



Concessionaria per la progettazione, realizzazione e gestione del collegamento stabile tra la Sicilia e il Continente Organismo di Diritto Pubblico
(Legge n° 1158 del 17 dicembre 1971, modificata dal D.Lgs. n°114 del 24 aprile 2003)



PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
SACYR S.A.U. (MANDANTE)
ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

IL PROGETTISTA
COWI
Ing. E.M. Veje
Dott. Ing. E. Pagani
Ordine Ingegneri Milano
n° 15408



IL CONTRAENTE GENERALE

Project Manager
(Ing. P.P. Marcheselli)

STRETTO DI MESSINA
Direttore Generale e
RUP Validazione
(Ing. G. Fiammenghi)

STRETTO DI MESSINA
Amministratore Delegato
(Dott. P. Ciucci)

Unità Funzionale

OPERA DI ATTRAVERSAMENTO

PI0003_F0_ITA

Tipo di sistema

IMPIANTI TECNOLOGICI

Raggruppamento di opere/attività

ESERCIZIO E MANUTENZIONE

Opera - tratto d'opera - parte d'opera

Sistema Gestione e Controllo - MACS

Titolo del documento

Sistema di pianificazione della manutenzione

CODICE

C G 1 0 0 0 P 2 S D P I T M 4 C 3 0 0 0 0 0 4 F 0

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	HPE	FNJE	JCA

NOME DEL FILE: PI0003_F0_ITA.doc

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Sistema di pianificazione della manutenzione		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

INDICE	3		
Tabella delle appendici			7
1	Relazione di sintesi		9
1.1	Ponte sullo Stretto di Messina		9
1.2	Sistema di gestione e controllo, MACS		9
1.3	Oggetto e Finalità della Relazione		11
1.4	Obiettivi del Sistema di Gestione del Ponte BMS		12
1.5	Dati e documenti controllati dal BMS		13
1.6	Scambio di dati tra il BMS e altri sotto-sistemi		15
1.7	Installazioni Principali nel BMS		16
1.8	Specifiche tecniche per il BMS		17
1.9	Programma temporale per il BMS		19
1.10	Costi stimati per il BMS		20
2	Introduzione		21
2.1	Generalità		21
2.2	MACS		22
2.2.1	SCADA		22
2.2.2	MMS		23
3	Obiettivi della relazione		24
3.1	Obiettivi		24
4	Base per il BMS		24
5	Obiettivi principali del BMS		25
6	La posizione del BMS nel MACS		27
7	Dati e documenti controllati dal BMS		28
7.1	Database del BMS		28
7.2	Gerarchia degli elementi		29
7.3	Specifiche per l'ispezione e la manutenzione		31
7.4	Dati di inventario		32
7.5	Dati di ispezione		33
7.6	Dati RBI/RCM		35
7.7	Dati di manutenzione		38

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Sistema di pianificazione della manutenzione		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

7.8	Dati di monitoraggio	40
7.9	Documenti relativi all'ispezione e manutenzione	42
7.10	Registro dei costi, delle attività di ispezione e manutenzione e degli eventi.....	43
7.10.1	Generalità	43
7.10.2	Registro dei costi.....	43
7.10.3	Registro di ispezione e manutenzione	45
7.10.4	Registro degli eventi.....	45
7.11	Programmi per l'ispezione e la manutenzione	46
7.11.1	Programma di ispezione.....	46
7.11.2	Programmi di manutenzione.....	47
7.11.2.1	Programma di manutenzione per gli elementi strutturali	47
7.11.2.2	Programma di manutenzione per le apparecchiature.....	47
7.11.2.3	Programmi di manutenzione per i sistemi tecnologici	48
8	Scambio di dati tra il BMS e altri sotto-sistemi MACS.....	49
8.1	Generalità	49
8.2	Scambio di dati BMS <-> SHMS	51
8.3	Scambio di dati BMS <-> TMS	52
8.4	Scambio di dati BMS <-> EDMS	53
8.5	Scambio di dati BMS <-> CSP	54
8.6	Scambio di dati BMS <-> EMC.....	54
8.7	Scambio di dati BMS <-> ICMS.....	55
8.8	Scambio di dati BMS < - > WSMS.....	55
9	Descrizione delle funzioni principali del BMS	55
9.1	Generalità	55
9.2	Gestione dei dati	57
9.3	Creazione di una base per l'attività di O & M.....	58
9.4	Recupero di dati e documenti.....	59
9.4.1	Dati relativi agli elementi	59
9.4.2	Documenti relativi agli elementi.....	60
9.4.3	Presentazione grafica.....	60
9.5	Inserimento di dati e documenti nuovi o aggiornati.....	61
9.6	Generazione dei rapporti.....	62
9.7	Elaborazione dei dati.....	63

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Sistema di pianificazione della manutenzione		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

9.8	Valutazione delle condizioni	63
9.9	Creazione del budget	66
9.10	Gestione degli ordini di lavorazione.....	66
9.11	Preparazione dei programmi di ispezione e manutenzione.	67
9.11.1	Programmi di ispezione.....	67
9.11.2	Programmi di manutenzione.....	68
9.12	Recupero di informazioni relative agli eventi	69
10	Parti di ricambio	69
11	Specifiche tecniche per il sistema IT	69
11.1	Struttura modulare del BMS	69
11.2	Software.....	71
11.3	Server	71
11.4	Accesso al BMS	71
11.5	Interfacce utente	72
11.6	Generatore dei rapporti	72
11.7	Documentazione per il BMS.....	73
11.7.1	Manuale operativo.....	73
11.7.2	Manuale di manutenzione	74
11.7.3	Guida all'architettura del sistema	74
11.7.4	Guida al codice sorgente del software.....	74
11.7.5	Stampa del codice sorgente del software.....	74
11.7.6	Guida alla risoluzione dei problemi.....	75
11.7.7	Guida alla diagnosi degli eventi.....	75
11.7.8	Documenti controllo qualità	75
11.7.9	Piano di revisione venticinquennale	75
12	Prospetto dei tempi per il BMS	76
12.1	Generalità	76
12.2	Specifiche, preparazione della documentazione di gara.....	76
12.3	Presentazione dell'offerta.....	77
12.4	Completamento delle specifiche e stipula del contratto	77
12.5	Progettazione del sistema BMS	77
12.6	Sviluppo e installazione del BMS	77
12.7	Effettuazione delle prove ed eliminazione dei malfunzionamenti	77

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Sistema di pianificazione della manutenzione		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

12.8	Training per gli utenti del BMS	78
12.9	Progetto pilota del BMS.....	78
12.10	Inserimento dei dati nella partizione BMS all'interno del database MMS	79
13	Stima dei costi.....	79
14	Elenco dei requisiti	79
Appendice A: Gerarchia degli elementi		81
Appendice B: Procedura per l'ispezione principale e istruzioni per la stesura delle relazioni sull'ispezione principale.....		82
Appendice C: Analisi FMECA-IMAA, Piano RBI particolareggiato e Piano RCM particolareggiato		83
Appendice D: Programmi di ispezione		84
Appendice E: Programma di manutenzione		85
Appendice F: Prospetto dei tempi per il BMS		86

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Sistema di pianificazione della manutenzione		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Tabella delle appendici

Appendice A:	Gerarchia degli Elementi
Appendice B:	Procedura per l'Ispezione Principale e Istruzioni per la Stesura delle Relazioni sull'Ispezione Principale
Appendice C:	Analisi FMECA-IMAA, Piano RBI particolareggiato e Piano RCM particolareggiato
Appendice D:	Programmi di Ispezione
Appendice E:	Programma di Manutenzione
Appendice F:	Prospetto dei tempi per il BMS

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Sistema di pianificazione della manutenzione		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Abbreviazioni

Abbreviazioni per i nomi dei sistemi:

BMS:	Bridge Management System - Sistema di gestione del ponte
CS:	Communication System (internally/externally communication) Sistema di Comunicazione (esterna/interna)
CSP:	Computer Simulation and Prediction - Simulazione Computerizzata e Previsione
EDMS:	Electronical Document Management System - Sistema di Gestione Elettronica della Documentazione
EMC:	Electrical and Mechanical Control - Controllo Elettrico e Meccanico
ICMS:	Information & Coordination Management System - Sistema di Gestione delle Informazioni e del Coordinamento
MACS:	Management and Control System - Sistema di Gestione e Controllo
MMS:	Management, Maintenance and Simulations - Gestione, Manutenzione e Simulazioni
SCADA:	Supervisory Control and Data Acquisition - Supervisione, Controllo ed Acquisizione Dati
SHMS:	Structural Health Monitoring System - Sistema di Monitoraggio Strutturale
TMS:	Traffic Management System - Sistema di Gestione del Traffico
WSMS:	Work Site Management System - Sistema di Gestione del Cantiere

Altre abbreviazioni:

ERP:	Enterprice Ressource Planning - Pianificazione delle Risorse d'Impresa
EAP:	Event Activity Plan - Piano di Attività per gli Eventi
FMECA:	Failure Mode, Effect and Criticality Analysis - Analisi dei Modi, degli Effetti e della Criticità dei Guasti
I&M:	Inspection and Maintenance - Ispezione e Manutenzione
IMAA:	Inspection and Maintenance Activity Analysis - Analisi delle Attività di Ispezione e Manutenzione
LCC:	Life Cycle Cost - Costo del Ciclo di Vita
O&E:	Operation and Emergency - Esercizio ed Emergenza
O&M:	Operation and Maintenance - Esercizio e Manutenzione
RBI:	Reliability Based Inspection - Ispezione basata sull'Affidabilità
RCM:	Reliability Centered Maintenance - Manutenzione basata sull'Affidabilità
SOA:	Service-Oriented Architecture - Architettura Orientata ai Servizi

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1 Relazione di sintesi

1.1 Ponte sullo Stretto di Messina

Il Ponte sullo Stretto di Messina è altamente innovativo in ragione del fatto che esso prevede la campata più lunga del mondo (3300m) che collegherà la Sicilia alla penisola italiana. Il ponte sarà un ponte sospeso formato da 4 cavi principali, tre cassoni in acciaio e torri in acciaio alte 399 m. L'attuale esperienza dunque in materia di costruzione di ponti, viene spinta al limite, con una struttura significativamente più imponente dell'attuale campata più lunga al mondo di 1991m (Ponte di Akashi Kaikyo); la stabilità aerodinamica dell'impalcato è assicurata dalle caratteristiche dell'innovativa struttura a tre cassoni. Il monitoraggio e la manutenzione permanente della struttura sono quindi necessari al fine di assicurare che essa funzioni come previsto e sia sicura. A tal fine, si prevede la realizzazione di una serie di sistemi di gestione e di manutenzione per il mantenimento della struttura in condizioni ottimali.

Nell'attuale fase di progetto del Progetto Definitivo, il progetto di gara è ulteriormente sviluppato in preparazione della successiva fase di Progetto Esecutivo.

Il BMS dovrà essere uno strumento per l'Organizzazione di Esercizio & Manutenzione del Ponte sullo Stretto di Messina. Grazie alla sua sistematicità e logica, BMS assicurerà una sicura manutenzione del ponte, valida anche dal punto di vista economico. Il BMS è un sistema IT che sarà in grado di scambiare dati con altri sistemi di gestione IT. Il BMS dunque, grazie al supporto che fornisce all'Organizzazione di Esercizio & Manutenzione sarà in grado di operare su tutti i dati raccolti da MACS e dai suoi sottosistemi durante la fase di costruzione oppure raccolti durante la fase di Esercizio e Manutenzione.

1.2 Sistema di gestione e controllo, MACS

Il ponte deve essere dotato di un Sistema di Gestione e Controllo (MACS) che permetta all'operatore del ponte di far funzionare la struttura e le installazioni del Ponte e di effettuare la manutenzione in maniera sicura e strutturata.

Il Sistema di Gestione e Controllo sarà costituito da un insieme di applicazioni software di controllo con moduli per l'analisi e la gestione ed interfaccia con i seguenti pacchetti di sistemi:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

- Monitoraggio (SCADA - descritto nelle Specifiche di Progetto - Lavori Meccanici ed Elettrici doc. N° CG1001-P-2S-D-P-IT-M4-C3-00-00-00-06-A).
- Gestione, Manutenzione e Simulazioni (MMS) descritto nel Sistema di Gestione e Controllo, doc. N° CG1000-P-2S-D-P-IT-M4-C3-00-00-00-01-A.

Il MACS sarà il sistema software di base che controllerà l'accesso e i diritti degli utenti per quanto concerne l'accesso al sistema e ai dati. Inoltre il MACS riunirà i diversi sotto-sistemi definendo un protocollo comune di comunicazione tramite l'utilizzo di un livello di servizio.

Il sistema di gestione e controllo MACS rappresenta il modulo centrale per il coordinamento, il controllo e la gestione di ogni sotto-sistema di regolazione controllo e monitoraggio.

Il sistema di gestione e controllo sarà suddiviso nei due seguenti blocchi principali:



Esercizio & Controllo, azionato dallo SCADA

- Sistema di Gestione del Traffico (TMS)
- Controllo e Monitoraggio degli Impianti Tecnici E&M (EMC)
- Sistema di Monitoraggio Strutturale (SHMS)
- Sistema di Comunicazione (CS)
- Monitoraggio Ferroviario (RTMS).

Gestione, Manutenzione e Simulazioni (MMS)

- Computazione di Simulazioni e Previsioni (CSP).
- Sistema di Gestione del Cantiere (WSMS).
- Sistema di Gestione del Ponte (BMS).
- Gestione delle Informazioni e del Coordinamento (ICMS).
- Sistema di Gestione della Documentazione Elettronica (EDMS)

La Figura 1.1 illustra l'architettura generale del sistema MACS.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

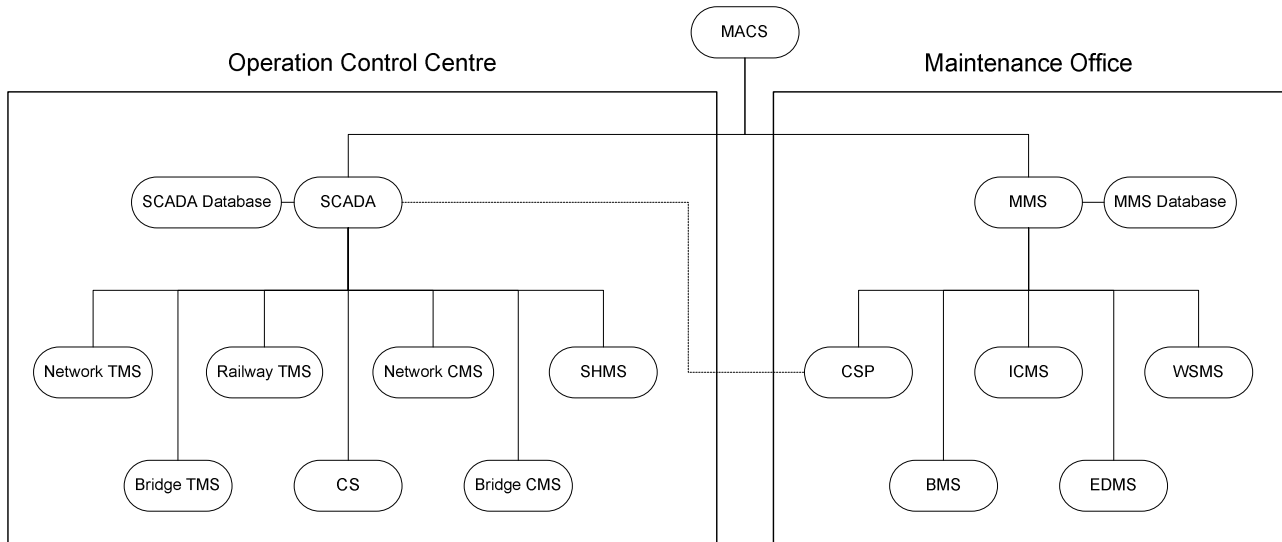


Figura 1.1 Architettura generale del sistema

1.3 Oggetto e Finalità della Relazione

Una descrizione dei requisiti funzionali per il Sistema di Gestione del Ponte BMS è stata sviluppata sulla base delle specifiche tecniche fornite da Stretto di Messina (2004) e del progetto Preliminare di gara preparata dall'ATI Impregilo (2005).

Questa relazione ha lo scopo di specificare i requisiti funzionali del Sistema di Gestione del Ponte BMS. Essa si prefigge di stabilire un insieme di requisiti sufficientemente definiti in modo da creare le basi per una successiva elaborazione delle Specifiche Tecniche per il BMS.

Per fornire una descrizione sufficientemente dettagliata delle funzioni e dei servizi messi a disposizione dal BMS, nel seguito vengono descritti i dati, i parametri ed i documenti che devono essere gestiti dal sistema di gestione. Inoltre vengono descritte le varie elaborazioni dei dati che devono essere eseguite tramite il BMS. Nella relazione è contenuta anche una sintetica descrizione della tecnologia IT che deve essere utilizzata. Questa tecnologia sarà comune per permettere il dialogo tra i diversi sistemi tecnologici di gestione che devono essere utilizzati nella fase di Esercizio e Manutenzione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

1.4 Obiettivi del Sistema di Gestione del Ponte BMS

Il BMS è il principale strumento che sta alla base dell'Organizzazione della Manutenzione del Ponte. L'utilizzo del BMS aiuterà ad assicurare la corretta gestione della manutenzione volta a garantire:

- Sicurezza del ponte;
- Massima regolarità nel funzionamento (piena funzionalità);
- Ottimizzazione dei costi di manutenzione per l'intero periodo di vita dell'Opera.

A tale scopo il BMS supporterà l'Organizzazione della Manutenzione del Ponte nelle seguenti aree:

1. Fare in modo che tutte le specifiche di ispezione e manutenzione (Manuali, Procedure, Istruzioni, Norme, Contatti, Autorità, ecc.) siano facilmente accessibili per gli utenti a tutti i livelli
2. Fare in modo che tutti i dati e i documenti pertinenti che riguardano le infrastrutture siano facilmente accessibili per gli utenti a tutti i livelli
3. Fornire strumenti per aggiornare i dati e i documenti in modo semplice e coerente.
4. Fornire strumenti per inserire in modo semplice e coerente i dati e i documenti prodotti nella fase di O&M.
5. Fornire strumenti per l'elaborazione dei dati secondo i principi descritti nel Manuale di I & M. Questi comprendono gli strumenti per elaborare i dati relativi all'aggiornamento dei programmi RBI/RCM.
6. Fornire strumenti per stabilire i programmi per le attività di ispezione e/o di manutenzione.
7. Fornire dati e documenti secondo i requisiti specificati in altri sotto-sistemi MACS.
8. Fornire strumenti per convertire automaticamente nel BMS i dati generati da altri sotto-sistemi MACS e messi a disposizione del BMS attraverso lo Strato di Servizio IT.
9. Fornire strumenti per recuperare in modo semplice e sicuro i dati e i documenti necessari per fornire al Gestore Eventi informazioni sufficienti in ogni situazione ragionevolmente prevedibile.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Il BMS si occupa delle opere civili, delle installazioni elettriche e meccaniche per il ponte sospeso, compresi i cavi principali, i blocchi di ancoraggio e le strutture terminali. Le opere a terra e le installazioni per il pedaggio non sono inclusi.

L'intera base per le specifiche tecniche del BMS è costituita dal Sistema di Esercizio e Manutenzione del ponte sospeso, che comprende manuali, procedure, istruzioni, archivi della documentazione, modelli e rapporti.

I principali documenti di base sono:

- Manuale preliminare di Ispezione e Manutenzione, Manuale I & M
CG1000-P-MI-D-P-GE-A9-00-00-00-00-01
- Manuale preliminare di Esercizio ed Emergenza, Manuale O & E
CG1000-P-MI-D-P-M7-00-00-00-00-00-01
- Studio del Costo del Ciclo di Vita (LCC)
CG1000-P-RG-D-P-GE-L4-00-00-00-00-01
- Ispezione su Condizione (RBI) e Manutenzione su Condizione (RCM)
CG1000-P-RG-D-P-GE-R6-00-00-00-00-01

1.5 Dati e documenti controllati dal BMS

Il BMS è in primo luogo un sistema di database. Il database sarà strutturato in modo che i dati da utilizzare nella fase di manutenzione possano essere recuperati in maniera semplice e sicura. Tali dati includono i dati intelligenti (dimensioni, modelli, ecc.) e i dati per la pianificazione delle attività di ispezione e manutenzione, compresa la creazione del budget per i lavori.

Il database BMS costituirà una partizione dedicata del database MMS. I documenti non verranno archiviati nella partizione del BMS all'interno del database MMS, ma verranno archiviati in una partizione per i documenti all'interno del database MMS sotto il controllo dell'EDMS e saranno facilmente accessibili dal BMS grazie ad un software specifico di accesso BMS che si interfaccia con lo "Strato di Servizio" del MACS o con i sistemi generali di recupero dei documenti inclusi nell'EDMS.

Tutti i dati archiviati nella partizione del database BMS e tutti i documenti archiviati nella partizione dell'EDMS all'interno del database MMS vengono codificati e in tal modo vengono collegati ad elementi specifici. Verrà utilizzata la gerarchia degli elementi specificata nel Manuale di Ispezione e Manutenzione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Sarà possibile rivedere e anche espandere la gerarchia insieme al periodo di manutenzione, per esempio facendo in modo che quelle parti di un elemento che col tempo possono svilupparsi in maniera particolare siano trattate come elementi separati.

Per identificare le parti di un elemento viene utilizzato un sistema generale di codici di posizione. L'ubicazione di un elemento e la posizione esatta su una faccia dell'elemento possono essere indicate utilizzando al massimo sei codici di posizione, da 1 a 6.

Il BMS gestisce i dati e i documenti indicati di seguito:

- Specifiche per l'effettuazione dell'ispezione e della manutenzione
Manuali, procedure, istruzioni, codici, norme, metodi di riparazione standard, ecc.
- Documenti e dati di inventario
Disegni, specifiche, certificati, rapporti di non conformità, ecc.
- Dati di ispezione
Specifiche relative alle ispezioni svolte
Rapporti di ispezione, dati di registrazione dei difetti, dati di valutazione delle condizioni, ecc.
- Piani dettagliati di manutenzione su condizione e piani dettagliati di ispezione su condizione
- Dati di manutenzione
Specifiche relative ai lavori di manutenzione effettuati.
Ordini di lavorazione e gestione dei lavori di manutenzione
- Dati di monitoraggio
Principalmente l'incorporazione, nei rapporti di ispezione, delle informazioni provenienti dai sistemi di monitoraggio
- File di registro per la registrazione di costi, ispezioni, attività di manutenzione ed eventi
- Programmi per le attività di ispezione e manutenzione
Pianificazione delle attività, dei tempi e delle risorse

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1.6 Scambio di dati tra il BMS e altri sotto-sistemi

I dati contenuti nel database BMS sono correlati agli elementi secondo la gerarchia degli elementi stessi. I dati sono ulteriormente correlati alle applicazioni BMS (i moduli BMS) secondo il sistema di inserimento dati del BMS. I documenti contenuti nella partizione dell'EDMS all'interno del database MMS sono anch'essi correlati agli elementi attraverso i nomi codificati dei loro file. I documenti saranno inoltre correlati ai moduli BMS. Questo, per esempio, può essere ottenuto inserendo i dati nel "metadata file" allegato al file del documento.

Il MACS contiene un sistema comune di scambio dati, un "Livello di Servizio", che può essere utilizzato da tutti i sotto-sistemi per scambiare dati con altri sotto-sistemi.

Lo scambio di dati tra il BMS e gli altri sotto-sistemi MACS è illustrato nella Figura 1.2

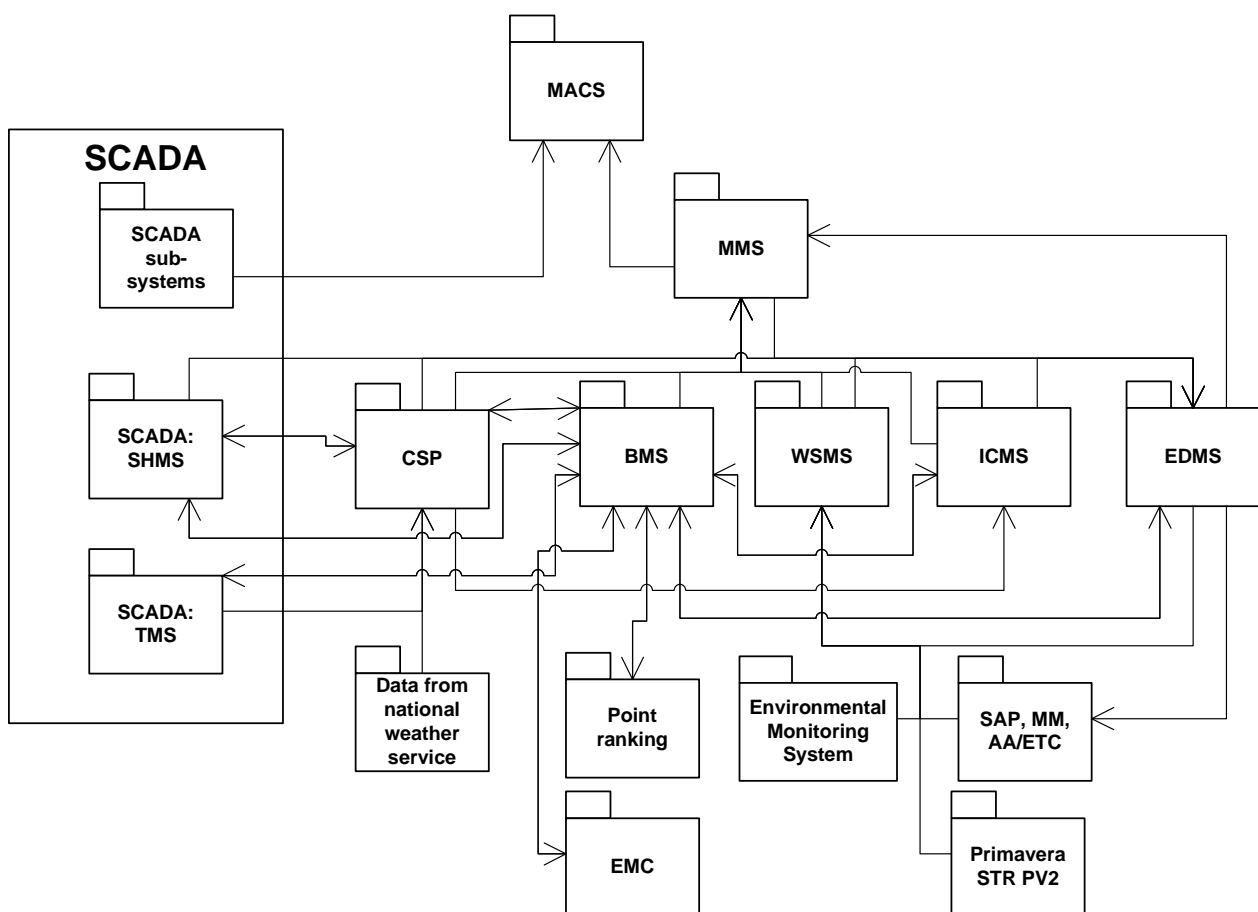




Figura 1.2 Scambio di dati tra il BMS e altri sotto-sistemi MACS

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

1.7 Installazioni Principali nel BMS

Il personale addetto alla manutenzione del ponte svolge le proprie attività secondo quanto indicato nelle specifiche O&M: Manuali, procedure, istruzioni e norme. Il BMS supporterà il personale di manutenzione nello svolgimento di tali attività. Le principali aree supportate dal BMS sono illustrate nella Figura 1.3.

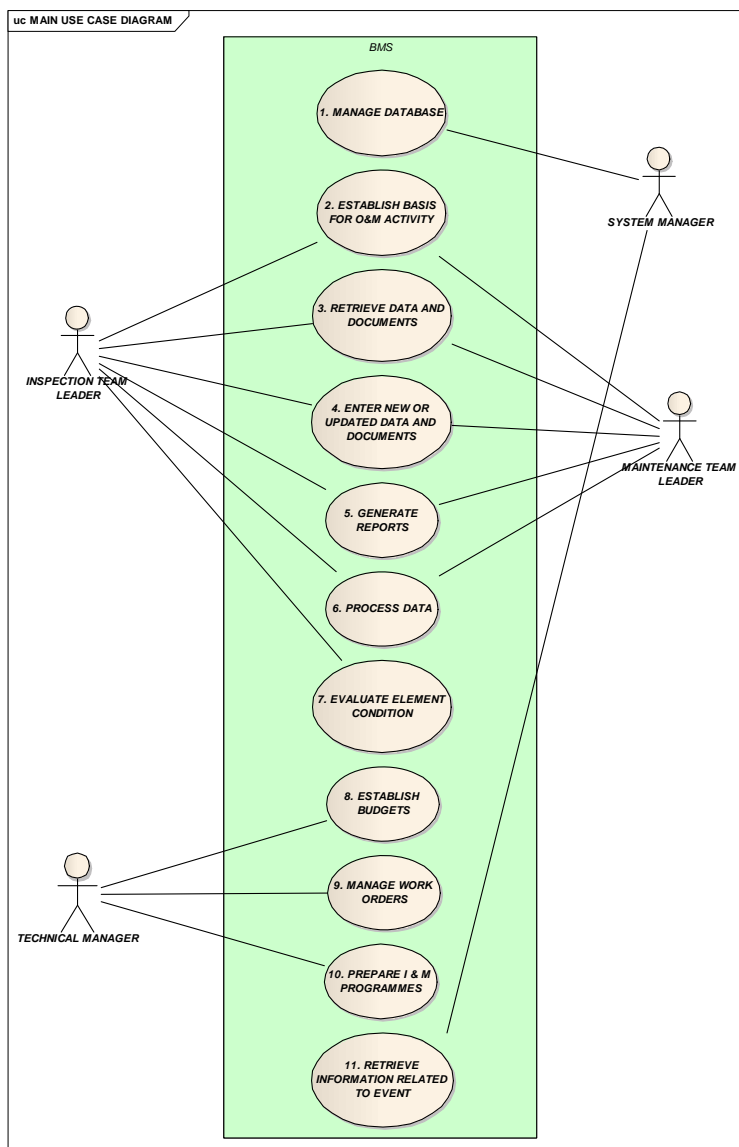


Figura 1.3 Attività di ispezione e manutenzione supportate dal BMS.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1.8 Specifiche tecniche per il BMS

Per il BMS si ritiene appropriata una struttura modulare come quella riportata di seguito:

1. Amministrazione (parte di un'amministrazione comune per tutti i sotto-sistemi del MACS)
2. Specifiche del sistema di I & M.
3. Dati di inventario
4. Parti di ricambio
5. Ispezioni
6. Programmi RCM e RBI
7. Manutenzione
8. Creazione del budget
9. Gestione degli ordini di lavorazione
10. Programmi di ispezione e manutenzione
11. Registro dei costi, delle ispezioni, delle attività di manutenzione e degli eventi



Sulla base delle specifiche dei requisiti funzionali per il BMS e della specifica tecnica del MACS e dei sotto-sistemi correlati, verrà preparata una serie di specifiche tecniche per il BMS.

Si assume che tali specifiche tecniche faranno parte della documentazione di gara per la fornitura del BMS. Si assume che a seguito della gara per il BMS si pervenga a uno dei due risultati seguenti:

- Un sistema standard di gestione dei beni (Asset Management System), personalizzato in modo da rispondere alle esigenze del Ponte di Messina, oppure
- Un sistema IT unico, interamente sviluppato per rispondere alle esigenze del Ponte di Messina.

Il database è il nucleo del BMS. Si prevede che il database (del MMS) sia di tipo relazionale, come un database Oracle, con un accesso SQL. Tuttavia il database del MMS sarà specificato nella fase successiva, tenendo conto di tutti i sotto-sistemi del MACS.

Le specifiche per il server saranno indicate quando tutto il MACS, compresi tutti i relativi sotto-sistemi, sarà definito con sufficiente precisione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> P10003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Le varie apparecchiature elettroniche che devono essere utilizzate per accedere all'installazione del BMS e alla rispettiva partizione del database saranno specificate nella fase successiva tenendo conto di tutti i sotto-sistemi del MACS.

