione, informazione e assistenza tecnica al personale operativo;
- Programma l'aggiornamento e il mantenimento delle competenze, controllandone la relativa erogazione.

## Specialista tecnico (ST) (193)

### Aree di responsabilità

- Supporta il CU nelle sue attività di competenza;
- Svolge con autonomia operativa e in via continuativa compiti di notevole contenuto professionale nell'ambito di direttive di massima nell'area del settore Infrastrutture Civili. La funzione è caratterizzata da notevole complessità tecnica e/o amministrativa ed opera sulla base delle direttive del CU.

## Capo Unità Tecnica (CUT) – (205)

Lavoratore che, in possesso di adeguate competenze tecniche e gestionali, con margini di discrezionalità e di iniziativa e con relativa responsabilità sui risultati, gestisce unità operative di tipo tecnico, fornendo anche un contributo operativo diretto.

Assicura il funzionamento e la manutenzione di tutte le infrastrutture civili, al fine di garantire lo svolgimento dei servizi di trasporto programmati dall'azienda in coerenza con gli standard di sicurezza, regolarità, qualità ed efficienza prefissati.

## Collocazione nella struttura

Riporta a:

- Capo Unità Organizzativa Tecnica Infrastrutture Civili.

A lui riportano:

- Capi Operatori;
- Operatori Qualificati;
- Operatori Manutenzione.

## Aree di responsabilità

- È responsabile della corretta attuazione del piano di manutenzione delle infrastrutture civili, sia tramite il personale interno che tramite la verifica delle attività svolte da ditte esterne;
- Collabora con l'Ufficio Infrastrutture Civili per preparare il piano di attività annuale dell'Unità Operativa Infrastrutture Civili, attraverso la definizione di: programma di manutenzione preventiva, programma revisioni, modalità di intervento sui guasti, programma interventi migliorativi, miglioramento nell'organizzazione del lavoro, nuove attrezzature, fabbisogni di materiali (consumi previsti ed esigenze particolari), programmi di addestramento e/o formazione del personale;
- Collabora con l'Ufficio Infrastrutture Civili per controllare l'andamento delle attività dell'Unità Operativa Infrastrutture Civili attraverso l'analisi dei dati consuntivi ed in particolare: analizza le cause dei guasti e propone soluzioni tecniche per eliminarli o ridurli seguendone l'introduzione operativa ed i relativi risultati, controlla la validità tecnica della manutenzione preventiva, delle verifiche e delle revisioni;
- Coordina e supervisiona le attività del personale dell'Unità Operativa Infrastrutture Civili ed interviene sui problemi di particolare significatività;
- Assicura che ciascun componente dell'Unità Operativa Infrastrutture Civili rispetti la programmazione settimanale e giornaliera prestabilita;
- Assicura l'applicazione delle norme antinfortunistiche e di igiene di lavoro nel proprio servizio;
- Rileva i dati di consumo previsto per i ricambi gestiti a programma;

- Assicura la manutenzione delle attrezzature in dotazione e la normale conduzione delle infrastrutture civili;
- Verifica la regolare taratura della strumentazione in dotazione al personale;
- Controlla l'andamento delle attività dei servizi dell'Unità Operativa Infrastrutture Civili e predispone i programmi di lavoro settimanali;
- Coordina e supervisiona le informazioni giornaliere riguardanti le attività svolte e le segnalazioni sui guasti ed aggiorna il programma giornaliero degli interventi;
- Determina, in collaborazione con l'Ufficio Acquisti, i pezzi di ricambio da mettere a scorta e cura per questi la definizione dei criteri e dei parametri di gestione affinché le scorte siano tenute al minimo livello compatibile con il livello di servizio da dare all'Unità Operativa Infrastrutture Civili;
- Collabora con il Responsabile del servizio prevenzione e protezione (RSPP), per garantire la sicurezza di tutto il personale operativo;
- Cura e coordina la pianificazione delle attività di manutenzione ordinaria e straordinaria delle risorse; ne segue l'avanzamento anche attraverso l'analisi costante degli indici di gestione e accerta i risultati ottenuti;
- Promuove l'aggiornamento relativo agli sviluppi ed alle tecniche nuove connesse alla manutenzione delle Infrastrutture Civili e proporre piani di formazione ed addestramento, atti a migliorare il livello professionale del settore;
- Redige e assicura il rispetto del programma di manutenzione, fissando i diversi livelli di manutenzione e la relativa periodicità di esecuzione;
- Coordina l'attività degli addetti alla manutenzione delle Infrastrutture Civili;
- Verifica la presenza giornaliera del personale addetto ai lavori di manutenzione sulla scorta delle informazioni fornite dal Capo Operatore (CO);
- Coordina le attività operative delle squadre addette alla manutenzione coadiuvato dal Capo Operatore (CO);
- Verifica la corretta e completa esecuzione ed il rispetto delle tempistiche previste nel piano di manutenzione;
- Cura la tenuta dei registri delle verifiche periodiche relative alla manutenzione al cui interno sono presenti i moduli di manutenzione dei componenti con relativa sezione dedicata alla spunta della conformità e/o non conformità rilevata durante la manutenzione programmata;

- Riceve comunicazione da parte del CO delle non conformità rilevate sui componenti, ne registra l'evento sull'apposito registro di non conformità in cui sono descritte il tipo di non conformità, il luogo esatto con la progressiva chilometrica di tratta, e si accerta che la stessa venga risolta nel minor tempo possibile e, solo alla risoluzione del problema chiude lo stato della non conformità;
- Avvisa tempestivamente il CUOT in caso di gravi criticità rilevate per le tempestive mitigazioni, in attesa di completa eliminazione dell'evento pericoloso;
- Verifica e vigila sulle disposizioni del DPR 753/80 e comunica eventuali violazioni al CU ed al CUOT.

## Capo Operatore (CO) (188)

### Aree di responsabilità

- Dà attuazione completa e corretta nel rispetto delle relative tempistiche previste nel piano di manutenzione delle infrastrutture civili;
- Ha il compito, di vigilare e monitorare con ispezione visiva delle infrastrutture civili metropolitane/ferroviarie e registrare le anomalie riscontrate su apposito registro;
- Cura l'attuazione del programma di manutenzione, segnalando al CUT eventuali necessità di rimodulazione del programma stesso;
- Acquisisce i moduli di manutenzione e ne verifica la corretta compilazione. Trasmettendoli successivamente al CUT dopo averli firmati;
- Nel caso in cui riceve segnalazione relativamente ad anomalia riscontrata provvede a dare tempestiva indicazione per la risoluzione dell'anomalia o ad avviare le necessarie procedure per l'intervento dandone altresì tempestiva comunicazione al CUT;
- Emette verbale per sanzione amministrativa ai trasgressori delle disposizioni di cui al DPR 753/80;
- Giornalmente, dà indicazioni agli operatori in merito alle attività da svolgere;
- Assicura che le attività di manutenzione siano eseguite utilizzando impianti e attrezzature conformi alla normativa vigente in materia di igiene e sicurezza sul lavoro;
- Assicura che il personale sia dotato e utilizzi i dispositivi di protezione individuali durante le lavorazioni a rischio;
- Esegue la verifica giornaliera della presenza del personale addetto ai lavori di manutenzione.