Per il momento, per l'accesso al BMS si prevede di poter utilizzare le seguenti apparecchiature:

- Terminale (PC) situato nell'Ufficio Manutenzione
- Terminali (PC) situati presso parti esterne all'Ufficio Manutenzione - presso Enti, Appaltatori, Consulenti, ecc.
- SmartPhone
- Dashboard

L'interfaccia utente comprenderà un *front end* grafico che dovrà permettere di effettuare quanto segue:

- Accesso a tutti i componenti, ivi compreso l'accesso a tutti i dati significativi riguardanti l'ispezione e la manutenzione
- Raggruppamento dei componenti in base ai dati dei materiali, ai dati di fabbricazione, ecc.
- Raggruppamento dei componenti in base a considerazioni di ordine pratico per effettuare l'ispezione/manutenzione in comune.

Si veda l'esempio della Figura 1.4 che contiene una rappresentazione delle valutazioni di condizione per un gruppo di elementi selezionati.

Un *front end* non di tipo grafico dovrà permettere di effettuare sostanzialmente quanto segue:

- Accesso ai dati che non sono correlati ad elementi specifici
- Accesso ai documenti che non sono correlati ad elementi specifici

Nella fase successiva si valuterà se alcuni elementi del GIS che sono sviluppati e utilizzati nel WSMS nella fase di costruzione possano essere acquisiti dal BMS.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Gestione e Controllo, Appendice	<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

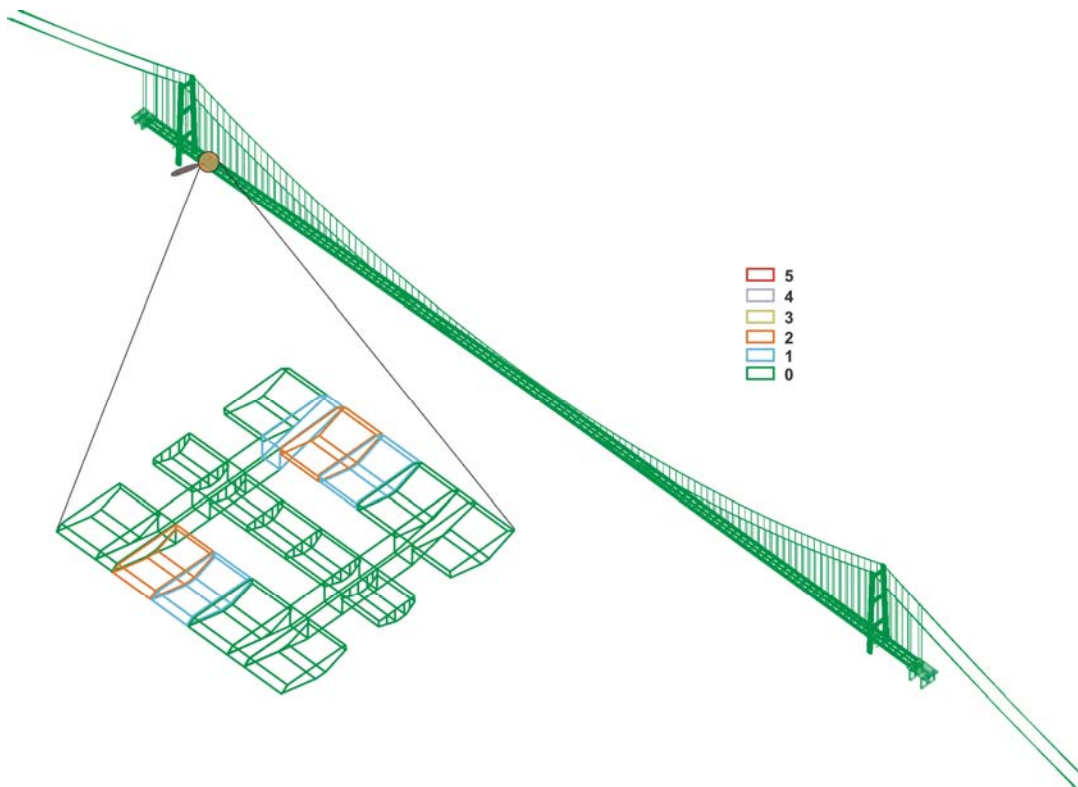




Figura 1.4 Rappresentazione grafica dei punti di valutazione delle condizioni per le sezioni della travata

Il BMS comprenderà dei sistemi per produrre rapporti utilizzando il contenuto del database BMS. Sono inclusi i rapporti di ispezione, la creazione del budget, i programmi di ispezione, i programmi di manutenzione, la gestione, ecc.

1.9 Programma temporale per il BMS

È molto importante che l'intero BMS sia operativo al momento dell'apertura del ponte.

Nella Figura 1.5 è illustrata una proposta per il programma temporale prevedendo l'eventualità che il sistema BMS sia sviluppato e implementato sulla base di un contratto di IT stipulato fra l'Appaltatore Principale e un fornitore.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Establishment of Messina BMS	5 years before	4,5 years before	4 years before	3 ½ years before	3 years before	2 ½ years before	2 years before	1 ½ year before	1 year before	½ year before	
Specifications and other related tender documents											
Tendering											
Contracting, completion of specifications											
System design											
Development and installation of BMS											
Testing and remedy of failures											
User training											
Pilot BMS project											
Opening of Fixed Link											

Figura 1.5 Programma per la messa in servizio del BMS

1.10 Costi stimati per il BMS

Il BMS è un sotto-sistema del MACS. I costi del BMS dipenderanno in larga misura da come sarà strutturato l'intero sistema MACS e in particolare da quali servizi comuni faranno parte del MACS e da quali servizi faranno parte dei singoli sotto-sistemi. Una volta stabilito questo, sarà possibile effettuare una stima dei costi per il BMS.

Nei costi complessivi saranno inclusi i costi per:

- Consulenza (specifiche, gara d'appalto, follow-up tecnico, ecc.)
- Fornitura (in base al contratto di IT)
- Formazione e training degli utenti
- Supporto agli utenti (costo annuale)

Si suppone che per l'intero sistema di gestione MACS verrà elaborata una stima dei costi. Secondo una panoramica di tale stima, viene preparato il contributo di costo per il sotto-sistema BMS.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2 Introduzione

Il BMS dovrà essere uno strumento per l'Organizzazione di Esercizio & Manutenzione del Ponte sullo Stretto di Messina. Grazie alla sua sistematicità e logica, BMS assicurerà una sicura manutenzione del ponte, valida anche dal punto di vista economico. Essendo un sistema IT, il BMS sarà in grado di scambiare dati con altri sistemi di gestione IT. Grazie a tutto ciò, l'intento principale quindi è che il BMS, mediante al supporto che fornisce all'Organizzazione di Esercizio & Manutenzione, sia in grado di operare su tutti i dati raccolti da MACS e dai suoi sottosistemi durante la fase di costruzione, oppure su quelli raccolti durante la fase di Esercizio e Manutenzione



Questa sezione contiene una breve introduzione al ponte e ai singoli sistemi che sono attinenti alla relazione.

- MACS: Sistema di Gestione e Controllo
- SCADA: Supervisione, Controllo e Acquisizione Dati
- MMS: Gestione, Manutenzione e Simulazioni

2.1 Generalità

Il Ponte sullo Stretto di Messina attraverserà lo Stretto di Messina tra la Calabria, nella parte continentale dell'Italia, e l'isola di Sicilia e costituirà il primo collegamento stabile tra l'Italia e la Sicilia. Il ponte sospeso comprende una campata principale di 3.300 m, che sarà la più lunga costruita al mondo.

Il ponte avrà quattro corsie contrassegnate per i veicoli, due corsie di emergenza e due linee ferroviarie. La sovrastruttura del ponte comprende tre cassoni ortotropi separati in acciaio per l'impalcato, uno per ciascuno dei piani stradali in direzione Sicilia e Calabria e uno per la ferrovia. I tre cassoni sono collegati da cassoni trasversali in acciaio distanziati di 30 m. La sovrastruttura è sostenuta da coppie di pendini collegati a ciascuna estremità del trasverso. Le sospensioni sono connesse a paia di cavi principali su ciascuno dei lati del ponte (quattro cavi principali) I cavi principali sono ancorati ad ognuna delle estremità del ponte in blocchi di ancoraggio in cemento armato rinforzato massicci. I cavi principali sono sostenuti da due torri principali in acciaio, ciascuna delle quali ha un'altezza di 399 m sul livello del mare. Le torri principali hanno fondazioni in cemento armato e post-tensionato che poggiano sulle formazioni rocciose sottostanti.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Nell'attuale fase di Progetto Definitivo la progettazione di gara viene ulteriormente sviluppata in vista della successiva fase di Progetto Esecutivo.

2.2 MACS

Il Ponte deve essere dotato di un Sistema di Gestione e Controllo (MACS) che permetta all'operatore del ponte di far funzionare il ponte e di effettuare la manutenzione della struttura e delle installazioni del ponte e in maniera sicura e strutturata.

Il sistema MACS è suddiviso in una parte SCADA e in una parte MMS: SCADA è descritto nei principi base E&M, mentre MMS è descritto nel Sistema di Gestione e Controllo, doc. no. CG1000-P-2S-D-P-IT-M4-C3-00-00-01-A

2.2.1 SCADA

Il sistema SCADA è descritto nei principi base E&M. La figura 2.1 riporta una possibile organizzazione dell'interfaccia utente del display a parete.

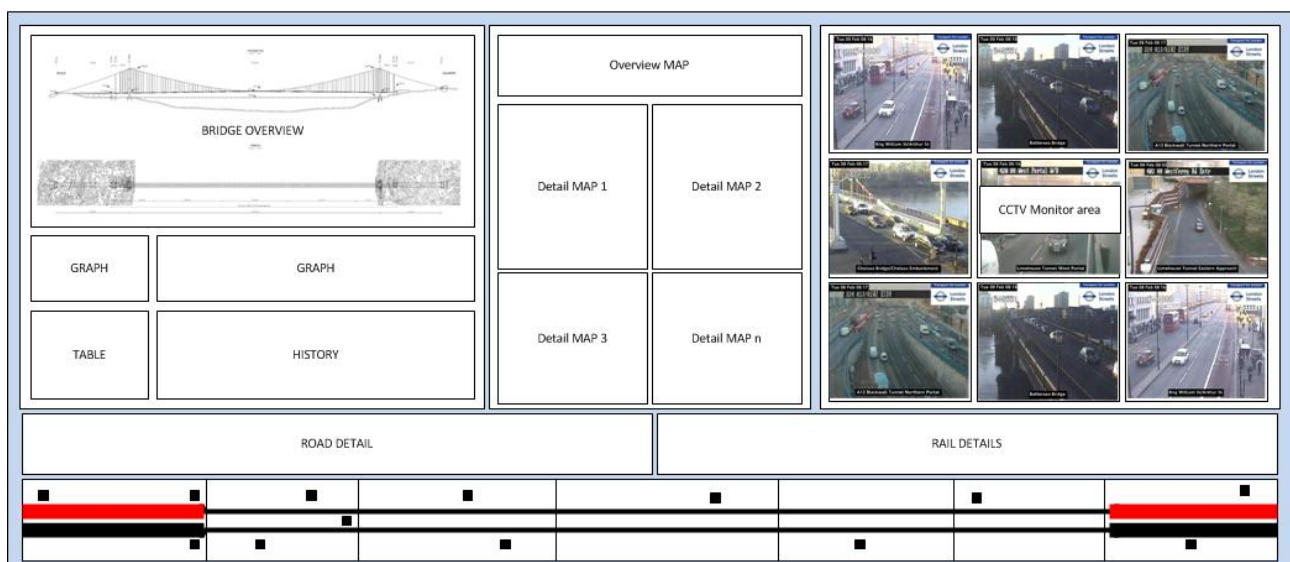




Figura 2.1 Rappresentazione semplificata di una possibile interfaccia utente del display a parete

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2.2.2 MMS

In generale il MACS è l'architettura globale dell'intero sistema, mentre il MMS (Gestione, Manutenzione e Simulazioni) è il portale che funge da interfaccia con il MACS e i sottosistemi, dove sono disponibili i rapporti e i dati storici. Quando si va a gestire l'analisi giornaliera dei dati, sarà il singolo sottosistema sotto il MACS a svolgere questa attività. Il risultato di questa analisi sarà quindi disponibile per il MMS, salvo diversa indicazione. Se possibile, il software del MMS sarà basato su software standard con le estensioni necessarie per ottenere le funzionalità extra che sono richieste; in caso contrario verrà appositamente sviluppato. Il MMS condividerà con il sistema SCADA l'interfaccia uomo-macchina di SCADA tramite un grande display a parete. Sia gli operatori di SCADA che gli operatori di MMS possono utilizzare il grande display a parete dell'OCC (Centro di Controllo delle Operazioni) del ponte. In generale i dati visualizzati localmente su tutte le workstation potranno essere presentati sul grande display a parete dell'OCC del ponte.

Il sistema MMS vero è proprio sarà un portale di dati che consentirà all'operatore e alla gestione del ponte di visualizzare i dati provenienti dall'intero sistema sotto forma di grafici, tabelle e rapporti standard. A tale proposito il sistema MMS dovrebbe essere in grado di visualizzare i dati degli altri sistemi, sia i dati isolati di un sistema che i dati misti di diversi sistemi.

Il sottosistema MMS e la comunicazione dei dati sono presentati in 2.

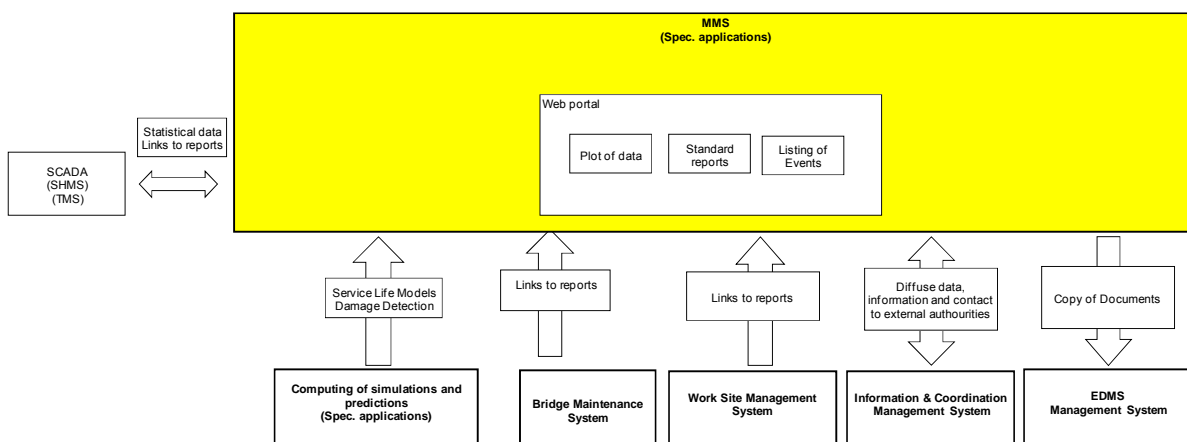


Figura 2.2 I sottosistemi interagiranno tra di loro attraverso i database SCADA e MMS

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Tutti i sistemi e i sotto-sistemi che operano sotto il MMS saranno integrati e potranno scambiare dati tramite i servizi web; inoltre potranno indirizzare e visualizzare le informazioni su schermi locali e/o sul grande schermo comune a parete che si trova nell'OCC.

3 Obiettivi della relazione

3.1 Obiettivi

Questa relazione ha lo scopo di specificare i requisiti funzionali per il Sistema di gestione del ponte, BMS. Essa si prefigge di stabilire un insieme di requisiti sufficientemente definiti in modo da creare le basi per la successiva elaborazione delle Specifiche Tecniche per il BMS.



I requisiti generali del BMS prevedono che esso supporti l'Organizzazione di Gestione della Manutenzione nello svolgimento delle attività di ispezione e manutenzione del ponte sospeso secondo le specifiche riportate nel Manuale di Ispezione e Manutenzione, il Manuale I & M, e nei documenti correlati.

Per fornire una descrizione sufficientemente dettagliata delle funzioni e dei servizi messi a disposizione dal BMS, in questa relazione vengono descritti i dati e i documenti che devono essere gestiti dal sistema. Inoltre vengono descritte le varie elaborazioni dei dati che devono essere eseguite tramite le funzionalità del BMS. Nella relazione è contenuta anche una breve descrizione della tecnologia IT che deve essere utilizzata. Questa tecnologia sarà stabilita in comune per i diversi sistemi tecnologici di gestione che devono essere utilizzati nella fase di Esercizio e Manutenzione.

4 Base per il BMS

Tutti i dati e i documenti che devono essere gestiti, interamente o parzialmente, nel BMS, come per esempio:

- Dati di inventario
- Dati di ispezione
- Dati di monitoraggio
- Dati di manutenzione, inclusi quelli di tipo economico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Dati RBI/RCM correlati a elementi e sistemi
- Rapporti di ispezione
- Rapporti di manutenzione
- Rapporti relativi ai budget
- Programmi di ispezione
- Programmi di manutenzione

sono descritti interamente nel Manuale di Ispezione e Manutenzione e nei relativi sotto-documenti.

L'intera base per le specifiche tecniche del BMS è quindi costituita dal Sistema di Esercizio e Manutenzione del ponte sospeso, che comprende manuali, procedure, istruzioni, archivi della documentazione, modelli e rapporti.

I principali documenti di base sono:

- i. Manuale preliminare di ispezione e manutenzione, Manuale I & M
CG1000-P-MI-D-P-GE-A9-00-00-00-00-01
- ii. Manuale preliminare di esercizio ed emergenza, Manuale O & E
CG1000-P-MI-D-P-M7-00-00-00-00-00-01
- iii. Studio sui costi del ciclo di vita (LCC)
CG1000-P-RG-D-P-GE-L4-00-00-00-00-01
- iv. Ispezione su condizione (RBI) e Manutenzione su condizione (RCM)
CG1000-P-RG-D-P-GE-R6-00-00-00-00-01

5 Obiettivi principali del BMS

Il BMS è in primo luogo uno strumento per l'Organizzazione della Manutenzione del Ponte. L'utilizzo del BMS contribuirà a garantire una corretta gestione della manutenzione che si tradurrà in:

- Sicurezza del ponte

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

- Massima regolarità (piena funzionalità)
- Ottimizzazione dei costi di manutenzione per l'intero periodo di vita.

A tale scopo il BMS dovrà supportare l'Organizzazione della Manutenzione del Ponte nelle seguenti aree:

10. Fare in modo che tutte le specifiche di ispezione e manutenzione (manuali, procedure, istruzioni, norme, contatti, autorità, ecc.) siano facilmente accessibili per gli utenti a tutti i livelli.
11. Fare in modo che tutti i dati e i documenti pertinenti che riguardano le infrastrutture siano facilmente accessibili per gli utenti a tutti i livelli
12. Fornire strumenti per aggiornare i dati e i documenti in modo semplice e coerente.
13. Fornire strumenti per inserire in modo semplice e coerente i dati e i documenti prodotti nella fase di O&M.
14. Fornire strumenti per l'elaborazione dei dati secondo i principi descritti nel set del Manuale I & M. Sono inclusi gli strumenti per elaborare i dati relativi all'aggiornamento dei programmi RBI/RCM.
15. Fornire strumenti per stabilire i programmi per i lavori di ispezione e/o di manutenzione.
16. Fornire dati e documenti secondo i requisiti specificati in altri sotto-sistemi MACS.
17. Fornire strumenti per convertire automaticamente nel BMS i dati generati da altri sotto-sistemi MACS e messi a disposizione del BMS attraverso lo Strato di Servizio IT.
18. Fornire strumenti per recuperare in modo semplice e sicuro i dati e i documenti necessari per fornire al Gestore Eventi informazioni sufficienti in ogni situazione ragionevolmente prevedibile.

Il BMS si occupa delle opere civili, delle installazioni elettriche e meccaniche per il ponte sospeso, compresi i cavi principali, i blocchi di ancoraggio e le strutture terminali. Le opere a terra e gli impianti per il pedaggio non sono inclusi.

Per la travata ferroviaria del ponte il BMS include solamente:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

- Travata
- Strutture a portale per il sistema di catenarie
- Piattaforma
- Fissaggio delle rotaie
- Lamiere di acciaio di delimitazione delle rotaie
- Dispositivo anti-deragliamenti
- Rivestimento superficiale della travata

e non include

- Il sistema di catenarie
- Segnali e relativo sistema di controllo
- Rotaie (e relativo interrimento)
- Elementi elettrici.



6 La posizione del BMS nel MACS

Il Sistema di Gestione e Controllo (MACS) comprende due blocchi principali, ciascuno dei quali è azionato dalla rispettiva sala di controllo.

1. Supervisione, Controllo e Acquisizione Dati (SCADA)
Utilizzato nella Sala di Controllo delle Operazioni
2. Gestione, Manutenzione e Simulazioni (MMS)
Utilizzato nella Sala di Controllo della Gestione

Ciascuno di questi blocchi è formato da una serie di sottosistemi. I blocchi principali e i sottosistemi comunicano internamente tramite reti locali di computer (LAN - Local Area Networks).

Tutti i sistemi e i sotto-sistemi che operano sotto il MACS saranno integrati e potranno scambiare dati tramite i servizi web; inoltre potranno indirizzare e visualizzare le informazioni su schermi locali

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

nella Sala di Controllo delle Operazioni e nella Sala di Controllo della Manutenzione e/o sul grande schermo comune a parete che si trova nella Sala di Controllo delle Operazioni.

I blocchi e i sottosistemi del MACS sono illustrati schematicamente nella *Figura 6.1*, dove è messo in evidenza il BMS.

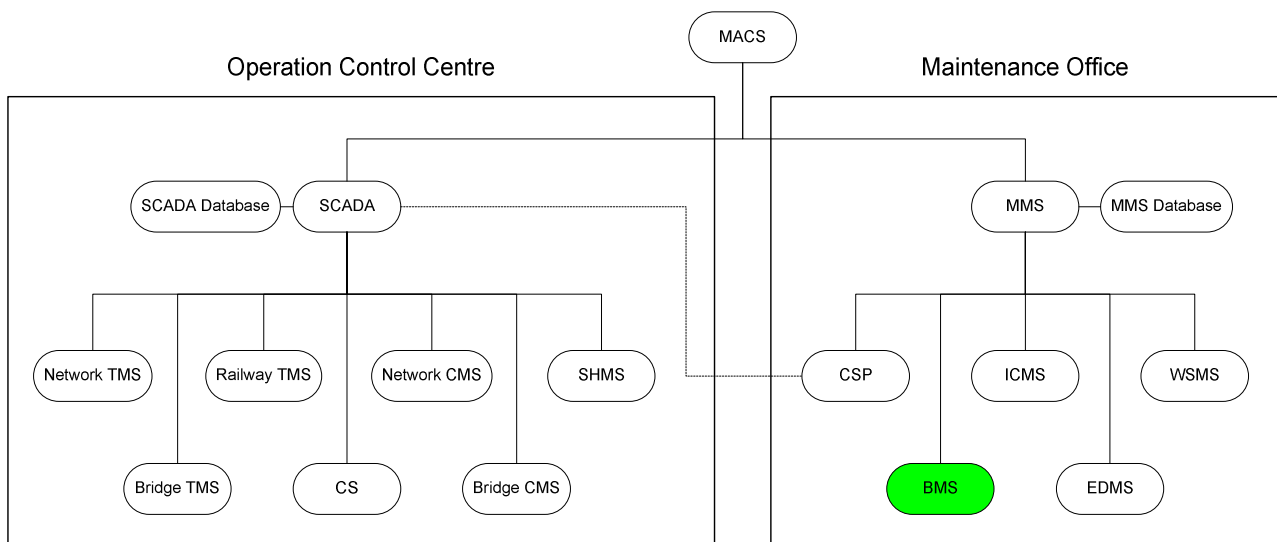


Figura 6.1 Posizione del BMS all'interno del MACS

7 Dati e documenti controllati dal BMS

7.1 Database del BMS

Il BMS è in primo luogo un sistema di database. Il database sarà strutturato in modo che i dati da utilizzare nella fase di manutenzione possano essere recuperati in maniera semplice e sicura. Tali dati includono i dati intelligenti (dimensioni, modelli, ecc.) e i dati per la pianificazione dei lavori di ispezione e manutenzione, compresa la creazione del budget per i lavori.

Il MACS comprenderà due database, uno per SCADA e uno per MMS. L'interfaccia dei database in MACS sarà costituita da una parte generale, comune per tutti gli utenti, e da una serie di parti

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

specifiche per i singoli sottosistemi. Lo strumento di amministrazione del database nel MACS è costituito da un set di “strumenti di lettura” da utilizzare nei sottosistemi per estrarre i dati che sono controllati da altri sottosistemi. Inoltre strumento di amministrazione del database fornisce ai singoli sottosistemi delle funzioni per controllare la propria partizione del database: per recuperare, elaborare e inserire dati nel database.

Il database BMS descritto di seguito costituirà una partizione dedicata del database MMS. Il termine “database BMS” sarà adottato di seguito ad indicare la “partizione BMS del database MMS”.

I documenti non vengono archiviati nel database BMS, ma vengono archiviati in una partizione per i documenti all’interno del database MMS sotto il controllo dell’EDMS e sono facilmente accessibili dal BMS grazie ad un software specifico di accesso BMS che si interfaccia con lo “Strato di Servizio” del MACS o con i sistemi generali di recupero dei documenti inclusi nell’EDMS.

Il contenuto del database BMS, i dati di servizio, è descritto nella sezione 10 del Manuale I & M. Di seguito vengono descritti brevemente i vari tipi di dati contenuti nel database BMS. Vengono inoltre descritti brevemente i documenti correlati al BMS.

7.2 Gerarchia degli elementi

Tutti i dati archiviati nel database BMS e tutti i documenti archiviati nella partizione EDMS all’interno del database MMS vengono codificati e in tal modo vengono correlati ad elementi specifici. I dati generali e i documenti che sono correlati al ponte sospeso in generale vengono codificati come correlati a questo elemento, elemento N° 1, oppure vengono codificati come correlati alla rispettiva area applicativa del BMS - il rispettivo modulo del BMS. Questo aspetto sarà definito nel processo di dettaglio.

Verrà utilizzata la gerarchia degli elementi specificata nel Manuale di Ispezione e Manutenzione, di seguito denominato Manuale IM, Sezione 4..

Gli elementi sono costituiti da sistemi o unità fisiche. Il livello gerarchico rispecchia il più possibile l’esigenza di poter scomporre i lavori di ispezione e manutenzione.

Sarà possibile rivedere e anche espandere la gerarchia insieme al periodo di manutenzione, per esempio facendo in modo che quelle parti di un elemento che col tempo possono svilupparsi in maniera particolare possano essere trattate come elementi separati.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

Come descritto nella sistematica della manutenzione del ponte, un aspetto molto importante nella definizione della gerarchia degli elementi è costituito dal fatto che un elemento fisico, o un gruppo di elementi, dovrebbe formare solamente un elemento separato se esso costituisce un'unità indipendente dal punto di vista dell'ispezione, del monitoraggio o della manutenzione.

Inoltre bisogna tentare di fare in modo che le relazioni all'interno dei lavori di manutenzione vengano rispecchiate il più possibile nelle relazioni gerarchiche.

La gerarchia degli elementi è illustrata nell'Appendice A.

Per identificare le parti di un elemento viene utilizzato un sistema generale di codici di posizione. L'ubicazione di un elemento e la posizione esatta su una faccia dell'elemento possono essere indicate utilizzando al massimo sei codici di posizione, da 1 a 6.

I codici di posizione sono:

Codice 1: Posizionamento all'inizio dell'elemento (o al centro dell'elemento, es. su pile)

Codice 2: Posizionamento alla fine dell'elemento.

Codice 3: Numero/codice per l'elemento o parte dell'elemento. I numeri riportati nei disegni di progetto, per esempio per le pile, le sezioni della travata, i pendini, vengono inseriti nelle tabelle dei numeri di codice per spiegare i numeri di codice. La maggior parte di questi numeri può essere letta nei disegni generali di riferimento.

Codice 4: Orientamento della faccia, es. interno/esterno (per le torri), faccia verticale in direzione destra per il posizionamento (per i cassoni in acciaio), ecc. Quando possibile, le facce sono state caratterizzate mediante l'orientamento nella direzione di posizionamento, in quanto questa definizione può essere sempre essere ricostruita facilmente indipendentemente dalle condizioni meteorologiche.

Codice 5: Livello, altezza in metri.

Codice 6: Coordinate sulla faccia caratterizzate da sistemi di coordinate individuali (locali) per i diversi elementi, indicando se le coordinate dovranno essere utilizzate per facce orizzontali, verticali o circolari.

I codici di posizione devono essere utilizzati per finalità di ispezione e manutenzione ogni volta che è necessario descrivere la posizione esatta sulla faccia di un elemento.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La gerarchia degli elementi dovrà inoltre rispecchiare la gerarchia dei documenti utilizzati nelle fasi di progettazione e di costruzione. Ciò consentirà di archiviare in maniera ottimale e appropriata la documentazione “as-built”, in modo da poterla recuperare facilmente nel corso della manutenzione.

Dovrà essere possibile creare ulteriori rami della gerarchia degli elementi e raggruppare gli elementi nella gerarchia. Questo, per esempio, può essere valido nel caso che si debba:

- Creare sottosistemi funzionali
Per esempio un sistema di barriere di sicurezza stradali, un sistema di drenaggio, ecc. Si tratterà di un nuovo ramo creato al livello 3, ma che ha ancora l’ elemento 1 come master parent.
- Creare gruppi / set di elementi con le stesse specifiche dei materiali e sottoposte agli stessi carichi (carichi di traffico, impatto ambientale, ecc.). A tale scopo si utilizzano metadati aggiuntivi negli elementi, in modo da raccogliere tutti gli elementi interessati da una determinata attività, da una determinata ispezione o da un determinato lavoro di manutenzione.



Le revisioni della gerarchia degli elementi che devono essere introdotte nel periodo di esercizio e manutenzione dovranno essere controllate dal BMS.

7.3 Specifiche per l’ispezione e la manutenzione

Questa parte del database contiene gli elenchi di tutti i documenti che devono essere utilizzati per effettuare l’ispezione e la manutenzione. Gli elenchi sono realizzati in modo da poter accedere in modo semplice e sicuro a tutti i necessari documenti in qualsiasi situazione. I documenti sono archiviati nel database EDMS.

Negli elenchi sono inclusi i seguenti documenti:

- Manuale I & M e Manuale O & E, comprese le appendici
- Manuale RCM e Manuale RBI, comprese le appendici
- Relazione dello studio LCC
- Procedure tecniche e istruzioni tecniche
- Codici e norme

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> P10003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Metodi standard. Per esempio metodi per le riparazioni standard
- Modelli e paradigmi

I documenti necessari in una determinata situazione potranno essere recuperati in modo semplice e sicuro tramite le funzioni del BMS per stabilire i dati di input relativi all'attività di ispezione/manutenzione e/o i codici per gli elementi inclusi nell'attività.

7.4 Dati di inventario

Le componenti fisiche di ciascun elemento vengono definite nella progettazione e nella costruzione e anche nei successivi documenti di progetto di restauro relativi all'elemento:

- Disegni, con l'indicazione delle dimensioni
- Specifiche, con l'indicazione dei dati dei materiali e/o dei dati di fabbricazione
- Certificati, con l'indicazione della documentazione necessaria
- Specifiche dei fornitori a seconda dell'ispezione/manutenzione/sostituzione
- Rapporti di non conformità provenienti dalla fase di costruzione

Questi documenti vengono acquisiti direttamente durante la fase di costruzione e la fase di esercizio insieme all'esecuzione dei lavori di restauro. Gli elementi comprendono strutture, installazioni meccaniche ed elettriche e componenti SHMS.

I dati di inventario significativi di un elemento sono inoltre contenuti nel Prospetto dei Componenti relativo a quell'elemento. Questi prospetti sono descritti nel Manuale di Ispezione e Manutenzione, sezione 4.4. I dati vengono inseriti nella fase di esecuzione.

Oltre a ciò, i "dati intelligenti" verranno inseriti direttamente nel database per poter essere utilizzati nei moduli di ispezione e manutenzione del BMS. Questi dati includono, per esempio, le cifre delle dimensioni principali, i dati dei materiali e/o i prezzi unitari che devono essere utilizzati per calcolare automaticamente le quantità e il budget per i lavori di manutenzione. I dati sono inseriti nel database BMS durante il periodo di costruzione.

I dati vengono continuamente aggiornati in base alla documentazione risultante dai lavori di manutenzione eseguiti: sostituzione, rinforzo, riparazione, ecc.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.5 Dati di ispezione

I dati relativi alle ispezioni svolte sono registrati nel BMS. La maggior parte dei dati di ispezione sarà comune per i vari tipi di ispezione. Alcune parti minori saranno differenti a seconda del tipo di ispezione.

Le ispezioni sono suddivise per tipi in base alla loro categoria e alla loro natura.

Categoria:



- Ispezioni di routine
- Ispezioni principali
- Ispezioni speciali

Natura:

- Ispezione visiva (V.I.)
- Ispezione visiva da vicino (C.V.I.)
- Ispezione visiva dettagliata (D.V.I.)
- Ispezione funzionale (F.I.)
- Prova non distruttiva (N.D.T.)
- Prova distruttiva (D.T.)
- Misurazioni (MEAS.)
- Ispezione di configurazione

Per un'ulteriore descrizione dei tipi di ispezione si rimanda al Manuale IM sezione 5.

Il rapporto di ispezione viene effettuato secondo le specifiche descritte nelle Istruzioni Tecniche effettive. I difetti significativi vengono registrati nel BMS secondo i fogli di Registrazione dei Difetti. I risultati della valutazione delle osservazioni, ivi comprese la valutazione delle condizioni e le eventuali specifiche per ulteriori attività di ispezione e manutenzione, vengono registrati secondo i Fogli di Valutazione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>


Tutti i dati dovrebbero essere inseriti in ordine cronologico nel registro di ispezione correlato alla gerarchia degli elementi. Il registro di ispezione dovrebbe essere correlato agli elementi strutturali e ai sistemi tecnologici al livello 5/6 degli elementi gerarchici.

I Team Leader responsabili delle attività di ispezione dovranno, in generale, inserire tutti i dati nel registro di ispezione elettronico. I dati dovranno essere inseriti come parte integrante dei rapporti sulle attività.

Per ogni attività di ispezione dovranno essere registrati i seguenti dati:

- Riferimento dell'elemento (dalla Gerarchia degli Elementi)
- Riferimento di posizione (quando viene ispezionata solo una parte dell'elemento).
- Tipo di ispezione (di routine, principale, speciale, di accettazione dei lavori) e riferimento al N° del rapporto di Ispezione.
- Data dell'ispezione.
- Leader dell'ispezione e personale di supporto.
- Coinvolgimento del subappaltatore (riferimento dell'ordine, se applicabile).
- Riferimento alle registrazioni di precedenti ispezioni associate.
- Riepilogo dei difetti (riferimento alla registrazione dei difetti)
- Particolari su ogni attività di follow-up necessaria (gravità del difetto 3/4, una parte della struttura RBI/RCM o altre ragioni).
- Data per il riesame di ogni azione di follow-up effettuata (cioè promemoria per la data di verifica dei progressi effettuati).
- Osservazioni sulle azioni intraprese dalla data di riesame (rinnovo della Data di Riesame se richiesto).
- Osservazioni generali sull'ispezione.
- Non sono richieste ulteriori azioni (inserire nome e data).

Per fornire un'indicazione in merito al tipo e alla quantità di dati che devono essere registrati per un'ispezione, nell'Appendice B è riportata la Procedura Tecnica per l'Ispezione Principale con le relative Istruzioni Tecniche per l'effettuazione dei rapporti dell'Ispezione Principale.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

A ciascun elemento è assegnato un punteggio di valutazione (valutazione delle condizioni) che ne descrive le condizioni con riferimento all'attività di manutenzione. Alla maggior parte degli elementi sarà inizialmente assegnato il punteggio "0". Tuttavia possono essere assegnati punteggi diversi nel caso che durante la costruzione si siano verificati degli scostamenti.

Col tempo il punteggio di valutazione di un elemento viene stimato in base ai dati di condizione registrati durante le ispezioni (registrazione dei difetti) e/o al monitoraggio (valori dei sensori). I dati di condizione basati sui dati del monitoraggio vengono presi in considerazione tramite i rapporti di valutazione del monitoraggio; si rimanda alla sezione 7.8.



La valutazione delle condizioni viene effettuata secondo i principi descritti nel manuale I&M; si rimanda all'Appendice 5.10.C, tabella 5.3.1 in //i/. Nella seguente Tabella 7.1 sono illustrati i punteggi di valutazione.

Descrizione	Punteggio di valutazione
Nessun difetto rilevato	0
Rilevato un difetto lieve, non occorre nessuna manutenzione	1
Rilevato un difetto significativo, occorre una riparazione entro 6 mesi	2
Rilevato un difetto grave, occorre una riparazione urgente	3
Caso speciale, occorre effettuare con urgenza un'ispezione speciale	4
Condizione sconosciuta a causa di indisponibilità	5

Tabella 7.1 Valutazione della condizione di gravità dei difetti

7.6 Dati RBI/RCM

Al momento dell'apertura del ponte tutti gli elementi e i sistemi avranno un foglio FMECA-IMAA contenente i dati. Per determinati elementi e sistemi vengono stabiliti dei piani RBI/RCM dettagliati in base ai risultati dell'analisi FMECA-IMAA. La pertinenza dei piani RBI/RCM dettagliati dipende dalla valutazione della criticità, della vulnerabilità e dei costi del ciclo di vita per gli elementi e i sistemi effettivi.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

Dopo che è stato eseguito un lavoro di ispezione o di manutenzione l'Organizzazione di Manutenzione deve valutare se debbano essere aggiornati alcuni o tutti i parametri nelle registrazioni FMECA-IMAA degli elementi in questione ed eventualmente deve stabilire quali valori di aggiornamento debbano essere adottati.

Un esempio di foglio FMECA-IMAA è riportato nell'Appendice C. I parametri che devono essere riesaminati dopo la valutazione di un'ispezione sono:

Analisi FMECA-IMAA:

- Tempo di sviluppo del guasto, ΔT_f
- Tempo di tolleranza del danno, ΔT_d
- Tempo medio tra i guasti, MTBF (elementi RCM)
- Richiesta di ispezione e/o di manutenzione, valutazione della durata di vita rimanente
- Intervallo di ispezione selezionato, ΔT_i
- Anno di messa in servizio dell'elemento/sistema (in caso di restauro/sostituzione)
- Parametri chiave che devono essere monitorati
- Parti di ricambio necessarie per ridurre al minimo i tempi di riparazione (se critici)
- Misure di mitigazione diverse dalla manutenzione (se pertinente)

Piani RCM dettagliati:

- Funzione di densità di probabilità dei guasti
- Criteri di accettazione (target per le probabilità dei guasti)

Piani RBI dettagliati:

- Valore di soglia per l'indicatore di condizione appena accettabile per l'elemento/sistema, $T_{\text{threshold}}$
- Valore dell'indicatore di condizione (correlato al piano RBI, si veda /iiii/)
- Tasso di degradazione e incertezza associata (elementi RBI)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

- Anno di messa in servizio (in caso di restauro/sostituzione)
- Criteri di accettazione (target per le probabilità dei guasti)

Occorre sottolineare che l'indicatore di condizione, che è assegnato al piano RBI dettagliato per un elemento/sistema RBI, è diverso dal punteggio di valutazione delle condizioni, che è assegnato all'elemento/sistema in base ai risultati dell'ispezione, si veda la tabella 7.1. Sarebbe appropriato se si potesse stabilire una relazione tra i due parametri di condizione. Finora questo tipo di relazione non è stato stabilito.

Il riesame dei suddetti parametri comprende l'esecuzione dell'analisi di sensibilità, come illustrato nel rapporto /RBI/RCM /iiii/. Si noti, inoltre, che il riesame dei suddetti parametri può essere confrontato con i risultati dello studio sui costi del ciclo di vita e con altre circostanze operative.

Esempi di valutazione di questi parametri e dei valori di altri parametri attribuiti nella fase di progettazione e di costruzione sono riportati nell'Appendice C, che contiene un esempio di un elemento RBI e di un elemento RCM.

Si presuppone che i modelli RCM/RBI iniziali vengano elaborati e archiviati direttamente nel database BSM durante le fasi di progettazione e di costruzione.

Si deve evidenziare che i modelli iniziali FMECA e RCM/RBI debbono essere preparati nella fase di costruzione. Il BMS non è fatto per supportare tale elaborazione. Si presume tuttavia che il BMS includa una funzione per il funzionamento e il mantenimento (modifica/ estensione) di tali modelli. La descrizione dell'analisi del RCM, RBI e LCC nella presente relazione che riguarda il BMS è data al solo scopo di fornire una panoramica dei modelli di analisi che debbono essere gestiti dal BMS nella fase O&M.

I modelli dovranno essere aggiornati nella fase di esercizio e manutenzione secondo i risultati ottenuti durante i lavori di ispezione e manutenzione. Questa procedura viene eseguita manualmente, ma può essere in parte automatizzata nel periodo di manutenzione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

7.7 Dati di manutenzione

I dati relativi ai lavori di manutenzione svolti sono registrati nel BMS. Una parte dei dati di manutenzione sarà comune per i vari tipi di lavori di manutenzione. Alcune parti saranno differenti a seconda del tipo dei lavori di manutenzione.

I lavori di manutenzione sono suddivisi nei seguenti tipi:

- Manutenzione preventiva
 - Manutenzione stabilita dal produttore (Manutenzione stabilita)
 - Durata di servizio prevista (Manutenzione stabilita o manutenzione correttiva programmata)
 - Intervento gestito (Manutenzione correttiva programmata)
- Manutenzione correttiva non programmata (Manutenzione reattiva)
- Attività di manutenzione correttiva
- Manutenzione su condizione

Per un'ulteriore descrizione dei tipi dei lavori di manutenzione si rimanda al Manuale IM sezione 6.

Tutti i dati dovrebbero essere inseriti in ordine cronologico nel registro di manutenzione correlato alla gerarchia degli elementi. Il registro di manutenzione dovrebbe essere correlato agli elementi strutturali e ai sistemi tecnologici al livello 5/6 degli elementi gerarchici.

Gli appaltatori incaricati delle attività di manutenzione dovranno, in generale, inserire tutti i dati nel registro di manutenzione (alle persone esterne sarà concesso l'accesso limitato per il solo inserimento dei dati). I dati dovranno essere inseriti come parte integrante dei rapporti sulle attività.

I dati relativi alla manutenzione svolta sono registrati nel BMS. Il rapporto sul lavoro di manutenzione viene effettuato secondo le specifiche descritte nelle Istruzioni Tecniche effettive.

Per ogni attività di manutenzione dovranno essere registrati i seguenti dati:

- Riferimento dell'ordine di lavorazione (comprese le modifiche)
- Riferimento dell'elemento (dalla Gerarchia degli Elementi)
- Riferimento di posizione (se viene sottoposta a manutenzione solo una parte dell'elemento)
- Motivo della manutenzione (funzionale, assistenza di routine, riparazione, sostituzione di parti, ecc.)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

- Data della manutenzione (inclusa la data di scadenza, se appropriato)
- Responsabile della manutenzione e personale di supporto.
- Coinvolgimento del subappaltatore (riferimento dell'ordine, se applicabile, compresi i dati del progettista).
- Riferimento a ogni registrazione di ispezioni associate (Registrazione dei difetti).
- Riepilogo dei lavori eseguiti (riferimento alla registrazione dei lavori - difetti trattati).
- Particolari su ogni attività di follow-up necessaria (es. sostituzione delle parti di ricambio utilizzate).
- Traccia degli elementi sostituibili (es. viene sostituito un telefono di emergenza, viene mandato in riparazione e poi viene riportato in deposito e successivamente utilizzato in un altro punto del ponte).
- Data per il riesame di ogni azione di follow-up effettuata (cioè promemoria per la data di verifica dei progressi effettuati).
- Osservazioni sulle azioni intraprese dalla data di riesame (rinnovo della Data di Riesame se richiesto).
- Osservazioni generali sull'attività.
- Ordine di lavorazione compilato, vale a dire con nome e data (azioni eseguite e osservazioni formulate)

Per ogni lavoro di manutenzione che viene eseguito si dovrebbe analizzare se, in base alle risultanze, si debbano aggiornare i piani RBI e RCM dettagliati.

A seconda del tipo e del volume dei lavori di manutenzione svolti, i dati e i documenti che devono essere inseriti nel database BMS possono includere:

- Dati di inventario
Nuovo set di dati o aggiornamento dei dati esistenti
- Valutazioni delle condizioni
Aggiornamento delle valutazioni delle condizioni per tutti gli elementi inclusi nei lavori di manutenzione
- Documentazione "as-built"
Specifiche, disegni, manuali del fornitore, certificati, computi metrici estimativi, ecc.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

- Rapporti di supervisione
 Massima importanza: Rapporti di non conformità

Come avviene per le ispezioni, una volta ultimati i lavori di manutenzione verrà effettuata una valutazione correlata a RCM/RBI. In base ai risultati di questa valutazione alcuni parametri contenuti nel foglio FMECA-IMAA per gli elementi in questione dovranno essere rivalutati e aggiornati di conseguenza. Per gli elementi rilevanti dovrà inoltre essere svolta una revisione dei corrispondenti piani RBI/RCM dettagliati. La procedura per svolgere questa operazione è del tutto simile a quella riguardante le ispezioni. Si vedano le precedenti sezioni 7.5 e 7.6.

7.8 Dati di monitoraggio

Il Piano SHMS è stato ideato con i seguenti obiettivi:

- fornire dati per la progettazione, la costruzione e la verifica delle prestazioni.
- fornire dati per riesaminare i carichi di progetto e per sviluppare la valutazione dei carichi.
- fornire informazioni aggiornate sulle condizioni di carico per il buon funzionamento del ponte.
- fornire informazioni aggiornate sulle condizioni dei componenti strutturali.
- fornire dati per pianificare la manutenzione.
- fornire dati per la risoluzione dei problemi

Lo scopo principale del SHMS, per quanto concerne il Controllo delle Operazioni del ponte, è quello di garantire che una situazione inaccettabile venga registrata immediatamente e che si possa intervenire di conseguenza. A tale scopo le informazioni riguardanti una situazione inaccettabile vengono immediatamente sottoposte all'attenzione del Centro di Controllo delle Operazioni.

Per quanto concerne l'ispezione e la manutenzione del ponte, lo scopo principale del SHMS è quello di fornire supporto attraverso le informazioni sul comportamento e sulle condizioni effettive degli elementi strutturali. Il monitoraggio, per esempio, può integrare o sostituire ispezioni integrali e complesse. Per esempio, i dati di monitoraggio possono essere utilizzati per monitorare il funzionamento continuo di componenti come gli ammortizzatori.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Il sistema SHMS opera attraverso un proprio server e invia dati per l'archiviazione a lungo termine al database comune di SCADA. I dati grezzi vengono registrati attraverso la rete di sensori, vengono calibrati e convertiti nelle rispettive unità tecniche e vengono memorizzati nel database. Inoltre per l'elaborazione di determinati dati che dipende dall'elevata definizione dei dati stessi (es. fluttuazioni delle sollecitazioni per l'analisi della fatica e dati sul movimento dei giunti per il riesame del movimento dei giunti) vengono utilizzando i dati registrati ad alta definizione. A causa delle notevoli quantità di dati che vengono ottenuti con il campionamento ad alta definizione, questi dati ad alta definizione non vengono archiviati nel database. I risultati dell'elaborazione dei dati nel SHMS saranno memorizzati nel database. Tra gli esempi di questa elaborazione dei dati vi sono i dati di conteggio delle precipitazioni (conteggio ciclico con grandezza ciclica), i valori del rapporto di utilizzo e i dati di spostamento.

Il sistema SHMS visualizza i dati in tempo reale attraverso il sistema SCADA. Il sistema include i valori di soglia che, se superati, attivano allarmi/segnalazioni.

Il sistema SHSM genera vari tipi di rapporti di dati semplici: settimanali, mensili e annuali. Inoltre viene generato un rapporto subito dopo un evento sismico. Verranno creati automaticamente, o a richiesta, numerosi altri rapporti per la funzione SHMS.

I rapporti includono la presentazione dei dati di monitoraggio relativi a vari elementi: eventi sismici, fatica, spostamenti, ecc.

Il sistema CSP estrae i dati dal database SCADA e li elabora per generare risultati che potranno essere utilizzati in seguito per l'esercizio e la manutenzione del ponte. Alcuni esempi sono costituiti dalle curve che indicano i carichi di traffico, i movimenti dei giunti di dilatazione e le variazioni delle sollecitazioni per un determinato periodo. Il CSP è in grado di generare rapporti per presentare i risultati elaborati. A tale scopo il CSP utilizza le funzioni di generazione dei rapporti messe a disposizione dal MACS. In tal modo il CSP effettua una valutazione, orientata alla simulazione e alla previsione, delle registrazioni acquisite dal SHMS.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

L'organizzazione di ispezione e manutenzione riceve i propri dati di monitoraggio attraverso il sistema CSP. Sono inclusi i valori di dati come le curve di inflessione e i valori delle sollecitazioni di picco e anche illustrazioni semplici, per esempio in formato pdf.

In tal modo i dati di monitoraggio, sia quelli i dati primari che i dati (di monitoraggio) elaborati, vengono utilizzati unitamente ai dati di ispezione nella gestione dell'ispezione e della manutenzione. I dati creati con la funzione CSP saranno incorporati, direttamente o previa elaborazione, nei rapporti generati da I & M tramite il BMS. In tal modo il BMS effettua una valutazione, orientata all'ispezione e alla manutenzione, delle registrazioni acquisite dal SHMS.


Tramite il BMS l'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione effettuerà un riesame dei valori di soglia utilizzati nel SHMS utilizzando i dati di monitoraggio ottenuti tramite il sistema CSP. Se si deve modificare un valore di soglia, l'Organizzazione I & M ne darà immediata comunicazione al SHMS.

7.9 Documenti relativi all'ispezione e manutenzione

Questi documenti vengono effettivamente archiviati nella "partizione dei documenti del database MMS" e vengono controllati dall'EDMS.

Per ciascun elemento, nel database BMS vengono memorizzati dei collegamenti alla seguente documentazione:

- Documentazione "as-built". Documentazione prodotta nelle fasi di progettazione e di costruzione. Vengono creati dei collegamenti in base alla procedura di codifica già adottata nella fase di definizione (Progetto Definitivo).
- Documentazione proveniente dai lavori di manutenzione:
 - Sostituzione
 - Rinforzo
 - Riparazione.
- Documentazione proveniente da ispezioni e valutazione delle condizioni
- Rapporti di ispezione, compresa la valutazione delle condizioni
- Storia delle ispezioni.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Rapporti annuali.

7.10 Registro dei costi, delle attività di ispezione e manutenzione e degli eventi

7.10.1 Generalità

Tutte le attività di ispezione e manutenzione dovranno essere registrate in un file di registro comune. Ogni registro è codificato come correlato a:

- Costi
- Ispezione
- Lavoro di manutenzione
- Evento

7.10.2 Registro dei costi

Per finalità di controllo finanziario, di monitoraggio e di budget, i dettagli dei costi relativi alle attività di ispezione e manutenzione dovrebbero essere inseriti nel database.

Nel limite del possibile (e in modo ragionevolmente chiaro) i costi dovrebbero essere attribuiti agli elementi strutturali e ai sistemi tecnologici nella gerarchia degli elementi. Quando possibile i costi dovrebbero essere attribuiti agli elementi al livello 5 o, in caso contrario, al livello 6. Le esperienze su altri grandi ponti hanno dimostrato che è importante valutare attentamente il livello in cui vengono registrati i costi. Se si sceglie un livello troppo dettagliato, i costi non vengono registrati perché questo comporta troppo lavoro. Ad esempio, nel caso della pitturazione dei cassoni (o del ritocco della pittura) sarà pratico e ragionevole registrare separatamente i costi per la travata ferroviaria e per le travate stradali in ciascuna direzione (Sicilia e Calabria), distinguendo anche tra campata principale e campate laterali, però sarà troppo complicato ripartire i costi per ciascun segmento. Per contro, non si deve scegliere un livello troppo alto (ad esempio, in questo caso, il livello 4 "Impalcato") perché la registrazione non fornirebbe molti elementi per la successiva creazione del budget.

Le attività di ispezione e manutenzione comportano sia costi diretti che costi indiretti. I costi diretti sono costituiti, per esempio, da quei costi che possono essere attribuiti in modo chiaro a un'attività,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

ad esempio operai interni o operai del subappaltatore assegnati ad un'attività in cui si usano parti o materiali acquistati appositamente per quell'attività. I costi relativi al subappalto per la manodopera e i materiali dovrebbero essere indicati in maniera sufficientemente dettagliata nella fattura del fornitore; una volta messo in atto il sistema di gestione finanziaria che è stato scelto, si dovranno stabilire i costi orari equivalenti per la manodopera interna.

I costi indiretti includono, per esempio, quei costi che sono troppo generali per poter essere attribuiti ad un'attività, ad esempio i costi generali di amministrazione e di ufficio e per i servizi assistenziali, i costi per il personale d'ufficio e per i trasporti nel sito; questi costi dovrebbero essere aggiunti in percentuale ai costi diretti.

I dettagli esatti per l'introduzione nel database e il modo in cui i costi vengono attribuiti dipenderanno dal sistema di gestione finanziaria adottato. I costi si riferiscono principalmente alle attività svolte che, a loro volta, si riferiscono agli elementi; si veda il capitolo 9.10. Tuttavia dovrebbero essere registrati i seguenti dati, riferiti agli elementi gerarchici, per permettere di ottenere il necessario dettaglio dei costi:

- Riferimento dell'ordine di lavorazione.
- Date in cui vengono intrapresi i lavori.
- Registrazione degli operai in subappalto e tempo impiegato da ciascuno di essi.
- Registrazione del personale interno e tempo impiegato da ciascun componente del personale.
- Parti di ricambio prelevate dalle scorte con riferimento del prelievo.
- Dettagli della fatturazione.
- Registrazione dell'utilizzo di ogni attrezzatura mobile di accesso al ponte.

Per i lavori di manutenzione il registro dei costi dovrebbe includere i costi per:

- Disagio per gli utenti stradali
- Disagio per gli utenti ferroviari
- Impatto ambientale

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.10.3 Registro di ispezione e manutenzione

Nel registro di manutenzione dovrebbero essere incluse le seguenti attività:

- Attività di ispezione
- Attività di manutenzione.

Tutti i dati dovrebbero essere inseriti in ordine cronologico nel registro di manutenzione correlato alla gerarchia degli elementi. Il registro di manutenzione dovrebbe essere correlato agli elementi strutturali e ai sistemi tecnologici al livello 5/6 degli elementi gerarchici.

I Team Leader incaricati delle attività di ispezione o gli appaltatori incaricati delle attività di manutenzione dovranno, in generale, inserire tutti i dati nel registro di manutenzione (alle persone esterne sarà concesso l'accesso limitato per il solo inserimento dei dati). I dati dovranno essere inseriti con sistema elettronico come parte integrante dei rapporti sulle attività.

7.10.4 Registro degli eventi

Sarà creato un registro in cui verranno riportati tutti i guasti e i periodi di messa fuori servizio per tutti gli elementi strutturali e i sistemi tecnologici al livello 5/6 degli elementi gerarchici.

Si prevede che il registro venga utilizzato principalmente per i sistemi tecnologici, mentre ci si attende che i periodi di messa fuori servizio per gli elementi strutturali saranno molto limitati.

Per ciascun evento (guasto e periodo di messa fuori servizio degli elementi del ponte) dovranno essere registrati i seguenti dati:

- Tipo di guasto
- Causa del guasto
- Inizio del periodo di fuori servizio
- Fine del periodo di fuori servizio
- Registrato da

Nella fase successiva, quando verranno dettagliate le specifiche tecniche per tutti i sistemi tecnologici di gestione, si valuterà ulteriormente se sia più appropriato registrare gli eventi con il Sistema di Gestione delle Informazioni e del Coordinamento, ICMS.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

7.11 Programmi per l'ispezione e la manutenzione

7.11.1 Programma di ispezione

Il programma di ispezione proposto è riportato nell'Appendice D. Il programma contiene le seguenti ispezioni programmate:

- Ispezioni di routine superficiali
- Ispezioni di routine generali
- Ispezioni principali (determinazione della frequenza generalmente in base all'Analisi dei Modi, degli Effetti e della Criticità dei Guasti (FMECA) e all'Analisi delle Attività di Ispezione e Manutenzione (IMAA), all'esperienza e alla valutazione tecnica), tipicamente un ciclo di 6 anni.
- Ispezioni speciali secondo i piani RBI dettagliati.

Il presente programma riguarda i cavi principali, le torri e i cassoni, ma deve essere esteso a tutte le altre strutture. Oltre a ciò, negli schemi allegati al programma viene riportata una stima delle risorse necessarie.

Nell'Appendice F, nel documento relativo all'Ispezione su Condizione (RBI) e alla Manutenzione su Condizione (RCM), vengono riportate una rappresentazione e una classificazione generale degli elementi e dei sistemi con riferimento agli intervalli di ispezione principale. Tutti gli intervalli di ispezione sono basati sull'Analisi dei Modi, degli Effetti e della Criticità dei Guasti (FMECA) e sull'Analisi delle Attività di Ispezione e Manutenzione (IMAA)

Il BMS dovrà contenere una funzione per creare e gestire un programma di ispezione. Questa funzione dovrà supportare in modo automatico la congruenza tra i modelli FMECA-IMAA degli elementi e il programma di ispezione. Il programma di ispezione potrebbe essere generato con un sistema standard come Primavera o MS-Project, utilizzandone anche le funzioni per i diagrammi di Gantt.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.11.2 Programmi di manutenzione

7.11.2.1 Programma di manutenzione per gli elementi strutturali

Un programma iniziale di manutenzione, come illustrato nell'Appendice E, si basa sullo Studio dei Costi del Ciclo di Vita che è stato effettuato; in questo studio vengono descritte le principali attività di manutenzione con una previsione sui tempi per le attività specifiche.

Il BMS dovrà contenere una funzione per creare e gestire un programma di manutenzione. Questa funzione dovrà supportare in modo automatico la congruenza tra i modelli FMECA-IMAA degli elementi e il programma di manutenzione. Inoltre dovrà supportare l'introduzione di attività di manutenzione che non sono dettate dai modelli FMECA-IMAA; si veda la sezione 7.6. Il programma di ispezione potrebbe essere generato con un sistema standard come Primavera o MS-Project, utilizzandone anche le funzioni per i diagrammi di Gantt.

7.11.2.2 Programma di manutenzione per le apparecchiature

Nel Manuale IM non è ancora stato sviluppato un programma di manutenzione per le apparecchiature. Tuttavia è prevista una manutenzione annuale delle apparecchiature che avrà inizio 5 anni dopo il completamento del ponte, ma non viene indicato nessun elemento specifico.

Occorre sottolineare che, secondo quanto previsto, la manutenzione delle apparecchiature ammonterà solamente a una piccola parte del budget complessivo.

Di seguito è riportato un elenco dei vari elementi delle apparecchiature. I programmi di manutenzione delle apparecchiature saranno prodotti dai fornitori delle apparecchiature; questi programmi saranno coordinati a tempo debito. Per le apparecchiature di accesso fisse, l'ispezione e la manutenzione saranno incluse nei programmi per le ispezioni strutturali degli elementi del ponte ai quali sono collegate le apparecchiature di accesso.

Il programma per le apparecchiature deve includere anche le ispezioni specifiche obbligatorie per le apparecchiature effettive.

Elenco dei componenti delle apparecchiature:

Apparecchiature di accesso mobili:

- Ponti mobili sotto l'impalcato.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Ponti mobili per i cavi principali.
- Piattaforme di accesso alle gambe di torre
- Piattaforme esterne di accesso ai trasversi delle torri
- Piattaforme telescopiche mobili (Elevatori a pantografo)
- Elevatori a cesta per i pendini.
- Ascensori delle torri - Interni
- Carro con piattaforma aerea
- Ponti mobili in verticale per le strutture terminali

Apparecchiature di accesso fisse:

- Apparecchiature montate sulle torri e sui trasversi
- Apparecchiature montate sull'impalcato del ponte
- Piattaforme montate sull'impalcato ferroviario
- Piattaforme montate nei punti di appoggio

7.11.2.3 Programmi di manutenzione per i sistemi tecnologici

I dettagli seguenti si riferiscono alle apparecchiature e ai sistemi tecnologici che non fanno parte dei sistemi di accesso al ponte. I requisiti per l'ispezione e la manutenzione dovranno essere stabiliti per ciascun elemento.

Nel Manuale I & M /i/ non è ancora stato sviluppato un programma di manutenzione per i sistemi tecnologici, anche se si sono fatti i primi passi verso lo sviluppo di piani RBI/RCM dettagliati, si veda /iv/. Tuttavia è prevista una manutenzione annuale dei componenti dei sistemi tecnologici che avrà inizio 5 anni dopo il completamento del ponte, ma non è indicato nessun elemento specifico.

Occorre sottolineare che, secondo quanto previsto, la manutenzione dei sistemi tecnologici ammonterà solamente a una piccola parte del budget complessivo.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Di seguito è riportato un elenco dei vari elementi dei sistemi tecnologici. I programmi di manutenzione per i componenti dei sistemi tecnologici saranno prodotti dai fornitori dei sistemi; questi programmi saranno coordinati a tempo debito. Per i componenti dei sistemi tecnologici, l'ispezione e la manutenzione saranno incluse nei programmi per le ispezioni strutturali degli elementi del ponte ai quali sono collegati i componenti dei sistemi tecnologici. Tuttavia alcuni componenti del SHMS avranno probabilmente un proprio programma di manutenzione per poter soddisfare i requisiti di funzionamento continuo dei sistemi di monitoraggio.

Il programma per i sistemi tecnologici deve includere anche le ispezioni specifiche obbligatorie per i componenti effettivi dei sistemi tecnologici.

Elenco dei componenti dei sistemi tecnologici:

- Sistemi di monitoraggio
- Sistemi ferroviari
- Sistemi meccanici e idraulici
- Sistemi elettrici
- Sistema di sicurezza e antisabotaggio
- Sistemi di esercizio e manutenzione

8 Scambio di dati tra il BMS e altri sotto-sistemi MACS

8.1 Generalità

Il BMS e gli altri sottosistemi MACS operano, ciascuno rispettivamente, nella propria partizione dedicata del database comune SCADA o del database MMS. Onde evitare la ridondanza di dati nel MACS, i dati vengono archiviati in una sola partizione. I dati generati in un determinato sottosistema vengono archiviati nella partizione gestita dal sottosistema. Quando i dati di una determinata partizione devono essere utilizzati in un altro sottosistema, questi dati vengono recuperati da quella partizione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



I dati contenuti nel database BMS sono correlati agli elementi secondo la gerarchia degli elementi. I dati sono ulteriormente correlati alle applicazioni BMS (i moduli BMS) secondo il sistema di inserimento dati del BMS. I documenti contenuti nella partizione dell'EDMS all'interno del database MMS sono anche correlati agli elementi attraverso i nomi codificati dei loro file. I documenti saranno inoltre correlati ai moduli BMS. Questo, per esempio, può essere ottenuto inserendo i dati nel file di metadati allegato al file del documento.

È quindi importante che tutti i sottosistemi MACS operino con la stessa gerarchia degli elementi. Inoltre è importante che i sottosistemi operino nello stesso modo con i file di metadati allegati ai file dei documenti.

Il MACS contiene un sistema comune di scambio dati, uno "Strato di Servizio", che sarà utilizzato da tutti i sotto-sistemi per scambiare dati con altri sotto-sistemi.

Nella *Figura 6.1* sono illustrati il sistema SCADA e il sistema MMS con i rispettivi database.