## Operatore Qualificato (OQ) (140-160)

**Aree di responsabilità**

- Esegue le attività di manutenzione ordinaria delle infrastrutture civili, nel rispetto dei tempi previsti nel piano di manutenzione delle infrastrutture;
- Opera singolarmente o in squadra in attività di manutenzione sulle strutture in sede o in linea, con compiti specifici o plurifunzionali.
- Nel caso in cui, durante le attività di manutenzione programmata accerti una non conformità, in base al livello di gravità della non conformità, provvede ad avvisare tempestivamente il CO, a registrarla nel modulo di manutenzione spuntando la non conformità ed a compilare il relativo foglio progressivo del registro dei moduli di non conformità. In seguito trasmette il foglio di non conformità al CO entro la fine del proprio turno di servizio;
- Verifica giornalmente, sotto indicazioni del CO, il corretto funzionamento delle infrastrutture. In caso di accertata anomalia, sentito il CO, provvede alla tempestiva risoluzione dell'anomalia ove possibile e provvede a registrare la chiusura della non conformità sull'apposito modello trasmettendone copia al CO.

### Operatore Manutenzione (OM) (130)

**Aree di responsabilità**

- Esegue le attività di manutenzione su direttive del CO.

### Ispettore Qualificato (IspQual)

È un ispettore certificato in conformità alla norma UNI-EN ISO 9712, incaricato da FCE per l'esecuzione delle ispezioni alle opere d'arte.

Tale qualifica comprende tutte le competenze definite dalla suddetta norma, garantendo un'adeguata capacità di eseguire ispezioni, valutazioni e interpretazioni nell'ambito delle prove visive secondo gli standard previsti.

## 3 – TIPOLOGIE OPERE D'ARTE DELLA FERROVIA CIRCUMETNEA CATANIA

La linea ferroviaria della Ferrovia Circumetnea, tra le stazioni di Catania-Borgo e Riposto, presenta le seguenti opere d'arte:

PONTI FERROVIARI

- Ponti, Viadotti, Sovrappassi e sottopassi ferroviari stradali e pedonali, opere di scavalco

della linea ferroviaria in generale con luce maggiore di 6 metri.

GALLERIE NATURALI ED ARTIFICIALI

- Gallerie di lunghezza inferiore a 200 metri;
- Gallerie di lunghezza superiore a 200 metri.

OPERE D'ARTE MINORI

Opere di contenimento (Muri di sostegno e Muri di sottoscarpa);

- Difese radenti (gabbionate);
- Opere paramassi elastiche (in acciaio, reti e cavi);
- Pensiline;
- Attraversamenti idrici, idraulici, ecc.
- Opere di raccolta e di smaltimento delle acque superficiali (Fossi di guardia e Cunette).

Realizzate con i seguenti materiali:

- Muratura;
- Cemento armato;
- Acciaio;

la cui proprietà è della stessa Gestione Governativa, ovvero nel caso di sovrappassi stradali, e da opere d'arte maggiori e minori (cavalcavia, attraversamenti, viadotti, tubazioni, passerelle pedonali) di proprietà di Enti Terzi, dei quali verrà garantita l'ispezione ma non la manutenzione.
In particolare, le modalità ispettive delle opere sopracitate sono riportate nei seguenti documenti:

- Procedura di ispezione ponti (contenente le modalità ispettive per i ponti di proprietà di FCE e di enti terzi e per le opere minori assimilabili a ponti)
- Procedura di ispezione gallerie
- Procedura di ispezione opere minori (contenente le modalità ispettive per le opere minori, a esclusione di quelle assimilabili a ponti, di proprietà di FCE e di enti terzi)

Le suddette opere d'arte sono state elencate e codificate nel documento "**Codifica infrastrutture civili INF-CIV**" allegato al presente piano di manutenzione.

## 4 – STRUTTURA DELL'APPROCCIO MULTILIVELLO

Il presente Piano di Manutenzione è strutturato, in conformità alle Linee Guida Ministeriali su un approccio multilivello che prevede valutazioni speditive estese, quali il censimento, le ispezioni e la classificazione, e valutazioni puntuali, di complessità maggiore, concentrate su singoli manufatti.
L'approccio si sviluppa su 6 livelli differenti, aventi grado di approfondimento e complessità crescenti. Sinteticamente:

- Il **Livello 0** prevede il censimento di tutte le opere e delle loro caratteristiche principali mediante la raccolta delle informazioni e della documentazione disponibile.

- Il **Livello 1**, esteso alle opere censite a Livello 0, prevede l'esecuzione di ispezioni visive dirette e il rilievo speditivo della struttura e delle caratteristiche geo-morfologiche ed idrauliche dell'area, tese a individuare lo stato di degrado e le principali caratteristiche strutturali e geometriche di tutte le opere, nonché potenziali condizioni di rischio associate a eventi franosi o ad azioni idrodinamiche.

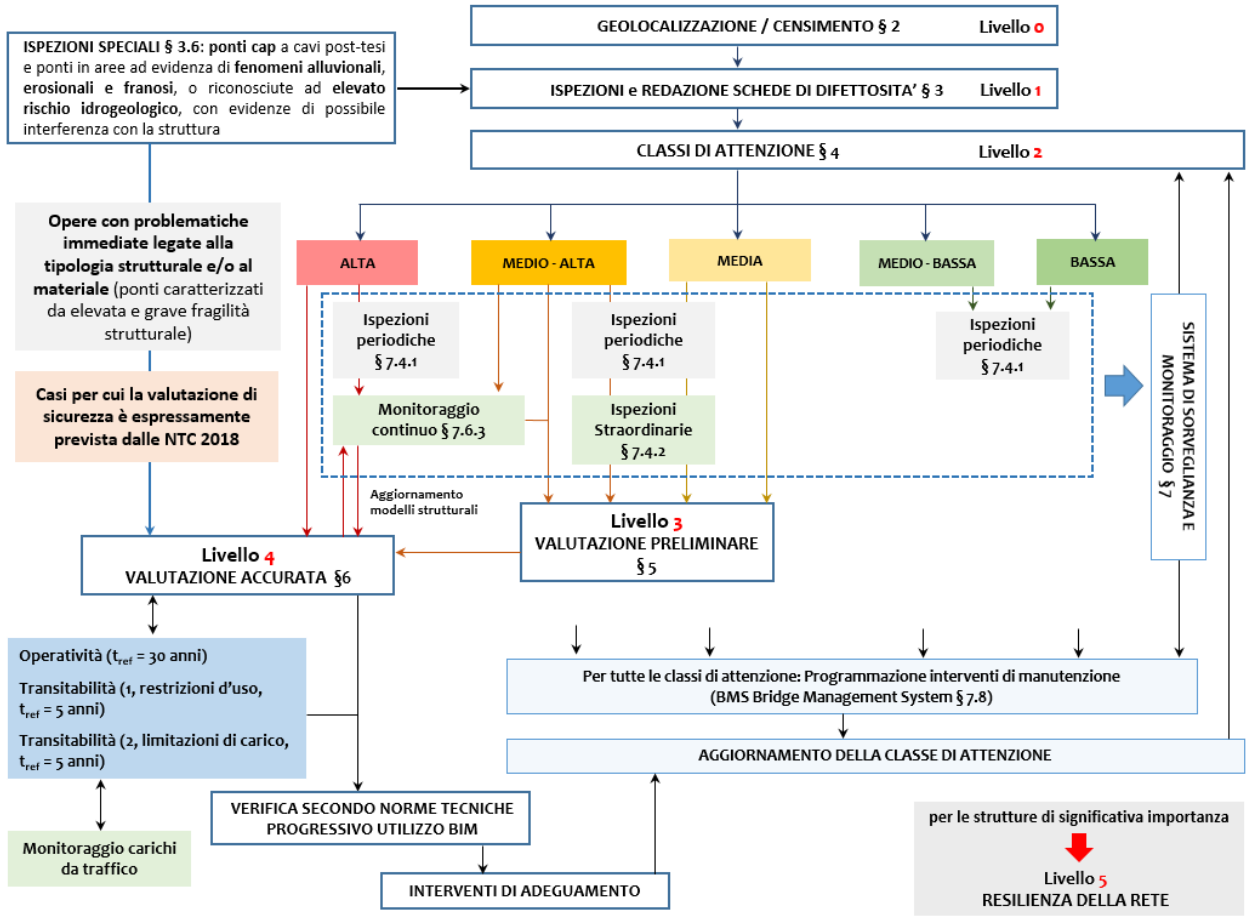
- Il **Livello 2** consente di giungere alla classe di attenzione di ogni opera, sulla base dei parametri di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione, determinati elaborando i risultati ottenuti dai livelli precedenti. In funzione di tale classificazione, si procede quindi con uno dei livelli successivi.

- Il **Livello 3** prevede l'esecuzione di valutazioni preliminari atte a comprendere, unitamente all'analisi della tipologia ed entità dei dissesti rilevati nelle ispezioni eseguite al Livello 1, se sia comunque necessario procedere ad approfondimenti mediante l'esecuzione di verifiche accurate di Livello 4.

- Il **Livello 4** prevede l'esecuzione di valutazioni accurate sulla base di quanto indicato dalle Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti.

- Il **Livello 5** si applica esclusivamente alle opere considerate di significativa importanza all'interno della rete, opportunamente individuati. Per tali opere è utile svolgere analisi più sofisticate.

Dal Livello 0 al Livello 5, la complessità, il livello di dettaglio e l'onerosità delle indagini e delle analisi aumentano, ma il numero di infrastrutture su cui applicarle, così come il livello di incertezza dei risultati ottenuti, si riduce. Il flusso logico che complessivamente definisce le relazioni tra un livello e l'altro è mostrato nella figura seguente:




## 4.1 - LIVELLO 0. CENSIMENTO DELLE OPERE

Il censimento dei ponti previsto dal presente piano di manutenzione, e dal Livello 0 dell'approccio multilivello delle Linee Guida MIT, consiste nel catalogare tutte le opere presenti sulla linea, al fine di conoscere il numero di strutture da gestire e le loro caratteristiche principali, sia in relazione a geometria ed elementi strutturali, sia relativamente al sito in cui sono ubicate.

Le informazioni raccolte nel censimento consentono altresì di suddividere i ponti in macro-classi ed individuare un ordine di priorità utile per programmare le ispezioni visive in situ e avviare le attività previste dal Livello 1 dell'approccio.

## 4.2 - LIVELLO 1. ISPEZIONI VISIVE

Il Livello 1 dell'approccio multilivello prevede l'esecuzione di ispezioni visive su tutte le opere presenti sul territorio e catalogate nel censimento di Livello 0. Le ispezioni visive sono finalizzate a

verificare l'attendibilità dei dati raccolti nel censimento di Livello 0, raccogliere ulteriori informazioni circa le effettive caratteristiche geometriche e strutturali dell'opera in esame e del sito di costruzione e valutare, seppur in maniera speditiva e sommaria, il grado di conservazione delle strutture. Esse forniscono una "fotografia" ed una descrizione quanto più oggettiva possibile delle effettive condizioni dell'opera e dell'ambiente circostante, mediante un accurato rilievo fotografico, il rilievo geometrico e il rilievo dei principali fenomeni di degrado presenti.

### 4.3 - LIVELLO 2. CLASSIFICAZIONE DELLE OPERE (VALUTAZIONE DELLA CLASSE DI ATTENZIONE)

La classificazione delle opere d'arte consiste nella stima, semplificata e speditiva, dei fattori di "rischio" associati ai manufatti, censiti ed ispezionati nei livelli precedenti.
Il rischio associato alle opere è stimato in modo approssimato mediante la Classe di Attenzione (CdA).
La classe di attenzione è una stima approssimata dei fattori di rischio, utile per la definizione di un ordine di priorità per l'approfondimento delle indagini/verifiche/controlli nonché per la programmazione degli interventi manutentivi e strutturali necessari.
Il presente Piano, conformemente a quanto previsto dalle Linea Guida, prevede 5 Classi di Attenzione:

- Classe Alta
- Classe Media-Alta
- Classe Media
- Classe Medio-Bassa
- Classe Bassa

Il valore della Classe di Attenzione è individuato mediante le procedure stabilite nelle Linee guida Ministeriali che si intendono qui integralmente riportate.

### 4.4 – ULTERIORI LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

Per i successivi Livelli di approfondimento (Livello 3, 4 e 5) si fa riferimento a quanto previsto dalle *Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti* di cui al DM 204 del 01/07/2022 per quanto riguarda i ponti ed alle *Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il*

*monitoraggio delle gallerie esistenti* di cui al DM 247 del 01/08/2022 per quanto riguarda le gallerie.

## 4.5 – LIVELLI DI APPROFONDIMENTO FERROVIA CIRCUMETNEA

Per le opere di linea, classificabili come "ponti", di lunghezza maggiore di 6 metri, il sistema di sorveglianza e monitoraggio di FCE garantisce il raggiungimento, quantomeno, del livello 2 delle linee guida, con frequenza delle ispezioni definita dalla Classe di attenzione della singola opera (come indicato nel documento "*Procedura per il censimento e l'ispezione dei ponti"* ***PROC_CEN_ISP_PON*****)**.

Per le gallerie, siano esse di lunghezza inferiore o superiore ai 200 metri, in considerazione delle loro peculiarità e quelle dei contesti in cui esse sono generalmente inserite, viene garantito il raggiungimento del livello 2 previsto dalle linee guida, con frequenza delle ispezioni definita dalla Classe di attenzione della singola opera (come indicato nel documento "*Procedura per il censimento e l'ispezione delle gallerie"* **PROC_CEN_ISP_GAL)**.