Lo scambio di dati tra il BMS e gli altri sotto-sistemi MACS è illustrato nella *Figura 8.1*.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

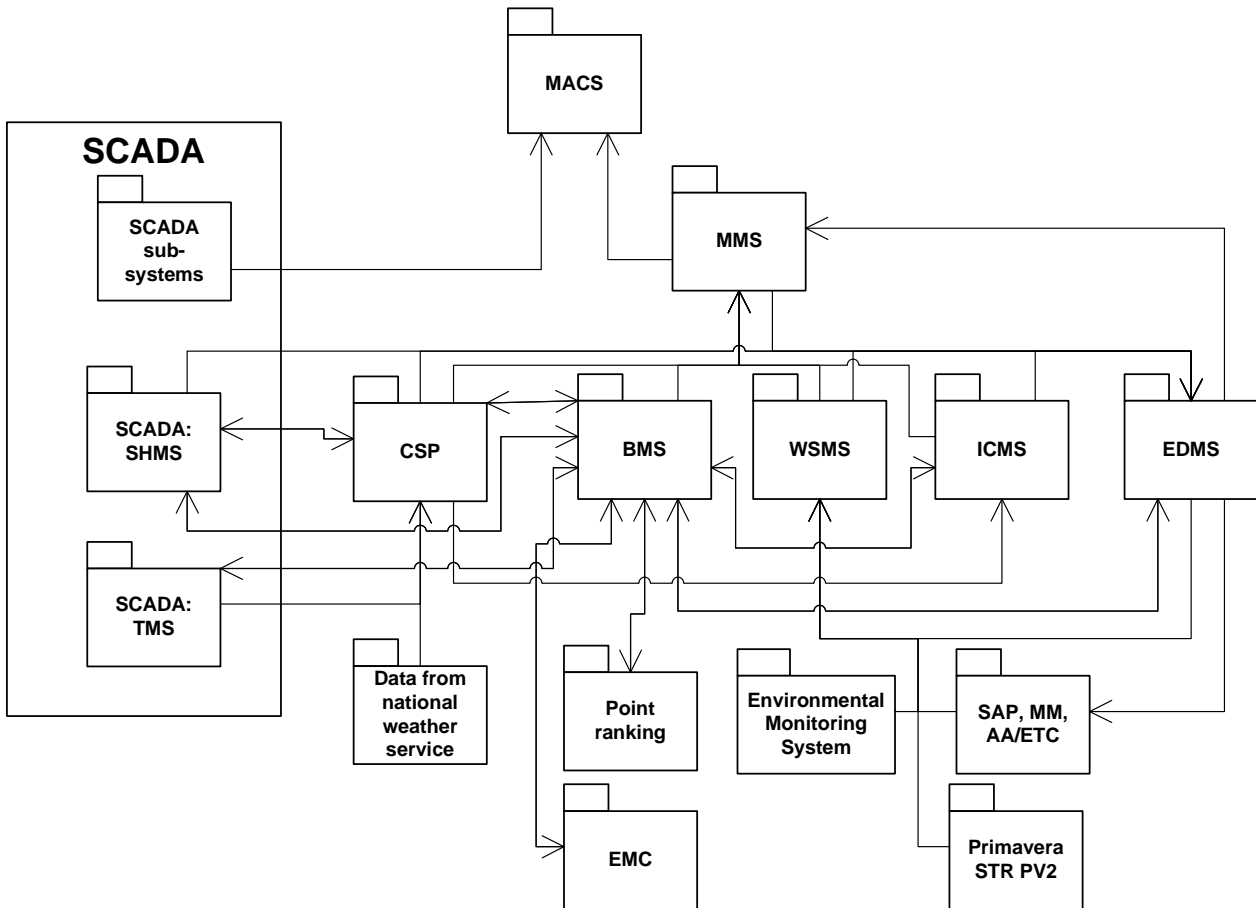




Figura 8.1 Scambio di dati tra il BMS e gli altri sotto-sistemi MACS

8.2 Scambio di dati BMS <-> SHMS

I dati acquisiti dai sistemi di monitoraggio vengono archiviati nella partizione SHMS del database SCADA. Questi dati vengono successivamente elaborati nel Sottosistema di Elaborazione Computerizzata, Simulazioni e Previsioni (CSP). In questo modo il CSP calcola i contributi forniti al punteggio di valutazione delle condizioni per i singoli elementi strutturali sulla base dei risultati del monitoraggio. Il contributo al punteggio di valutazione delle condizioni viene trasferito manualmente al BMS, ma questa operazione può essere automatizzata in una fase successiva. Non ci sarà trasferimento di dati dal SHMS al database BMS.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

Al fine di stabilire una valutazione totale delle condizioni per gli elementi, il BMS recupera questi punteggi dal CSP e li integra con i contributi ai punteggi in base ai risultati delle ispezioni. I risultati finali della valutazione sono presentati in rapporti di valutazione generati nel BMS.

Il sistema CSP estrae i dati dal database SCADA e li elabora per generare risultati che potranno essere utilizzati in seguito per l'esercizio e la manutenzione del ponte. Alcuni esempi sono costituiti dalle curve che indicano i carichi di traffico, i movimenti dei giunti di dilatazione e le variazioni delle sollecitazioni per un determinato periodo. Il CSP è in grado di generare rapporti per presentare i risultati elaborati. A tale scopo il CSP utilizza le funzioni di generazione dei rapporti messe a disposizione dal MACS. In tal modo il CSP effettua una valutazione, orientata alla simulazione e alla previsione, delle registrazioni acquisite dal SHMS.

L'organizzazione di ispezione e manutenzione riceve i propri dati di monitoraggio tramite il sistema CSP. Sono inclusi i valori di dati come le curve di inflessione e i valori delle sollecitazioni di picco e anche illustrazioni semplici, per esempio in formato pdf.

In tal modo i dati di monitoraggio, sia quelli i dati primari che i dati (di monitoraggio) elaborati, vengono utilizzati unitamente ai dati di ispezione nella gestione dell'ispezione e della manutenzione. I dati creati con la funzione CSP saranno incorporati, direttamente o previa elaborazione, nei rapporti generati da I & M tramite il BMS. In tal modo il BMS effettua una valutazione, orientata all'ispezione e alla manutenzione, delle registrazioni acquisite dal SHMS.

Tramite il BMS l'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione effettuerà un riesame dei valori di soglia utilizzati nel SHMS utilizzando i dati di monitoraggio ottenuti tramite la funzione CSP. Se si deve modificare un valore di soglia, l'Organizzazione I & M ne darà immediata comunicazione al SHMS.

8.3 Scambio di dati BMS <-> TMS

Il Responsabile Tecnico può visualizzare sul suo computer BMS i risultati generati nel TMS. In tal modo egli può adottare dei piani per regolare adeguatamente il traffico quando elabora dei programmi per l'ispezione e/o la manutenzione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

L'input dal BMS al TMS (ad esempio la predisposizione della chiusura di determinate corsie in determinati periodi) viene effettuato manualmente.

8.4 Scambio di dati BMS <-> EDMS

Il sistema EDMS controlla la "partizione dei documenti" del database MMS. Tutti i documenti archiviati in questo database sono accessibili dal BMS. Anche i documenti creati o aggiornati nel BMS saranno trasferiti e archiviati nella partizione controllata dall'EDMS.

Si presuppone che l'EDMS, alla fine del periodo di costruzione, sarà dotato di una "Interfaccia Utente Orientata all'Ispezione e alla Manutenzione", considerato che nell'EDMS sono già incluse delle funzioni per operare con i documenti nella fase di esercizio e manutenzione. Alla fine della fase di costruzione tutti i documenti "as-built" saranno disponibili tramite l'EDMS.

Si presuppone che l'EDMS operi su una partizione direttamente accessibile del database MMS e su un set di unità di memorizzazione con possibilità di accesso remoto. I documenti obsoleti vengono trasferiti sulle unità di memorizzazione ad accesso remoto. I documenti non vengono mai cancellati dall'EDMS.

Il sistema EDMS include delle funzioni, uno "strato di servizio", per supportare vari tipi di utenti, in particolare gli utenti dei sottosistemi MACS, nella comunicazione con il database dei documenti:

1. Per recuperare documenti
2. Per inserire documenti
3. Per verificare i documenti, revisionarli e inserire i documenti revisionati

Per creare un database dei documenti nel quale sia possibile ricercare in modo sicuro ed efficace i documenti nella fase di O & M, si devono allegare ulteriori metadati ai singoli file, e questi vengono poi uniti nel codice di 26 caratteri del documento. Questo dovrà essere fatto già nelle fasi di progettazione di dettaglio e di esecuzione.

Pertanto l'EDMS dovrebbe svolgere l'attività di creare e allegare questi metadati a tutti i documenti inseriti in Aconex o in SAP.

I metadati dovrebbero includere, come minimo, quanto segue:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

1. Lingua
2. Titolo del documento
3. Tipo di documento (in aggiunta al car. 8-9 nel nome del file)
4. Applicazione BMS correlata - Modulo BMS (se non indicato nel tipo di documento)
5. Mese/anno
6. N° documento
7. Data di emissione
8. Preparato da (iniziali)
9. Controllato da
10. Approvato da
11. Responsabile dei futuri aggiornamenti
12. Codici degli elementi per gli elementi correlati (in aggiunta al car. 11-17 nel nome del file, se necessario)
13. Parole chiave
14. Modulo BMS (inventario, ispezione ...)

Il compito di creare i file di metadati e di inserire i file dei documenti e dei relativi metadati nella “partizione dei documenti” del database MMS sarà assegnato a un responsabile del controllo della documentazione.

8.5 Scambio di dati BMS <-> CSP

Nella sezione 8.2 è descritto lo scambio dei dati di monitoraggio, dei dati grezzi e dei dati ulteriormente elaborati nel CSP tra il BMS e il CSP.

Lo scambio di altri dati tra il CSP e il BMS avverrà su richiesta e sarà effettuato tramite lo strumento dello Strato di Servizio del MACS.

Per un’effettiva simulazione computerizzata il CSP recupererà dal BMS tutti i dati pertinenti, come i dati di valutazione delle condizioni che hanno un impatto sulle proprietà della sezione, e li incorporerà, con riferimento al loro impatto, nei modelli di analisi.

Il BMS dovrà essere in grado di recuperare dalla partizione CSP del database MMS tutti i risultati significativi per la sicurezza e/o per la capacità portante.

8.6 Scambio di dati BMS <-> EMC

Il BMS recupererà dall’EMC tutti i dati riguardanti le condizioni e il funzionamento dei singoli elementi elettrici e meccanici.

A parte questo, il BMS e l’EMC saranno dei sottosistemi separati.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

8.7 Scambio di dati BMS <-> ICMS

Non ci sarà un trasferimento diretto di dati tra il BMS e l'ICMS.

Il BMS può recuperare i rapporti sugli eventi generati dall'ICMS e archiviati nella partizione dei documenti del database MMS controllato dall'EDMS.

L'ICMS può recuperare le informazioni del BMS correlate agli eventi dal file di registro creato dal BMS. Come indicato nella sezione 7.10.4, nella fase successiva si valuterà se gli eventi debbano essere registrati sotto il controllo del BMS o dell'ICMS.

8.8 Scambio di dati BMS < - > WSMS



Non ci sarà uno scambio di dati tra il BMS e il WSMS in quanto il WSMS è operativo solamente nella fase di esecuzione, mentre il BMS è operativo solamente nella fase di O & M.

9 Descrizione delle funzioni principali del BMS

9.1 Generalità

Nelle seguenti sotto-sezioni vengono descritte le funzionalità che il BMS metterà a disposizione del personale di manutenzione del ponte che si occupa delle varie attività di manutenzione del ponte.

Il personale addetto alla manutenzione del ponte svolge le proprie attività secondo quanto indicato nelle specifiche O&M: Manuali, procedure, istruzioni e norme. Il BMS supporterà il personale di manutenzione nello svolgimento di tali attività. È pertanto necessario che le funzionalità del BMS siano in linea con le specifiche di O&M. Ciò significa, tra l'altro, che il BMS deve operare con dati e documenti secondo quanto specificato in O&M e deve utilizzare dei termini e una sistematica coerenti con le specifiche di O&M.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Gestione e Controllo, Appendice	Codice documento PI0003_F0_ITA.doc	Rev F0	Data 20/06/2011

Le principali aree supportate dal BMS sono illustrate nella Figura 9.1.

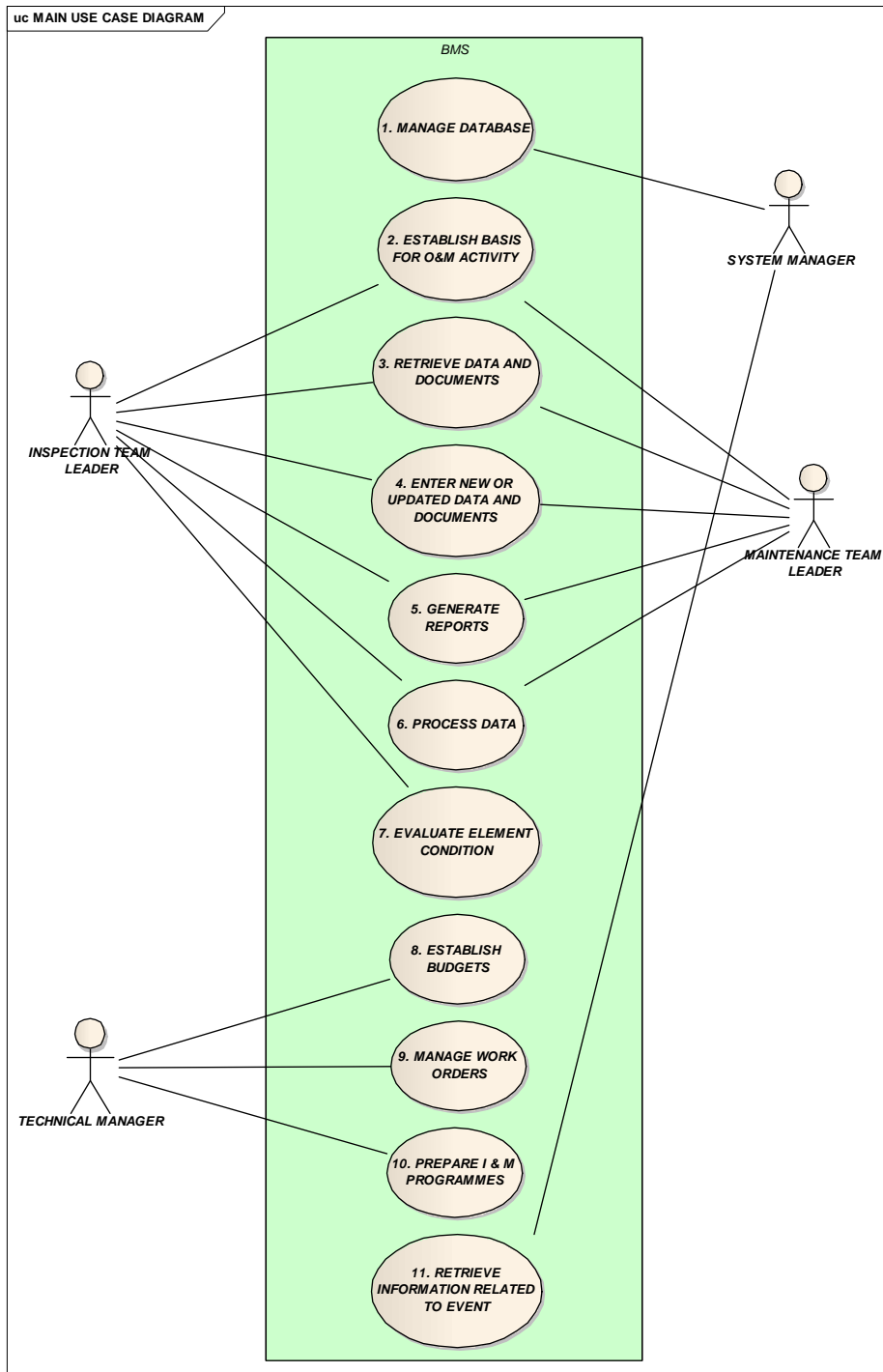




Figura 9.1 Attività di ispezione e manutenzione supportate dal BMS.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

Nelle sezioni seguenti vengono ulteriormente descritte le singole attività di manutenzione.

9.2 Gestione dei dati

Il BMS sarà un sistema aperto con una serie di utenti all'interno dell'Organizzazione per la Manutenzione del Ponte. Agli utenti del BMS saranno concessi individualmente i diritti utente per:

- Accesso di lettura
- Accesso di scrittura, e
- Esecuzione (elaborazione dei dati).

I diritti concessi agli utenti varieranno a seconda delle diverse applicazioni BMS - moduli BMS.

Se e quando il BMS verrà aperto agli utenti esterni all'Organizzazione per la Manutenzione del Ponte, verranno stabilite delle regole speciali che saranno controllate dal Gestore Dati (Data Manager).

Il Responsabile di Sistema creerà e manterrà un database ben organizzato, coerente e sempre aggiornato che conterrà:

- Collegamenti alle specifiche O&M (manuali, procedure, istruzioni, norme, contatti, organismi, autorità ...)
- Dati di inventario, compresi i dati relativi ai lavori di restauro effettuati.
- Collegamenti ai file della documentazione "as-built".
- Collegamenti ai file della documentazione di ispezione e manutenzione.
- Modelli RBI/RCM e LCC dettagliati per tutti gli elementi ritenuti rilevanti per i piani RBI/RCM.
- Dati sulle condizioni di tutti gli elementi del ponte
- Programmi di ispezione e manutenzione.
- Dati statistici per i lavori di ispezione e manutenzione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Il Responsabile di Sistema ha il compito di creare e mantenere il file di registro BMS. Un altro dei suoi compiti principali consiste nel mantenere la gerarchia degli elementi. Inoltre egli dovrà assicurare che a tutti i documenti siano allegati i metadati corretti.

9.3 Creazione di una base per l'attività di O & M

Il BMS dovrà includere delle funzionalità che consentano agli utenti, in ogni situazione, di accedere in modo sicuro ed efficace a tutte le informazioni necessarie per creare una base per svolgere le attività pianificate di ispezione e/o manutenzione. Questo include le informazioni su:

- Specifiche (Manuali, procedure, istruzioni ...)
- Apparecchiature da utilizzare
- Parti di ricambio da destinare
- Personale da destinare ai lavori, qualifiche
- Procedure di sicurezza

Le richieste dovranno essere conformi ai dati inseriti per i codici degli elementi e per i codici delle attività.

È essenziale che tutto il personale di manutenzione sia consapevole dei vincoli operativi che influiranno sulle sue attività. Bisogna quindi fare riferimento al Manuale di Esercizio ed Emergenza, al rapporto "Principi di valutazione del rischio" e ad altri documenti che si occupano delle misure operative, di sicurezza e di controllo per tutti gli utenti del ponte. Il personale di ispezione e manutenzione dovrà lavorare nei più diversi punti della struttura. Svariate attività dovranno svolgersi in luoghi in cui esistono pericoli più o meno evidenti. Si dovrebbero effettuare adeguate valutazioni dei rischi per fare in modo che vengano sviluppate delle procedure operative che coprano tutte le attività e i pericoli previsti.

Di seguito è riportato un elenco non completo degli elementi che devono essere presi in considerazione quando vengono sviluppate le procedure operative da includere nel manuale O&E:

Lavori in spazi ristretti.

Lavori in elevazione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

Lavori nelle vicinanze o al di sopra delle zone di traffico.

Lavori all'interno dell'area ferroviaria.

Impatto delle condizioni meteorologiche sulla sicurezza del lavoro.

Svolgimento di attività che possono distrarre i guidatori.

Ciascuno dei pericoli sopra elencati può richiedere l'introduzione di misure di controllo che influiscono sul modo in cui il personale di ispezione e manutenzione può lavorare. La Direzione può far comprendere al proprio personale che tali misure vengono adottate per la sicurezza del personale stesso o di altre persone. Il personale dovrebbe essere incoraggiato a fornire il proprio contributo alla revisione delle procedure al fine di assicurare che esso non solo ne comprenda le basi e i fondamenti, ma proponga anche dei punti di vista alternativi.

Nella Tabella 5-3 del Manuale di Esercizio ed Emergenza è riportata la proposta preliminare generale riguardante i criteri per le condizioni ambientali per lo svolgimento dei lavori di ispezione e manutenzione sul ponte.

Quando la struttura e l'intensità del traffico sono note, si dovrebbero valutare e definire le condizioni per svolgere i vari lavori di ispezione e manutenzione con le necessarie limitazioni del traffico.

Tra gli altri vincoli operativi che dovrebbero essere previsti vi è lo sviluppo di una procedura per la gestione delle richieste degli autotrasportatori per il transito di carichi eccezionali. I carichi eccezionali indivisibili (AIL) possono essere eccezionali per il loro peso, per la configurazione degli assali, per la larghezza, per l'altezza, per la velocità di viaggio o per una combinazione di questi elementi. Il manuale O&E contiene una procedura specifica per il transito di veicoli stradali speciali. Se si devono effettuare apposite valutazioni (ad esempio di tipo strutturale e geometrico), nel caso che il veicolo eccezionale non rientri nei parametri previsti dalla procedura, può essere coinvolta l'Organizzazione di Ispezione e Manutenzione.

9.4 Recupero di dati e documenti

9.4.1 Dati relativi agli elementi

Per ciascun elemento dovrà essere possibile recuperare i seguenti dati:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> P10003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Valori dei parametri per il piano RBI/RCM dettagliato, se pertinente
- Valori dei parametri per il modello LCC, se pertinente
- Dati di ispezione relativi alle ispezioni svolte (difetti - codici e classificazioni)
- Dati di monitoraggio
- Punteggi di valutazione

9.4.2 Documenti relativi agli elementi

Per ciascun elemento dovrà essere possibile recuperare i seguenti documenti, ciascuno nella versione valida:



- Documentazione “as-built”, compresa la documentazione per i restauri eseguiti:
 - disegni
 - specifiche
 - certificati
 - dati del fornitore (es. informazioni riguardanti la manutenzione)
- Procedure e istruzioni per l’ispezione e la manutenzione
- Rapporti di ispezione
- Rapporti di supervisione

9.4.3 Presentazione grafica

Sarà possibile estrarre informazioni in forma grafica su elementi o gruppi di elementi selezionati o su sistemi funzionali selezionati. La presentazione grafica si baserà su un modello 3D in grandezza naturale del ponte sospeso, adeguatamente strutturato in base alla gerarchia degli elementi.

Grazie al modello 3D e alle funzioni di presentazione del BMS, sarà possibile presentare i valori relativi all’ispezione e alla manutenzione per elementi o gruppi di elementi, come per esempio:

- Pendini, con colori che rappresentano i punteggi di valutazione
- Sezioni della travata, con colori che rappresentano il prospetto dei tempi programmati per il nuovo rivestimento
- Sezioni delle torri, con colori che rappresentano le ispezioni effettuate

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

A titolo esemplificativo, nella *Figura 9.2* è riportata una presentazione dei punteggi di valutazione delle condizioni per le travate del ponte in un tratto selezionato formato da 5 sezioni.

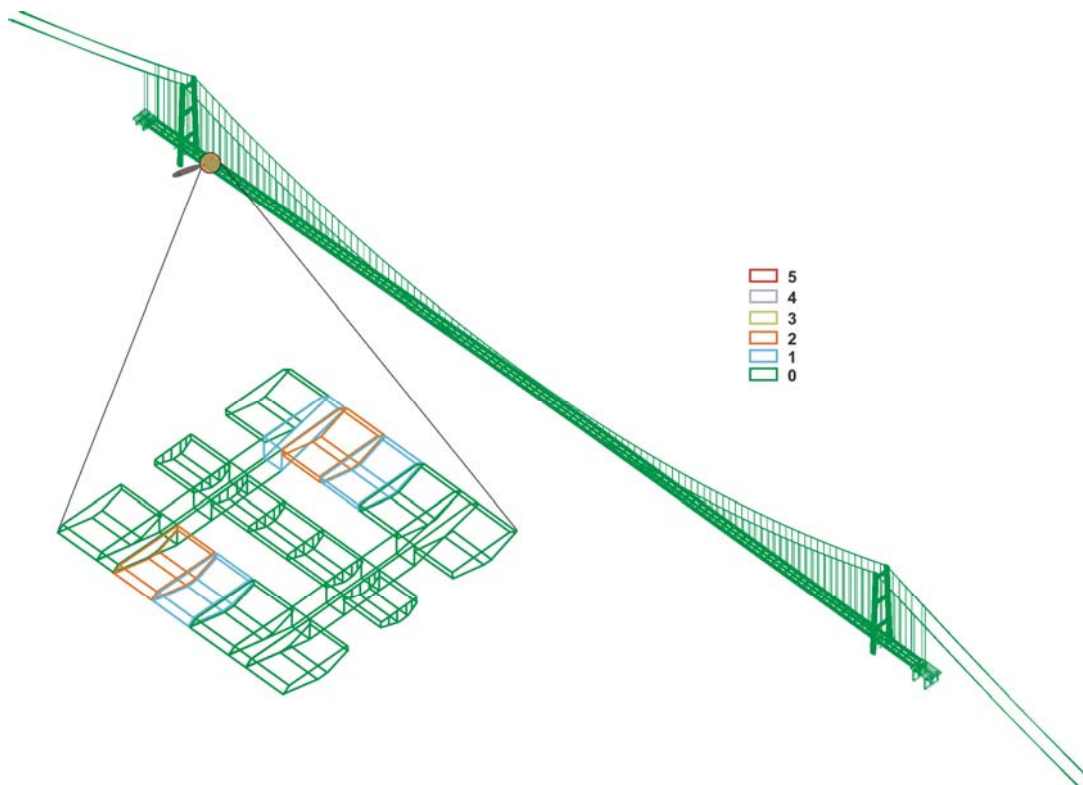


Figura 9.2: Presentazione grafica dei punteggi di valutazione delle condizioni per le sezioni della travata

9.5 Inserimento di dati e documenti nuovi o aggiornati

Il BMS disporrà di funzioni di inserimento dei dati che consentiranno di inserire i dati in modo sicuro ed efficace. Questa funzionalità metterà a disposizione dei menu a schermo specificamente strutturati per la situazione in atto, per l'elemento o il gruppo di elementi specifico e per il modulo BMS specifico. Il menu sarà chiaramente diverso a seconda che si tratti di una richiesta di dati obbligatori o di una richiesta di dati opzionali.

Aree di dati principali:

- Dati di inventario
Il BMS mette a disposizione delle schermate di input specificamente strutturate per i vari tipi di elementi

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

- Dati di ispezione
- Dati di monitoraggio
- Dati di manutenzione
- Registro dei costi, delle ispezioni, delle attività di manutenzione e degli eventi

Questo comprende l'inserimento manuale di dati di aggiornamento o di nuovi dati relativi a:

- Piani RBI/RCM dettagliati e modelli LCC
- Dati di ispezione,
Dati generali di ispezione e registrazione dei difetti (codici dei difetti e classificazione)
- Valutazione delle condizioni
Punteggi di valutazione
- Trasferimento automatico dei dati dai sistemi di monitoraggio, se presenti.
- Lavori di restauro
Dati generali sui lavori di restauro. Dati intelligenti riguardanti i lavori di restauro eseguiti, come i dati sulle quantità e sui costi.

La documentazione "as-built" viene inserita tramite EDMS nell'archivio per i documenti "as-built".

9.6 Generazione dei rapporti

Il BMS conterrà delle funzioni per generare rapporti di I&M. Questo comprende:

- Modelli per i vari tipi di rapporti:
Rapporti di gestione che devono essere forniti al MACS:
 - Rapporti annuali
 - Rapporti di pianificazione a breve e lungo termine
 - Rapporti di tipo economico
- Rapporti BMS interni:
 - Rapporto di ispezione principale
 - Rapporto di ispezione speciale

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Rapporto sui lavori di manutenzione
- Rapporto di supervisione
- Implementazione automatica dei dati archiviati nel database BMS
 Per esempio, acquisizione dei dati sui difetti dal database e incorporazione degli stessi nel rapporto di ispezione.

Per effettuare il caricamento nel database EDMS si utilizzeranno le funzionalità dell'EDMS.

9.7 Elaborazione dei dati

Il BMS supporterà le attività di elaborazione dei dati correlate alle attività di ispezione e manutenzione. Questo comprende:

- Manutenzione della gerarchia degli elementi
- Creazione e aggiornamento di fogli FMECA-IMAA
- Creazione e aggiornamento di piani RBI/RCM dettagliati
- Input per la pianificazione delle risorse
- Input per la creazione del budget
- Creazione di programmi di ispezione e manutenzione.



I vari strumenti FMECA-IMAA e RBI/RCM creati durante la fase di esecuzione saranno direttamente accessibili dal BMS per l'esecuzione o per la modifica dello strumento stesso.

Per la programmazione dell'ispezione e della manutenzione potrebbe essere opportuno accedere a strumenti standard come Primavera o MS-Project direttamente dal BMS.

9.8 Valutazione delle condizioni

Questa valutazione delle condizioni include la valutazione che deve essere effettuata per quanto concerne la necessità di effettuare la manutenzione o ulteriori ispezioni, per esempio la necessità di effettuare un'ispezione speciale. La valutazione dell'indicatore di condizione viene effettuata con riferimento all'aggiornamento dei piani RBI/RCM dettagliati, si veda la sezione 7.6.



I risultati delle ispezioni e/o del monitoraggio vengono valutati da tecnici qualificati addetti alla

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

manutenzione del ponte. Il risultato della valutazione è costituito da un punteggio di valutazione dell'elemento secondo la procedura di valutazione descritta nel Manuale di Ispezione e Manutenzione. I punteggi di valutazione vengono inseriti manualmente.

Il punteggio di valutazione viene confrontato con i valori di soglia stabiliti nei corrispondenti modelli RBI/RCM e LCC. In base a ciò il Responsabile Tecnico può proporre/mettere in atto una serie di attività di manutenzione.

Nella *Figura 9.3* è esemplificato un processo di valutazione delle condizioni che include la preparazione dei rapporti e l'avvio delle eventuali attività.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

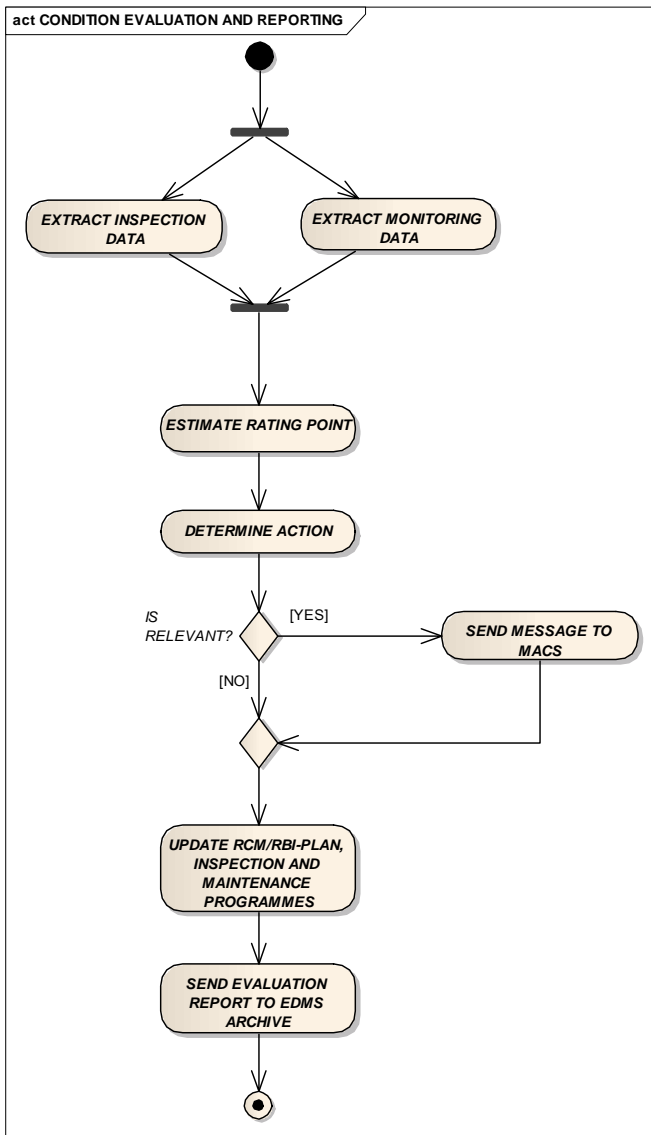


Figura 9.3 Valutazione delle condizioni ed effettuazione dei rapporti

La valutazione può produrre i seguenti risultati:

Allarme/segnalazione: devono essere immediatamente eseguiti dei lavori di restauro.