Per le opere d'arte appartenenti a soggetti terzi il sistema di sorveglianza della Ferrovia Circumetnea prevede il raggiungimento del livello 1 previsto dalle linee guida, con frequenza delle ispezioni annuale (come indicato nel documento "*Procedura per il censimento e l'ispezione dei ponti"* **PROC_CEN_ISP_PON § 3.4**).

Relativamente alle opere minori, classificate come "ponti" con luce minore di 6 metri (Tombini, Sottovia, Sottopassi e attraversamenti in genere), poiché le Linee Guida prevedono che sarà cura del gestore/proprietario dell'infrastruttura definire le modalità di sorveglianza e monitoraggio, anche in termini di cadenza temporale, in funzione delle specifiche peculiarità delle opere e delle caratteristiche territoriali, il sistema di sorveglianza della Ferrovia Circumetnea prevede il raggiungimento del livello 1 previsto dalle linee guida, con frequenza delle ispezioni annuale.
Si rimanda, per la loro catalogazione e ispezione alla "Procedura ispezione ponti" (vedasi **PROC_CEN_ISP_PON**).
Relativamente alle opere minori opere di contenimento (Muri di sostegno e Muri di sottoscarpa), difese radenti (gabbionate), opere paramassi elastiche (in acciaio, reti e cavi), pensiline, Ferrovia

Circumetnea prevede il raggiungimento del livello 1 previsto dalle linee guida, con frequenza delle ispezioni annuale (come indicato nel documento **PROC_CEN_ISP_OM**).

Infine, per le opere di raccolta e di smaltimento delle acque superficiali (Fossi di guardia e Cunette), viene garantito, esclusivamente, il monitoraggio dello stato dell'opera eseguito mediante controllo visivo, in genere, effettuato con cadenza annuale (come indicato nel documento *Vigilanza dell'infrastruttura civile ferroviaria - Modalità per l'effettuazione della "Visita Linea"*).

## 5 – SISTEMA DI SORVEGLIANZA DELLA FERROVIA CIRCUMETNEA CATANIA

### 5.1 – GENERALITA'

Il sistema di sorveglianza rappresenta il complesso delle attività di controllo, ispezione e monitoraggio sulle opere d'arte che il gestore di una rete infrastrutturale deve svolgere allo scopo di assicurare la disponibilità, la funzionalità e il mantenimento delle condizioni di sicurezza dell'infrastruttura stessa.

Le attività di sorveglianza e monitoraggio sono nel seguito strutturate secondo una strategia cosiddetta "risk-based", cioè dipendente dalla Classe di Attenzione caratteristica dell'opera nello stato corrente. Esse comprendono ispezioni (ordinarie e straordinarie), monitoraggio, accertamenti specialistici e attività di manutenzione.

Il sistema di sorveglianza fornisce evidenza della corretta gestione dell'infrastruttura ai sensi delle Linee Guida e costituisce, altresì, supporto alle decisioni in ordine alla programmazione degli investimenti di manutenzione da svilupparsi.

### 5.2 – ISPEZIONI

#### 5.2.1 –PIANIFICAZIONE/PROGRAMMAZIONE/ESECUZIONE DELLE ISPEZIONI

La Pianificazione/Programmazione delle ispezioni e delle attività propedeutiche è disposta a cura del **C.U.O.T.**

La catalogazione e l'ispezione delle opere d'arte si esegue compilando le schede **SDC - Scheda di Censimento, SDI - Scheda di Ispezione e SVD – Schede di Valutazione dei difetti,** nel rispetto delle Procedure per il censimento e l'ispezione (**PROC_CEN_ISP_PON**, **PROC_CEN_ISP_GAL, PROC_CEN_ISP_OM)** e con il supporto dei Cataloghi dei difetti (**CAT_DIF_PON**, **CAT_DIF_GAL, CAT_DIF_OM**)

Tali modelli, allegati al presente piano di manutenzione, sono stati redatti in conformità alle *Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti* di cui al DM 204 del 01/07/2022 per quanto riguarda i ponti ed alle *linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio delle gallerie esistenti* di cui al DM 247 del 01/08/2022 per quanto riguarda le gallerie.

La designazione del personale addetto alle ispezioni, che tiene conto dei carichi di lavoro definiti sulla base della durata delle ispezioni stimata per ciascuna opera e riportata nella **SDC - Scheda di Censimento** è disposta a cura del **D.T.** il quale, attraverso la figura del **C.U.T.,** preliminarmente alle ispezioni:

- garantisce un adeguato controllo della vegetazione al fine di assicurare che l'opera sia pienamente accessibile e ispezionabile in tutte le sue parti;
- garantisce la disponibilità delle dotazioni tecnologiche di supporto per l'esecuzione delle ispezioni e per l'accesso alle opere;
- per le opere/parti di opera accessibili solo a mezzo veicoli stradali, garantisce l'accessibilità, con particolare attenzione alla regolamentazione del passaggio nella proprietà di terzi;
- al personale addetto alle ispezioni, prima di procedere all'esecuzione delle attività, trasmette la **SDC - Scheda di Censimento** aggiornata e, in particolare, i documenti tecnici in essa contenuti;
- successivamente all'ispezione acquisisce le **SDI - Scheda di Ispezione e SVD – Schede di Valutazione dei difetti** aggiornate dall'ispettore incaricato e le trasmette al C.U.

Per ciascuna opera d'arte il **C.U.** predispone e cura l'aggiornamento, il consolidamento e l'archiviazione della **SDC - Scheda di Censimento**.

**Ispettore qualificato (IspQual):** è l'ispettore qualificato di II Livello per il metodo Visivo di prove non distruttive (PND) certificato ai sensi della norma UNI-EN ISO 9712.

Per ciascuna opera d'arte **l'Ispettore Qualificato** (**IspQual**) incaricato, sotto la cui la responsabilità vengono compilate le **SDI - Scheda di Ispezione e SVD – Schede di Valutazione dei difetti**, con l'ausilio degli addetti componenti della squadra di ispezione, è responsabile della accuratezza dei risultati e della conformità dell'ispezione rispetto a quanto stabilito nella normativa applicabile. Egli

pertanto per ciascuna opera d'arte procede come segue:

1. Consulta il catalogo dei difetti **CAT_DIF_PON**, **CAT_DIF_GAL, CAT_DIF_OM**
2. Verifica l'adeguatezza della descrizione presente nella **SDC - Scheda di Censimento**, provvedendo ad aggiornarla qualora necessario
3. Rileva lo stato del territorio al contorno, con l'obiettivo di individuare modifiche potenzialmente pericolose per l'opera, confrontando la situazione in campo con i dati della **SDC - Scheda di Censimento**
4. Non si dà luogo all'ispezione qualora il controllo preventivo della vegetazione e dell'accessibilità evidenzino situazioni che rendano impossibile la completa ispezionabilità dell'opera. In tali casi si procede celermente con le azioni volte al ripristino delle condizioni minime di accessibilità
5. Utilizza le dotazioni tecnologiche necessarie alle attività da svolgere;
6. Compila i modelli di Ispezione **SDI - Scheda di Ispezione e SVD – Schede di Valutazione dei difetti**
7. Procede al calcolo della Difettosità Complessiva e della Difettosità Assoluta, in accordo a quanto riportato nella Procedura ispezione Ponti, Procedura ispezione Gallerie e Procedura ispezione Opere Minori, attribuendo un **giudizio complessivo allo stato delle opere attenzionate**.