Allarme/segnalazione: devono essere messe in atto delle limitazioni per il funzionamento del ponte.

Richiesta di ispezione speciale.

Richiesta di maggiore osservazione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Richiesta di istituire il monitoraggio.

Richiesta di iniziare l'analisi della sicurezza.

Richiesta di iniziare i lavori di restauro.

9.9 Creazione del budget

Il BMS archiverà i dati raccolti nelle attività di ispezione e manutenzione che sono state svolte. Sono inclusi i prezzi unitari per le attività tipiche di ispezione e manutenzione. In base ai dati sulle dimensioni principali verranno automaticamente stimate le quantità in modo da facilitare la creazione del budget.



Il BMS conterrà delle funzioni per supportare la stima dei costi per metodi di restauro alternativi. Le stime includeranno i costi di progettazione e di costruzione, nonché i costi derivanti da situazioni conseguenti, come la diminuzione dei pedaggi a seguito di limitazioni del traffico.

9.10 Gestione degli ordini di lavorazione.

Il BMS conterrà delle funzioni per supportare la gestione degli ordini di lavorazione. Gli ordini di lavorazione si riferiscono alle attività di ispezione e manutenzione. Sono incluse le ispezioni, le attività di monitoraggio, i lavori di manutenzione, la progettazione dei lavori di manutenzione, indagini speciali, ecc.

Queste funzionalità supporteranno le seguenti attività:

- Elencazione dei fabbisogni
- Indagine ed elencazione delle alternative
- Prioritizzazione
- Gestione della realizzazione
- Gestione del follow-up tecnico
- Rapporti, registrazione dei risultati ottenuti

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

9.11 Preparazione dei programmi di ispezione e manutenzione.

9.11.1 Programmi di ispezione

I vari tipi di ispezione vengono effettuati per oggetto, come descritto nel Manuale di Ispezione e Manutenzione.

Tramite il BMS l'addetto alla pianificazione delle ispezioni avrà a disposizione delle funzionalità per creare programmi di ispezione che consentano di pianificare le ispezioni in maniera efficace e di raggrupparle in maniera ottimale, in modo da creare un impatto minimo sul traffico. Queste funzionalità consentono, tra l'altro, di creare elenchi di attrezzature e di documenti e di stabilire il tempo impiegato per effettuare le ispezioni.

Nella *Figura 9.4* sono illustrati i vari tipi di ispezione che, secondo il modello RBI/RCM effettivo, potrebbero essere pertinenti per l'elemento effettivo.

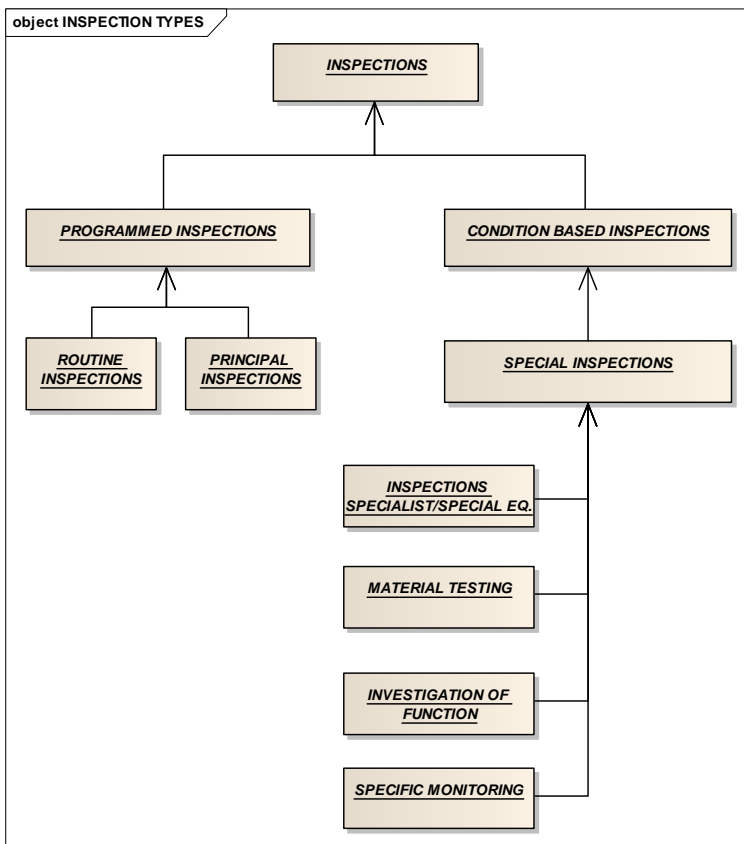


Figura 9.4 Tipi di ispezione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Le ispezioni speciali possono includere anche:

- Indagine
- Analisi del rischio (capacità portante).

Il BMS conterrà delle funzioni per controllare, tramite monitoraggio, che le attività di ispezione vengano svolte nei tempi previsti dai programmi di ispezione.

Può essere opportuno utilizzare strumenti informatici standard (MS-Project, Primavera, ...) per creare diagrammi di Gantt (schede di controllo dei tempi per le attività) per i singoli programmi di ispezione.

9.11.2 Programmi di manutenzione

Il BMS supporterà la valutazione di varie strategie, ivi compresa la stima di:

- Livello di servizio
- Costi
- Sicurezza

I vari tipi di lavori di manutenzione vengono spesso effettuati per oggetto, come descritto nel Manuale di Ispezione e Manutenzione. Ad esempio si possono avere i seguenti oggetti:

- Riparazione del rivestimento della torre in Calabria
- Riparazione del frangivento, ponte strada sud

Tramite il BMS l'addetto alla pianificazione della manutenzione avrà a disposizione delle funzionalità per creare programmi di manutenzione che consentano di pianificare i lavori di restauro in maniera efficace e di raggrupparli in maniera ottimale, in modo da creare un impatto minimo sul traffico. Questo include anche la descrizione delle attrezzature da utilizzare, gli interventi per regolare il traffico, ecc.

Il BMS conterrà delle funzioni per monitorare la tempestiva esecuzione delle attività di manutenzione secondo quanto previsto nei programmi di manutenzione.

Può essere opportuno utilizzare strumenti informatici standard (MS-Project, Primavera, ...) per creare diagrammi di Gantt (schede di controllo dei tempi per le attività) per i singoli programmi di manutenzione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

9.12 Recupero di informazioni relative agli eventi

Quando viene osservato un determinato evento tramite il MACS e si deve intraprendere un'ulteriore azione, tutti i dati di inventario collegati a questa azione potranno essere facilmente recuperati dal database BMS. Il BMS metterà a disposizione del Responsabile di Sistema delle funzioni per identificare e recuperare i dati effettivi. Il tecnico della manutenzione assicura la qualità dei dati e li trasferisce al Gestore Eventi.

Il BMS conterrà anche una funzione per ricevere informazioni dal sistema SCADA tramite il Gestore Eventi e per assicurare che le necessarie attività di manutenzione siano definite, pianificate ed eseguite.

10 Parti di ricambio

Il BMS conterrà una funzione per supportare il Responsabile di Cantiere nella gestione delle parti di ricambio. Questa funzione assicurerà che le scorte di parti di ricambio presenti nel Deposito delle Parti di Ricambio corrispondano ai requisiti indicati nei Prospetti dei Componenti e nei modelli FMECA-IMAA per gli elementi, il tutto come descritto nel Manuale IM.

11 Specifiche tecniche per il sistema IT

11.1 Struttura modulare del BMS

Per il BMS si ritiene appropriata una struttura modulare. Probabilmente una struttura modulare semplificherà al massimo l'attività degli utenti del BMS. Inoltre essa migliorerà le possibilità di:

- Codificare dati e documenti per poter effettuare le interrogazioni in maniera semplice e sicura
- Gestire i diritti utente in maniera differenziata

Si ritengono appropriati i seguenti moduli:

12. Amministrazione (parte di un'amministrazione comune per tutti i sotto-sistemi MACS)

Gestione di:

- utenti
- database
- gerarchia degli elementi

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- librerie generali
- file di registro

13. Specifiche I & M

Documenti quali:

- Manuali
- Istruzioni e procedure tecniche
- Codici e norme
- Metodi di riparazione standard
- Apparecchiature per l'ispezione e la manutenzione

14. Dati di inventario

- documentazione "as-built"
- dati intelligenti per gli elementi

15. Parti di ricambio

16. Ispezioni

17. Programmi RCM e RBI

18. Manutenzione

19. Creazione del budget

20. Gestione degli ordini di lavorazione

21. Programmi di ispezione e manutenzione

22. Registro dei costi, delle ispezioni, dei lavori di manutenzione e degli eventi

Ciascuno dei moduli sopra elencati contiene delle funzionalità per il recupero, l'elaborazione e l'inserimento dei dati, la generazione dei rapporti e il controllo dei documenti, a seconda di quanto pertinente per i vari moduli.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> P10003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11.2 Software

Sulla base delle specifiche dei requisiti funzionali per il BMS, che sono descritti in questa sezione, e della specifica tecnica del MACS e dei sotto-sistemi correlati, verrà preparata una serie di specifiche tecniche per il BMS.

Si presuppone che tali specifiche tecniche faranno parte della documentazione di gara per la fornitura del BMS.

Si presuppone che a seguito della gara per il BMS si pervenga a uno dei due risultati seguenti:

Un sistema standard di gestione dei beni (Asset Management System), personalizzato in modo da rispondere alle esigenze del Ponte di Messina, oppure

Un sistema IT unico, interamente sviluppato per rispondere alle esigenze del Ponte di Messina.

Il database è il nucleo del BMS. Si prevede che il database (del MMS) sia di tipo relazionale, come un database Oracle, con un accesso SQL. Tuttavia il database MMS sarà specificato nella fase successiva, tenendo conto di tutti i sotto-sistemi MACS.

11.3 Server

Le specifiche per il server saranno indicate quando tutto il MACS, compresi tutti i relativi sotto-sistemi, sarà definito con sufficiente precisione.

11.4 Accesso al BMS

Le varie apparecchiature elettroniche che devono essere utilizzate per accedere all'installazione BMS e alla rispettiva partizione del database saranno specificate nella fase successiva tenendo conto di tutti i sotto-sistemi MACS.

Per il momento, per l'accesso al BMS si prevede di poter utilizzare le seguenti apparecchiature:

- Terminale (PC) situato nell'Ufficio Manutenzione
- Terminali (PC) situati presso parti esterne all'Ufficio Manutenzione - presso Autorità, Appaltatori, Consulenti, ecc.
- SmartPhone
- Dashboard

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11.5 Interfacce utente

Front end grafico

Questa funzionalità per l'utente permetterà di:

- Accedere a tutti i componenti, ivi compreso l'accesso a tutti i dati pertinenti riguardanti l'ispezione e la manutenzione
- Raggruppare i componenti in base ai dati dei materiali, ai dati di fabbricazione, ecc.
- Raggruppare i componenti in base a considerazioni di ordine pratico per effettuare l'ispezione/manutenzione in comune.

Si veda l'esempio nella *Figura 9.2*

Front end non di tipo grafico (es. interfaccia Windows, dashboard, oppure ...)

Questa funzionalità per l'utente permetterà principalmente di:

- Accedere ai dati che non sono correlati ad elementi specifici
- Accedere ai documenti che non sono correlati ad elementi specifici



Nella fase successiva si valuterà se alcuni elementi del GIS che sono sviluppati e utilizzati nel WSMS nella fase di costruzione possano essere acquisiti dal BMS.

11.6 Generatore dei rapporti

Il BMS conterrà delle funzionalità per generare rapporti utilizzando il contenuto del database BMS.

Sono inclusi i rapporti su:

- Ispezioni
- Creazione del budget
- Programmi di ispezione
- Programmi di manutenzione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Gestione
 - rapporti annuali
 - rapporti di pianificazione (a breve e lungo termine)

11.7 Documentazione per il BMS

Per il BMS deve essere fornita la seguente documentazione:

Manuale operativo

Manuale di manutenzione

Guida all'architettura del sistema

Guida al codice sorgente del software per il software sviluppato ad hoc

Stampa del codice sorgente software per il software sviluppato ad hoc

Guida alla risoluzione dei problemi

Guida alla diagnosi degli eventi

Documenti di controllo qualità

Piano di revisione ventinquennale

Debbono essere fornite tre copie di ciascun documento. I documenti debbono essere forniti sia in italiano che in inglese.

Si consiglia che il proprietario del ponte oppure l'operatore dispongano per la creazione di un manuale aggiuntivo dopo 3 anni di funzionamento del ponte, che riporti il comportamento tipico del sistema.

11.7.1 Manuale operativo

Il manuale operativo deve descrivere la completa interfaccia operativa del sistema.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11.7.2 Manuale di manutenzione

Il manuale di manutenzione deve specificare tutte le attività di manutenzione richieste per mantenere funzionale il sistema per 25 anni. Le attività di manutenzione debbono essere divise nelle seguenti categorie:

manutenzione generale normale (inclusa la ri-taratura dei sensori e l'ispezione della stazione di riferimento GPS)

manutenzione su eventi specifici

Il manuale della manutenzione deve descrivere le attività di manutenzione e gli intervalli di tempo richiesti, il modo in cui debbono essere eseguite le attività di manutenzione, gli utensili necessari e le parti di ricambio necessarie. Il manuale di manutenzione deve anche presentare dei proforma di ispezione.

Il manuale di manutenzione deve anche identificare le azioni di manutenzione richieste durante eventi che richiedano le attività di manutenzione, quali ad esempio l'ispezione delle apparecchiature.

11.7.3 Guida all'architettura del sistema

La guida all'architettura del sistema deve presentare il layout completo dell'hardware del sistema. Deve anche fornire foto ed identificativi di tutti i terminali e dell'hardware.

11.7.4 Guida al codice sorgente del software

La guida al codice sorgente dei software non disponibili in commercio deve presentare sufficienti dettagli del codice sorgente del software tali da consentire ad un tecnico software competente di capire e modificare il sistema.

11.7.5 Stampa del codice sorgente del software

Deve essere fornita la stampa del codice sorgente dei software non disponibili in commercio, che includa la guida al codice sorgente, per la conversione dei dati del BMS, la consegna e il layer di ricerca.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11.7.6 Guida alla risoluzione dei problemi

La guida alla risoluzione dei problemi deve presentare azioni da intraprendere per la risoluzione di problemi basilari del sistema, inclusi: blocchi del sistema, arresto del sistema, perdita dei dati dei canali dati, ecc.

11.7.7 Guida alla diagnosi degli eventi

La guida alla diagnosi degli eventi, che deve essere creata dal progettista del sistema, deve presentare cause previste di eventi registrati ma anche gli avvisi sulle azioni conseguenti da intraprendere. La guida alla diagnosi degli eventi deve essere sviluppata attorno alla matrice dei risultati previsti per l'accertamento automatico delle allerte degli eventi del ponte.

11.7.8 Documenti controllo qualità

I documenti di controllo qualità debbono essere presentati in un file oppure in un documento organizzato, con un indice di riferimento.

11.7.9 Piano di revisione ventiquennale

Ci si aspetta che il sistema necessiti di una revisione alla fine della sua vita di progetto. Quando si avvicinerà la fine della vita di progetto del sistema, saranno da rivedere le funzionalità e le condizioni dello stesso e dei suoi componenti. Se necessario, occorrerà effettuare una revisione parziale o totale. La totale revisione sarà necessaria:

- Per la manutenzione del sistema
- Per l'upgrade a causa dell'avanzamento tecnologico

Bisognerà preparare una strategia per la revisione totale del sistema, incluso la sequenza prevista per la sostituzione dei vari componenti, che dovrà essere presentata nel piano di revisione ventiquennale.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

12 Prospetto dei tempi per il BMS

12.1 Generalità

Nella fase successiva si deciderà come dovranno essere sviluppati, implementati e messi in uso il MACS e i rispettivi sottosistemi.

Di seguito viene descritta una proposta per il prospetto dei tempi prevedendo l'eventualità che il sistema BMS sia sviluppato e implementato sulla base di un contratto di IT stipulato fra l'Appaltatore Principale e un fornitore.

Il prospetto generale dei tempi è illustrato nell'Appendice F.

Le seguenti sotto-sezioni contengono una breve descrizione delle attività principali. È molto importante che l'intero BMS sia operativo al momento dell'apertura del ponte. Ciò significa che:

- Le funzionalità per l'utente BMS
- La partizione BMS del database MMS.
- La parte BMS del database dei documenti EDMS
- Il Responsabile di Sistema del BMS
- Gli utenti del BMS a tutti i livelli
- Il supporto utente BMS per l'Organizzazione di Manutenzione

dovranno essere pronti ad usare il BMS "fin dal primo giorno".

Le richieste per quanto sopra, relativamente all'esecuzione delle varie attività, sono riportate nei testi seguenti.

12.2 Specifiche, preparazione della documentazione di gara

La documentazione di gara dovrà contenere le specifiche per:

- Requisiti funzionali
- Requisiti IT di base (piattaforma IT, sistema standard, tipo di database)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Requisiti per l'interazione con altri sistemi IT
- Requisiti prestazionali generali (tempo di disponibilità al servizio, ecc.)
- Criteri di valutazione

12.3 Presentazione dell'offerta

Si presuppone che un numero limitato di fornitori presenti offerte basate sulla documentazione di gara.

L'Appaltatore Principale effettuerà una valutazione delle offerte e avvierà una trattativa con il fornitore preferito.

12.4 Completamento delle specifiche e stipula del contratto

L'Appaltatore Principale, in collaborazione con il fornitore, aggiornerà e completerà le specifiche che entreranno a far parte del Contratto per il BMS.

Il proprietario del ponte dovrà condividere tutti i copyright del codice sorgente di tutto il software personalizzato e di quello sviluppato ad hoc, nonché la documentazione.

12.5 Progettazione del sistema BMS

Il Fornitore preparerà il progetto del sistema BMS. Questo avverrà in apposite fasi con l'approvazione dell'Appaltatore Principale per ogni singola fase.

12.6 Sviluppo e installazione del BMS

La prima versione dell'intero BMS sarà redatta dal fornitore.

12.7 Effettuazione delle prove ed eliminazione dei malfunzionamenti

SdM, in conformità con le specifiche del contratto per il BMS, parteciperà in qualità di utente alle prove del BMS. Successivamente il fornitore provvederà ad eliminare tutti i malfunzionamenti riscontrati.

Immediatamente dopo l'installazione, tutti i componenti del sistema, inclusi i display, dovranno essere sottoposti al prova di funzionamento ed approvati dal progettista prima che il componente strutturale importante venga consegnati al sito.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

Prima dell'apertura del ponte al pubblico, e in seguito al completamento dell'installazione del ponte, il sistema deve essere sottoposto a test. Tale test dovrà dimostrare il funzionamento del sistema senza errori. Il test consisterà nel funzionamento continuo del sistema, incluso l'adempimento dei compiti operativi progettati. Il test dovrà essere eseguito per un minimo di 30 giorni consecutivi. Nel caso venga individuato un errore, questo dovrà essere immediatamente corretto. Il test dovrà dimostrare un funzionamento esente da errori per un minimo di 15 giorni consecutivi. La durata del test, se ciò sarà richiesto per dimostrare quanto sopra, potrà essere prolungata. Si richiede che i subappaltatori eseguano la prova dimostrativa con una tolleranza adeguata, tale da permettere la certificazione del sistema prima dell'apertura del ponte.

Tutti i trattamenti dati e le routine di manipolazione debbono essere testati in modo indipendente ed approvati dal progettista prima della consegna al sito.

Tutto il software dovrà essere testato in modo indipendente ed approvato dal progettista prima della consegna al sito. Il processo di prova deve comprendere una completa simulazione del funzionamento dell'intera rete, incluso il test dei segnali e dei difetti.

Tutti i componenti del sistema debbono essere testati in modo indipendente ed approvati dal progettista prima della consegna al sito. I componenti dotati di certificazione emessa da un ente europeo di certificazione (es. UKAS) possono essere esentati dai test previa approvazione da parte del progettista.

12.8 Training per gli utenti del BMS

Il fornitore provvederà al training per i seguenti utenti:

- Responsabile(i) di Sistema di SdM
- Utenti finali di SdM

12.9 Progetto pilota del BMS

A tempo debito, prima dell'apertura del ponte, verrà realizzato un progetto pilota completo. Questo progetto includerà tutti i moduli del BMS e tutte le comunicazioni con gli altri sottosistemi MACS.

Il progetto pilota sarà realizzato in coordinamento con l'attività di creazione della partizione finale del BMS nel database MACS. Questo include l'inserimento di tutti i dati nonché l'inserimento e la configurazione dei collegamenti a tutti i documenti attinenti al BMS all'interno dell'EDMS.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> <i>PI0003_F0_ITA.doc</i>	<i>Rev</i> <i>F0</i>	<i>Data</i> <i>20/06/2011</i>

12.10 Inserimento dei dati nella partizione BMS all'interno del database MMS

Si dovrà garantire che la progettazione, lo sviluppo, l'implementazione, le prove e l'eliminazione dei malfunzionamenti vengano effettuati secondo una tempistica che consenta all'Appaltatore Principale di inserire i documenti e i dati BMS in modo che il BMS sia completamente operativo sin dal primo giorno.

13 Stima dei costi

Il BMS è un sotto-sistema del MACS. I costi del BMS dipenderanno in larga misura da come sarà strutturato l'intero sistema MACS, cioè da quali funzionalità comuni faranno parte del MACS e da quali funzionalità faranno parte dei singoli sotto-sistemi. Una volta stabilito questo, sarà possibile effettuare una stima dei costi per il BMS.

Nei costi complessivi saranno inclusi i contributi per:

- Consulenza (specifiche, gara d'appalto, follow-up tecnico, ecc.)
- Fornitura (in base al contratto di IT)
- Formazione e training degli utenti
- Supporto agli utenti (costo annuale)

Si presume che venga effettuata una stima dei costi per l'intero sistema di gestione MACS. A seconda della ripartizione di tale stima dei costi, sarà redatto il contributo dei costi per il sottosistema BMS.



14 Elenco dei requisiti

I requisiti principali del BMS sono indicati nel manuale I & M del sistema. I requisiti generali riguardo l'IT del BMS quali descritti nella specifica tecnica di Stretto di Messina sono indicati nella presente relazione BMS come indicato dalla seguente tabella:

Requisiti nella specifica tecnica di Stretto di Messina	Indicato in BMS, Allegato, capitolo no.:
---	---

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Gestione e Controllo, Appendice		<i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

6.1 Lingua e pianificazione del sistema	6, 9.1
6.2 Attività	6, 8, 9, 11
6.3 Hardware	11
6.4 Manutenzione del sistema	7.11.2.3
6.5 Analisi dei costi	13
6.6 Verifica	12.7, 12.9



		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">Gestione e Controllo, Appendice</p>		<p><i>Codice documento</i> PI0003_F0_ITA.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>

Appendice A: Gerarchia degli elementi

Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	ID	Element
1						P	Suspension Bridge
	1					ST	Substructure
		1				F3	Tower Foundation
			1			TS	Tower Sicily
				1		G1	Leg North-East
				2		G2	Leg South-West
				3		G3	Cross Beam
			2			TC	Tower Calabria
				1		G1	Leg North-East
				2		G2	Leg South-West
				3		G3	Cross Beam
		2				B4	Anchor Blocks
			1			BS	Anchor Block - Sicily
			2			BC	Anchor Block - Calabria
		3				F4	Terminal Structures Foundations
			1			VS	Terminal Structures Sicily
				1		FD	Foundation
				2		PL	Piers
			2			VC	Terminal Structures Calabria
				1		FD	Foundation
				2		PL	Piers
		4				S6	External Arrangements
			1			TS	Tower Sicily
			2			TC	Tower Calabria
			3			BS	Anchor Block - Sicily
			4			BC	Anchor Block - Calabria
			5			VS	Terminal Structures Sicily
			6			VC	Terminal Structures Calabria
	2					SV	Superstructures
		1				T4	Towers
			1			TS	Tower Sicily
				1		G1	Leg North-East
					1	O1	Segment 1
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm/Stiffener
				2		G2	Leg South-West
					1	O1	Segment 1
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm/Stiffener
				3		TO	Cross Beams
					1	O1	Cross Beam 1
					2	O2	Cross Beam 2
					3	O3	Cross Beam 3
					4	D0	Stiffener
			2			TC	Tower Calabria
				1		G1	Leg North-East
					1	O1	Segment 1
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm/Stiffener
				2		G2	Leg South-West
					1	O1	Segment 1
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm/Stiffener
				3		TO	Cross Beams
					1	O1	Cross Beam 1
					2	O2	Cross Beam 2
					3	O3	Cross Beam 3
					4	D0	Stiffener
		2				S7	Suspension System
			1			CO	Cable Clamps
				1		MS	Main Span
					6	O6	Cable Clamp 6
					n	nn	Cable Clamp n
				2		?	Side Span Sicily
					1	O1	Cable Clamp 1
					n	nn	Cable Clamp n
				3		?	Side Span Calabria
					115	115	Cable Clamp 115
					n	nn	Cable Clamp n
			2			SL	Saddles
				1		SA	Splay Saddles
				2		ST	Tower Saddles
			3			PE	Hangers
				1		?	Main Span
					6	O6	Hanger 6
					n	nn	Hanger n
				2		?	Side Span Sicily
					1	1	Hanger 1
					nn	nn	Hanger nn
				3		?	Side Span Calabria
					115	115	Hanger 115
					nn	nn	Hanger nn
			4	1		CA	Main Cables
					1	C1	Main Cable 1

Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	ID	Element
					2	C2	Main Cable 2
					3	C3	Main Cable 3
					4	C4	Main Cable 4
			5	1		?	Handstrand Ropes
					1	?	Handstrand Ropes (Main Cable 1)
					2	?	Handstrand Ropes (Main Cable 2)
					3	?	Handstrand Ropes (Main Cable 3)
					4	?	Handstrand Ropes (Main Cable 4)
		3				I3	Deck
			1			CF	Railway Girder
				1		MS	Main Span
					6	06	Segment 6
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm, type 1
					n+2	?	Diaphragm, type 2
				2		?	Side Span Sicily
					0	00	Segment 0
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm, type 1
					n+2	?	Diaphragm, type 2
				2		?	Side Span Calabria
					116	116	Segment 116
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm, type 1
					n+2	?	Diaphragm, type 2
			2			?	Roadway Girder, direction Sicily
				1		MS	Main Span
					6	06	Segment 6
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm
				2		?	Side Span Sicily
					2	02	Segment 2
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm
				3		?	Side Span Calabria
					116	116	Segment 116
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm
			3			?	Roadway Girder, direction Calabria
				1		MS	Main Span
					6	06	Segment 6
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm
				2		?	Side Span Sicily
					2	02	Segment 2
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm
				3		?	Side Span Calabria
					116	116	Segment 116
					n	nn	Segment n
					n+1	D0	Diaphragm
			4			TP	Main Cross Girders
				1		MS	Main Span
					6	06	Cross Girder 6
					n	nn	Cross Girder n
					n+1	D0	Diaphragm
				2		LS	Side Span
					1	01	Cross Girder 1
					n	nn	Cross Girder n
					n+1	D0	Diaphragm
		4				S8	Terminal Structures
			1			VS	Terminal Structures Sicily
				1		SC	Longitudinal Steel
				2		S1	Slab
				3		?	Bottom Plate
			2			VC	Terminal Structures Calabria
				1		SC	Longitudinal Steel
				2		S1	Slab
				3		?	Bottom Plate
	3					SS	Secondary System
		1				R4	Secondary Structures
			1			CR	Service Lane
				1		?	Service Lane, direction Sicily
				2		?	Service Lane, direction Calabria
			2			BF	Wind Screens
				1		?	Wind Screens, direction Sicily
				2		?	Wind Screens, direction Calabria
			3			BA	Roadway Barriers
				1		?	Roadway Barriers, direction Sicily
				2		?	Roadway Barriers, direction Calabria
			4			?	Light masts
				1		?	Light masts, direction Sicily
				2		?	Light masts, direction Calabria
			5			?	Cross Overs

Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	ID	Element
				1		?	Cross Overs, direction Sicily
				2		?	Cross Overs, direction Calabria
			6			?	Service Areas
				1		?	Service Areas, direction Sicily
				2		?	Service Areas, direction Calabria
			7			PA	Tower Gantries and Elevators
				1		?	Tower Gantries, Sicily Tower
				2		?	Tower Gantries, Calabria Tower
				3		?	Elevators, Sicily Tower
				4		?	Elevators, Calabria Tower
			8			?	Main Cables Carriages and Hanger Baskets
			9			?	Gantries for Suspended Deck
				1		?	Gantry for side span - Sicily
				2		?	Gantry for main span - Sicily
				3		?	Gantry for main span - Calabria
				4		?	Gantry for side span - Calabria
			10			DU	Dehumidification System
		2				A0	Articulations
			1			AP	Bearings
				1		?	Roadway Bearings, direction Sicily
				2		?	Roadway Bearings, direction Calabria
				3		FB	Railway Bearings
				4		?	Transverse support of suspended deck
			2			GE	Expansion Joints
				1		?	Roadway Joints, direction Sicily
				2		?	Roadway Joints, direction Calabria
				3		FJ	Railway Joints
			3			AM	Buffer
				1		?	Hydraulic Buffers - Tower
				2		?	Hydraulic Buffers - Terminal Structures
		3				P2	Platform
			1			SR	Roadway
				1		CS	Carriageway direction Sicily
					1	PV	Surfacing
					2	SG	Road Markings
				2		CC	Carriageway direction Calabria
					1	PV	Surfacing
					2	SG	Road Markings
			2			FE	Railway
				1		BP	Even track
					1	RT	Rail
					2	AM	Fastening System
					3	SV	Unscrewing System
				2		BD	Odd Track
					1	RT	Rail
					2	AM	Fastening System
					3	SV	Unscrewing System
	4					IT	Technological Systems
		1				M3	Monitoring Systems
			1			C1	Control & Monitoring System for Electric and Mechanic
			2			C2	Railway Monitoring System
			3			SM	SHMS Monitoring System
		2				F5	Railway Systems
			1			IS	Signal System
			2			TT	Telecommunication (Railway)
			3			TE	Overhead Electrics
		3				M2	Mechanical and Hydraulic
			1			DI	Water Supply
			2			AS	Surface Drainage
		4				E2	Electrical Systems
			1			SA	Lightning Conductor
			2			DE	Electric Supply MT/ST
			3			SI	Illumination System
				1		IN	Internal Illumination
				2		EX	External Illumination
				3		AN	Aviation and Navigation Warning Light
		5				A3	Safety and Anti-Sabotage System (SSS)
		6				M4	Operation and Maintenance Systems
			1			C3	Operational - Logistics MACS
			2			C4	DWPMS
			3			C5	WSMS
			4			C6	BMS (WMPS)
			5			C7	ICMS
			6			C8	EDMS
			7			C9	CSP
			8			GT	TMS Traffic Management
		7				S9	Special Plants
			1			SC	Communication System
				1		DS	Data Communication
				2		TC	Telecommunication

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Management and Control, Annex		<i>Codice documento</i> PI0003_0.docx	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-01-2011

Appendix B: Procedure for Principal Inspection and Instruction for reporting of Principal Inspection

Technical Procedure No. 1.01: Principal Inspection.

Technical Procedure for Principal Inspection.

1. General

This Technical Procedure describes the procedure for *Principal Inspection* of structural elements and structures.

The inspections are carried out with the purpose:

- to monitor that the safety level of the structures of Messina Strait Bridge is maintained without significant adverse influence on the traffic flow
- to detect defects in due time so it is possible to select the optimal repair strategy (time and method to repair) for the different structural elements in order to avoid the need for unplanned corrective maintenance
- to provide a regular condition rate of all the various structural elements
- to provide basis for long term budgets for repair and replacement of elements with limited life time
- to initiate special inspections where necessary to determine the cause/extent of defects and to assess whether they need to be rectified or monitored.