Nella esecuzione delle ispezioni viene posta attenzione allo stato delle aree al contorno, in particolare, ma non esclusivamente, nella fascia di 30 metri di cui all'art. 49 del D.P.R. 753/1980. L'obiettivo delle osservazioni – per quanto possibile dalla sede ferroviaria e con le strumentazioni di supporto a disposizione -, oltre ad individuare eventuali non conformità rispetto al citato DPR, è anche individuare e registrare modificazioni significative nello stato dei luoghi, sia nella proprietà ferroviaria che nelle aree al contorno, in grado di incidere, anche potenzialmente, sulla sicurezza delle opere civili facenti parte della rete ferroviaria.

L'Ispettore Qualificato trasmette al **C.U.** le **SDI – Schede di Ispezione** e le **SVD – Schede di Valutazione dei Difetti** comprensive del calcolo della Difettosità Complessiva e della Difettosità Assoluta, in accordo a quanto riportato nella **Procedura ispezione Ponti**, **Procedura ispezione Gallerie**, **Procedura ispezione Opere Minori** attribuendo un giudizio complessivo allo stato delle opere attenzionate.

Il CUOT analizzate le schede trasmesse dal C.U. procede ad informare il Dirigente Tecnico dello stato delle opere attenzionate.

**Il Dirigente Tecnico** valida e prende in carico il giudizio complessivo dello stato dell'opera e, in funzione della classe di attenzione, determina:

1. La necessità di eventuali approfondimenti o ulteriori verifiche
2. La necessità di istituire il monitoraggio continuo della struttura
3. La necessità di aggiornare la stima della capacità portante
4. Gli interventi manutentivi tesi al ripristino delle condizioni di sicurezza dell'opera
5. I provvedimenti cautelativi da adottare
6. La necessità di aggiornare l'insieme dei punti rilevanti

I provvedimenti cautelativi di cui al punto 5 dell'elenco precedente dovranno contemplare almeno le seguenti possibilità:

- Attivare ispezioni con livello di dettaglio superiore
- Imporre restrizioni al traffico (peso, velocità)
- Disporre l'interruzione della circolazione

I dettagli circa le azioni da adottare sono riportati nella **Procedura ispezione Ponti**, **Procedura ispezione Gallerie, Procedura ispezione Opere Minori**.

### 5.2.2 – CLASSIFICAZIONE DELLE ISPEZIONI E FREQUENZA DI ESECUZIONE

Le Ispezioni vengono classificate in base alle motivazioni che ne determinano l'esecuzione.
Esse si distinguono in:

- **Ispezioni ordinarie**, che saranno eseguite con frequenze minime, secondo gli schemi delle tabelle seguenti, in funzione della Classe di Attenzione corrente del manufatto e del fatto che siano opere (Tipo 1) delle quali è sufficientemente noto lo stato di conservazione e l'evoluzione attesa dei difetti o opere (Tipo 2) sia nuove, sia già in esercizio da diversi anni, ma per le quali non sia noto lo stato conservativo/manutentivo, il progredire dei difetti presenti (curva di degrado reale).

| ***CDA -*** | ***Bassa*** | ***Medio – Bassa*** | ***Media*** | ***Medio – Alta*** | ***Alta*** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Frequenza Opere "Tipo 1"** | Biennale | 18 mesi | Annuale | In funzione del monitoraggio o | In funzione del monitoraggio o |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | semestrale | semestrale |
| **Frequenza Opere "Tipo 2"** | Annuale | 9 mesi | Semestrale | In funzione del monitoraggio o semestrale | In funzione del monitoraggio o semestrale |

*Tabella 1*

| *Ispezione* | *Classe di Attenzione e intervallo ispezione* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BASSA | MEDIO BASSA | MEDIO ALTA | ALTA |
| *Iniziale* | All'avvio della procedura di cui al Livello 1 | | | |
| *Approfondita* | Max 6 anni | Max 4 anni | Max 2 anni | Max 1 anni |
| *Periodica ordinaria* | Max 1 anni | Max 6 mesi | Max 3 mesi | Max 2 mesi |
| *Straordinaria (a seguito di eventi)* | In occasione di evento di rilevo | | | |

*Tabella 2*

- **Ispezioni straordinarie**, la cui esigenza può essere determinata, ad esempio:
  - Per effetto o a seguito di eventi eccezionali, quali incidenti rilevanti, urti, sismi, alluvioni e frane che possano avere influito sulla stabilità dell'opera;
  - Quando le ispezioni ordinarie abbiano riscontrato criticità evidenti, ad esempio stato dell'opera Parzialmente Compromesso o Compromesso;
  - Quando lo studio dei modelli predittivi evidenzi dei comportamenti anomali del degrado.

Nei casi ora menzionati, per i quali la Classe di Attenzione si è evoluta in senso negativo, le ispezioni straordinarie devono essere eseguite al più presto e comunque non oltre 60 giorni da quando ne venga resa nota la necessità.

In ogni caso, l'esecuzione di ispezioni straordinarie deve avvenire non oltre 5 anni dalla precedente ispezione per manufatti con Classi di Attenzione Bassa e Medio-Bassa e non oltre 2 anni negli altri casi.

Le ispezioni straordinarie possono essere accompagnate da accertamenti specialistici o prove non distruttive.

### 5.2.3 – CONTROLLI SUL RISPETTO DELLE FREQUENZE DELLE ISPEZIONI

Il **Dirigente Tecnico** esegue un regolare controllo del rispetto delle frequenze di ispezione stabilite per ciascuna opera, individuando anche opportune forme di allertamento verso il CUOT

responsabile della Pianificazione/Programmazione delle ispezioni e delle attività propedeutiche. Tali forme di allertamento forniscono evidenza della necessità di avviare il processo che conduce alla esecuzione delle ispezioni nel rispetto della frequenza stabilita.

### 5.3 – MONITORAGGIO

Il monitoraggio dello stato delle opere, quando richiesto a seguito del giudizio complessivo dello stato dell'opera conseguente all'ispezione, viene assicurato:

- In via ordinaria mediante le normali attività di visita della linea ferroviaria da parte del personale della Gestione (**monitoraggio occasionale o discontinuo**)
- Qualora necessario mediante l'impiego di dotazioni tecnologiche fisse o mobili (**monitoraggio strumentale in sito o da remoto**)

Ai fini del monitoraggio:

- Vengono individuate le fattispecie di difetti o le situazioni di degrado (es. a correlandole agli indici di stato) per le quali si ritiene necessario valutare l'attivazione di un monitoraggio strumentale
- Vengono individuate le caratteristiche funzionali e prestazionali delle dotazioni tecnologiche per le diverse tipologie di monitoraggio strumentale
- Una copia dei risultati immediati/diretti acquisiti dagli strumenti di diagnostica viene archiviata in formato non modificabile e le modifiche (es. filtraggi, correzione di errori di tipo grossolano) alle evidenze/risultati acquisiti dagli strumenti di diagnostica vengono tracciate

Il monitoraggio strumentale mira ad acquisire elementi utili a verificare, tra l'altro:

- L'efficacia degli interventi di manutenzione o potenziamento
- Il comportamento di strutture innovative
- La resistenza di strutture che hanno subito danneggiamenti
- Gli effetti di incrementi delle sollecitazioni

## 5.4 - ACCERTAMENTI SPECIALISTICI

### 5.4.1 STRUTTURE AD ELEMENTI METALLICI

#### 5.4.1.1 Controlli magnetoscopici e ultrasonici

I controlli magnetoscopici e ultrasonori si utilizzano per individuare la presenza di cricche non visibili ad occhio nudo, o per valutare la profondità e la gravità di cricche individuate durante l'esame visivo della struttura.

A differenza dei controlli magnetoscopici, che indagano lo strato sub-corticale, i controlli ultrasonici consentono di valutare l'esistenza di cricche in tutto lo spessore della saldatura. Tali rilevamenti vanno effettuati da ditte specializzate. La ditta incaricata dei controlli provvederà a fornire una relazione nella quale sono contenuti i dati rilevati, opportunamente ordinati ed interpretati.

**Norme di riferimento: UNI EN 10160, UNI EN ISO 5579:2014**

### 5.4.2 STRUTTURE ED ELEMENTI IN CEMENTO

#### 5.4.2.1 Controllo della resistenza al distacco del rivestimento

Il controllo è eseguito mediante prova di quadrettatura, come indicato nella norma UNI 2409.

#### 5.4.2.2 Endoscopie

Le prove endoscopiche possono essere utili per effettuare ispezioni visive entro cavità nascoste o, dopo foratura, nello spessore di membrature massicce. Questo tipo di controllo è utile, in particolare, per rilevare eventuale presenza di stati corrosivi diffusi in zone non accessibili.

#### 5.4.2.3 Prove non distruttive sui calcestruzzi

Nel caso si fossero rilevati, durante uno dei controlli visivi periodici, segnali di ammaloramento del calcestruzzo, è opportuno raccogliere informazioni sulla sua resistenza nell'intorno della zona ammalorata. Ciò è possibile applicando le metodologie di prova descritte nel seguito. Per risalire alle caratteristiche di resistenza del calcestruzzo può essere utile sottoporre la stessa zona a più tipi di controlli: questo consente di instaurare confronti incrociati e di individuare eventuali errori di misura.

Nel seguito sono descritte brevemente le metodologie di prova su calcestruzzo più frequentemente utilizzate. Per tutte va applicata la seguente procedura:

1. rilievo locale delle armature mediante pacometro e loro tracciamento sulla superficie di calcestruzzo da provare, al fine di individuare zone libere da ferri su cui svolgere l'indagine senza arrecare danno a questi ultimi e senza falsare la prova;
2. pulizia e spianatura delle superfici da esaminare con mole abrasive;
3. tracciamento sulla zona di prova di un reticolo a maglie quadrate di 3 x 3 punti ed esecuzione delle prove sclerometriche;
4. prove con ultrasuoni con la tecnica per trasparenza, svolta ponendo le sonde di trasmissione e di ricezione su due facce opposte dell'elemento da provare, allineate sulla stessa direttrice.

Sono possibili anche altre configurazioni di prova (facce in spigolo). Per evitare dispersioni, tra sonda e parete va predisposto uno strato di grasso siliconico. A fenomeno stabilizzato si esegue la misura;

5. esecuzione delle prove di penetrazione mediante l'infissione di sonde tipo Windsor, a gruppi di tre, con esame del materiale disgregato per effetto dell'infissione, ed in particolare, esame della natura, qualità e pezzatura degli inerti.

**5.4.2.4 Prove sclerometriche**

Note anche come Metodo della durezza superficiale o R.H.T. (Rebound Hammer Test), le prove sclerometriche sono finalizzate alla determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo. Il metodo consiste nel proiettare una massa calibrata con una determinata energia di percussione contro la superficie del calcestruzzo: la misura consiste nella determinazione dell'indice sclerometrico (IS) o Rebound Number (RN), legato all'entità del rimbalzo della massa battente. Per ogni area indagata verranno effettuate 9 battute, disposte all'incirca su un quadrato. I valori rilevati saranno poi elaborati e inseriti nel verbale di ispezione. Lo strumento va tenuto in posizione normale alla superficie di prova, in quanto l'angolo di battuta influisce fortemente sul valore rilevato.

Una volta raccolti i dati essi vanno trattati nel seguente modo:

1. Per ogni area di prova, vanno riportati i valori di rimbalzo ottenuti: ad ogni valore di rimbalzo corrisponde un valore di resistenza media Wm e uno di resistenza minima Wmin. La tabella delle corrispondenze è riportata sia sulla cassa dello strumento, sia sul suo manuale d'uso.

2. Vanno calcolati la media e la deviazione standard dei nove valori di rimbalzo di ogni area. Dal valore medio si risalirà a valori di Wm loce di Wmin loc medi rispetto all'area di prova in questione.

3. Va infine calcolato il valor medio totale dei valori ottenuti in tutte le aree, al quale vanno associate una Wm tot e una Wmin tot. Se le aree di prova sono state opportunamente scelte, questi valori possono dare un buon campionamento della resistenza a compressione.

**Norme di riferimento: UNI 12504-2/2009, D.M.17/01/2018.**

#### 5.4.2.5 Metodo della penetrazione (W.P.T.)

Il metodo, conosciuto come Windsor Penetration Test, consiste nell'infiggere nel calcestruzzo con un'assegnata energia, generata da una carica esplosiva calibrata, delle sonde metalliche di forma e dimensioni prefissate. La misura consiste nella determinazione dell'indice EPL (Exposed Probe Lenght), ovvero della lunghezza del tratto di sonda affiorante dalla superficie. Il dispositivo di prova è costituito da una pistola di tipo Windsor e dal relativo corredo di cariche e sonde.

**Norme di riferimento:ASTM C 803.**

#### 5.4.2.6 Metodo della velocità dell'impulso ultrasonico (P.V.T.)

Il metodo consiste nel propagare entro il calcestruzzo una serie di impulsi ultrasonici, emessi da un trasmettitore posto a contatto col materiale in un punto della superficie, e nel misurare il ritardo con cui tali impulsi vengono percepiti da un ricevitore posizionate in un secondo punto, posto ad una certa distanza dal primo: la misura consiste nella determinazione della velocità di propagazione dell'impulso P.V.(Pulse Velocity) nel percorso tra trasmettitore e ricevitore. Il dispositivo di prova è costituito da un generatore di impulsi ad onda quadra nel campo delle frequenze ultrasoniche, da un ricevitore e da un dispositivo comparatore per la misura del ritardo tra emissione e ricezione.