The Principal Inspection Reports are also used to give important input for time and cost management.

The monitoring is performed by regular principal inspections by systematic close visual inspections of all accessible parts of the structure and - when required - using simple tools or instruments to investigate the defects on site during the inspection.

The purpose of this Technical Procedure is to ensure that anybody who is required to carry out principal inspections at the Messina Strait Bridge has at all times been appropriately instructed on how such inspections are to be undertaken and how such inspections are to be recorded and reported:

The related Technical Instructions are element-oriented documents describing in detail the activities that shall be carried out at the principal inspections.

2. Scope of Validity

This Technical Procedure contains information on Principal Inspections of structures to the inspection and maintenance staff and to other involved parties.

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	1 of 18

The procedure covers all structural elements as described in section 4 of the I&M Manual of the Messina Strait Bridge.

3. Reference Procedures and Instructions

Prior to commencing work on site, personnel are to ensure that they are familiar with all the associated manuals and procedures that have been developed for safe and effective working on the structure. Not all such documents will be directly relevant to each of the individual tasks but all staff should be familiar with the overall philosophy and background to the inspection and maintenance procedures.

The following documents should therefore be reviewed prior to undertaking the inspections covered by this Technical Procedure:

The Operation and Emergency Manual.

The Inspection and Maintenance Manual.

TPXX Health and safety, including working in confined spaces, PPE. Weather restrictions on access.

TPXX Working procedures for the bridge, e.g. radio operation, site vehicles, access routes.

TPXX Use of access equipment, e.g. gantries, lifts.

TI 1.01.1 Instruction on Reporting

4. Responsibility

The Technical Manager is responsible for the maintenance of this Technical Procedure and the associated Technical Instructions. The Technical Manager has the overall responsibility for ensuring that this procedure is followed.

The relevant Inspection and Maintenance Team Leader has responsibility for planning, coordinating and managing the activities in accordance with the Inspection Programme. After completion of the activity the Team Leader ensures that the necessary report is prepared in line with the particular instruction.

The Technical Manager will review all reports and determine any follow up action required. The reports will also be used to assess the rate of wear or deterioration of the bridge elements to enable effective planning of repair or replacement work. This will allow accurate cost forecasting and ensure that specialist spare parts or equipment can be sourced in good time.

The Team Leader has responsibility for ensuring that all persons undertaking inspection and maintenance work are appropriately trained and familiar with the operational and safety procedures associated with their tasks and that the necessary notices and permissions have been issued.

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	2 of 18

5. Activities

5.1 General

These purposes of the principal inspections are fulfilled by:

- Recording the type, extent and severity of any significant defect
- Recording the general condition of the structural main elements (at level 5 of the hierarchy) and the defects on each of its sub-elements; the condition is recorded by means of a rate from 0 to 5 See 5.3.4
- Reporting the need for any special inspections
- Reporting the need for any maintenance works – other than preventive maintenance works - to be carried out
- Determining the appropriate year for the next principal inspection, but the frequency of principal inspections should not exceed 6 years without careful consideration. Normally the frequency will either be based on performed Failure Mode, Effect and Criticality Analysis (FMECA) or based on engineering judgement depending on the condition of the element, the traffic load on the element and the expected rate of damage development.

The condition of the bridge elements and the repair works are related to the hierarchy elements at level 5.

This procedure and the related general Technical Instructions set up the general instruction on how to carry out the inspections. The specific Technical Inspections for each particular structural part further instruct on which particular type of defects the inspector shall be aware of at the individual elements. However, the inspector should use his professional knowledge also to inspect for other types of defects than those specifically indicated in the procedure and related instructions.

The Messina Strait Bridge is a large structure consisting of a number of major elements many of which consist of a large number of identical parts. Principal inspection, with close visual inspection of each of these parts may be considered as unnecessarily excessive. An alternative would be to concentrate inspections on areas where defects are more likely to develop with random inspections of other parts. Whenever the condition mark, ref. sect. 5.3.4 exceeds mark 1 the size of the random parts may be increased. However, all parts would continue to receive Routine Inspections and defects noted by these inspections may also trigger an increase in the Principal Inspection of other parts.

5.2 Principal Inspection Planning

5.2.1 Preparatory works

See the specific Technical Instruction for the structural element to inspect.

5.2.2 Review of Inventory and Inspection Reports

To make himself familiar with the particular aspects concerning the elements the inspector shall review the following documents:

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	3 of 18

- I&M Manual section 4 in particular to notice the element number system and the location codes to apply for the inspections
- This procedure and the related general technical procedures and technical instructions
- The particular inspection instructions valid for elements to inspect
- The technical instruction for Principal Inspection Reporting
- The last Maintenance Inspection Report covering the actual element
- The last Principal Inspection Records covering the actual elements (inclusive of photos)

In the inventory numbers and location codes have applied for all elements. The numbers and codes have been detailed to such a degree that no further detailing should be applied. These codes are mandatory for the records.

The inspector should browse the last Principal Inspection Report and other Inspection Reports to be aware of any previously reported significant defects, whether they have been repaired and whether the defect locations can be inspected by the planned access facilities.

For some of the principal inspections this review of earlier reports should be executed very thoroughly and carefully to ensure that cost effective use is made of the access equipment and the personnel involved. Such Inspections will include all exterior surfaces of the superstructure and particularly all areas of the suspension system.

5.3 Carrying out Principal Inspection

5.3.1 Overall inspection/orientation

The inspector should at first make himself familiar with the actual conditions for the inspection. He should also check the location codes to apply by finding reference locations as described in section 4 of the I&M Manual and appended drawings.

The required data information described in the Technical Instruction TI 1.01.1, Instruction on Reporting, should be recorded in the BMS Database. The reported data are divided into three sections:

- basis for inspection to be reported before the inspection
- reporting of data on site for factual registration of all individual defects
- reporting of data that should be used to summarise the defects on the record and supplement with all recommendations for repair or for Special Inspections. . This major part of data shown in this scheme may be reported after having concluded the inspection.

Overall photos each structure/element to inspect should be recorded in the BMS Database.

The dates and weather conditions at the time of inspection should be recorded too.

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	4 of 18

5.3.2 Element inspections (defect registration)

At the inspections only significant defects should be recorded in the field “Defect description”. This means defects that already at the time of inspection or due to the expected development are evaluated to:

- influence on the structural safety or durability
- influence on the driving comfort
- influence on the safety for third persons

Defects, that earlier have been recorded, should be traced to:

- follow up and check if repair works have been carried out according to recommendations in the inspection reports
- if the defects have developed since the last inspection

Only defects, which may be rectified by either corrective maintenance or repair works, should be recorded. Below type of defects should e.g. not be recorded:

- Defects, which may be remedied by preventive maintenance
- Fine cracks in concrete structures except for cracks at the anchoring zones of the main cables
- Dry deposits on interior concrete faces caused by earlier water ingress

To ease the inspection a number of Technical Instructions for specific bridge parts have been prepared.

To assist the inspector on the phrasing of the report a list with defect types has been prepared, see section 5.3.3. Furthermore in section 5.3.4 guidelines for condition rating of specific defect types are given.

Each defect should be recorded by:

- the element number inspected
- a defect description (including evaluation of the cause of the defect)
- the location of the defect applying location codes of the inventory
- the extent of the defect
- the severity of the defect
- photos – also to ease evaluation of any future development

5.3.3 Classification of defects

The types of defects to be particularly looked for during inspections are to be categorised as follows:

Defect Type B – Bearings and Expansion Joints		
Description		Code
Debris Ingress		BDI
Loss of surface coating		BLC
Change of clearance		BCL

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	5 of 18

Defect Type B – Bearings and Expansion Joints	
Elastomer Defect	BED
Noise	BNS
Scuffing/Abrasion	BSC
Wear	BWR

Defect Type C – Corrosion	
Description	Code
Surface rusting	CSU
Rust staining	CST
Corrosion damage - pitting	CDP
Corrosion damage – spalling, bursting	CDA
Zinc Oxide formation	CZO

Defect Type D – Damage and Deterioration	
Description	Code
Bolt Failure	DBF
Bolt Loose	DBL
Deformation. - Buckling and twisting	DDE
Gouge, scar or indentation	DGS
Cracking of Weld/Steel	DCW
Defective Cable Wrapping/Sheathing	DEF
Defective Sealant	DSE
Defective Paint	DPT
Wire Fracture	DWF
Wire out of lay	DWO
Socket draw	DSD
Leak / Water Ingress	DWI

Defect Type K – Concrete Parts	
Description	Code
Cracking	KCR
Spalling	KSP
Exposed Reinforcement	KRE
Lack of cover	KCV
Efflorescence/Staining	KEF
Chloride Ingress and Carbonation	KCC
Water Ingress	KWI

Defect Type S - Surfacing	
Description	Code
Cracked	SCR

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	6 of 18

Defect Type S - Surfacing	
Lifting	SLF
Missing	SMI
Movement or Creep	SMO
Tracking or Rutting	STR
Reduced Friction	SRF
Joint Deterioration	SJT
Chemical Damage, e.g. Diesel spill	SCD
Mechanical damage - Scrape or Indentation	SMD
Fire or heat damage	SFR
Loss of ride quality	SRQ

5.3.4 Condition rates

The condition of the bridge is evaluated for each of the structural elements on level 5.

The evaluation and the condition rate of each element must be accomplished under consideration of the degree of distress or deterioration of the element and its ability to fulfil its function, i.e. the capability to meet the actual strain or load *at the date of inspection*. Moreover the condition rate shall reflect whether the defect already has caused any consequences on the functionality of any adjoining members.

The condition rate should not be influenced by the lack of minor preventive maintenance. However, if the lack of proper maintenance or cleaning has lead to damage to the structure this may influence the condition rate.

The condition rate is a figure from 0 to 5, according to the following guidelines:

Rate 0 – This provides a record that an area has been inspected and that, at the time of the inspection, there was no evidence of a defect.

Rate 1 – This provides a record that a minor defect has been noted but the inspector considers there is no need for a repair to be instigated. This may, for example, be a record of some minor deformation of a stiffener or some minor paint damage. Undertaking a repair may not be necessary or justified. However, if work of a similar nature was to be undertaken close by, then consideration could be given to addressing Rate 1 items.

Rate 2 – This reports the discovery of a defect which, in the opinion of the inspector, is something that should be addressed within about six months. The repair is not urgent but if it is not addressed then further deterioration will occur and the cost of repair will increase.

Rate 3 – Major defects are reported by an Inspector when he considers that if a repair is not carried out promptly it will result in an increased risk to safety, loss of function of the defective, or an adjacent, element or will result in the cost of repair rising rapidly.

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	7 of 18

Rate 4 – Such defects are reported when the Inspector is confused or alarmed by the nature or the cause of the defect or where he considers that further or specialist assistance (Special Inspection) is required to fully investigate the concern. Rate 4 defects may include defects reported as Rate 3 if the Inspector considers that urgent repair and further investigation are both necessary.

Rate 5 - This records that an area was not able to be inspected at the time that the Principal Inspection was undertaken, e.g. due to the element being inaccessible. As such a Special Inspection (Type A) will be required to confirm the condition of the element.

Briefly the condition rates are summarized in the following table:

Table 5.3.1 Condition rating of defect severity

Defect Severity	
Description	Condition rate
Area inspected – no defect noted.	0
Minor Defect - no necessity to instigate repair	1
Significant Defect - repair needed within 6 months	2
Major Defect - requires urgent repair	3
Special Case – requires urgent investigation and action	4
Unknown (Inaccessible elements)	5

Special Inspections or reducing the principal inspection interval should also be considered when giving an element condition rate 2 or higher to determine the defect cause or defect extent to select repair strategies. When choosing repair methods that remove the cause of a defect the defects should not redevelop.

The condition rate 3 should be avoided by initiating necessary inspections and identifying maintenance/repair works in good time.

It is beyond the scope of this procedure to describe in detail how to evaluate damaged structures. It is assumed that the inspector is capable of assessing the degree of distress/deterioration and to determine which parts of the bridge need close investigation. The following sections give rough general guidelines that may be used for the various defect types:

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	8 of 18

General guidelines.

If you encounter signs of inadequate carrying capacity (some of the above mentioned or others), always ask for special inspection type C, see sect. 5.6 in I&M Manual.

Road surfacing

Single type of damages even though they may be major cracks or potholes should not be paid the same attention as repetitive types of minor damages. The single types may be rectified under preventive maintenance.

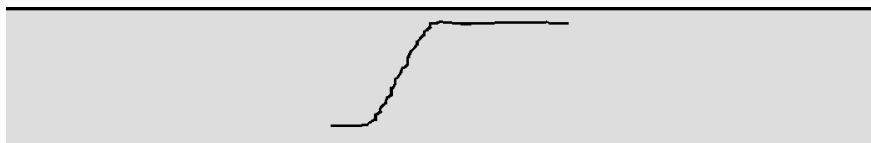
- Any type of damage which indicate material disintegration or loss of stability should give condition rate 2 or higher

Reinforced concrete structures:

The influence of cracks on the bearing capacity may be harmless at the time of inspection but some cracks may initiate corrosion that later may be critical. Fine cracks in reinforced structures may be harmless unless the structure is exposed to very aggressive environment, e.g. positioned in the splash zone of saline water. Fine cracks in pre-stressed structures are more critical.

- If all the crack widths are less than 0.25 mm it may be assumed that the stresses are not too high, and no further action is to be taken. The condition rate will be 1 or 2. Make a record of the cracks in the field “Defect description” so the next inspector will know that the cracks are not new.
- If the crack width is between 0.25 and 0.5 mm the stresses may be high but they are not assumed to be dangerous. If it is possible, record the crack width, crack length and crack distance in shear and bending zones in the field “Defect description”. The condition rate will normally be 2.
- If the crack width is larger than 0.5 mm it indicates that the stresses are high and that there may be a problem regarding the load carrying capacity. Record the dimensions of the girder, the crack width, crack length and crack distance in the shear and bending zones in the field “Defect description”. Note that the width of the bending cracks is measured at the main reinforcement even if the crack width may be larger at a greater distance from the edge of the beam.) The condition rate will be 3 or more.

S-shaped” cracks (shear cracks) e.g. near the centre of the span or - on continuous girders - near the supports indicate very high stresses in the bending as well as the shear reinforcement. In this case, always ask for a special inspection. (See Figure 5-1).



Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	9 of 18

Figure 5-1 “S-shaped” cracks in girders.

- If the crack pattern is different from the “classical” picture and you are not sure that the cracks are harmless, ask for a special inspection.
- Not only main girders but also diaphragms may have serious bending and/or shear cracks indicating overload, and need for special inspections.
- Cracks or spalling at the joint between main girders and diaphragms may indicate anchorage problems due to an insufficient or erroneously placed reinforcement.
- Eccentricity between piles and columns may induce bending moments in columns (and piles). Normally the structures are not designed to resist this.
- Inclined coarse cracks crossing the whole cross section of columns/piles may indicate a compression failure (in particular if there is a displacement between the two parts on either side of the crack).

Pre-stressed concrete structures:

Defects indicating corrosion at the pre-stressing cables should be given condition rate 2 or higher and a special inspection type B should be requested

- Damages indicating medium cracks in the bending zones should be given condition rate 2, coarse cracks should be given 3 and a special inspections (type B or C) should be requested

Steel structures:

It is essential for the function of steel structures that the members (in particular members in compression) are not deformed, as compression forces in connection with deformation produce unintended bending moments and a risk of stability failure

- Even minor unintended eccentricities may induce significant bending moments in secondary members and subsequent buckling.

Guidelines for condition rating of specific defect types:

The assessment of the condition rate is based on the risk of loss of structural integrity for each category of defect. When carrying out an inspection, the severity is to be recorded at the appropriate rating.

The general rating of the condition is as described in the table above.

Type B defects - Bearings and Expansion Joints:

Defect Severity	
Description	Condition rate
Area inspected – no significant defect.	0
Perceptible defects but no apparent effect on performance	1

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	10 of 18

Defect Severity	
Description	Condition rate
Defectiveness affecting performance and causing preventive perceptible noise.	2
Seized joint/bearing effectively preventing intended movement and/or very loud noise requiring immediate investigation for rating 1 & 2.	3
Special Case – requires urgent investigation and action	4

Type C defects - Corrosion:

Defect Severity	
Description	Condition rate
No significant defect	0
Surface discoloration only with no build-up of corrosion products or loss of section.	1
Build up of corrosion products and some loss of section by not more than 3%	2
Heavy corrosion and/or loss of material or other damage. Section of plate or capacity of element reduced by more than 3%.	3
Special Case – requires urgent investigation and action	4

Type D defects - Damage and Deterioration

Defect Severity	
Description	Condition rate
Area inspected – no significant defect.	0
Perceptible defects/early deterioration of seals.	1

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	11 of 18

Defect Severity	
Description	Condition rate
<p>For Defect Type DDE and DGS: Maximum measured departure from intent is less than 10% of adjacent section/plate and other minor defects.</p>	
<p>For Defect Type DBF and DBL: Up to 10% of bolts in any connection.</p> <p>For type DDE: As above (for condition rate 1) but more than 10 % of adjacent plate thickness or section size.</p> <p>For type DGS: See Condition Rate 4 below.</p> <p>For type DCW: 5% - 10% of weld length or individual defects over 50 mm whichever is the less - monitor to be instituted until repaired.</p> <p>For type DPT: Weathering of top coat with some local failure down to undercoat or to expose galvanizing on areas larger than 0,05m².</p> <p>For type DWO: Any wires out of lay.</p>	2
<p>For Defect Type DBF and DBL: More than 10% of bolts in any connection.</p> <p>For type DDE: As above (for condition rate 1) but greater than twice the plate thickness.</p> <p>For type DGS: See Condition Rate 4 below.</p> <p>For type DCW: More than 10% of weld length and/or individual weld failures over 100 mm long whichever is the less.</p> <p>For type DEF and DSE: Any leakage against dehumidified area</p>	3

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	12 of 18

Defect Severity	
Description	Condition rate
<p>For type DPT: Failure of coating system down to bare metal including loss of galvanising.</p> <p>For type DWF: Any wire fractures.</p> <p>For type DSD: More than 10 mm.</p>	
<p>For defect Type DGS: Any gouge, scar or indentation deeper than on the surface, requires a further investigation by a specialist to evaluate the defect, make a determination of the condition rate and a description of the defect in order to make it possible for the principal inspector to evaluate any further deterioration of the defect at the next principal inspection. If there is no development the principal inspector can give the defect the previous condition rate without any further consultation.</p> <p>Special Case – requires urgent investigation and action</p>	4

Type K defects - Concrete Parts:

Defect Severity	
Description	Condition rate
Area inspected – no detectable defect.	0
Perceptible defects with negligible effect on structural performance.	1
Potential effect on structural performance, traffic and/or long term effect on structural life including cracks > 0.25 mm in width and loss of concrete cover to reinforcement.	2
Sufficient to influence structural integrity.	3
Special Case – requires urgent investigation and action	4

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	13 of 18

Defect Severity	
Description	Condition rate

Type S defects - Surfacing:

Defect Severity	
Description	Condition rate
Area inspected – no detectable defect.	0
Perceptible defects but no reduction in ride quality.	1
Significant defect with perceptible reduction in ride quality and/or adhesion value over area greater than 10 m long.	2
Obvious immediate danger to traffic and/or structure requiring immediate diversion of traffic.	3
Special Case – requires urgent investigation and action	4

5.3.5 Extent of Defects

In the previous section, 5.3.4, the Condition Rating or severity of each defect was established so as to allow the more severe defects to be highlighted in any report. This section, 5.3.5, sets out the way in which the extent of each defect is to be reported and recorded so as to enable easy comparison with previous inspections thus allowing the deterioration of any part to be measured over a period of time.

Type B defects - Bearings and Expansion Joints

Type	Description of extent
BDI	Give dimensions of area affected
BLC	Give dimensions of area affected
BCL	Give measured clearance
BED	Give dimensions of area affected

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	14 of 18

Type	Description of extent
BNS	Describe noise source and intensity
BSC	Give dimensions of area affected
BWR	Give dimensions of area affected

Type C defects – Corrosion

Type	Description of extent
CSU	Extent N - No significant defect. Extent S - Slight, not more than 5% of area affected. Extent M - Moderate - 5 to 20% affected. Extent E - Extensive - more than 20% affected Note: Dimensions of area inspected to be noted where percentages recorded.
CST	
CDP	
CDA	
CZO	

Type D defects - Damage and Deterioration

Code	Description of extent
DBF	Record number and location of bolts affected
DBL	Record number and location of bolts affected
DDE	Give dimensions of defect in millimetres
DGS	Give dimensions of defect in millimetres
DCW	Record location, length and nature of each crack
DEF	Describe extent and location of defect
DSE	Describe extent and location of defect
DPT	As for type C defects

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	15 of 18

Code	Description of extent
DWF	Record numbers and location of observed or suspected fractures
DWO	Record numbers and location of wires out of lay
DSO	Record extent of draw
DWI	Describe extent

Type K defects - Concrete Parts

Code	Description of extent
KCR	Describe extent and nature
KSP	Plot extent and parameters from specified tests
KRE	Describe extent and nature
KEF	Describe extent and nature
KCC	Describe extent and nature
KWI	Describe extent and nature

Type S defects - Surfacing

Code	Description of extent
SCR	Describe orientation and whether failure is full depth to steel.
SLF	Describe extent and depth of failure.
SMI	Describe depth and dimensions of area affected.
SMO	Describe extent and dimensions of area affected.
STR	Describe which lane, depth and length affected.
SRF	Describe which lane and length affected.
SJT	Describe evidence/extent of water ingress.

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	16 of 18

Code	Description of extent
SCD	Describe dimensions of area affected.
SMD	Describe depth of damage and dimensions of area affected.
SRQ	Describe nature of deterioration.

5.3.6 Special Inspection

If the inspector is uncertain regarding the evaluation of the elements, the causes and the extent of defects, or if he is not certain which repair strategy to recommend he should ask for a special inspection type B. This is reported by writing a "B" in the field, see Appendix 2 to TI 1.01.1, Instruction on Reporting. Otherwise the field is left blank.

Special Inspections should always be considered when giving an element the condition rate 2 or higher to prevent the defect to develop out of control.

Other types than above Special inspections type B of special inspections may also be requested, refer section 5.6 in the I&M Manual.

5.3.7 Photos

All photos should be recorded:

- each photo is recorded in the BMS database referenced to the defect it illustrates
- in field of the report in the database the number of photos taken regarding the actual element is entered.

A camera, which is able to print photo identification on the photos, should be used. The identification (normally the date (day number) and time (hour and minute)) is written in the principal inspection record form in the field and is later used for identifying the photos belonging to the specific inspection. The identification is only entered into the report if it is necessary to refer to a specific photo of an element (see "Defect description" sect. 5.3.2).

As help in identifying the photos from a specific element it may be useful always to start with a photo of the element identification no. written by chalk on the element according to the inventory. But do not include such photo in the report. A defect must be numbered with its "Defect Number" and then photographed.

Photos should be used to:

- Illustrate defects which may be difficult to describe

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	17 of 18

- Show development of defects between two inspections. In these cases the photographs of the defects should be recorded from the same positions

Whenever it may help to understand the defect the inspector should place a folding or a crack width gauge and/or a sign “up” next to the defect before taking the photograph.

For particular defects other kind of cameras should be used e.g. video cameras to illustrate vibration or movements phenomena.

6. Reporting

The principal inspection reports should be prepared by entering the data into the database as stated in the Technical Instruction:

- TI 1.01.1: Principal Inspection, Instruction on Reporting

The data to be entered are divided into three sections:

- the basis for inspection which should be entered before the inspection
- entering of data used on site for factual registration of all individual defects
- entering of data to summarise the defects on the record and supplement with all recommendations that may be entered after having concluded the inspection

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	18 of 18

Technical Procedure TP No. 1.01

Technical Instruction TI 1.01.1

TECHNICAL INSTRUCTION FOR REPORTING OF PRINCIPAL INSPECTION

1. User of Instruction

This instruction is prepared to instruct inspectors on how to report by the *Principal Inspection Report*.

2. References to Inspection Procedures and Instructions

TP 1.01: Technical Procedure, Principal Inspection

3. Instruction on Reporting

All Principal Inspections shall be concluded by entering the data according to the attached scheme “Principal Inspection Report”

Below is a brief instruction on which data to be reported:

Cell	Explanation
Principal Inspection Report	
Document no. XXXX	No. given according to the relevant QA document numbering system
Date	The date the Principal Inspection Report is issued
Subject of inspection	Hierarchy number and description of element (upper levels)
Inspector	Name and position of the inspector to be indicated
Period of inspection	The period is summarised from the inspection records
Requisition of Inspection	Normally this cell is filled in with the position of an employee of the Inspection & Maintenance Organisation.

Prepared	MJU	Date	2010-08-15
Checked	XJDC	Revision	1
Approved	MJU	Page	1 of 6

Cell	Explanation
Required inspection frequency	Frequency according to TP zzz to be indicated
Date of last Inspections	The reports from Principal Inspections and other inspections to be browsed before the inspection. The date to be indicated.
Brief summary of last observations of inspections	A brief summary should be made of defects recorded the inspections since the last principal inspection. The inspector should investigate and note later agreements on rectification of the defects.
Brief summary of last observations of principal inspection	A brief summary should be made of defects recorded the last principal inspection. The inspector should investigate and note later agreements on rectification of the defects.
References to O&E and I&M manuals	References to Procedures and Instructions in Operation & Maintenance and Inspection & Maintenance Manuals to be indicated
Safety Instructions	Nos. should be indicated of the Safety Instructions to observe at the particular inspection
Traffic Restrictions	Nos. should be indicated of the Traffic Restriction Plans to observe at the particular inspection
Principal Inspection Records	The table shall indicate information on each individual inspected element given by the upper covering level.
Principal Inspection Record, ref. attached Appendix 1	
Report No.	No. of attached Principal Inspection Record to be indicated
Element no.	Element identification no. at the upper three levels to be indicated each level four element
Defect no.	Reference number for each defect description. These numbers do not necessarily need to be related to the individual damage nos. noted in the defect record.

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	2 of 6

Cell	Explanation
Defect description	A summary of the defect descriptions indicated in the defect record should be indicated each element at level 4
Defect cause	A summary of the defect causes indicated in the defect record should be indicated each element at level 4
Condition rating	Condition rating should be indicated according to the inspector's engineering judgement from the principles indicated in TP 1.01 sect. 5.3.4.
Special Inspection	If a special inspection is required to investigate the defects in more detail, the type of special investigation should be indicated according to the types explained in TP 1.01 sect. 5.3.6
Repair work	Type, quantity, year for performance, and according cost + time estimate should be indicated according to the inspector's engineering judgement for repair works needed to rectify the actual damages.
Photos	For each type of defect the number of photos should be indicated. The number is counted in the attached defect records.
Next year of inspection	The inspector's recommendation on next year of inspection should be indicated.
Defect Record, ref. attached Appendix 2	
Principal Inspection Report	The number of the report should be indicated on the record
Appendix no.	Number to be indicated by level and element number
Date	Date of inspection of specified element
Inspector	Initials
Inspected element	The findings are recorded on site by element level nos. and location nos. in the sequence they are observed. Element nos. and location codes according to I&M Manual section 4.
Defect no.	Each defect to be given sequential numbers within each element
Defect	Defect types to be recorded by their codes only if they are

Prepared	MJU	Date	2010-08-15
Checked	XJDC	Revision	1
Approved	MJU	Page	3 of 6

Cell	Explanation
type/description	<p>identical to those described in the TP 1.01 sect. 5.3.3 Classification of defects.</p> <p>Other defects should be indicated by a brief description.</p>
Defect cause	<p>The likely cause of the defect should be indicated according to the inspector's engineering judgement.</p> <p>Defects, which have been recorded in earlier reports, should be repeated whenever they have not been rectified or the defect has been required no action. Also any development, if any, in the extent of damage should be recorded.</p>
Defect extent	Extent of defects to be indicated, reference to TP 1.01, sect. 5.3.5, Extent of Defects.
Condition rating	Condition rating should be indicated according to the inspector's engineering judgement from the principles indicated in TP 1.01 sect. 5.3.4.
Photo no.	Identification should be indicated by element no. and time.
Quantity	Quantities should be estimated/measured to such a detail that they can form basis for a requisition to a contractor.

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	4 of 6

Principal Inspection Report no. XXXX

Date dd.mm.yy

Subject of Inspection			
Element No.			
Inspector	Department:		
Position:		Name:	
Period of Inspection :			

Requisition of Inspection

Required by		Date of Requisition:	
Department	Position	Name	

Principal Inspection Planning

Required Inspection frequency:		
Date of last Inspection:	Principal Inspection.	Other Inspection
Brief summary of last observations:		

Reference to Inspection & Maintenance Manual

Technical Procedure ID	Technical instruction ID	Technical instruction ID		

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	5 of 6

References to Operation & Emergency Manual

Element no.	Unit	Supplier	Manual ID

Reference to Safety Precaution Instruction and Traffic Restriction requirements from Operation & Emergency Manual

Instruction ID	Subject

Principal Inspection Records

Date	Weather conditions	Inspected elements	Element no.

Appendices:

Appendix 1: Principal Inspection Record



Appendix 2: Record of Defects

Prepared	MJU		Date	2010-08-15
Checked	XJDC		Revision	1
Approved	MJU		Page	6 of 6

Element no.					Description	Defect			Condition	Special	Repair Work				Photos	Next	
L 1	L 2	L 3	L 4	L 5		Hierarchy	No	Description			Cause	Rating	Inspection				
ID	ID	ID	ID	ID					(1-5)	A/B/C/D	Type	Labour	Time	Materials	Cost	Nos	Year

Record of Defects

Inspected element level 7		Inspected element level 5		Inspected element level 1		Inspected element level 2		Inspected element level 3		Inspected element level 4		Inspector						
Inspected element level 8		Inspected element level 5		Inspected element level 1		Inspected element level 2		Inspected element level 3		Inspected element level 4		Appendix no.						
Inspection Report no.				Date														
Inspected element		Defect		Photo		Location codes						Repair Work						
level 6	level 7	level 8	No.	Type	Description	Defect cause	Extent	Condition Rating	No.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	Labour	Time	Materials

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Management and Control, Annex		<i>Codice documento</i> PI0003_0.docx	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011

**Appendix C: FMECA-IMAA Analysis,
Detailed RBI-Plan and
Detailed RCM-Plan**

Messina Strait Bridge - Progetto Definitivo - FMECA_Basis

How to fill in the FMECA and IMAA sheets

- 1) Define and describe the system/element
- 2) Failure mode: Determine a single functional failure
- 3) Criticality matrix
 - 3a) Describe the consequences for the bridge regarding unavailability, cost, fatalities and environmental damage given functional failure
 - 3b) Assess qualitatively the probability of the worst consequence happening, given the functional failure has occurred

Likelihood	Consequence of failure					
	Insignificant	Marginal	Serious	Severe	Very severe	Disastrous*
Very unlikely	0	1	2	3	4	5
Unlikely	0	0	0	1	1	3
Occasional	0	0	1	2	2	3
Likely	0	1	2	2	3	4
Very likely	0	2	3	4	4	4

4) Vulnerability matrix

4a) Assess the Time for failure development. How long time does it take for the failure mode to evolve from "not detectable" to a predefined failure limit (hours, days, weeks, months, quarters, years)?

Criticality	Time for Failure Development					
	Years	Quarters	Months	Weeks	Days	Hours
Inconsiderable	0	0	0	0	0	0
Low	0	1	1	2	2	2
Medium	1	2	2	2	3	3
High	1	2	2	3	3	4
Very High	2	2	3	3	4	4

5) Fill out failure and detection analysis

6) Inspection and Maintenance Activity Analysis (IMAA)

- 6a) Assess the time for damage tolerance. How long time can a predefined failure of the element/system be tolerated?
- 6b) Assess inspection interval based on proposed default inspection interval or experience.
- 6c) Assess the Mean Time Between Failure (if RCM element).
- 6d) Assess spare parts and key parameters to monitor.

Important information:

- Regarding RCM and RBI reliability evaluation please refer to selected sub-sheets.
- All default parameters should be verified by supplier information or other relevant reference.
- All IMAA analysis results should be benchmarked against LCC and I&M manual and to related to supplier information on warranty issues.

Criticality class

Class	Criticality	Default inspection Interval
0	Inconsiderable	(6 or more)
1	Low	(6)
2	Medium	(2)
3	High	(1)
4	Very High	(0.5)

Vulnerability class

Class	Vulnerability	Default inspection Interval
0	Very Robust	(6 or more)
1	Robust	(6)
2	Semi-Robust	(2)
3	Vulnerable	(1)
4	Very vulnerable	(0.5)

Messina Strait Bridge - Progetto Definitivo - FMECA_Structures

Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (FMECA) and Inspection and Maintenance Activity Analysis (IMAA)

Structural elements

Current year 2018 (see sheet "FMECA_Basis")

Criticality matrix:

Likelihood of occurrence	Consequence of failure				
	Insignificant	Marginal	Serious	Severe	Very severe
Very unlikely	Inconceivable	Inconceivable	Inconceivable	Low	Low
Unlikely	Inconceivable	Inconceivable	Low	Medium	High
Occasional	Inconceivable	Low	Medium	High	Very High
Likely	Inconceivable	Low	Medium	High	Very High
Very likely	Inconceivable	Medium	High	Very High	Very High

Vulnerability matrix:

Criticality	Time for failure development						
	Years	Quarters	Months	Weeks	Days	Hours	
Inconceivable	Very Robust	Very Robust	Very Robust	Very Robust	Very Robust	Very Robust	Very Robust
Low	Robust	Sem-Robust	Robust	Sem-Robust	Sem-Robust	Sem-Robust	Sem-Robust
Medium	Robust	Sem-Robust	Sem-Robust	Sem-Robust	Vulnerable	Vulnerable	Vulnerable
High	Robust	Sem-Robust	Sem-Robust	Vulnerable	Vulnerable	Very vulnerable	Very vulnerable
Very High	Sem-Robust	Sem-Robust	Vulnerable	Vulnerable	Very vulnerable	Very vulnerable	Very vulnerable

Element number	Element name	Element description	Failure Mode (FM)	Failure Effect (E), Criticality (CA) and Vulnerability Analysis*				Failure and detection analysis				Inspection and Maintenance Activity Analysis (IMAA)																			
				Describe failure effect	Consequence	Criticality	Comments	Detection Method	Mitigation measures other than maintenance	Recommendations - Can failure be eliminated or managed in ways other than maintenance?	Time for Failure Development** (Hours, Days, Weeks, Months, Quarters, Years)	Vulnerability	Failure Detection Years	Time for Damage Tolerance*** (LAT) (Years)	Time for Failure Development*** (LAT) (Years)	Default inspection interval based on criticality (RBI or RBT) (Years)	Selected inspection interval (LAT) (Years)	RBI or RBT	Year for start up of operation period for elements (Year no.)	Mean Time Between Failures, MTBF (Years)	System age (Years)	Recommended Inspection strategy****	Recommended Maintenance strategy****	Link to detailed RBI plan****	Link to detailed RCM plan****	Comments to inspection/maintenance strategy	Spares part requirement in order to minimize repair time (if critical)	Key parameters to monitor			
1.2.2.4	Main cables	Main cables are carrying the hangers which are carrying the suspended deck.	Corrosion	Steel degradation caused by corrosion could lead to failure of the suspended deck.	5	5	5	3	1	Loss of main cable is disastrous, however considered very unlikely. Failure development period, assuming there is no prot. systems available, (From corrosion starts to critical) is assumed to be more than 10 years.	10 Y	1	YES	Inspection	- Neoprene wrapping incl. caulking (assumed as preferred strategy). - Dehumidification system - Electrical and Mechanical Control System (EMC) - Structural Health Monitoring System (SHMS)	-	10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Corrosion is a consequence of a failing protection system. Time for damage tolerance is therefore set to 6 years, which is the same as the protection system. Due to the number and nature of protection systems this interval may be increased.	None	Dehumidification system. Corrosion is unacceptable and a sign of a failing protection system.
1.2.2.4	Galvanisation of wires in main cable	Secondary protection of main cables against corrosion.	Degradation of galvanisation.	Loss of galvanisation starts corrosion of wires	0	3	0	0	2	Loss of galv. happens before corrosion and therefore only relates to extra costs due to extra analyses and inspections. If primary prot. system function 100% correct galv. will not degrade.	10 Y	1	YES	Inspection	None	-	10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Corrosion is a consequence of a failing protection system. Time for damage tolerance is therefore set to 6 years, which is the same as the protection system. Due to the number and nature of protection systems this interval may be increased.	None	Dehumidification system.
1.2.2.4.1.3	Elastomeric wrapping for main cables	Primary protection of main cables against corrosion.	Weather conditions and material durability causing degradation.	Degradation of galvanisation of wires (could last approx. 10 years without dehumidification).	0	1	1	0	3	There are no speakable consequences given that dehumidification is reestablished within few months.	10 Y	1	YES	EMC	EMC surveillance graphs are checked by expert once a year.	None	10	6	(6 or more)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			EMC surveillance graphs are checked by expert once a year.	Repair kits.	Relative humidity inside cable.
1.2.2.4.1.3	Elastomeric wrapping - Caulking	Primary protection of main cables against corrosion.	Tear and wear	Degradation of galvanisation of wires (could last approx. 10 years without dehumidification).	0	1	1	0	3	There are no speakable consequences given that dehumidification is reestablished within few months.	10 Y	1	YES	EMC	EMC surveillance graphs are checked by expert once a year.	None	10	6	(6 or more)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			EMC surveillance graphs are checked by expert once a year.	Repair kits.	Relative humidity inside cable.
1.2.3.1.1.2	Hanger system - hangers	Carrying load from suspended deck to the main cables.	Corrosion, hangers. Hangers are subject to corrosion from weather variations.	Loss of X wires leads to a loss of 1 strand followed by others which leads to loss of a full hanger system in A years that leads to failure of suspended deck.	5	5	5	3	1	Consequences of hanger failure is disastrous, however considered very unlikely.	10 Y	1	YES	Inspection	- SHMS	-	10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Corrosion is a consequence of a failing protection system. Time for damage tolerance is therefore set to 6 years, which is the same as the protection system.		Corrosion is unacceptable and a sign of a failing protection system.
1.2.3.1.1.1	HDPE Sheaths for Hangers	Primary protection of hangers against corrosion.	Weather conditions and material durability causing degradation.	Degradation of galvanisation of wires (could last approx. 10 years without protection of HDPE sheaths).	0	2	1	0	2	Economical consequences could be serious in terms of extra analyses and inspections	10 Y	1	YES	Inspection	None	-	10	6	(6 or more)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Repair kits for sheath damage.		
1.2.3.1.1.2	Galvanisation of wires in hangers	Secondary protection of hangers against corrosion.	Degradation of galvanisation.	Loss of galvanisation starts corrosion of wires	0	3	0	0	2	Loss of galv. happens before corrosion and therefore only relates to extra costs due to extra analyses and inspections. If primary prot. system function 100% correct galv. will not degrade.	10 Y	1	YES	Inspection	None	-	10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)					
1.2.2.1	Hanger system - clamps	Carrying load from hangers to the main cables.	Loss of prestress in bolts causing fatigue in bolts and/or clamp slippage.	Y number of high stress fatigue cycles, caused by loss of prestress in bolts, leads to reduced lifetime of bolts which leads to loss of 2 cable clamps next to each other which leads to a loss of a full hanger system and eventually could lead to failure of suspended deck in A years.	5	5	5	3	3	Consequences of hanger clamp failure could be disastrous. Loss of prestress could happen occasionally, but not within a 2 year period.	2 Y	1	YES	Inspection	None	-	2	2	(2)	2	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 2 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			It is assumed that prestress level has a predefined service threshold still have capacity for another 2 years and time for damage tolerance is therefore set to 2 years.	- Clamp bolts. - Seals at cable clamps.	Prestress in bolts are measured with ultrasonic equipment.
1.2.2.3	Hanger system - anchorage	Carrying load from the suspended deck to the hangers.	Corrosion, hanger anchorage. Hanger anchorages in deck are subjected to corrosion from weather variations.	Loss of Y mm steel in B years leads to failure of X cable clamps next to each other which leads to a loss of a full hanger system leads to failure of suspended deck.	5	5	5	3	1	Consequences of hanger anchorage failure caused by corrosion could be disastrous, however considered very unlikely.	10 Y	1	YES	Inspection	Coating system	-	10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Corrosion is a consequence of a failing protection system. Time for damage tolerance is therefore set to 6 years, which is the same as the protection system.		
1.2.2.3	Hanger system - anchorage	Carrying load from the suspended deck to the hangers.	Fatigue in welds. Hanger anchorages in deck are subjected to fatigue from traffic, wind, etc..	X number of high stress fatigue cycles leads to loss of Y cable clamps next to each other leads to a loss of a full hanger system leads to failure of suspended deck.	5	5	5	3	3	Consequences of hanger anchorage failure caused by fatigue could be disastrous, and could happen occasionally.	2 Y	1	YES	Inspection	SHMS ?	-	2	0	(2)	2	RBI	2018	-	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 2 years	Immediately plan or perform corrective/ periodic preventive maintenance (CBM)			Continuous monitoring should be installed, however this can only be carried out at selected spots.		
1.2.2.3	Coating system on hanger anchorage	Protection of steel against corrosion.	380 µm zinc-rich Ethyl-silicate primer, Epoxy intermediate coating and acrylic top coat or likewise.	Total coating system giving protection of steel against corrosion.	Weather conditions and material durability causing degradation.	Failure of primer starts surface corrosion. Loss of X mm steel in A years in an accelerating rate. Cost of repair increases.	0	4	1	0	2	YES	Inspection	None	Stainless steel, however this is not cost optimal.	-	10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			X amount of Coating system for spot repairs.		Adhesion and Cross-cut test.
1.2.2.3	Top coat on hanger anchorage	Acrylic top coat (integrated part of total coating system)	Renewable top coat giving mechanical protection, UV protection, shine and colour to the coating system	Weather conditions and material durability causing degradation.	Loss of ability to renew topcoat. Cost of repair increases.	Economical consequences of failing coating system could be severe in terms of loss of ability to renew topcoat -> full coating system is necessary.	0	4	1	0	3	YES	Inspection	None	Stainless steel, however this is not cost optimal.	-	10	6	(6)	6	RBI	2018	30	0	Perform periodic special inspection every 8 years according to the RBI plan. Principal inspection should be performed in year 2048, based on 20% of a lognormal distribution (27 years after appliance).	Topcoat needs to be maintained in year 2048 (30 years after appliance).	X		X amount of Coating system for spot repairs.		Visual inspection and assessment of Coating Condition Indicator, CC.

Messina Strait Bridge - Progetto Definitivo - FMECA_Structures

Element number	Element name	Element description			Failure Mode (FM)	Failure Effect (E), Criticality (CA) and Vulnerability Analysis*					Failure and detection analysis					Inspection and Maintenance Activity Analysis (IMAA)											
		Main function	Parts or composition	Part function		Causes of functional failure	Describe failure effect	Consequence	Comments	Time for Failure Development (Hours, Days, Weeks, Months, Quarters, Years)	Vulnerability	Detection Method	Mitigation measures other than maintenance	Recommendations - Can failure be eliminated or managed in ways other than maintenance?	Time for Failure Development (Years)	Time for Damage Tolerance (Years)	Default Inspection Interval based on criticality (Years)	Selected Inspection Interval (Years)	RCM or RBI	Year for start up of operation period for element/system (Year no.)	Mean Time Between Failures, MTBF (Years)	System age (years)	Recommended Inspection strategy****	Recommended Maintenance strategy*****	Link to detailed RCM plan****	Link to detailed RBI plan*****	Comments to inspection/maintenance strategy
1.2.3.2 1.2.3.3	Roadway Steel Girders	Carrying road traffic (2 lanes + emergency lane).	see drawings.		Corrosion, internal: Roadway girders are subject to internal corrosion.	Loss of Y mm steel in B years leads to failure of roadway girders.	Consequences of steel failure caused by corrosion could be disastrous, however considered very unlikely.	10 Y	1	YES	- Dehumidification system - EMC System	Stainless steel, however this is not cost optimal.	10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Corrosion is a consequence of a failing protection system. Time for damage tolerance is therefore set to 6 years, which is the same as the protection system.		Relative humidity inside girder.
1.2.3.2 1.2.3.3	Roadway Steel Girders	-	-		Corrosion, external: Roadway girders are subject to external corrosion from weather variations.	Loss of Y mm steel in B years leads to failure of roadway girders.	Consequences of steel failure caused by corrosion could be disastrous, however considered very unlikely.	10 Y	1	YES	- Coating system	Stainless steel, however this is not cost optimal.	10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Corrosion is a consequence of a failing protection system. Time for damage tolerance is therefore set to 6 years, which is the same as the protection system.		Visual inspection and assessment of Coating Condition Indicator, CC.
1.2.3.2 1.2.3.3	Roadway Steel Girders	-	-		Fatigue in welds: Roadway girders are subject to fatigue from traffic, wind, etc..	X number of high stress fatigue cycles leads to failure of roadway girders.	Consequences of weld failure caused by fatigue could be disastrous, and could happen occasionally.	2 Y	1	YES	- SHMS, measuring loads on bridge (fatigue levels and cycles)	Stainless steel, however this is not cost optimal.	2	0	(2)	2	RBI	2018	-	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 2 years	Immediately plan or perform corrective/ periodic preventive maintenance (CBM)			Continuous monitoring should be installed, however this can only be carried out at selected spots.		Hot spots (i.e. areas under wheel/tracks) identified during design. Cracklength.
1.2.3.2 1.2.3.3	Coating system on Roadway Steel Girders	Protection of steel against corrosion.	380 µm zinc-rich Ethyl-silicate primer, Epoxy intermediate coating and acrylic top coat or likewise.	Total coating system giving protection of steel against corrosion.	Weather conditions and material durability causing degradation.	Failure of primer starts surface corrosion. Loss of X mm steel in A years in an accelerating rate. Cost of repair increases.	Economical consequences of falling coating system could be severe in terms of extra costs to sandblasting and preparing of surface.	10 Y	1	YES	None	Stainless steel, however this is not cost optimal.	10	6	(6 or more)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			X amount of Coating system for spot repairs.		Adhesion and Cross-cut test.
1.2.3.2 1.2.3.3	Top coat on Roadway Steel Girders	-	Acrylic top coat (integrated part of total coating system)	Renewable top coat giving mechanical protection, UV-protection, shine and colour to the coating system	Weather conditions and material durability causing degradation.	Loss of ability to renew topcoat. Cost of repair increases.	Economical consequences of falling coating system could be severe in terms of loss of ability to renew topcoat -> full coating system is necessary.	10 Y	1	YES	None	Stainless steel, however this is not cost optimal.	10	6	(6)	6	RBI	2018	30	0	Perform periodic special inspection every 6 years according to the RBI plan. Principal inspection should be performed in year 2045, based on 20% of a lognormal distribution (27 years after appliance).	Topcoat needs to be maintained in year 2048 (30 years after appliance).		X	X amount of Coating system for spot repairs.		Visual inspection and assessment of Coating Condition Indicator, CC.
1.3.3.1	Roadway surfacing and marking on roadway Steel Girders	Ensuring correct traffic grip and protection of steel girder below it	-	-	Permeability of surfacing causing corrosion of steel girder.	Loss of Y mm steel in B years leads to failure of roadway girders.	Consequences of steel failure caused by corrosion could be disastrous, however considered very unlikely.	10 Y	1	YES	None	Stainless steel, however this is not cost optimal.	10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Corrosion is a consequence of a failing protection system. Time for damage tolerance is therefore set to 6 years, which is the same as the protection system.		
1.3.3.1	Roadway surfacing and marking on roadway Steel Girders	-	12 mm polymer resin.	-	Loss of integrity	Car accidents may happen.	Consequences of fatalities are severe and loss of integrity are likely to occur. Failure development caused by i.e. freeze-thaw could be within 1 day.	1 D	5	YES	None	Stainless steel, however this is not cost optimal.	0,003	0,003	(0,5)	0,003	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 0,003 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			0,003 year = 1 day Continuous monitoring should be installed, if possible.		
1.2.3.1	Railway Steel Girder	Carrying rail traffic (two tracks)	see drawings.		Corrosion, internal: Roadway girders are subject to internal corrosion.	Loss of Y mm steel in B years leads to failure of railway girder which leads to derailment.	Consequences of steel failure caused by corrosion could be disastrous, however considered very unlikely.	10 Y	1	YES	- Dehumidification system - EMC System	Stainless steel, however this is not cost optimal.	10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Corrosion is a consequence of a failing protection system. Time for damage tolerance is therefore set to 6 years, which is the same as the protection system.		Relative humidity inside girder.
1.2.3.1	Railway Steel Girder	-	-		Corrosion, external: Roadway girders are subject to external corrosion from weather variations.	Loss of Y mm steel in B years leads to failure of railway girder which leads to derailment.	Consequences of steel failure caused by corrosion could be disastrous, however considered very unlikely.	10 Y	1	YES	- Coating system	Stainless steel, however this is not cost optimal.	10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Corrosion is a consequence of a failing protection system. Time for damage tolerance is therefore set to 6 years, which is the same as the protection system.		Visual inspection and assessment of Coating Condition Indicator, CC.
1.2.3.1	Railway Steel Girder	-	-		Fatigue in welds: Railway girder is subject to fatigue from traffic, wind, etc..	X number of high stress fatigue cycles leads to failure of railway girder which leads to derailment.	Consequences of weld failure caused by fatigue could be disastrous, and could happen occasionally.	2 Y	1	YES	- SHMS, measuring loads on bridge (fatigue levels and cycles)	Stainless steel, however this is not cost optimal.	2	0	(2)	2	RBI	2018	-	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 2 years	Immediately plan or perform corrective/ periodic preventive maintenance (CBM)			Continuous monitoring should be installed, however this can only be carried out at selected spots.		Hot spots (i.e. areas under heavy wheels) identified during design. Cracklength.
1.2.3.1	Coating system on Railway Steel Girders	Protection of steel against corrosion.	380 µm zinc-rich Ethyl-silicate primer, Epoxy intermediate coating and acrylic top coat or likewise.	Total coating system giving protection of steel against corrosion.	Weather conditions and material durability causing degradation.	Failure of primer starts surface corrosion. Loss of X mm steel in A years in an accelerating rate. Cost of repair increases.	Economical consequences of falling coating system could be severe in terms of extra costs to sandblasting and preparing of surface.	10 Y	1	YES	None	Stainless steel, however this is not cost optimal.	10	6	(6 or more)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			X amount of Coating system for spot repairs.		Adhesion and Cross-cut test.
1.2.1.3	Top coat on Railway Steel Girders	-	Acrylic top coat (integrated part of total coating system)	Renewable top coat giving mechanical protection, UV-protection, shine and colour to the coating system	Weather conditions and material durability causing degradation.	Loss of ability to renew topcoat. Cost of repair increases.	Economical consequences of falling coating system could be severe in terms of loss of ability to renew topcoat -> full coating system is necessary.	10 Y	1	YES	None	Stainless steel, however this is not cost optimal.	10	6	(6)	6	RBI	2010	30	8	Perform periodic special inspection every 6 years according to the RBI plan. Principal inspection should be performed in year 2037, based on 20% of a lognormal distribution (27 years after appliance).	Topcoat needs to be maintained in year 2040 (30 years after appliance).		X	X amount of Coating system for spot repairs.		Visual inspection and assessment of Coating Condition Indicator, CC.
1.2.1.3	Railway surfacing	Ensuring corrosion protection of steel girder below it	12 mm polymer resin.	-	Permeability of surfacing causing corrosion of steel girder.	Loss of Y mm steel in B years leads to failure of railway girders.	Consequences of steel failure caused by corrosion could be disastrous, however considered very unlikely.	10 Y	1	YES	None	Stainless steel, however this is not cost optimal.	10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Corrosion is a consequence of a failing protection system. Time for damage tolerance is therefore set to 6 years, which is the same as the protection system.		
1.2.1.4	Cross Girders (steel)	Ensuring load transfer from road- and railway girder to hangers.	see drawings.		Corrosion, internal: Cross girders are subject to internal corrosion.	Loss of Y mm steel in B years leads to failure of crossgirder, railway and roadway girder which leads to derailment and car accidents.	Consequences of steel failure caused by corrosion could be disastrous, however considered very unlikely.	10 Y	1	YES	- Dehumidification system - EMC System	Stainless steel, however this is not cost optimal.	10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Corrosion is a consequence of a failing protection system. Time for damage tolerance is therefore set to 6 years, which is the same as the protection system.		Relative humidity inside girder.
1.2.1.4	Cross Girders (steel)	-	-		Corrosion, external: Cross girders are subject to external corrosion from weather variations.	Loss of Y mm steel in B years leads to failure of cross girder, railway and roadway girder which leads to derailment or car accidents.	Consequences of steel failure caused by corrosion could be disastrous, however considered very unlikely.	10 Y	1	YES	- Coating system	Stainless steel, however this is not cost optimal.	10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Corrosion is a consequence of a failing protection system. Time for damage tolerance is therefore set to 6 years, which is the same as the protection system.		Visual inspection and assessment of Coating Condition Indicator, CC.

Messina Strait Bridge - Progetto Definitivo - FMECA_Structures

Element number	Element name	Element description			Failure Mode (FM)	Failure Effect (E), Criticality (CA) and Vulnerability Analysis*										Failure and detection analysis										Inspection and Maintenance Activity Analysis (IMAA)									
		Main function	Parts or composition	Part function		Causes of functional failure	Describe failure effect	Unavailability	Costs	Fatality	Environmental damage	Liability of occurrence of max(Consequence)	Criticality	Comments	Time for Failure Development - (Hours, Days, Weeks, Months, Quarters, Years)	Vulnerability	Failure Detection (Yes/No)	Detection Method	Mitigation measures other than maintenance	Recommendations - Can failure be eliminated or managed in ways other than maintenance?	Time for Failure Development - [A1]	Time for Damage Tolerance - [A2]	Default inspection interval based on criticality (Default) [Years]	Selected inspection interval [A3]	RBI or RMI	Year for start up of operation period for element/system (Year no.)	Mean Time Between Failures, MTBF [Years]	System age (years)	Recommended Inspection strategy*****	Recommended Maintenance strategy*****	Link to detailed RCM plan*****	Link to detailed RBI plan*****	Comments to inspected maintenance strategy	Spares part requirement in order to minimize repair time (if critical)	Key parameters to monitor
1.2.1.4	Cross Girders (steel)				Fatigue in welds: Cross girder is subject to fatigue from traffic, wind, etc.	X number of high stress fatigue cycles leads to failure of cross girder, which leads to derailment or car accidents.	5	5	5	3	3	Consequences of weld failure caused by fatigue could be disastrous, and could happen occasionally.	2	Y	1	YES	Inspection	- SHMS, measuring loads on bridge (fatigue levels and cycles)	Stainless steel, however this is not cost optimal.		2	0	(2)	2	RBI	2018	-	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 2 years	Immediately plan or perform corrective/preventive maintenance (CBM)			Continuous monitoring should be installed, however this can only be carried out at selected spots.		Hot spots (i.e. areas under railtracks) identified during design. Cracklength.
1.2.1.4	Coating system on Cross Girders	Protection of steel against corrosion.	380 µm zinc-rich Ethyl-silicate primer, Epoxy intermediate coating and acrylic top coat or likewise.	Total coating system giving protection of steel against corrosion.	Weather conditions and material durability causing degradation.	Failure of primer starts surface corrosion. Loss of X mm steel in A years in an accelerating rate. Cost of repair increases.	0	4	1	0	1	Economical consequences of falling coating system could be severe in terms of extra costs to sandblasting and preparing of surface.	10	Y	1	YES	Inspection	None	Stainless steel, however this is not cost optimal.		10	6	(6 or more)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			X amount of Coating system for spot repairs.		Adhesion and Cross-cut test.
1.2.1.4	Top coat on Cross Girders		Acrylic top coat (integrated part of total coating system)	Renewable top coat giving mechanical protection, UV-protection, shine and colour to the coating system	Weather conditions and material durability causing degradation.	Loss of ability to renew topcoat. Cost of repair increases.	0	4	1	0	2	Economical consequences of falling coating system could be severe in terms of loss of ability to renew topcoat -> full coating system is necessary.	10	Y	1	YES	Inspection	None	Stainless steel, however this is not cost optimal.		10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)	X		X amount of Coating system for spot repairs.		Visual inspection and assessment of Coating Condition Indicator, CC.
1.2.1	Towers	Carrying main cables.			Corrosion, internal: Towers are subject to internal corrosion.	Loss of Y mm steel in B years leads to failure of tower leads to failure of suspended deck.	5	5	5	3	1	Consequences of steel failure caused by corrosion could be disastrous, however considered very unlikely.	10	Y	1	YES	Inspection	- Dehumidification system - EMC System	Stainless steel, however this is not cost optimal.		10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Corrosion is a consequence of a falling protection system. Time for damage tolerance is therefore set to 6 years, which is the same as the protection system.		Relative humidity inside girder.
1.2.1	Towers				Corrosion, external: Towers are subject to external corrosion from weather variations.	Loss of Y mm steel in B years leads to failure of tower leads to failure of suspended deck.	5	5	5	3	1	Consequences of steel failure caused by corrosion could be disastrous, however considered very unlikely.	10	Y	1	YES	Inspection	- Coating system	Stainless steel, however this is not cost optimal.		10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Corrosion is a consequence of a falling protection system. Time for damage tolerance is therefore set to 6 years, which is the same as the protection system.		Visual inspection and assessment of Coating Condition Indicator, CC.
1.2.1	Towers				Fatigue in welds: Towers are subject to fatigue from traffic, wind, etc.	X number of fatigue cycles leads to failure of towers which leads to failure of suspended deck.	5	5	5	3	3	Consequences of weld failure caused by fatigue could be disastrous, and could happen occasionally.	2	Y	1	YES	Inspection	- (SHMS), measuring loads on bridge (fatigue levels and cycles)	Stainless steel, however this is not cost optimal.		2	6	(2)	2	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 2 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Continuous monitoring should be installed, however this can only be carried out at selected spots.		Hot spots identified during design. Connection between crossbeams and tower legs.
1.2.1	Coating system on Towers	Protection of steel against corrosion.	380 µm zinc-rich Ethyl-silicate primer, Epoxy intermediate coating and acrylic top coat or likewise.	Total coating system giving protection of steel against corrosion.	Weather conditions and material durability causing degradation.	Failure of primer starts surface corrosion. Loss of X mm steel in A years in an accelerating rate. Cost of repair increases.	0	4	1	0	1	Economical consequences of falling coating system could be severe in terms of extra costs to sandblasting and preparing of surface.	10	Y	1	YES	Inspection	None	Stainless steel, however this is not cost optimal.		10	6	(6 or more)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			X amount of Coating system for spot repairs.		Adhesion and Cross-cut test.
1.2.1	Top coat on Towers		Acrylic top coat (integrated part of total coating system)	Renewable top coat giving mechanical protection, UV-protection, shine and colour to the coating system	Weather conditions and material durability causing degradation.	Loss of ability to renew topcoat. Cost of repair increases.	0	4	1	0	2	Economical consequences of falling coating system could be severe in terms of loss of ability to renew topcoat -> full coating system is necessary.	10	Y	1	YES	Inspection	None	Stainless steel, however this is not cost optimal.		10	6	(6)	6	RBI	2018	30	0	Perform periodic special inspection every 6 years according to the RBI plan. Principal inspection should be performed in year 2045, based on 20% of a lognormal distribution (27 years after appliance).	Topcoat needs to be maintained in year 2048 (30 years after appliance).	X		X amount of Coating system for spot repairs.		Visual inspection and assessment of Coating Condition Indicator, CC.
1.1.1	Tower foundations (reinforcement)	Supporting of towers.			Corrosion of reinforcement	Loss of Y number of reinforcement bars in B years leads to failure of tower foundations which leads to failure of tower that leads to failure of suspended deck.	5	5	5	3	2	Consequences of reinforcement failure caused by corrosion could be disastrous, however is considered unlikely.	10	Y	1	YES	Test probes established during the building of the bridge.	- Necessary preparations for future cathodic protection system		10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Corrosion is a consequence of a falling protection system. Time for damage tolerance is therefore set to 6 years, which is the same as the protection system.			
1.1.1	Tower foundations (concrete)				Degradation of concrete	Degradation of concrete in B years leads to failure of tower which leads to failure of suspended deck.	5	5	5	3	2	Consequences of concrete failure could be disastrous, however is considered unlikely.	20	Y	1	NO	Possible hidden failure is handled by robustness in design.	None			20	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Cracks and concrete degradation in general.		
1.1.1	Tower foundations (concrete)				Fatigue in bolts in tie-down: Bolts are subject to fatigue from traffic, wind, etc.	Y number of fatigue cycles, caused by loss of prestress in bolts, leads to reduced lifetime of bolts which leads to loss failure of tower in A years.	5	5	5	3	3	Consequences of bolts failure caused by fatigue could be disastrous, and could happen occasionally.	2	Y	1	YES	Inspection	Prestress of bolts			2	2	(2)	2	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 2 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			It is assumed that prestress less than a predefined service threshold still have capacity for another 2 years and time damage tolerance is therefore set to 2 years.	bolts/nuts	Prestress in bolts are measured with ultrasonic equipment.
1.1.2	Anchor Blocks (concrete)	Anchoring main cable.			Corrosion of reinforcement	Loss of Y number of reinforcement bars in B years leads to failure of anchors blocks leads to failure of suspended deck.	5	5	5	3	2	Consequences of reinforcement failure caused by corrosion could be disastrous, however is considered unlikely.	10	Y	1	YES	Test probes established during the building of the bridge.	- water proofing - Necessary preparations for future cathodic protection system		10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)						
1.1.2	Anchor Blocks (concrete)				Degradation of concrete	Degradation of concrete in B years leads to failure of anchor blocks leads to failure of suspended deck.	5	5	5	3	2	Consequences of concrete failure could be disastrous, however is considered unlikely.	20	Y	1	NO	Possible hidden failure is handled by robustness in design.	- water proofing			20	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Cracks and concrete degradation in general.		
1.1.2	Anchor Blocks				Ground water level drainage malfunction.	Faster degradation of concrete in B years leads to failure of anchor blocks leads to failure of suspended deck.	5	5	5	3	2	Consequences of drainage malfunction could be disastrous, however is considered unlikely.	4	Y	1	NO	Inspection should observe water ingress, otherwise hidden failure.	None	Detection of ground water level		4	6	(1)	6	RCM	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Water ingress.		
1.1.2	Membrane on anchor blocks	Protection of outer (horizontal) concrete surfaces against moist/water ingress and faster degradation.			Degradation during time.	Faster degradation of concrete in B years leads to failure of anchor blocks leads to failure of suspended deck.	5	5	5	3	2	Consequences of membrane failure could be disastrous, however is considered unlikely.	10	Y	1	NO	Inspection should observe water ingress, otherwise hidden failure.	None			10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Water ingress.		
1.2.2.2	Tower and splay saddles	Ensuring load transfer from main cables to towers and spreading of main cable (allowing it to be anchored)			Corrosion: Tower and splay saddles are subject to corrosion from weather variations.	Loss of Y mm steel in B years leads to failure of splay saddles leads to failure of suspended bridge.	5	5	5	3	1	Consequences of steel failure caused by corrosion could be disastrous, however considered very unlikely.	10	Y	1	NO	Hidden failure for some unavailable parts	None	Avoid hidden parts to the largest possible extent.		10	6	(6)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)					
1.2.2.2	Tower and splay saddles				Fatigue in bolts: Bolts are subject to fatigue from traffic, wind, etc.	Y number of high stress fatigue cycles, caused by loss of prestress in bolts, leads to reduced lifetime of bolts which leads to failure of saddles leads to failure of suspended bridge.	5	5	5	3	3	Consequences of bolts failure caused by fatigue could be disastrous, and could happen occasionally.	2	Y	1	YES	Inspection	Prestress of bolts			2	2	(2)	2	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 2 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Bolts/nuts	Prestress in bolts are measured with ultrasonic equipment.	
1.3.1.3	Crash barriers	Preventing vehicles falling from the bridge.			Corrosion: Crash Barriers are subject to external corrosion from weather variations.	Loss of Y mm steel in B years leads to failure during impact from car which leads to increased casualties.	2	1	4	0	1	Consequences of fatalities are severe, however considered very unlikely.	10	Y	1	YES	Inspection	Galvanisation	Stainless steel, however this is not cost optimal.		10	0,003	(6 or more)	6	RBI	2018	-	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 6 years	Immediately plan or perform corrective/ periodic preventive maintenance (CBM)			Continuous monitoring means, in this case -> drive by every day to see if everything looks fine. 0.003 year = 1 day		Thickness of galvanisation