**Norme di riferimento: UNI 12504-4/2001, D.M.17/01/2018.**

#### 5.4.2.7 Prove di carbonatazione

Per valutare la gravità del fenomeno di carbonatazione è utile effettuare prelievi di piccole carote di calcestruzzo, aventi diametro di 2 cm circa, profonde circa il doppio del copriferro (8 cm circa). Le carote saranno poi trattate in un laboratorio specializzato con fenolftaleina, che consentirà di valutare fino a quale profondità il calcestruzzo risulta carbonatato. Sarà anche utile effettuare una sezione longitudinale delle carote per avere un'indicazione sulla distribuzione della carbonatazione, come previsto dalla norma UNI 9944. Il laboratorio incaricato delle analisi provvederà a fornire una relazione nella quale sono esposti i risultati delle analisi. In attesa di un intervento di ripristino, i

fori provocati dai carotaggi andranno tempestivamente riempiti con malte espansive, al fine di evitare infiltrazioni.

**Norme di riferimento: UNI 9944.**

### 5.4.3 STRUTTURE ED ELEMENTI IN MURATURA

#### 5.4.3.1 Endoscopie

Le prove endoscopiche possono essere utili per effettuare ispezioni visive entro cavità nascoste o, dopo foratura, nello spessore di membrature massicce. Questo tipo di controllo è utile, in particolare, per rilevare eventuale presenza di stati corrosivi diffusi in zone non accessibili.

#### 5.4.3.2 Prove con martinetti piatti su murature

La tecnica dei martinetti piatti è utilizzata da circa un trentennio per la determinazione della tensione di esercizio, della tensione di rottura e del modulo di deformabilità di una muratura.

**Norme di riferimento: ASTM C1196/1991, ASTM C1197/1992.**

### 5.4.4 INDAGINI SPECIALISTICHE PER ELEMENTI IN CLS E PER ELEMENTI IN MURATURA

#### 5.4.4.1 Analisi chimico-fisiche

Qualora dall'analisi visiva si sia rilevata la presenza sulle superfici dilavate, di tracce di efflorescenze o di sali, è opportuno eseguire analisi chimiche che consentano di rilevare l'eventuale presenza di agenti aggressivi sul calcestruzzo, su murature, o sull'acciaio ed eventualmente di individuarne l'origine. Tali prove vanno effettuate all'occorrenza e in numero proporzionato al numero e dall'estensione delle zone nelle quali è stato rilevato il degrado.

Le analisi riguarderanno i fattori di seguiti elencati.

#### 5.4.4.2 Presenza di efflorescenze

In zone soggette a un dilavamento lento, ma con apporto d'acqua costante, è possibile osservare la formazione di mucillagini, alghe o addirittura di muschio. Efflorescenze biancastre di aspetto salino possono formarsi a seguito di un attacco acido o di dilavamento dei composti a base di calcio del calcestruzzo. Se il fenomeno risultasse diffuso, un laboratorio specializzato provvederà al prelievo dei campioni ed all'effettuazione delle analisi chimico-fisiche che possono contribuire ad accertarne la composizione. Il laboratorio fornirà una relazione sui risultati ottenuti e provvederà a fornire delle indicazioni circa le possibili metodologie di ripristino.

#### 5.4.4.3 Rilievo della presenza di cloruri

Un metodo veloce per verificare la presenza di cloruri in campo consiste nello spruzzare sulla superficie di calcestruzzo di una soluzione a base di argento nitrato, seguita dallo spruzzo di una soluzione con fluorosceina. Nel tempo la colorazione assunta dal campione consente di individuare le zone in cui sono presenti i cloruri. Questo è un metodo puramente qualitativo, che può essere utile per escludere la presenza di cloruri. Quando invece se ne rileva la presenza, tale metodo non consente di valutare il contenuto di cloruri alle diverse profondità, parametro indispensabile per capire se il contenuto critico a livello delle armature è stato superato e, quindi, se il processo di corrosione può innescarsi. Occorre in questo caso analizzare i campioni di calcestruzzi. Tali campioni possono consistere in carote, che poi vengono sezionate a lamine, o in prelievi di polveri prelevate a diverse profondità durante una perforazione con trapano. Sciogliendo tali campioni in acido nitrico si misura il contenuto di cloruri nella soluzione così ottenuta. Tale contenuto è espresso in percentuale rispetto alla quantità di calcestruzzo disciolto. Noto lo spessore del copriferro e la concentrazione critica dei cloruri, è possibile determinare se esistono le condizioni per l'innesco della corrosione.

**Norme di riferimento: UNI EN 1744/2010.**

### 5.4.5 INDAGINI DIAGNOSTICHE GENERALI

#### 5.4.5.1 Rilievo mediante laser scanner

Mediante rilievo laser scanner gallerie con laser scanner mobile posto su treno diagnostico che ricerca, individua e riporta, come prescritto dal presente piano di manutenzione e dalla scheda di ispezione, i difetti presenti nella galleria. La reportistica può contenere la nuvola di punti in formato digitale che, insieme alle ortofoto, può essere consultabile dal personale che ha la responsabilità sullo stato dell'opera al fine di osservare il rilievo all'atto dell'ispezione visiva.

#### 5.4.5.2 Rilievo mediante georadar

Mediante rilievo GPR lungo percorsi longitudinali o con acquisizioni a maglia prestabilita, con un'antenna ad alta frequenza (da 1600 a 2000 MHz) singola o multipla con l'utilizzo di frequenze e tempi di campionamento idonei a raggiungere la migliore definizione e profondità in relazione agli obiettivi da indagare e comprensiva di elaborazione dei dati radar, mediante software adeguati, compreso il trasferimento, l'interpretazione e la restituzione degli stessi su apposite planimetrie su supporto cartaceo e/o digitale e comunque nei termini previsti dal presente piano di

manutenzione.

## 5.5 - MANUTENZIONE

### 5.5.1 Sorveglianza e Monitoraggio

Le attività di manutenzione programmata sono sempre precedute dal controllo visivo delle opere, in genere, effettuato con **cadenza annuale.**

Le ispezioni periodiche ed il monitoraggio di un'opera esistente, condotto con metodologie tradizionali o innovative, ha lo scopo di consentire la valutazione dello "stato di condizione" dell'opera stessa (diagnosi) con riferimento alla sua "idoneità all'uso previsto", comprendente sia gli aspetti di sicurezza strutturale e fondazionale sia quelli relativi alle eventuali pericolosità di natura ambientale ed all'efficienza degli apparati ausiliari, e di stimarne le tendenze evolutive (prognosi). Tali parametri, unitamente allo studio dei dati riguardanti la storia dell'opera raccolti nell'inventario/censimento di livello 0 (anamnesi), costituiscono infatti la base di informazioni necessaria a:

- migliorare la conoscenza dell'opera riducendo le incertezze di natura epistemica (azioni, resistenze, modelli);
- aggiornare la valutazione del rischio dell'opera e quindi il suo inserimento in una Classe di Attenzione corrente;
- pianificare in modo efficace, in termini tecnico-economici, gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Il controllo visivo consiste in un controllo sommario dell'opera, al fine di verificare la presenza di segnali di degrado, di malfunzionamento o di danneggiamento.