Messina Strait Bridge - Progetto Definitivo - FMECA_Structures

Element number	Element name	Element description			Failure Mode (FM)	Failure Effect (E), Criticality (CA) and Vulnerability Analysis*							Failure and detection analysis										Inspection and Maintenance Activity Analysis (IMAA)											
		Main function	Parts or composition	Part function		Causes of functional failure	Describe failure effect	Consequence			Comments	Time for Failure Development (Hours, Days, Weeks, Months, Quarters, Years)	Failure Development class	Vulnerability	Failure detection Yes/No	Detection Method	Mitigation measures other than maintenance	Recommendations - Can failure be eliminated or managed in ways other than maintenance?	Time for Failure Development... [A1] (Years)	Time for Damage Tolerance... [A2] (Years)	Default inspection interval based on criticality (Default) [A3] (Years)	Selected inspection interval [A1] (Years)	RCM or RBI	Year for start up of operation period for element/system (Year no.)	Mean Time Between Failures, MTBF (Years)	System age (years)	Recommended inspection strategy*****	Recommended maintenance strategy*****	Link to detailed RCM plan****	Link to detailed RBI plan****	Comments to inspected maintenance strategy	Spares part requirement in order to minimize repair time (if critical)	Key parameters to monitor	
1.3.1.3	Galvanisation of crash Barriers	Protection of crash barriers against corrosion.	Galvanisation		Degradation of galvanisation.	Loss of galvanisation	1	2	1	0																								2
1.3.1.2	Wind screens	Provide accessibility at high winds.			Corrosion: Wind screens are subject to external corrosion from weather variations.	Loss of Y mm steel in B years leads to failure during high wind speeds which leads to unintended bridge vibrations and closedown of bridge.	4	3	1	0	1	Consequences of loss of wind screens could cause very severe unavailability for bridge users, however this is considered very unlikely.	10 Y	1	YES	Inspection	Galvanisation	Stainless steel, however this is not cost optimal.		10	0,003	(6 or more)	6	RBI	2018	-	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 6 years	Immediately plan or perform corrective/ periodic preventive maintenance (CBM)			Continuous monitoring means, in this case -> drive by every day to see if everything looks fine. 0,003 year = 1 day	- Bolts/nuts - Wind screen segments all included.	Thickness of galvanisation
1.3.1.2	Galvanisation of wind screens	Protection of wind screens against corrosion.	115 µm galvanisation (hot-dipped)		Degradation of galvanisation.	Loss of galvanisation	0	1	1	0	3	There are no speakable consequences given that prof. system is reestablished within few years. Loss of galvanisation is assumed to attend occasionally.	10 Y	1	YES	Inspection	None			10	6	(6 or more)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)				None	Thickness of galvanisation
1.3.2.1	Bearings	Support of road- and railway girder at terminal structure.			Wear and tear: Bearings are subject to wear and tear.	Sliding surfaces are worn out, resulting in costful damages to bearings. No actual failure is foreseen.	1	4	0	0	2	Lack of maintenance of sliding parts could have costful results. This is however considered unlikely.	4 Y	1	YES	Inspection	None			4	2	(6)	2	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 2 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Inspection interval is set to 2 years, which is the same as damage tolerance period.		Correct behaviour/movements. Thickness of sliding material
1.3.2.2	Roadway expansion joints	Allowing longitudinal movements of roadway girder at towers.	(see separate page for break-down of system)	(see separate page for break-down of system)	Wear and tear	Sealing strips are most vulnerable.		3	4	4	0	Lack of maintenance of sealing strips/lamellas could have costful and fatal consequences. This is considered very likely, based on the fast failure development.	1 Q	2	YES	Inspection	None	Monitoring of movements - all distances between lamellas. - position of expansion joint.		0,25	0	(2)	0,25	RBI	2018	-	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 0,25 years	Immediately plan or perform corrective/ periodic preventive maintenance (CBM)	X		A full monitoring system for expansion joint would be advisable, however it is assessed that quarterly inspections is sufficient.	- Sliding plates, springs, lamellas, etc.	Correct behaviour/movements. Dirt or water entering the girder. Wear and tear
1.3.2.2	Roadway expansion joints	Allowing longitudinal movements of roadway girder at towers.	(see separate page for break-down of system)	(see separate page for break-down of system)	Wear and tear	Sliding parts.		3	3	4	0	Loss of expansion joint elements could have very severe consequences. Failure development is considered to be years.	1 Y	1	YES	Inspection	None			1	0	(6)	1	RBI	2018	-	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 1 years	Immediately plan or perform corrective/ periodic preventive maintenance (CBM)				- All replaceable parts.	Unexpected tearing or cracks.
1.3.2.2	Railway expansion joints	Allowing longitudinal movements of railway girder at bridge ends.	(see separate page for break-down of system)	(see separate page for break-down of system)	Wear and tear	Sliding parts are most vulnerable.		4	4	5	0	Lack of maintenance of sliding parts could have costful and fatal consequences. This is could happen occasionally, based on the fast failure development.	2 Q	2	YES	Inspection	None	Full monitoring system - Movements - Sledge twisting - Temperature		0,5	0	(2)	0,5	RBI	2018	-	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 0,5 years	Immediately plan or perform corrective/ periodic preventive maintenance (CBM)	X			- Sliding plates, springs, lamellas, etc.	Correct behaviour/movements. Dirt or water entering the girder. Wear and tear
1.4.3.2	Drainage system	Ensuring drainage of surface water incl. removal of accidental oil and petrol.			Malfunction	Malfunction could cause car accidents.		1	1	4	1	A failure of the drainage system could have fatal consequences. This could happen occasionally.	12 H	6	YES	Inspection	System test			0,001	0	(1)	1	RCM	2018	-	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 1 years	Immediately plan or perform corrective/ periodic preventive maintenance (CBM)			Continuous monitoring means, in this case -> keep road clean daily/weekly and drive by whenever heavy rain appears and see if drainage system works.		
1.3.3.2	Railway track system	Ensuring railway traffic serviceability.			Wear and tear	Failure could cause derailment.		4	3	5	0	Failure of railway track is disastrous, however considered very unlikely.	2 Y	1	YES	Inspection	None			2	0	(6)	2	RBI	2018	-	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 2 years	Immediately plan or perform corrective/ periodic preventive maintenance (CBM)			Continuous monitoring includes electronic track surveillance with monthly inspections.		
1.3.3.2	Railway track system	Ensuring railway traffic serviceability.			Fatigue	Failure could cause derailment.		4	3	5	0	Failure of railway track is disastrous, however considered very unlikely.	2 Y	1	YES	Inspection	None			2	0	(6)	2	RBI	2018	-	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 2 years	Immediately plan or perform corrective/ periodic preventive maintenance (CBM)			Continuous monitoring includes electronic track surveillance with monthly inspections.		
1.3.1.4	Access facilities	(permanent inside and outside, lower gantries, main cable carriage, gantries for suspended deck, elevators)			Wear and tear			1	1	1	0	Access facilities could occasionally fail, however this has very little consequence.	6 Y	1	YES	Inspection	None			6	6	(6 or more)	6	RBI	2018	-	0	Periodic Inspection every 6 years	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)					According to supplier info.

* The Criticality Analysis for the system/element is evaluated with the questions:
 Question 1) What are the consequences for the bridge regarding unavailability, cost, fatalities and environmental damage given functional failure?
 Question 2) What is the probability of the worst consequence happening, given the functional failure has occurred?

** How long time does it take for the failure mode to evolve from "not detectable" to predefined failure limit (hours, days, weeks, months, quarters, years).

*** How long time can a predefined failure of the element/system be tolerated.

**** Blank cells indicate that no subsheet has yet been established.

***** May be superseded by suppliers information/recommendations

Messina Strait Bridge - Progetto Definitivo - RBI_Top_Coat_girders

RBI plan for top coat on girders

...to be elaborated into 1 sheet for each element (Towers, girders, hanger anchorage etc.)

Coating Condition, threshold, $CC_{\text{threshold}}$ *	12
Periodic Inspect/Cont. monitoring:	1
Vulnerability class (see FMECA sheet):	1
Coefficient of variation, cov	20%
Percentile of a lognormal distribution	20%

(1= periodic inspection; 2= Continuous monitoring)

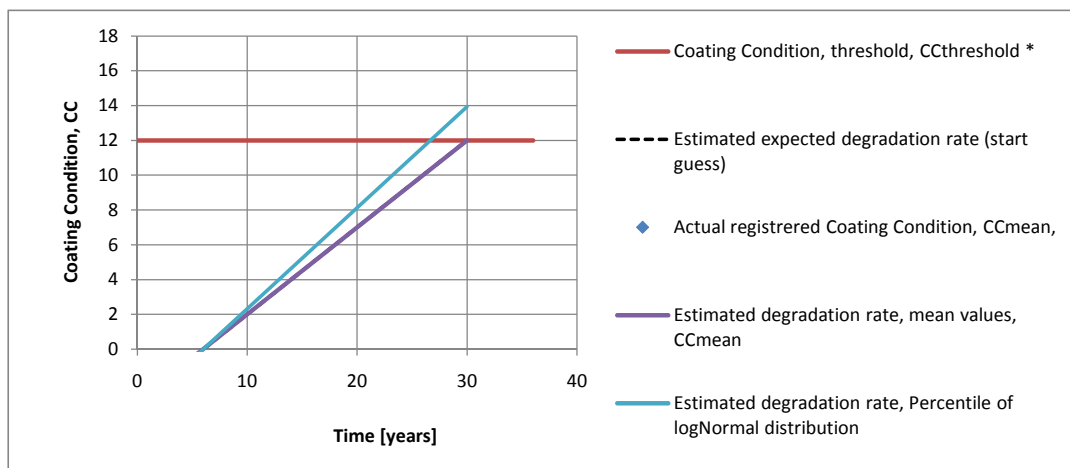
0,854

Time, t [years]	Using mean values		Criticality based <u>Special Inspection plan</u> , (retrieving CC_{mean} values for selected areas)	Estimated Reliability Based <u>Principal Inspection plan</u>
	Actual registered Coating Condition, CC_{mean}	Estimated time before reaching max. allowable Coating Condition, $CC_{\text{threshold}}$		
0		30,0	X (R)	As-built (R)
1		29,0		
2		28,0		
3		27,0		
4		26,0		
5		25,0		
6		24,0	X (R)	Warranty (R)
7		23,0		
8		22,0		
9		21,0		
10		20,0		
11		19,0		
12		18,0	X (R)	
13		17,0		
14		16,0		
15		15,0		
16		14,0		
17		13,0		
18		12,0	X (R)	
19		11,0		
20		10,0		
21		9,0		
22		8,0		
23		7,0		
24		6,0	X (R)	
25		5,0		
26		4,0		
27		3,0		Reliability Based Inspection (N)
28		2,0		
29		1,0		
30		Maintain	X (R)	
31				
32				
33				
34				
35				
36			X (R)	

(R) = Recommended inspections

(N) = Necessary inspection according to calculated percentile of the distribution of a guessed lifetime of the coating.

Messina Strait Bridge - Progetto Definitivo - RBI_Top_Coat_girders



Calculation of degradation rate after initiation** phase:

Linear trendline for Coating Condition: $CC=a*t+b$

	Start guess	Calculated trendlines	
	$CC_{\text{expected(start guess)}}$	CC_{mean}	$CC_{0.20}$
a =	0,5	0,5	0,6
b =	-3,0	-3,0	-3,5
$R^2 =$	-	-	-

Estimated service life of corrosion protection system before Coating condition threshold is reached:

Life time using mean values	30,0 years
Life time using percentile of the distribution	26,7 years

* Coating Condition is determined as:

classification according to ISO 4628-2, 4628-3, 4628-4, 4628-5 multiplied by degree of attack. See example of classification in separate appendix.

** The estimated degradation rate cannot be accurate until there are actual visual/detectable degradation.

Degradation rate/slope is therefore not calculated until 10 % of the allowable severity class has been exceeded.

Messina Strait Bridge - Progetto Definitivo - FMECA_Dehumid_system

Item ID	Main function	Parts or composition	Part function	Causes of functional failure	Describe failure effect	Consequence				Comments	Time for Failure Development** (Hours, Days, Weeks, Months, Quarters, Years)	Failure Development class	Vulnerability	Failure Detection (Year)	Detection Method	Mitigation measures other than maintenance	Recommendations - Can failure be eliminated or managed in ways other than maintenance?	Time for Failure Development*** (AT) (Years)	Time for Damage Tolerance*** (AT) (Years)	Default Inspection Interval based on criticality (RBI) or vulnerability (RBI) (Years)	Selected inspection interval, (AT) (Years)	RCM or RBI	Year for start up of operation period for element/system (Year No.)	Mean Time Between Failures, MTBF (Years)	System age (years)	Recommended Inspection strategy****	Recommended Maintenance strategy****	Link to detailed RCM plan****	Link to detailed RBI plan****	Comments to inspection/maintenance strategy	Spare part requirement in order to minimize repair time (if critical)	Key parameters to monitor
						Unavailability	Costs	Fatalities	Environmental damage																							
1.3.1.4 part 12		Damper (with motor), dry air buffer	Regulates intake of air from buffer to the desiccant rotor for dehumidification	Tear and wear	No function of dehumidification system.	5	1	1	2	The component is vital for the function of the dehumidification system.	1 H	6	YES	Local panel and/or EMC	System test.			1E-04	0,1667	(1)	1	RCM	2018	25	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 1 year	Periodic corrective/preventive maintenance (Expected lifetime of component is 19 years, based on 5% of a normal distribution)	X		Maintenance strategy is currently linked to item 1.3.1.4 part 2.	Spare parts whole unit.	Degradation of damper and/or EMC readings of rel. humidity
				Power breakdown		5	1	1	2	The component is vital for the function of the dehumidification system.	1 H	6						1E-04	0,1667	(1)	1	RCM	2018	0	-	-	-					
1.3.1.4 part 13		Air filter with local pressure indicator and pressure switch, for dry air buffer	Removes particles from buffer air when entering the desiccant rotor	Polluting particles causing clogged-up filter.	Eventually there will be a breakdown of the dehumidification system.	5	1	1	5	The component is vital for the function of the dehumidification system.	1 Q	2	YES	Local panel and/or EMC	Spare parts ready.			0,25	0,1667	(0,5)	0,5	RCM	2018	1	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 0,5 year	Probability of failure = 0,025=>0,01 => Immediately plan or perform periodic preventive maintenance	X		Maintenance strategy is currently linked to item 1.3.1.4 part 1.	Filters (low costs)	Degradation of filter and/or EMC readings of rel. humidity and pressure
1.3.1.4 part 14		Fan with pressure switch, for dry air	Ensure blow out of dehumidified air from the desiccant rotor to the dry air buffer	Tear and wear	No function of dehumidification system.	5	1	1	1	The component is vital for the function of the dehumidification system.	1 H	6	YES	Local panel and/or EMC	System test.			1E-04	0,1667	(1)	1	RCM	2018	35	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 1 year	Periodic corrective/preventive maintenance (Expected lifetime of component is 27 years, based on 5% of a normal distribution)	X		Maintenance strategy is currently linked to item 1.3.1.4 part 10.	None	Failure yes/no feedback to EMC
				Power breakdown		5	1	1	1	The component is vital for the function of the dehumidification system.	1 H	6						1E-04	0,1667	(1)	1	RCM	2018	0	-	-						
1.3.1.4 part 15		Rel. humidity transmitter, dry air buffer	Reads and transmit rel. humidity of dry air buffer to EMC system	Tear and wear	No function of dehumidification system.	5	1	1	2	The component is vital for the function of the dehumidification system.	1 W	4	YES	Local panel and/or EMC	System test/calibration.	No		0,019	0,1667	(1)	1	RCM	2018	25	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 1 year	Periodic corrective/preventive maintenance (Expected lifetime of component is 21 years, based on 10% of a normal distribution)	X		Maintenance strategy is currently linked to item 1.3.1.4 part 3.	Spare parts whole unit.	Failure yes/no feedback to EMC
				Power breakdown		5	1	1	2	The component is vital for the function of the dehumidification system.	1 W	4						0,019	0,1667	(1)	1	RCM	2018	0	-	-						
1.3.1.4 part 16		Temperature transmitter, dry air buffer	Reads and transmit temperature of dry air buffer to EMC system.	Tear and wear	No function of dehumidification system.	5	1	1	2	The component is vital for the function of the dehumidification system.	1 W	4	YES	Local panel and/or EMC	System test/calibration.	No		0,019	0,1667	(1)	1	RCM	2018	25	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 1 year	Periodic corrective/preventive maintenance (Expected lifetime of component is 21 years, based on 10% of a normal distribution)	X		Maintenance strategy is currently linked to item 1.3.1.4 part 3.	Spare parts whole unit.	Failure yes/no feedback to EMC
				Power breakdown		5	1	1	2	The component is vital for the function of the dehumidification system.	1 W	4						0,019	0,1667	(1)	1	RCM	2018	0	-	-						
1.3.1.4 part 17		Air filter with local pressure indicator and pressure switch, for dry air supply to saddles and cables	Removes particles from buffer air when entering the main cables	Polluting particles causing clogged-up filter.	Eventually there will be a breakdown of the dehumidification system.	5	1	1	5	The component is vital for the function of the dehumidification system.	1 Q	2	YES	Local panel and/or EMC	Spare parts ready.	None		0,25	0,1667	(0,5)	0,5	RCM	2018	1	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 0,5 year	Probability of failure = 0,025=>0,01 => Immediately plan or perform periodic preventive maintenance	X		Maintenance strategy is currently linked to item 1.3.1.4 part 1.	Filters (low costs)	Degradation of filter and/or EMC readings of rel. humidity and pressure
1.3.1.4 part 18		Fan with pressure switch, dry air to saddles and cables	Ensure blow out of dehumidified air from the dry air buffer to the main cables	Tear and wear (incl. particles in the system)	No function of dehumidification system.	5	1	1	1	The component is vital for the function of the dehumidification system.	1 H	6	YES	Local panel and/or EMC	System test.	None		1E-04	0,1667	(1)	0,5	RCM	2018	35	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 0,5 year	Periodic corrective/preventive maintenance (Expected lifetime of component is 27 years, based on 5% of a normal distribution)	X		Maintenance strategy is currently linked to item 1.3.1.4 part 10.	None	Failure yes/no feedback to EMC
				Power breakdown		5	1	1	1	The component is vital for the function of the dehumidification system.	1 H	6						1E-04	0,1667	(1)	0,5	RCM	2018	0	-	-						
1.3.1.4 part 19		Duct system	Transport of air in a close circuit	Corrosion	No function of dehumidification system.	3	1	1	1	The component is not immediately vital, however will become it after some time.	4 Y	1	NO	None	EMC surveillance graphs are checked by expert once a year and visual inspection every X years	None		4	0,1667	(6)	6	RCM	2018	50	0	Periodic Inspection every 6 year	Periodic corrective/preventive maintenance (PIBM)			Exception form the rule!! Although the damage tolerance period is lower than the inspection interval, the duct system should not be monitored. Periodic inspection would be sufficient.	None	None
1.3.1.4 part 20		Damper (no motor), air exhaust from cables	Regulates exhaust air from main cables at central node.	Tear and wear	Less important - damper position is set manually when system is implemented. Later on it has no influence to the system.	1	1	1	2	The component is not vital, as it is set manually if it fails it has no influence on the system.	4 Y	1	NO	None	EMC surveillance graphs are checked by expert once a year and visual inspection every X years	None		4	0,1667	(6 or more)	6	RCM	2018	25	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 6 year	Periodic corrective/preventive maintenance (Expected lifetime of component is 19 years, based on 5% of a normal distribution)	X		Maintenance strategy is currently linked to item 1.3.1.4 part 2.	None	None
1.3.1.4 part 21		5 nos. Temperature transmitters along each cable	Reads and transmit temperature of air in main cables	Tear and wear	Misreading of system behaviour	4	1	1	2	The component is not immediately vital, however will become it after some time.	1 W	4	YES	EMC	System test/calibration.	No		0,019	0,1667	(2)	2	RCM	2018	25	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 2 year	Periodic corrective/preventive maintenance (Expected lifetime of component is 21 years, based on 10% of a normal distribution)	X		Maintenance strategy is currently linked to item 1.3.1.4 part 3.	Spare parts all units.	Failure yes/no feedback to EMC
1.3.1.4 part 22		5 nos. Pressure transmitters along each cable	Reads and transmit pressure of air in main cables	Tear and wear	Misreading of system behaviour	4	1	1	2	The component is not immediately vital, however will become it after some time.	1 W	4	YES	EMC	System test/calibration.	No		0,019	0,1667	(2)	2	RCM	2018	25	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 2 year	Periodic corrective/preventive maintenance (Expected lifetime of component is 21 years, based on 10% of a normal distribution)	X		Maintenance strategy is currently linked to item 1.3.1.4 part 3.	Spare parts all units.	Failure yes/no feedback to EMC
1.3.1.4 part 23		4 nos. Rel. humidity transmitters along each cable	Reads and transmit rel. humidity of air in main cables	Tear and wear	Misreading of system behaviour	4	1	1	2	The component is not immediately vital, however will become it after some time.	1 W	4	YES	EMC	System test/calibration.	No		0,019	0,1667	(2)	2	RCM	2018	25	0	Continuous Monitoring with inspection/evaluation every 2 year	Periodic corrective/preventive maintenance (Expected lifetime of component is 21 years, based on 10% of a normal distribution)	X		Maintenance strategy is currently linked to item 1.3.1.4 part 3.	Spare parts all units.	Failure yes/no feedback to EMC

* The Criticality Analysis for the system/element is evaluated with the questions:
 Question 1) What are the consequences for the bridge regarding unavailability, cost, fatalities and environmental damage given functional failure?
 Question 2) What is the probability of the worst consequence happening, given the functional failure has occurred?

** How long time does it take for the failure mode to evolve from "not detectable" to predefined failure limit (hours, days, weeks, months, quarters, years).

*** How long time can a predefined failure of the element/system be tolerated.

**** Blank cells indicate that no subsheet has yet been established.

***** May be superseded by suppliers information/recommendations

Messina Strait Bridge - Progetto Definitivo - Dehumid_airfilter

Reliability Centred Maintenance - Maintenance strategy estimation Air filter

NBI Input parameters from FMECA sheet

Start up of operation period for system	$Y_{initial}$	2018
Current year		2018 (Should be automatically calculated =YEAR(NOW()))
Age of system (inspection time)	t_1	0 year
MTBF	μ	1 years
Inspection interval	ΔT_i	0,5 years
Time for failure development	ΔT_f	0,25 years
Time for damage tolerance	ΔT_d	0,166667 years

RCM or RBI component:	RCM
Periodic Inspection or Continuous Monitoring:	Continuous Monitoring
Inspection criticality (RCM) or vulnerability (RBI):	4
Threshold value:	0,01
Probability of failure between first and second inspection:	0,025
Periodic Preventative Maintenance or Periodic Evaluation:	Probability of failure = 0,025 >= 0,01 => Immediately plan or perform periodic preventive maintenance
	0,1

Probability input values:

Input values need to be updated based on suppliers information/best guess of MTBF and Std. dev. Sensitivity analysis are always relevant.

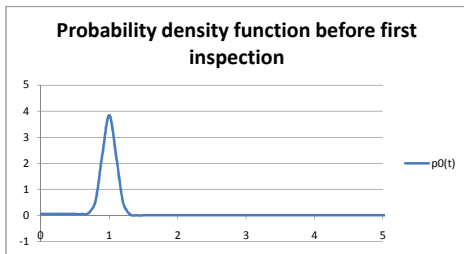
Mean value
 $p_1(t, t_1)$ and
 $P_1(t, t_1)$ -
starting at $t=t_1+i_i$,
ending at $t=t_1+\Delta T_i$

Start	b	0	
Decay parameter	d	0	
Uniform	a	0,05	
Period	t_u	1 years	default = MTBF
Std. dev.	σ	0,1 years	default = 0,1*MTBF

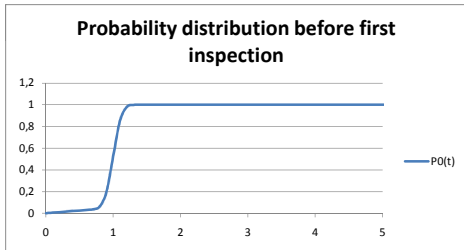
time, t	$p_0(t)$	$P_0(t)$	$P_0(t_1)$	$p_1(t, t_1)$	$P_1(t, t_1)$	
0	0,05	7,23886E-24	7,23886E-24	0,05	0	
0,1	0,05	0,005	7,23886E-24	0,05	0,00499995	0,05
0,2	0,05	0,01	7,23886E-24	0,05	0,0099999	0,05
0,3	0,05	0,015	7,23886E-24	0,05	0,01499985	0,05
0,4	0,050000058	0,02000001	7,23886E-24	0,050000058	0,019999801	0,050000029
0,5	0,050014124	0,025000272	7,23886E-24	0,050014124	0,025000022	0,050007091
0,6	0,051271387	0,030030088	7,23886E-24	0,051271387	0,030029787	0
0,7	0,092120256	0,036282403	7,23886E-24	0,092120256	0,03628204	0
0,8	0,562914182	0,061612625	7,23886E-24	0,562914182	0,061612009	0
0,9	2,348721883	0,195722491	7,23886E-24	2,348721883	0,195720534	0
1	3,839951664	0,525	7,23886E-24	3,839951663	0,52499475	0
1,1	2,298721883	0,849277509	7,23886E-24	2,298721883	0,849269016	0
1,2	0,512914182	0,978387375	7,23886E-24	0,512914182	0,978377591	0
1,3	0,04210256	0,998717597	7,23886E-24	0,04210256	0,99870761	0
1,4	0,001271387	0,999969912	7,23886E-24	0,001271387	0,999959913	0
1,5	1,41238E-05	0,99999728	7,23886E-24	1,41238E-05	0,999989728	0
1,6	5,77209E-08	0,999999999	7,23886E-24	5,77209E-08	0,999989999	0
1,7	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
1,8	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
1,9	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
2	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
2,1	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
2,2	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
2,3	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
2,4	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
2,5	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
2,6	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
2,7	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
2,8	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
2,9	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
3	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
3,1	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
3,2	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
3,3	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
3,4	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
3,5	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
3,6	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
3,7	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
3,8	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
3,9	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
4	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
4,1	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
4,2	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
4,3	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
4,4	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
4,5	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
4,6	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
4,7	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
4,8	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
4,9	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
5	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
5,1	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
5,2	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
5,3	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
5,4	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
5,5	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
5,6	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
5,7	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
5,8	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
5,9	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
6	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
6,1	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
6,2	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
6,3	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
6,4	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
6,5	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
6,6	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
6,7	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
6,8	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
6,9	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
7	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
7,1	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
7,2	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
7,3	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
7,4	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
7,5	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
7,6	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
7,7	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
7,8	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0
7,9	0,000000001	1	7,23886E-24	1E-09	0,99999	0

Integration interval i_i 0,1 years

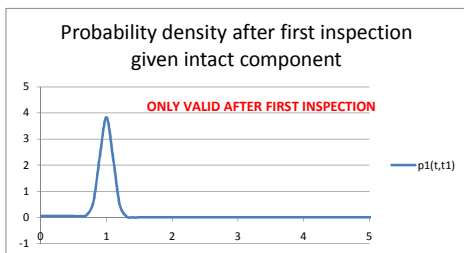
Probability density function before first inspection: $p_0(t)$



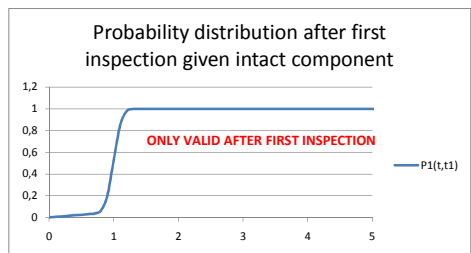
Probability distribution before first inspection: $P_0(t)$





Probability density after first inspection given intact component: $p_1(t, t_1)$





Probability distribution after first inspection given intact component: $P_1(t, t_1)$





		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Management and Control, Annex		<i>Codice documento</i> PI0003_0.docx	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-01-2011

Appendix D: Inspection Programmes

STRUCTURAL STEELWORK INSPECTIONS					
6 YEAR CYCLE				Assume 4 days inspecting plus one writing per week.	
RESOURCE ESTIMATION				Assume 40 effective working weeks per year per inspector.	
				Inspection times include for inspection of fixed access stairs, ladders and platforms.	
				Internal Steel surfaces are painted.	
Main Cable	West side and	Routine Superficial - 3 months	2 men 2 days for both sides		
External	East side	Routine General - 2 years	4 men for 2 weeks for one side	say 166 clamps on one side with 2 men doing 12 perday. 4 man gang take say 7 days.	
		Principal Inspection - 6 years	4 men for 7 weeks	4 men for 6 weeks for one side plus 1 week for tower top saddles etc.	
Main Cable	West Side and	Routine General - 2 years	4 men for 1 week for one side		
Internal	East Side	Principal Inspection - 6 years	4 men for 1 week for one side		
Tower Sicily	Internal	Routine General - 2 years	2 men 3 weeks	20 sections per leg, each c 20m - 1 man 2 section per day plus 1 manday per c/b.	10+10+3 man days = say 6 man weeks
		Principal Inspection - 6 years	2 men 6 weeks	Assume PI takes twice time.	
	External	Routine General - 2 years	2 Men 1/2 week		
		Principal Inspection - 6 years	4 men 3 weeks	Allow 1 gang week per leg plus 1 gang week for three crossbeams.	
Tower Calabria	Internal	Routine General - 2 years	2 men 3 weeks	20 sections per leg, each c 20m - 1 man 2 section per day plus 1 manday per c/b.	10+10+3 man days = say 6 man weeks
		Principal Inspection - 6 years	2 men 6 weeks	Assume PI takes twice time.	
	External	Routine General - 2 years	2 Men 1/2 week		
		Principal Inspection - 6 years	4 men 3 weeks	Allow 1 gang week per leg plus 1 gang week for three crossbeams.	
Deck Boxes	Internal	Routine General - 2 years	4 men 2½ weeks	Say 120 crossbeams - gang of 4 do 12 per day plus boxes.	10 gang days @ 4 days per week.
General		Principal Inspection - 6 years	4 men 5 weeks	Assume PI takes twice time.	
				Average per annum = 5 man weeks GI and 4 man weeks on PI.	
Deck Boxes	External	Routine General - 2 years	4 men 2½ weeks	Say 120 crossbeams - gang of 4 do 12 per day.	10 gang days @ 4 days per week.
General		Principal Inspection - 6 years	4 men 5 weeks	Assume PI takes twice time.	
				Average per annum = 5 man weeks GI and 4 man weeks on PI.	
Deck Boxes	All	Routine General - 2 years	4 men 2 weeks	Allow 4 man gang 2 weeks for special areas, e.g. crossovers, expansion boxes, bearings.	
Special areas		Principal Inspection - 6 years	4 men 4 weeks	Assume PI takes twice time.	
				Average per annum = 4 man weeks GI and 3 man weeks on PI.	
Special Inspections	All	Ad hoc inspections as required.		Structural - allow 1 man week per month Avge i.e. allow average of 3 man weeks per quarter	
Special Inspections	RBI	Defined scope Special Inspections	Allow 4 man weeks in year 6.	Derived from Reliability Based Inspection analysis - external paint system.	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Management and Control, Annex		<i>Codice documento</i> PI0003_0.docx	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-04-2011

Appendix E: Maintenance Programme

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Management and Control, Annex		<i>Codice documento</i> PI0003_0.docx	<i>Rev</i> 0	<i>Data</i> 13-01-2011

Appendix F: Time Schedule for BMS