Il controllo visivo viene effettuato dal Capo Operatore (CO) ed ha il duplice scopo di controllare la presenza di danneggiamenti superficiali (degrado superficiale del calcestruzzo o della muratura, distacchi di verniciature, corrosione delle armature e delle parti in acciaio, espulsione dei copriferri, distacchi delle impermeabilizzazioni) e controllare la presenza di segnali di un comportamento anomalo della struttura.

Lo svolgimento delle attività sarà documentato con un opportuno report (modello Allegato VISITA LINEA A PIEDI) da trasmettere al C.U.T. dal quale emergeranno eventuali danneggiamenti.

Qualora a seguito del controllo visivo fosse emersa la presenza di zone localmente danneggiate o di malfunzionamenti, si svolgeranno le seguenti azioni:

− esecuzione di ulteriori indagini locali e/o generali;

− risanamento di parti circoscritte, ovvero programmazione di interventi di ampia portata, se l'estensione del degrado risultasse generalizzata.

La tabella successiva riepiloga le attività relative alla **manutenzione ordinaria**.

| Tipologia struttura | Controllo | Periodicità | Tipo di controllo | Intervento a seguito del rilievo del danneggiamento |
|---|---|---|---|---|
| Strutture in c.a. | Superfici esterne | 12 mesi | Visivo | Indagini di approfondimento come indicate al § 5.4 e ripristino |
| Strutture in muratura | Superfici esterne | 12 mesi | Visivo | Indagini di approfondimento come indicate al § 5.4 e ripristino |
| Strutture metalliche | Superfici esterne | 12 mesi | Visivo | Indagini di approfondimento come indicate al § 5.4 e ripristino |
| Sistema smaltimenti Acque meteoriche | | 12 mesi* | Visivo | Riparazione |

*Tabella 3*

** Verificare comunque i sistemi di smaltimento delle acque meteoriche prima delle stagioni piovose. Al fine di garantire un buon livello di manutenzione è opportuno eseguire annualmente una valutazione statistica, per zona, dei periodi di precipitazione delle acque.*

### 5.5.2 Manutenzione programmata

Le attività di manutenzione programmata sono sempre precedute oltre che dal controllo visivo delle opere anche da esami più approfonditi di tipo strumentale (per esempio prove magnetoscopiche, ultrasonore per gli acciai, prove di carbonatazione, sclerometriche, endoscopiche per i calcestruzzi, prove endoscopiche e con martinetti piatti per le murature).

Gli interventi di riparazione e di manutenzione straordinaria sono gestiti e programmati secondo strategie ottimali che consentono di estendere nel tempo la vita nominale dell'opera.

## 6 – ELENCO MODULI ALLEGATI

Di seguito è riportato l'elenco dei moduli richiamati nel presente piano di manutenzione ed ad esso allegati.

| Codice | Nome | Rev. | Data |
|---|---|---|---|
| SDC_PON_L0 | SDC – SCHEDA DI CENSIMENTO SCHEDA DI CENSIMENTO DEI | 2 | 28/04/2023 |

| Codice | Nome | Rev. | Data |
|---|---|---|---|
| | PONTI LIVELLO 0 | | |
| SDI_PON_L1 | SDI - SCHEDA D'ISPEZIONE SCHEDA DI ISPEZIONE DEI PONTI LIVELLO 1 | 2 | 28/04/2023 |
| SVD_PON_L1 | SVD – SCHEDA DI ISPEZIONE SCHEDE DI VALUTAZIONE DEI DIFETTI DEI PONTI | 3 | 12/10/2023 |
| SDC_GAL_L0 | SDC – SCHEDA DI CENSIMENTO SCHEDA DI CENSIMENTO DELLE GALLERIE LIVELLO 0 | 3 | 20/12/2024 |
| SDI_GAL_L1 | SDI - SCHEDA D'ISPEZIONE SCHEDE DI ISPEZIONE GALLERIE DI LIVELLO 1 | 3 | 20/12/2024 |
| SVD_GAL_L1 | SVD – SCHEDA DI ISPEZIONE SCHEDE DI VALUTAZIONE DEI DIFETTI DELLE GALLERIE | 4 | 20/12/2024 |
| SDC_OM_L0 | SDC – SCHEDA DI CENSIMENTO SCHEDA DI CENSIMENTO DELLE OPERE MINORI LIVELLO 0 | 1 | 20/12/2024 |
| SDI_OM_L1 | SDI - SCHEDA D'ISPEZIONE SCHEDA DI ISPEZIONE DELLE OPERE MINORI LIVELLO 1 | 1 | 20/12/2024 |
| SVD_OM_L1 | SVD – SCHEDA DI ISPEZIONE SCHEDE DI VALUTAZIONE DELLE OPERE MINORI | 1 | 20/12/2024 |

## 7 – ELENCO ISTRUZIONI OPERATIVE ALLEGATE

Di seguito è riportato l'elenco delle istruzioni richiamate nel presente piano di manutenzione e ad esso allegate.

| Codice | Nome | Rev. | Data |
|---|---|---|---|
| INF_CIV | CODIFICA INFRASTRUTTURE CIVILI | 2 | 28/04/2023 |
| CAT_DIF_PON | CATALOGO DEI DIFETTI PER I PONTI | 3 | 12/10/2023 |
| CAT_DIF_GAL | CATALOGO DEI DIFETTI PER LE GALLERIE | 4 | 20/12/2024 |
| CAT_DIF_OM | CATALOGO DEI DIFETTI PER LE OPERE MINORI | 1 | 20/12/2024 |

## 8 – ELENCO PROCEDURE ALLEGATE

Di seguito è riportato l'elenco delle procedure richiamate nel presente piano di manutenzione e ad esso allegate.

| Codice | Nome | Rev. | Data |
|---|---|---|---|
| PROC_CEN_ISP_PON | PROCEDURA PER IL CENSIMENTO E L'ISPEZIONE DEI PONTI SULLA LINEA FERROVIARIA CIRCUMETNEA CATANIA | 4 | 20/12/2024 |
| PROC_CEN_ISP_GAL | PROCEDURA PER IL CENSIMENTO E L'ISPEZIONE DELLE GALLERIE SULLA LINEA FERROVIARIA CIRCUMETNEA CATANIA | 4 | 20/12/2024 |
| PROC_CEN_ISP_OM | PROCEDURA PER IL CENSIMENTO E L'ISPEZIONE DELLE OPERE MINORI SULLA LINEA FERROVIARIA CIRCUMETNEA CATANIA | 1 | 20/12/2024 |